

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

Kandidat:
Rok Čokl

Premične varnostne ograje

Diplomska naloga št.: 268

Mentor:
doc. dr. Alojzij Juvanc

Somentor:
asist. mag. Robert Rijavec

Ljubljana, 26. 3. 2007

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **ROK ČOKL** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»PREMIČNE VARNOSTNE OGRAJE«.

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

Ljubljana, 07.03.2007

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 625.74:692.88 (043.2)
Avtor: Rok Čokl
Mentor: doc.dr. Alojz Juvanc
Somentor: asist. mag. Robert Rijavec
Naslov: Premične varnostne ograje
Obseg in oprema: 60 str., 9 pregl., 55 sl.,
Ključne besede: premična varnostna ograja, mini varnostna ograja, rekonstrukcija, prometni pas

Izveček

Razvoj in življenjski ritem nas bo slej ko prej pripeljal do točke, ko bomo morali razmišljati o bolj učinkovitem izkoriščanju obstoječih cest ter o boljšem varovanju človeškega življenja na območju vzdrževalnih del na cesti. O tej temi lahko začnemo razmišljati že sedaj in ne šele, ko bo prepozno.

V diplomski nalogi so predstavljeni različni sistemi premičnih varnostnih ograj in njihova razdelitev glede na njihov namen oz. uporabo. Predstavljeni so tudi primeri uspešne prakse v svetu, ter primeri, kje in kako bi premične varnostne ograje lahko uporabili v Sloveniji.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDK: 625.74:692.88 (043.2)
Author: Rok Čokl
Supervisor: assist. prof. Alojz Juvanc, Ph.D. C.E.
Co Supervisor: assist. Robert Rijavec, M.Sc. C.E.
Title: Moveable safety barriers
Notes: 60 p., 9 tab., 55 fig.
Key words: moveable safety barrier, mini safety barrier, reconstruction, traffic lane

Abstract

The progress and our life style will soon bring us to the point, where we will have to start thinking of a more sufficient use of already existing roads and a better way of protecting human lives within the sphere of road maintenance. We can start thinking of this topic now and not when it will all be too late.

In the diploma different systems of quickchange moveable barriers are presented and divided on means and purpose of use. Presented are also successful examples of use in the world and suggestions where and how quickchange moveable barriers could be used in Slovenia.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem doc. dr. Alojzu Juvancu in somentorju asist. mag. Robertu Rijavcu. Zahvalil pa bi se še staršem za potrpežljivost, sestričnima Saši in Tini ter sošolki Urški za pomoč pri tuji literaturi.

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD	1
2.	NAMEN IN CILJ NALOGE	2
3.	VARNOSTNE OGRAJE IN EU STANDARD SIST EN 1317	3
3.1	Varnostne ograje	3
3.2	EU standard SIST EN 1317	4
4.	PREMIČNE VARNOSTNE OGRAJE NA CESTAH	12
4.1	Aplikacije premičnih varnostnih ograj glede na prečni profil avtoceste	13
4.2	Sistemi premičnih varnostnih ograj in njihove glavne značilnosti	14
4.2.1	Premične varnostne ograje (PVO)	14
4.2.2	Mini varnostna ograja (MVO)	21
4.3	Uporaba premičnih varnostnih ograj	27
4.3.1	Načini postavitve ograj	27
4.3.2	Premične varnostne ograje namenjene rekonstrukcijam in sanacijam	28
4.3.3	Premične varnostne ograje namenjene preusmeritvi prometnega toka (po smeri spremenljiv prometni pas)	31
4.3.4	Sredinska premična varnostna ograja pred predori	38
4.4	Uspešno realizirani primeri v svetu	42
5.	UPORABA SISTEMA PREMIČNIH VARNOSTNIH OGRAJ SLOVENIJI ? ..	53
5.1	Razlogi za uporabo premičnih varnostnih ograj	56
6.	ZAKLJUČEK	58
	VIRI IN LITERATURA	60

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovni parametri pri preizkusih s trki vozil v varnostno ograjo.....	6
Preglednica 2: Nivoji sposobnosti zadrževanja voz.....	7
Preglednica 3: Stopnja intenzitete trka.....	7
Preglednica 4: Velikost delovnih širin.....	7
Preglednica 5: Parametri pri preizkusih varnostne ograje	8
Preglednica 6: Stopnja intenzitete trka.....	10
Preglednica 7: Osnovni nivo zadrževanja vozil z varnostno ograjo za različne vrste cest.....	10
Preglednica 8: Povečani nivoji zadrževanja vozil z varnostno ograjo.....	11
Preglednica 9: Stroški po smeri spremenljivega pasu na avtocesti M20 (13,8 km)	51

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz zapore odstavnega pasu	13
Slika 2: Prikaz zapore prometnega pasu ob odstavnem pasu	13
Slika 3: Prikaz zapore prometnega pasu ob ločilnem pasu.....	13
Slika 4: Element hitro prestavljive ograje [9]	14
Slika 5: Jekleni zgib hitro prestavljive ograje [9]	15
Slika 6: Dimenzije klasične premične varnostne ograje [2]	15
Slika 7: Transportno vozilo za premikanje PVO [9]	16
Slika 8: Preusmeritev prometnega toka na sredinskem pasu, transportno vozilo je zaščiten z obeh strani [9].....	17
Slika 9: Dimenzije betonske malopodajne ograje [2]	18
Slika 10: Dimenzije jeklene malopodajne ograje [2]	19
Slika 11: Transportno vozilo za premik HPO-R [9].....	20
Slika 12: Dimenzije elementa mini varnostne ograje [1]	21
Slika 13: Prikaz povoznega dela ograje [1]	22
Slika 14: Majhen pomik ograje pri naletu vozila [1].....	22
Slika 15: Uporaba pri čiščenju mulde ali sanaciji robnikov [1]	23
Slika 16: Zaključek MVO [1].....	23
Slika 17: Element za dostop na gradbišče [1].....	24
Slika 18: Element prehoda MVO na obstoječo ograjo [1]	24
Slika 19: Element prehoda MVO na kombinirano obstoječo ograjo [1].....	25
Slika 20: Odlična vidljivost MVO v nočnih razmerah [1]	25
Slika 21: Transportno vozilo pri premikanju ograje [1]	26
Slika 22: Transportno vozilo pri čiščenju MVO z ustreznim nastavkom [1].....	26
Slika 23: Skladiščenje MVO na relativno majhni površini [1]	27
Slika 24: Neovirana površina vzdolž celotne dolžine rekonstruiranega dela ceste ali novogradnje [10]	29
Slika 25: Vsi transporti se izvajajo neovirano in varno za ograjo [9]	30
Slika 26: Dostop na gradbišče je lahko kjerkoli [9]	30
Slika 27: Šest pasovna cesta [9]	32
Slika 28: Ograditev in zaščita notranjega prometnega pasu [9]	32

Slika 29: Prenovljen prometni pas [9].....	32
Slika 30: Formacija prometnih pasov »3+2« in prenova preostalega cestišča [9].....	33
Slika 31: Dva vzporedna objekta [9].....	34
Slika 32: Preusmeritev in ureditev prometa na en objekt, ter rekonstrukcija drugega objekta [9].....	34
Slika 33: Promet na obstoječi cesti in gradnja novega objekta [9]	34
Slika 34: Preusmeritev prometa in ureditev prometnega toka na novozgrajeni objekt [9].....	35
Slika 35: Urejen prometni režim na novem mostu in pričetek gradnje vzporednega mostu [9]	35
Slika 36: Prestavitev PVO v nočnem času [9]	36
Slika 37: Vzpostavitev prometnega režima na sistem »1+2« [9].....	36
Slika 38: Varna in nemotena preplastitev prometnega pasu s katerega smo preusmerili promet [9].....	37
Slika 39: Ponovna vzpostavitev obstoječega prometnega režima [9].....	37
Slika 40: Shema dinamičnega vodenja prometa v območju predora [4]	38
Slika 41: Premična varnostna ograja pred predori [4]	39
Slika 42: Jeklene PVO narejene po sistemu New Jersey [4]	40
Slika 43: Drugačna oblika jeklene varnostne ograje [4]	40
Slika 44: Samodejni stranski premik jeklene varnostne ograje [4].....	41
Slika 45: Spremenljiva prometna signalizacija [4]	41
Slika 46: Prikaz zaprtega pasu in preusmeritve s pomočjo SPS [4]	42
Slika 47: Rekonstrukcija glavna cesta A-40, Montreal, Kanada [2].....	44
Slika 48: Po smeri spremenljiv prometni pas na mostu Tappan Zee, New York [2].....	45
Slika 49: Po smeri spremenljiv prometni pas za zagotavljanje zadostne prometne pretočnosti na hitri cesti I-93, Boston, Massachusetts [2]	47
Slika 50: Shema vodenja prometa v primeru preplastitve hitre ceste Van Wyck, Long Island, New York [2]	48
Slika 51: Širitev meddržavne hitre ceste I-66, Arlington, Virginia [2].....	50
Slika 52: Prikaz preureditve obstoječega stanja v dinamični prometni pas	54
Slika 53: Prometni pas rezerviran za intervencijska vozila	55
Slika 54: Ureditev prometnega režima »2+1«	55
Slika 55: Ureditev prometnega režima »1+2«	56

1. UVOD

Izredni dogodki na cestah (npr. prometni zastoji v območju gradenj na cestah) niso samo lokalna neprijetnost, ampak so postali pomemben nacionalni problem, saj stanejo družbo letno vse preveč denarja. Glede na to, da se vse več popravil in rekonstrukcij cest izvaja pod prometom, se bodo zastoji in s tem posledično tudi stroški uporabnikov le še povečevali. Izkušnje držav, ki se ukvarjajo s problematiko upravljanja prometa že dalj časa (zaradi količine prometa), kažejo, da je rešitev moč najti v premičnih varnostnih ograjah.

Premične varnostne ograje se med operacijo premikanja hitro in kontinuirano ter varno prestavi iz enega prometnega pasu na drugega brez nepotrebne nevarnega vmešavanja v prometni tok. Premične varnostne ograje so izpeljanka obstoječih statičnih varnostnih ograj. Testirajo se na enak način kot ostale varnostne ograje v skladu s standardom SIST EN 1317, to je s trki vozil pri različnih hitrostih in pod različnimi vpadnimi koti.

Najpomembnejša uspeha premičnih varnostnih ograj (v nadaljevanju PVO) sta pregledna in jasna označitev novega pasu ceste, ki je že končan in je na voljo za uporabo, ter ločitev prometnega toka od področja gradnje ali drugega prometnega toka.

2. NAMEN IN CILJ NALOGE

Namen naloge je zbrati podatke o elementih, postavljanju in učinkovitosti premičnih varnostnih ograj.

PVO so bile razvite in narejene predvsem za fizično zaščito delavcev, ki delajo na cesti, po kateri neprekinjeno poteka promet, ter varčevanju na mnogih področjih. Bistvenega pomena je varčevanje na časovnem in finančnem področju, ki sta v trenutnem tempu življenja velikega pomena.

Pri izvajanju gradbenih del z zaporami cest in ureditvami obvozov nastajajo tudi operativni stroški uporabnikov, ki jih je treba iz nacionalnega vidika prišteti k stroškom gradnje (obnove, rekonstrukcije). Ker se to s predpisi ne zahteva, niti investitor niti izvajalec ne čutita nobene potrebe, da bi ravnala gospodarno. Zato lahko upamo, da bo v bližnji prihodnosti prišlo do sprememb tudi na tem področju in da se bodo predpisi temu ustrezno korigirali.

Cilj diplomske naloge je, da se s predstavitvijo novosti spodbudi ustrezno ministrstvo, da prične postopek, ki bo predpisal obveznost obeh vključenih, da bi pri gradnji upoštevala tudi ta strošek in ravnata racionalno. In da hkrati pokaže, da se da to racionalnost doseči tudi z uporabo PVO.

3. VARNOSTNE OGRAJE IN EU STANDARD SIST EN 1317

3.1 Varnostne ograje

Namen cestnih varnostnih ograj je preprečiti izlet vozila s cestišča ali preboj na nasprotni vozni pas ter tako zmanjšati nevarnost trkov, kadar vozilo nenadzorovano spreminja smer vožnje. Pri izbiri primerne konstrukcije cestne varnostne ograje moramo le-to obravnavati kot oviro, ki mora biti postavljena le na odsekih, kjer je možnost hujših poškodb pri naletu vozila manjša kot v primeru, če ograje nebi bilo. Na javnih cestah se lahko postavljajo le varnostne ograje, ki so atestirane po standardu SIST EN 1317.

Konstruktivski elementi jeklene cestne varnostne ograje:

- odbojnik (ščitnik): je element ograje narejen iz materiala primernih mehaničnih lastnosti, predpisane dolžine, v slučaju trka vozila v njegovo močno konstrukcijo (betonska varnostna ograja) ali deformacija (jeklene ali lesene varnostne ograje) oblaži posledice trka;
- distančnik: je element ograje predpisanih dimenzij, ki služi za povezavo med odbojnikom in stebrom ali drugo oporo;
- steber: nosi distančnik in odbojnik, izdelan iz materiala primernih mehanskih lastnosti predpisane dolžine, ki zagotavlja lego distančnika na primerni oddaljenosti in višini od vozišča;
- mačje oko: je pritrjeno na odbojnik in služi označevanju ceste;
- zaključni element: je del ograje na njenem začetku in koncu, njegov namen je oblažitev posledic trka med vozilom in ograjo.

V pripravi je slovenska tehnična specifikacija o pogojih in načinih postavitve varnostnih ograj. Le-ta predpisuje, da mora biti zgornji rob jeklene varnostne ograje postavljen 75 cm nad robom vozišča ali odstavnega pasu. Oddaljenost ščitnika varnostne ograje mora biti najmanj 50 cm od roba vozišča oziroma roba odstavnega pasu. Razdalja med prečno najbolj oddaljenim koncem ščitnika in sredino stebra mora biti 40 ± 5 cm.

Glede na material ločimo naslednje vrste varnostnih ograj:

- kovinske,
- betonske,

- lesene,
- kamnite,
- kombinirane.

Premične varnostne ograje so izpeljanka obstoječih statičnih varnostnih ograj. Premične varnostne ograje se med operacijo premikanja hitro in kontinuirano ter varno prestavi iz enega prometnega pasu na drugega brez nepotrebne nevarnega vmešavanja v prometni tok.

3.2 EU standard SIST EN 1317

Z namenom, da bi poenostavili razvrščanje, projektiranje, izdelavo, montažo in preizkušanje cestnih varnostnih ograj, je Evropska organizacija za standardizacijo CEN v okviru svojega tehničnega odbora TC 226 "Oprema cest" pripravila evropski standard EN 1317 – Road restrain system (Cestne varnostne ograje).

Standard je sestavljen iz šestih delov:

- Del 1: Terminologija in splošne zahteve pri testiranju.
- Del 2: Varnostne ograje - razvrščanje v razrede, pogoji ustreznosti pri preizkusih s trki in preizkusne metode.
- Del 3: Blažilci trkov - razvrščanje v razrede, pogoji ustreznosti pri preizkusih s trki in preizkusne metode.
- Del 4: Pogoji ustrezajo pri preizkusih s trki in preizkusne metode za zaključke in prehode varnostne ograje.
- Del 5: Trajnost in ugotavljanje skladnosti.
- Del 6: Obcestna ograja za pešce.

Evropski EN 1317 je namenjen ugotavljanju ustreznosti za vse vrste obcestnih varnostnih ograj (betonske, jeklene...) in ostalih ovir ter omogoča kvalitetno primerjavo obnašanja različne vrste varnostnih ograj.

V nadaljevanju so definirani ključni parametri, ki jih določimo na osnovi preizkusov ograj in drugih ovir s trki vozil, ki služijo za oceno ustreznosti ograj:

- Indeks neugodnih pospeškov - ASI (acceleration severity index):
Z ASI merimo neugoden vpliv gibanja vozila pri trku v ograjo na potnika, ki sedi v izbrani točki.
- Teoretična hitrost glave pri trku - THIV (theoretical head impact velocity):

Predpostavimo, da se glava potnika pri trku prosto giblje, dokler ne zadane v eno izmed notranjih površin vozila. THIV je teoretična hitrost glave v trenutku trka ob notranjo površino vozila. S THIV merimo kako neugoden je trk vozila ob ograjo. Pri eksperimentalnem določanju THIV ni potrebno uporabiti lutke v vozilu, ampak iz gibanja vozila ob trku in predpostavljene razdalje glave od ovire, THIV lahko izračunamo.

- Teoretični pojemek glave ob trku - PHD (postimpact head decleration):
Za glavo predpostavimo, da po trku ob notranjo površino vozila ostane v kontaktu z vozilom. PHD je torej mogoče določiti iz podatkov o gibanju vozila med in po trku z ograjo.
- Indeks deformiranja kabine - VCDI (vehicle cockpit deformation indeks):
VCDI označuje lokacijo in obseg deformiranja kabine vozila po trku.
- Kinetična energija - teoretična povprečna sila pri trku:
Pri trku vozila v ograjo se le-ta deformira in iz pomika ograje, hitrosti vozila pri trku ter mase vozila je mogoče izračunati teoretično povprečno silo, ki deluje med trkom pravokotno na vzdolžno smer varnostne ograje. Dvojica pomik-sila določata sposobnost ograje, da zadrži vozilo.

V drugem delu standarda EN 1317-2 so podani kriteriji za razvrščanje varnostne ograje glede na s testi izkazane lastnosti. Pri tem so najpomembnejši parametri:

- uspešno zadrževanje vozila na cesti: T1, T2 itd.;
- stopnja intenzitete trka vozila v ograjo: A, B;
- deformiranje ograje, izraženo s delovno širino: W1, W2 itd.

Na osnovi katerih lahko pristojni državni organi (na nacionalni ali lokalni ravni) predpišejo zahtevane lastnosti varnostnih ograj. Pri tem je potrebno upoštevati vse značilnosti ceste, za katero je ograja namenjena (klasifikacija, prometna obremenitev, lokacija...).

Pri preizkušanju ograj se uporabljajo testi s trki vozil, katerih ključni parametri so podani v preglednici (Preglednica 1).

Na osnovi testov posamezne lastnosti zaščitnih ograj klasificiramo na naslednji način:

- sposobnost ograje, da zadrži vozilo na cesti (Preglednica 2):
preglednica predstavlja stopnjo zadrževanja vozila na cesti glede na kategorijo ceste, vrsto vozila, njegovo maso, povprečnega letnega dnevnega prometa.
- stopnja intenzitete trka (Preglednica 3):

podana je v odvisnosti od indeksov ASI, THIV in PHD. Razred A ugodnejši in zagotavlja potnikom večjo varnost zaradi manjšega indeksa neugodnega pospeška ob trku v ograjo.

- deformiranje ograje: to lastnost opišemo z delovno širino W, ki je razdeljena med notranjo površino ograje pred trkom in lego vozila pri največjem bočnem pomiku v obdobju trka. Razredi delovnih širin so podani v Preglednica 4.

Preglednica 1: Osnovni parametri pri preizkusih s trki vozil v varnostno ograjo

Preizkus	Hitrost pri trku (km/h)	Kot naleta vozila (stopinje)	Skupna masa vozila(kg)	Vrsta vozila
TB11	100	20	900	osebno
TB21	80	8	1300	osebno
TB22	80	15	1300	osebno
TB31	80	20	1500	osebno
TB32	110	20	1500	osebno
TB41	70	8	10000	tovorna
TB42	70	15	10000	tovorna
TB51	70	20	13000	avtobus
TB61	80	20	16000	tovorna
TB71	65	20	30000	tovorna
TB81	65	20	38000	tovorna

Preglednica 2: Nivoji sposobnosti zadrževanja voz

Nivo sposobnosti zadrževanja vozila	Preizkus ustreznosti
Majhna sposobnost zadrževanja T1 T2 T3	TB 21 TB 22 TB 41 in TB 21
Običajna sposobnost zadrževanja N1 N2	TB 31 TB 32 in TB 11
Povečana sposobnost zadrževanja H1 H2 H3	TB 42 in TB 11 TB 51 in TB 11 TB 61 in TB 11
Zelo velika sposobnost zadrževanja H4a H4b	TB 71 in TB 11 TB 81 in TB 11
Majhna sposobnost zadrževanja je dopustna le pri začasnih varnostnih ograjah	

Preglednica 3: Stopnja intenzitete trka

Stopnja intenzitete trka	Vrednost indeksov		
A	$ASI \leq 1.0$	in	$THIV \leq 33\text{km/h}$
B	$ASI \leq 1.4$		$PHD \leq 20\text{g}$

Preglednica 4: Velikost delovnih širin

Razredi delovnih širin	Velikost delovnih širin
W1	$W \leq 0.6$
W2	$W \leq 0.8$
W3	$W \leq 1.0$
W4	$W \leq 1.3$
W5	$W \leq 1.7$
W6	$W \leq 2.1$
W7	$W \leq 2.5$
W8	$W \leq 3.5$

Preglednica 5: Parametri pri preizkusih varnostne ograje

Nivo sposobnosti zadrževanja vozil	Parametri			
	Obnašanje ograj in vozila	Stopnja intenzitete trka (ASI, THIV, PHD)	Deformiranje kabine vozila	Deformiranje varnostne ograje
T1	TB 21	TB 21	TB 21	TB 21
T2	TB 22	TB 22	TB 22	TB 22
T3	TB 41 + TB 21	TB 21	TB 21	TB 41
N1	TB 31	TB 31	TB 31	TB 31
N2	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11	TB 32
H1	TB 42 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 42
H2	TB 51 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 51
H3	TB 61 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 61
H4a	TB 71 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 71
H4b	TB 81 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 81

Po opravljenih testih in klasifikaciji lastnosti je potrebno preveriti, če izbrana ograja ustreza kriterijem sprejemljivosti (Preglednica 5):

- Obnašanje varnostne ograje:

Ograja mora zadržati in preusmeriti vozilo, ne da bi prišlo do preloma nosilnih vzdolžnih elementov ograje. Elementi ograje se ne smejo zariniti v kabino vozila, niti ne smejo predstavljati nevarnosti za ostale udeležence v prometu.

- Obnašanje vozila:

Težišče vozila ne sme preiti srednje linije deformirane ograje. Vozilo mora ostati pokončno (eventualno manjše prevračanje je sprejemljivo). Vozilo se mora od ograje odbiti pod kotom 45° ali manj.

- Stopnja intenzitete trka:

Indeks ASI, THIV in PHD merimo samo pri osebnih vozilih. Pri višjih zahtevah glede zadrževanja vozil je zato ob testu s tovornjakom potrebno opraviti še test s osebnim vozilom.

- Stopnja deformiranja kabine:

Tudi indeks VCDI se določa samo za osebna vozila.

- Deformiranje ograje:

Poleg razvrščanja glede na doseženo delovno širino je potrebno podrobno opisati nastale poškodbe na ograji.

Ob koncu drugega dela so podrobno opisane metode testiranja in lastnosti, ki jih je potrebno upoštevati:

- izbira testnega območja,
- izbira vozila,
- potrebne meritve pred, med in po preizkusu,
- največje dovoljeno odstopanje v hitrosti m kotu naleta vozila,
- instrumentiranje vozila,
- fotografiranje in snemanje s kamero,
- vsebina poročila.

Standard EN 1317-3 obravnava blažilce trkov, ki jih postavljamo povsod kjer želimo preprečiti neposredni trk vozila v bolj tog objekt ob cesti. Pristop k razvrščanju in ugotavljanju ustreznosti je podoben kot pri varnostnih ograjah.

Razvrščanje blažilcev trkov glede na lastnosti obnašanja pri trku vozil poteka na naslednji način:

- osnovni kriteriji obnašanja:
 - stopnja intenzitete trka,
 - trajektorija vozila,
 - deformiranje vozila,
 - razporeditev ostankov vozila in blažilca trka po trku,
- razred hitrosti vozila:
 - A: 50 km/h,
 - B: 80 km/h,
 - C: 100 km/h,
 - D: 110 km/h,
- vrsta blažilca trka:
 - ne spreminjajo smeri vozila,
 - spremenijo smer vozila (odbijejo),
- intenziteta trka.

Tudi pogoji ustreznosti se po preizkusu določajo na podoben način kot pri varnostnih ograjah, vendar s posebnostmi glede na drugačno geometrijo blažilcev trka.

Preglednica 6: Stopnja intenzitete trka

Stopnja intenzitete trka	Vrednost indeksov		
A	$ASI \leq 1.0$	in	$THIV \leq 44\text{km/h}$
B	$ASI \leq 1.4$		$PHD \leq 20\text{g}$

Evropski standard EN 1317 zelo podrobno obravnava problematiko razvrščanja lastnosti obnašanja, testiranja in ugotavljanja sprejemljivosti cestnih varnostnih ograj (betonskih, jeklenih...). Proizvajalci se morajo podrediti postavljenim kriterijem, da za celotno Evropo zadostuje preizkus izveden v eni (katerikoli) državi, članici CEN. V Sloveniji prevzem teh dveh standardov SIST EN 1317-1 in SIST EN 1317-2 predstavlja samo osnovo za točno določitev konkretnega tipa oziroma lastnosti varnostne ograje na podlagi teh standardov. Ker pa trenutni slovenski predpisi na področju varnostnih ograj niso v skladu s tema standardoma, je Ministrstvo za promet RS naročilo izdelavo Tehnične specifikacije TSC 02.210:2003 (predlog, oktober 2003), ki naj bi opredelila tudi potreben nivo zadrževanja vozila z varnostno ograjo, a še ni potrjena.

Preglednica 7: Osnovni nivo zadrževanja vozil z varnostno ograjo za različne vrste cest

Kategorija ceste	Osnovni nivo zadrževanja*
avtocesta	N2
hita cesta	
ostale javne ceste s PLDP	
*nad 7000	N2
*od 3000 do 7000	N1
*manj kot 3000	T3

Preglednica 8: Povečani nivoji zadrževanja vozil z varnostno ograjo

	Specifičen občestni prostor, nevarni odseki cest	Povečan nivo zadrževanja
1	ob cesti, ki prečka vodovarstveno območje (cona 1)	H3
2	ob avtocesti, hitri cesti s PLDP nad 7000, ki poteka vzporedno z železniško progo	
3	na premostitvenem objektu (mostu, viaduktu) na avtocesti, hitri ali drugi javni cesti s PLDP nad 7000, ki prečka vodotok ali drugo prometno površino	
4	ob cesti, ki poteka ob objektih v katerih so prisotne nevarne kemikalije ali vnetljive snovi	
5	ob avtocesti ali hitri cesti, ob kateri vzporedno potekajo površine s peš in/ali kolesarskim prometom	
6	na vstopih v predore na avtocesti, hitri ali drugi javni cesti s PLDP nad 7000	
7	na ločilnem pasu širine < 2,8m	
8	med vzporednimi cestami od katerih je vsaj ena kategorija avtoceste ali hitre ceste	
9	v območju podpornih in nosilnih konstrukcij ob vozišču	H2
10	v krivinah cest z radiem $R < 300\text{m}$, pri daljšem vzdolžnem padajočem naklonu ceste $> 4\%$	
11	ob cesti, ob kateri vzporedno poteka vodotok s srednjim vodostajem vode 1m	H1
12	ob cesti, ob protihrupni ograji, če ni oblikovana kot varnostna ograja	
13	ob cesti ob kateri so ostre skale ali stene z grobo ali zelo razpokano površino (vozilo ob oviri ne more zdrseti)	

Tehnična specifikacija bo zahtevala, kot pogoj za uporabo varnostne ograje v Republiki Sloveniji atest po standardu SIST EN 1317-1 in SIST EN 1317-2.

4. PREMIČNE VARNOSTNE OGRAJE NA CESTAH

Pri sanacijah ali kakršnikoli vzdrževalnih delih, je potrebno ustrezno zaščititi in označiti delovno površino, na kateri se bodo dela izvajala. Le-to je z zakonom predpisano v Pravilniku o načinu označevanja in zavarovanja del na javnih cestah in ovir v cestnem prometu (Uradni list RS 116/2006).

Do sedaj so se v RS uporabljali pretežno tako imenovani »klemmfix-i«, ki so relativno težki za postavljanje in pravtako za morebitno prestavljanje. Prav slednje delo poteka ročno, ovira se tekoči promet ter ogroža varnost delavcev. Poleg tega pa se nemalokrat zgodi, da se taki stožci, ki so vse prej označba kot pa zaščita prevrnejo in lahko celo pripeljejo do prometne nezgode, kar se pa pri premičnih varnostnih ograjah ne more zgoditi.

Premična varnostna ograja je ograja, ki jo sestavljajo posamezni segmenti, ki so medsebojno povezani v linearni sistem varnostne ograje, katerega je možno bočno premikati s specialnimi vozili. Premik varnostne ograje je zasnovan tako (princip zadrge), da se pri premiku ne ovira prometni tok na bližnjem prometnem pasu.

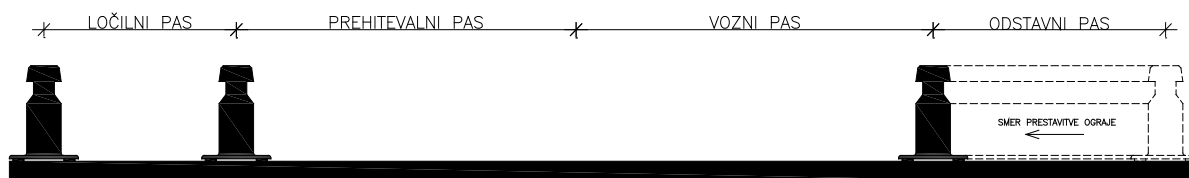
Najpogostejša uporaba premičnih varnostnih ograj:

- zaprtje dela cestnega odseka, na katerem se bodo vršila vzdrževalna ali sanacijska dela;
- zaprtje večjega odseka v času manjših prometnih obremenitev (npr. ponoči), za zagotavljanje dodatnega prostora za gradbene aktivnosti brez neugodnega vpliva na prometni tok in
- ustvarjanje začasnega po smeri spremenljivega prometnega pasu v času prometnih konic za povečanje prometnega pretoka.

4.1 Aplikacije premičnih varnostnih ograj glede na prečni profil avtoceste

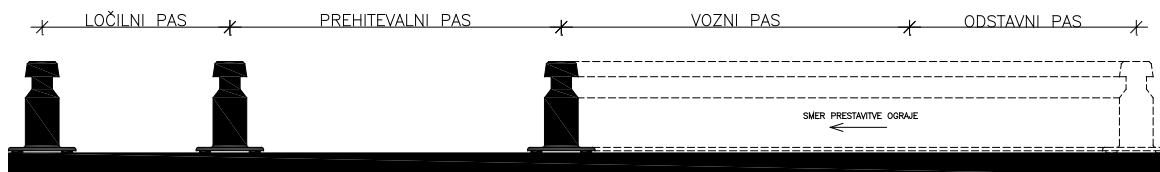
Delimo jih na premične varnostne ograje namenjene:

- zavarovanju del, ki zahtevajo zaporo odstavnega pasu (Slika 1);



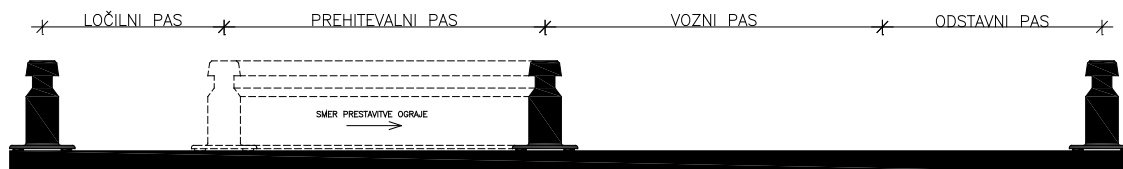
Slika 1: Prikaz zapore odstavnega pasu

- zavarovanju del, ki zahtevajo zaporo prometnega pasu ob odstavnem pasu (Slika 2);



Slika 2: Prikaz zapore prometnega pasu ob odstavnem pasu

- zavarovanju del, ki zahtevajo zaporo prometnega pasu ob ločilnem pasu (Slika 3).



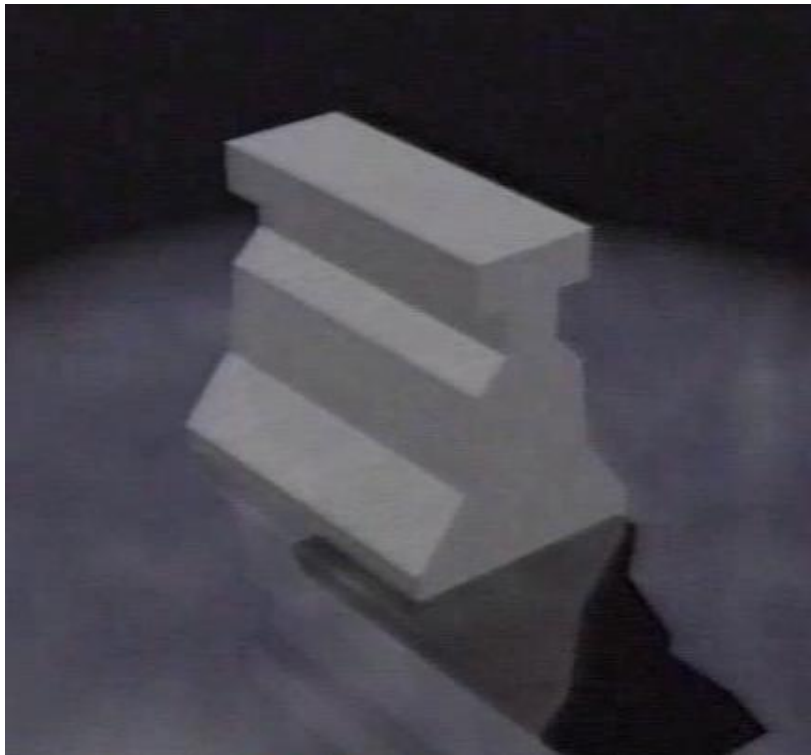
Slika 3: Prikaz zapore prometnega pasu ob ločilnem pasu

4.2 Sistemi premičnih varnostnih ograj in njihove glavne značilnosti

4.2.1 Premične varnostne ograje (PVO)

4.2.1.1 Klasična premična varnostna ograja (PVO-K)

PVO-K so sestavljene iz dveh ključnih delov. Prvi del je ograja sama (Slika 4), katere posamezen element je dolžine 1 m in je narejen iz visoko kvalitetnega in dodatno ojačenega betona. Povezava med posameznimi betonskimi elementi ograje je narejena iz jeklenih zgibov, ki so preko predhodno nameščenih sider privijačeni na betonski del ograje (Slika 5). Posamezne zgibe pa nato povežemo s pomočjo jeklenih klinov, ki so izdelani iz visoko kvalitetnega jekla. Tako povežemo posamezne segmente ograje v nepretrgano varnostno ograjo.

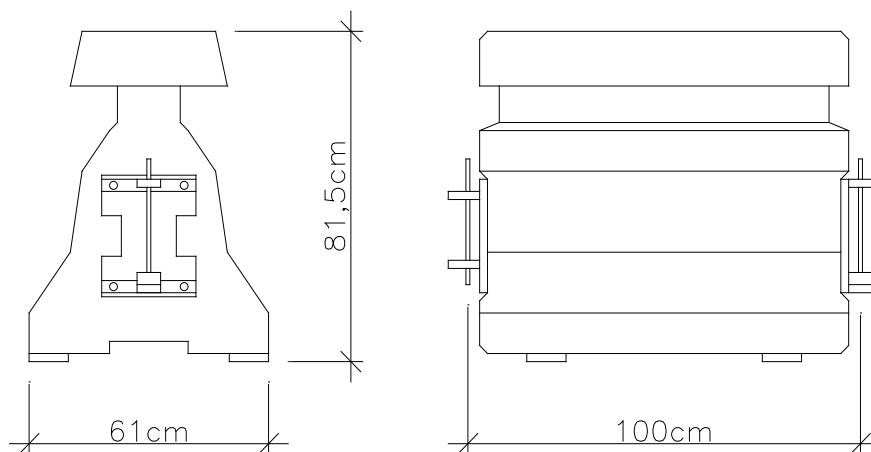


Slika 4: Element hitro prestavljive ograje [9]



Slika 5: Jekleni zgib hitro prestavljive ograje [9]

Elementi ograje imajo modificiran zgornji del ograje v obliki črke T (Slika 4, Slika 6), ki je namenjen dvigu posameznega segmenta od tal s pomočjo specialnega transportnega vozila.



Slika 6: Dimenzije klasične premične varnostne ograje [2]

Tehnične lastnosti PVO-K:

- teža posameznega elementa: 680 kg,
- dimenzije (Slika 6),

- varnostne karakteristike:
 - ograja zadošča standardom EN 1317-2 »Road Restraint Systems« in je uspešno opravila testa TB11 in TB32,
 - maksimalni pomik oz. odklon je manj kot 1,5 m.

Drugi del je transportno vozilo (Slika 7), ki ga lahko prilagodimo za premikanje ograje od 120 cm pa vse do 550 cm.

Tehnične lastnosti transportnega vozila za PVO:

- premične karakteristike:
 - premik v širini od 1,2 do 5,5m,
 - hitrost premikanja transportnega vozila do 8 km/h,
 - za premik 1 km hitro pomične ograje potrebujemo slabih 10 min.



Slika 7: Transportno vozilo za premikanje PVO [9]

Način premikanja ograje:

Transportno vozilo lahko prilagodimo za premikanje ograj iz desne proti levi za dela na bankinah ter iz leve proti desni za dela na prometnem pasu. Za zapiranje prometnega pasu se transportno vozilo premika v isti smeri kot teče prometni tok in je zaščiteno z ograjo samo takoj, ko je le ta prestavljena. Za odpiranje prometnega pasu pa se transportno vozilo pomika v nasprotni smeri prometnega toka in je še vedno zaščiteno z ograjo. V primeru, ko izvajamo preusmeritev prometnega toka na sredinskem pasu na tri ali večpasovni cesti, pa je transportno vozilo zaščiteno iz obeh strani (Slika 8). V vseh primerih pri premikanju ograj ni potrebno izvajati nobenih dodatnih zaščitnih ukrepov in zato tudi ne potrebujemo nobenih dodatnih delavcev in se samo premikanje ograj in zavarovanje delavnega področja izvede z minimalnim številom delavcev.



Slika 8: Preusmeritev prometnega toka na sredinskem pasu, transportno vozilo je zaščiteno z obeh strani [9]

4.2.1.2 Malopodajna premična varnostna ograja (PVO-MP)

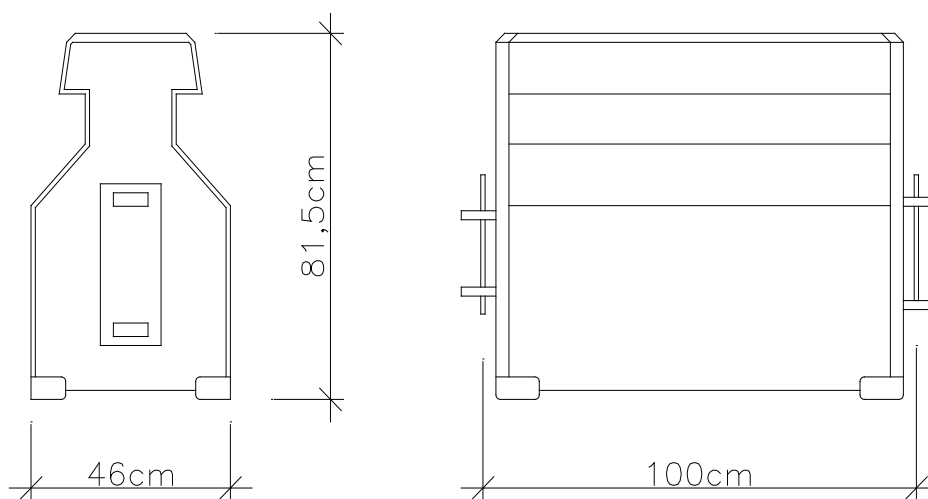
PVO te vrste so namenjene situacijam, kadar se moramo zaradi povečanega prometnega toka hitro odzvati in zagotoviti dodatni vozni pas. Na ta način lahko učinkovito izkoristimo prostor na obstoječih večpasovnicah in pripomoremo k zmanjšanju zastojev in zmanjšam stroške uporabnikov pa tudi onesnaževanje okolja.

Sistem je posebej primeren takrat, ko na hitri cesti ni mogoča izvedba dodatnih pasov, če obstaja kakršnakoli ekološka nevarnost, ali pa če pomanjkanje denarja upočasnjuje ali celo ustavi novogradnjo. Ta sistem lahko prestavi kilometer visoko kvalitetne betonske ograje v dobrih šestih minutah. To nam omogoča inovativnejše pristope in rešitve pri zastojih na hitrih cestah ter ustvari prometni pretok bolj učinkovit, varen in cenejši.

Investicija v PVO-MP se lahko povrne v manj kot letu dni, saj je v primerjavi z gradnjo dodatnega pasu na cesti zelo poceni. Posebej je ta strošek zanemarljiv takrat, ko je treba zgraditi dodatne pasove na mostovih, predorih in viaduktih.

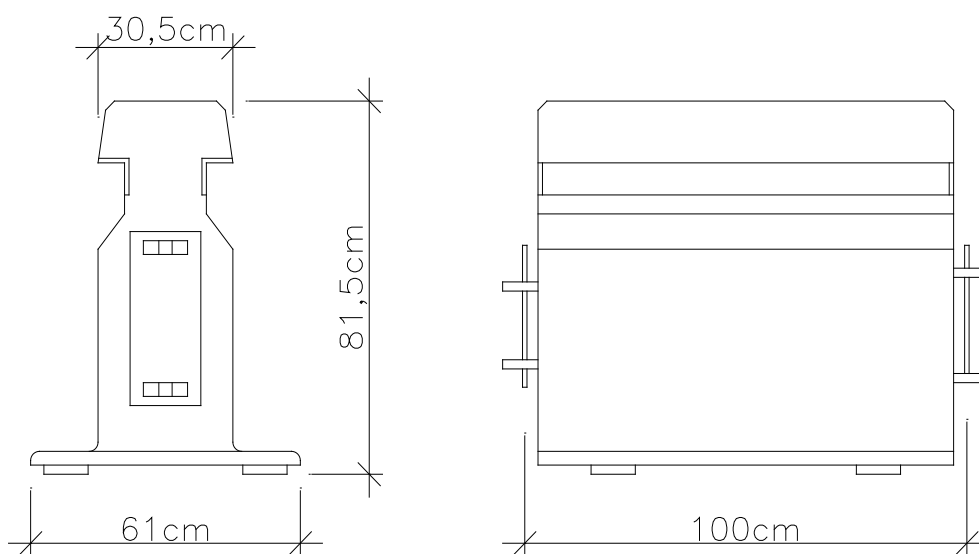
Obstojata dve vrsti malopodajnih premičnih varnostnih ograj:

- Betonska malopodajna premična varnostna ograja (Slika 9):
 - dodatno ojačena betonska ograja z majhno podajnostjo in možnostjo ozke postavitve;
 - ta tip ograje je zelo učinkovit na mestih, kjer je zahtevana majhna podajnost ograje.



Slika 9: Dimenzije betonske malopodajne ograje [2]

- Jeklena malopodajna premična varnostna ograja (Slika 10):
 - visoko odporna jeklena struktura napolnjena z betonom, ki je zelo uporabna na lokacijah kjer je zahtevana majhna podajnost ograje in kjer smo prostorsko omejeni z samo postavitvijo;
 - primerno za lokacije kjer je zahtevana majhna podajnost ograje in kjer je zelo malo prostora na cesti, kjer jo imamo namen postaviti.



Slika 10: Dimenzije jeklene malopodajne ograje [2]

Tehnologija premičnih ograj zagotavlja hitro in cenovno ugodno rešitev za izboljšanje oz. prilagajanje kapacitet hitrih cest brez nepotrebnih analiz za katere je potreben čas, da vidimo in ocenimo dejansko stanje. Tudi te vrste premična ograja je lahko uporabna za gradbišča in ko je ne potrebujemo več, jo enostavno odstranimo ali pa prestavimo na drugo lokacijo, ki je obremenjena s prometnimi zastoji. Ta sistem ograje zagotavlja dinamičen koridor oziroma pas, ki ga lahko uporabimo za več namenov (na primer: upravljanje s prometnim pasom glede na trenutne prometne potrebe, prometni pas namenjen izključno avtobusom, prometni pas namenjen začasno po smeri spremenljivem prometnem toku), medtem pa lahko hitro zagotovimo rešitev za lajšanje prometnih zastojev. Ograja pa je uporabna tudi za druge

zadeve, vključno za domovinsko varnost, upravljanje prometnega toka v primeru raznih incidentov in konec koncev tudi evakuacija nekega področja ali mesta.

Tehnične lastnosti PVO-MP:

- teža posameznega elementa: 680 kg,
- dimenzije (Slika 9 in Slika 10),
- varnostne karakteristike:
 - ograja zadošča standardom EN 1317-2 »Road Restraint Systems« in je uspešno opravila testa TB11 in TB32,
 - maksimalni pomik oz. odklon je manj kot 0,7 m,
 - namenjeno lokacijam, kjer zahtevajo visoke varnostne ukrepe oziroma minimalne pomike ograje v primeru trkov.

Tehnične lastnosti transportnega vozila (Slika 11) za PVO-MP:

- premične karakteristike:
 - premik v širini do 8 m,
 - hitrost premikanja transportnega vozila do 15 km/h,
 - možnost avtomatskega vodenja vozila,
 - razpoložljiva tudi inženirska pomoč.

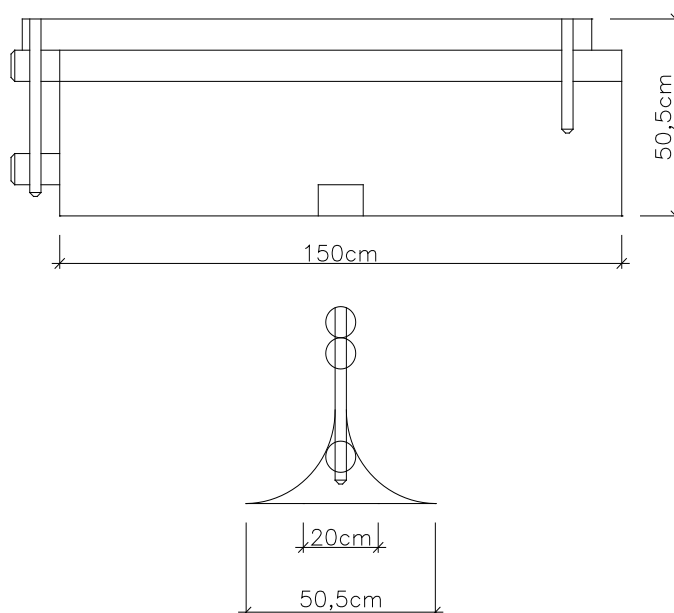


Slika 11: Transportno vozilo za premik PVO-MP [9]

4.2.2 Mini varnostna ograja (MVO)

MVO je eden najnovejših izdelkov, ki je namenjen predvsem območjem, kjer potekajo razna dela na cesti, kot so na primer razna popravila, rekonstrukcije, vzdrževanje, preplastitve in tako naprej.

Elementi MVO so narejeni iz visoko kvalitetnega pocinkanega jekla. Elementi so dolgi meter in pol, široki in visoki pa 50,5 cm, vendar se po spodnjem delu ograje vozila lahko vozijo in to samo še poveča njihovo stabilnost, tako da je dejansko minimalna potrebna širina ograje 20 cm (Slika 12).



Slika 12: Dimenzije elementa mini varnostne ograje [1]

Ker je spodnji del ograje povezen (Slika 13) in nam to samo še poveča stabilnost ograje, se je le ta odlično izkazala pri neodvisnem testiranju z naletom vozila. Ograje se je pri testiranju z trkom vozila podala le za 47 cm (Slika 14), kar zadošča kriterijem za stopnjo zadrževanja T1, T2 po standardu EN 1317-2.

Posamezni deli ograje se medsebojno sestavljajo v neprekinjeno ograjo in ravno zaradi njene majhne širine je namenjena za uporabo na cestah, kjer je zahtevana minimalna zožitev oziroma oviranje in so kljub temu izpolnjeni vsi potrebni varnostni ukrepi (Slika 15).



Slika 13: Prikaz povoznega dela ograje [1]

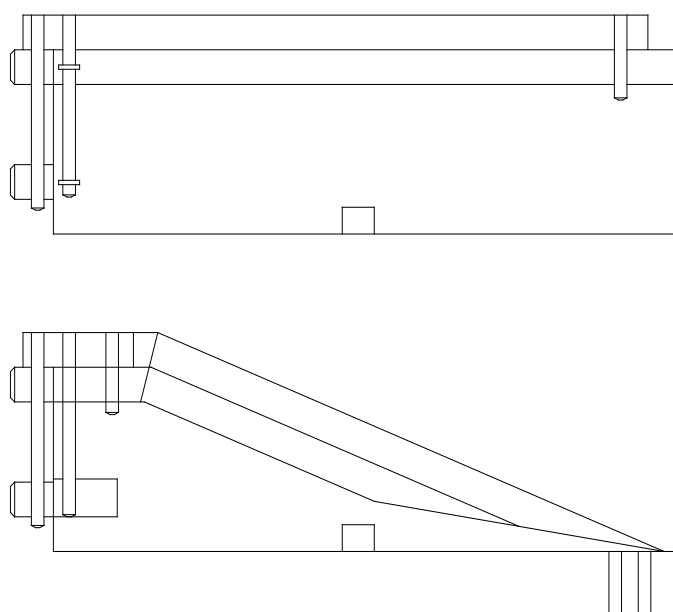


Slika 14: Majhen pomik ograje pri naletu vozila [1]

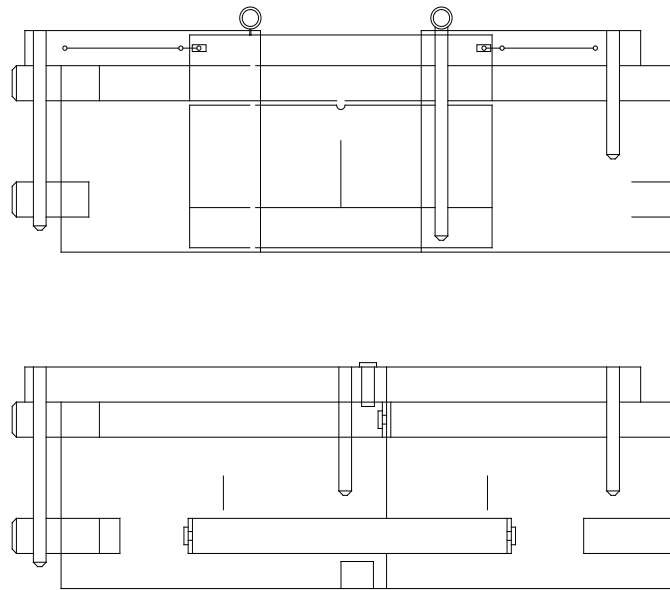


Slika 15: Uporaba pri čiščenju mulde ali sanaciji robnikov [1]

Proizvajalec je poskrbel tudi za ustrezne zaključke ograje, tako imenovane zaključne nosove, ki so pritrjeni z vertikalnimi zatiči (Slika 16) in elemente za hiter dostop na gradbišče, ter elemente po sistemu domin (Slika 17) .

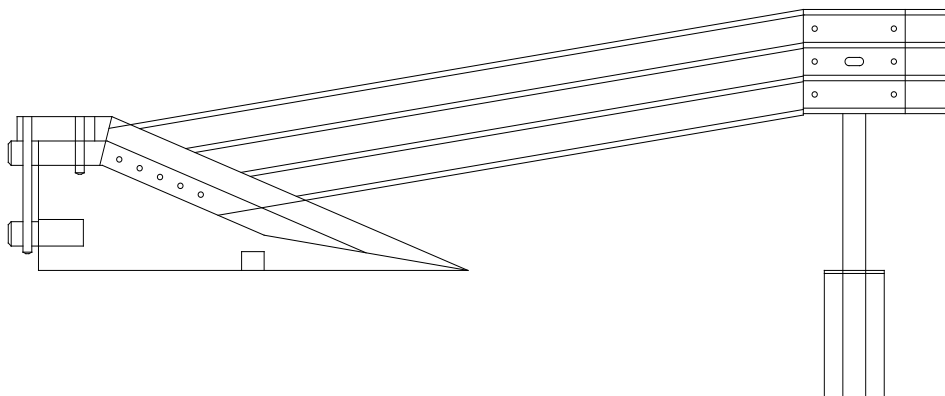


Slika 16: Zaključek MVO [1]

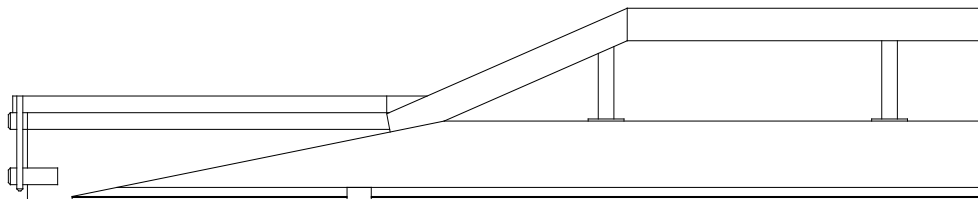


Slika 17: Element za dostop na gradbišče [1]

Proizvajalci so poskrbeli tudi za primere, ko moramo kombinirati dva različna sistema ograj. Zato so razvili tudi elemente za prehode iz MVO na že obstoječe trajno nameščene zaščitne ograje (Slika 18). Naredili so tudi elemente, s katerimi združimo MVO in obstoječo kombinirano ograjo (Slika 19).



Slika 18: Element prehoda MVO na obstoječo ograjo [1]



Slika 19: Element prehoda MVO na kombinirano obstoječo ograjo [1]

Elementi so dobro označeni z spodnjo obrobno črto rumene barve ter raznimi vidnimi telesi, kot so mačja očesa in to nam omogoča dobro vidljivost ograje tudi v slabih ter nočnih razmerah (Slika 20).



Slika 20: Odlična vidljivost MVO v nočnih razmerah [1]

Vzdrževanje elementov je enostavno, saj so zaradi pocinkane pločevine korozijsko odporni in jih ni potrebno barvati. Vozilo za premikanje ograje pa ima tudi dodatne nastavke za čiščenje ograje (Slika 21, Slika 22).



Slika 21: Transportno vozilo pri premikanju ograje [1]



Slika 22: Transportno vozilo pri čiščenju MVO z ustreznim nastavkom [1]

Ta tip ograje pa je racionalen tudi v času, ko je ne potrebujemo, saj je za 4000 m mini varovalne ograje potrebno le slabih 150 kvadratnih metrov površine (Slika 23).



Slika 23: Skladiščenje MVO na relativno majhni površini [1]

4.3 Uporaba premičnih varnostnih ograj

Sistem PVO je zasnovan tako, da se njihovo premikanje izvede hitro, z minimalnim naporom in majhnim številom delavcev, ter da zmanjša neljube zastoje na večpasovnicah kot so avtoceste in mestne obvoznice.

Zaradi mnogotere uporabe premičnih ograj jih je primerno razdeliti v dve skupini:

- na PVO, namenjene rekonstrukcijam in sanacijam (uporaba vseh zgoraj navedenih PVO), ter
- na PVO, namenjene preusmeritvi prometnega toka glede na trenutno potrebne kapacitete na večpasovnicah (primernejše PVO-K in PVO-MP)

4.3.1 Načini postavitve ograj

Preden detajlno opišemo vsak tip PVO, je potrebno predstaviti tudi same načine postavitve PVO, ki jih delimo glede na:

- dolžino časovnega obdobja:
 - kratkoročno (manjše sanacije, vzdrževalna dela, izvedba del v nočnih urah, ko je manj prometa, itd.),
 - dolgoročno (večje sanacije in rekonstrukcije, gradnja prometnih objektov, urejanje prometnega režima, itd.);
- funkcionalni namen:
 - sanacije in rekonstrukcije,
 - prilagajanje začasno po smeri spremenljivega prometnega pasu glede na trenutne prometne potrebe,
 - izredni primeri v objektih kot so npr. predori;
- fizično pozicijo na cestnem telesu:
 - zapora dela cestišča,
 - zapora pasu v celotni dolžini,
 - zapora cestišča z leve ali desne strani.

4.3.2 Premične varnostne ograje namenjene rekonstrukcijam in sanacijam

PVO se lahko uporabljajo za varno izoliranje delovnih površin, tako za dela na bankini oziroma odstavnem pasu, kot na posameznem voznem pasu. Zaradi njihove majhne velikosti, se uporabijo manjše in manj moteče naprave pri samem postavljanju in sestavljanju premične ograje. Preden se samo delo na predvidenem delu cestišča začne, se PVO s pomočjo stroja za premikanje prestavi na ustrezno mesto. Posledično so seveda udeleženci v prometu, ki se s svojimi vozili nahajajo na cesti prikrajšani za neustrezno čakanje. Mnogokrat se pri izvajanju del na cesti in obvozu gradbišča pri uporabi »klasičnega« zapiranja ceste opazi, da se na cesti nič ne gradi ali sanira, pa je kljub temu del cestišča zaprt, kar ovira pretok vozil in povzroča zastoje. Ker se PVO lahko premaknejo hitreje kot signalizacija in oprema za označevanje, kot so stožci, panelni ločevalni znaki in barikade kot npr. kovinski in plastični sodi, ki ne nudijo ustrezne varnostne zaščite, ni več potrebna uporaba jasne ločitve med voznim pasom in delom, ki se sanira, saj je že sama pomična ograja dovolj jasna in varna ločitev med delavci in mimoidočim prometnim tokom. To je zelo pomembno na večpasovnicah, ker se vse več in več del izvaja v skoraj nemogočih izvedbenih rokih. Zato se dela izvajajo mnogokrat tudi po 24 ur na dan, kar pa povzroča veliko nevarnost predvsem pri delu v nočnih izmenah. Ko se

PVO premakne, se tako rekoč odpre čista delovna površina vzdolž celotnega odseka rekonstruiranega dela ceste ali novogradnje (Slika 24).



Slika 24: Neovirana površina vzdolž celotne dolžine rekonstruiranega dela ceste ali novogradnje [10]

To pomeni, da lahko izvajalci sanacije ali novogradnje dostavljajo in odvažajo potreben material neovirano in varno za premično ograjo. Materiala tudi ni potrebno prestavljati preko stacionarnih varnostnih ograj. To zmanjšuje stroške gradnje in število potrebne strojne opreme, predvsem pa sam čas in seveda varnost izvajanja del, saj se vsi transporti izvajajo neovirano in povzročajo manj neugodnih in predvsem nevarnih situacij (Slika 25). Prav tako premične varnostne ograje lajšajo samo premikanje delavcev z enega delovišča na drugega. Z dodatno razpoložljivo površino lahko izvajalci del gradijo oz. obnavljajo celotno dolžino ceste naenkrat, uporabljajo večje stroje in so sposobni opraviti več nalog hkrati, kar vse skupaj zelo poveča produktivnost. Z razpoložljivo celotno delovno površino, lahko izvajamo dostavna mesta kjer nam ustreza in ne samo na začetku in koncu gradbišča, kot je običajno (Slika 26).



Slika 25: Vsi transporti se izvajajo neovirano in varno za ograjo [9]



Slika 26: Dostop na gradbišče je lahko kjerkoli [9]

Dodatna prednost izvajanja del s pomočjo PVO je, da po končanem delu na nekem odseku, ni nepotrebnih oviranj pri premikanju strojev po končanih del. Inšpektorji, nadzorniki in delavci imajo tako zagotovljen neoviran dostop na vsak del gradbišča ves čas gradnje (Slika 26). To pomeni, da se posamezni problemi, ki se pojavijo, lahko opazijo in popravijo hitro, ter tako spet skrajšamo čas odpravljanja težav, sam operativni plan pa je tako lažje izvedljiv. Rezultat uporabe PVO so bolj kvalitetno izvedena dela, lažje prehajanje med samimi fazami gradnje in povečana ter izboljšana produktivnost.

4.3.3 Premične varnostne ograje namenjene preusmeritvi prometnega toka (po smeri spremenljiv prometni pas)

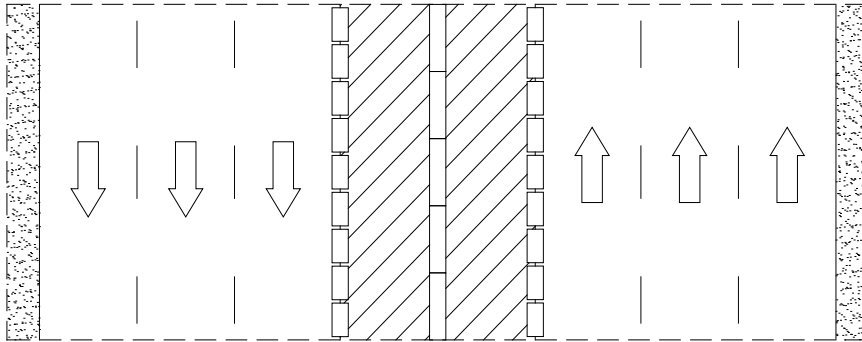
Poleg tega, da se PVO uporabljajo za zapiranje in odpiranje določenega dela ceste, kjer se bodo izvajala gradbena dela, so namenjene tudi uporabi pasov za spreminjanje smeri vožnje. Po smeri spremenljiv prometni pas na večpasovnih cestah, ki se uporabi za posamezno smer glede na trenutno prometno obremenitev v jutranjih in popoldanskih prometnih konicah. Poznani so trije glavni vzorci po smeri spremenljivih prometnih pasov, ki so podrobneje predstavljeni v nadaljevanju.

4.3.3.1 Razširitev oziroma zožitev cestišča z uporabo sredinskega pasu

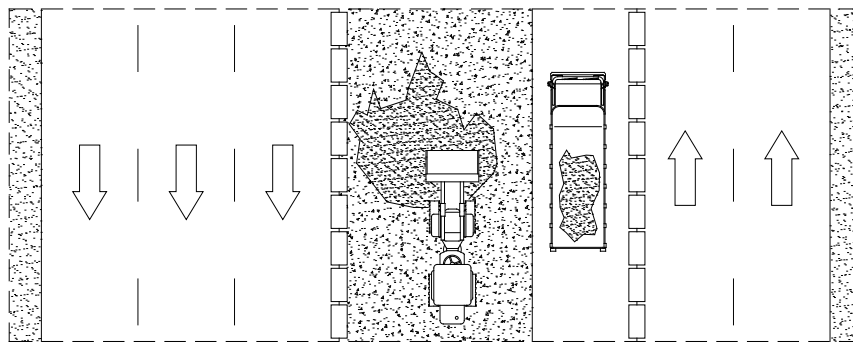
V tem primeru se uporabi po smeri spremenljiv prometni pas tako, da se na eni strani cestišča odvija promet, medtem ko je druga stran zaprta zaradi del na cestišču.

Primer [9]:

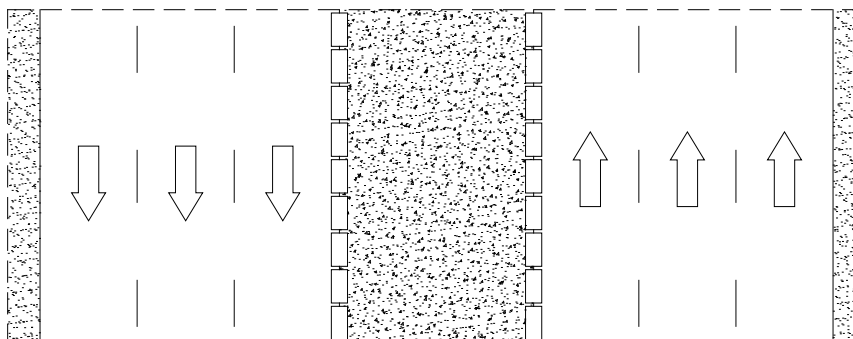
V primeru rekonstrukcije šest pasovne ceste (Slika 27), se je najprej ogradilo in rekonstruiralo notranji sredinski pas na desni strani cestišča (Slika 28). Ko je bil notranji pas prenovljen (Slika 29), so vse tri prometne pasov zožili in oblikovali pet prometnih pasov in sicer v formacijo »3+2« (Slika 30), pri čemer so PVO prestavili dvakrat dnevno. S tem, ko so vzpostavili nemoten prometni tok, so lahko neovirano rekonstruirali preostali del ceste.



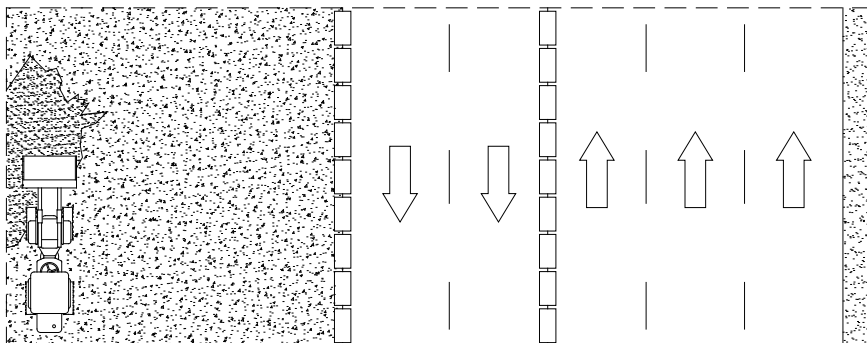
Slika 27: Šest pasovna cesta [9]



Slika 28: Ograditev in zaščita notranjega prometnega pasu [9]



Slika 29: Prenovljen prometni pas [9]



Slika 30: Formacija prometnih pasov »3+2« in prenova preostalega cestišča [9]

4.3.3.2 Uporaba na dveh vzporednih cestnih objektih (mostovi, viadukti in predori)

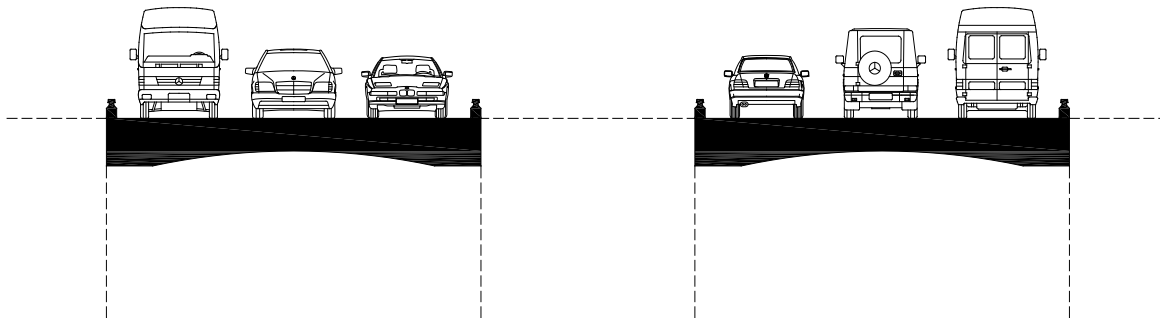
Pri uporabi PVO na dveh vzporednih premostitvenih objektih, na primer viaduktih, je v večini primerov edina možnost za sanacije ta, da se viadukt sanira parcialno in ne v celoti naenkrat. Tak način sanacije ima seveda mnogo slabih lastnosti od na primer zastojev, do rizičnih stikov finalne obdelave cestišča, ki je izveden v različnih fazah in časovnih intervalih. S pomočjo PVO pa lahko hitro, kvalitetno in v enem kosu saniramo ali preplastimo celotno prometno površino v najkrajšem možnem času.

Primer [9]:

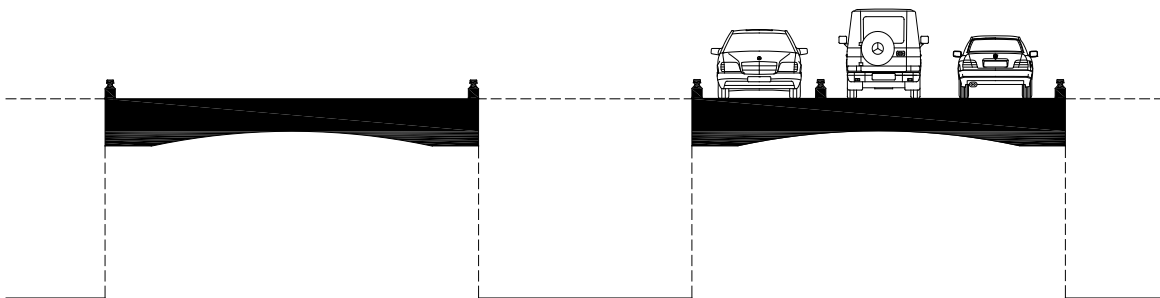
Paralelna viadukta s tremi prometnimi pasovi (Slika 31). Pri rekonstrukciji viadukta se promet preusmeri na drugo polovico tako, da je na primer eden izmed treh prometnih pasov obrnljiv in ločen s PVO, medtem ko drugi viadukt rekonstruirajo (Slika 32). Po izvedeni rekonstrukciji viadukta, pa se situacija obrne in promet preusmeri na že obnovljeno polovico, medtem ko rekonstruirajo prvo. S tem se zagotavlja skoraj nemoten pretok vozil preko dveh vzporednih mostov.

Podobna situacija je pri gradnji novih paralelnih viaduktov. Promet se na obstoječi trasi ohrani, medtem ko se gradi prvi viadukt (Slika 33). Ko je prvi zgrajen, se prometni tok preusmeri na polovico (Slika 34), kjer se s pomočjo PVO uredi prometni režim na sistem »2+1« (na tripasovnicah) oziroma »1+1« (na dvopasovnicah). Pri sistemu »2+1« se PVO dvakrat dnevno prestavi in tako zagotovi ustrezne pretočne

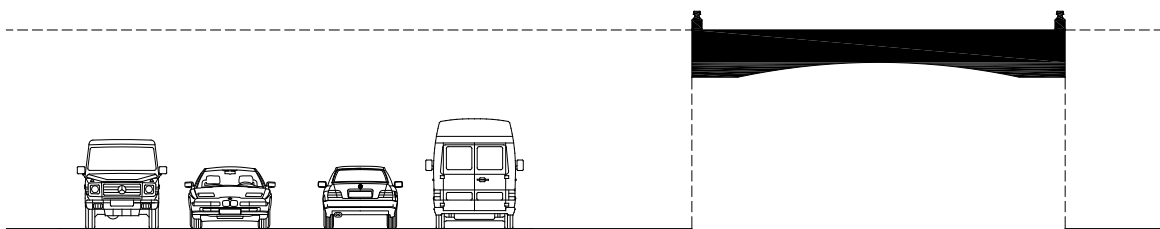
kapacitete v prometnih konicah. S tem, ko imamo zagotovljen nemoten prometni pretok, pa se prične v drugi prometni smeri graditi drugo polovico (Slika 35). Po končani gradnji druge polovice se vzpostavi normalen prometni režim.



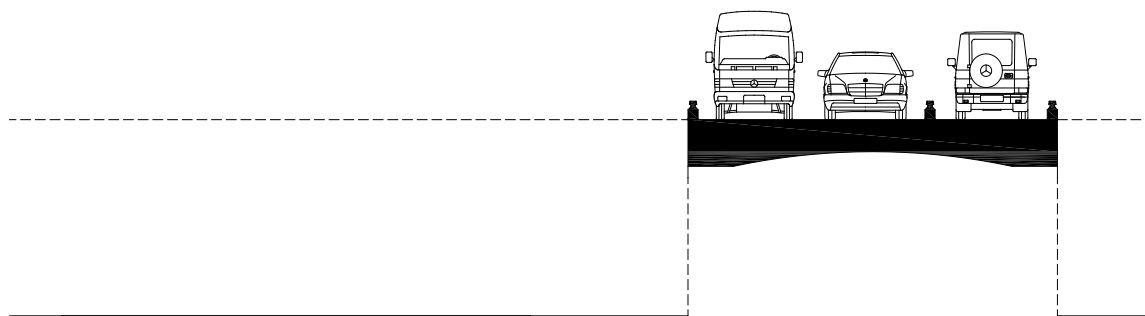
Slika 31: Dva vzporedna objekta [9]



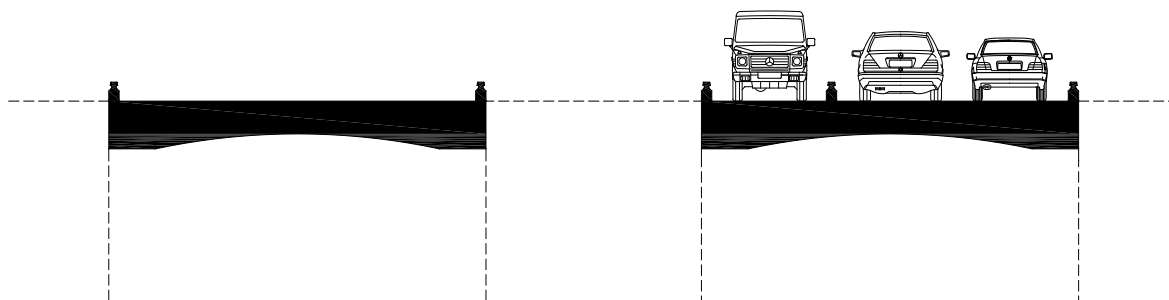
Slika 32: Preusmeritev in ureditev prometa na en objekt, ter rekonstrukcija drugega objekta [9]



Slika 33: Promet na obstoječi cesti in gradnja novega objekta [9]



Slika 34: Preusmeritev prometa in ureditev prometnega toka na novozgrajeni objekt [9]



Slika 35: Urejen prometni režim na novem mostu in pričetek gradnje vzporednega mostu [9]

4.3.3.3 Začasno po smeri spremenljiv prometni pas

Le ta se uporablja na večpasovnicah, kjer s premično ograjo začasno ločimo en prometni pas kjer se izvajajo obnovitvena dela, medtem ko se na drugi strani neovirano odvija prometni tok.

Primer:

Najboljši primer takšne uporabe je na primer pri preplastitvi avtoceste. S pomočjo PVO zvečer ločimo enosmerni prometni tok na tripasovnici na sistem »1+2« (Slika 36). To pomeni, da dva prometna pasova ohranimo, na tretji po smeri spremenljiv

prometni pas pa preusmerimo prometni tok iz nasprotne tripasovnice (Slika 37). Ko imamo zagotovljen tekoč prometni režim, lahko preko noči preplastimo celotno prometno površino avtoceste iz nasprotne strani, kjer smo preusmerili prometni tok na sosednjo stran (Slika 38). V zgodnjih jutranjih urah, pred jutranjo prometno konico pa ponovno vzpostavimo obstoječ prometni režim na tri prometne pasove v vsaki smeri tako, da prestavimo PVO na prvotno mesto (Slika 39).



Slika 36: Prestavitev PVO v nočnem času [9]



Slika 37: Vzpostavitev prometnega režima na sistem »1+2« [9]



Slika 38: Varna in nemotena preplastitev prometnega pasu s katerega smo preusmerili promet [9]



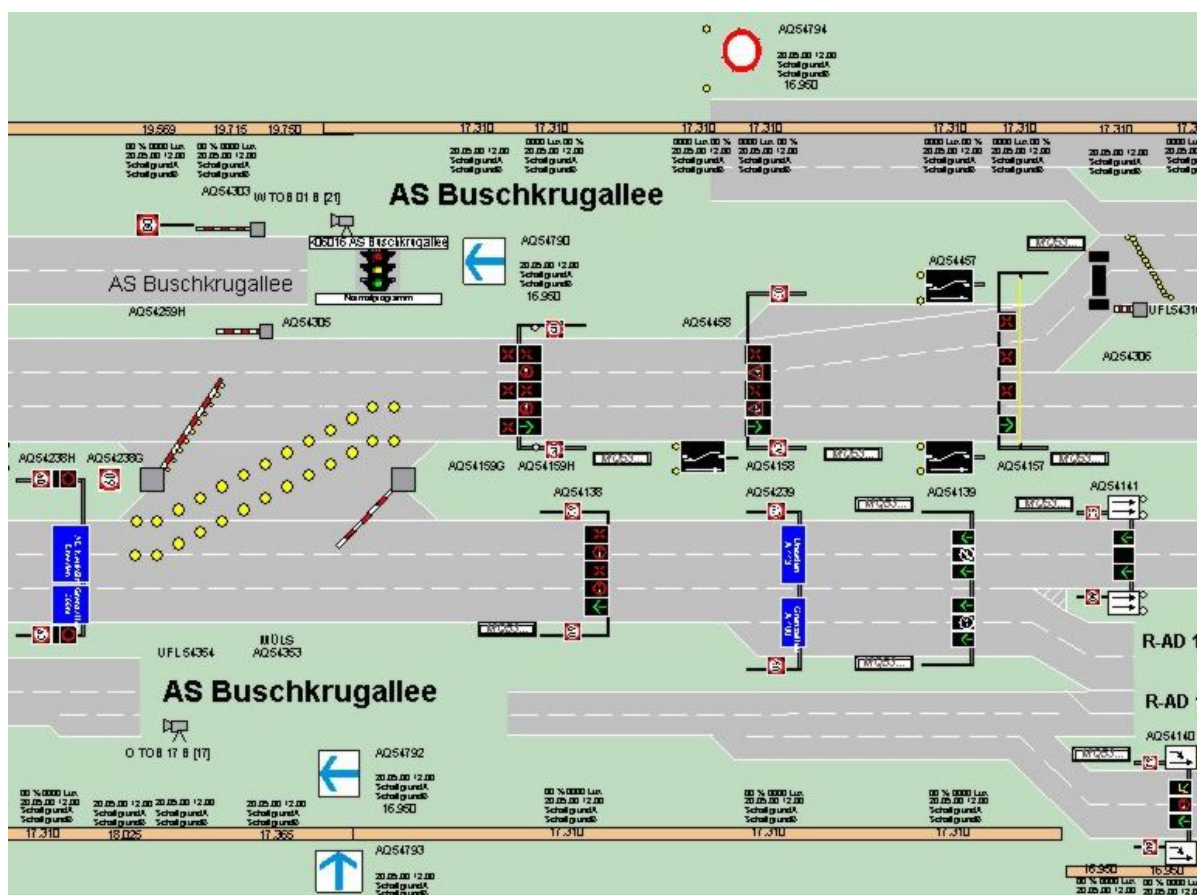
Slika 39: Ponovna vzpostavitev obstoječega prometnega režima [9]

Tak način uporabe po smeri spremenljivega prometnega pasu je primeren za krajše odseke, saj se zaradi prilagajanja in zagotavljanja dnevnih potreb po nemotenem prometnem toku v prometnih konicah ne moremo privoščiti zaprtja avtoceste za dlje časa.

Sistem PVO se ponovno izkaže kot izvrstna rešitev, saj se lahko delo in prometni tok odvijata nemoteno in ločeno eden od drugega, z minimalnimi zastoji. Izvedba je hitrejša in kakovostnejša, saj se celoten čas obnove oz. preplastitve lahko celo razpolovi v primerjavi z uporabo klasičnega pristopa preplastitve.

4.3.4 Sredinska premična varnostna ograja pred predori

PVO pred predori (Slika 40, Slika 41), je namenjena preusmeritvi iz enega smernega vozišča na drugo v primeru izrednih dogodkov v območju predorov (uporabno tudi za viadukte).



Slika 40: Shema dinamičnega vodenja prometa v območju predora [4]

Pri tem je potrebno enega izmed dveh vzporednih predorov delno zapreti (npr. prehitevalni pas), v izjemnih primerih pa lahko popolnoma zapremo tudi oba prometna pasova. Takšni primeri so prometne nesreče, okvare na sistemu za varno upravljanje predora, preobremenitev enega predora in uporaba dodatnega pasu v drugem predoru in nenazadnje tudi rekonstrukcija predora. Za to ograjo je značilen samodejni diagonalni premik in zanjo ni potrebno specialno vozilo za premikanje.



Slika 41: Premična varnostna ograja pred predori [4]

Sistem PVO pred predorom je sestavljen iz 100 metrov dolge jeklene varnostne ograje narejene po betonskem modelu sistema New Jersey (Slika 42). Obstajajo tudi drugačne oblike take ograje (Slika 43).

Sistem je sestavljen iz dveh 50 metrov dolgih drsečih se jeklenih premičnih ograj, ki se s pomočjo hidravlike dvignejo in se nato stransko pomikajo (Slika 44). S konci sta pritrjeni na sredinsko ločitveno ograjo, ki loči levi in desni vozišče. Pri popolni zapori, sta oviri pritrjeni ena na drugo in postavljeni horizontalno čez celo vozišče. Premična ograja je tudi vizuelno zelo dobro označena tako z varnostnimi lučmi, ki so razporejene vzdolž ograje na 3 m, kakor tudi z barvnimi oznakami (Slika 42).



Slika 42: Jeklene PVO narejene po sistemu New Jersey [4]



Slika 43: Drugačna oblika jeklene varnostne ograje [4]



Slika 44: Samodejni stranski premik jeklene varnostne ograje [4]



Slika 45: Spremenljiva prometna signalizacija [4]

S pomočjo sistema sredinske pomične ograje je možno enega od treh voznih pasov na eni strani avtoceste uporabiti za voznike iz nasprotne vozne smeri. Za preusmeritev voznih pasov ni potrebno ničesar posebej zgraditi ali začasno postaviti (postavitev cestnih stožcev, barvno označevanje sprememb na cestišču) in prav tako ni kratkotrajnih zastojev ali daljših obvozov. Pri uvedbi take PVO pa je potrebno cestišče tudi ustrezno opremiti s spremenljivo prometno signalizacijo (SPS), ki obveščajo voznike kateri pas je odprt (Slika 45) oziroma, če je kakšen prometni pas zaprt in promet preusmerjen (Slika 46).



Slika 46: Prikaz zaprtega pasu in preusmeritve s pomočjo SPS [4]

4.4 Uspešno realizirani primeri v svetu

Rekonstrukcija hitre ceste (Prestolniška glavna cesta A-40, Montreal, Kanada [Slika 47])

Hitra cesta A-40 je glavna cesta, ki poteka od centra mesta in je ne moremo širiti. Ta dvignjena šestpasovnica povezuje mesti Montreal in Quebec City in je zelo prometno obremenjena, saj znaša njen dnevni pretok približno 200.000 vozil. Cesto sestavlja šest prometnih pasov širine 360 cm, dve 45 cm široki bankini in fiksna varnostna ograja.

Najtežje pri tej rekonstrukciji tega dvignjenega dela hitre ceste je bilo zagotoviti minimalno oviranje prometa in tekoče izvajanje sedmih ločenih pogodb, ki so bile podpisane. V primerjavi s PVO sta bili upoštevana in zavrnjena še dve drugi rešitvi. Prva je bila zaščitna

ograja tipa New Jersey in pomična ločevalna sredstva kot so prometni stožci in vertikalni paneli za ločevanje. Analiza je pokazala, da bi s tradicionalno metodo in opremo prišlo do nesprejemljivih zastojev, ki bi jih stalo mnogo milijonov dolarjev. Druga posledica pa bi bila tudi izguba časa, saj bi rekonstrukcija trajala po analizi dve do tri leta. PVO je bila izbrana zato, ker je zagotavljala oboje, dinamičnost ločitvene ograje in ustrezno zaščito.

Da bi zagotovili neprekinjen prometni tok je ministrstvo za promet zahtevalo, da sta med prometno konico v obe smeri zagotovljena vsaj dva prometna pasova. Dodatna postavka je bila zapisana v pogodbi pri premikanju PVO za zagotavljanje neprekinjenega prometnega toka in sicer ta, da v primeru pet minutne zamude zaradi premikanja ograje izvajalci plačajo 5000 dolarjev kazni.

Prva stopnja je bila premik PVO, tako da so zaprli oba notranja pasova poleg obstoječe bankine v celotni dolžini 5600 metrov. V času izven prometnih konic so po dve premični vozili prestavili ograjo tako, da so dodatno zaprli še en prometni pas. To je omogočilo izvajalcem obnovitev statične ograje na sredinski bankini in eno in pol širine prometnega pasu. V času prometnih konic pa je hitro pomična ograja ponovno prestavljena nazaj, da zagotovi minimalno potrebna dva cela prometna pasova.

Druga stopnja projekta je bila premik PVO na zunanji del cestišča za zaprtje le tega. Ponovno so izvajalci dvakrat dnevno premikali ograjo iz zunanjega dela na sredino prometnega pasu, kar je ponovno omogočalo obnovo preostale eno in pol širine prometnega pasu.

Celoten čas rekonstrukcije je bil reduciran na pet mesecev in pol, kar je investitorju privarčevalo milijone dolarjev in ni bilo nobenih zamud in zato tudi ne predpisane kazni za zamude pri premikanju ograje.



Slika 47: Rekonstrukcija glavna cesta A-40, Montreal, Kanada [2]

Po smeri spremenljiv prometni pas (Tappan Zee most, New York [Slika 48])

Most Tappan Zee je bil odprt decembra leta 1955. Lastnik in upravitelj mostu je New Yorška državna direkcija za avtoceste in je glavni objekt 895 km dolgega avtocestnega sistema. Tappan Zee most je edini most, ki prečka reko Hudson med pokrajinama Westchester in Rockland 21 km severno od mesta New York.

V celotni dolžini 4800 metrov je eden izmed daljših mostov v ZDA. Sedempasovnica se razteza v širini 27 metrov, osrednji del mostu pa je kar 47 metrov nad vodno gladino. Most je glavna povezava tako za prebivalce kot za komercialne namene in je kritična točka za prometne zastoje.

Leta 1987 so dodali še en prometni pas in ograjo za fizično označitev in ločitev prometnega toka sedmih prometnih pasov (trije pasovi v severno smer in štirje pasovi v južno smer), kar je stalo 30,25 milijonov dolarjev. Ta rešitev je bila koristna v jutranjih konicah, vendar je bila povsem nekoristna pri blaženju zastojev v popoldanskih konicah, ko so se ljudje vračali iz službe ter v obdobju dopustov. Leta 1991 je most prevozilo kar 105.000 vozil dnevno.

Leta 1992 so v slabem letu instalirali sistem PVO in tako »dodali« dodaten prometni pas, kar jih je stalo približno 5 milijonov dolarjev.

Dvakrat dnevno premaknejo 4,8 km PVO v širini 3,6 metra, kar seveda spreminja število prometnih pasov iz severa proti jugu in obratno. Vozilo za premikanje ograje potuje s hitrostjo dobrih 5km/h in opravi premik ograje v skupni teži več kot 4000 ton v slabih 60 minutah.

Promet poteka bolj tekoče, saj so v konicah odprti štirje pasovi. Oblast mesta New York so sporočile, da je instalacija PVO dramatično pripomogla pri zmanjšanju zastojev v prometnih konicah.



Slika 48: Po smeri spremenljiv prometni pas na mostu Tappan Zee, New York [2]

Po smeri spremenljiv prometni pas za zagotavljanje zadostne prometne pretočnosti (jugovzhodna hitra cesta I-93, Boston, Massachusetts [Slika 49])

Jugovzhodna hitra cesta I-93 je osempasovnica, ki povezuje mesto Boston in njegovo skupnost z jugovzhodnim delom mesta. Cesta I-93 je druga najprometnejša hitra cesta, preko katere vsak delovni dan pelje 200.000 vozil. Vstop prometa na jugovzhodnem koridorju združitve hitre ceste in lokalnih cest je prekomerno zapolnilo kapacitete hitre ceste v času prometne konice, kar je povzročilo resne zastoje.

Oddelek za hitre ceste Massachusetts se je glede na stanje odločilo, da izboljša kapaciteto in varnost tega pomembnega koridorja z vzpostavitvijo skoraj deset kilometrov dolgega po smeri spremenljivega prometnega pasu, ki si ga za potrebe zadostne prometne pretočnosti prilastijo z uporabo tehnologije PVO.

Gradnja se je začela novembra leta 1994, pričetek delovanja pa približno leto dni kasneje in sicer novembra 1995. Kot druga država, ki je uporabila sistem PVO za zmanjševanje zastojev, je država Massachusetts razvila program za enoten tako imenovan pameten transportni sistem, ki vključuje napredno nadzorovanje, prometne zveze ter računalniško nadzorno tehnologijo za bolj učinkovito upravljanje tega koridorja.

Dvakrat dnevno dve računalniško vodeni transportni vozili bočno premaknejo dobrih 19 km betonske PVO skupne teže slabih 26000 ton za 4,2 metra, tako da ustvarijo dodaten prometni pas v prometnih konicah. Z uporabo tehnologije PVO lahko ustvarimo bolj učinkovito uporabo obstoječe ceste. S to opremo si tako rekoč sposodimo prometni pas s strani, ki je manj prometna oziroma uporabljena, vendar le za prometne konice, kasneje pa ponovno vzpostavimo normalen prometni režim za preostanek dneva. Celoten proces je na drugi strani hitre ceste ravno obrnjen.

Poročilo je pokazalo 10 do 15 minutni potovalni prihranek pri testiranju za redne uporabnike, kot na primer osebni avtomobili, kombiji, avto vleke in uporabniki javnih prevoznih sredstev. Trenutno se preko hitre ceste vozi 2600 vozil z 18000 ljudmi dnevno, kar je v primerjavi pred uvedbo sistema PVO, ko je dnevno prevozilo hitro cesto 2000 vozil z 13000 ljudmi kar precejšen napredek. Vozniki, ki ne uporabljajo hitrih cest s sistemom po smeri spremenljivega prometnega pasu so prav tako opazili izboljšanje v prometnih pogojih kot so povečana uporaba hitre ceste in bolj učinkovit prometni pretok. Pozitivna lastnost pa je tudi zmanjšanje

onesnaženosti okolja, saj hitra cesta s takšnim sistemom poveča število uporabnikov v manjšem številu vozil.



Slika 49: Po smeri spremenljiv prometni pas za zagotavljanje zadostne prometne pretočnosti na hitri cesti I-93, Boston, Massachusetts [2]

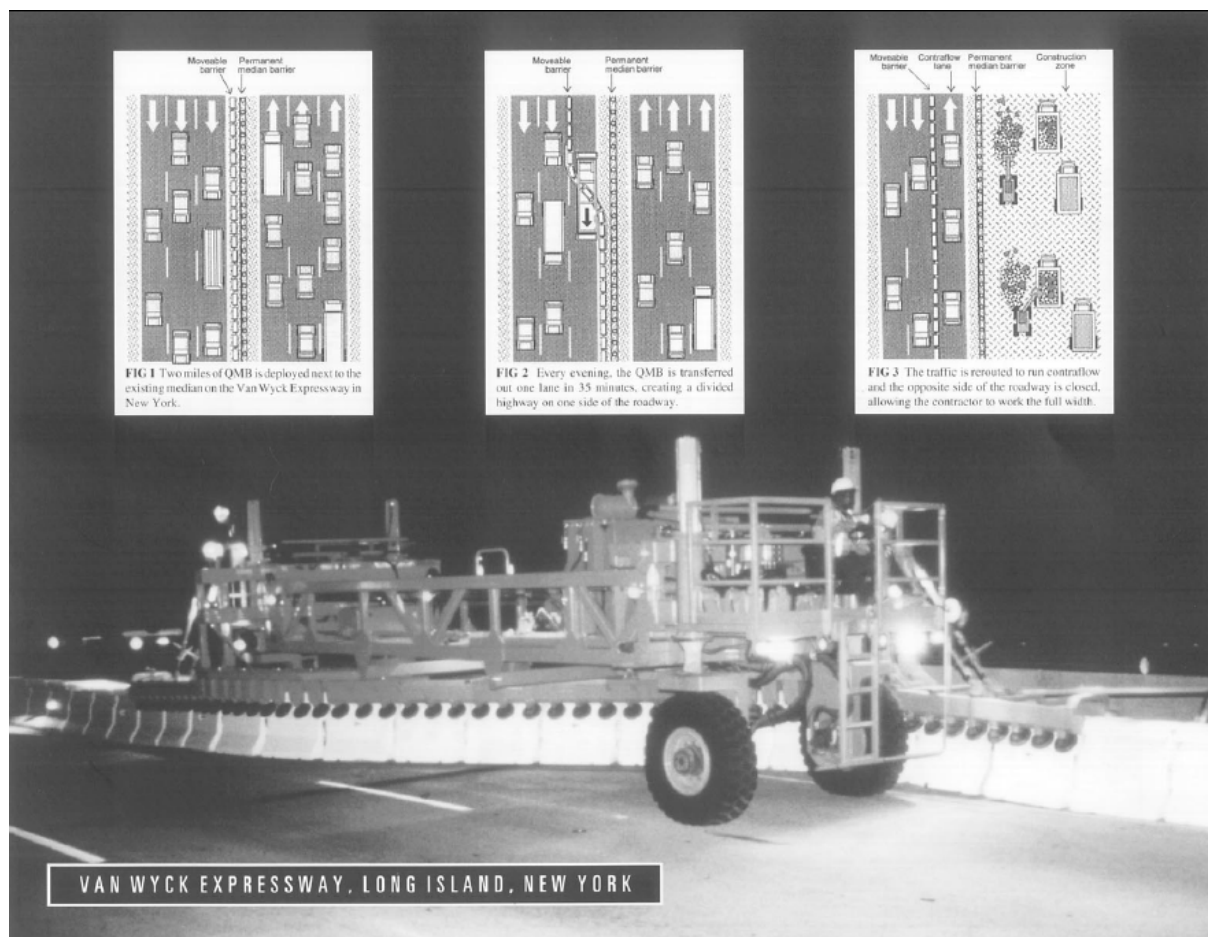
Preplastitev hitre ceste (hitra cesta Van Wyck, Long Island, New York [Slika 50])

Hitra cesta Van Wyck je glavna šestpasovnica, ki poteka iz severa proti jugu Long Islanda. Ta hitra cesta je glavna cesta do mednarodnega letališča Kennedy in jo dnevno prevozi kar 150.000 vozil.

Takšen obseg prometa je oddelek za promet mesta New York pripeljal do takojšnjega razmišljanja o inovativnih metodah za pospešitev preplastitve cestišča. Dve pobudi sta bili sprejeti: pogodba je bila sestavljena v dveh delih in sicer kot dva projekta A+B ter specificirana je bila hitro pomična ograja.

Delovno področje je obsegalo: frezanje, krpanje, dreniranje in preplastitev na 3,6 km hitre ceste Van Wyck.

Ta projekt rekonstrukcije je bil dodeljen izvajalcu del junija 1994. Njihova ponudba je predvidevala, da bo celoten projekt končan približno 200 dni prej kot ponudba konkurenčnega podjetja in kar leto dni prej kot pri uporabi klasične metode. Urnik je bil načrtovan tako, da je preplastitvena ekipa delala ponoči in sicer po skrajšanem delovnem času od 22:00 do 5:00.



Slika 50: Shema vodenja prometa v primeru preplastitve hitre ceste Van Wyck, Long Island, New York [2]

Projekt preplastitve se je končal še 30 dni hitreje, kot so predvideli.

PVO je bila razvrščena ob obstoječi sredinski ograji na južni strani hitre ceste. Ob 22:00 je pogodbeni izvajalec premaknil ograjo tako da je oblikoval ločeni pas ceste na eni strani cestišča hitre ceste. Za odprtje celotnega 3,2 km dolgega pasu so potrebovali 35 minut in to je bilo izvedeno brez kakršnih koli motenj prometa na drugem prometnem pasu. Promet s severne strani je bil preusmerjen na južno stran hitre ceste, severno stran pa so za promet v celoti zaprli. S tem ko so zaprli celotno severno stran hitre ceste, pa je pogodbeni izvajalec moral narediti dostop do prometnega pasu na severne strani. Po koncu izmene so ponovno

prestavili ograjo in celotna cesta je bila ponovno odprta za promet. Za dokončanje preplastitve se je postopek ponovil na južni strani cestišča.

Rezultat je bil sledeči:

- povečana stopnja varnosti je bila dosežena z uporabo PVO,
- predpriprav preplastitve so bile višje kvalitete in izvedene v eni operaciji,
- s celotno širino preplastitve so eliminirali možnost razpok in vzdolžnih robov zaradi temperaturnih razlik,
- pogodbeni izvajalci so v povprečju v eni noči preplastili 900 tekočih metrov ceste in porabili približno 1400 ton preplastitvenega materiala,
- trajno barvanje in označevanje ceste je lahko izvedeno, ko je cesta v celoti končana.

PVO je pospešila, naredila bolj varno in bolj kvalitetno izvedbo preplastitve ceste v dosti krajšem času.

Širitev hitre ceste (meddržavna hitra cesta I-66, Arlington, Virginia [Slika 51])

Virginijski oddelek za promet je razširilo cesto I-66 v predmestju mesta Washington D.C. v razdalji skorajda pet kilometrov. Ta šest pasovna hitra cesta ima kritični vzhodno-zahodni koridor v predelu Columbijе, katero dnevno prevozi približno 175.000 vozil. Težek promet je vzbudil zaskrbljenost pri upravljanju v primeru zastojev in varnosti, zato so se odločili in izbrali PVO. V pogodbi je bilo dogovorjeno, da se bodo vsa dela izvajala za PVO ter, da bo v primeru cestne zapore omejena podnevi na maksimalno štiri ure in ponoči na osem ur.

Gradbeno podjetje je pričela s projektom tako, da je naredila 1,8 metra široko asfaltno bankino na srednjem pasu. Za izvedbo projekta je bilo potrebno razširiti cesto na sredini cestišča in promet preusmeriti za 1,2 metra proti sredini cestišča. Približno 4200 tekočih metrov PVO je bilo nameščene na bankino na zunanjem delu cestišča, nato pa so naredili betonska razširitev v širini 4,5 metra.

Uporaba PVO je na izpeljavo projekta vplivala na več načinov:

- Čas postavljanja cestnih zapor je v povprečju trajal dve uri. S pomočjo PVO pa se je ta čas zmanjšal na 30 min. Ta privarčevan čas je pripeljal do prednosti, saj so izvajalci pridobili štiri urni delovni interval v sredini dneva.

- S tem, ko je izvajalec naredil tlakovano površino za dostop in rekonstrukcijo, si je s tem omogočil pogoje za uporabo večje in bolj učinkovite opreme. Po analizi je bilo ugotovljeno, da so zaradi uporabe PVO ter večjih in boljših strojev, skrajšali čas izvedbe razširitve ceste kar za 30%. Povprečno se je dnevno vgradilo kar 900 tekočih metrov betona, kar je v primerjavi z tradicionalno metodo, s katero dosežemo 200 do 250 metrov dnevno bistvena razlika.
- PVO je omogočila tudi dostop inšpektorjev in enostavnejšo namestitev sekundarnih slojev razširjenega cestišča, ter jeklene prečne košare za armirano ojačitev cestišča. Podjetje, ki je izvajalo ta projekt je potrdilo, da jim je metoda z uporabo PVO dopuščala, da so lahko gradili cesto kot novogradnjo, brez kakršnihkoli motenj s strani obstoječega prometa.



Slika 51: Širitev meddržavne hitre ceste I-66, Arlington, Virginia [2]

Vodja projekta razširitve ceste je dejal, da se je tekom izvedbe prišlo do sprememb glede na podpisano pogodbo, saj ko bi po pogodbenih postavkah morali biti na 40% izvedbe, so

končali že kar 90% vseh del. Projekt se je končal kar pet mesecev pred predpisanim rokom za izvedbo.

PVO je ponovno pokazala in dokazala, da je z njeno uporabo izvedba hitrejša in varnejša, izvedba pa kvalitetnejša.

Po smeri spremenljiv prometni pas na avtocesti M20 v Londonu

Glede na situacijo kakršna je bila, je bilo zahtevano, da se celoten promet preusmeri z avtoceste na priključku 8. Promet bi se nato preusmeril nazaj na avtocesto na po smeri spremenljiv prometni pas preko prvega prostega nadvoza vzhodno od priključka 8.

Razdalja med priključkoma 8 in 9 je 20,2 km. Znotraj tega odseka je kar nekaj točk, kjer bi se lahko uporabili nadvozi. Prvi nadvoz je že po 300 metrih od konca priključka 8. Le ta je lociran v desni horizontalni krivini in je zelo blizu priključku. Naslednji nadvoz je oddaljen 4,2 km od konca priključka. Le-ta je na relativno ravnem odseku ceste in je najprimernejši za začetek po smeri spremenljivega pasu. To pomeni, da bi ta nadvoz obratoval normalno brez kakršnih koli problemov. Najprimernejši nadvoz za ponoven priklop prometa nazaj na avtocesto pa bi bil zadnji nadvoz pred priključkom 9. Ta je lociran 17,8 km od priključka in 2,4 km pred 9. Tako bi naredili 13,6 km po smeri spremenljivega prometnega pasu.

Preglednica 9: Stroški po smeri spremenljivega pasu na avtocesti M20 (13,8 km)

	Fiksni stroški [£ / €]	Stroški pri enkratni uporabi [£ / €]
Transportno vozilo za PVO (2 vozili)	700.300 / 1.026.983	0 / 0
PVO	6.900.000 / 10.118.785	0 / 0
Usposabljanje in vzdrževanje	14.000 / 20.530	0 / 0
Skladiščenje	88.000 / 129.051	0 / 0
Delo, signalizacija, kamere, itd.	495.800 / 727.086	0 / 0
Transportno vozilo	0 / 0	10.700 / 15.691
Skupaj	8.198.100 / 12.022.435	10.700 / 15.691

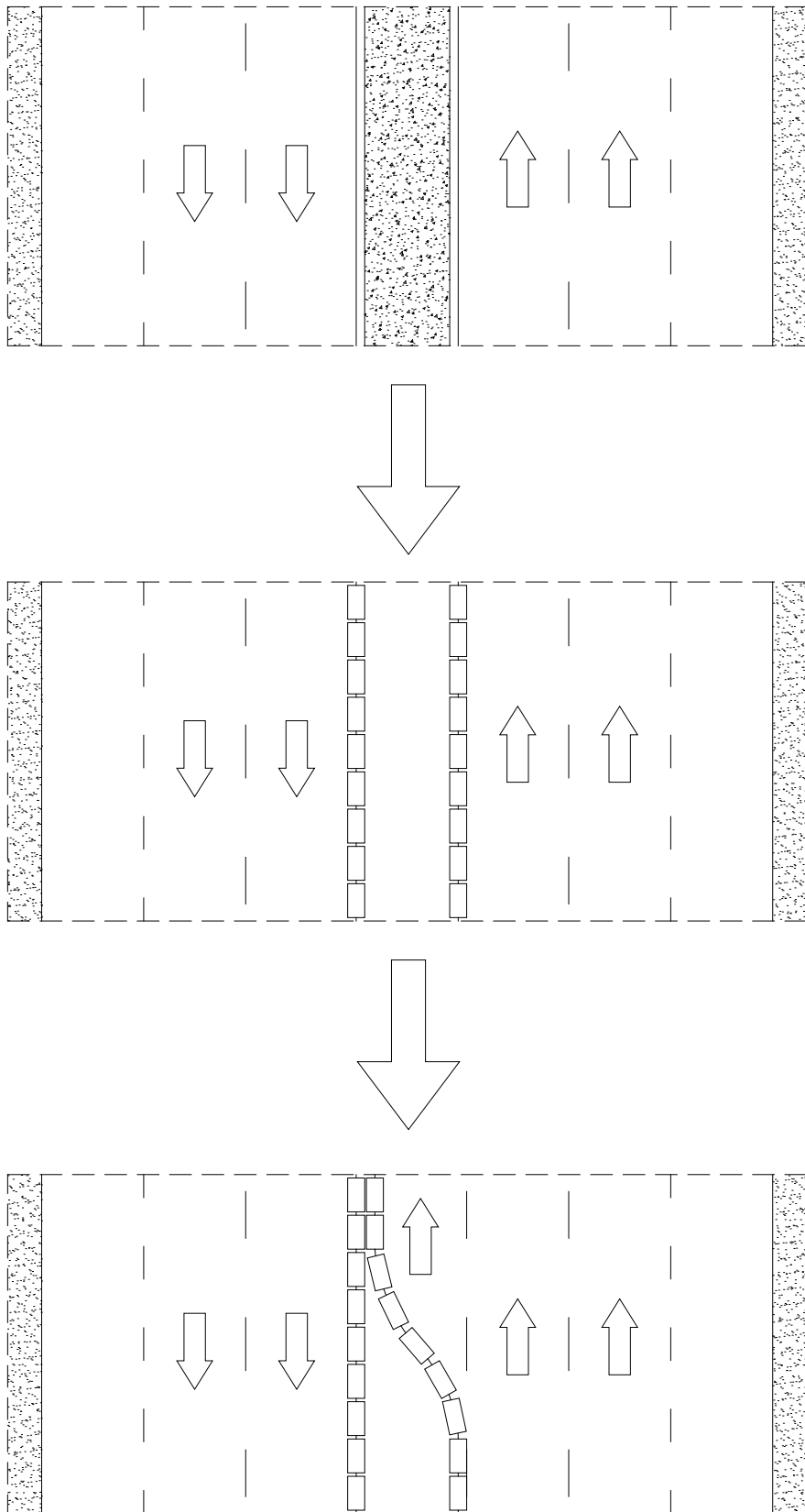
S standardno širino avtocestnega cestišča, bi bilo prostora za prometno ureditev »2+1« po smeri spremenljiv prometni pas z PVO kot ločilno ograjo ali ureditev »2+2« ozka po smeri spremenljiva prometna pasova. V primeru »2+2« sta zunanja pasova omejena na širino samo

2 m. Cestne oznake in oprema na nadvozih so imela velik pomen, ki bo časovno porabljen za vzpostavitev dveh prometnih pasov. Zato so se odločili, da je primernejša uporaba prometne ureditve »2+1« z uporabo PVO. Stroški so prikazani po postavkah v preglednici (Preglednica 9).

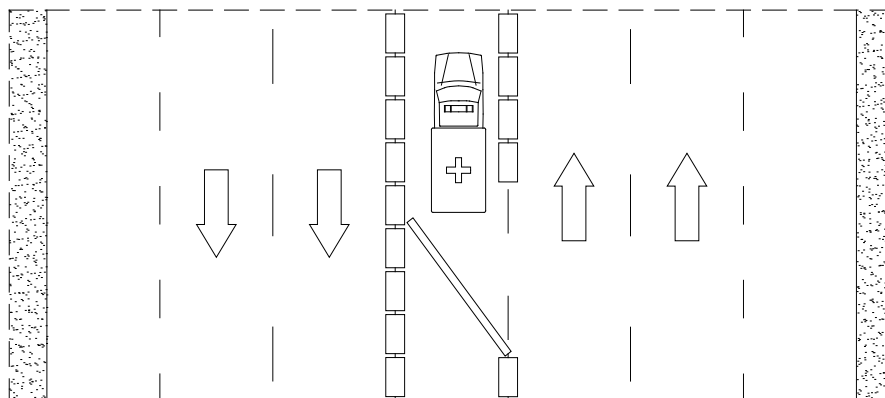
5. UPORABA SISTEMA PREMIČNIH VARNOSTNIH OGRAJ SLOVENIJI ?

V Sloveniji je dnevna obremenitev cest iz dneva v dan večja, posledično se zato sposobnosti normalnega pretoka vozil na naših avtocestah, hitrih cestah in obvoznicah ter mestnih vpadnicah bližajo koncu oziroma so na določenih odsekih že presežene. Negativna posledica preobremenjenosti cest so prometni zastoji in infarkti predvsem na mestnih vpadnicah v jutranjih in popoldanskih konicah, ko so ljudje na poti v oziroma iz službe, ter v poletnem času, ko se gruče turistov odpravljajo na morje in »zabijejo« naše avtoceste in posledično cestninske postaje.

PVO se lahko vključijo v naš prometni sistem z minimalnimi prilagoditvami, ki bi bile le majhen strošek v primerjavi glede na vse pozitivne pridobitve, ki jih ta ograja prinaša. Pomemben del prilagoditve slovenskih večpasovnic je zeleni sredinski ločitveni pas, ki bi ga lahko asfaltirali in statične varovalne ograje nadomestiti z PVO. Tako bi pridobili pas, ki bi se lahko uporabljal v več namenov. Prvi primer uporabe bi bil kot dinamični razširitveni pas, kjer bi v času prometnih konic prestavili PVO k levi oziroma desni ograji in s tem naredili v eni ali drugi prometni smeri dodaten pas za povečanje kapacitete (Slika 52). Drug primer uporabe PVO pa bi bil ta, da se sama pozicija PVO ohrani in se ta pas uporabi za t.i. vozila s prednostjo: npr. intervencijska vozila ali pa vozila javnega potniškega prometa (Slika 53). V tem primeru bi se vgradila dodatna hidravlično vodena vrata spremenljive dolžine, ki bi služila za dostop vozil s prednostjo. Tak prometni pas, bi se lahko prav tako uredil z preureditvijo obstoječega odstavnega pasu, tako da bi imeli pas za prednostna vozila na desni strani.

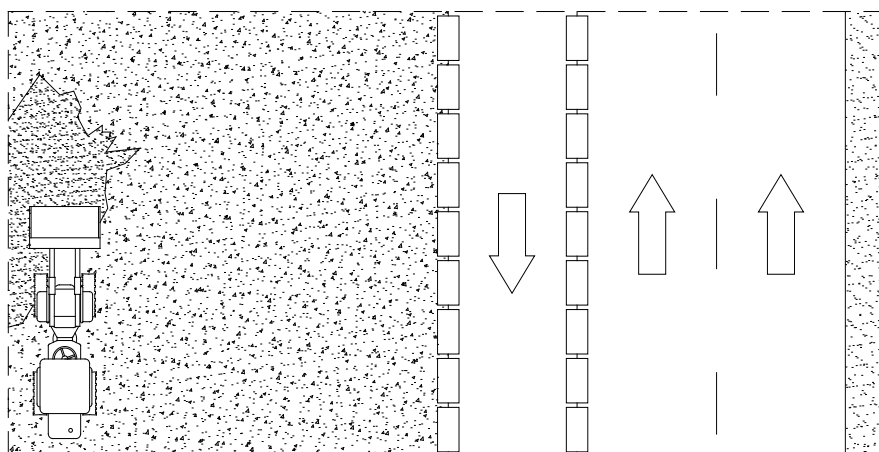


Slika 52: Prikaz preureditve obstoječega stanja v dinamični prometni pas

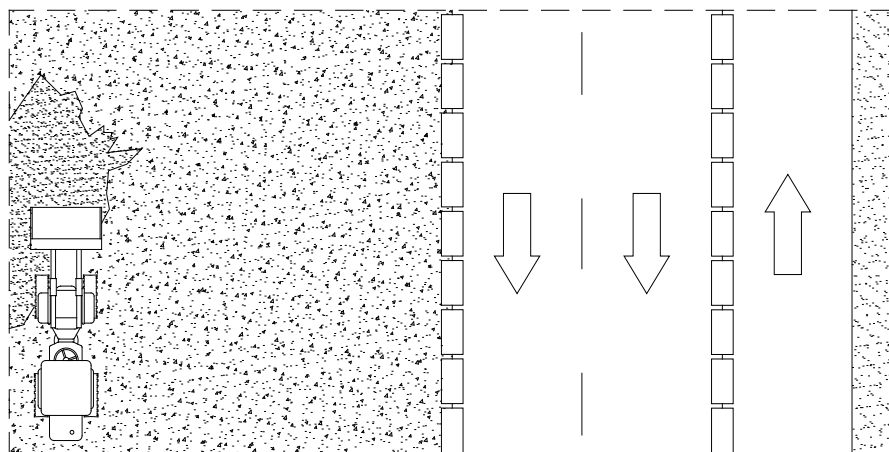


Slika 53: Prometni pas rezerviran za intervencijska vozila

Prav tako pa bi se PVO uporabljala za primere rekonstrukcij in obnove voziščne konstrukcije avtocest, pri čemer bi preusmerili promet na levo oz. desno smerno vozišče, kjer bi z PVO uredili sistem »2+1« oz. »1+2«, glede na potrebe v jutranjih in popoldanskih prometnih konicah (Slika 54, Slika 55). S tem, ko bi rešili problem prometnega toka, bi nemoteno in predvsem varno rekonstruirali cestišče na drugi strani v celotni širini in ne po posameznih segmentih oziroma prometnih pasovih.



Slika 54: Ureditev prometnega režima »2+1«



Slika 55: Ureditev prometnega režima »1+2«

5.1 Razlogi za uporabo premičnih varnostnih ograj

Zastoji na naših avtocestah in mestnih vpadnicah bodo v prihodnjih letih narasli do kritične točke. To je glavni ekonomski in okoljevarstveni problem, ki ga je nemogoče odpraviti s tradicionalnimi metodami.

Negativne posledice prometnih zastojev so:

- velike izgube zaradi slabe produktivnosti izvajanja gradbenih del,
- ogrožena varnost prometnih udeležencev in izvajalcev del,
- otežen dostop interventnih vozil na želeno lokacijo,
- velika dodatna poraba energentov,
- veliki dodatni stroški uporabnikov ceste,
- nepotrebno in veliko dodatno onesnaževanje okolja,
- motnje bivanja v naseljih,
- množica ljudi, ki so zaradi zastojev neučinkoviti ali manj učinkoviti na svojem delovnem mestu.

Razlog zakaj vpeljati in uporabljati sistem PVO na avtocestah in mestnih vpadnicah so:

- hitro in varno odpiranje in zapiranje voznega pasu, na katerem se bodo izvajala dela,
- po smeri spremenljivi vozni pasovi za zagotavljanje zadostne pretočnosti in prilagajanje trenutnim potrebam glede na količino prometnega toka,
- hitro in varno spreminjanje in kombiniranje posameznih faz rekonstrukcije.

Dejstvo je, da ni možno neprestano graditi in širiti večpasovne ceste, temveč je njihov karakteristični prečni profil možno dinamično prilagajati glede na potrebe in s tem bolje izkoristiti enak prostor. Soočiti se je potrebno z najtežjo odločitvijo in to je koliko denarja smo pripravljeni potrošiti za ohranitev in vzdrževanje obstoječih cest, ter koliko denarja smo pripravljeni potrošiti za nadaljnje razširitve in novogradnje cest glede na potrebe. Vemo, da si ne moremo »izgraditi« poti ven iz te krize, ki je najpogostejša v prometnih konicah. Zato je potrebno kar se da najbolje izkoristiti obstoječe stanje z minimalnimi korekcijami, ki so cenovno in ekološko bolj prijazne od ostalih možnih rešitev.

6. ZAKLJUČEK

PVO so močno orodje, ki jih lahko cestni projektanti izkoristijo sebi v prid. Nepretrgana in varna ureditev gradbišča pod prometom je danes mogoča. Le-to pripomore k zmanjšanju zastojev, povečanju varnosti, povečanju produktivnosti in zagotavljanju boljše kvalitete izvedenih del, ter ohranjanju dobrih odnosov z javnostjo. Vse več obnovitvenih del se odvija med neprekinjenim prometnim tokom, zato je izziv varne in učinkovite rekonstrukcije ali razširitve oziroma podaljšanja hitrih cest neizogiben. PVO so bile narejene specifično za rešitev takšnih situacij. Z uporabo le teh lahko pričakujemo od projektantov zelo inovativne rešitve pri vsakodnevnih problemih.

Uporaba PVO nam omogoča hitrejše in bolj reducirane stopnje med posameznimi gradbenimi fazami. Glavna sposobnost PVO je njena hitra prestavitev iz ene pozicije oz. lokacije na drugo. To omogoča velikanske časovne prihranke med posameznimi gradbenimi fazami in mnogokrat tudi zmanjša samo število potrebnih gradbenih faz. Sposobnost PVO, da se hitro prestavijo oz. preoblikujejo v novo konfiguracijo, je lahko velika pomoč, ko se pojavijo nepričakovane težave ali t.i. izredni dogodki. V primerih, kjer se situacija na gradbišču zaradi takšnih in drugačnih vzrokov pretirano poslabša in pridemo do točke, ko je potrebno spremeniti celotno konfiguracijo gradbišča in prav tako posamezne korake gradbenih faz, se izkažejo PVO. Največkrat se takšni problemi pojavijo pri rekonstrukcijah viaduktov kjer veljajo prostorske omejitve. Fleksibilnost PVO dopušča izvajalcem mnogo rešitev za prerazporeditev posameznih stopenj gradbenih faz na posameznih odsekih. S PVO lahko ločimo in zavarujemo gradbeno območje zaradi prometa tudi v obliki različnih vijug in zavojev (šikan), kar bi bilo z uporabe klasičnih metod težje izvedljivo, mnogokrat pa tudi nemogoče. To nam omogoča pravočasno, kvalitetno in uspešno dokončanje projekta.

Tako kot v gospodarstvu in politiki pride tudi pri uporabi inovacij vsake toliko časa do trenutka, ko so potrebne spremembe. V primeru mojega diplomskega dela, so PVO že preverjena metoda razvitejših držav, od Združenih držav Amerike, Kanade do Nove Zelandije, Italije, Velike Britanije itd. Za reševanje problemov na cestnem telesu v primeru zastojev v prometnih konicah in predvidljivih izrednih dogodkov (na primer delo na cesti) ali novogradenj so postale PVO že pravilo in ne izjema. Uporaba PVO v Slovenije je le še vprašanje časa in ne iskanje drugih alternativnih metod, ki so po vsej verjetnosti še dosti dražja ali pa nefunkcionalna.

V Sloveniji še nimamo predpisa, ki bi od izvajalcev in investitorja zahteval uporabo tovrstnih racionalnih metod pri obnovah in rekonstrukcijah večpasovnih cest. Dokler to ne bo urejeno, je težko pričakovati, da se bodo gradbinci sami od sebe usmerili k za uporabnike racionalnejšemu obnašanju, ne vedoč, da ta racionalnost pomeni dobiček tudi za njih.

VIRI IN LITERATURA

1. LIKO d.d. Liboje
<http://www.liko-liboje.si/IminiGuardMain.html> (13.7.2006)
2. Barrier Systems Inc.
<http://www.barriersystemsinc.com/> (15.6.2006)
3. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/strassenbau/de/bild_a100_tunnelzufahrt.shtml (7.11.2006)
4. VIA
<http://www.viaberlin.de/> (7.11.2006)
5. Golias M. 2006. Varnostne ograje na cestah. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, Prometna smer: 2 str.
6. European standard EN 1317-1. Road restrain system
7. European standard EN 1317-2. Road restrain system
8. <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=2006116&stevilka=5008> (2.3.2007)
9. Quickchange Moveable Barrier, Managed Lane and Construction, zgoščenka Barrier systems inc.
10. Quickchange movable Barrier Additional Photographs
http://www.highwaycare.co.uk/barrier_products/quickchange_pics.php (2.3.2007)
11. M20 Contraflow Junctions 11 to 12 and 8 to 9: Use of Quickchange Moveable Barrier System, Technical Feasibility Study, marec 2006: 3 str., Highways Agency
12. Tehnična specifikacija za javne ceste TSC 0.210:2003 (predlog, oktober 2003): Varnostne ograje – pogoji in načini postavitve, Direkcija RS za ceste