

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program Gradbeništvo,
Prometnotehnična smer

Kandidatka:

Manja Kalšek

Prometna oprema na območju predorov

Diplomska naloga št.: 283

Mentor:

doc. dr. Tomaž Maher

Somentor:

asist. mag. Robert Rijavec

Ljubljana, 28. 6. 2007

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana MANJA KALŠEK izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom
»PROMETNA OPREMA NA OBMOČJU PREDOROV«

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Trbovlje, 7.6.2007

IZJAVE O PREGLEDU NALOGE:

Nalogo sta si ogledala učitelja Prometno – tehnične smeri:

Doc. Dr. Tomaž Maher u.d.i.g.

Mag. Asist. Robert Rijavec u.d.i.g.

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	624.19:625.745(043.2)
Avtor:	Manja Kalšek
Mentor:	doc. dr. Tomaž Maher
Somentor:	mag. asist. Robert Rijavec
Naslov:	Prometna oprema na območju predorov
Obseg in oprema:	str. 87, sl. 62, pril. 13
Ključne besede:	predori, prometna oprema
Izveček:	

Cilj diplome je podati predloge poenotenja prometne signalizacije na območju predorov saj z naraščanjem števila predorov in prometa v njih postaja vprašanje varnosti v predorih vedno večje, ker vozniki vožnjo skozi predor dojemajo bistveno drugače kot na odprti trasi zaradi občutka utesnjenosti. Kljub temu, da moramo za varnost poskrbeti sami s pravilno vožnjo skozi predor, nam mora biti pravilno nameščena in ustrezna prometna oprema v pomoč med vožnjo. Velik problem pri tem predstavlja neenotna prometna signalizacija. Oprema na cesti in v predoru naj bo takšna, da voznika pravočasno opozori na nevarnosti na posameznih delih ceste, jasno napove predpisane omejitve, prepovedi in obveznosti, hkrati pa posreduje navodila za varno in neovirano vožnjo. Dogaja se, da je vsako območje pred predorom in predor sam opremljen različno, kar ogroža prometno varnost, saj mora voznik vedno znova analizirati, kaj pomeni kakšna signalizacija. Ker je Slovenija tranzitna država, je problem toliko večji zaradi velikega odstotka tujih voznikov, ki jim je določena signalizacija tuja, zato je ne upoštevajo. Iz tega razloga je nastala Evropska direktiva, ki opredeljuje minimalne varnostne zahteve za predore, ki naj bi jih upoštevale vse članice Evropske unije. Glede na to, da Slovenija še nima prilagojene zanodaje in pravilnikov z Evropsko direktivo je nujno, da se temu prilagodijo. Nenazadnje se mora temu primerno prilagoditi tudi postavitvev prometne opreme na terenu samem. Pri načrtovanju prometne opreme pa se je potrebno zavedati, da lahko voznik v določenem času zazna le določeno količino podatkov in jih tudi upošteva, zato ni smiselna prevelika koncentracija prometnih znakov na enem območju, saj lahko voznik v poplavi informaciji spergleda najnujnejšo informacijo.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 624.19:625.745(043.2)
Author: Manja Kalšek
Supervisor: Arsirt.Prof. Tomaž Maher
Cosupervisor: Msc. Robert Rijavec
Title: Traffic equipment in tunnel area
Notes: p. 87, fig. 62, eq. 13
Key words: tunnel, traffic equipment
Abstract:

Number of tunnels and traffic in tunnels is constantly increasing. For most of the drivers driving through tunnel is unpleasant and that is the main reason why the traffic safety becomes such an important question. In Slovenia for the most part there are no general rules or regulations that are applicable to all road tunnels at the national level.

And as a result each tunnel is having a different traffic equipment. The problem is getting bigger because Slovenia is a transit country and foreigners do not know our traffic signs.

From the same reason the European Commission submitted the Proposal for a Directive which would prescribe minimum harmonized safety requirements for the infrastructure, exploitation and signaling to improve road users' protection in tunnels. Slovenia as a member of EU has to adjust our standards with European Directive. And in the end these standards have to be used in practice. During planning traffic equipment we have to be aware that too much information at the same time is also not effective for drivers and that is why the driver can't see the main information. The result of the Graduation thesis is to design a key for choosing a traffic equipment for different types of tunnels.

ZAHVALA

Za pomoč pri pisanju diplome se zahvaljujem mentorju doc.dr. Tomažu Maherju in somentorju mag. Robertu Rijavcu.

Prav tako se zahvaljujem celi družini in fantu, ki so mi v času študija nudili pomoč in dajali vzpodbudo, ko sem jo najbolj potrebovala

VSEBINA

SEZNAM SLIK.....	iv
SEZNAM PRILOG.....	vii
1 UVOD.....	1
2 OPREDELITEV PREDOROV.....	3
2.1 RAZVRŠČANJE PREDOROV GLEDE NA DOLŽINO	6
3 MINIMALNE VARNOSTNE ZAHTEVE ZA PREDORE	7
3.1 UPRAVNI ORGAN	9
3.1.1 <i>Naloge upravnega organa</i>	9
3.2 NALOGE MINISTRSTVA V SLOVENIJI	10
3.2.1 <i>Naloge ministrstva</i>	10
3.2.2 <i>Upravitelj predora</i>	10
3.2.3 <i>Uradnik za varnost</i>	11
3.2.4 <i>Inšpekcijski organ</i>	12
3.2.5 <i>Poročanje</i>	12
3.3 IZJEMA ZA INOVATIVNE TEHNIKE	13
3.4 PREDORI, KI SO ŽE V OBRATOVANJU	13
4 PROMETNA OPREMA	14
4.1 OSNOVNE ZAHTEVE	14
4.2 MINIMALNE VARNOSTNE ZAHTEVE	14
4.2.1 <i>Sestava karakterističnega prečnega profila predora</i>	15
4.2 KRITERIJI, KI VPLIVAJO NA IZBIRO OPREME, NAČRTOVANJE IN NAMEN.....	17
4.3 FUNKCIJE OPREME PREDORA, VARNOSTNIH NAPRAV IN SISTEMA ZA UPRAVLJANJE PREDORA	17
4.5 PORTALNA PLOŠČAD	19
4.6 OPREMA PREDORA, VARNOSTNE NAPRAVE IN SISTEM ZA UPRAVLJANJE PREDORA	20
4.6.1 <i>Sistem za upravljanje prometa</i>	21
4.6.2 <i>Prometna signalizacija in znaki</i>	23
4.6.3 <i>Prometno signalizacijo in prometno opremo na cestah sestavljajo</i>	23
4.6.4 <i>Komunikacijske naprave</i>	25
4.6.5 <i>Prometna oprema na cestah</i>	25
4.6.6 <i>Informacije, ki jih voznik med vožnjo skozi predor potrebuje</i>	26

5 MERILNIKI.....	27
5.1. VIDEO NADZOR (CCTV- CLOSED CIRCUIT TELEVISION)	28
5.2 AVTOMATSKA DETEKCIJA IZREDNIH DOGODKOV	29
5.3 PREDORSKE RADIJSKE NAPRAVE.....	29
5.4.1 Ozvočenje	30
6 VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA.....	30
6.1 OBVEZNA VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA	30
6.1.1 Obvezna vertikalna prometna signalizacija pred predorom	31
6.1.2 Obvezna vertikalna prometna signalizacija v predoru vključuje.....	36
6.1.3 Obvezna vertikalna prometna signalizacija za predorom vključuje.....	36
6.1.4 Izvedba vertikalne prometne signalizacije.....	38
6.2 SPREMENLJIVA PROMETNO – INFORMATIVNA SIGNALIZACIJA	40
6.2.1 Prednosti spremenljive prometne signalizacije	44
6.2.2 Svetlobni znaki za urejanje prometa vozil po prometnih pasovih.....	45
6.2.3 Izvedba znakov s spremenljivo vsebino	47
6.2.4 Spremenljiva prometna signalizacija po avstrijskih smernicah	47
6.3. DODATNA NEPROMETNA VERTIKALNA SIGNALIZACIJA NA OBMOČJU PREDORA	49
6.3.1 Niše za klic v sili.....	49
6.3.2 Odstavne niše	50
6.3.3 Poti umika in zasilni izhodi	51
6.3.4 Oznaka predora v skaldu z Dunajsko konvencijo.....	53
6.3.5 Radijska frekvenca.....	53
6.3.6 Različno obvestilno označevanje.....	53
6.6 SIGNALIZACIJA V PRIMERU IZREDNIH DOGODKOV V PREDORU	54
6.6.1 Dela v predorih	55
6.6.2 Upravljanje v primeru nezgod.....	56
6.6.3 Prevoz nevarnih snovi	56
7 HORIZONTALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA	57
7.1 VZDOLŽNE OZNAČBE.....	57
7.2 OPREMA ZA OZNAČEVANJE BLIŽINE ROBA VOZIŠČA OZIROMA ROBA ROBNEGA ALI ODSTAVNEGA PASU	61
7.3 VARNOSTNE OGRAJE	62
7.4 BLAŽILNIKI TRKOV	63
7.5 OPREMA ZA Poudarjanje poteka avtoceste ali hitre ceste na območju razcepa	63
7.6 HORIZONTALNA SIGNALIZACIJA PO AVSTRIJSKIH SMERNICAH (RVS-JIH).....	64

8 ANALIZA STANJA V SLOVENIJI	65
9 PREDLOGI POSTAVLJANJA PROMETNE OPREME	70
9.1 KONTROLA VIŠINE	70
9.1.1 Način Kontrole višine priporočen po avstrijskih Rvs-jih	73
9.2. UVOZ TOVORNIH VOZIL V PREDOR.....	74
9.2.1 Tovorna vozila, ki prevažajo nevarno blago	74
9.2.2 Časovna omejitev uvoza tovornih vozil	74
9.3 PREDORI NAMENJENI MOTORNIH VOZILOM, KOLESARJEM IN PEŠCEM	74
9.4 OPREMA ZA ZAPRTJE PREDORA (SISTEM ZAUSTAVITVE VOZIL).....	75
9.4.1 Oprema za preusmeritev prometa pred predorom	77
9.5 RABA ROPOTNIH ČRT V DVOSMERNIH PREDORIH	78
9.6. VODENJE PROMETA PO PROMETNIH PASOVIH	80
9.7 OSTALI PREDLOGI.....	81
10. ZAKLJUČEK.....	84
VIRI	85

SEZNAM SLIK

SLIKA 1: KARAKTERISTIČNI PREČNI PROFIL PREDORA.....	16
SLIKA 2: VIDEO NADZOR – NAMESTITEV KAMERE	28
SLIKA 3: PRIMER NADZORNEGA CENTRA	29
SLIKA 4: ZNAK PREDOR.....	31
SLIKA 5: ZNAK IME PREDORA	31
SLIKA 6: ZNAK OMEJITEV HITROSTI	32
SLIKA 7: ZNAK PREPOVEDANO PREHITEVANJE VSEH MOTORNIH VOZIL IN PREPOVEDANO PREHITEVANJE ZA TOVORNA VOZILA"	32
SLIKA 8: ZNAK PREPOVED ZA VOZILA, KI PREVAŽAJO EKSPLOZIVNE IN LAHKO VNETLJIVE SNOVI	32
SLIKA 9: ZNAK ZA PREPOVED VOZILA, KI PREVAŽA NEVARNO BLAGO	33
SLIKA 10: ZNAK ZA PREPOVED VOZILA PRI KATEREM SKUPNA VIŠINA PRESEGA DOLOČENO VIŠINO	33
SLIKA 11: ZNAK ZA NAJMANJŠO DOVOLJENO RAZDALJO MED VOZILI	33
SLIKA 12: POSTAVITVE PROMETNE OPREME NA OBMOČJU PRED PREDOROM PO AVSTRIJSKIH SMERNICAH RVS	35
SLIKA 13: ZNAK PRENEHANJE VSEH PREPOVEDI IN OMEJITEV III-21	36
SLIKA 14: ZNAK "PRENEHANJE PREPOVEDI PREHITEVANJA VSEH MOTORNIH VOZIL, RAZEN ENOSLEDNIH", KI OZNAČUJE MESTO, OD KODER PRENEHA PREPOVED PREHITEVANJA VSEH MOTORNIH VOZIL, RAZEN ENOSLEDNIH	36
SLIKA 15: ZNAK "PRENEHANJE PREPOVEDI PREHITEVANJA ZA TOVORNA VOZILA", KI OZNAČUJE MESTO, OD KODER PRENEHA PREPOVED PREHITEVANJA ZA TOVORNA VOZILA;	37
SLIKA 16: ZNAK "PRENEHANJE OMEJITVE HITROSTI", KI OZNAČUJE MESTO, OD KODER PRENEHA OMEJITEV HITROSTI, KI JE BILA OZNAČENA Z ZNAKOM OMEJITEV HITROSTI	37
SLIKA 17: PREDLOG NAMESTITVE PROMETNE OPREME ZA PREDOROM PO AVSTRIJSKIH SMERNICAH.....	38
SLIKA 18: ZNAK I-20 "BLIŽINA SVETLOBNIH PROMETNIH ZNAKOV", KI OZNAČUJE BLIŽINO MESTA NA CESTI, NA KATEREM JE PROMET UREJEN S SVETLOBNIMI PROMETNIMI ZNAKI	41
SLIKA 19: PRIMER SPIS –A NA SLOVENSКИH AVTOCESTAH	42
SLIKA 20: ZNAK "NEVARNOST NA CESTI", KI OZNAČUJE BLIŽINO DELA CESTE ALI MESTA NA CESTI, NA KATEREM GROZI NEVARNOST, ZA KATERO V TEM PRAVILNIKU NI PREDPISAN POSEBEN ZNAK ZA NEVARNOST. ZNAKU MORA BITI OBVEZNO DODANA DOPOLNILNA TABLA, KI POJASNUJE, ZA KAKŠNO NEVARNOST GRE;	42
SLIKA 21: ZNAK "KOLONA USTAVLJENIH VOZIL", KI OZNAČUJE BLIŽINO DELA CESTE, NA KATEREM V DOLOČENIH PROMETNIH OKOLIŠČINAH OBSTAJA NEVARNOST ZARADI KOLONE USTAVLJENIH VOZIL;	42

SLIKA 22: ZNAK "PROMETNA NESREČA" (KI OZNAČUJE BLIŽINO MESTA NA CESTI, NA KATEREM SE JE ZGODILA PROMETNA NESREČA	43
SLIKA 23: SPIS NA KONZOLNEM NOSILCU	43
SLIKA 24: SPIS PREKO CELOTNEGA CESTIŠČA	44
SLIKA 25: SVETLOBNI ZNAKI, ZA UREJANJE PROMETA PO PROMETNIH PASOVIH	46
SLIKA 26: PRIMER VODENJA PROMETA PO PROMETNIH PASOVIH S SPREMENLJIVO PROMETNO SIGNALIZACIJO SKOZI PREDOR.....	46
SLIKA 27: ZNAK ZA: TELEFON ZA KLIČ V SILI (BARVE NAJ BODO TAKE, KOT JE DEFINIRANO V STANDARDU CEN EN 12899 IZ JANUARJA 2001).....	49
SLIKA 28: ZNAK ZA GASILNI APARAT (PIKTOGRAM JE TAK, KOT JE DEFINIRAN V STANDARDU ISO 6309)	50
SLIKA 29: PRIMER IZVEDE TABLE, KI OPOZARJA, DA V PRIMERU POŽARA PROSTOR NE ZAGOTAVLJA ZAŠČITE, TER DAJE NADALJNA NAVODILA	50
SLIKA 30: PRIPOROČENI ZNAKI ZA OZNAČEVANJE Odstavnih niš	51
SLIKA 31: ZNAKA ZA ZASILNI IZHOD	52
SLIKA 32: ZNAKA ZA NAKAZANJE SMERI NAJBLIŽJEGA ZASILNEGA IZHODA IN NJEGOVO ODDALJENOST	52
SLIKA 33: OZNAKA PREDORA V SKLADU Z DUNAJSKO KONVENCIJO.....	53
SLIKA 34: ZNAK, KIN AS OBVEŠČA O RADIJSKI FREKVENCI, KI JO LAHKO SPREMLJAMO SKOZI PREDOR IN POSREDUJE AKTUALNE PROMETNE PODATKE O STANJU NA CESTI, V PREDORU	53
SLIKA 35: OKVARA VOZILA SLIKA 36: NESREČA SLIKA 37: POŽAR	54
SLIKA 38: POSKUSITE PREMAKNITI VOZILO NA ZASILNI VOZNI PAS, Odstavno nišo ali vsaj na bankino OZIROMA ROB CESTE.....	54
SLIKA 39: PRIŽGITE VSE ŠTIRI SMERNE KAZALCE.....	54
SLIKA 40: V PRIMERU DALJŠEGA ZASTOJA UGASNITE MOTOR.....	54
SLIKA 41: NAŠINA NAMEŠČANJA CESTNEGA SMERNIKA V PRIMERU, KO NI MOŽNA NOBENA DRUGA POSTAVITEV ..	62
SLIKA 42: CESTNI SMERNIKI ZA PREDORE - ODSEVAJO RDEČO SVETLOBO NA DESNI STRANI IN BELO SVETLOBO NA LEVI STRANI, GLEDANO V SMERI VOŽNJE VOZIL	62
SLIKA 43: (SLIKA 1) USMERJEVALNI VALJ.....	63
SLIKA 44: (SLIKA 2) CESTNI SMERNIK	64
SLIKA 45: PRIMER PREPOZNE POSTAVITVE ZNAKA ZA NAJAVO PREDORA.....	66
SLIKA 46: PRIMER DVOSMERNEGA PREDORA, KJER NI SISTEMA, KI BI PREPREČIL VOŽNJO V NASPROTNO SMER	68
SLIKA 47: PREDOR POD LJUBLJANSKIM GRADOM.....	69
SLIKA 48: PREDOR V VELENJU – Z OBEH STRANI JE SICER TABLA IME IN DOLŽINA PREDORA, VENDAR LE Z ENE STRANI PROMETNI ZNAK, KI VOZNIKA OPOZARJA NA PREDOR	69
SLIKA 49: KONTROLA VIŠINE NA SAMEM PORTALU PREDORA V AVSTRIJI	71
SLIKA 50: PRIMER KONTROLE VIŠINE PRED PREDOROM S POMOČJO VISEČIH LAMEL.....	71
SLIKA 51: SPIS NA SLOVENSКИH AVTOCESTAH.....	72

SLIKA 52: PRIMER OZNAČEVANJA KONTROLE VIŠINE PRED SPIS-OM V SLOVENIJI NA AVTOCESTAH.....	73
SLIKA 53: ZAPORNICE – SEGAJO ČEZ CELOTNO CESTIŠČE.....	76
SLIKA 54: POLZAPORNICE – SEGAJO DO POLOVICO CESTE.....	76
SLIKA 55: PRIMER IZVEDBE POLZAPORNICE.....	77
SLIKA 56: PREUSMERITEV PROMETA IZ ZAPRTE PREDORSKE CEVI V DRUGO CEV.....	77
SLIKA 57: ROPOTNA ČRTA V TUNELU POD LJUBLJANSKIM GRADOM.....	78
SLIKA 58: ROPOTNO-DEŽNA ČRTA PRED TUNELOM KARAVANKE.....	78
SLIKA 59: IZVEDBA ALTERNATIVNE ZVOČNE IN DINAMIČNE SIGNALIZACIJE.....	79
SLIKA 60: PRIMER VODENJA PROMETA V PREDORU V NEMČIJI.....	80
SLIKA 61: PREDOR GRIČ.....	80
SLIKA 62: PREDOR MALA KAPELA.....	81

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: PPREDLOGI ZNAKOV

PRILOGE B:

PRILOGA B1: KONTROLA VIŠINE TIP KV1

PRILOGA B2: KONTROLA VIŠINE TIP KV2

PRILOGA B3: KONTROLA VIŠINE TIP KV3

PRILOGA B4: KONTROLA VIŠINE TIP KV4

PRILOGA C: POLZAPORNICE – IZVEDBA

PRILOGE D:

PRILOGA D1: PREDOR TIP P1P

PRILOGA D2: PREDOR TIP P2

PRILOGA D3: PREDOR TIP P1

PRILOGA D4: PREDOR TIP P1-AC

PRILOGA D5: PREDOR TIP P2-AC

PRILOGA D6: PREDOR TIP P3-AC

PRILOGA E: ALGORITEM IZBIRE TIP A PREDORA ZA AVTOCESTE

1 UVOD

Predori postajajo vedno bolj pomembni objekti, ki lajšajo povezave med obširnimi deli Evrope in imajo odločilno vlogo pri delovanju in razvoju regionalnih gospodarstev, zato cestni promet v predorih v zadnjih letih enakomerno narašča. Z izboljšanimi tehnologijami gradnje so postali tudi stroškovno opravičljiva rešitev, saj svojo ceno upravičijo med drugim z zmanjšano porabo goriva, velikimi časovnimi prihranki pri potovanju. Tudi v Sloveniji se povečuje število predorov, zato močno narašča vprašanje prometne varnost v njih. Izidi nevarnih dogodkov, ki se lahko zgodijo v cestnih predorih ter njihove posledice, so v veliki meri odvisni od osnovnih konstrukcijskih značilnosti, njegove tehnične opremljenosti in načina upravljanja varnosti v njem. Glede na to, da so le-ti zaprti, so zaradi tega tudi težko dostopni prostori, ker stene predstavljajo fizično omejitev pri reševanju. Vzrok temu so bistveno hujše posledice nesreč kot pa na odprti trasi. Ogrožena so vsa človeška življenja, tudi tista, ki niso direktno vpletena v nesrečo, konstrukcija predora, instalacije, zato je čas vzpostavitve normalnega prometnega toka po nesreči daljši in zahtevnejši kot pa na odprti trasi. Materialna škoda, ki pri tem nastane je večja. Glavni vzrok nesreč so neustrezno vedenje uporabnikov ceste, neustrezna infrastruktura in upravljanje, okvare vozil in težave s tovorom, npr. kemijske reakcije. Zaradi intenzivnejše uporabe predorov se je v zadnjih letih močno povečala nevarnost resnih požarov. Hude nesreče v nekaterih daljših predorih po Evropi so v zadnjih letih opozorile na nekatere prej premalo upoštevane vidike prometne varnosti. Pokazale so se pomankljivosti pri organizaciji in sistematizaciji varnosti cestnih predorov in načinu njenega upravljanja. Ena od ugotovitev je bila tudi, da vsaka država ureja področje varnosti cestnih predorov na svoj način, kar negativno vpliva na skupno varnost še posebej na območju meddržavnih predorov (npr. Karavanke). Na podlagi teh ugotovitev ja nastala direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2004/54/ES o minimalnih varnostnih zahtevah za predore v vseevropskem cestnem omrežju, ki vzpostavlja minimalne, še zadostne, zahteve na področju varnosti v cestnih predorih vseevropskega cestnega omrežja. Ta Direktiva nudi smernice za implementacijo in uporabo orodij, namenjenih prepoznavanju in preprečevanju

nevarnih dogodkov in z njimi povezanih tveganj, smernice za odpravljanje in zmanjšanje nezaželenih posledic takih dogodkov ter smernice za vzpostavitev in uporabo orodij, namenjenih upravljanju varnosti v cestnih predorih. Slovenija, kot država članica Evropske unije, je dolžna izpolnjevati ter prevzeti v svoj pravni red in vsakdanjo uporabo zakonska določila in orodja, namenjena zagotavljanju minimalne, a še zadovoljive stopnje varnosti v cestnih predorih. Cilj orodij je zagotoviti ustrezno varnost v cestnih predorih, njihovo učinkovitost in ekonomičnost pri vsakdanjem obratovanju, doslednost preprečevanja nevarnih dogodkov v njih ter učinkovitega odpravljanja nezaželenih posledic. Posebno v predorih sta dojemanje položaja vozila in boljše odkrivanje ovir pred vozilom zelo pomembna, ker se vidna učinkovitost zelo spreminja glede na razlike med razpršitvijo svetlosti cestnih in stenskih površin. Na sploh v predorih ni le nujno zagotoviti svetlost cestne površine, ampak tudi doumevanje potovalnega položaja in lahko prepoznavanje razdalje med vozilom in oviro.

V diplomu se bom omejila na povečanje prometne varnosti na območju predorov z vidika ustrezne prometne opreme – horizontalne, vertikalne promete signalizacije in merilnikov, ki zagotavljajo jasno podajanje potrebnih prometnih informacij, ki jih uporabniki med vožnjo skozi predor potrebujejo. Predstavila bom problematiko slovenskih predorov in v nadaljevanju podala predloge za dopolnitev prometne signalizacije, ki bi bili na vseh območjih predorov poenoteni.

2 OPREDELITEV PREDOROV

(Definicije prevzete po slovenski zakonodaji)

Cestni predor je podzemni gradbeni objekt v trasi ceste, s katerim se omogoča:

- ohranjanje poteka ceste v predpisanih mejah geometrijskih in tehničnih elementov ceste skozi reliefne pregrade,
- zagotavljanje zaščite okolja ceste pred čezmernimi škodljivimi vplivi cestnega prometa,
- izvedba podzemnega poteka ceste na območjih, na katerih je zaradi krajinskih ali urbanih značilnosti ali drugega pomembnega elementa rabe prostora ni mogoče zgraditi na površini;

1. **enosmerni predor** je predor, pri katerem vožnja v predorski cevi poteka na vseh prometnih pasovih v isto smer. Hitrost vožnje skozenj je omejena na največ 100 km/h;

2. **dvosmerni predor** je predor, pri katerem promet v predorski cevi poteka v dveh nasprotnih smereh. Med njima je treba predvideti dodatno zaščitno širino 0,50 m. Hitrost vožnje skozi dvosmerni predor je omejena na največ 80 km/h;

3. **enopasovni predor** je predor, ki ima samo en vozni pas. Praviloma se uporablja pri enosmernih enopasovnih krakih vozlišč in cestnih priključkov, za druge potrebe pa le izjemoma, če se s posebno študijo dokaže zadostna prometna varnost in deluje pod posebnim prometnim režimom (semafor, razširjeno vozišče ipd.);

4. **dvopasovni predor** je predor, ki ima dva vozna pasova, namenjena za enosmerni ali dvosmerni promet;

5. **večpasovni predor** je predor, ki ima več prometnih pasov. To so lahko trije vozni pasovi ali pa dva vozna in en dodatni pas. Večpasovni predor je praviloma največ tripasoven. Izjema so primeri, ko se v predoru priključujejo oziroma izključujejo kraki cestnega priključka;

6. **enocevni predor** je predor, ki ima eno samo predorsko cev. Kadar je izveden kot prva faza gradnje dvocevne predora, je treba pri načrtovanju predvideti ukrepe, ki omogočajo nemoteno zgraditev druge cevi;

7. **dvocevni predor** je predor, ki ima dve predorski cevi, po katerih praviloma poteka enosmerni promet. Cevi predora sta razmaknjeni in praviloma vzporedni;

8. **večcevni predor** je predor, ki ima več kakor dve cevi. Raba cevi je lahko različna za vsak primer posebej (dvocevni predor s podzemnimi kraki cestnega priključka, dodatna cev za pešce oziroma kolesarje, kombinirani cestni in železniški predor ipd.);

9. **prečnik** je predor, ki povezuje dve cevi dvo- ali večcevne predora. Omogoča zasilno preusmeritev prometa oziroma umik ljudi v izjemnih primerih in se uporablja kot pomožni objekt pri vzdrževanju predora. Dimenzije prereza so odvisne od namena uporabe;

10. **kratki predor** je predor dolžine do 200 m. Geometrijski elementi cestne osi so omejeni samo s preglednostjo, pri preseganju prečnega nagiba za 4 odstotke je treba razširiti obok predora, širina vozišča poteka skozi predor v nespremenjeni sestavi in dimenzijah, hitrost pa ni posebej omejena;

11. **srednje dolgi predor** je predor dolžine od 200 do 1000 m. Horizontalni elementi so omejeni s preglednostjo in maksimalnim prečnim nagibom 4 odstotke, vzpon nivelete je omejen, sestav in dimenzija elementov vozišča sta lahko spremenjena, hitrost je omejena;

12. **dolgi predor** je predor dolžine nad 1000 m. Horizontalni elementi so omejeni s preglednostjo in maksimalnim prečnim nagibom 4 odstotke, vzpon nivelete je minimalen in na ravni zagotavljanja odvodnjavanja, sestav in dimenzije elementov vozišča so praviloma preurejeni in prilagojeni, hitrost je omejena;

13. **oprema predora** so naprave, ki zagotavljajo nemoten in prometno varen potek prometa v

delno omejenih razmerah, hkrati pa omogočajo izvedbo posebnih ukrepov v posebnih razmerah. K tej opremi se štejejo tudi elementi, ki so nameščeni na cestišču na potrebni razdalji pred vhomom v predor;

14. **smerno vozišče** je vsako izmed obeh vozišč dvosmerne ceste, na kateri sta vozišči za posamezno smer vožnje fizično ali samo s talno signalizacijo ločeni med seboj, in je pri normalnem obratovanju ceste namenjeno izključno samo za vožnjo ali v eni ali v drugi smeri;

15. **vozni pas** je prometni pas, ki poteka po desni strani vozišča in je pri normalnem obratovanju ceste namenjen za vožnjo v eni smeri. Odvisno od vrste ceste je na vozišču lahko en, dva ali več voznih pasov. Na dvosmerni dvopasovni cesti se posamezen vozni pas lahko uporablja tudi za prehitevanje v nasprotni smeri, kjer in kadar je to tehnično in prometno mogoče in dovoljeno;

16. **prehitevalni pas** je prometni pas na vozišču, ki poteka po levi strani vzdolž enega ali več voznih pasov in je pri normalnem obratovanju ceste namenjen za prehitevanje, pri močno zgoščenem prometnem toku pa tudi kot dodatni vozni pas;

17. **portal** je začetek oziroma konec predora na prehodu v odprto traso. V širšem pomenu je portalno območje tisti del odprte trase pred predorom, kjer so nameščeni objekti, oprema in naprave, potrebne za nemoteno in varno uporabo predora;

18. **odstavna niša** je prostor v podzemnem gradbenem objektu za zaustavljanje vozil v nuji, kadar odstavni pas ni predviden. Zgrajena je na desni strani vozišča v smeri vožnje in je glede na vrsto prometa skozi objekt opremljena z dodatno opremo;

19. **dolžina predora** je določena z dolžino najdaljšega voznega pasu, kjer je ta povsem nadkrit;

20. **TEN** je kratica za vseevropsko prometno mrežo (Trans European Network);

2.1 RAZVRŠČANJE PREDOROV GLEDE NA DOLŽINO

Predori se zaradi pomembnih razlik pri učinku dolžine predorov na psihofizično stanje in odzive voznikov, zaradi razlik pri uporabi geometrijskih in tehničnih elementov pri ureditvi ceste skozi predor in zaradi pomembnih razlik pri gradnji predora, delijo na kratke, srednje dolge in dolge.

Kratki predor ima dolžino do 200 m. Skozenj poteka cesta v nespremenjeni sestavi normalnega prečnega profila, v dimenzijah, kakršne so uporabljene na odprti trasi te ceste, hitrost pa ni posebej omejena. Zagotovljena mora biti neprekinjena zaustavitvena preglednost (zadostna velikost horizontalnih geometrijskih elementov ceste ali razširjen profil ali omejena vozna hitrost).

Srednje dolgi predor ima dolžino od 200 do 1000 m. Horizontalni geometrijski elementi osi ceste so omejeni s preglednostjo in maksimalnim prečnim nagibom 4 odstotke. Vzpon nivelete je omejen v skladu z določbami 12. člena te uredbe. Sestav in dimenzije elementov vozišča (prečni profil) so lahko spremenjeni. Hitrost je omejena na največ 80 km/h v dvosmernih predorih oziroma 100 km/h v enosmernih.

Dolgi predor ima dolžino nad 1000 m. Horizontalni geometrijski elementi osi ceste so omejeni s preglednostjo, maksimalnim prečnim nagibom 4 odstotke ter s pogoji iz 10. in 11. člena te uredbe. Vzpon nivelete je minimalen na ravni zagotavljanja odvodnjavanja, niveleta pa izvedena v skladu z določbami 12. člena te uredbe. Sestav in dimenzije elementov vozišča (prečni profil) so lahko spremenjeni. Hitrost je omejena na največ 80 km/h v dvosmernih predorih oziroma 100 km/h v enosmernih.

3 MINIMALNE VARNOSTNE ZAHTEVE ZA PREDORE (PO EVROPSKI DIREKTIVI 2004/54/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA (z dne 29. aprila 2004))

Te določbe se uporabljajo za predore, daljše od 500 m merjeno po najdaljšem smernem vozišču v popolnoma zaprtem delu predora, ki so na državnih cestah, ki so del vseevropskega cestnega omrežja (TEN), vendar lahko Vlada Republike Slovenije predpiše, da se določbe tega poglavja uporabljajo tudi za predore na drugih javnih cestah, ki so daljši od 500 metrov, merjeno po najdaljšem smernem vozišču v popolnoma zaprtem delu predora.

Evropski svet je ob več priložnostih poudaril nujnost ukrepanja za izboljšanje varnosti predorov, zato so se 30. novembra 2001 prometni ministri Avstrije, Francije, Nemčije, Italije in Švice sestali v Zürichu in sprejeli skupno deklaracijo, v kateri priporočajo uskladitev nacionalnih zakonodaj o najnovejših usklajenih zahtevah za izboljšanje varnosti v dolgih predorih.

Evropska Direktiva ureja naslednja področja:

- organizacijsko strukturo do nivoja evropske komisije
- inšpekcijski nadzor
- analizo tveganja
- poročanje
- tehnične parametre in opremo za povečanje varnosti

Povečanje varnosti v predorih zahteva vrsto ukrepov, ki se med drugim nanašajo na geometrijo predorov, varnostno opremo, vključno s prometnimi znaki, upravljanje prometa, usposabljanje služb za ukrepanje ob izrednih dogodkih, obvladovanje incidentov, zagotavljanje informacij uporabnikom o tem, kako najbolje ravnati v predorih, in boljšo komunikacijo med odgovornimi organi in službami za ukrepanje ob izrednih dogodkih, kot so policija, gasilci in reševalne ekipe. Nekateri predori, dani v uporabo pred dolgim časom, so bili načrtovani v času, ko so bile tehnične možnosti in prometni pogoji zelo drugačni od današnjih. Vzrok temu so neenake ravni varnosti, kar je nujno treba popraviti.

Varnostni ukrepi bi morali ljudem, vpletenim v nesreče, omogočiti, da se rešijo, omogočiti uporabnikom cest, da takoj ukrepajo za preprečitev hujših posledic, zagotavljati, da lahko službe za ukrepanje ob izrednih dogodkih učinkovito posredujejo, in zaščititi okolje ter omejiti materialno škodo. Izboljšanja, ki jih prinaša ta direktiva, bodo izboljšala varnostne razmere za vse uporabnike, vključno z invalidi. Posebno pozornost je potrebno nameniti reševanju invalidov v primeru nesreče, saj se le-ti sami težko rešijo.

Za vzpostavitev uravnoteženega pristopa in zaradi visokih stroškov ukrepanja je treba opredeliti minimalno varnostno opremo ob upoštevanju vrste predora in pričakovanega obsega prometa skozi posamezen predor.

Mednarodna telesa, kot sta Svetovno cestno združenje in UNECE, že dolgo dajeta neprecenljiva priporočila kot pomoč pri izboljšanju in usklajevanju varnostne opreme in prometnih predpisov v cestnih predorih. Ker pa ta priporočila niso zavezujoča, se lahko njihov celotni potencial v največji možni meri uveljavi samo, če se zahteve, ki jih opredeljujejo, uzakonijo kot obvezne.

Za vzdrževanje visoke ravni varnosti je potrebno ustrezno vzdrževanje varnostnih sredstev v predorih. Sistematično je treba organizirati izmenjavo informacij o sodobnih varnostnih tehnikah in podatkov o nesrečah/incidentih med državami članicami.

Za zagotovitev, da upravitelji predorov pravilno izpolnjuje zahteve te direktive, bi morale države članice na nacionalni, regionalni ali lokalni ravni imenovati en ali več organov, odgovornih za zagotavljanje, da je poskrbljeno za vse vidike varnosti predorov.

Za izvajanje te direktive je potreben fleksibilen in postopen časovni raspored. S tem bo omogočeno dokončanje najnujnejših del brez povzročanja večjih motenj v prometnem sistemu ali ozkih grl v javnih delih v državah članicah. Stroški obnovitve obstoječih predorov se po državah članicah zelo razlikujejo, zlasti zaradi geografskih razlogov, in državam članicam bi moralo biti dovoljeno, da ustrezno razporedijo obnovitvena dela, potrebna za izpolnitev zahtev te direktive, če je na njihovem ozemlju gostota predorov precej nad evropskim povprečjem.

Za predore, ki že obratujejo, ali predore, katerih projektna zasnova je bila odobrena, vendar niso odprti za javnost v 24 mesecih po začetku veljave te direktive, bi moralo biti državam članicam dovoljeno, da sprejmejo sprejetje ukrepov za zmanjšanje tveganja kot alternative izvajanju zahtev te direktive, če predor ne omogoča izvajanja strukturnih rešitev ob razumnih stroških.

Za izboljšanje varnosti predorov je potreben nadaljnji tehnični napredek. Uvesti je treba postopek, ki bo Komisiji omogočal, da zahteve te direktive prilagodi tehničnemu napredku. Navedeni postopek bi bilo treba uporabiti tudi za sprejetje usklajene metode analiziranja tveganj.

Če je zaradi zahtev te direktive treba zgraditi drugo cev za predor v fazi projektiranja ali gradnje, je treba to drugo cev, ki mora biti zgrajena, šteti za nov predor. Isto velja, če je zaradi zahtev te direktive treba odpreti nove pravno zavezujoče postopke načrtovanja, vključno z zaslišanji za pridobitev dovoljenja za pripravo gradbenega načrta za vse povezane ukrepe.

Države članice je treba spodbuditi, da vzpostavijo primerljive varnostne ravni za cestne predore na njihovem ozemlju, ki niso del vseevropskega cestnega omrežja in zato ne sodijo na področje uporabe te direktive.

Države članice lahko določijo strožje zahteve, pod pogojem, da niso v nasprotju z zahtevami te direktive. Slovenija je kot država članica dolžna upoštevati vsa določila zgoraj omenjene direktive.

3.1 Upravni organ

Države članice imenujejo upravni(e) organ(e), v nadaljevanju "upravni organ", ki je odgovoren za zagotavljanje, da je poskrbljeno za vse vidike varnosti predora, in ki sprejme potrebne ukrepe za zagotovitev skladnosti s to direktivo. Le-ta se lahko ustanovi na nacionalni, regionalni ali lokalni ravni.

Za vsak predor v vseevropskem cestnem omrežju, ki se nahaja na ozemlju ene same države članice, je odgovoren en sam upravni organ. Predor, ki se nahaja na ozemlju dveh držav članic, vsaka država članica imenuje upravni organ ali državi članici imenujeta skupni upravni organ. Če obstajata dva različna upravna organa, se odločitve enega, sprejete v okviru izvajanja njegovih pristojnosti in odgovornosti v zvezi z varnostjo predora, sprejmejo ob predhodnem soglasju drugega organa. Če že pred imenovanjem iz tega člena obstajajo telesa, imenovana za upravne organe, lahko taki upravni organi nadaljujejo svoje prejšnje dejavnosti pod pogojem, da so skladne s to direktivo.

3.1.1 Naloge upravnega organa

- redno preskušanje in pregledovanje predorov ter oblikovanje varnostnih zahtev v zvezi s tem;
- vzpostavljanje organizacijskih in operativnih shem (vključno z načrti za ukrepanje ob izrednem dogodku) za usposabljanje in opremljanje služb za ukrepanje ob izrednih

dogodkih;

- opredelitev postopka za takojšnje zaprtje predora v nujnem primeru;
- izvajanje potrebnih ukrepov za zmanjšanje tveganja.

3.2 Naloge ministrstva v Sloveniji

Ministrstvo je odgovorno za zagotavljanje vseh vidikov varnosti predora, zato sprejema vse odločitve v zvezi z varnostjo predora, ki je deloma v drugi državi članici Evropske unije (v nadaljnjem besedilu: država članica), po predhodnem soglasju pristojnega upravnega organa druge države članice ali daje predhodno soglasje k odločitvam tega organa.

Ministrstvo izda dovoljenje za obratovanje predora, če so izpolnjene varnostne zahteve, ki jih predpisuje zakon. V nasprotnem primeru lahko prepove ali omeji promet v predoru, če varnostne zahteve ali ukrepi, določeni s predpisom niso izpolnjeni. Pri tem pa določi pogoje, pod katerimi se lahko ponovno vzpostavi običajen promet v predoru.

3.2.1 Naloge ministrstva

- redno preskušanje in pregledovanje predorov ter oblikovanje varnostnih zahtev v zvezi tem
- vzpostavljanje organizacijskih in operativnih načrtov za usposabljanje in opremljanje služb za ukrepanje ob izrednih dogodkih;
- opredelitev postopka za takojšnje zaprtje predora v nujnem primeru;
- izvajanje potrebnih ukrepov za zmanjšanje tveganja.
- Vlada Republike Slovenije obvesti Komisijo Evropske unije, da ministrstvo opravlja vse predpisane naloge kot upravni organ po Direktivi 2004/54/ES.
- Ministrstvo je dolžno pošiljati poročilo v skladu s 15. členom Direktive 2004/54/ES.

3.2.2 Upravitelj predora

- Za vsak predor, ki se nahaja na ozemlju ene od držav članic, pa naj bo v fazi

projektiranja, gradnje ali obratovanja, upravni organ določi kot upravitelja predora javno ali zasebno telo, odgovorno za upravljanje predora v zadevni fazi. To funkcijo lahko opravlja upravni organ sam.

- Za vsak predor, ki se nahaja na ozemlju dveh držav članic, upravna organa priznata oz. skupni upravni organ prizna samo eno telo, zadolženo za upravljanje predora.
- Kakršni koli pomembni incident ali nesreča, do katerega pride v predoru mora biti predmet poročila o incidentu, ki ga pripravi upravitelj predora. To poročilo se posreduje uradniku za varnost iz člena 6, upravnemu organu in službam za ukrepanje ob izrednem dogodku v roku, ki ni daljši od enega meseca.
- Če je sestavljeno poročilo o preiskavi, ki analizira okoliščine incidenta ali nesreče iz odstavka 3 ali ugotovitve, do katerih je mogoče priti na njegovi podlagi, upravitelj predora to poročilo posreduje uradnik za varnost, upravnemu organu in službam za ukrepanje ob izrednem dogodku najkasneje v enem mesecu po tem, ko ga sam prejme.

3.2.3 Uradnik za varnost

Za vsak predor upravitelj predora po predhodnem soglasju upravnega organa imenuje uradnika za varnost, ki koordinira vse preventivne in zaščitne ukrepe za zagotovitev varnosti uporabnikov in operativnega osebja. Uradnik za varnost je lahko član osebja predora ali službe za ukrepanje ob izrednem dogodku, je neodvisen pri vseh zadevah v zvezi z varnostjo cestnega predora in glede teh zadev ne prejema navodil delodajalca. Uradnik za varnost lahko opravlja svoje naloge in funkcije pri več predorih v regiji.

Naloge uradnika za varnost:

- zagotavlja koordinacijo s službami za ukrepanje ob izrednem dogodku in sodeluje pri pripravi operativnih shem
- sodeluje pri načrtovanju, izvajanju in ocenjevanju ukrepanja ob izrednem dogodku

- sodeluje pri opredeljevanju varnostnih shem in določanju strukture, opreme in obratovanja pri novih predorih in spremembah obstoječih predorov
- preverja, da so operativno osebje in službe za ukrepanje ob izrednem dogodku usposobljeni in sodeluje pri organizaciji vaj, ki se izvajajo v rednih intervalih
- svetuje glede dajanja v obratovanje strukture, opreme in obratovanja predorov
- preverja, da sta struktura in oprema predora vzdrževani in popravljani
- sodeluje pri ocenjevanju morebitnega incidenta ali nesreče

3.2.4 Inšpekcijski organ

Države članice zagotovijo, da inšpekcijske preglede, ocenjevanje in preskuse izvajajo inšpekcijski organi. To funkcijo lahko opravlja upravni organ. Organ, ki izvaja inšpekcijske preglede, ocenjevanje in preskuse, mora imeti visoko raven pristojnosti in postopke visoke kakovosti ter mora biti funkcionalno neodvisen od upravitelja predora.

Če upravni organ ugotovi, da predor ni v skladu z določbami te direktive, obvesti upravitelja predora, da je treba sprejeti ustrezne ukrepe za povečanje varnosti, in obvesti uradnika za varnost.

3.2.5 Poročanje

Vsaki dve leti države članice sestavijo poročila o požarih v predorih in o nesrečah, ki očitno vplivajo na varnost uporabnikov cest v predorih, ter o pogostosti in vzrokih takih izrednih dogodkov in jih ocenijo in zagotovijo informacije o dejanski vlogi in učinkovitosti varnostnih sredstev in ukrepov. Države članice Komisiji predložijo ta poročila pred koncem septembra leta, ki sledi obdobju poročanja. Komisija da poročila na razpolago vsem državam članicam. Države članice izdelajo načrt, ki zajema časovni raspored za postopno uporabo določb te

direktive za predore, ki že obratujejo in o njem obvestijo Komisijo. Potem države članice Komisijo vsaki dve leti obvestijo o stanju izvajanja načrta in o njegovih spremembah do konca predpisanega obdobja

3.3 Izjema za inovativne tehnike

Da bi omogočil namestitvev in uporabo inovativne varnostne opreme ali uporabo inovativnih varnostnih postopkov, ki zagotavljajo enako ali višjo stopnjo zaščite kot obstoječe tehnologije, kakor predpisuje Evropska direktiva, lahko upravi organ odobri odstopanje od zahtev te direktive na podlagi ustrezno dokumentirane prošnje upravitelja predora. Če upravni organ namerava odobriti tako izjemo, mora država članica Komisiji najprej predložiti zahtevek za odobritev izjeme, ki vsebuje prvotno prošnjo in mnenje inšpekcijskega organa. Komisija države članice obvesti o zahtevku v enem mesecu po prejemu. Če v obdobju treh mesecev Komisija in države članice ne dajo pripomb, se izjema šteje za odobreno in Komisija ustrezno s tem obvesti vse države članice. Če so izražene pripombe, Komisija da predlog spremembe, v kolikor pa je odločitev negativna, upravni organ ne odobri izjeme. Po pregledu v skladu s postopkom lahko odločitev o odobritvi izjeme omogoča, da se ta izjema uporablja za druge predore. Kadar koli je to utemeljeno z zahtevki o odobritvi izjeme, ki jih prejme Komisija, ta objavi poročilo o praksi, ki jo uporabljajo države članice in po potrebi predlaga spremembo te direktive.

3.4 Predori, ki so že v obratovanju

V primeru predorov, ki so že odprti za javni promet, mora upravni organ oceniti njihovo skladnost z zahtevami Evropske direktive z upoštevanjem varnostne dokumentacije in na podlagi inšpekcijskega pregleda. Upravitelj predora upravnemu organu po potrebi predlaga načrt prilagoditve predora določbam te direktive in sanacijske ukrepe, ki jih namerava izvesti. Upravni organ odobri sanacijske ukrepe ali zahteva njihovo spremembo. Države članice Komisiji predložijo poročilo o tem, kako nameravajo izpolniti zahteve te direktive, o načrtovanih ukrepih in, kjer je ustrezno, o posledicah odprtja ali zaprtja glavnih dovoznih cest

do predora. Za čim manjše motnje prometa na evropski ravni lahko Komisija da pripombe na časovni razpored dela, namenjenega zagotavljanju, da so predori skladni z zahtevami te direktive.

4 PROMETNA OPREMA

4.1 Osnovne zahteve

Vrsta in obseg sestavin opreme predora sta odvisna od vrste izvedbe gradbenega objekta predora, kategorije ceste in prometnega namena ceste (vozila, ostali uporabniki).

Predor mora biti označen z znaki in oznakami, ki jih predpiše Vlada Republike Slovenije, vendar morajo ustrezati Evropski direktivi o minimalnih varnostnih ukrepih.

Osnovno načelo pri oblikovanju območja pred portalom je, da voznika razbremenimo optičnih vtisov, da se le-ta lahko popolnoma osredotoči na uvoz v predor. Zato mora zlasti na neposrednem območju pred portalom prejeti čim manj informaciji oz. le tiste, ki so nujne za uvoz v predor. Prevelika količina podanih informaciji voznika zmede, kar pa lahko privede do nesreče. Zato je na območju predorov prepovedano nameščanje reklamnih in turističnih tabel.

4.2 Minimalne varnostne zahteve

Minimalne varnostne zahteve so odvisne od kategorije ceste na kateri se predor nanaša, vrste prometa, ki se bo v njem odvijal. Predpiše jih Vlada Republike Slovenije in se nanašajo na:

- konstrukcijske značilnosti in opremo predorov, kot so: število cevi in smernih vozišč, geometrija predora, izhod v sili, dostop intervencijske službe, odstavne niše, odvajanje tekočin, požarna varnost, prezračevanje, komunikacijski sistemi, in podobno ter

- ukrepe v zvezi z obratovanjem predora, kot so: zagotavljanje potrebnih sredstev in usposobljenega osebja, način izvedbe del v predoru, obvladovanje nesreč in izrednih dogodkov, delovanje nadzornega centra, potek prometa v predoru, prevoz nevarnih snovi in podobno.

4.2.1 Sestava karakterističnega prečnega profila predora

- vozišče (vozni pasovi, dodatni pasovi, robni ali odstavni pasovi)
- stranski pasovi (zaščitni pas, površine za pešce oziroma kolesarje oziroma za druge potrebe). Stranski pasovi so praviloma urejeni vsi na isti površini in od vozišča fizično ločeni (dvignjen robnik ali ograja).

Robna pasova sta umeščena vzdolžno na vsaki strani vozišča in imata funkcijo optične označitve roba vozišča. V ta namen je na njuni notranji strani zarisana vzdolžna robna črta. Hkrati zagotavljata večjo prometno varnost in omogočata umestitev naprav za odvodnjavanje vzdolž vozišča.

- Robna pasova v kratkih predorih (do 200 m, izjemoma tudi več) sta enaka tistima na odprti trasi ceste.
- Robna pasova v predorih, daljših od 200 m, sta na avtocestah in hitrih cestah široka najmanj 0,35 m, na drugih cestah zunaj naselij pa najmanj 0,25 m.

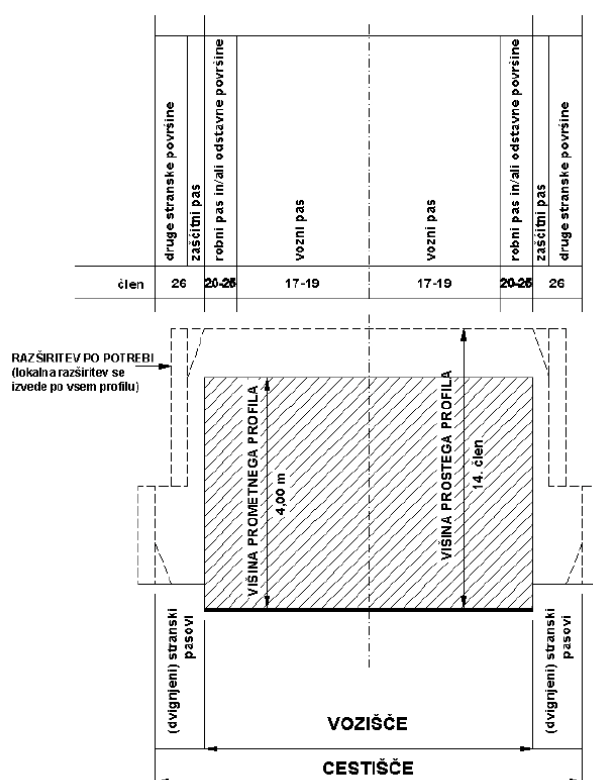
Opustitev robnih pasov je dopustna, če je predor:

- več kakor dvopasoven v eni vozni smeri,
- dvopasoven in dvosmeren, širina posameznega voznega pasu pa vsaj 3,25 m, namenjen izključno prometu osebnih vozil,
- namenjen manj zahtevnemu prometu (samo osebna vozila, lokalne ceste s skromno prometno obremenitvijo, krajevne ceste) in je hitrost v njem omejena na do 50 km/h.

Odstavne površine v predoru so:

- odstavni pasovi,
- odstavne niše.

Odstavne površine nadomeščajo posamezne robne pasove in jih dopolnjujejo s povečano funkcijo prometne varnosti in prepustnosti ceste v predoru.



Slika IV-1: Sestavni deli cestišča v predoru, elementi prečnega profila

slika 1: karakteristični prečni profil predora

Višina prostega (svetlega) profila na kategoriziranih cestah znaša praviloma 4,70 m nad voziščem, pri čemer je zaščitna višina 0,50 m. V mestnih predorih ali pri omejenih razmerah je ta višina lahko 4,50 m. Višina svetlega profila za pešce oziroma kolesarje je 2,50 m nad pohodno površino. V predorih, namenjenih drugim udeležencem v prometu, se ustrezne višine

izberejo v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi.

4.2 Kriteriji, ki vplivajo na izbiro opreme, načrtovanje in namen

- število cevi in voznih pasov, dovoljena hitrost
- geometrija predora; dolžina, presek, širina voznih pasov
- predvidena hitrost, eno ali dvosmerni promet, povprečni promet, nevarnost zastojev, prisotnost in pogostnost tovornega prometa in nevarnih tovorov
- dostopne poti in dostopni čas reševalnih ekip
- zemljepisne, meteorološke in osvetlitvene značilnosti – predvsem na območju portala

4.3 Funkcije opreme predora, varnostnih naprav in sistema za upravljanje predora

Funkcije opreme predora oziroma sistema za upravljanje s predorom ali predori, ki so med seboj interaktivno povezane so:

- zbiranje (zaznavanje) prometnih in okoljskih podatkov o stanju pred predorom in v predoru (normalen promet, prometne nezgode, požar, vzdrževalna dela, kakovost zraka v predoru, ...)
- upravljanje s sistemi in napravami, ki zagotavljajo optimalne razmere za uporabnike predora in za sam predor pri normalnem obratovanju in v primeru izrednih dogodkov

Za doseganje optimalnih razmer v predoru sistem upravlja promet pred in v predoru preko komunikacijskih naprav (trodelni semaforji, enodelni semaforji – utripalci, spremenljiva prometno-informativna signalizacija - SPIS, radio, klic v sili, video nadzor, ozvočenje, ...) ter zagotavlja ustrezne okoljske razmere preko upravljanja prezračevanja (če le-to obstaja) in razsvetljave (dnevna, nočna, zasilna,...).

V primeru, da je v predor vgrajena oprema in sistem upravljanja predora del širše zasnovanega sistema (npr. sistema za nadzor in vodenje avtocest ali drugih cest) mora omogočati komunikacijo in povezovanje z ostalimi sistemi. Oprema predora, varnostne naprave in sistem za upravljanje s predori morajo biti zasnovani tako, da bodo na odsekih cest, kjer so taki predori locirani, vzpostavljene optimalne prometne razmere, glede na trenutno in predvideno stanje odsekov.

Oprema predora mora preko sistema omogočati izvrševanje nadzora in upravljanje prometa v primerih, ko:

- prometne karakteristike dosežejo kritične vrednosti (v predoru oziroma na odseku, kjer je predor lociran),
- okoljske razmere ogrožajo varnost uporabnikov cest (slaba vidljivost, prekomerna koncentracija CO, ...)
- se pojavijo napovedani ali nenapovedani dogodki na cesti (delo na cesti, prometne nezgode, požar, razlitje nevarne snovi,...).

Oprema predora, varnostne naprave in sistem za upravljanje predora morajo biti načrtovani v okviru postopkov za:

- normalno delovanje
- vzdrževanje oziroma primer predvidljivega izrednega dogodka (npr. izredni prevoz)
- primer nepredvidljivega izrednega dogodka (nesreča, vožnja v nasprotno smer, zaustavljeno vozilo,...)
- primer požara v predoru, razlitja nevarne snovi

Namen:

- večja prometna varnost
- večje udobje in ekonomičnost potovanj ljudi in blaga in
- neposredno manjše obremenitve okolja

4.5 Portalna ploščad

Območje pred portalom je opredeljeno kot celotno območje tunaj predora, kjer so nameščene delovne in varnostne naprave, znaki za nevarnost, delo na cesti, opozorila, omejitve.....

Po avstrijskih smernicah je kot območje neposredno pred portalom predora je opredeljeno kot razdalja, ki jo voznik motornega vozila prevozi v 5 sek, preden zapelje v predor oz. ko pripelje iz predora. Na podlagi najvišje dovoljene hitrosti 80 oz 100 km/h ta razdalja znaša 110 do 140 metrov. Pri dvocevnih predorih na cestah s po smeri ločenima voziščema je treba pred obema portaloma predvideti portalni ploščadi. Dolžina območja portalnih ploščadi ne sme biti krajša od 10-kratne širine sredinskega ločilnega pasu, vendar ne manj kakor 150 m, da je tam še mogoče izvesti prehod prek tega pasu za primer začasne zapore ene izmed predorskih cevi in za hiter dostop reševalnih vozil v obe predorski cevi. Portalna ploščad se lahko opusti, če je ustrezen prehod med voziščema urejen na drugem mestu na isti strani posamezne predorske cevi ali za to obstajajo drugi utemeljeni razlogi. Kadar je vodenje prometa skozi predor posebej nadzorovano, je treba pred vsaj enim izmed portalov vsake predorske cevi predvideti površino za namestitev kontrolnega objekta in spremljajoče signalizacije. Velikost take površine in njena lokacija se predvidita za vsak primer posebej v projektu

Pri prostorskem načrtovanju portalov je potrebno upoštevati, da:

- bo v času gradnje portalno območje služilo za potrebne gradbiščne infrastrukture,
- je pred in za predorom potreben odstavni prostor (dolžine 40 m in širine minimalno 2,5 m, na avtocestah in hitrih cestah pa minimalno 3,0 m),
- je zaradi začasnih zapor posamezne predorske cevi pri dvocevnih predorih potrebno zagotoviti cestno povezavo med obema voziščema,
- bo pri predorih, ki potrebujejo pogonsko centralo, potrebno zanj predvideti primerno lokacijo na območju portalov,

- mora biti pri predorih s povečanim tveganjem (kar se ugotavlja s posebnimi študijami) omogočeno pristajanje helikopterjem.

Osnovno načelo pri oblikovanju območja pred portalom je, da voznika razbremenimo optičnih vtisov, da se popolnoma osredotoči na uvoz v predor. Zato mora zlasti na neposrednem območju pred portalom prejeti čim manj informaciji oz le tiste, ki so nujne za uvoz v predor. Ob trku vozila neposredno na območju portala, kjer je ob cesti stacionirana oprema ali druga vozila, je treba minimalizirati posledice nesreče. V tem primeru je prioriteta varnost nepovzročiteljev nesreče, nato pa še varnost povzročitelja.

Kadar so predori v zaporedju (sistem predorov), se oprema za nadzor in vodenje oziroma upravljanje prometa načrtuje skladno za celoten sistem predorov. Na cestah zunaj sistema TEN se uporablja enaka oprema predorov kakor v sistemu TEN. V urbanih sredinah, kjer so vrste uporabnikov predora lahko tudi drugačne (pešci in kolesarji) in je normalni prečni prerez ceste skozi predor temu prilagojen, je treba obseg opreme predora določiti v projektu za vsak primer posebej. Kadar se predvidi skromnejša oprema od tiste v sistemu TEN, se v predoru obvezno omeji hitrost. Če je v njem samo motorni promet, se hitrost omeji na največ 70 km/h in na 50 km/h, če je namenjen tudi drugim uporabnikom. V predorih, namenjenih za kombinirani promet (za vozila ter pešce oziroma kolesarje), je treba obe vrsti prometa med seboj fizično ločiti. Izjema so predori v mestih, v katerih je dovoljena največja hitrost vozil 50 km/h.

4.6 Oprema predora, varnostne naprave in sistem za upravljanje predora

K opremi predora, varnostnim napravam in sistemu za upravljanje predora se šteje:

- sistem oskrbe z električno energijo
- razsvetljavo predora
- prezračevanje predora
- varnostne objekte v predoru
- sistem klica v sili

- videonadzor
- sistem samodejnega zaznavanja izrednih dogodkov
- predorske radijske naprave
- ozvočenje
- oprema, naprave in sredstva za varstvo pred požarom
- sistem za upravljanje prometa
- sistem oziroma omrežje za prenos podatkov
- center za upravljanje predorov CUP
- druge sisteme, ki se bodo z razvojem tehnologije uveljavili za povečanje varnosti prometa v predorih.

4.6.1 Sistem za upravljanje prometa

Sistem za upravljanje prometa v in pred predorom sestavljajo:

- prometno-informativna signalizacija:
 - prometni znaki,
 - neprometni (informativni) znaki,
 - svetlobno signalne naprave (SSN): enodelni semaforji (utripalci) in tridelni semaforji,
- spremenljiva prometna signalizacija (SPS):
 - spremenljivi prometni znaki (SPZ) - večpomenski,
 - spremenljiva prometno-informativna signalizacija (SPIS) - večpomenska,
- prometna oprema,
- nadzorno-krmilni sistem (NKS): merilniki in naprave za krmiljenje.

Sistem za upravljanje prometa mora biti zasnovan tako, da omogoča predvidevanje predvidljivih izrednih dogodkov (npr. vzdrževalna dela, izredni prevoz) in nepredvidljivih izrednih dogodkov (nesreča, vožnja v nasprotni smeri, zaustavljeno vozila, požar, razlitje nevarne snovi ipd.). Ob izrednem dogodku v predoru mora sistem poleg samodejnega, če je

glede na kategorijo predora vgrajen, omogočati ročni zagon ustreznih ukrepov za upravljanje predora in informiranje uporabnikov cest (prometna nesreča, vzdrževalna dela).

Prometnoinformativna signalizacija mora zagotavljati prikaz vsebin, ki se prilagajajo trenutnim razmeram na cesti ter omogočajo upravljanje prometnih tokov in informiranje uporabnikov ceste pred predorom in v njem. Velikost, svetilnost in položaj prometnoinformativne signalizacije v odvisnosti od lege (portal predora, obod predorske cevi) mora zagotavljati čim boljše vidnost vsebine pri največji dovoljeni hitrosti vozil v vseh okoljskih razmerah. Krmilniki nadzorno-krmilnega sistema morajo podatke, pridobljene s prometnimi in okoljskimi merilniki, ustrezno obdelati, komunicirati z drugimi napravami sistema upravljanja ter krmiliti prometnoinformativno signalizacijo, razsvetljava in prezračevanje.

Avtomatsko izbiranje:

- splošna prepoved vožnje
- splošna nevarnost
- pozor, nevarnost spolzke ceste
- gradbena dela
- požar
- previsoko vozilo
- varnostna razdalja
- ugasni motor

Ročno izbiranje:

- splošna prepoved vožnje
- splošna nevarnost
- pozor, nevarnost spolzke ceste
- zastoj
- gradbena dela
- požar
- oznaka za vozni pas (križ, ravna puščica)

- splošna zožitev
- obvezne snežne verige
- prometna nesreča
- previsoko vozilo
- megla
- brisalci

4.6.2 Prometna signalizacija in znaki

Prometna signalizacija mora biti izvedena skladno z zahtevami Direktive EU in slovensko zakonodajo. Vsi prometni znaki morajo biti izvedeni po predpisih dunajske konvencije.

Velikost prometnih znakov je omejena s prostorom med steno predora in svetlim profilom predora praviloma na širino 50 cm.

Prometna signalizacija in prometna oprema mora biti načrtovana in postavljena tako, da se lahko od udeležencev v cestnem prometu pričakuje, da jo bodo zlahka in pravočasno opazili in dojeli njen pomen ter da se bodo lahko na podlagi postavljene prometne signalizacije in prometne opreme cest ravnali v skladu s pomenom oziroma zahtevami, ki so določene s postavljeno prometno signalizacijo in prometno opremo cest.

4.6.3 Prometno signalizacijo in prometno opremo na cestah sestavljajo

Prometni znaki:

- znaki za nevarnost,
- znaki za izrecne odredbe,
- znaki za obvestila,
- dopolnilne table, ki natančneje določajo pomen znaka, ki so mu dodane, in so sestavni del prometnega znaka, ob katerem so,
- označbe na vozišču in drugih prometnih površinah,
- drugi znaki za označevanje del, drugih ovir in poškodb vozišča,
- svetlobni prometni znaki in svetlobne označbe,

- znaki s spremenljivo vsebino,
- triopan (tristrana piramida), na katerem so lahko upodobljeni znaki za nevarnost, znaki za izrecne odredbe in znaki za obvestila. Oblika znaka za obvestila je v tem primeru lahko prilagojena ploskvi triopana. Policija sme uporabljati triopan tudi za posredovanje nujnih obvestil udeležencem v cestnem prometu.

Turistična in druga obvestilna signalizacija na območju predorov ni dovoljena. Napisi na prometni signalizaciji se praviloma napišejo z malo pisavo. Ime posameznega prometnega cilja mora biti napisano v eni vrsti. Kadar je ime prometnega cilja izjemno dolgo, sme biti napisano tudi v dveh vrstah, in sicer tako da je v drugi vrsti z manjšo pisavo napisan le podrejeni del prometnega cilja. Dvojezični prometni cilji morajo biti napisani v eni vrsti tako, daje najprej napisano slovensko ime cilja in nato od njega s poševnico ločeno ime cilja v italijanskem oziroma madžarskem jeziku. Prometni cilji, ki so kraji zunaj meja Republike Slovenije, se pišejo tako, da se najprej napiše ime kraja v slovenskem jeziku, če to obstaja, nato od njega s poševnico ločeno ime kraja v jeziku države, v kateri je kraj, in na koncu doda avtomobilska oznaka države, v kateri je kraj. Prometni znaki so lahko izdelani tako, da je njihova vsebina stalna ali spremenljiva. Površina prometnih znakov mora biti izdelana iz svetlobno odsevnih materialov najmanj tipa I, razen na avtocestah in hitrih cestah, ko mora biti izdelana iz svetlobno odsevnih materialov najmanj tipa II. Prometni znaki so lahko izdelani tudi kot znaki z lastnim virom svetlobe (osvetljeni od znotraj) ali zunanjim virom svetlobe (osvetljeni od zunaj s posebnimi svetilkami). Kadar so prometni znaki osvetljeni od zunaj, sme biti površina prometnih znakov ne glede na določbe drugega odstavka tega člena na avtocestah in hitrih cestah izdelana iz svetlobno odsevnih materialov tipa I.

Svetlobni prometni znaki in znaki s spremenljivo vsebino so lahko izdelani tudi iz optičnih vlaken ali svetlobnih teles matrične oblike (LED) na podlagi črne barve, in sicer tako da ob izpadu svetlobnega izvora prometni znak ali del prometnega znaka ne izgubi pomena.

Prometna signalizacija mora biti postavljena ob desni strani ceste poleg vozišča v smeri vožnje vozil. Postavljena mora biti tako, da ne ovira vozil in pešcev. Če je nevarno, da na mestu, na katerem je postavljen prometni znak, zaradi gostote prometa ali iz drugih razlogov udeleženci v cestnem prometu prometnega znaka ne bodo pravočasno opazili, ga je treba postaviti tudi na nasprotni, levi strani ceste ali smernega vozišča, po potrebi pa tudi nad

voziščem. Prometni znaki, ki se postavijo na isti nosilec, morajo biti enotni ne glede na to, ali so odsevni ali osvetljeni z lastnim ali zunanjim virom svetlobe.

4.6.4 Komunikacijske naprave

V primeru uporabe spremenlive prometne signalizacije, ki sicer ob pravilnem delovanju omogoča v predorih doseganje optimalnih razmer v predoru s strani varnosti, mora biti nujno povezana z nadzornim centrom in ostalimi komunikacijskimi napravami:

- trodelni semaforji
- enodelni semaforji – utripalci
- spremenljiva prometna signalizacija
- radio
- klic v sili
- video nadzor
- ozvočenje,...

4.6.5 Prometna oprema na cestah

- oprema za označevanje bližine roba vozišča oziroma roba robnega ali odstavnega pasu,
- oprema za vodenje in kanaliziranje prometa na območju del na cesti, drugih ovir in poškodb vozišča,
- varnostne ograje,
- varovalne ograje,
- blažilniki trkov,
- ograje za pešce,
- zapornice in polzapornice,
- oprema za poudarjanje poteka avtoceste ali hitre ceste na območju razcepa,
- oprema proti zaslepljevanju.

Površina prometne opreme cest, ki se uporablja za vodenje in kanaliziranje prometa na območju del, drugih ovir in poškodb vozišča, mora biti vsaj delno izdelana iz svetlobno odsevnih materialov, najmanj pa dodatno označena s svetlobno odsevnimi telesi. Na opremi za označevanje bližine roba vozišča oziroma roba robnega ali odstavnega pasu in na varnostnih ograjah morajo biti dodana svetlobno odsevna telesa.

4.6.6 Informacije, ki jih voznik med vožnjo skozi predor potrebuje

- omejitve hitrosti
- izredni dogodki (vrsta)
- radijska frekvenca, ki opozarja na izredne dogodke
- kontrola višine
- oddaljenost od odstavne niše
- smer zasilnih izhodov
- prepoved prehitevanja za določena vozila
- varnostna razdalja
- zapora predora oz. voznega pasu
- morebitna udeležba peščcev in kolesarjev v predoru

Vrste izrednih dogodkov:

Nepredvidljivi dogodki:

- prometna nesreča
- stanje ceste
- požar
- okvara vozila
- okvara signalizacije
- koncentracija plinov

Predvidljivi dogodki:

- delo na cesti
- izredni prevoz

Osnovni cilj je, čimprej obvestiti uporabnika ceste o dogodku in čimprej vzpostaviti prvotno stanje na cesti. Dobro organiziran sistem bo zmanjšal stroške v smislu zamud in porabe goriva ter izboljšal prometno varnost. Izredni prevoz mora biti opravljen v času, ko predor ni obremenjen, tj v času, ki je prevozniku odobren.

5 MERILNIKI

Merilniki za zbiranje prometnih in okoljskih podatkov morajo biti na takih mestih, da zagotavljajo oris realnega prometnega stanja vzdolž celotne dolžine predora; posebno pozornost je treba posvetiti območjema vhoda in izhoda. Merilniki se praviloma namestijo v predorski cevi in nišah ter v pogonskih centralah in na vplivnem območju zunaj predora. Merilniki morajo biti povezani z nadzornim centrom, ki spremlja in zagotavlja, da so ti podatki pravočasno posredovani uporabnikom – voznikom.

Ločimo dve vrsti merilnikov:

- Merilniki za zbiranje prometnih podatkov morajo v realnem času zagotavljati števne podatke, podatke o hitrosti vozil, strukturo prometa za vsak prometni pas posebej;
- Merilniki za zbiranje okoljskih podatkov: požarno javljanje, merjenje CO in vidljivosti, vzdolžna hitrost zraka v predorski cevi, vremenski podatki izven predora, (v kolikor lahko vplivajo na stanje prometa v predoru). Ti morajo biti nameščeni na mestih, ki zagotavljajo zajemanje najbolj kritičnih podatkov.

V predorih, ki so namenjeni tudi pešcem in kolesarjem morajo biti nujno nameščeni merilniki, ki kontrolirajo koncentracijo plinov v predoru samem. V kolikor je koncentracija previsoka,

naj bodo merilniki povezani s spremenljivo prometno signalizacijo, ki bo uporabniku sporočila informacijo in mu preprečila prehod skozi predor.

5.1. Video nadzor (CCTV- closed circuit television)

V predorih daljših od 500 m naj bo nameščen sistem video nadzora. Le-ta lahko operaterjem v komandnem centru omogoča stalen pregled nad dogajanjem vzdolž celotnega predora in v območju obeh portalov. V notranjosti predora naj bodo video kamere pritrjene nepomično, v območju obeh portalov pa naj bodo kamere vrtljive in opremljene z zoom objektivami. Znotraj predora naj bodo kamere nameščene na mestih, ki omogočajo optimalni pregled nad dogajanjem v predoru in v taki medsebojni razdalji, ki omogoča nadgradnjo video sistema s sistemom avtomatske detekcije izrednih dogodkov. V izrednih primerih, klicu v sili ali požarnem alarmu, se mora slika na monitorju v nadzornem centru avtomatično preklopiti na kamero na prizadetem mestu in hkrati aktivirati opremo za zaprtje predora pred portalom in na portalu, v dolgih predorih nad 1000m je smiselna zapora zapora dela predora, da vozniki ne nadaljujejo vožnje. Na spodnjih dveh slikah je prikazan način namestitve kamere ter primer nadzornega centra, ki ves čas spremlja dogajanje na območju pred, v in za predorom.



slika 2: Video nadzor – namestitev kamere



slika 3: Primer nadzornega centra

5.2 Avtomatska detekcija izrednih dogodkov

Na cestah teh. skupine A je v predorih dolžine nad 1000 m priporočljiva namestitev opreme za avtomatsko detekcijo izrednih dogodkov. V primeru kakršnekoli nesreče se predor sam zapre, vozniki so preko o tem pravočasno obveščeni preko sprmenljive prometne signalizacije. V tujini za zaprtje predora ponekod uporabljajo tudi fizične pregrade – zapornice in polzapornice, ki so v daljših predorih nameščene tudi v notranjosti. Tudi fizične zapore se lahko spustijo avtomatsko oz. samodejno, takoj ko sistem zazna izredni dogodek.

5.3 Predorske radijske naprave

V predorih daljših od 500 m naj bo nameščen radijski sistem, ki omogoča komunikacijo z ločenimi frekvencami za intervencijske službe (policijo, gasilce, reševalce) in vzdrževalce ter nacionalni radijski program z možnostjo vključevanja v program iz komandnega centra. V primeru uvedenega enotnega radijskega sistema intervencijskih služb v RS (npr. TETRA) mora predorski radijski sistem omogočati njegovo delovanje. Na območju predorov morajo biti vozniki pravočasno opozorjeni s prometnimi znaki na ustrezno frekvenco radia, ki daje prometne informacije o morebitnih izrednih dogodkih v predoru. Po priporočilih študije

mariborske fakultete za gradbeništvo, naj bi se uvedel posebni radio, ki bi deloval na svoji frekvenci in podajal izključno informacije o stanju na cesti. Vozniki bi bili o tem obveščeni preko neprometnih znakov, ki bi bili bolj vidni in na dalši rok bol razpoznavni, kot pa je obstoječi prometni znak namenjen obveščanju voznikov o ustrezni radijski frekvenci.

5.4.1 Ozvočenje

Na cestah skupine A je v predorih dolžine nad 1000 m priporočljiva namestitev zvočnikov na mestih, kjer je možno zagotoviti dobro slišnost za posredovanje sporočil v primeru izrednih dogodkov (npr. na portalih in v odstavnih nišah).

S strani britanskega Podjetja za raziskavo gradenj je bila izvedena raziskava, da ljudje v paniki, preplahu ob nesreči pogosto spregledajo vso usmerjevalno signalizacijo izhodov v sili, saj je ne glede na uporabljeno tehnologijo osvetljevanja znakov v gostem dimu težko vidljiva. Velikokrat pa jih enostavno spregledajo, ker so jim »preveč znani« in običajno nepomembni. Zato je predlagana rešitev v dolgih predorih, v primeru požara uporaba sirene za preplah in usmerjevalnega zvoka, ki se morata med seboj bistveno ločiti. Pri tem pa je pomembna izbira ustreznih zvočnikov in njihove količine, postavitev, frekvenca delovanja, da so podana sporočila jasna in razumljiva.

6 VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA

6.1 Obvezna vertikalna prometna signalizacija

Obvezna vertikalna prometna signalizacija mora biti izvedena v skladu z Evropsko direktivo in slovensko zakonodajo. Uporabijo se znaki v skladu z Dunajsko konvencijo o prometnih znakih in signalih. Vse označbe morajo biti projektirane in postavljene tako, da so jasno vidne in razumljive vsem uporabnikom, ki se peljejo v predor ali se v njem že nahajajo brez da bi ovirale potek vožnje. Države članice uporabijo ustrezne znake, če je treba, v območju

vnaprejšnjega opozarjanja na predor, v predoru in po koncu predora. Pri oblikovanju znakov za predor se upoštevajo lokalne prometne in konstrukcijske razmere ter druge lokalne razmere. Prometno-informativna signalizacija vezana na predor in nameščena pred portali predorov mora biti usklajena s prometno signalizacijo na trasi ceste.

6.1.1 Obvezna vertikalna prometna signalizacija pred predorom

Obvezna prometna signalizacija pred predorom mora biti:

- znak "predor": ta znak opomni uporabnike, naj se pripravijo na vožnjo v predoru. (I-24) Označuje bližino predora, pokritega vkopa ali galerije na cesti;



slika 4: znak predor

- znak "ime predora", ki kaže dolžino ter ime predora; Za predore, daljše od 3000 m, se preostala dolžina predora navede na vsakih 1000 m. Navede se lahko tudi ime predora.



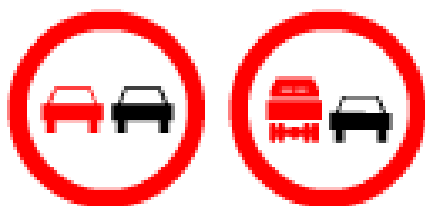
slika 5: znak ime predora

- znak "omejitev hitrosti": največja dovoljena hitrost vožnje v predoru;



slika 6: znak omejitev hitrosti

- kjer je to potrebno, znak " prepovedano prehitevanje vseh motornih vozil razen enoslednih" ali "prepovedano prehitevanje za tovorna vozila";.Izvede se analiza tveganja za odločitev, ali se težkim tovornim vozilom dovoli prehitevanje v predorih z več kot enim pasom v vsaki smeri.



slika 7: Znak prepovedano prehitevanje vseh motornih vozil in prepovedano prehitevanje za tovorna vozila"

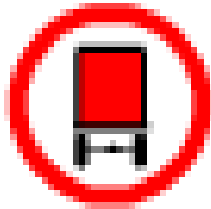
Za vsak predor posebej se izvede analiza tveganja za določene vrste vozil, zato se lahko po potrebi se dodatno, se postavijo tudi znaki:

- "prepoved prometa za vozila, ki prevažajo eksplozivne ali lahko vnetljive snovi";



slika 8: Znak prepoved za vozila, ki prevažajo eksplozivne in lahko vnetljive snovi

- "prepovedan promet za vozila, ki prevažajo nevarno blago";



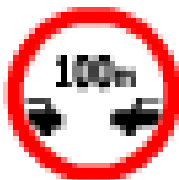
slika 9: Znak za prepoved vozila, ki prevažajo nevarno blago

- "prepovedan promet za vozila, pri katerih skupna višina presega določeno višino";



slika 10: Znak za prepoved vozila pri katerem skupna višina presega določeno višino

- "najmanjša razdalja med vozili".

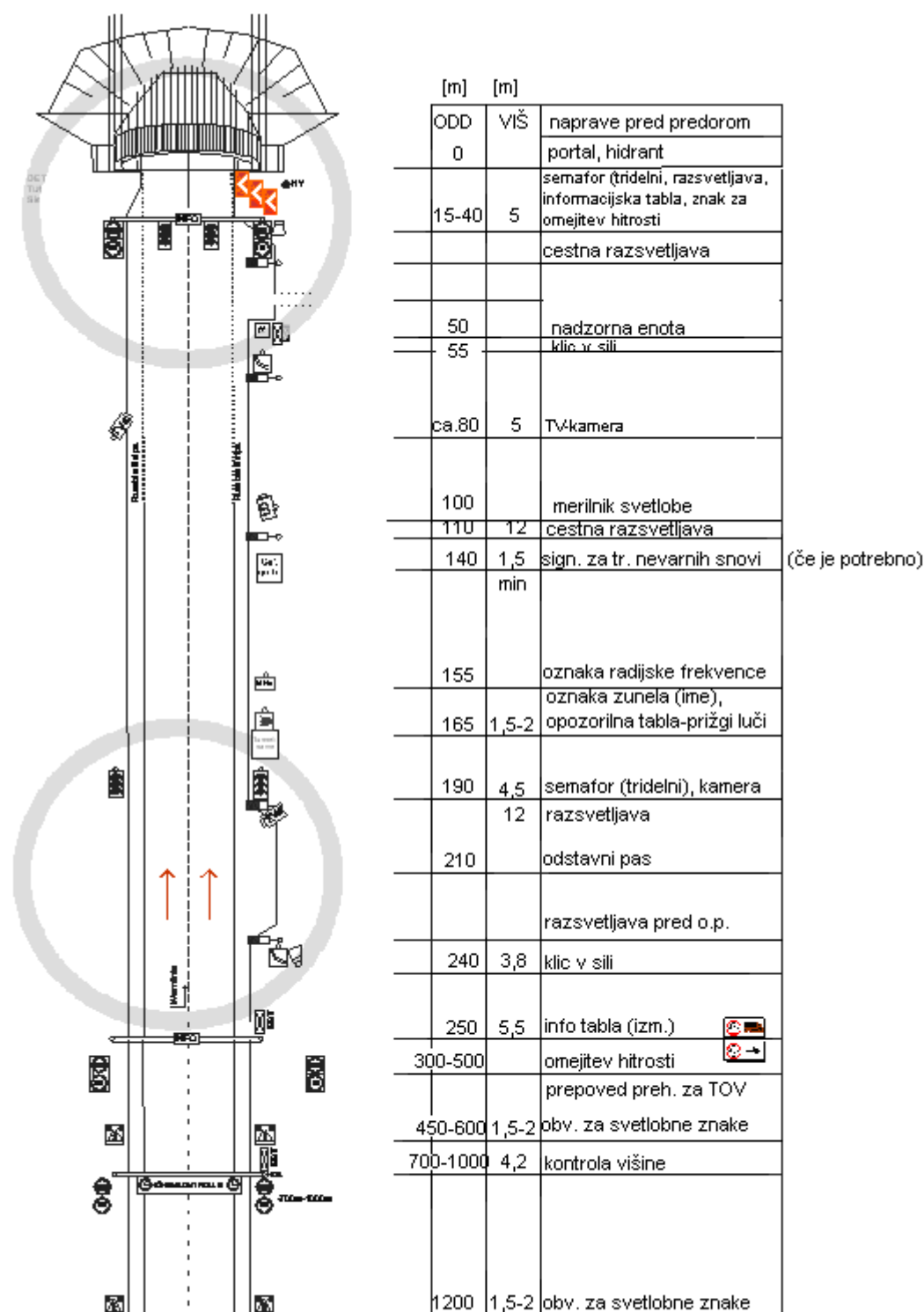


slika 11: Znak za najmanjšo dovoljeno razdaljo med vozili

Za uporabnike ceste velja pri maksimalni dovoljeni hitrosti minimalna varnostna razdalja od spredaj vozečega vozila 50 m za osebna vozila in 100 m za težke tovornjake, in sicer pod normalnimi pogoji vožnje in tudi v primeru okvare, gostega prometa, nezgode ali požara v predoru. Najmanj polovična vrednost zgoraj omenjenih razdalj velja v predoru, kjer se promet ustavi. Ustrezna hitrost vozil in varna razdalja med njimi sta v predorih zlasti pomembni in morata biti deležni velike pozornosti. To zajema svetovanje uporabnikom predora glede ustreznih hitrosti in razdalj. Uporabniki cest, ki vozijo osebna vozila, bi morali v normalnih razmerah vzdrževati najmanjšo razdaljo do vozila pred njimi, enako razdalji, ki jo vozilo prevozi v 2 sekundah. Za težka tovorna vozila bi morala biti ta razdalja podvojena.

Če se promet v predoru ustavi, bi morali uporabniki cest vzdrževati najmanjšo razdaljo 5 metrov do vozila pred njimi, razen če to ni mogoče zaradi ustavljanja v sili.

Po avstrijski smernicah je priporočljivo neposredno ob portalu predora na koncu odstavnega pasu namestiti dodatno zaščito desnega razširjenega odstavnega pasu, tako pri dvo- kot tudi pri enosmernem prometu, in sicer z najmanj tremi zaporednimi vodilnimi tablami. Le –te naj bi bile praviloma odmaknjene ena od druge cca. 10 m. Na spodnji sliki je razvidna namestitev prometne opreme pred predorom po avstrijskih smernicah.



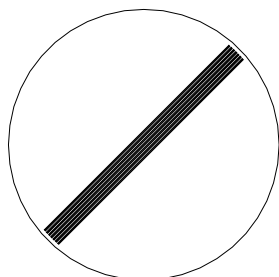
slika 12: postavitve prometne opreme na območju pred predorom po avstrijskih smernicah RVS

6.1.2 Obvezna vertikalna prometna signalizacija v predoru vključuje

- pri dolgih predorih (daljših od 1000 m) ponovitev znaka za "omejitev hitrosti" vsake 500 m;
- pri dolgih (daljših od 1000 m) predorih kjer je to potrebno, vsakih 500 m znak, znak "prepovedano prehitevanje vseh motornih vozil razen enoslednih" ali "prepovedano prehitevanje za tovorna vozila"

6.1.3 Obvezna vertikalna prometna signalizacija za predorom vključuje

- znak "prenehanje vseh prepovedi in omejitev" ali pa drugi znaki za izrecne odredbe - ustrezne znake, ki preklicujejo omejitev hitrosti ali prepovedi.



slika 13: znak prenehanje vseh prepovedi in omejitev III-21



III-16

slika 14: znak "prenehanje prepovedi prehitevanja vseh motornih vozil, razen enoslednih", ki označuje mesto, od koder preneha prepoved prehitevanja vseh motornih vozil, razen enoslednih



III-17

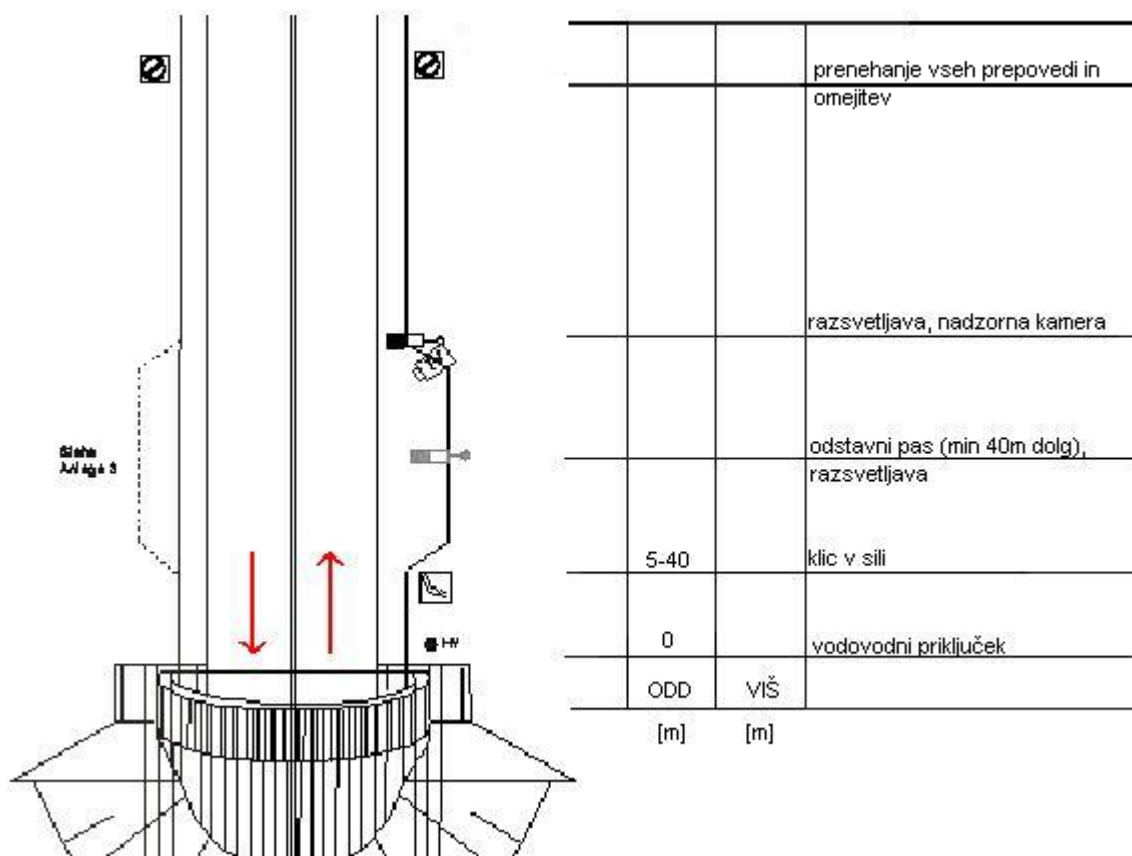
slika 15: znak "prenehanje prepovedi prehitevanja za tovorna vozila", ki označuje mesto, od koder preneha prepoved prehitevanja za tovorna vozila;



III-18

slika 16: znak "prenehanje omejitve hitrosti", ki označuje mesto, od koder preneha omejitev hitrosti, ki je bila označena z znakom omejitev hitrosti

- znak "konec predora"



slika 17: Predlog namestitve prometne opreme za predorom po avstrijskih smernicah

6.1.4 Izvedba vertikalne prometne signalizacije

Materiali, ki se za označevanje predora uporabijo tako v predoru kot pred njim, morajo biti v smislu odsevnosti najvišje kakovosti, kot je definirano v nacionalnih standardih vsake države, z visoko kakovostnimi odsevnimi premazi, ki zagotavljajo vidnost ponoči tudi v primeru izpada električnega toka. Pri vertikalni prometni signalizaciji je potrebno za optimalno vidljivost uporabiti visoko kakovostne odsevne materiale: znaki znotraj predora morajo biti izdelani iz materialov z najboljšo odsevnostjo in morajo biti izvedeni z notranjo ali zunanjo osvetlitvijo, ki zagotavlja optimalno vidljivost v vseh razmerah.

Osnovne barve znakov za obvestila so:

- rumena s črnimi simboli in napisi,
- modra z belimi ali belimi in črnimi simboli in napisi,
- zelena z belimi ali belimi in črnimi simboli in napisi,
- bela s črnimi simboli in napisi.
- izjemoma je dovoljeno uporabiti na znakih za obvestila rdečo barvo, vendar na znaku ne sme prevladovati.

Postavljanje prometnih znakov

Prometni znaki na cestah zunaj naselja se postavljajo v višini 1,5 m od površine vozišča, razen znak ime predora, ki se postavi v višini 1,0 m. Prometni znaki, s katerimi so označena začasna dela, so lahko na podstavkih najmanj 0,30 m nad tlemi.. Višina in lega prometnih znakov morata biti taki, da jih vozila ne zakrivajo. Zaradi boljše opaznosti smejo biti prometni znaki v posameznih primerih izdelani na kontrastnih ploščah. V takem primeru sme biti vsebina, ki dopolnjuje pomen prometnega znaka, izpisana na plošči. V posebnih primerih, ko je treba pomen prometnega znaka močno poudariti, sme biti prometnemu znaku dodana obroba ali pravokotno ozadje iz svetlobno odsevnega materiala najmanj tipa II fluorescenčne rumene barve. Na istem drogu ne smeta biti več kot dva prometna znaka

Drog prometnega znaka oziroma prvi drog nosilnega ogrodja, ki je sestavljeno iz drogov, se praviloma postavi največ 2 m od roba vozišča. Vodoravna razdalja med zunanji robom vozišča oziroma robom robnega ali odstavnega pasu in najbližjim robom prometnega znaka na cestah zunaj naselja mora biti najmanj 0,75 m. Prometni znak sme biti izjemoma postavljen na konzolnem nosilcu, če je tako postavljeni znak bolj viden za udeleženca v cestnem prometu;

6.2 Spremenljiva prometno – informativna signalizacija

Spis – spremenljiva prometno – informativna signalizacija omogoča upravljanje prometa in obveščanje uporabnikov avtocest in predorov s pomočjo prikaza prometnih informacij s pomočjo prometne signalizacije, ki ustrezajo trenutnemu stanju na cesti.

Takšna prometna signalizacija je zelo koristna, saj nudi dobro vidljivost v vseh vremenskih pogojih in ne porabi veliko električne energije. Uporabljajo pa se še grafični prikazovalniki s spremenljivo prometno-informativno signalizacijo, ki so pritrjeni na kovinske portale z betonskimi temelji. Razdeljeni so na 3 dele: krajni polji sta namenjeni prikazu prometnih znakov, v srednjem območju pa je možen prikaz simbolnih in tekstovnih sporočil. Tisti predori, v katerih je uporabljen SPIS, morajo biti povezani z nadzornim centrom, ki nadzoruje delovanje SPIS-a in podajanja prometnih informacij uporabnikom.

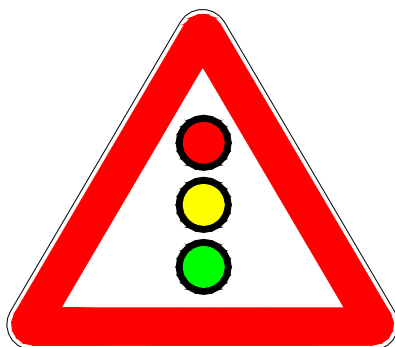
Pred postavitvijo SPIS-a je priporočljivo namestiti znake za nevarnost. Opozorilni znaki (opozorilo pred svetlobno signalizacijo) morajo biti po avstrijskih smernicah nameščeni na obeh straneh vozišča v razmaku od 250 do 400 metrov pred prvo napravo svetlobne prometne signalizacije v smeri vožnje. Poleg opozoril na svetlobno signalizacijo, se za večjo prometno varnost na območju portala namestijo opozorilne table približno 1000 metrov pred prvim znakom svetlobne signalizacije. Za to se uporablja znak za nevarnost »vnaprejšnje opozorilo – svetlobna signalizacija« Vse kar ne pomeni »prostega pretoka vozil« se označi z enakomerno utripajočimi rumenimi lučmi. V vsakem primeru je treba paziti, da se opozorilna signalizacija na podlagi dimenzij in oblike, ki odstopa od tistih, ki jih predpisuje zakon o cestnem prometu, ne uporablja hkrati s predpisanimi omejitvami hitrosti.

Raba SPIS v predorih:

- V predorih, kjer poteka nadzor, se mora spremenljiva prometno-informativna signalizacija (SPIS) uporabiti na vhodu v predor, po možnosti pa tudi pred predorom, s čimer lahko v primeru izrednih dogodkov v predoru prikažemo

različna sporočila in tako v primeru izrednega dogodka ustavimo promet še pred vhodom v predor.

- V dolgih predorih je te naprave potrebno postaviti tudi znotraj predora.
- Znaki in piktogrami na spremenljivi prometno-informativni signalizaciji v predorih naj se poenotijo. Različni obvestilni znaki morajo uporabnike predora jasno opozarjati na zastoj, okvaro, nesrečo, požar ali kakršno koli drugo nevarnost. Znaki se lahko v predoru spremenijo, zaradi kakršnegakoli izrednega dogodka:
- SPIS – spremenljivo prometno signalizacijo je potrebno prej ustrezno napovedati s spodnjim znakom: bližina svetlobnih prometnih znakov



I

slika 18: znak I-20 "bližina svetlobnih prometnih znakov", ki označuje bližino mesta na cesti, na katerem je promet urejen s svetlobnimi prometnimi znaki

Svetlobni prometni znaki v območju predorov so:

- svetlobni znaki za urejanje prometa vozil,
- svetlobni znaki za označevanje,
- svetlobni znaki za označevanje del na cesti, drugih ovir in poškodb vozišča, ki pomenijo nevarnost za udeležence v cestnem prometu.

SPIS na slovenskih avtocestah ima sledečo obliko:



slika 19: primer SPIS –a na slovenskih avtocestah

V sredinskem delu je prostor za tekstualni del, ki dopolnjuje pomen zankov na levi in desni strani z znaki prikazanimi na spodnji sliki:



slika 20: znak "nevarnost na cesti", ki označuje bližino dela ceste ali mesta na cesti, na katerem grozi nevarnost, za katero v tem pravilniku ni predpisan poseben znak za nevarnost. Znak mora biti obvezno dodana dopolnilna tabla, ki pojasnjuje, za kakšno nevarnost gre;



slika 21: znak "kolona ustavljenih vozil", ki označuje bližino dela ceste, na katerem v določenih prometnih okoliščinah obstaja nevarnost zaradi kolone ustavljenih vozil;



slika 22: znak "prometna nesreča" (ki označuje bližino mesta na cesti, na katerem se je zgodila prometna nesreča)

Znaki za nevarnost imajo obliko enakostraničnega trikotnika, katerega spodnja stranica je v vodoravnem položaju, vrh pa obrnjen navzgor. Osnovna barva znakov za nevarnost je bela, robovi trikotnika pa so rdeči. Simboli na znakih za nevarnost so črni.

Če so naprave za dajanje svetlobnih prometnih znakov nameščene tako, da visijo nad voziščem, mora biti spodnji rob naprave vsaj 4,5 m nad voziščem. Možna je namestitev SPIS-a na konzolnem nosilcu ali čez celotno cestišče kot to prikazujeta spodnji sliki. Odvisno od kategorije ceste, načina potekanja a promete (enosmerno ali dvosmerno).



slika 23: SPIS na konzolnem nosilcu



slika 24: SPIS preko celotnega cestišča

6.2.1 Prednosti spremenljive prometne signalizacije

LED znaki spremenljive vsebine zaradi zelo dobre vidnosti in neposrednega učinkovanja na vidni čut ljudi povečajo pozornost voznikov in drugih udeležencev v prometu in s tem zagotavljajo večjo varnost na cestah. Dobra vidnost znakov v vseh vremenskih pogojih je zagotovljena z uporabo visokosvetlečih LED diod in ustrezno obdelavo čelne plošče. Znaki spremenljive vsebine prikazujejo opozorila o nevarnostih na cesti, odredjajo prometni režim na cestnih odsekih kot omejitve hitrosti, prepoved prehitevanja, prepoved vožnje ipd. Prikazujejo sporočila o prometnem pretoku, zastojih, priporočena hitrost vozil, temperaturi vozišča, temperaturi zraka, o vetru, megli itd. Regulacija svetilnosti LED svetlobnih znakov spremenljive vsebine je lahko avtomatska glede na osvetljenost okolja, lahko pa jo nastavimo ročno. Upravljanje je možno tudi preko komunikacijskega protokola na daljavo. Upravljanje ali izbor posamezne prometne vsebine se lahko izvaja lokalno preko upravljalne enote ali na daljavo preko žičnih, brezžičnih (GSM), ali optičnih povezav. Vključitev znaka je možna tudi preko radarskega detektorja v primeru prekoračene hitrosti ali preko temperaturnega senzorja pri nizkih temperaturah ipd.

Prednosti sprmenljive prometne signalizacije:

- učinkovitost v prometu
- dobra vidnost znakov
- dolga življenska doba
- majhna poraba energije

Luči, ki se uporabljajo kot svetlobni prometni znak, so lahko stalne (neprekinjene) ali utripajoče (prekinjene).

Svetlobne označbe so odsevna stekla (katadioptri) in kovinski ali plastični elementi, prevlečeni z odsevnimi snovmi ali materiali. Velikost luči naj znaša na avtocesti in hitri cesti premer kroga oziroma stranica kvadrata luči 600 mm, na vseh drugih cestah pa znaša premer kroga oziroma stranica kvadrata luči 500 mm.

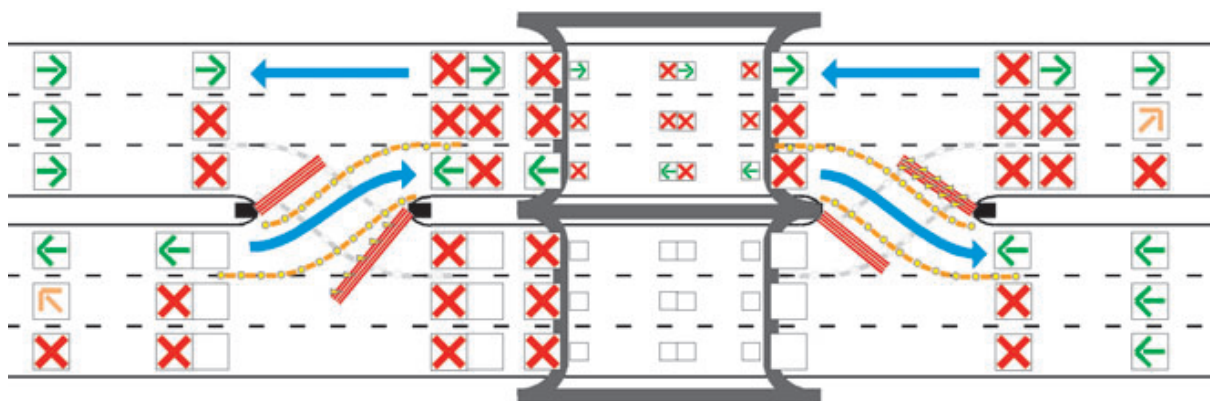
6.2.2 Svetlobni znaki za urejanje prometa vozil po prometnih pasovih

Z napravami za dajanje svetlobnih znakov za urejanje prometa vozil s tribarvnimi lučmi (semaforji) za urejanje prometa vozil, se lahko promet ureja na več prometnih pasovih hkrati ali za vsak prometni pas posebej. Če se s temi napravami ureja promet vozil na vsakem pasu posebej, so svetlobni znaki za urejanje prometa vozil nad prometnim pasom, na katerega se nanašajo. Če so svetlobni znaki za urejanje prometa vozil uporabljeni za urejanje prometa vozil na več prometnih pasovih in smereh vožnje hkrati, so svetlobni znaki za urejanje prometa vozil z desne strani vozišča. Na cestah z več kot enim prometnim pasom je treba za vsako smer vožnje ponoviti napravo za dajanje tribarvnih svetlobnih znakov za urejanje prometa vozil.

Če se z napravami za dajanje tribarvnih svetlobnih znakov za urejanje prometa vozil ureja promet vozil na vsakem prometnem pasu posebej, morajo biti v lučeh puščice, ki kažejo smer ali smeri, na katere se svetlobni znaki nanašajo.



slika 25: Svetlobni znaki, za urejanje prometa po prometnih pasovih



slika 26: Primer vodenja prometa po prometnih pasovih s spremenljivo prometno signalizacijo skozi predor

Če se z napravami za dajanje svetlobnih znakov za urejanje prometa vozil ureja promet vozil na vozišču z več kot dvema prometnima pasovoma, ki so zaznamovani z dvojnimi prekinjenimi črtami, mora biti nad vsakim od prometnih pasov postavljen svetlobni znak, ki ureja promet vozil na pasu, nad katerim je postavljen. Spodaj je na sliki prikazan hrvaški predor Mala Kapela, znotraj katerega se promet odvija dvosmerno in temu primerna je tudi signalizacija nad posameznim prometnim pasom.

6.2.3 Izvedba znakov s spremenljivo vsebino

Znaki s spremenljivo vsebino so lahko izvedeni v obliki:

- vrtljivih lamel,
- vrtljivih prizem
- pomičnega traku,
- svetlobnih polj, dodanih na običajnih znakih,
- optičnih vlaken ali
- visokosvetilnih diod (LED).

Kadar so prometni znaki izvedeni kot znaki s spremenljivo vsebino na način, morata biti barva in oblika vsebine, ki jo podajajo znaki s spremenljivo vsebino, enaki barvi in obliki nespremenljivih prometnih znakov. Kadar so prometni znaki izvedeni kot znaki s spremenljivo vsebino, ko tehnologija izvedbe znaka ne omogoča uporabe predpisanih barv, uporabljeni:

- a) črna barva brez bleska namesto osnovne barve znaka,
- b) bela ali rumena barva namesto črne barve simbolov

6.2.4 Spremenljiva prometna signalizacija po avstrijskih smernicah

Gled na avstrijske smernice RVS se na območju portala namesti svetlobna prometna signalizacija, ki preprečuje uvoz vozil v zaprt predor, neposredno na portalu pa je le-ta ponovno nameščena nameščena, da potrdi rdečo luč na semaforju pred portalom in s tem dodatno zagotavlja, da nihče ne zapelje v zapti predor. Če sta v vsako smer po dva vozna pasova, so svetlobni signali in opozorilne table nameščene sredinsko po vsakem od voznih pasov. Lahko so razporejeni tudi ob strani, vendar je treba pri tem paziti, da se dovolj razlikujejo/razločijo od ozadja/podlage. Potrebno je zagotoviti dovolj velik kontrast med steno in prometno opremo, da jo lahko voznik pravočasno zazna brez da bi s tem oviral potek vožnje. Pri dvosmernem predoru morajo biti portalne signalne table nameščene prek voznega pasu, pri čemer na nasprotnem vozišču nikakor ne sme goreti zelena luč. Te table so lahko

izvedene izključno v LED tehniki. Znaki in piktogrami, ki jih prikazujemo, še nimajo mednarodno priznane pravne podlage. Če so le ti nameščeni skozi predor jih je potrebno upoštevati, saj se v predoru lahko spremeni v primeru kakršnegakoli izrednega dogodka.

Avstrijski RVS-ji poriporočajo dinamične opozorilne table, saj le-te omogočajo udeležencem v prometu hitro posredovanje relevantnih prometnih informaciji v obliki piktogramov/slik in besedila. Zaradi morebitnega nerazumevanja jezika so priporočljiva predvsem slikovna sporočila.

Na območju portala morajo biti informacijske table postavljene 15–40 metrov pred samim portalom na prevoznem signalnem mostu. Te infotable se uporabljajo za obveščanje udeležencev v prometu ob nesrečah in poudarjajo pomen upoštevanja rdeče luči na semaforju pred tunelom ob zaprtju.

Približno 1000 metrov pred zadnjim priključkom/izvozom je priporočljiva postavitev takšne infotable za obveščanje udeležencev v prometu in za preusmeritev s ceste, če je to potrebno zaradi upravičenih posebnih del. Izjema so le območja z napravami za spremembo prometne signalizacije.

Razporeditev svetlobne signalizacije po priporočilih avstrijskih standardov

1. Neposredno na območju portala:
 - takšna svetlobna signalizacija preprečuje uvoz vozil v zaprt predor
 - vnovič opozarja jo in potrjujejo rdečo luč na semaforju pred predorom in s tem dodatno zagotavljajo, da nihče ne zapelje v zaprt predor.
2. Na koncu ali začetku odstavne niše (cca 190 metrov pred portalom) se takšna signalizacija uporablja za pravočasno ustavljanje vozil ob zapori predora, omogočanje prostega območja portala za intervencijska vozila in zaustavlja previsoka vozila po opravljeni kontroli višine.

Če sta več kot dva pasova v vsako smer je svetlobna signalizacija in opozorilne table lahko še vedno nameščena na strani, vendar mora biti dovolj vsoko, da je zagotovljena ustrezna preglednost.

6.3. Dodatna neprometna vertikalna signalizacija na območju predora

Po predlogu Evropske direktive naj se v vseh predorih uvede še dodatna neprometna vertikalna prometna signalizacija, ki povečuje varnost uporabnikov predorov v primeru izrednega dogodka. Smiselno je, da se ti znaki poenotijo po vseh državah Evrope, saj s tem omogočimo voznikom, da jim v paniki, ki nastane v primeru nastopa izrednega dogodka ni potrebno razmišljati kaj le-ti pomenijo, saj bi bili vsem splošno znani.

Za zagotavljanje varnosti uporabnikov predorov se v cestnih predorih predvidijo naslednji varnostni objekti:

- poti umika in zasilne izhode,
- evakuacijske poti
- odstavne niše,
- vmesne prečne prehode za pešce,
- vmesne prečne prehode za vozila,
- niše za klic v sili.
- radijska frekvenca

Te varnostne objekte je potrebno primerno označiti, najavit, da so za uporabnika v primeru nesreče ko nastane panika jasno vidni in razumljivi. Po Evropski direktivi naj bi bili označeni s spodaj prikazanimi znaki:

6.3.1 Niše za klic v sili

Niše za klic v sili so namenjene namestitvi različne varnostne opreme, predvsem sistemu klica v sili in gasilnih aparatov, niso pa namenjene zaščiti uporabnikov ceste v primeru požara. Znaki naj označujejo razpoložljivo opremo za uporabnike ceste, na primer:



slika 27: Znak za: TELEFON ZA KLIC V SILI (Barve naj bodo take, kot je definirano v

standardu CEN EN 12899 iz januarja 2001)



slika 28: Znak za gasilni aparat (Piktogram je tak, kot je definiran v standardu ISO 6309)

V predoru naj bo predviden tak razpored niš za klic v sili, da razmak med njimi ne bo večji od 150 m in da njihova oddaljenost od portalov ali vhodov v predor ne bo večja od 200 m. Ustrezno morajo biti postavljeni tudi znaki, ki le-to napovedujejo. V notranjosti predora naj bodo govorne garniture za klic v sili nameščene v nišah, ki se zapirajo z vrati. Ob portalih pa naj bodo govorne garniture nameščene na stebričkih kot ob cesti zunaj predora ali v posebnih kabinah.

Dimenzije za odstavno nišo, protipožarno nišo, nišo za klic v sili ter prečne prehode morajo biti v skladu z zahtevami *Direktive*.

V nišah za klic v sili naj jasno čitljivo besedilo, napisano v več jezikih, opozarja, da varnostna niša ne zagotavlja zaščite v primeru požara. Primer navajamo spodaj:

**TA PROSTOR NE ZAGOTAVLJA
ZAŠČITE
V PRIMERU POŽARA
Prosimo, pojdite do izhoda v sili,
sledite znakom na stenah.**

**THIS ROOM DOES NOT ENSURE A
PROTECTION
IN CASE OF FIRE
Please go to an emergency exit
following the signs on the walls.**

slika 29: Primer izvede table, ki opozarja, da v primeru požara prostor ne zagotavlja zaščite, ter daje nadaljna navodila

6.3.2 Odstavne niše

V predorih daljših od 1000 m je potrebno izvesti odstavne niše (tj. Razširjena mesta), ki naj omogočajo zaustavljanje v nujnih primerih in za vzdrževanje. Niša naj bo dolga okrog 40 m

in široka vsaj 2,5 m. Razdalja med odstavnimi nišami v dolgih predorih naj ne presega 1000 m. V sklopu odstavne niše mora biti tudi niša za klic v sili.

Označena morajo biti tako, kot je prikazano spodaj; barva ozadja je lahko tudi zelena. Sistem klica v sili in najmanj dva gasilna aparata predstavljata obvezno opremo odstavne niše, zato morata biti označena z dodatnim panelom, lahko pa vse informacije združimo v en sam znak.



slika 30: Priporočeni znaki za označevanje odstavnih niš

6.3.3 Poti umika in zasilni izhodi

Zagotovljena mora biti možnost umika uporabnikov predora v primeru nesreče oz. požara v predoru.

Potnikom mora biti omogočeno, da brez svojih vozil zapustijo predor skozi

- izhode iz predora na prosto;
- prečne povezave v drugo predorsko cev;
- izhode v varnostne rove (lahko tudi pilotno ali raziskovalno galerijo za načrtovano drugo predorsko cev);
- zaklonišča z reševalnimi potmi ločenimi od predorskih cevi.

Zatočišč brez izhoda do evakuacijskih poti, ki vodijo na odprto, ni dovoljeno graditi.

Ukrepi na vhodih v zasilne izhode (vrata) morajo preprečevati širjenje dima in vročine v zasilne izhode, da je uporabnikom predora omogočen varen umik, reševalnim ekipam pa dostop v predor.

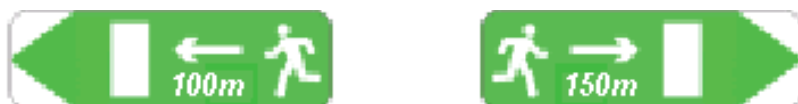
Znak, ki označuje "zasilni izhod" mora biti skladen s piktogrami, ki jih predlaga standard ISO 6309 ali CEN standard EN 12899 iz januarja 2001. Ozadje je zelene barve. Primere

prikazujemo spodaj:



slika 31: znaka za zasilni izhod

Na stenah je potrebno označiti tudi dva najbližja izhoda, in sicer približno na vsakih 25 m na višini 1,1 do 1,5 metra. Primera prikazujemo spodaj.



slika 32: Znaka za nakazanje smeri najbližjega zasilnega izhoda in njegovo oddaljenost

Vmesni prečni prehodi za pešce

V vseh predorih, ki so daljši od 1000 m je za nujne primere in za potrebe vzdrževanja potrebno predvideti vmesne prečne prehode za pešce. Razdalja med prečnimi prehodi za pešce naj ne presega 500 m.

Vmesni prečni prehodi za vozila

Vmesni prečni prehodi za vozila morajo biti predvideni v vseh predorih, daljših od 2000 m. Praviloma se vmesni prečni prehod za vozila izdelava ob vsaki drugi odstavni niši oz. pri vsakem tretjem prečniku (na max. 1500 m). Minimalna svetla odprtina prehoda je $3,5 \times 3,6$ m.

Skozi tak prehod mora biti omogočen prevoz vsem vozilom, da v nujnem primeru skozi sosednjo predorsko cev zapustijo območje predora.

6.3.4 Oznaka predora v skaldu z Dunajsko konvencijo

Opisni panel se postavi na vsakega od portalov predora. Sestoji iz dveh znakov, ki sta postavljena eden nad drugim. Na vrhu je znak E11 v skladu z Dunajsko konvencijo za cestne predore, spodaj je evropska zastava z oznako kategorije varnostne opreme. Predori s tem znakom ustrezajo vsem zahtevam Aneksa I in Aneksa III Evropske direktive za razred predora, ki je označen na panelu.



slika 33: oznaka predora v skladu z Dunajsko konvencijo

6.3.5 Radijska frekvenca

Uglasite radio na spodaj označeno frekvenco.



slika 34: znak, ki nas obvešča o radijski frekvenci, ki jo lahko spremljamo skozi predor in posreduje aktualne prometne podatke o stanju na cesti, v predoru

6.3.6 Različno obvestilno označevanje

Priporočene dopolnilne table, naj bi sledile znaku za nevarnost in s tem dajale uporabnikom natančnejšo informacijo o nevarnosti, ki sledi so:



slika 35: okvara vozila



slika 36: nesreča



slika 37: požar



slika 38: Poskusite premakniti vozilo na zasilni vozni pas, odstavno nišo ali vsaj na bankino oziroma rob ceste



slika 39: prižgite vse štiri smerne kazalce



slika 40: V primeru daljšega zastoja ugasnite motor

6.6 Signalizacija v primeru izrednih dogodkov v predoru

Ne glede na vrsto izrednega dogodka morajo vozniki (uporabniki) predora za to izvedeti že pred samim uvozom v predor preko spremenljive prometne signalizacije.

6.6.1 Dela v predorih

Popolna ali delna zapora voznih pasov zaradi gradbenih ali vzdrževalnih del, ki so načrtovana v naprej, je vedno potrebno začeti in končati izven predora. Uporaba semaforjev znotraj predora je za načrtovane zapore prepovedana in je dovoljena zgolj v primeru izrednega dogodka/nezgode. Zaporo voznih pasov je potrebno označiti pred vstopom ceste v predor. V ta namen se lahko uporabi spremenljivo prometno-informativno signalizacijo, semaforje in mehanske ovire.

Znaki za označevanje del, drugih ovir in poškodb vozišča smejo biti postavljeni le za najnujnejši čas, dokler se opravljajo dela oziroma dokler se ne odstrani ovira ali poškodba vozišča. Ob znakih za nevarnost, znakih za izrecne odredbe in znakih za obvestila so lahko tudi dopolnilne table. Dopolnilne table dopolnjujejo pomen prometnega znaka, ki so mu dodane in so njegov sestavni del.

Svetlobni znaki za označevanje del na cesti, drugih ovir in poškodb vozišča so:

- oranžna luč, ki se uporablja na tablah čelne zapore za označitev zaprtega dela ceste
- utripajoča rumena luč, ki se uporablja za poudarjanje pomena prometnega znaka, nad katerim je postavljena luč niz rumenih med seboj odvisno povezanih luči, ki se izmenično prižigajo v smeri vožnje vozil in so postavljene na tablah pokončne zapore. Niz luči opozarja, da je en ali več prometnih pasov zaprtih in da je promet preusmerjen v smeri prižiganja - "potovanja" luči

Oprema za vodenje in kanaliziranje prometa na območju del na cesti, drugih ovir in poškodb vozišča je: montažni vodilni robniki za kanaliziranje prometa vozil po prometnih pasovih. Na robnikih morajo biti vdolžna svetlobno odbojna telesa zaradi zagotavljanja ustrezne vidljivosti robnikov ponoči in pri zmanjšani vidljivosti. Zaradi boljše opaznosti so lahko robniki dodatno opremljeni z markerji.

Za vodenje prometa se lahko ob daljši zapori uporabijo tudičasne ločilne ograje iz umetnih snovi, ki fizično ločujejo površine, namenjene prometu v nasprotnih smereh;

6.6.2 Upravljanje v primeru nezgod

V primeru resnega izrednega dogodka mora upravnik predora ali varnostnik predor nemudoma zapredi (vse cevi). To je potrebno izvesti hkrati z aktiviranjem ne le zgoraj omenjene opreme pred vhodi, ampak tudi spremenljive prometno-informativne signalizacije, semaforjev in mehaničnih ovir znotraj predora, v kolikor so te naprave na voljo, s čimer promet kar najhitreje ustavimo bodisi izven ali znotraj predora. V primeru hude nesreče ali incidenta se vse zadevne cevi predora takoj zaprejo za promet. To se naredi s hkratnim aktiviranjem ne samo zgoraj navedene opreme pred vhodi, temveč tudi s pomočjo različnih obvestilnih znakov, prometnih signalov in mehanskih pregrad v predoru, če so na razpolago, tako da se lahko promet izven predora in v predoru čimprej ustavi. Predori, krajši od 1000 m, se lahko zaprejo z drugimi sredstvi. Promet je treba usmerjati tako, da lahko neprizadeta vozila čimprej zapustijo predor. Čas dostopa za službe za ukrepanje ob izrednih dogodkih v primeru incidenta v predoru mora biti čim krajši in se izmeri ob obdobjih vajah. Poleg tega se lahko meri ob incidentih. Pri večjih dvosmernih predorih z velikim obsegom prometa se z analizo tveganja ugotovi, ali se na obeh skrajnih točkah predora namestijo službe za ukrepanje ob izrednih dogodkih.

6.6.3 Prevoz nevarnih snovi

Za prevoz nevarnih snovi skozi predor morajo biti sprejeti ukrepi:

- Pred zadnjim možnim izvozom pred predorom morajo biti postavljeni znaki z opisom dovoljenih / prepovedanih snovi;
- Izvedena mora biti analiza tveganja s katero se določi ukrepe za prevoz nevarnih snovi (potrdilo pred vstopom v predor, oblikovanje konvojev vozil, spremljanje tovorov,...);

Prilagojeno upravljanje predora za transport nevarnih snovi.

Naslednji ukrepi se uporabijo v zvezi z dostopom do predora za vozila, ki prevažajo nevarne snovi, kakor je opredeljeno v ustrezni evropski zakonodaji v zvezi s prevozom nevarnih snovi po cesti:

- opraviti analizo tveganja preden se določijo ali opredelijo predpisi in zahteve glede prevoza nevarnih snovi prek predora,
- namestiti ustrezne znake za uveljavitev predpisa pred zadnjim možnim izhodom pred predorom in pri vhodu v predor ter pred tem, da lahko vozniki izberejo druge poti,

– razmisliti o specifičnih operativnih ukrepih za zmanjšanje tveganj v zvezi z nekaterimi ali vsemi vozili, ki prevažajo nevarne snovi v predorih, kot je prijava pred vstopom ali vožnja v konvoju v spremstvu spremljevalnih vozil, za vsak primer posebej po zgoraj navedeni analizi tveganja.

7 HORIZONTALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA

Horizontalno prometno signalizacijo na cestah v območju predorov predstavljajo: vzdolžne in prečne označbe, varnostne ograje, blažilniki trkov, oprema za označevanje bližine roba vozišča, oprema za poudarjanje poteka ceste v primeru razcepa.

7.1 Vzdolžne označbe

Vzdolžne označbe so neprekinjene črte, prekinjene črte in dvojne črte. Vzdolžne črte na vozišču so široke najmanj 10 cm, vzporedne vzdolžne dvojne črte pa so med seboj oddaljene 10 cm. Označbe na vozišču in drugih prometnih površinah ne smejo povečevati spolzkosti prometne površine in ne smejo biti več kot 0,6 cm nad ravnino prometne površine. Če so zanje uporabljene kovinske glavice, glavice iz umetne snovi ali če so izvedene v obliki prečnih trakov, ne smejo biti več kot 1,5 cm nad ravnino prometne površine. Če so vanje vgrajena svetlobno odbojna telesa, ta ne smejo biti več kot 2,5 cm nad ravnino prometne površine. Horizontalne označbe naj bodo uporabljene ob robu vozišča (robni pas) na razdalji med 10 in 20 cm od roba vozišča. Črte naj bodo široke 30 cm¹. Črte na sredini naj bodo široke najmanj 15 cm. V primeru dvosmernih predorov je potrebno na obeh straneh srednje črte (enojne ali dvojne), ki ločuje obe smeri vožnje namestiti odsevnike ("mačje oči") na razdalji med 10 in 15 cm od zunanjega roba vsake črte.

Označbe na vozišču in drugih prometnih površinah se lahko izvedejo na naslednje načine:

- narišejo
 - nalijejo
 - nalepijo
-

- vtisnejo ali
- vgradijo

Za horizontalne označbe naj se uporabljajo optimalno vidni visoko kakovostni odsevni materiali:

- cestne označbe naj bodo najvišje kakovosti, s čimer omogočimo 24-urno vidljivost podnevi in ponoči
- cestne označbe naj omogočajo največjo možno vidljivost v pogojih vlage
- odsevniki naj bodo najvišje kakovosti, s čimer dosežemo največjo vidljivost ponoči.

Neprekinjena vzdolžna črta je lahko ločilna ali robna (sliki 1 in 2)

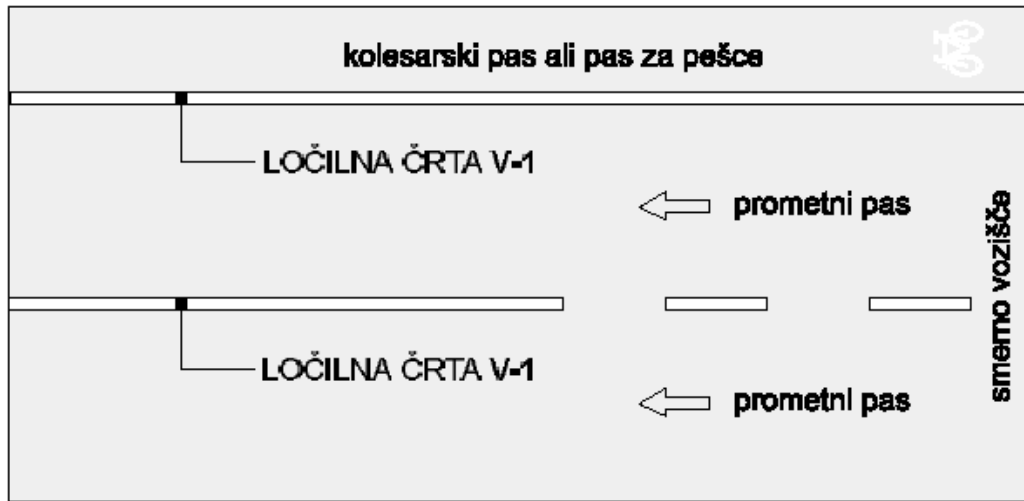
Ločilna črta (V-1) se rabi za:

- ločitev (razmejitev) dvosmernih voziščnih površin na smerna vozišča,
- ločitev (razmejitev) smernega vozišča na prometne in posebne pasove;

Robna črta (V-1.1) se rabi za označitev roba vozišča, neprekinjena ločilna črta pa prepoveduje vozniku vožnjo po njej ali preko nje. Prekinjena vzdolžna črta je lahko ločilna prekinjena črta, opozorilna črta, kratka in široka črta. Široka prekinjena črta se rabi za razmejitev med prometnimi pasovi in pospeševalnim ter zaviralnim pasom (V-5.1).

Ločilna prekinjena črta (V-2) se rabi za:

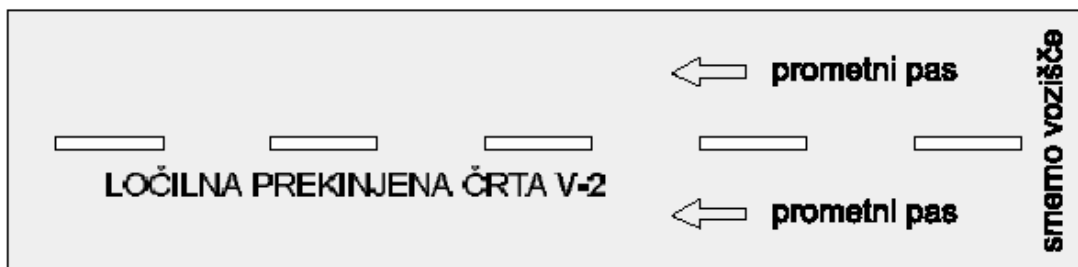
- razmejitev dvosmernih vozišč na smerna vozišča (slika 3),
- razmejitev smernega vozišča na prometne pasove (slika 4).



Slika 2



Slika 3



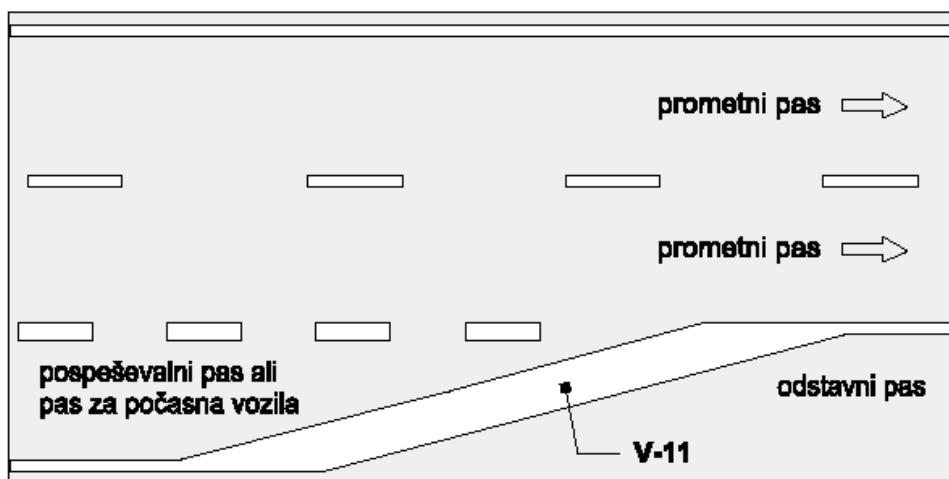
Slika 4

Poševne črte so:

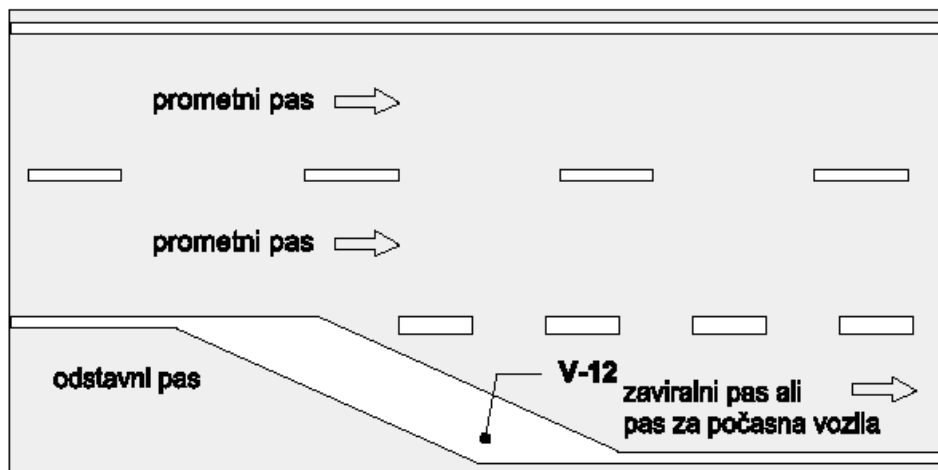
- črta za zapiranje pospeševalnega pasu, prometnega prehitevalnega pasu in za zapiranje prometnega pasu za počasna vozila (V-11), ki označuje mesto zapiranja

pospeševalnega, prometnega prehitevalnega oziroma prometnega pasu za počasna vozila (slika 22),

- črta za odpiranje pospeševalnega pasu in prometnega pasu za počasna vozila (V-12), ki označuje mesto odpiranja pospeševalnega oziroma prometnega pasu za počasna vozila (slika 23),



Slika 22



Slika 23

(vir: pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah, Ur.l. RS št. 46/2000, 37 člen)

7.2 Oprema za označevanje bližine roba vozišča oziroma roba robnega ali odstavnega pasu

Oprema za označevanje bližine roba vozišča oziroma roba robnega ali odstavnega pasu so cestni smerniki. Hkrati tudi nakazujejo potek ceste v prostoru. Cestni smerniki morajo biti po obliki, velikosti in načinu izdelave takšni, da so vidni v vseh pogojih.

Telo cestnega smernika za predore mora v celoti odsevati svetlobo, razen na tistih delih, ki predstavljajo nosilni del smernika. Cestni smerniki za predore morajo odsevati rdečo svetlobo na desni strani in belo svetlobo na levi strani, gledano v smeri vožnje vozil (slika 42);

Če ni možna druga izvedba, se lahko svetlobno odbojna telesa, ki označujejo bližino roba vozišča oziroma roba robnega ali odstavnega pasu pritrjujejo s pomočjo posebnih nosilcev na objekte na tistih mestih, ko ni mogoče postaviti cestnih smernikov (slika 41);

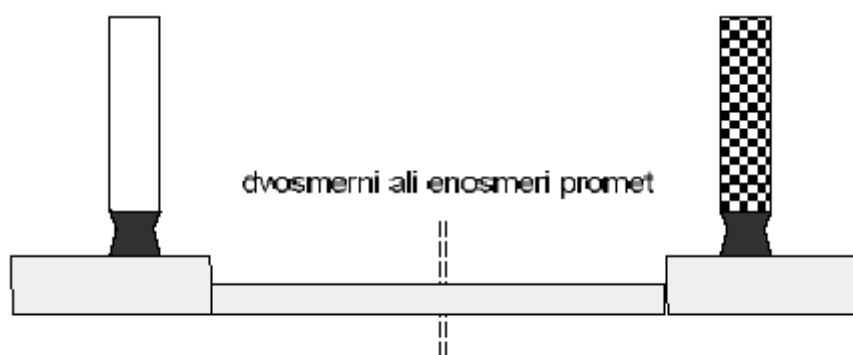
Cestni smerniki se praviloma postavljajo na razdalji 0,75 m od zunanega roba vozišča oziroma roba robnega ali odstavnega pasu, vrh smernika pa mora biti 0,75 m nad voziščem oziroma robom robnega ali odstavnega pasu.

Kadar je ob vozišču oziroma robu robnega ali odstavnega pasu postavljena varnostna ograja, ki je na določeni krajši dolžini prekinjena in je treba ta prekinjeni del ceste opremiti s cestnimi smerniki, morajo biti cestni smerniki postavljeni na enaki razdalji od roba vozišča oziroma roba robnega ali odstavnega pasu, kot je postavljena varnostna ograja, vendar ne na manjši oddaljenosti od 0,5 m. Svetlobno odbojna telesa, ki se pritrjujejo ob robu vozišča in ki jih ni mogoče pritrditi na cestne smernike ali varnostne ograje, morajo biti pritrjena s pomočjo nosilcev na enaki razdalji od roba vozišča in na enaki višini, kot so pritrjeni na cestnih smernikih ali varnostnih ograjah pred mestom, ki je označeno s svetlobno odbojnimi telesi na nosilcih. Odsevniki naj bodo skladni z nacionalno zakonodajo glede njihove maksimalne višine in dimenzij ter postavljeni na največ vsakih 20 m. Če je predor izveden v krivini, naj bo ta razdalja za prvih 10 odsevnikov od vhoda v predor krajša, do 8 metrov.



Slika 3

slika 41: način nameščanja cestnega smernika v primeru, ko ni možna nobena druga postavitev



Slika 2

slika 42: Cestni smerniki za predore - odsevajo rdečo svetlobo na desni strani in belo svetlobo na levi strani, gledano v smeri vožnje vozil

7.3 Varnostne ograje

Varnostne ograje so namenjene preprečitvi zdrsa vozila s ceste. Varnostne ograje so lahko glede na material, iz katerega so izdelane, kovinske, betonske, lesene ali kombinirane. Opremljene morajo biti s telesi, ki odsevajo svetlobo, in sicer na desni strani ceste, gledano v smeri vožnje, s telesi, ki odsevajo rdečo, na levi strani ceste pa s telesi, ki odsevajo belo svetlobo.

Varnostne ograje morajo biti postavljene na razdalji najmanj 0,5 m od zunanega roba vozišča oziroma roba robnega ali odstavnega pasu, zgornji rob varnostne ograje pa ne sme biti na višini manj kot 0,75 m nad robom vozišča oziroma robom robnega ali odstavnega pasu.

7.4 Blažilniki trkov

Blažilniki trkov so naprave, ki se lahko uporabljajo za zavarovanje posebno nevarnih mest na cesti, kjer obstaja nevarnost naleta vozila na stalno oviro (npr. stebri ali stene cestnih objektov, cestninski otoki in kabine itd.). Blažilniki trkov so namenjeni zmanjševanju posledic trka na potnikih, vozilu in stalni oviri. Na območju predorov se namestijo na portalno ploščad. Njihova namestitev je ugodna rešitev še posebej v primerih, ko se odstavni pas ne nadaljuje v predor.

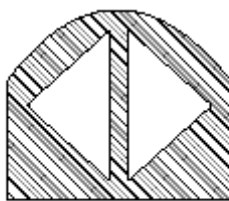
7.5 Oprema za poudarjanje poteka avtoceste ali hitre ceste na območju razcepa

Oprema za poudarjanje poteka avtoceste ali hitre ceste na območju razcepa je

- usmerjevalni valji
- smerni stebrički.

Usmerjevalni valji so namenjeni opozarjanju voznikov na bližino površine, na kateri se avtocesta ali hitra cesta cepi v dve smeri (slika 43).

Smerni stebrički so namenjeni za poudarjanje poteka vozišča avtoceste ali hitre ceste, ko poteka vozišča avtoceste ali hitre ceste na območju, kjer se avtocesta ali hitra cesta cepi, ni mogoče označiti s cestnimi smerniki (slika 44). Puščica na usmerjevalnem valju in označba na smernih stebričkih morata biti iz materiala, ki odseva svetlobo



Slika 1

slika 43: usmerjevalni valj



Slika 2

slika 44: cestni smernik

7.6 Horizontalna signalizacija po avstrijskih smernicah (Rvs-jih)

Pri enosmernem prometu mora biti smernica začrtana kot opozorilna črta na območju od približno 250 metrov pred portalom do portala. Po priporočilih RVS-jev je v predorih zelo smiselna oz. obvezna uporaba ropotnih črte, ki pri vožnji prek nje opozarjajo tako z zvočnim kot dinamičnim tresenjem vozila, da je voznik zapeljal s cestišča oz. da vozi v napačni smeri.

Vrednosti za določitev rezkanih ropotnih črt na enoto:

- široko frezane/rezkane: 30cm (oz min 20 cm)
- dolgo frezanje/rezanje: 15-20 cm
- globoko f/r: 0.5-0.7cm
- razdalja rezkanja/frezanja: 30 cm

Pri predoru z dvosmernim prometom je treba z rezkano ropotno črto opremiti območje desne zunanje črte (ob robu vozišča), pri predoru z enosmernim prometom pa območje zunanje in notranje črte ob robu vozišča od najmanj 100 metrov pred portalom do samega portala.

Ropotne črte na neprekinjeni črti so lahko nameščene v eni ali dveh vrstah, pri čemer je za območja občutljiva za hrup, (v bližini naselji) zaradi protihrupne zaščite priporočljivo, da so od portala do vključno 200 metrov v predor enovrstne.

Ropotne črte ob črti ob robu vozišča naj bodo na območjih občutljivih za hrup prav tako nameščene približno 50 centimetrov od omenjene črte.

Namesto ropotne črte se lahko uporablja alternativna zvočna in dinamična horizontalna signalizacija v obliki rebrastih oznak in /ali reflektorjev ali druge učinkovite sisteme v skrajšani razdalji do zvočnih oziroma dinamičnih opozorilnih znamenj. To je treba upoštevati predvsem pri opremi prvega predorskega rova, pri drugem pa je to potrebno zagotoviti v doglednem času.

8 ANALIZA STANJA V SLOVENIJI

Po evropskem testu predorov EuroTAP so bili (oznaka za European Tunnel Assessment Programme, za ocenjevanje predorov, ki ga izvaja nemški avtomobilski klub ADAC v sodelovanju z drugimi nacionalnimi avtomobilskimi klubi) do leta 2006 so bili pregledani sledeči slovenski predori: Jasovnik, Karavanke, Dekani, Kastelec, Ljubelj in Trojane. Avtocestni predori Trojane, Kastelec in Dekani so bili ocenjeni z zelo dobro, med tem ko sta bila Ljubelj in Jasovnik ocenjen z dobro, predor Karavanke pa komaj z zadostno. Ljubelj in Karavanke sta enocevna predora. Vsi ostali so dvocevni. Edini dvocevni tripasovni predor v Sloveniji ja predor Golovec.

Varnost v predorih na slovenskih avtocestah je tehnično podprta z:

- nadzorom prometa iz nadzornih centrov preko video sistema,
- vgrajenimi sistemi avtomatskega odkrivanja javljanja požarov ter v novejših predorih tudi z avtomatsko detekcijo prometa in zastojev,
- vgrajeno prometno signalizacijo in komunikacijsko opremo (semaforji, sistemi za klic v sili, varnostna razsvetljava, ipd.),
- zgrajenimi odstavnimi nišami v daljših predorih,

v novejših dvocevnih predorih (Jasovnik, Ločica, Trojane, Podmilj, Kastelec, Dekani, enako bo tudi v predoru Šentvid) s prečnimi povezavami med predorskima cevema.

Vendar pa kljub dobrim mednarodnim ocenam še vedno nimamo poenotenega sistema prometne signalizacije na območju predorov. Slovenska zakonodajja niti ni popolnoma usklajena z Evropsko direktivo, kar bi nedvomno pripomoglo k večji prometni varnosti saj voznikom ne bi bilo potrebno pred vsakim predorom razmišljati kaj pomenijo določeni znaki.

Še posebej nevarna je neenotna signalizacija v primeru, da gre za sistem predorov.

Glede na to, da je v Sloveniji večina predorov na avtocestah, kjer so najvišje hitrosti in je zaznavanje prometne opreme toliki težje, bom najprej podala pomanjkljivosti le-teh:

(promet v njih je enosmeren)

- v predorih so različne omejitve hitrosti, ponekod je omejitev hitrosti 80 km/h, drugje pa 100 km/h. To je sporno tudi z vidika, da je višja hitrost dovoljena v starejših predorih, ki so slabše opremljeni kar se tiče varnostne opreme
- prometni znak, ki obvešča da se bližamo predoru je ponekod postavljen preblizu. Ko voznik že vidi portal predora ga ni več smiselno opozarjati, da se mu približujemo, saj je to že sam ugotovil, zato je tak znak popolnoma odveč. Tak način postavitve znaka je tudi s stališča prometne varnosti popolnoma neučinkovit. Znak bi moral biti postavljen na razdalji, ko voznik še ne vidi portala predora, vendar je že blizu, da se psihično pripravi na vožnjo skozi predor. (razikave kažejo, da je za večino voznikov vožnja skozi predore, predvsem dolge, psihično zelo naporna, saj stene predstavljajo fizično prepreko, ki otežuje reševanje v primeu izrednega dogodka). Zato menim, da je smiselno ta znak postaviti na oddaljenosti od portala, ki je odvisna od posamezne trase na kateri je predor.



slika 45: primer prepozne postavitve znaka za najavo predora

- prometni znak, ki obvešča, da se prebližujemo predoru je postavljen prehitro, do portala voznik pozabi na podano informacijo
- v določenih predorih ni prepovedano prehitevanje za tovorna vozila
- na nekaterih predorih so nameščeni trije semaforji, na drugih pa samo dva
- semaforji so nameščeni neposredno na portalu, ponekod pa celo v cca. 1,5m do 2 m v notranjost portala, rezultat tega je prepozna zaustavitev vozil v primeru zaprtja predora.
- nikjer se ne vodi promet v predoru po prometnih pasovih s pomočjo puščic (zelena in oranžna), križev (rdeč) – glede na to ali je posamezen prometni pas odprt ali ne
- glede na to, da so na vseh portalih nameščeni semaforji bi moral biti poenoten način vklopa rdeče luči v primeru izrednega dogodka in pred vsemi predori nameščen znak I-20 – bližina svetlobnih prometnih znakov
- označevanje predorov je različno od predora do predora
- pred nekaterimi predori so postavljeni znaki za razvrščanje vozil (znak III-85: razvrščanje vozil), ki prepovedujejo vožnjo tovornjakom po skrajnem levem pasu
- pred posameznimi predori se določeni znaki podvajajo
- v nobenem predoru nimamo nobenih fizičnih preprek, ki bi preprečile uvoz vozila v primeru, da je predor zaprt
- pred večino predorov ni meritve kontrole višine, tam, kjer pa je, je pred vsakim predorom različne sistem
- v primeru, da je tovorno vozilo previsoko, ni pred vsakim predorom zagotovljen prostor, kjer bi se takšno vozilo lahko raztovorilo, niti ni v takem primeru že prej postavljen znak, ki bi na zadnjem možnem izvozu preusmeril previsoko vozilo na drugo cesto
- nikjer ni časovno omejen uvoz tovornih vozil, v urnih konicah, ko je promet najgostejši tovorna vozila ogrožajo prometno varnost
- nikjer ni pred predorom preusmeritve tovornih vozil, ki vozijo nevarno blago, na druge ceste
- po vseh dolgih predorih ni označeno, koliko je še do konca predora, ali je pa je napisano na stenah predora, kar veliko voznikov prezre

- premalokrat je nameščen znak, ki opozarja na varnostno razdaljo v predorih, ali pa sploh ni
- pred predorom ni označena bočna zapora odstavnega pasu

V predorih, kjer promet poteka dvosmerno in udeležba pešcev in kolesarjev ni dovoljena:

- Ni sistema, ki bi nakazal, da je dvosmeren promet in da ni dovoljeno voziti po nasprotnem pasu – predlog vodenje prometa po prometnih pasovih s pomočjo puščic in križev



slika 46: primer dvosmernega predora, kjer ni sistema, ki bi preprečil vožnjo v nasprotno smer

- ni povsod znakov za prepoved prehitevanja
- ni povsod najve predora ali je le-ta prepozna
- ni povsod znaka z imenom in dolžino predora
- ni znakov za varnostno razdaljo
- povsod niso nameščene ropotne črte (predlog), ki bi voznika opozorile, da je na nasprotnem voznem pasu



slika 47: predor pod Ljubljanskim gradom – ropotne črte

V predorih, kjer je dovoljen prehod tudi pešcem in kolesarjem:

- robni pas namenjen pešcem in kolesarjem je sicer dvignjen vendar povsod ni označen z odsevniki, in zaščiten z varnostno ograjo. Vozila lahko tako prosto zapeljejo na robni pas in s tem ogrozijo varnost pešcev in kolesarjev
- niso nameščene ropotne črte (predlog)
- neenotna postavitev znakov, ki napovedujejo predor



slika 48: Predor v Velenju – z obeh strani je sicer tabla ime in dolžina predora, vendar le z ene strani prometni znak, ki voznika opozarja na predor

9 PREDLOGI POSTAVLJANJA PROMETNE OPREME

Že pri načrtovanju je potrebno upoštevati dejavnike, ki bodo po eni strani zmanjšali verjetnost trkov, po drugi pa, če do njih že pride, olajšali ogroženim pot na varno.

Vožnja skozi predore se bistveno razlikuje od tiste na odprti cesti. Prehitevanje v enocevni predorih je prepovedano. V predorih je prav tako prepovedano obračanje, vzvratna vožnja ali ustavljanje v predoru, razen v nujnih primerih, ko lahko vozilo v ustavni niši - v tem primeru moramo vozilo takoj ugasniti! Ob vstopu in izstopu iz predora se, posebej ob slabem vremenu, zelo hitro spremenijo vozne razmere, zato moramo biti bolj pozorni, kot sicer. Nadpovprečna pogostost nalezov opozarja na potrebo po vzdrževanju večje varnostne razdalje. Temu primerni je potrebno namestiti tudi ustrezne prometne znake.

9.1 Kontrola višine

Pred predorom bi se morala izvesti kontrola višine vozila, da le-to ne bi pri uvozu v primeru da je previsoko, poškodovalo opremo predora. Smiselno bi bilo takšna vozila že pred kontrolo višine preusmeriti na drugo cesto, npr s podobnim znakom, ki je prikazan spodaj kot predlog informiranja voznikov. V primeru, ko voznik spregleda prometno signalizacijo, ki mu napoveduje kontrolo višine in se pravočasno ne preusmeri na drugo cesto, se pred predorom izvedejo odstavne niše, ki omogočajo previsokemu vozilu da se razloži. V nadaljevanju navajam 4 različne tipe kontrole višine, ki so odvisni od kategorije ceste, količine prometa, dolžine predora.

V prvem primeru, TIP KV 1 se na portalu samem namesti zgolj trda lata, pred portalom se namesti znak, ki napoveduje kontrolo višine II-21 isto se ta znak namesti na samo lato. Lata naj bi bila rdeče in bele barve, začela in končala naj bi se na obeh straneh s polovičnim rdečim poljem dolžine 125 mm, ter nadaljevala z belim poljem dolžine 250 mm kot je prikazano v prilogi 1. Na spodnjih dveh slikah sta prikazana predora, kjer je na prvem kontrola višine na samem portalu.



slika 49: kontrola višine na samem portalu predora v Avstriji

Pri drugem TIP-u KV 2 naj bi se namestila kontrola višine pred portalom. Oddaljenost od portala bi narekovala kategorija ceste in s tem omejitev hitrosti. Prav tako bi se pred tem namestil znak kontrole II-21 višine. Tip dva prikazan na spodnji sliki.



slika 50: Primer kontrole višine pred predorom s pomočjo visečih lamel

Tretja tipa, KV 3 a in KV 3 b, za enocevni in dvocevni predor, prej opozarjata na kontrolo višine z znakom, preko ceste je nameščen merilnik, ki v primeru previsokega vozila preko spremenljive prometne signalizacije obvesti voznika o prekoračitvi dovoljene višine. Znak za SPIS je nameščen na konzolnem nosilcu v primeru, da gre za enocevni predor kot je to prikazano v prilogi 3. Pred portalom se izvede odstavna niša, kjer se previsoko vozilo lahko razloži.

Najbolj kompleksen sistem obveščanja voznikov o prekoračitvi višine naj bi bil tip KV 4, ki je namenjen izključno avtocestam, kjer so najvišje dovoljene hitrosti. Tak sistem bo v Sloveniji vgrajen pred predorom Šentvid. Prikazan je na prilogi 4.

Na spodnjih slikah sta prikazana SPIS za kontrolo višine in navdem prometni znak, ki sta v uporabi v Sloveniji. V prilogi sledijo sheme predlogov vseh 4 tipov za kontrolo višine, ki naj bi se uporabljali glede na kategorijo ceste, količino prometa in opremo, ki jo vesbuje oz. je predvidena za določen predor.



slika 51: SPIS na slovenskih avtocestah



slika 52: primer označevanja kontrole višine pred SPIS-om v Sloveniji na Avtocestah

9.1.1 Način Kontrole višine priporočen po avstrijskih Rvs-jih

Kontrola višine mora biti izvedena tako, da je možna ustavitev previsokega tovornega vozila na postajališču (približno 200 m pred portalom) z upoštevanjem zavorne poti. Postavitev SPIS-a glede na pretovorno postajo oziroma odstavno nišo, kjer se tovorno vozilo lahko razloži je odvisna od gostote prometa ter sestave in predvsem zgradbe neposrednega območja pred portalom. RVS-ji priporočajo, da se napis ob prepoznavi previsokega vozila izpiše izmenično, utripajoče z znakom za višino, lahko tudi znakom za tovorna vozila oziroma puščico za izvoz.

- Postavitev SPIS-a in dopolnilnih znakov pred postajališčem, se prednostno uporabljajo takrat, če na naposrednem območju pred portalom ni mogoče (ali le delno) izločiti previsokih vozil iz prometa (npr. ni postajališča za tovornjake ali obvoza)
- Postavitev SPIS-a za postajališčem ob hkratni namestitvi infotabel pred postajališčem se uporablja takrat, če na neposrednem območju pred portalom obstaja zadovoljiva možnost za izločitev previsokih vozil iz prometa (postajališče za tovornjake ali obvoz)

Kontrola višine se mora izvajati na območju, ki se ga prosto izbere in je odvisen od objekta

Na zahtevo so za odredbo smeri vožnje previsokemu motornemu vozilu (kontrola višine na izvozu z avtoceste) predvidene dodatne določbe (npr. vleka).

9.2. Uvoz tovornih vozil v predor

9.2.1 Tovorna vozila, ki prevažajo nevarno blago

Ker tovorna vozila povečujejo ogroženost prometne varnosti v predorih naj bi za vsak predor posebej izvedli analizo tveganja uvoza le-teh v predor. Tovorna vozila, ki prevažajo nevarno blago, bi v primeru prevelike ogroženosti morali že pred zadnjim odcepom pred predorom preusmeriti na drugo cesto. V prilogi so prikazani predlogi znakov, ki bi v takem primeru obveščali voznike o potrebni preusmeritvi na drugo cesto.

Analizo tveganja opravi organizacija, ki je neodvisna od upravljalca predora. Metodologijo tveganja določi država članica in o tem obvesti Evropsko komisijo, ta pa druge članice EU. Izdelava analize tveganja je interdisciplinarna naloga, ki jo bodo morale članice EU obdelati v svojih obstoječih in novo planiranih predorih. V analizi tveganja v predoru bodo definirane verjetnosti nenormalnih dogodkov, ki se v predoru lahko zgodijo, ter podane posledice za te dogodke, ki so lahko neposredne ali potencialne. Razvite metodologije bodo omogočale kvantifikacijo tveganja pri predoru, ki ne bo temeljila le na opremljenosti in izvedbi predora, temveč na interakciji vseh dejavnikov, ki vplivajo na varnost oziroma tveganje v predoru.

9.2.2 Časovna omejitev uvoza tovornih vozil

V daljših predorih, kjer je z analizo ugotovljeno, da prihaja ob določenih urah do povečanega prometa, naj bi se tovorni promet v tem času pravočasno pred predorom zaustavil oz. Preusmeril na drugo cesto. S tem bi povečali prometno varnost ob urnih konicah v predorih. Predlagam, da bi bili vozniki o tem obveščeni z ustreznim prometnim znakom pred zadnjim možnim izvozom pred predorom. Predlog prikazan na prilogi.

9.3 Predori namenjeni motornim vozilom, kolesarjem in pešcem

V kratkih predorih kjer so v prometu udeleženi tudi pešci in kolesarji mora biti robni pas, ki jim je namenjen ustrezno zavarovan; t.j. dvignjen od vozišča, zaščiteno z varnostno ograjo na kateri so odsevniki. Robni pas, ki jim je namenjen mora biti dovolj širok, da omogoča srečanje dveh udeležencev, ki si prihajata iz nasprotne smeri. Ustrezno mora biti zmanjšana

tudi hitrost ostalih vozil, da kar se da najmanj ogrožajo varnost v predoru.

Pred vhodom v predor, neposredno na portalu iz obeh smeri, morajo biti nameščeni ustrezni prometni znaki in merilniki, ki dovoljujejo prehod/prevoz pešcem in kolesarjem, seveda, če to dopuščajo pogoji. V takšnih predorih mora biti stalen nadzor nad koncentracijo plinov v predoru, nameščeni morajo biti sistem, ki pešcem/kolesarjem v primeru prekoračene koncentracije plinov prepreči uvoz v predor, ter videonadzor. Predlagam, da se pred portalom namesti semafor, nad katerim je prometni znak, ki dovoljuje prehod pešcem in kolesarjem. V primeru prekoračitve koncentracije smoga se prižge rdeča luč, ki naj bi preprečila prehod. Zaradi neprijetnega občutka, utesnjenosti, ki ga povzroča zaprti prostor naj se označi koliko je še do izhoda vsaj na polovici predora. (problematični so predori, ki so grajeni v krivini in se ne vidi izhoda).

9.4 Oprema za zaprtje predora (sistem zaustavitve vozil)

Po navodilih Evropske direktive morajo biti v primeru zapore predora (kratkotrajna ali dolgotrajna) uporabniki preko enostavno dostopnih informacijskih sistemov ustrezno obveščeni o najboljših alternativnih poteh. Take alternativne poti so del sistematičnih načrtov za ukrepanje ob nepredvidenih dogodkih. Njihov cilj mora biti čim bolj vzdrževati prometni pretok in čim bolj zmanjšati sekundarne vplive na varnost v okolici.

V primeru izrednega dogodka v dvocevnom predoru je potrebno promet ustaviti in ga v obeh ceveh preusmeriti na ta način, da lahko cev, v kateri ni bilo izrednega dogodka, uporabimo kot evakuacijsko in reševalno pot.

V vseh predorih, daljših od 1000 m, se namestijo prometni signali pred vhodi, tako da je v primeru izrednega dogodka predor mogoče zapreti. Za zagotovitev, da se navodila spoštujejo, se lahko postavijo dodatna sredstva, kot so različni obvestilni znaki in pregrade.

V notranjosti predorov, daljših od 3000 m, z nadzornim centrom in obsegom prometa večjim od 2000 vozil na pas, se priporoča oprema za ustavitev vozil v primeru izrednega dogodka na razdaljah, ki ne presegajo 1000 m. V tej opremi so zajeti prometni signali in po možnosti dodatna sredstva, kot so zvočniki, različni obvestilni znaki in pregrade.

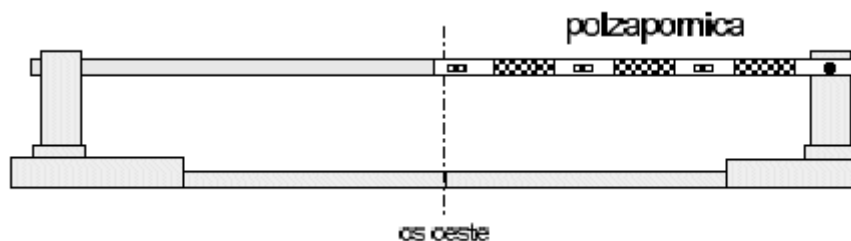
V vseh predorih, daljših od 1000 m, z obsegom prometa večjim od 2000 vozil na pas, se namesti oprema za radijsko oddajanje za uporabo s strani služb za ukrepanje ob izrednih dogodkih. Če obstaja nadzorni center, mora biti mogoče prekiniti radijsko oddajanje kanalov,

namenjenim uporabnikom predora, če so na razpolago, za oddajanje sporočil ob izrednih dogodkih. Pred portali predorov, krajših od 1000 m, se vgradi pregrada v primerih, ko se s študijo prometno-varnostnih razmer za predor pokaže, da je to potrebno.

Zapornice in polzapornice so naprave, namenjene preprečevanju nadaljevanja vožnje vozil, smeri, na katero so prečno postavljene. Na naslednjih dveh slikah sta shematsko prikazani izvedbi zapornic in polzapornic.



slika 53: zapornice



slika 54: polzapornice

Zapornice in polzapornice morajo biti pobarvane ali prevlečene s snovjo, ki odseva svetlobo, izmenoma s polji rdeče in bele barve, razen zapornic in polzapornic na prehodu ceste čez železniško progo, ki so obarvane rdeče in rumeno in označene z vsaj tremi odsevnimi stekli, ki odsevajo rdečo svetlobo. Zapornice in polzapornice smejo biti dodatno zaznamovane tudi s posebnimi stalnimi ali utripajočimi rdečimi lučmi.

Predlagam namestitvev zapornic/polzapornic kot je to prikazano na prilogi, kjer je tudi narisan predlog njihovega izgleda in opis. Namestijo naj se pred vsako odstavno nišo. V primeru enosmernega prometa se mi zdi smiselna postavitev dveh polzapornic, saj bi s tem lahko po potrebi zaprli samo en prometni pas ali oba hkrati. Zapornice naj bi se odpirale v smeri

vožnje. V primeru, da voznik prepozno zazna zaporo predora in trči v zapornico se ta odpre. Za dodatno vidljivost se namestijo table bočne zapore. Postavitev polzapornic pred odstavnimi nišami je izvedena v predoru Mont Blanc in v predoru Sveti Rok na Hrvaškem.



slika 55: primer izvedbe polzapornice

9.4.1 Oprema za preusmeritev prometa pred predorom

V Nemčiji so na območju dolgih, dvocevnih predorov v uporabi pomične varnostne ograje, ki v primeru izrednega dogodka preusmerijo promet iz ene cevi v drugo brez da bi se promet zaustavil. Promet se sicer upočasni, a še vedno poteka. Promet se odvija dvosmerno skozi neprizadeto cev. Dodatno se promet usmerja še s pomočjo led svetilk, ki so vgrajene v cestišče kot je prikazano na spodnji sliki.



slika 56: Preusmeritev prometa iz zaprte predorske cevi v drugo cev

9.5 Raba ropotnih črt v dvosmernih predorih

Težava enocevni tunelov so prometne nesreče, saj je reševanje v primeru nesreč zelo težavno in nevarno. Največ prometnih nesreč se zgodi zaradi vožnje po levi strani vozišča. Aplikacija osne črte kot ropotne črte nas pri prevozu na drugi pas pa nas opozori s tresljaji in ropotom.



slika 57: Ropotna črta v tunelu pod Ljubljanskim gradom



slika 58: Ropotno-dežna črta pred tunelom Karavanke

Ena od prednosti ropotnih črt je tridimenzionalnost oziroma s površine materiala dvignjena rebra, ki voznikom ob prevozu povzročijo rahlo vibracijo. Poleg tega stimulusa ropotne črte oddajajo zvok, ki ga zaznavajo tako osebe v vozilih kot osebe zunaj njih. Ropot, ki ga

oddajajo črte ob prevozu, voznika opozorijo, da je zapeljal na nasprotni vozni pas ali na rob vozišča. Posebej so opozorilni zvoki, ki jih oddajajo črte, uporabni na dvosmernih voziščih in v tunelih, saj so lahko tam posledice napačne smeri vožnje najbolj tragične. Na avtocestah uporabljamo ropotne črte predvsem kot robne črte, saj zvok, ki ga te oddajajo, voznika opozori, da vozi po robu vozišča. Zgoraj navedene prednosti tovrstnih aplikacij dopolnjuje vidnost v dežju. Zaradi dvignjenosti reber voda namreč odteče s talnih označb, zato ima črta tudi v mokrih pogojih dobro refleksijo. Poleg vseh parametrov varnosti vroče plastike, kot so dolga življenjska doba, dnevna vidnost, nočna vidnost, drsnost in ekološka neoporečnost, ima vroča plastika tudi zelo visoko točko gorljivosti, kar je pogoj za primernost uporabe v tunelih. Naslednja težava tunelov je umazanija, zaradi katere so klasične črte zelo slabo vidne. Pri ropotnih črtah pa vsa umazanija pada v umestne prazne prostore med črtami, kar omogoča njihovo dobro vidnost.

V Sloveniji so že bili poizkusi, da bi se ta način izvedbe talne signalizacije uporabljal. Kljub doseženim dobrim rezultatom se njena uporaba še ni uveljavila.. N zgornjih dveh slikah je sta prikazani izvedbi ropotnih črt v predoru Karavanke in v predoru pod Ljubljanskim gradom.

Kot alternativa ropotnim črtam je dinamična horizontalna signalizacija s pomočjo led luči, kot je prikazano na spodnji sliki.



slika 59: izvedba alternativne zvočne in dinamične signalizacije

9.6. Vodenje prometa po prometnih pasovih

Kot je prikazano na spodnji sliki, v primeru več voznih pasov v eno smer, se promet vodi s pomočjo svetlobnih znakov. Zelena puščica pomeni odprt vozni pas, oranžna puščica, ki kaže levo ali desno nam nakazuje preusmeritev na drug vozni pas in rdeč križ zaporo voznega pasu. Kljub namestitvi takšne signalizacije po predoru in na portalu naj semaforji še vedno ostanjejo na straneh. In sicer v primeru enocevne predora na desni strani, drugače na obeh straneh.



slika 60: primer vodenja prometa v predoru v Nemčiji



slika 61: Predor Grič

V primeru dvosmernega prometa pa z namestitvijo zelene puščice oz rdečega križa na portal predora dodatno ponazorimo, da promet poteka dvosmerno in da vožnja po drugem pasu ni dovoljena. Temu primerno moraa biti postavljen tudi prometni znak, ki prepoveduje prehitevanje za vsa vozila skozi predor.



slika 62: Predor Mala Kapela

9.7 Ostali predlogi

V primeru dolgih predorov, kjer so klimatske razmere na eni strani predora lahko različne kot na drugi strani bi lahko preko spremenljive prometne signalizacije o tem obveščali uporabnike. Uporaba bi bila smiselna tudi, če je takoj po koncu predora izvoz, na katerega bi pravočasno opozorili voznika. Preko SPIS-a bi prav tako lahko voznike v primeru dolgih predorov obveščali o preostali dolžini predora, opozarjali bi jih na varnostno razdaljo. Slednja je sicer v slovenski zakonodaji definirana, vendar nikjer ne srečujemo prometnih znakov, ki bi voznika na to opozarjali. Predlagano je, da naj bi bila varnostna razdalja za osebna vozila 50 m, za tovorna vozila pa 100 m. Seveda pa je varnostna razdalja odvisna od hitrosti vozila, vendar ne sme biti manjša kot pot, ki jo voznik prevozi v 2 sekundah. Za označitev varnostne razdalje se uporabi znak II-25.

V vseh predorih naj se postavijo zanaki prepovedi prehitevanja; kjer poteka promet dvosmerno prepoved prehitevanja za vsa vozila, v primeru, da promet poteka enosmerno

prepoved velja le za tovorna vozila.

Poenoti naj se postavitev semaforjev, postavitev znaka, ki napoveduje predor, znaka, ki napoveduje bližino svetlobnih prometnih znakov. Prav tako je treba ugotoviti in pravilno postaviti znake za razvrščanje vozil – prepoved vožnje tovornjakom po skrajnem levem voznem pasu. Predlog je postavitev znaka III-117 na klancih pred predori.

Za vse voznike je pomembno tudi poznavanje oddaljenosti od izhoda (vhoda). Pri dolgih predorih vozniki izgubijo občutek koliko so že prevozili, zato jih je potrebno o tem obvestiti. Opazila sem napise na stenah predorov, ki sporočajo koliko je še do konca predora, vendar menim, da voznik, kateremu je vožnja skozi predor neprijetna in se počuti ogrožen le-teh ne opazi dovolj hitro oz se sploh ne ozira po stenah med vožnjo ampak zre le pred sabo. Zato bi bila ena izmed možnosti, kako voznika o tem obvestiti tudi kot se že omenila preko SPIS-a. Druga preko svetlobnega, neprometnega znaka, na katerem je zapisana samo preostala dolžina.

V kolikor zasilni izhodi vodijo v sosednji predor je ograja na obeh straneh pametna rešitev, ki prepreči trke med vozili in pešci po zapustitvi ogrožene cevi.

Priporočljivo je zasilne izhode opremiti z zvočnimi signali in uradno določiti v kakšnem stanju naj vozniki zapustijo avto (odklenjen, s ključem, s prižganimi lučmi...) in jih z njimi seznaniti; oznake v uslužnostnem predoru morajo jasno nakazati kaj naj evakuiranci storijo, ko enkrat vanj vstopijo.

V predoru mora biti ustrezen komunikacijski sistem, tako preko zvočnikov kot preko radia (samodejna sprememba frekvence na frekvenco predora), znak, na kateri frekvenci lahko uporabniki lovijo radio z prometnimi informacijami pa mora biti postavljen že na ustrezni razdalji pred predorom. Opozorila v primeru nevarnosti morajo izrecno povedati za kaj gre in kaj je potrebno storiti. Podati ga je potrebno brez oklevanja, zato morajo biti opozorila že v naprej pripravljena in osebje predora usposobljeno za krizna delovanja.

Po pregledu nemških Rabtov in avstrijskih RVSjev v nadaljevanju podajam algoritem, kdaj se uporabi kakšen tip, model opreme predora za dolg (TIP P3-AC), srednji (TIP P2-AC) in kratek (TIP P1-AC) predor posebej na avtocesti in nato še TIP P1 IN P2 na ostalih cestah. Tipi so prilagojeni slovenskim razmeram. Posebej je obdelan predor v katerem so udeleženci

v prometu tudi pešci in kolesarji, v katerem je potrebno zagotoviti dovolj široke in ustrezno zaščitene robne pasove (varnostna ograja, odsevniki). Prometna oprema je enaka kot v kratkih predorih TIP P1, vendar je pred predorom dodan svetlobni znak za urejanje prometa pešcev, da jim v primeru prevelike koncentracije plinov prepreči prehod v predor.

Vrsta opreme oz. tip je sicer odvisen od PLDP (povprečni letni dnevni promet) in vrste ceste. Vsi tipi in algoritmi za določanje tipa predora so zrisani v prilogah.

Na koncu vsakega predora naj bo ustrezen znak za prenehanje prepovedi. Vsi predori daljši kot 1000 metrov naj vsebujejo SPIS, preko katerega obveščamo uporabnike o stanju na cesti in v predoru. V primeru, da je tudi skozi predor voden promet s pomočjo puščic (zelena, oranžna) in rdečega križa, naj se to ponovi na cca. vsake 200 m, odvisno od geometrije predora. Po potrebi, v primeru, da je predor v krivini tudi pogosteje. Prav tako se priporoča ponovitev spremenljivega prometnega znaka na vsake 500 m. Znak, ki napoveduje predor naj bo oddaljen od portala cca. 250. Če se na tej razdalji že vidi predorska cev naj bo postavljen dlje stran, vendar naj ima v tem primeru dopolnilno tablo, ki sporoča oddaljenost od portala.

Pred srednjimi in dolgimi predori, v katerih lahko obvezno spremljamo radijsko frekvenco, naj bo ta podana tako na portalu predora kot cca. 500 m oddaljeno. Glede na veliko število prometnih znakov, bi bilo smiselno razmisliti o skupnem znaku, ki napoveduje tako predor, kot radijsko frekvenco. Vzrok temu predlogu je tudi, ker je sedanji znak, ki označuje radijsko frekvenco občutno premajhen, zato vozniki ne zaznajo pravočasno pravilnega obvestila.

10. ZAKLJUČEK

Med dvema uveljavljenima pristopoma podajanja informaciji voznikom, s v Sloveniji izvaja praksa, da je potrebno vozniku podati vse informacije, ker so značajske karakteristike voznikov različne, različno reagirajo na informacije iz okolja. Čas zaznave je seveda odvisen od (dovoljene) hitrosti, velikosti in razdalje znaka, na kateri lahko voznik še zazna znak in njegov pomen. Sposobnost zaznave je odvisna tudi od zapletenosti situacije. Bolj je zahtevna, manj časa ima voznik na razpolago za zaznavanje. Upoštevati pa je potrebno tudi, da prehitra ali prepozna informacija na voznika nima velikega vpliva, saj jo v prvem primeru pozabi do mesta, kjer bi jo potreboval, če je informacija prepozna pa nima več časa, da bi nanjo odreagirala. Iz tega razloga se ne sme na prometno signalizacijo in prometno opremo javnih cest dodajati ničesar, kar ni v neposredni zvezi s postavljeno prometno signalizacijo in opremo cest. Zadnja (hrbta) stran prometnih znakov in turistične in druge obvestilne signalizacije mora biti siva brez leska in brez vsebine.

Poročilo OECD navaja, da je vzrok 95% nesreč nepravilno ravnanje voznikov, zato je smiselno razmišljati, da se poveča število obveščevalnih akcij vožnje v predoru in vključitev vožnje skozi predor pri opravljanju vozniškega izpita. Te obveščevalne akcije morajo zajemati pravilno obnašanje uporabnikov cest, ko se bližajo predoru in vozijo skozenj, zlasti v povezavi z okvaro vozila, zastojem, nesrečo ali požarom. Informacije o razpoložljivi varnostni opremi in ustreznem ravnanju uporabnika cest v predorih se zagotovijo na primernih mestih za uporabnike predorov (na primer na počivališčih pred predori, pri vhodu v predor, ko promet stoji, ali na internetu).

VIRI

Pravilnik o prometni signalizaciji in opremi na javnih cestah, Ur. l. RS št. 46/2000, 2131

Uredba o tehničnih normativih in pogojih za projektiranje cestnih predorov v republiki Sloveniji, Ur. l. RS št. 48/2006, 2084

Direktiva Evropskega parlamenta in sveta 2004/54/ES o minimalnih varnostnih zahtevah za predore v Vseevropskem cestnem omrežju,
http://zakonodaja.gov.si/rpsi/ro3/predpisi_PRAV6453.html

Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunnel, RABT 2002

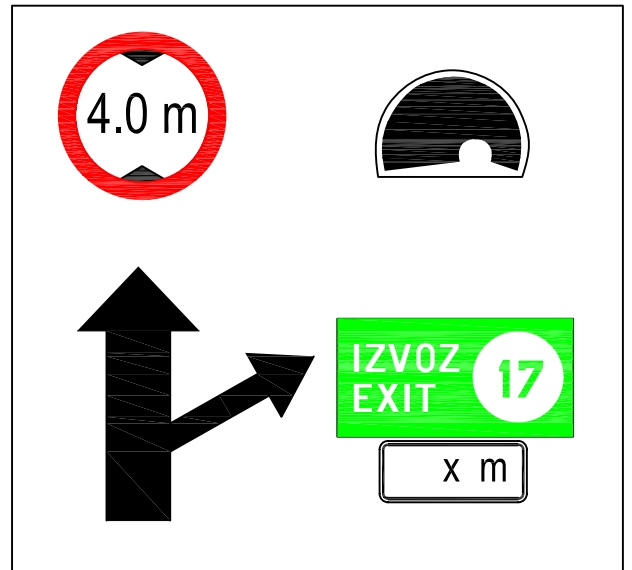
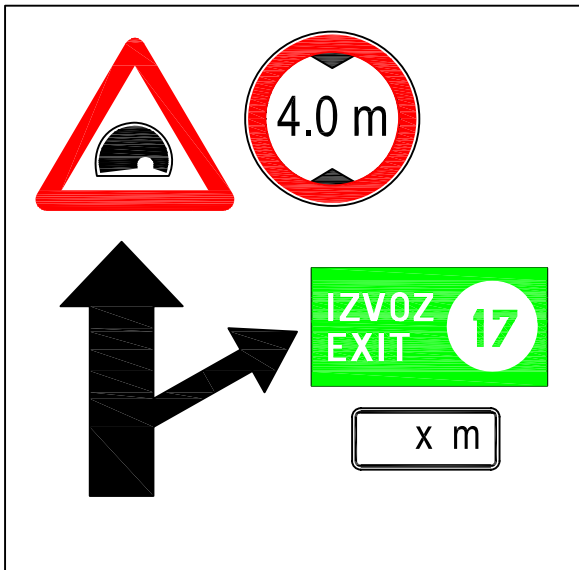
Tollazzi, T.,2007, Ocena funkcionalnosti obstoječega označevanja širšega območja predorov na avtocestah z vidika uporabnikov avtocest, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo

Planungshandbuch Tunnelsicherheit, Asfinag Authobahnen-und schnellstrassen-finanzierung-aktiengesellschaft, PlaPB pr 800.711.10, 2002

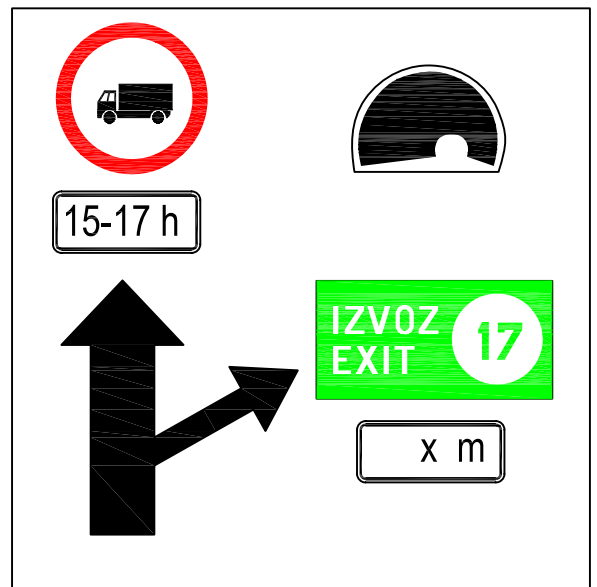
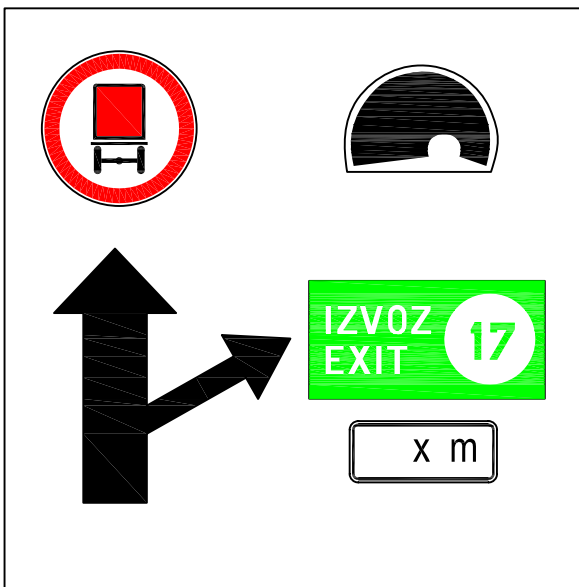
95230 – Viaberlin,
<http://www.viaberlin.de>, 2007

Telefongradnje,
<http://www.telefon-gradnje.hr>, 2007

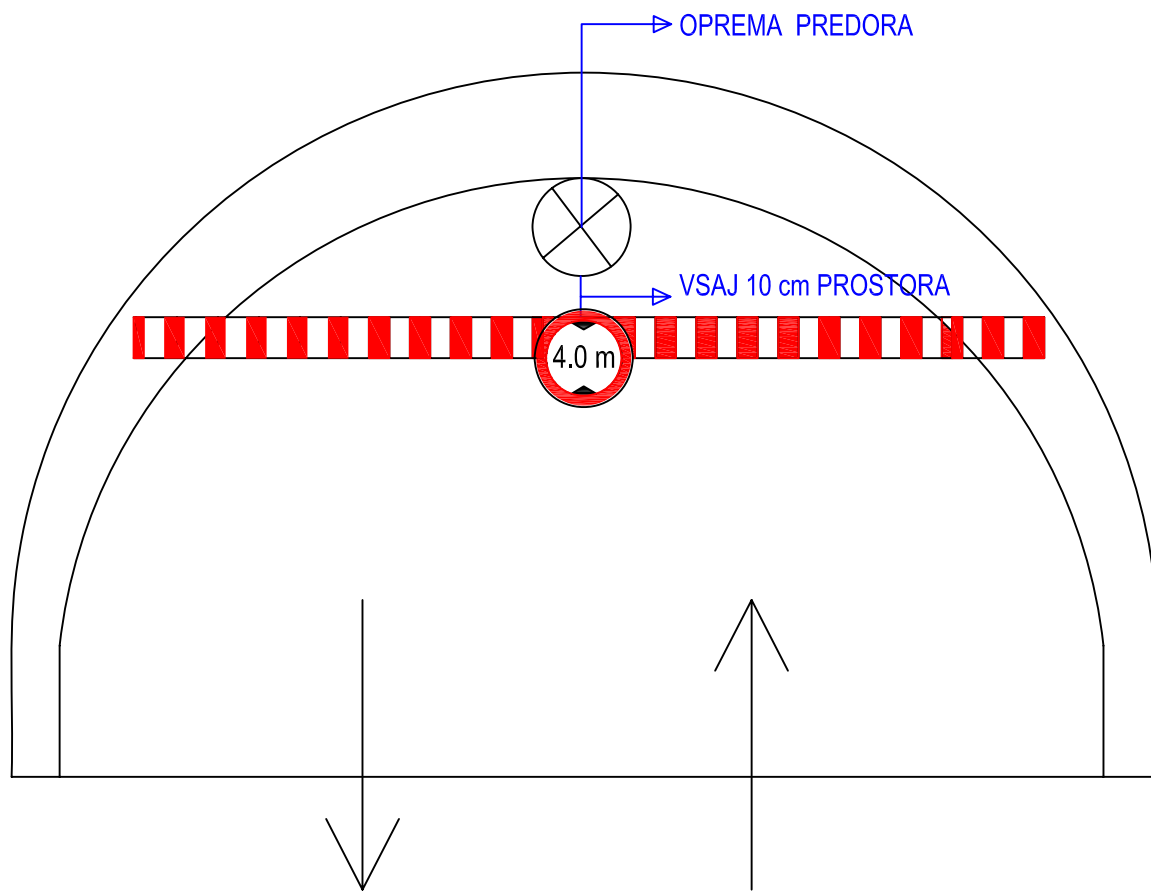
PRILOGE



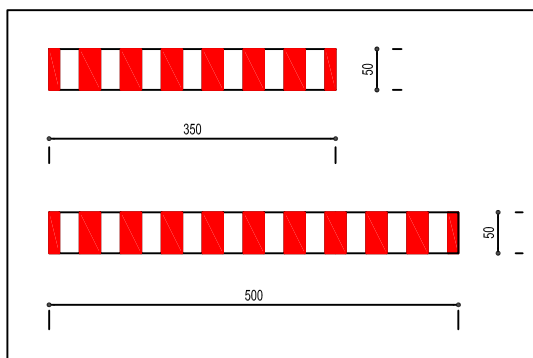
predloga znaka za napoved kontrole višine zaradi predora



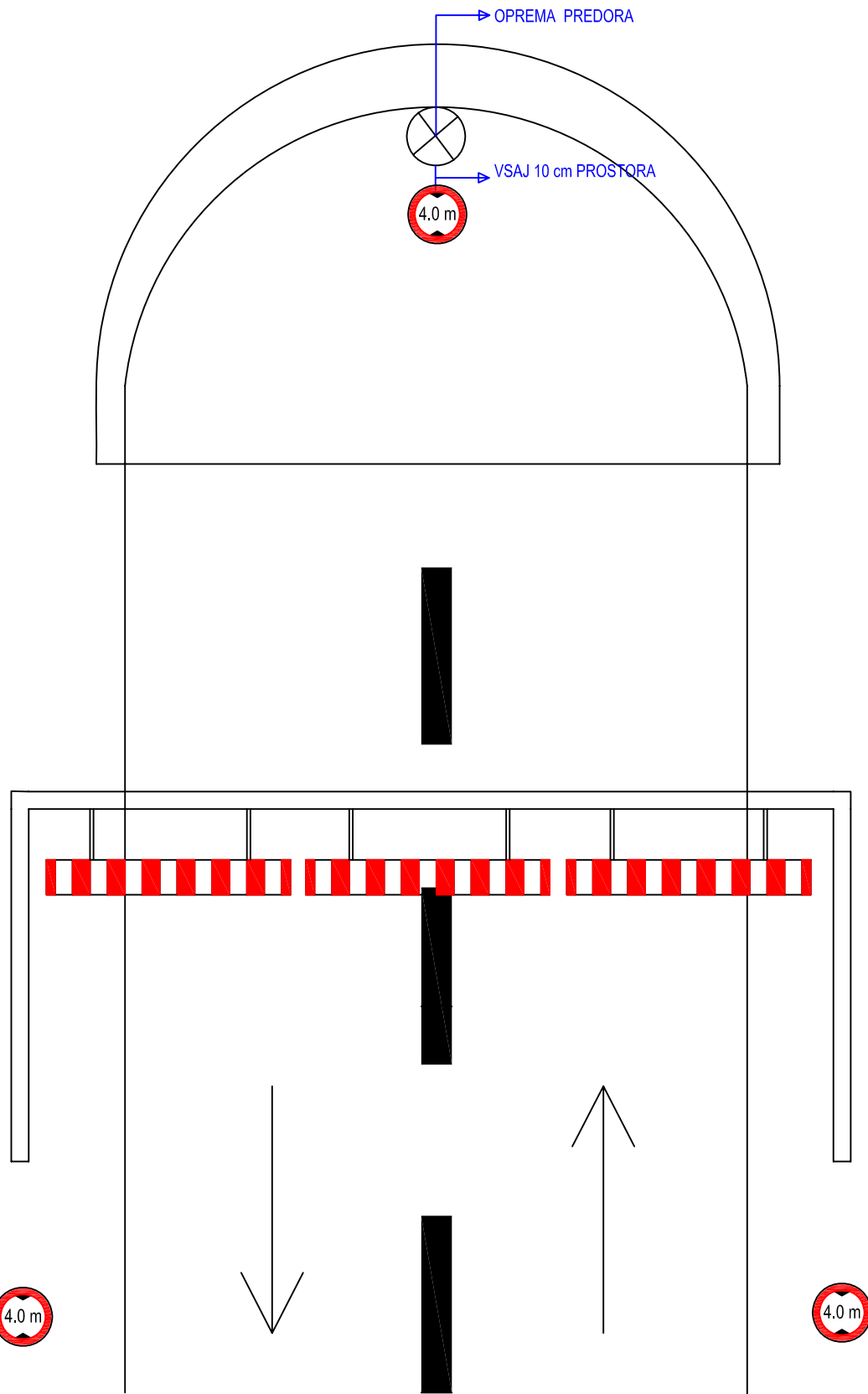
priloga A : predlog znaka za preusmeritev vozil, ki prevažajo nevarno blago in znaka, ki ob urni konici izloči tovorna vozila

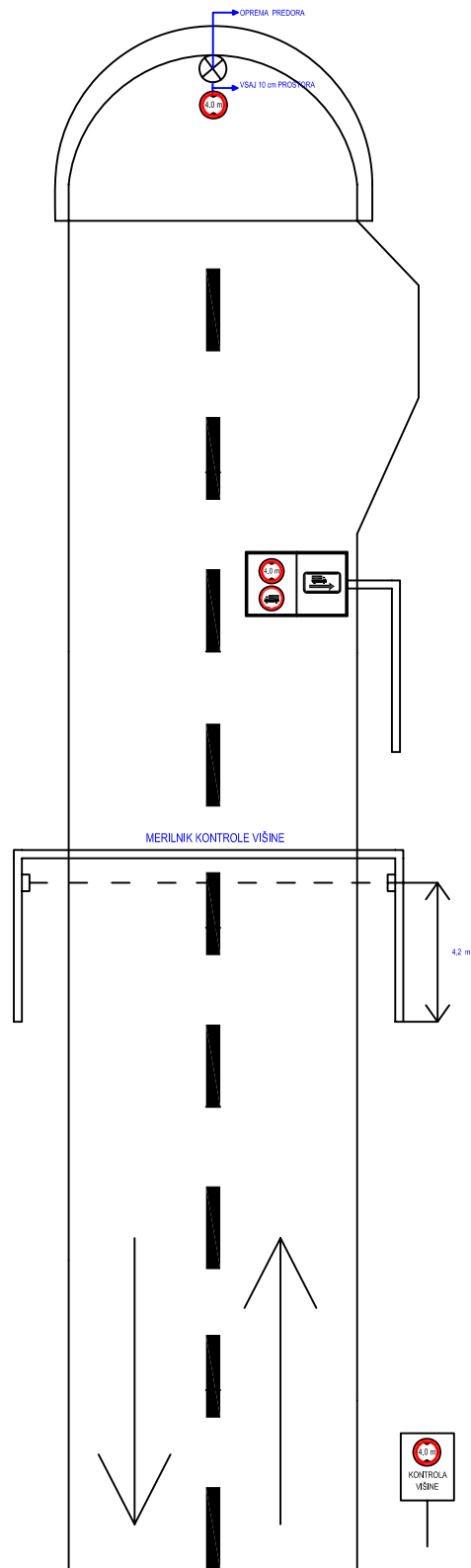


TIP KV 1



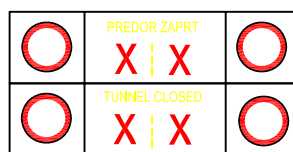
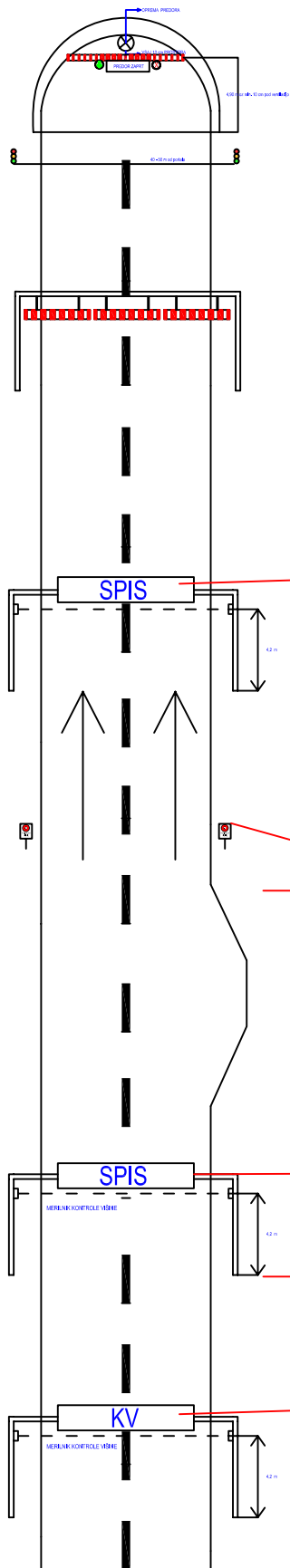
priloga B1: TIP KV1 in detajl late za kontrolo višine PREDORA TIP KV1



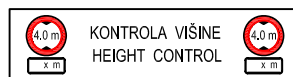
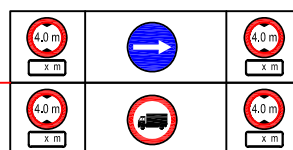


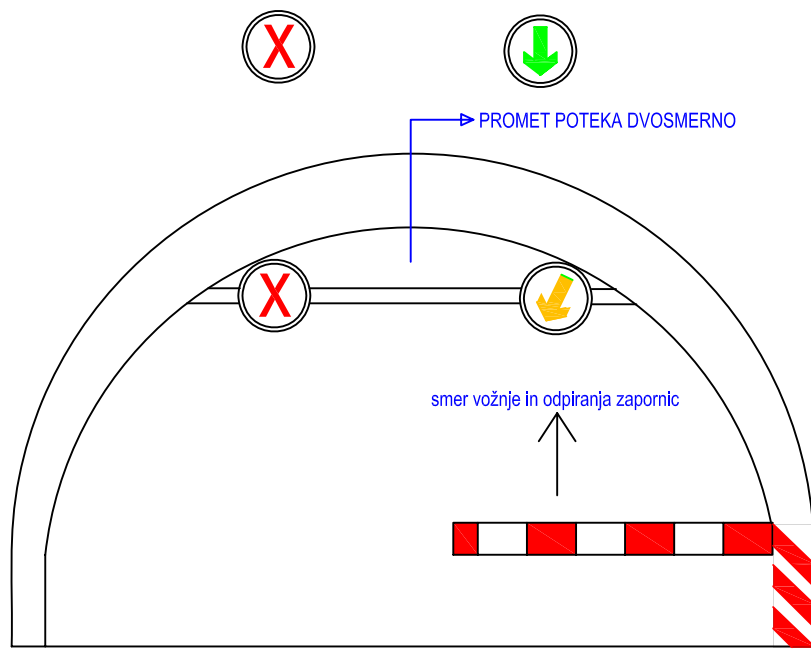
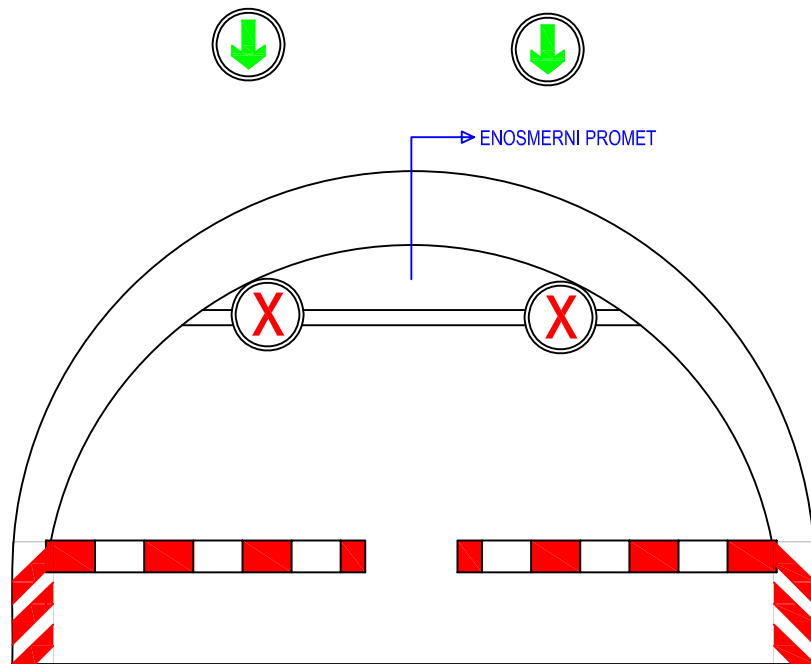
priloga B3: kontrola višine PREDORA TIP KV3a;

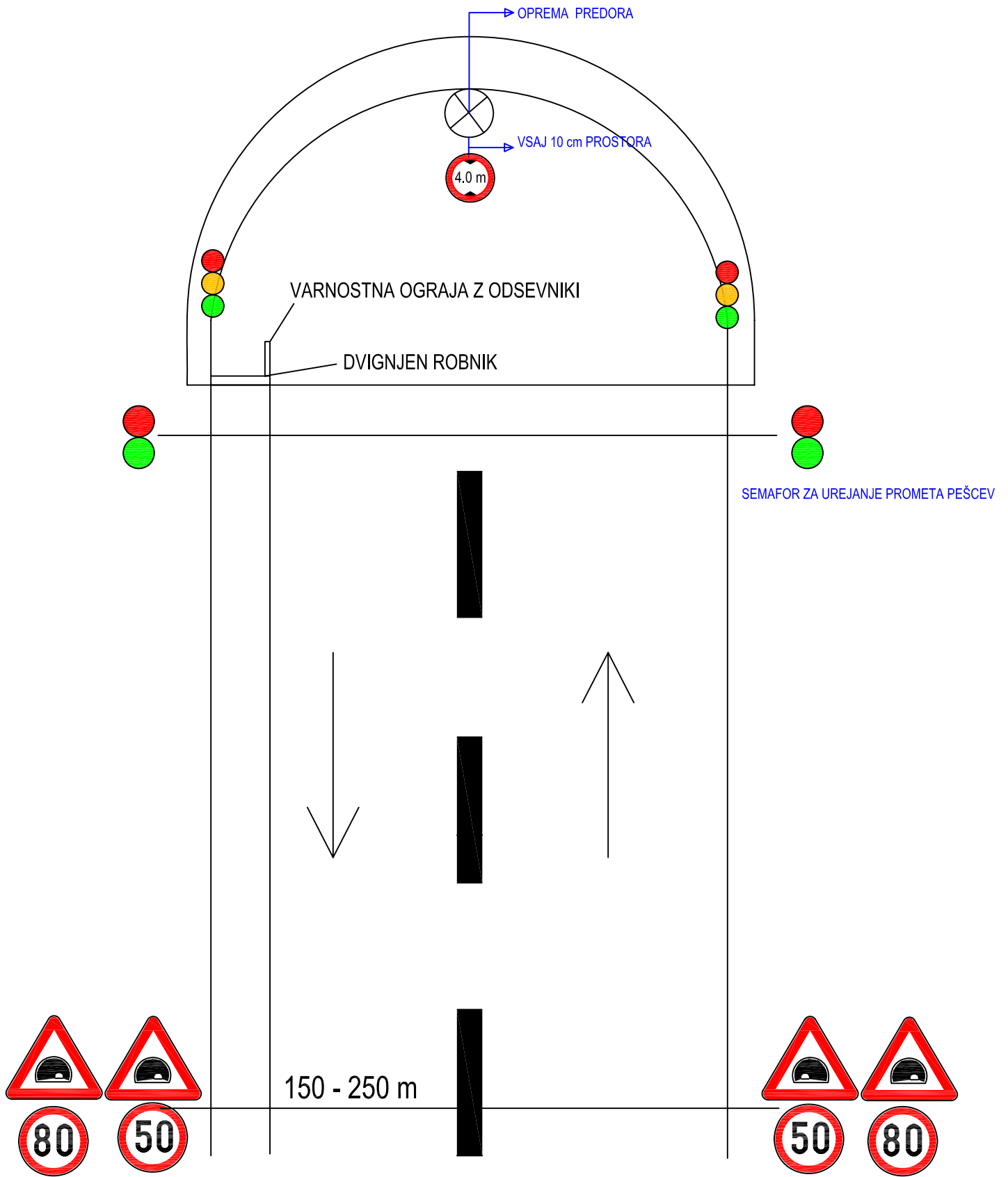
V primeru, da promet poteka enosmerno, se SPIS namesti nad obema voznima pasoma, prav tako se znak za kontrolo višine postavi na obe strani. Uporabi se TIP KV3b.



SPREMENLJIV PROMETNI ZNAK

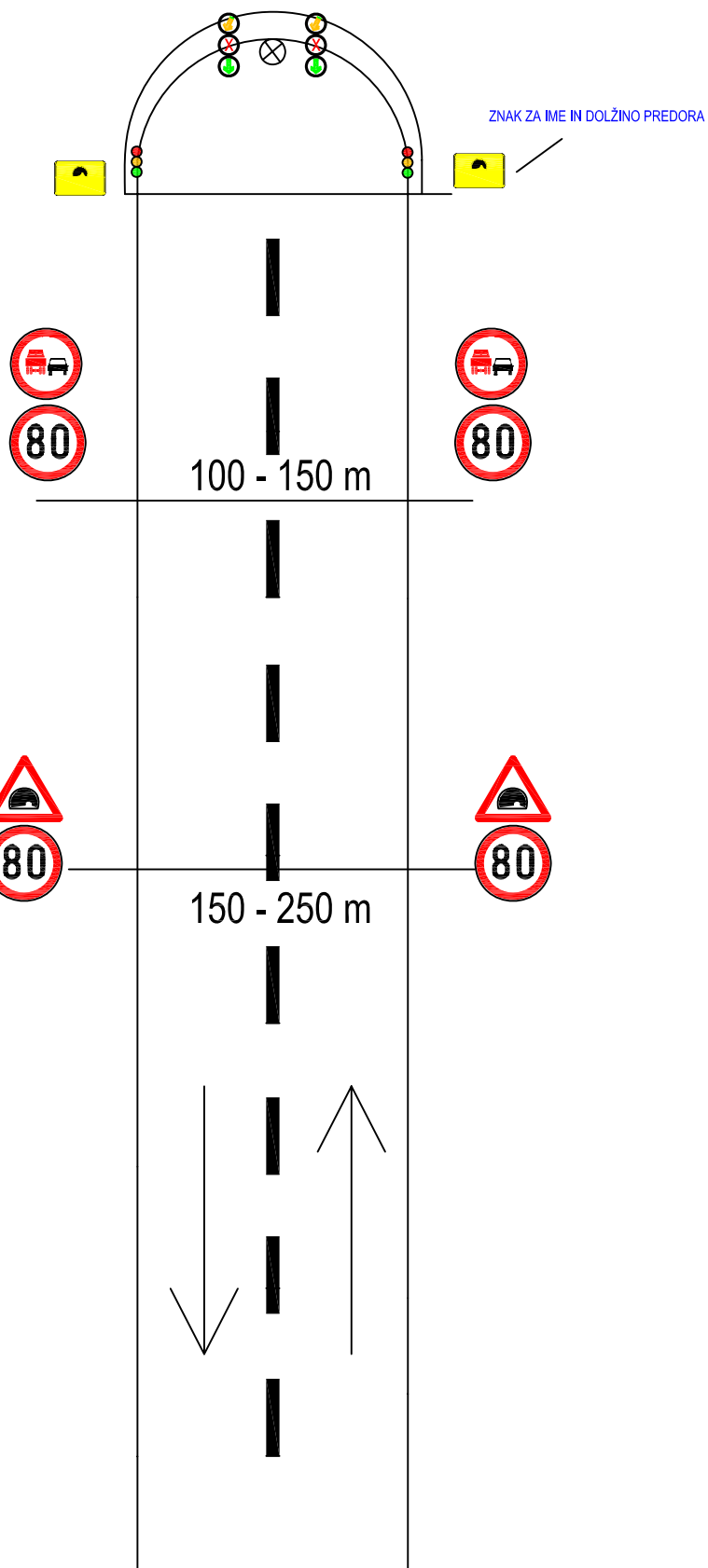


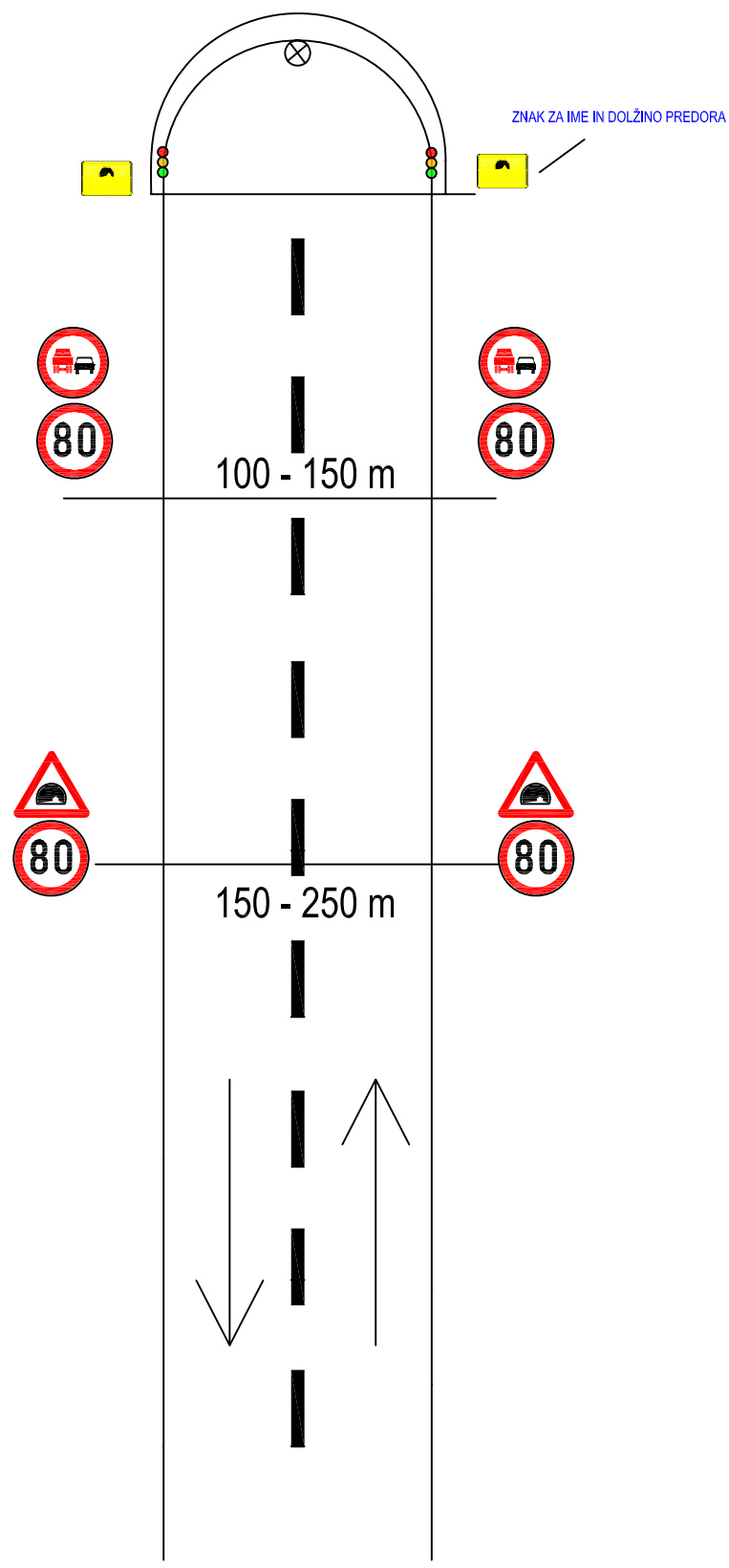


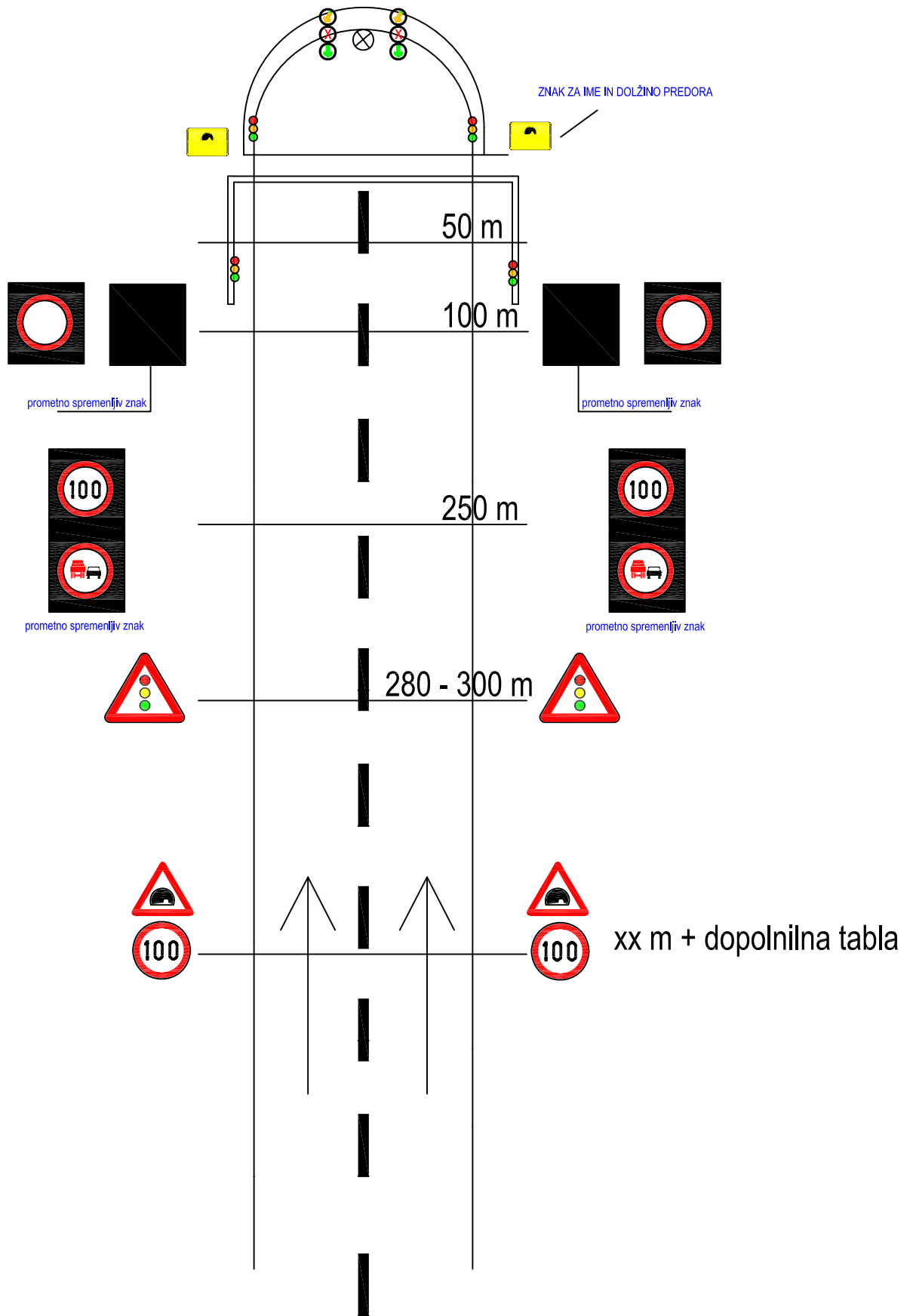


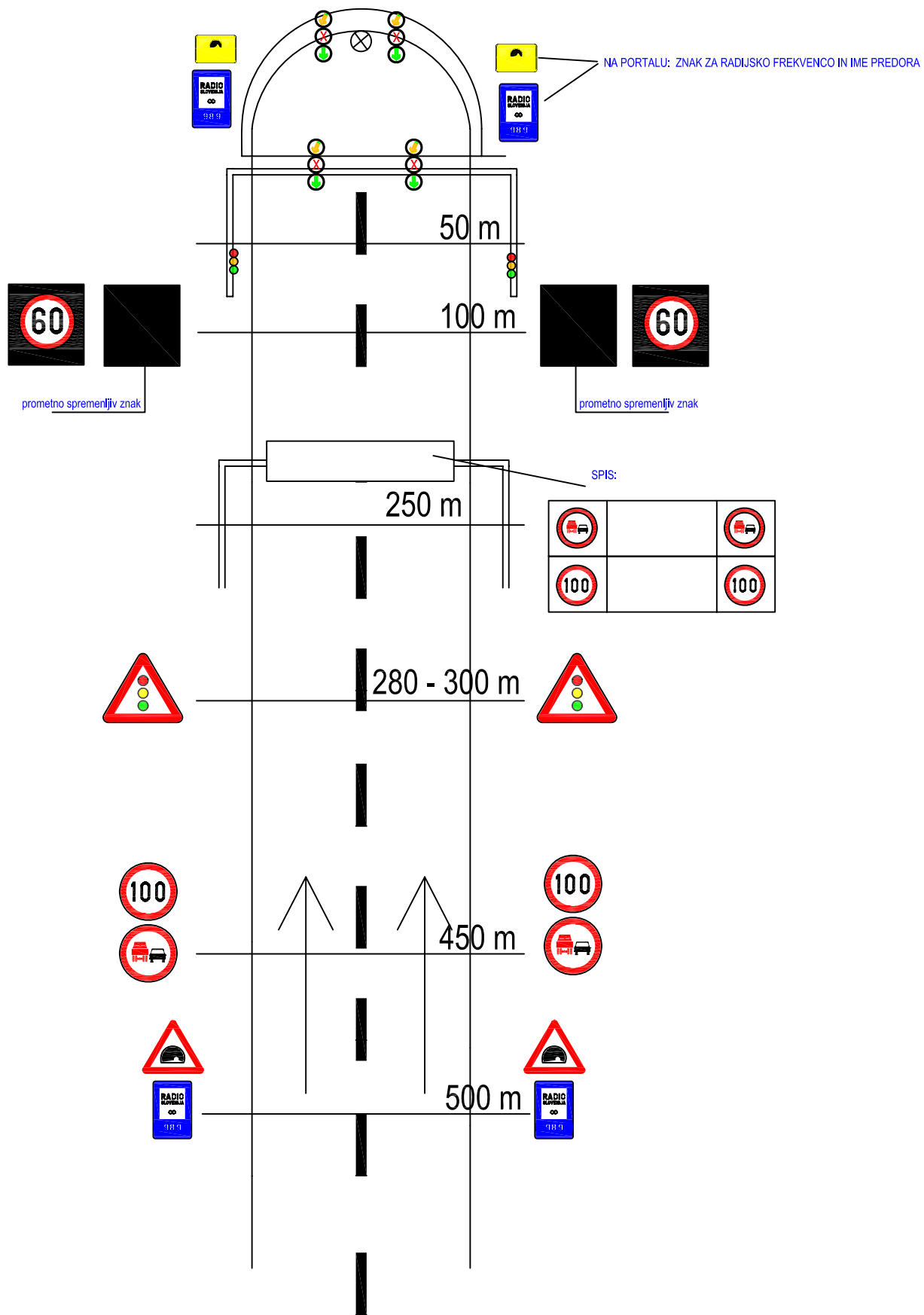
OMEJITEV HITROSTI ODVISNA OD KATEGORIJE CESTE NA KATERI JE PREDOR

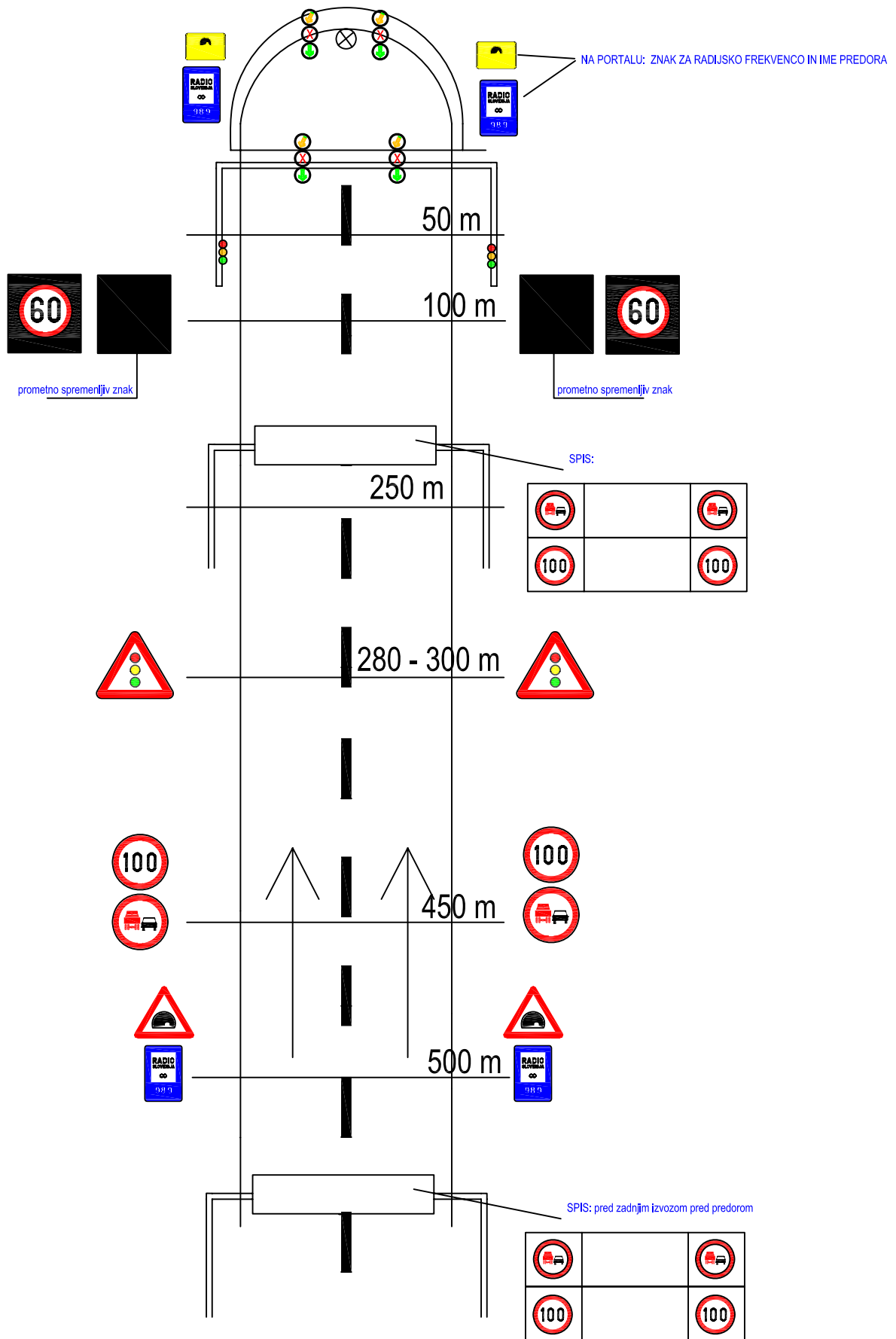
priloga D1: PREDOR, KJER SO UDELEŽENI PEŠČI IN KOLESARJI - TIP P1p





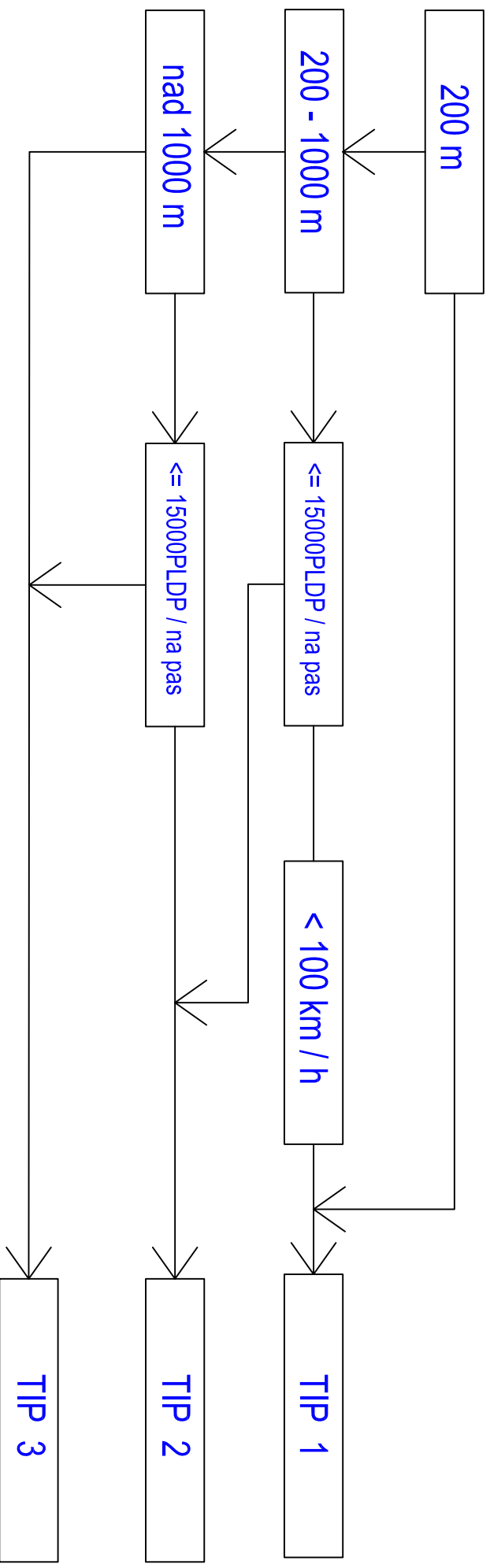






priloga D6: oprema predora TIP P3-AC

DOLŽINA PREDORA PROMETNA OBREMENTEV OMEJITEV HITROSTI TIP OPREME PREDORA



priloga E: algoritem izbire tipa predora