

**UTVRĐIVANJE PRIORITETA I IZRADA ANALIZE STANJA
SUSTAVA ZAŠTITNIH OGRADA NA AUTOCESTAMA U
NADLEŽNOSTI HRVATSKIH AUTOCESTA D.O.O. S
PRIJEDLOGOM TEHNIČKOG RJEŠENJA USKLAĐENJA PREMA
VAŽEĆIM PROPISIMA I NORMAMA**

Knjiga 2:

Idejno rješenje



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ZAVOD ZA PROMETNO PLANIRANJE

Zagreb, veljača 2021.

Naziv projekta:

UTVRĐIVANJE PRIORITETA I IZRADA ANALIZE STANJA SUSTAVA
ZAŠTITNIH OGRADA NA AUTOCESTAMA U NADLEŽNOSTI HRVATSKIH
AUTOCESTA D.O.O. S PRIJEDLOGOM TEHNIČKOG RJEŠENJA
USKLAĐENJA PREMA VAŽEĆIM PROPISIMA I NORMAMA

KNJIGA 2: IDEJNO RJEŠENJE

Naručitelj:



HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o.
Širolina 4
HR 10 000 Zagreb

Izrađivač:



FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ZAVOD ZA PROMETNO PLANIRANJE
Vukelićeva 4
HR 10 000 Zagreb

Oznaka projekta:

FPZ-ZPP-900-180/2

Vrsta projekta:

Idejno rješenje

Voditelj projekta:

doc. dr. sc. Marko Ševrović, dipl. ing. prom.

Autori:

doc. dr. sc. Marko Ševrović, dipl. ing. prom.

doc. dr. sc. Marko Šoštarić, dipl. ing. prom.

dr. sc. Marijan Jakovljević, mag. ing. traff.

Bojan Jovanović, mag. ing. traff.

Antonia Perković Blašković, mag. ing. traff.

Sanja Leš, mag. iur.

Marko Švajda, mag. ing. traff.

**Predstojnik Zavoda za prometno
planiranje:**

doc. dr. sc. Marko Ševrović, dipl. ing. prom.

Dekan:

prof. dr. sc. Tomislav Josip Mlinarić



1. Uvod.....	1
2. Opći dio	3
3. Vrste zaštitnih odbojnih ograda.....	4
4. Područje primjene zaštitnih odbojnih ograda	4
5. Načini postavljanja zaštitnih odbojnih ograda.....	5
6. Kriteriji zaštite od udara	5
6.1. Razina zadržavanja	5
6.2. Razina radne širine	8
6.3. Razina ozbiljnosti udara	9
6.4. Razina prodiranja vozila	9
7. Duljine zaštitnih odbojnih ograda.....	12
8. Početni/završni elementi zaštitnih odbojnih ograda	12
9. Povezivanje zaštitnih odbojnih ograda	15
10. Uvjeti i načini za postavljenje zaštitnih odbojnih ograda	16
10.1. Opći dio.....	16
10.2. Zaštitna odbojna ograda u razdjelnom pojasu	19
10.2.1. Bez bočne opasnosti ili odvodnje.....	20
10.2.2. S bočnom opasnosti ili odvodnjom	22
10.3. Zaštitna odbojna ograda u zoni bočne opasnosti u bankini.....	26
10.4. Zaštitna odbojna ograda na nasipu	28
10.5. Zaštitna odbojna ograda u usjeku/zasjeku	30
11. Ostali cestovni zaštitni sustavi.....	32
11.1. Demontažna zaštitna odbojna ograda	32
11.2. Ublaživači udara.....	33
11.3. Zaštita protiv zasljepljivanja	34
11.4. Zaštitna odbojna ograda za motocikliste	34

1. UVOD

Izgradnja navedenih autocesta i njihovo opremanje izvodilo se u fazama kroz duži niz godina. Shodno tome, a uslijed praćenja razvoja tehnologije i donošenja zakonskih akata, mijenjala su se tehnička rješenja sustava zaštitnih odbojnih ograda. Neke od dionica autocesta zone obuhvata građene su prije prihvatanja EU direktive (2008/96/EC) te norme HR EN 1317. Kako je u međuvremenu donesen novi Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19), potrebno je postojeći sustav zaštitnih odbojnih ograda što prije uskladiti s istim i drugim obvezujućim dokumentima, a s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

U skladu s prethodno navedenom Hrvatske autoceste d.o.o. su pristupile izradi projekta *Utvrđivanje prioriteta i izrada analize stanja sustava zaštitnih ograda na autocestama u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o. s prijedlogom tehničkog rješenja usklađenja prema važećim propisima i normama*. Cjelokupna izrada predmetne projektne dokumentacije se sastoji od tri faze:

1. Prikupljanje podataka, modeliranje, odabir prioriteta i **idejno rješenje**
2. Prometni elaborati
3. Natječajna dokumentacija

Zona obuhvata se odnosi na sve autoceste u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o., i to:

- Autocesta A1 (Zagreb – Split - Dubrovnik) *dio je međunarodnih E-cesta (E71) koje Sjeveroistočnu Europu (od Košica i Budimpešte) spajaju s Jadranskim morem (luka Split). Hrvatske autoceste d.o.o. upravljaju izgrađenim dijelom autoceste A1 od interregionalnog čvora Bosiljevo 2 do ČCP Karamatići u duljini od **417 km***
- Autocesta A3 (Bregana - Zagreb - Lipovac) *izgrađena je u potpunosti te povezuje Središnju i Istočnu Hrvatsku. Ukupna duljina autoceste A3 iznosi **306 km***
- Autocesta A4 (Goričan - Zagreb) *izgrađena je u potpunosti te povezuje Središnju i Sjevernu Hrvatsku. Ukupna duljina autoceste A4 iznosi **97 km***
- Autocesta A5 (Beli Manastir - Osijek - Svilaj) – *izgrađena je dionica Osijek – Svilaj u dužini od **56 km***
- Autocesta A10 (Granica Republike Bosne i Hercegovine - čvorište Ploče) *izgrađena je u potpunosti, a ukupna duljina iznosi **9 km***

- Autocesta A11 (Zagreb - Sisak) *smještena je na dodiru savske nizine i padina Vukomeričkih gorica, koristeći najpovoljnije prirodne mogućnosti za vođenje prometnice. Izgrađena je dionica Jakuševac - Lekenik duljine 29 km*

Ukupna duljina analizirane mreže autocesta iznosi 914 km.

Predmet ove Knjige 2 je prva faza projekta, tj. *Idejno rješenje* unaprjeđenja sustava zaštitnih odbojnih ograda na autocestama u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o.

Idejno rješenje unaprjeđenja sustava zaštitnih odbojnih ograda (Knjiga 2) izrađeno je nakon prikupljanja podataka te modeliranja stanja sigurnosti i odabira prioriteta (Knjiga 1), a u skladu s rezultatima i zaključcima proizašlih iz:

- analize postojećeg prometno tehničkog stanja sustava zaštitnih odbojnih ograda
- analize stanja sigurnosti temeljene na analizi karakterističnih prometnih nesreća
- procjene rizika od događanja prometnih nesreća
- modeliranja potencijala smanjenja broja prometnih nesreća.

Shodno prethodno navedenom, u sklopu Idejnog rješenja kreirana su tipska tehnička rješenja zaštite karakterističnih dijelova autoceste zaštitnim odbojnim ogradama, a ovisno o poziciji na cesti. Idejnim rješenjem definirano je sljedeće:

- vrste zaštitnih odbojnih ograda na autocestama
- područja primjene
- načini postavljanja
- kriteriji zaštite od udara
 - razina zadržavanja
 - razina radne širine
 - razina ozbiljnosti udara
 - razina prodiranja vozila
- duljine zaštitnih odbojnih ograda
- početni/završni elementi
- povezivanje zaštitnih odbojnih ograda
- uvjeti i načini za postavljanje te
- ostali cestovni zaštitni sustavi.

2. OPĆI DIO

Prilikom odabira tehničkih rješenja sustava zaštitnih odbojnih ograda i definiranja njihovog načina postavljanja potrebno je voditi računa da odabrana tehnička rješenja moraju biti sukladna sa trenutno važećim propisima i normama:

- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19);
- Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19);
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20);
- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19);
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19);
- Pravilnik o minimalnim sigurnosnim zahtjevima za tunele (NN 93/13)
- Tehničkim propisom o građevnim proizvodima (NN 35/18, NN 104/19).
- HRN EN 1317-1:2011, Zaštitni cestovni sustavi - 1. dio: Nazivlje i opći kriteriji za metode ispitivanja (EN 1317-1:2010);
- HRN EN 1317-2:2011, Zaštitni cestovni sustavi - 2. dio: Razredi izvedbe, ispitivanja sudara prema kriterijima prihvatljivosti i metode ispitivanja sigurnosnih ograda uključujući ograde za vozila (EN 1317-2:2010);
- HRN EN 1317-3:2011, Zaštitni cestovni sustavi - 3. dio: Razredi izvedbe, ispitivanja sudara prema kriterijima prihvatljivosti i metode ispitivanja sigurnosnih jastuka (EN 1317-3:2010);
- HRN ENV 1317-4:2004, Zaštitni cestovni sustavi - 4. dio: Vrste izvedbi, kriteriji prihvatljivosti ispitivanja udara i metode ispitivanja završnih i prijelaznih elemenata zaštitnih ograda (ENV 1317-4:2001);
- HRN EN 1317-5:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 5. dio: Zahtjevi za proizvod i ocjenjivanje sukladnosti za zaštitne cestovne sustave (EN 1317-5:2007+A2:2012);
- HRN EN 1317-5:2012/Ispr.1:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 5. dio: Zahtjevi za proizvod i ocjenjivanje sukladnosti za zaštitne cestovne sustave (EN 1317-5:2007+A2:2012/AC:2012);
- HRN CEN/TR 1317-6:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 6. dio: Pješački cestovni sustavi - Pješački parapeti (CEN/TR 1317-6:2012);
- HRN CEN/TS 1317-8:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 8. dio: Cestovni sustavi za motocikliste koji smanjuju utjecaj težine motociklista u sudaru sa sigurnosnom preprekom (CEN/TS 1317-8:2012).

Preporučuje se korištenje i sljedećih normi dok se ne usvoje odgovarajući važeći hrvatski normativni dokumenti:

- EN/TR 1317-6;
- EN 1317-7.

Zaštitne odbojne ograde koje se stavljaju na tržište moraju biti označene CE oznakom na način kako je to propisano gore navedenim propisima i normama.

3. VRSTE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Zaštitne odbojne ograde su tehničke sigurnosne konstrukcije kojima je osnovna svrha spriječiti izlijetanje vozila s kolnika ceste, odnosno zadržati vozila skrenuta s kolnika. Zaštitne odbojne ograde mogu biti izrađene od čelika ili betona:

- čelične zaštitne odbojne ograde,
- betonske zaštitne odbojne ograde.

Orijentacija zaštite zaštitnih odbojnih ograda može biti:

- jednostrana,
- dvostrana.

4. PODRUČJE PRIMJENE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Zaštitna odbojna ograda se postavlja na mjestima gdje je opasnost od ozljeda uzrokovanih udarcem vozila u zaštitnu odbojnu ogradu manja od opasnosti prelaska vozila u opasno područje koje je zaštićeno zaštitnom odbojnom ogradom. Na autocestama se u pravilu koristi čelična zaštitna odbojna ograda, a u iznimnim slučajevima betonska zaštitna odbojna ograda.

Čelične zaštitne odbojne ograde postavljaju se:

- u razdjelnom pojasu autocesta,
- na cestovnom objektu,
- kada je cesta na nasipu ili usjeku/zasjeku
- u zoni opasnog mjesta (bočne opasnosti).

Betonske zaštitne odbojne ograde mogu se postavljati u razdjelnom pojasu autoceste i na bankini autoceste, u sljedećim slučajevima:

- na trasi autoceste koja prelazi preko vodozaštitnog područja,
- na cestovnim objektima,

- kao jedno od rješenja kod zaštite portalnih građevina tunela,
- na ostalim lokacijama gdje nije moguće osigurati sigurnost čeličnom zaštitnom odbojnom ogradom,
- na trasi autoceste prema posebnim uvjetima sigurnosti prometa, a temeljem analize troškova i koristi.

5. NAČINI POSTAVLJANJA ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Načini postavljanja zaštitne čelične odbojne ograde ovise o podlozi u koju se zaštitne odbojne ograde ugrađuju:

- postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda u zemljanu podlogu,
- postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda na betonsku podlogu,
- postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda u asfaltnu podlogu.

Detaljan način postavljanja čeličnih zaštitnih odbojnih ograda ovisan o podlozi postavljanja definiran je u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

Zaštitna betonska odbojna ograda postavlja se prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

Ovisno o načinu izvođenja odvodnje, betonske odbojne ograde moraju biti izvedene na način da u slučaju potrebe omoguće odvodnju.

6. KRITERIJI ZAŠTITE OD UDARA

Obavezni kriteriji za odabir tehničkih rješenja zaštitnih odbojnih ograda na autocestama uključuju:

- razina zadržavanja (H1 – H4),
- razina radne širine (W1 – W6)
- razina ozbiljnosti udara (ASI A – B)
- razina prodiranja vozila (VI1 – VI7)

6.1. Razina zadržavanja

Stupanj zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda na autocestama odabire se na temelju zakonski definiranih minimalnih vrijednosti stupnja zadržavanja u tablici 1. Viši odnosno niži

stupanj zadržavanja može se koristiti prema posebnim uvjetima sigurnosti prometa definiranim ovim smjernicama.

Tablica 1. Najmanji stupanj zadržavanja zaštitne odbojne ograde za autoceste i brze ceste

KATEGORIJA CESTE	RUB KOLNIKA	RAZDJELNI POJAS	OBJEKT/BETONSKA PODLOGA
Autocesta i brza cesta	H2-H1*	H2	H3-H2 (H4*)

* - prema posebnim uvjetima sigurnosti prometa

Potrebna razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu opasnih dionica i prostora uz cestu uključujući posebne uvjete sigurnosti prometa prikazana je u tablici 2 dok je u tablici 3 prikazana potrebna razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu objekata za premošćivanje i drugih objekata te opasnih dionica ceste ispred njih.

Tablica 2. Razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu opasnih dionica i prostora uz cestu

Opasne dionice i prostor uz cestu	Stupanj zadržavanja
Odvodni kanali dubine >15 cm koji se nalaze uz rub kolnika, u zonama bez bočne opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	H1
Telefonsko pozivni stupići izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	
Stupovi i cijevi za prometne znakove i prometnu opremu vanjskog promjera > 76,2 mm uključujući i profilirane nosače izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja. Iznimno u slučajevima kada su prethodno opisani stupovi i cijevi u postojećem stanju štićeni certificiranom zaštitnom odbojnom ogradom H2W4 nije potrebno mijenjati postojeću zaštitnu odbojnu ogradu s tipom H1W2 ako se stup/cijev nalazi unutar radne širine W2-W4.	
- Zone bočnih opasnosti u zoni naplatnih postaja izvan pravca glavne trase autoceste s ograničenjem brzine $\leq 60\text{km/h}$, - Ulazne i izlazne rampe čvorišta s kolnikom u nasipu bez bočne opasnosti gdje je nužna zaštitna odbojna oграда (slike 19 i 20) i gdje je ograničenje brzine $\leq 40\text{km/h}$, - Ulazne i izlazne rampe čvorišta autoceste neovisno o zonama bočnih opasnosti, s unutarnje bočne strane zavoja gdje je ograničenje brzine $\leq 40\text{km/h}$ prema slici 1 Sukladno ovim kriterijima zaštitna odbojna oграда razine zadržavanja H1 primjenjuje se na lokacijama na kojima je razmak između poteza ugrađene zaštitne odbojne ograde razine zadržavanja H2 u kontinuitetu minimalne duljine $\geq 250\text{ m}$.	
- Zone bočnih opasnosti na odmorištima na autocesti s ograničenjem brzine $\leq 40\text{km/h}$, - ulazne i izlazne rampe odmorišta autoceste neovisno o zonama bočnih opasnosti, s unutarnje bočne strane zavoja prema slici 1 Sukladno ovim kriterijima zaštitna odbojna oграда razine zadržavanja H1 primjenjuje se na lokacijama na kojima je razmak između poteza ugrađene zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 u kontinuitetu minimalne duljine $\geq 250\text{ m}$.	

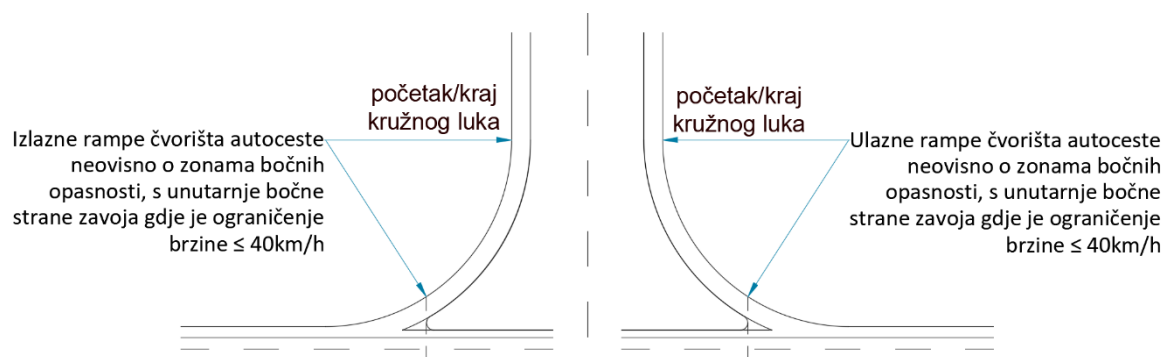
Opasne dionice i prostor uz cestu	Stupanj zadržavanja
Odvodni jarci usporedni s trasom autoceste prema slici 20 u slučaju nepostojanja ostalih razloga radi kojih se primjenjuje viši stupanj zadržavanja.	
Sve bočne opasnosti koje se štite s H2 ili H4b, ako su na udaljenosti većoj od 12,5 metara te manjoj od 20,0 m trebaju se štiti s H1, ovisno o rezultatima analize troškova i koristi proizašlih iz analize sigurnosti.	
Zone PUO-a izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	
Dionice na kojima je rubnjak visine > 7,00 cm izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	
Nasipi viši od 3 m bez bočne opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja te nasipi prema uvjetima sa slika 19 i 20	H2
Vodozaštitno područje (III. i IV. zona).	H4b
Vodozaštitno područje (I. i II. zona).	
Upornjaci i stupovi cestovnih objekata iznad autoceste.	H2, H4b
Stupovi javne rasvjete koji nisu „crash-friendly“ ¹ , visokonaponska oprema.	
Zidovi za zaštitu od buke.	
Portalne i poluportalne nosive konstrukcije, konzolni stupovi, upravljački uređaji i oprema	
Profilni stupovi portala i konzolnih nosača te cijevi vanjskog promjera $\geq 76,2$ mm koji nisu „crash-friendly“, a sukladno normi EN 12767.	
Kosine nagiba $\geq 75^\circ$ i minimalne visine $>1m^{**}$ s grubom i nepravilnom površinom koja ne omogućuje klizanje vozila, na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Kosine nagiba $15^\circ - 75^\circ$ i minimalne visine $>1m^{**}$ na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Drvoredi s drvećem bilo kojeg promjera.	
Drva promjera stabla >10 cm.	
Istureno kamenje tzv. samci na mjestima gdje stijenska masa izlazi iz pokosa nasipa odnosno usjeka na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Dionice uz koju su oštre stijene ili stijene s grubom ili raspucanom površinom na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Prijelazi preko ostalih prometnica.	
Poprečni vodotoci i odvodni kanali.	
Posebno opasni objekti s opasnim ili zapaljivim tvarima.	
Portali tunela.	
Prijelazi za životinje.	
Razdjelni pojas.	
Čvorišta i odmorišta - ulazni i izlazni krakovi autoceste neovisno o zonama bočnih opasnosti s vanjske bočne strane zavoja.	

*** Detaljnije prikazano na slici 21.*

¹ Pasivno sigurni stupovi javne rasvjete konstruirani tako da se prilikom naleta vozila ruše na način kojim se minimiziraju posljedice za vozača i putnike u vozilu.

Tablica 3. Razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu objekata za premošćivanje i drugih objekata

Područje objekata za premošćivanje i drugih objekata	Stupanj zadržavanja
Čvorišta u dvije ili više razina gdje je brzina ograničena na > 60 km/h, a u slučaju nepostojanja ostalih uvjeta koji definiraju viši stupanj zadržavanja.	H2
Na objektima za premošćivanje autocesta i državnih cesta duljim od 15 m.	
Objekt za premošćivanje preko vodotoka u vodozaštitom području (zona I. i II.).	H4b
Objekti koji su dulji od 10 m bez zaustavne trake.	
Ostala potencijalno opasna mjesta (npr. visine ispod objekta koje prelaze 10 m, itd.).	
Na nadvožnjacima priključaka autocesta (čvorovi) gdje PGDP teretnih vozila iznad 7 tona i autobusa zajedno iznosi više od 300 i ograničenje brzine je veće od 50 km/h.	
Na objektima autocesta na kojima je PGDP > 5000 i ograničenje brzine je veće od 50 km/h, a kojima se premošćuju druge javne ceste.	
Na objektima drugih javnih cesta na kojima je PGDP > 5000 i ograničenje brzine veće od 50 km/h, duljim od 50 m kojima se premošćuju autoceste.	



Slika 1. Stupanj zadržavanja u zoni ulazne i izlazne rampe čvorišta autoceste

6.2. Razina radne širine

Radna širina zaštitne odbojne ograde predstavlja udaljenost između prednje strane zaštitne odbojne ograde najbliže kolniku prije udara i najudaljenijeg bočnog položaja koji doseže bilo koji dio zaštitne odbojne ograde tijekom pada kao posljedica udara (Slika 2).

Radna širina mora biti manja od minimalne udaljenosti prednje strane zaštitne odbojne ograde od opasne prepreke uz ogradu. Najveća dopuštena radna širina zaštitnih

odbojnih ograda uz rub kolnika na autocestama je W6. Razine radne širine prikazane u tablici 4.

Radna širina zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu mora biti takva da zaštitna odbojna ograda, u slučaju sudara, unatoč pomaku ne ulazi u područje suprotnog prometnog traka.

Radna širina čelične zaštitne odbojne ograde na objektu mora biti manja od udaljenosti prednje strane zaštitne čelične odbojne ograde od vanjskog ruba objekta.

Radna širina i položaj postavljanja betonske zaštitne odbojne ograde na objektu mora biti takav da betonska zaštitna odbojna ograda, unatoč pomaku kod sudara, ostane na objektu cijelom širinom.

Tablica 4. Razine radne širine W_n ($n=1-6$)

Područje djelovanja		
W1	≤	0,6 m
W2	≤	0,8 m
W3	≤	1,0 m
W4	≤	1,3 m
W5	≤	1,7 m
W6	≤	2,1 m

6.3. Razina ozbiljnosti udara

Zaštitne odbojne ograde se na temelju utvrđenih vrijednosti razine ozbiljnosti udara (ASI) klasificiraju u tri kategorije: A, B i C. Kategorija A uključuje zaštitne odbojne ograde s najnižim stupnjem krutosti kod kojih prilikom udara vozila dolazi do većih deformacija zaštitne odbojne ograde i postepenije apsorpcije kinetičke energije vozila, s najmanjim utjecajem na putnike u vozilu. Predlaže se postavljanje zaštitnih odbojnih ograda sa stupnjem ASI A, dok se zaštitne odbojne ograde sa stupnjem ASI C ne koriste na autocestama.

6.4. Razina prodiranja vozila

Razina prodiranja vozila predstavlja kriterij koji zaštitna odbojna ograda mora zadovoljiti, a pomoću kojeg se na pojedinačnim lokacijama određuje udaljenost koja mora biti osigurana ispred bočne opasnosti (Slika 2).

Razina prodiranja vozila mora biti manja od minimalne udaljenosti maksimalnog upada vozila od bočne opasnosti uz zaštitnu odbojnu ogradu.

Razina prodiranja vozila zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu mora biti takav da vozilo, u slučaju sudara, unatoč upadu ne ulazi u područje suprotnog prometnog traka.

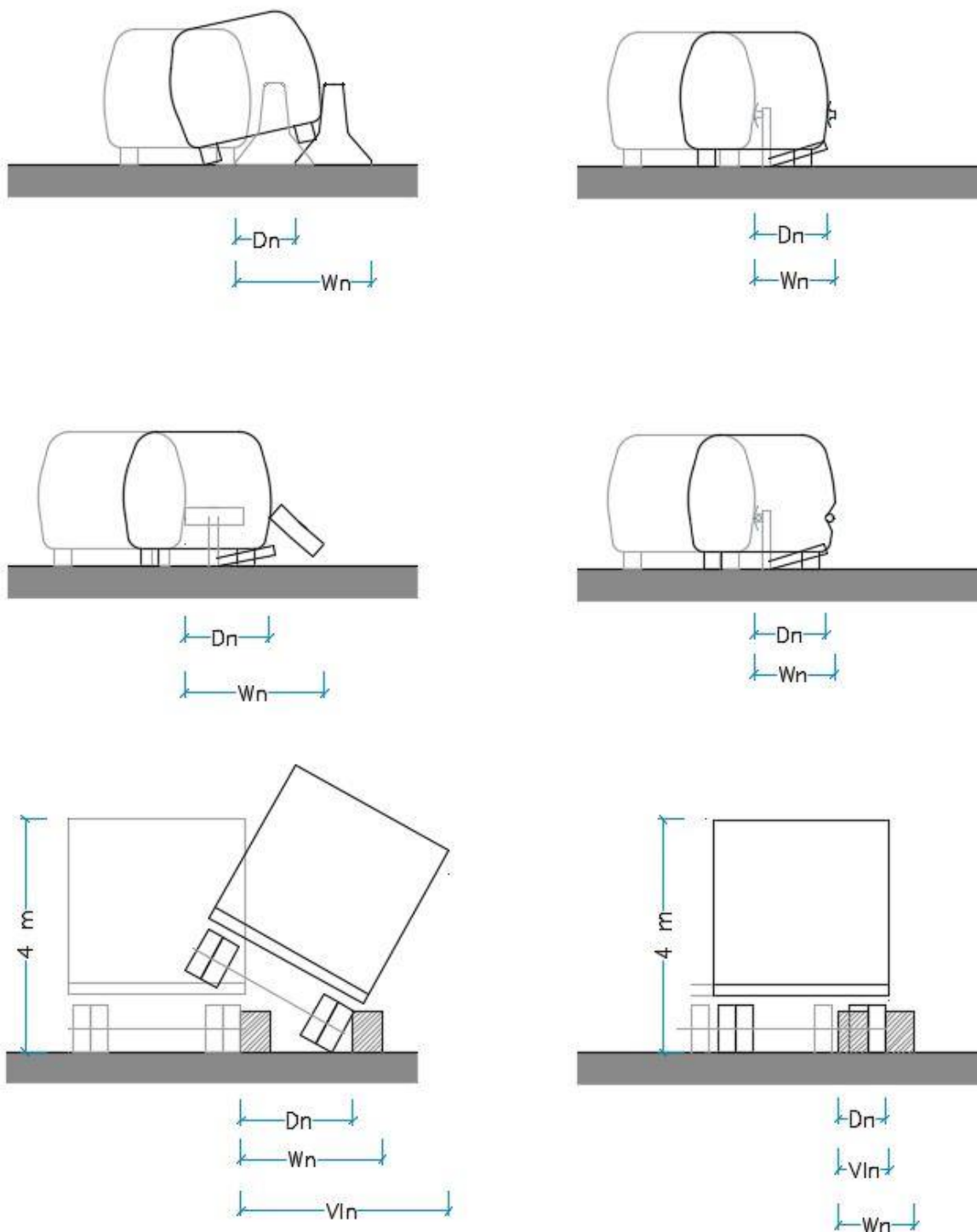
Razina prodiranja prikazane su u tablici 5.

Tablica 5. Razina prodiranja vozila VI_n (n=1-7)

Razina prodiranja		
VI1	≤	0,6 m
VI2	≤	0,8 m
VI3	≤	1,0 m
VI4	≤	1,3 m
VI5	≤	1,7 m
VI6	≤	2,1 m
VI7	≤	2,5 m

Kriterij kao što je dinamički progib (D - maksimalni bočni dinamički pomak prednje strane zaštitne odbojne ograde) projektant može također uzeti u obzir ako je potrebno dokazivati dodatne karakteristike zaštitne odbojne ograde, ali nije obavezan (Slika 2).

XXXXXXX



Slika 2. Primjeri: radna širina (w_n), prodiranje vozila (v_{ln}), dinamički progib (d_n) [HRN EN 1317:2]

7. DULJINE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Minimalna potrebna duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred i iza opasnog mjesta (bočne opasnosti) na autocesti definirana je zakonskom regulativom i navedena je u tablici 6.

Tablica 6. Minimalna duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred i iza opasnog mjesta (bočne opasnosti)

KATEGORIJA CESTE	ISPRED OPASNOG MJESTA	IZA OPASNOG MJESTA
Autoceste	minimalno 60 m	minimalno 16 metara

Najmanja ukupna duljina odabranog tehničkog rješenja zaštitne odbojne ograde pune visine ne smije biti kraća od duljine te zaštitne odbojne ograde pune visine koja je ispitana i certificirana u skladu s HRN EN 1317-2.

Duljina zaštitne odbojne ograde iza opasnog mjesta (bočne opasnosti) na autocesti definirana je zakonskom regulativom i iznosi 16 m.

Na zaštitnu odbojnu ogradu pune visine nadovezuju se početni i završni element na naletnoj i izletnoj strani prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

8. POČETNI/ZAVRŠNI ELEMENTI ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Početni/završni elementi zaštitnih odbojnih ograda postavljaju se s ciljem umanjavanja posljedica naleta vozila na zaštitnu odbojnu ogradu.

Početni elementi moraju biti izvedeni kao ublaživači udara s mogućnošću apsorpcije kinetičke energije naleta vozila na mjestima s povećanom vjerojatnosti, odnosno postavljeni u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama. Početni i završni element na istoj zaštitnoj odbojnoj ogradi ne mora nužno biti izveden u istoj tehnologiji, odnosno ne mora biti element istog tipa.

Na trasi autoceste te priključcima na kojima je dozvoljena brzina veća od 50 km/h, u smjeru vožnje koriste se:

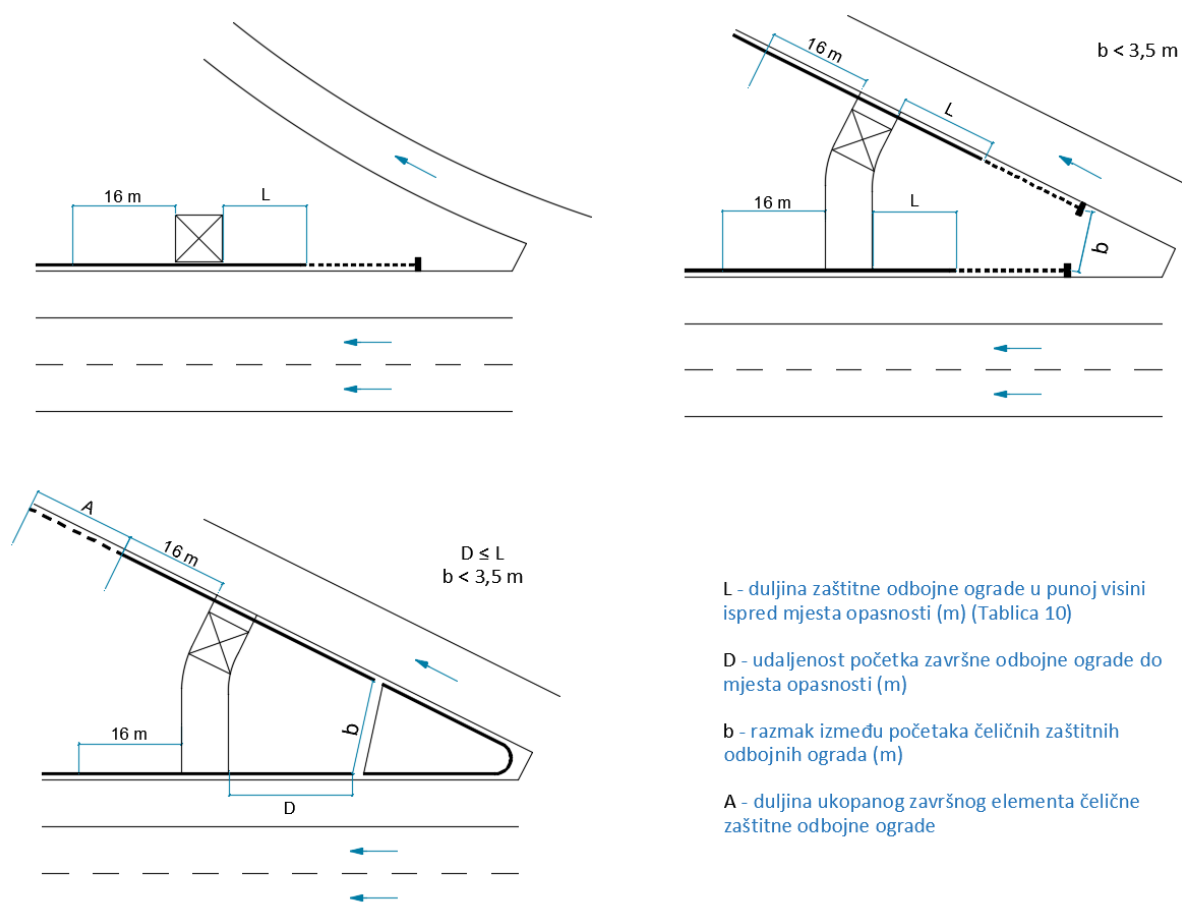
- početni elementi čelične zaštitne odbojne ograde koji udovoljavaju zahtjevima HRN EN 1317-4,;
- za ugradnju na priključcima na autoceste s ograničenjem brzine ≤ 80 km/h, početni elementi moraju biti ispitani za razred P2,

- za ugradnju na trasi autoceste, početni elementi moraju biti ispitani za razred P4 prema normi HRN EN 1317-4.

U slučaju betonske zaštitne odbojne ograde potrebno je najprije izvršiti prijelaz na čeličnu zaštitnu odbojnu ogradu u minimalnoj dužini kao u tablici 10, a zatim na nju pričvrstiti početni element.

Na priključcima na autoceste na kojima je dozvoljena brzina vožnje manja ili jednaka 50 km/h, u smjeru vožnje dopušteno je korištenje ukopanih početnih elemenata čelične zaštitne odbojne ograde i spuštenih završnih elemenata betonske zaštitne odbojne ograde u definiranoj duljini i postavljenih prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

U slučaju kada mora biti primijenjena čelična zaštitna odbojna oграда u zoni ulijevanja ili izlivanja dvaju usmjerenih kolnika (npr. u području zone izlaza s autoceste) uz oba kolnika, a razmak između početaka čeličnih zaštitnih odbojnih ograda iznosi više od 3,5 m, umjesto dva početna elementa ispitana prema normi HRN EN 1317-4 primjenjuje se, ovisno o situaciji na terenu i projektantskom rješenju, ublaživač udara testiran sukladno HRN EN 1317-3. (Slika 3)



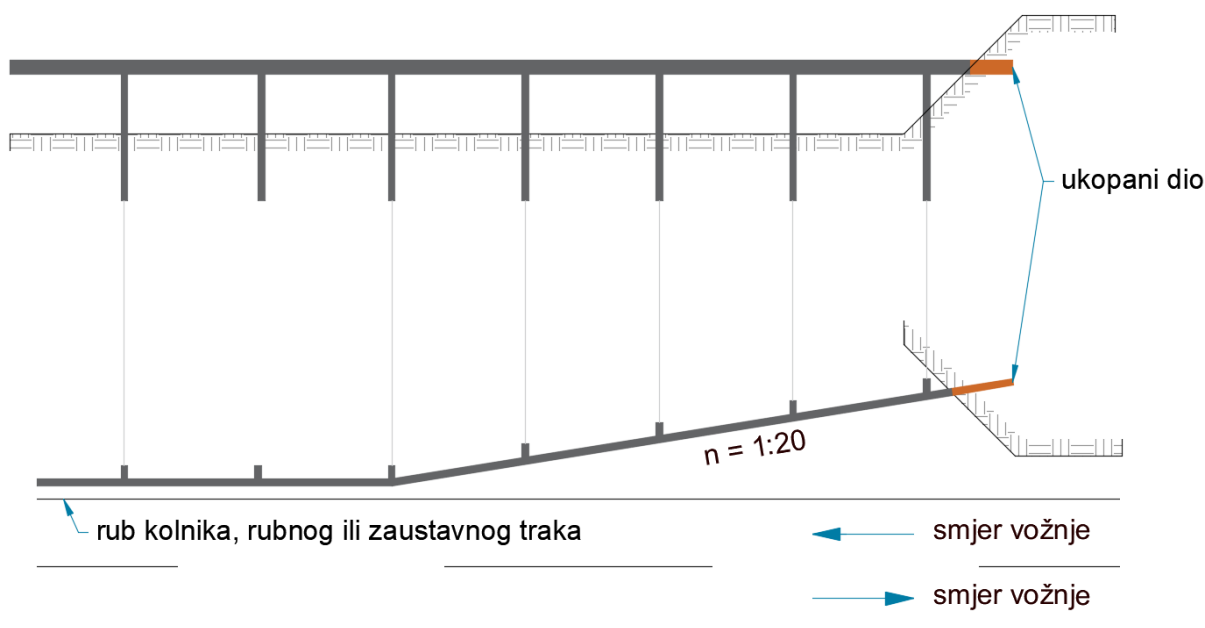
Slika 3. Početni/završni element u zoni ulijevanja ili izlivanja dvaju usmjerenih kolnika

Početni element čelične zaštitne odbojne ograde mora biti testiran u skladu s HRN ENV 1317-4, pri čemu mora udovoljavati sljedećim minimalnim zahtjevima:

- trajni bočni pomak - razred Da1, Dd2,
- područje preusmjerenja - razred Z2

Na trasi autoceste te na priključcima na autoceste kao završni elementi na kraju čelične zaštitne odbojne ograde u smjeru vožnje, koriste se ukopani završni elementi čelične zaštitne odbojne ograde ili spušteni završni elementi betonske zaštitne odbojne ograde.

Duljina ukopanog završnog elementa čelične zaštitne odbojne ograde izvodi se su svemu prema certificiranom rješenju proizvođača osim u posebnim slučajevima kada ih je potrebno odgovarajuće obrazložiti (npr. prekidi čelične zaštitne odbojne ograde u području servisnih priključaka, portala tunela i sl.). Čelična zaštitna odbojna ograda u području gdje usjek prelazi u nasip ili u objekt za premošćivanje, mora biti postavljena tako da se smjerno rotira s otklonom 1:20, sa završetkom ukopanim u kosinu, slika 4, osim u situacijama u kojima otklon 1:20 nije moguće osigurati, što je potrebno obrazložiti projektantskim rješenjem.



Slika 4. Početni/završni element zaštitne odbojne ograde u području prijelaza iz usjeka u nasip ili u objekt za premošćivanje

9. POVEZIVANJE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Ako je prekid između dvije zaštitne čelične odbojne ograde pune visine manji od 150 m, obje se odbojne ograde povezuju međusobno, osim u slučaju kada je potrebno osigurati pristup u svrhu održavanja što je potrebno dodatno obrazložiti, a prekid zaštitne odbojne ograde izvesti da se osigura maksimalna sigurnost.

Kada na trasi autoceste bez objekata zaštitne čelične odbojne ograde različitih stupnjeva zadržavanja slijede jedna za drugom na kraćim udaljenostima, stupanj zadržavanja ne mijenja se nadalje, ako je duljina zaštitne odbojne ograde s nižim stupnjem zadržavanja kraća od 250 m. Stupanj zadržavanja moguće je mijenjati nadalje iznimno u slučaju kada se nakon dionice štíćene s višim stupnjem zadržavanja nastavlja dionica s nižim stupnjem u duljini od minimalno 150 metara, a nakon čega slijedi dionica koja nije štíćena zaštitnom odbojnom ogradom.

Ako je u razdjelnom pojasu, u zoni nepostojanja bočnih opasnosti, udaljenost između ugrađenih poteza zaštitnih čeličnih odbojnih ograda jednostrane orijentacije veći ili jednak 164 metra potezi zaštitnih čeličnih odbojnih ograda jednostrane orijentacije međusobno se povezuju zaštitnom čeličnom odbojnom ogradom dvostrane orijentacije.

Prijelazni elementi između različitih stupnjeva zadržavanja zaštitnih čeličnih odbojnih ograda moraju biti u skladu s HRN EN 1317. Dopušteno je korištenje i modificiranog prijelaznog elementa, za koji se mora izvesti uspješna računalna simulacija (statička i dinamička analiza) u skladu s HRN EN 1317 pri čemu nadležno tijelo na temelju izvedene računalne simulacije (statička i dinamička analiza) utvrđuje sukladnost proizvoda u skladu s HRN EN 1317.

Povezivanje betonske i čelične zaštitne odbojne ograde izvodi se sa prijelaznim elementom koji mora biti testiran u skladu s HRN EN 1317. Dopušteno je korištenje i modificiranog prijelaznog elementa, za koji se mora izvesti uspješna računalna simulacija (statička i dinamička analiza) u skladu s HRN EN 1317 pri čemu nadležno tijelo na temelju izvedene računalne simulacije (statička i dinamička analiza) utvrđuje sukladnost proizvoda u skladu s HRN EN 1317.

U prijelaznom razdoblju, a do zamjene postojećih zaštitnih odbojnih ograda nezadovoljavajućeg stupnja zadržavanja, za prijelazne elemente novih zaštitnih odbojnih ograda na postojeće zaštitne odbojne ograde nezadovoljavajućeg ili nepoznatog stupnja zadržavanja koji neće biti predmet buduće zamjene (npr. zaštitne odbojne ograde na objektima i sl.) nije potrebno provesti testiranje u skladu s HRN EN 1317 ili simulacije. Na

ostalim lokacijama nužna je zamjena postojećih zaštitnih odbojnih ograda u funkcionalnoj cjelini kako bi se izbjeglo izvođenje prijelaznih elemenata na postojeće zaštitne odbojne ograde nezadovoljavajućeg ili nepoznatog stupnja zadržavanja koji su također predmet buduće zamjene.

10. UVJETI I NAČINI ZA POSTAVLJENJE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

10.1. Opći dio

Zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se tako da je plašt zaštitne čelične odbojne ograde udaljen minimalno 0,50 m od ruba kolnika (Slika 5). Kod rubnjaka visine $\leq 7,00$ cm, zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se tako da je plašt zaštitne čelične odbojne ograde udaljen minimalno 0,50 m od linije rubnjaka (Slika 6). U slučajevima kada se zaštitna čelična odbojna ograda ugrađuje uz rub kolnika kada je rubnjak visine $> 7,00$ cm postavlja se na način da je plašt zaštitne čelične odbojne ograde u ravnini s rubnjakom (Slika 7).

U zoni opasnog mjesta na kojima je rubnjak visine $> 7,00$ cm zaštitna čelična odbojna ograda se postavlja na način da je plašt ograde u ravnini s rubnjakom prilikom čega se smanjivanje udaljenosti plašta zaštitne čelične odbojne ograde od minimalno 0,50 m od linije rubnjaka do ravnine s rubnjakom izvodi s nagibom 1:100, a ravni dio zaštitne čelične odbojne ograde prije početka smanjivanja udaljenosti plašta od ruba rubnjaka treba iznositi minimalno 8 metara. (Slika 9)

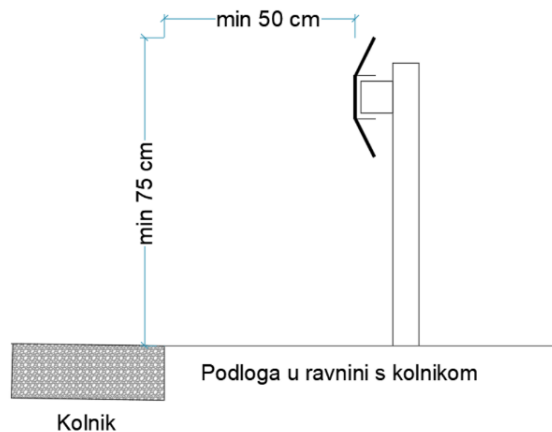
Kad je odvodnja izvedena odvodnim kanalom uz rub kolnika zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se na način da su stupovi zaštitne čelične odbojne ograde u ravnini s rubom kanala, a u slučaju da je odvodni kanal dubine $\leq 15,00$ cm (Slika 8 a)). U slučajevima kad je odvodni kanal na svojoj najdubljjoj točki dublji $> 15,00$ cm zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se na način da su stupovi zaštitne čelične odbojne ograde postavljeni uz rub odvodnog kanala (Slika 8 b)).

Zaštitna betonska odbojna ograda postavlja se tako da je plašt odbojne ograde udaljen minimalno 0,50 m od ruba kolnika (Slika 10).

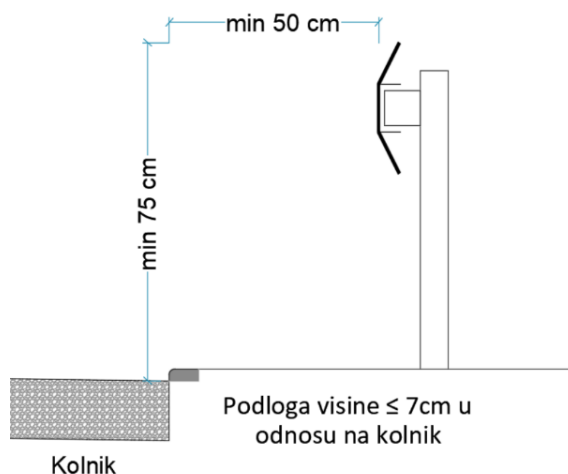
Gornji rub zaštitne čelične odbojne ograde ne smije biti na visini manjoj od 0,75 m, zaštitne betonske odbojne ograde na visini manjoj od 0,80 m, a privremene zaštitne odbojne ograde na visini manjoj od 0,40 m iznad ruba kolnika.

Zaštitna odbojna ograda mora biti opremljena retroreflektirajućim ili svjetlosnim oznakama veličine i razmaka jednake kao i za smjerokazne stupiće. Na kolniku s jednosmjernim prometom retroreflektirajuća oznaka je s obje strane crvene boje, dok je na

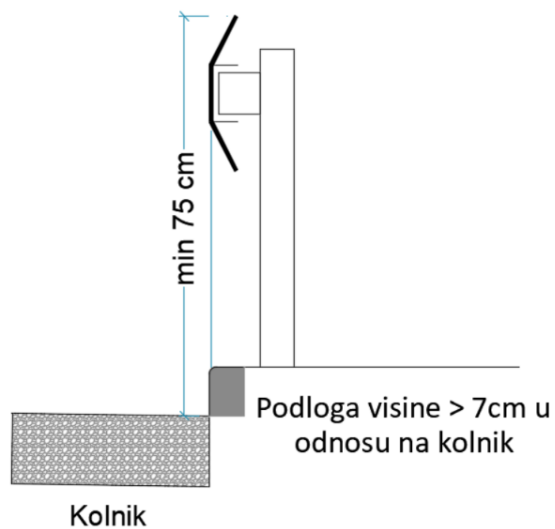
kolniku sa dvosmjernim prometom na desnoj strani u smjeru vožnje retroreflektirajuća oznaka crvene boje, a sa lijeve strane bijele boje.



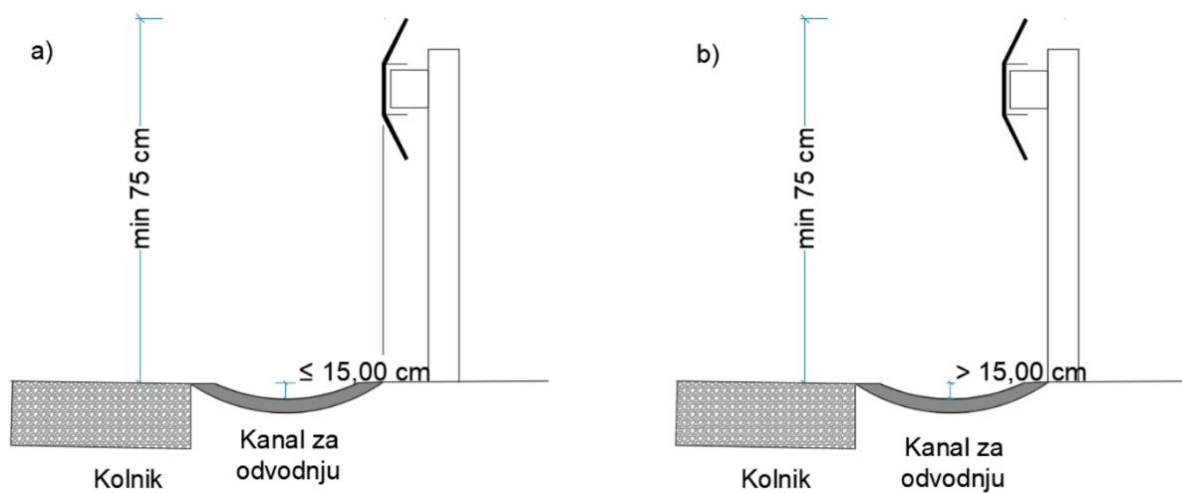
Slika 5. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kada je podloga u ravnini sa kolnikom



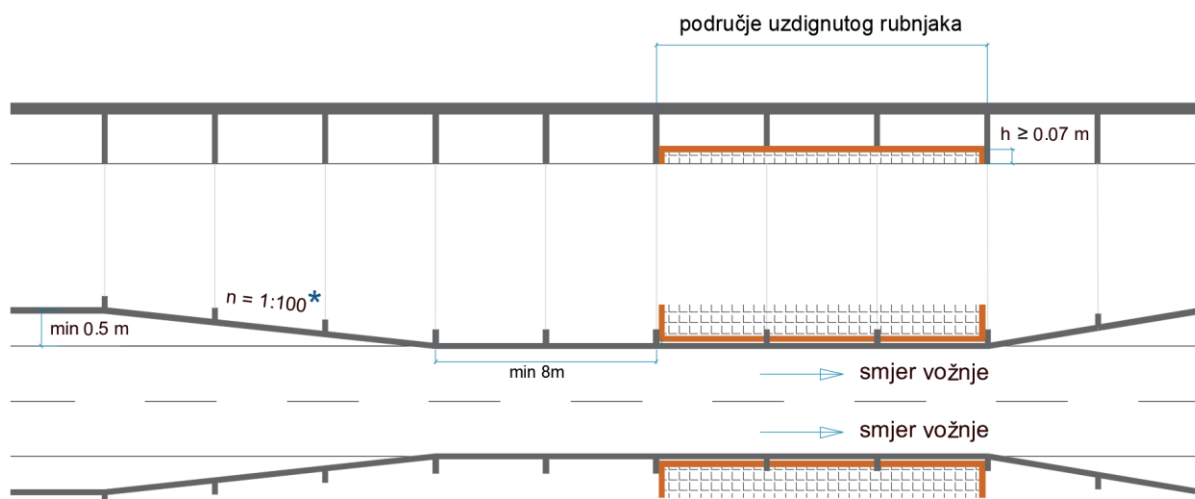
Slika 6. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kada je podloga visine $\leq 7,00\text{ cm}$



Slika 7. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kada je podloga visine > 7,00 cm

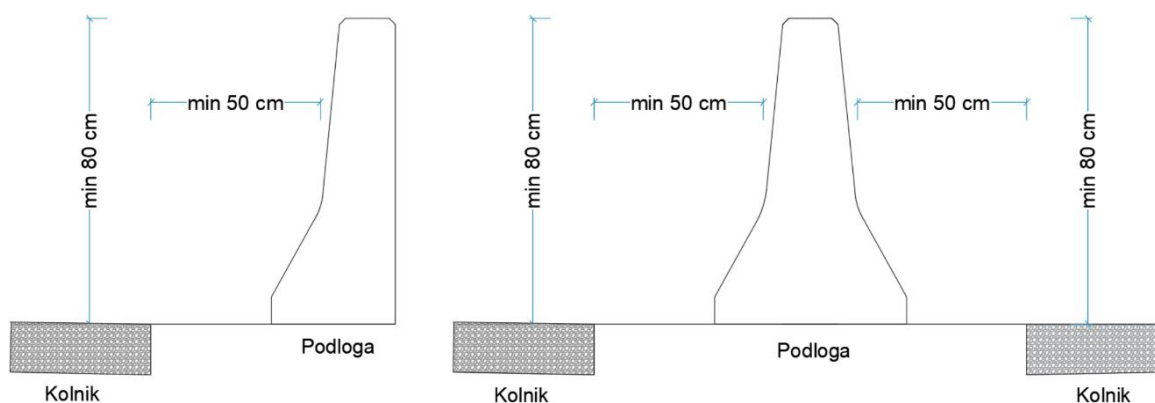


Slika 8. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kad je odvodnja izvedena odvodnim kanalom



* Kada otklon $n=1:100$ nije moguć dozvoljava se iznimno otklon do maksimalno $1:20$, a ovisno o situaciji što je potrebno obrazložiti projektantskim rješenjem.

Slika 9. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde u zoni opasnog mjesta na kojima je rubnjak visine $> 7,00$ cm



Slika 10. Postavljanje betonske zaštitne odbojne ograde

10.2. Zaštitna odbojna ograda u razdjelnom pojasu

S obzirom na orijentaciju zaštite čeličnih odbojnih ograda, u razdjelnom pojasu autoceste primjenjuju se:

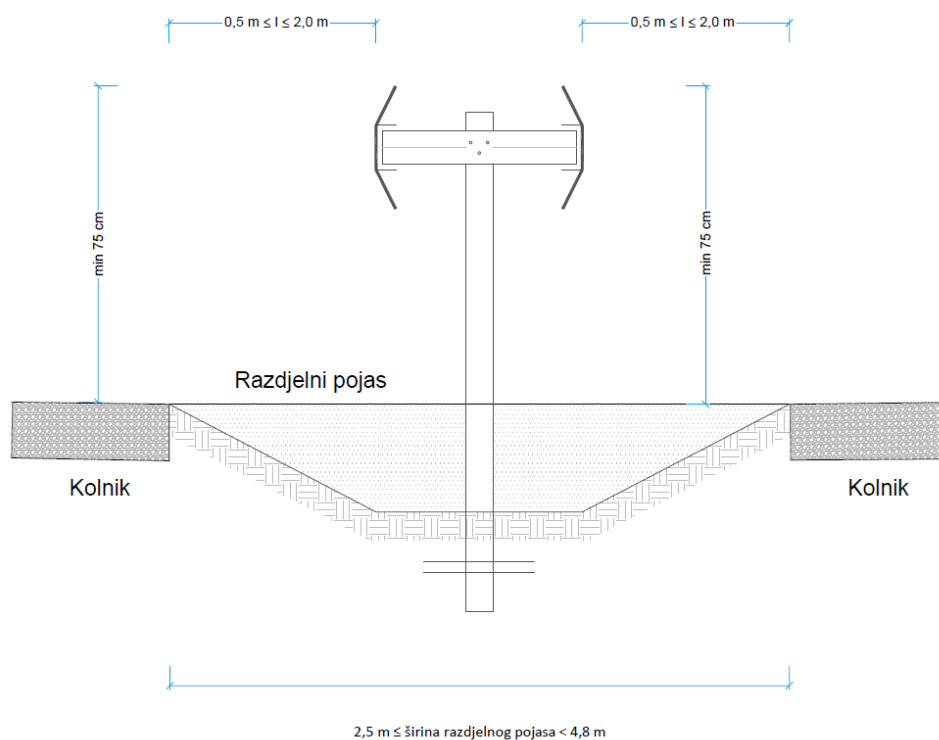
- zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije
 - u slučaju ne postojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu
 - u slučaju ne postojanja kanalice za odvodnju u srednjem dijelu razdjelnog pojasa
 - u slučaju poprečnog nagiba razdjelnog pojasa prema sljedećem:
 - $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $\leq 1:10$
- dvije zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije
 - u slučaju postojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu

- u slučaju različitih visina kolnika zbog poprečnog nagiba razdjelnog pojasa prema sljedećem:
 - $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $> 1:10$
- u slučaju postojanja kanalice za odvodnju u srednjem dijelu razdjelnog pojasa kanalicu je potrebno štiti jednostranom zaštitnom odbojnom ogradom sa svake strane kanalice,
 - u slučaju postojanja kanalice za odvodnju uz rub razdjelnog pojasa orijentacija zaštitne odbojne ograde određuje se kao jednostrana ili dvostrana zaštitna ograda prema širini razdjelnog pojasa, a uz zadovoljavanje kriterija radne širine zaštitne odbojne ograde.

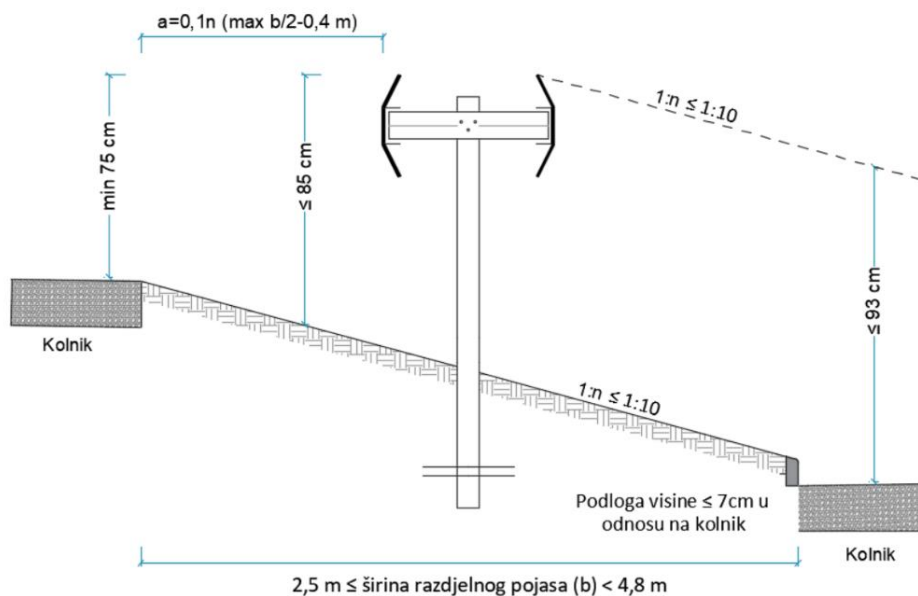
10.2.1. Bez bočne opasnosti ili odvodnje

Načini postavljanja čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti niti kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa prikazani su na slikama 11 do 13.

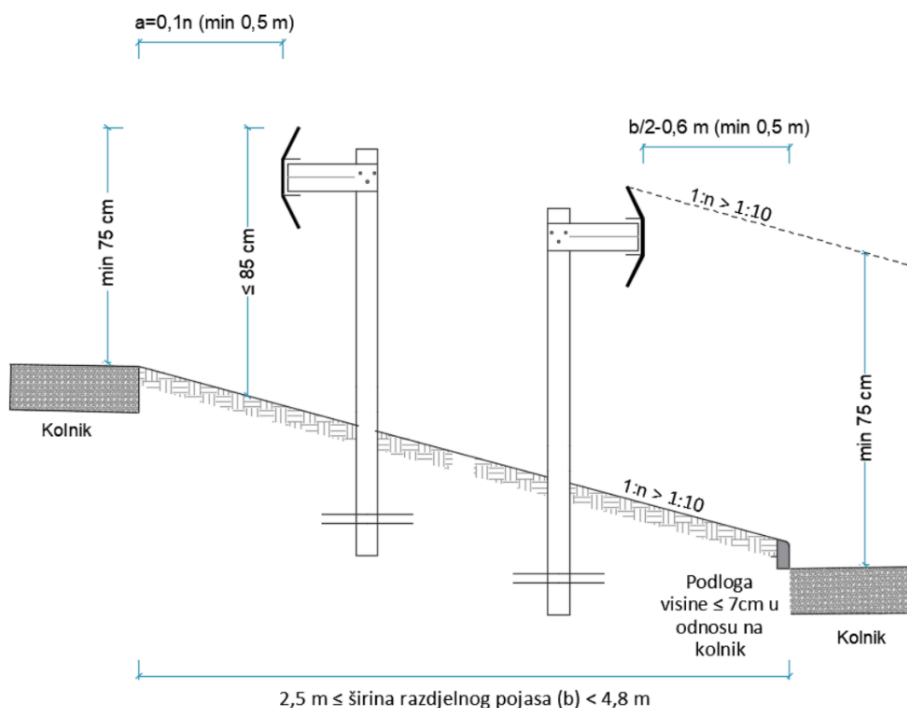
U slučaju postavljanja dvije čelične zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije u razdjelnom pojasu prema slici 13 potrebno je poštivati uvjete maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjeva bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 prikazanih u tablici 7.



Slika 11. Postavljanje čelične zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti, nepostojanja kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa, $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nepostojanje nagiba



Slika 12. Postavljanje čelične zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti, nepostojanja kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa, $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $\leq 1:10^2$



² Parametar a predstavlja odstupanje odbojne ograde od ruba kolnika, vrijednost n u formuli predstavlja nagib (bez mjerne jedinice)

Slika 13. Postavljanje dvije čelične zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti, nepostojanja kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa, $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $> 1:10$

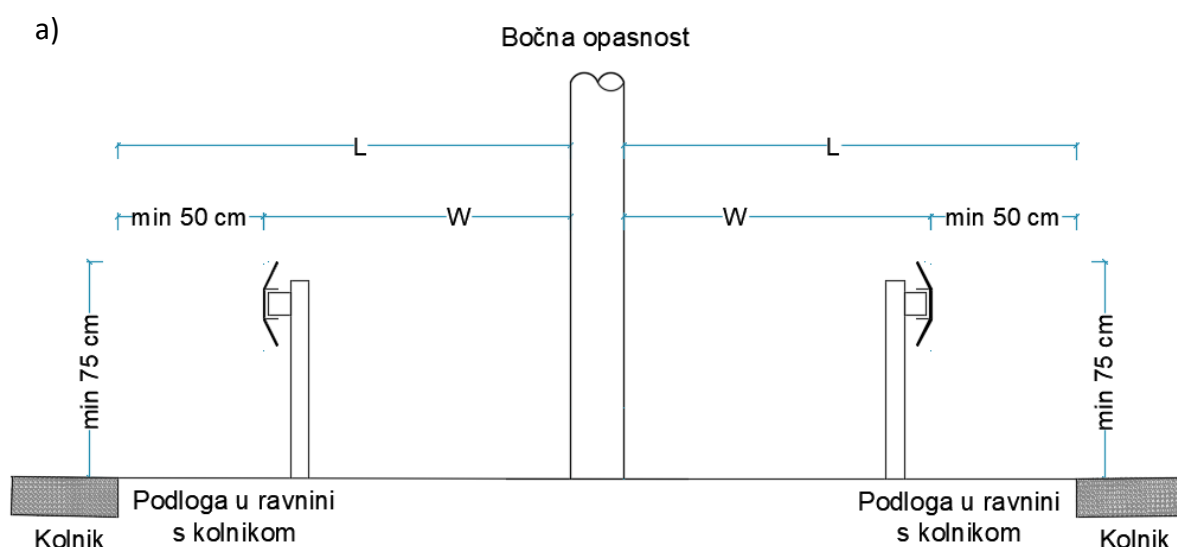
10.2.2. S bočnom opasnosti ili odvodnjom

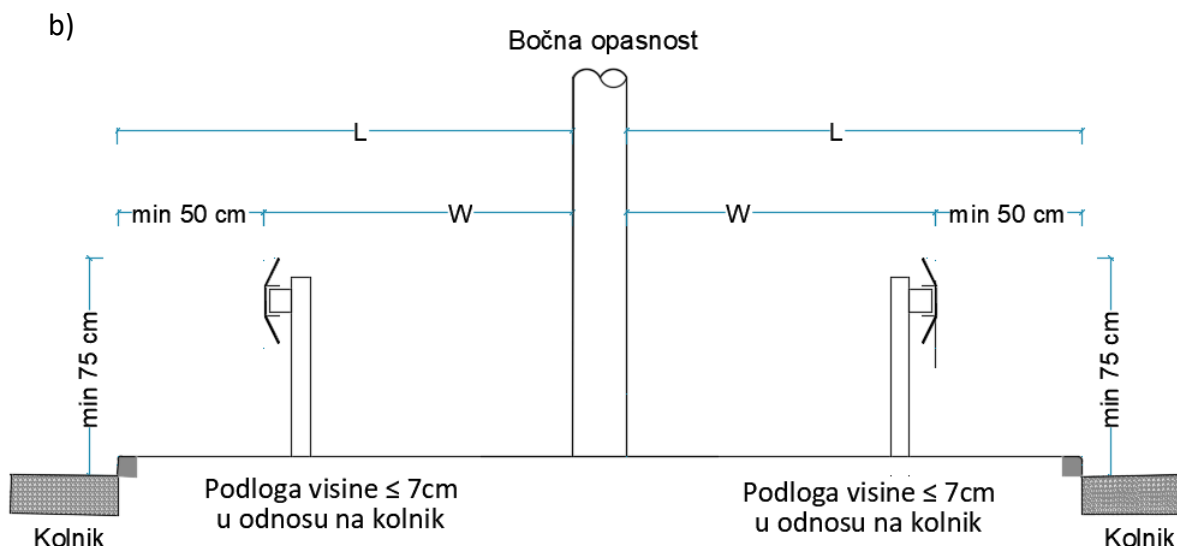
S obzirom na širinu razdjelnog pojasa, u zoni bočnih opasnosti, tj. na udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti (L), uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje minimalno 50 cm od ruba kolnika kao na slikama 5 i 6, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde klase zadržavanja H2 prikazani su u tablici 7. Načini postavljanja prikazani su na slici 14.

Tablica 7. Razdjelni pojas u zonama bočnih opasnosti – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

Udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti = L (m)		Maksimalna dozvoljena radna širina zaštitne odbojne ograde	Maksimalno dozvoljeni stupanj bočnog upada vozila
od	do		
< 1,1		*	*
1,1	1,3	W1	VI1
1,3	1,5	W2	VI2
1,5	1,8	W3	VI3
1,8	2,2	W4	VI4
2,2	2,6	W5	VI5
2,6	3,0	W6	VI6
$\geq 3,0$		W6	VI7

*s obzirom na malu udaljenost od kolnika do bočne opasnosti, ovisno o specifičnosti lokacije potrebno je definirati vrstu i orijentaciju zaštitne odbojne ograde





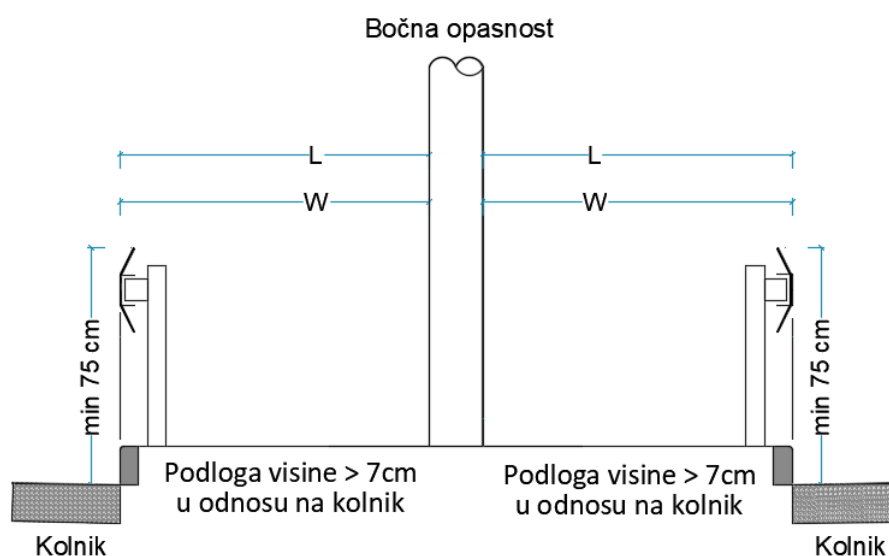
Slika 14. Postavljanje dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u zoni bočne opasnosti a) kada je podloga u ravnini s kolnikom te b) kada je podloga visine $\leq 7,00\text{ cm}$ – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

S obzirom na širinu razdjelnog pojasa u zoni bočnih opasnosti, tj. na udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti (L), uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje kao na slici 7, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde klase zadržavanja H2 prikazani su u tablici 8. Načini postavljanja prikazani su na slici 15.

Tablica 8. Razdjelni pojas u zonama bočnih opasnosti – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 uz rub kolnika prema uvjetima sa slike 7

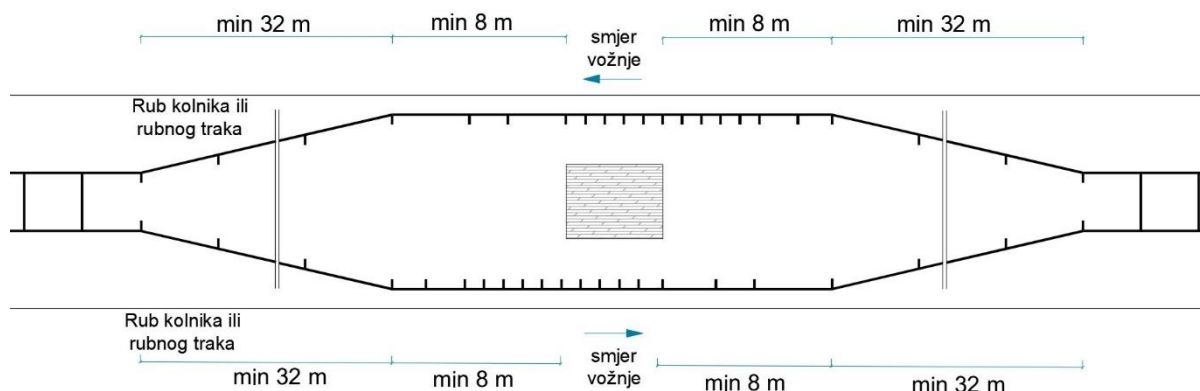
Udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti = L (m)		Maksimalna dozvoljena radna širina zaštitne odbojne ograde	Maksimalno dozvoljeni stupanj bočnog upada vozila
od	do		
< 0,6		*	*
0,6	0,8	W1	VI1
0,8	1,0	W2	VI2
1,0	1,3	W3	VI3
1,3	1,7	W4	VI4
1,7	2,1	W5	VI5
2,1	2,5	W6	VI6
≥ 2,5		W6	VI7

*s obzirom na malu udaljenost od kolnika do bočne opasnosti, ovisno o specifičnosti lokacije potrebno je definirati vrstu i orijentaciju zaštitne odbojne ograde



Slika 15. Postavljanje dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u zoni bočne opasnosti kada je podloga visine > 7,00 cm – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 uz rub kolnika prema uvjetima sa slike 7

Način izvođenja prijelaza s dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u dvostranu čeličnu zaštitnu odbojnu ogradu u zoni bočne opasnosti u razdjelnom pojasu prikazan je na slici 16.



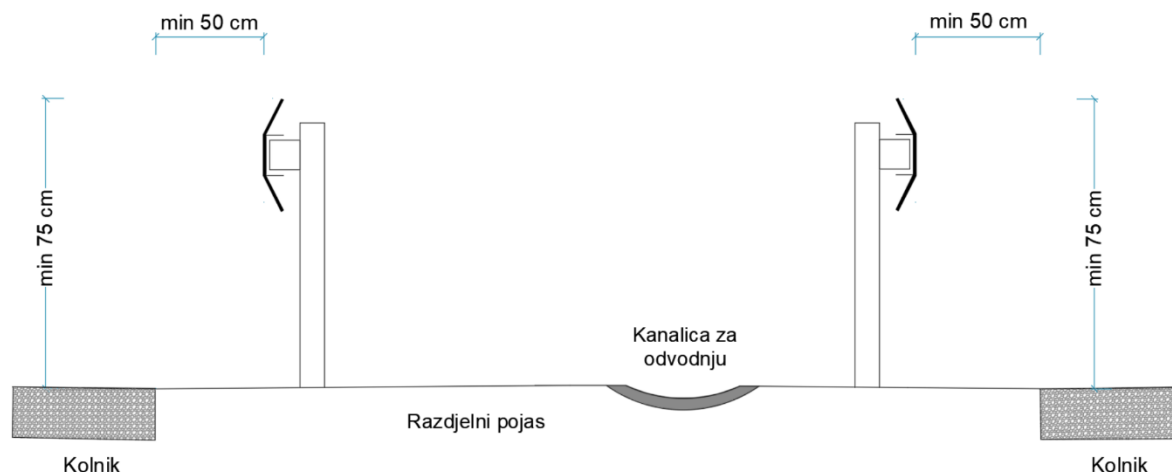
Slika 16. Prijelaz s dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u dvostranu čeličnu zaštitnu ogradu u zoni bočne opasnosti u razdjelnom pojasu

S obzirom na širinu razdjelnog pojasa, u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu te potrebe ugradnje dvije jednostrane zaštitne odbojne ograde u slučaju postojanja odvodnog kanala u sredini pojasa, uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje minimalno 50 cm od ruba kolnika kao na slikama 5 i 6, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 prikazani su u tablici 9. Način postavljanja prikazan je na slici 17.

Tablica 9. Razdjelni pojas bez bočnih opasnosti u slučaju postojanja odvodnog kanala u sredini pojasa - ugradnja dvije jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

Širina RP (m)		Maksimalno dozvoljena radna širina zaštitne ograde	Maksimalno dozvoljeni stupanj bočnog upada vozila
od	do		
$\leq 1,6$		*	*
1,6	1,8	W1	VI3
1,8	2,0	W2	VI4
2,0	2,3	W3	VI4
2,3	2,7	W4	VI5
2,7	3,1	W5	VI6
$\geq 3,1$		W6	VI7

*s obzirom na malu širinu razdjelnog pojasa, ovisno o specifičnosti lokacije potrebno je definirati vrstu i orijentaciju zaštitne odbojne ograde



Slika 17. Postavljanje dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u slučaju postojanja odvodnog kanala u sredini pojasa – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

U slučaju kad u razdjelnom pojasu postoji odvodni kanal koji nije pozicioniran u središnjoj osi razdjelnog pojasa te postoji mogućnost postavljanja zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije postavljaju se dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde, a uz zadovoljavanje uvjeta maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjeva bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2.

U slučaju nepostojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu te potrebe ugradnje dvije jednostrane zaštitne odbojne ograde u slučaju postojanja odvodnog kanala uz rub razdjelnog pojasa, uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje uz rub jednog kolnika minimalno 50 cm od ruba kolnika kao na slikama 5 i 6, a uz rub drugog kolnika u razini s rubom kolnika kao na slici 7, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjeve bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 određuju se za svaku jednostranu zaštitnu odbojnu ogradu zasebno.

10.3. Zaštitna odbojna ograda u zoni bočne opasnosti u bankini

Zaštitnu odbojnu ogradu je potrebno primijeniti ako je bočna opasnost udaljena od krajnje desne rubne crte $\leq 7,5$ m do 60 km/h, odnosno $\leq 12,5$ m za brzine veće od 60 km/h.

Maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde u bankini definirane su tablicama 7 i 8.

Pod bočnu opasnost ubrajaju se:

- vodena prepreka s dubinom vode u srednjem vodostaju ≥ 2 m,
- drvored s drvećem bilo kojeg promjera,

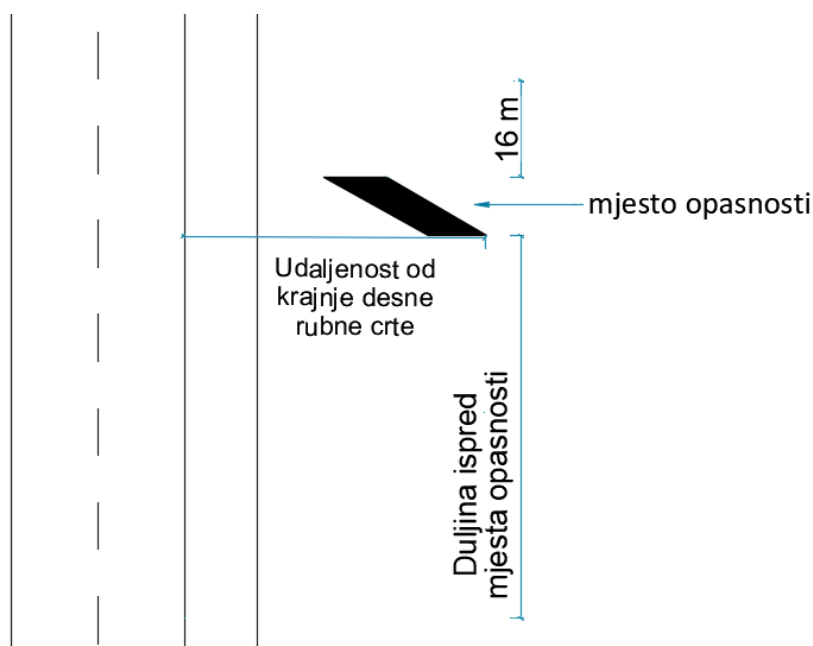
- drva promjera većeg od 10 cm,
- portalni ili poluportalni stup od cijevi, vanjskog promjera cijevi većeg od 76 mm ili stranice kvadrata veće od 76 mm ili debljine stijenke veće od 2,9 mm,
- ako stup javne rasvjete, dalekovoda, objekta nije „crash-friendly“,
- posebno opasan objekt s opasnim ili zapaljivim tvarima,
- čelone površine nepomičnih objekata koje će izazvati zaustavljanje vozila u slučaju udara,
- duboki odvodni kanali i
- ostale opasnosti koje povećavaju rizik od nastanka težih ozljeda putnika u vozilu u slučaju izlijetanja s kolnika.

U bankini autoceste primjenjuju se zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije.

U ovisnosti o udaljenosti do mjesta opasnosti od krajnje desne rubne crte, minimalne duljine zaštitnih odbojnih ograda ispred mjesta opasnosti u pravcu i zavoja polumjera $R \geq 875$ m prikazane su u tablici 10, slika 18.

Tablica 10. Minimalne duljine zaštitne odbojne ograde ispred mjesta opasnosti u pravcu i zavoja polumjera $R \geq 875$ m s obzirom na udaljenost od krajnje desne rubne crte

Udaljenost od krajnje desne rubne crte do mjesta opasnosti (m)	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	$\geq 12,5$
Duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred mjesta opasnosti (m)	60	60	60	68	72	80	88	96	104	108



Slika 18. Minimalna duljina zaštitne odbojne ograde ispred mjesta opasnosti u pravcu i zavoja polumjera $R \geq 875$ m

Postavljanje zaštitne odbojne ograde u punoj visini u bankini obavezno je u zavojima polumjera $R_{\min} < 875$ m počevši od prijelaza pravca u kružni luk do završetka kružnog luka.

Ukoliko situacija na lokaciji zahtjeva, projektant može za određenu dionicu, na kojoj se zaštitna odbojna ograda ugrađuje u kontinuitetu, izabrati tehnička rješenja koja zadovoljavaju isti stupanj zadržavanja, a imaju različitu radnu širinu i stupanj bočnog upada vozila. Najmanja ukupna duljina svakog odabranog tehničkog rješenja zaštitne odbojne ograde pune visine ne smije biti kraća od duljine te zaštitne odbojne ograde pune visine koja je ispitana i certificirana u skladu s HRN EN 1317-2. i od duljine definirane u tablici 10.

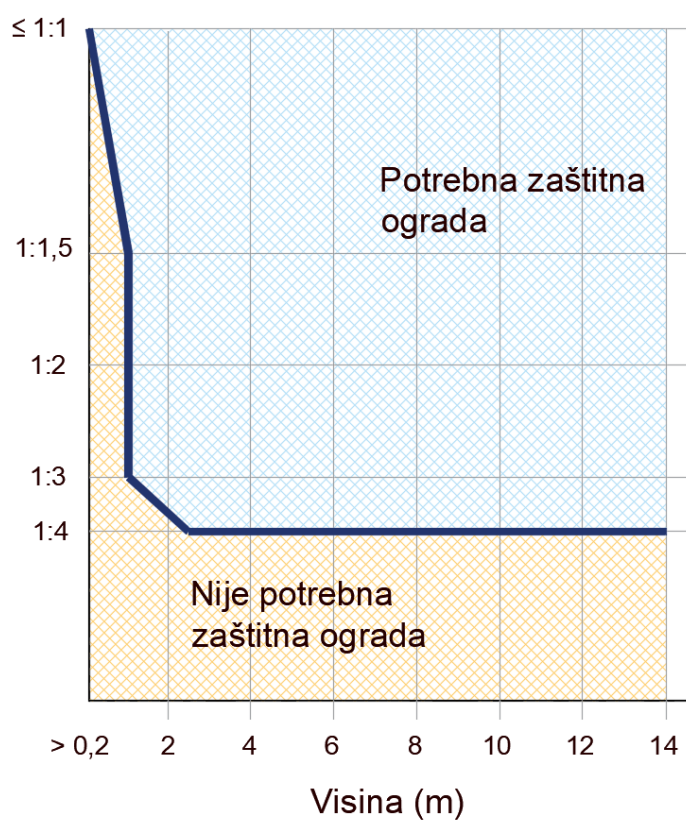
Na specifičnim područjima gdje vozilo može opasnu prepreku dostići klizanjem (npr. uz kosinu) ili paralelnom vožnjom s unutrašnje strane zaštitne odbojne ograde (npr. unutarnja strana zavoja), kanaliziranjem prema opasnoj prepreci iza zaštitne odbojne ograde minimalnu duljinu zaštitne odbojne ograde na punoj visini ispred mjesta opasnosti dužu od vrijednosti definiranim u tablici 10, određuje projektant proračunom s obzirom na konkretnu situaciju.

10.4. Zaštitna odbojna ograda na nasipu

Obaveza ugradnje zaštitne odbojne ograde kada je autocesta na nasipu određuje se sukladno visini nasipa i nagiba kosine nasipa ili terena te se uzimaju u obzir i cestovni jarci (njihova dubina) koji se nalaze neposredno uz nožicu nasipa. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde na nasipu prikazani su na slikama 19 i 20.

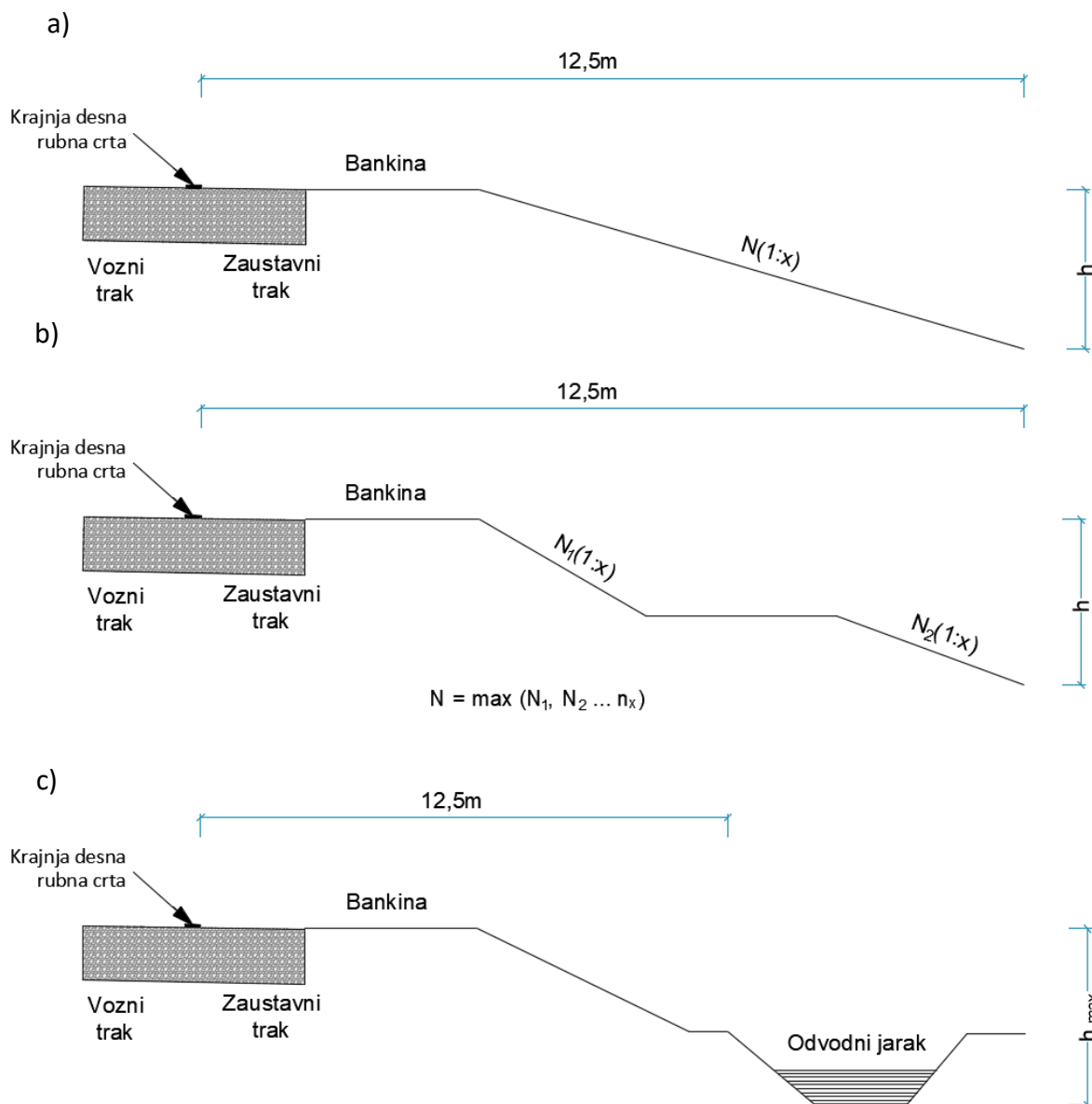
Primjena zaštitne odbojne ograde nije potrebna ako je udaljenost početka kosine gornjeg ruba nasipa od krajnje desne rubne crte veća od 12,5 m, slika 20 c).

Kosina*



*na udaljenosti 12,5 m od krajnje desne rubne crte

Slika 19. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde na nasipu



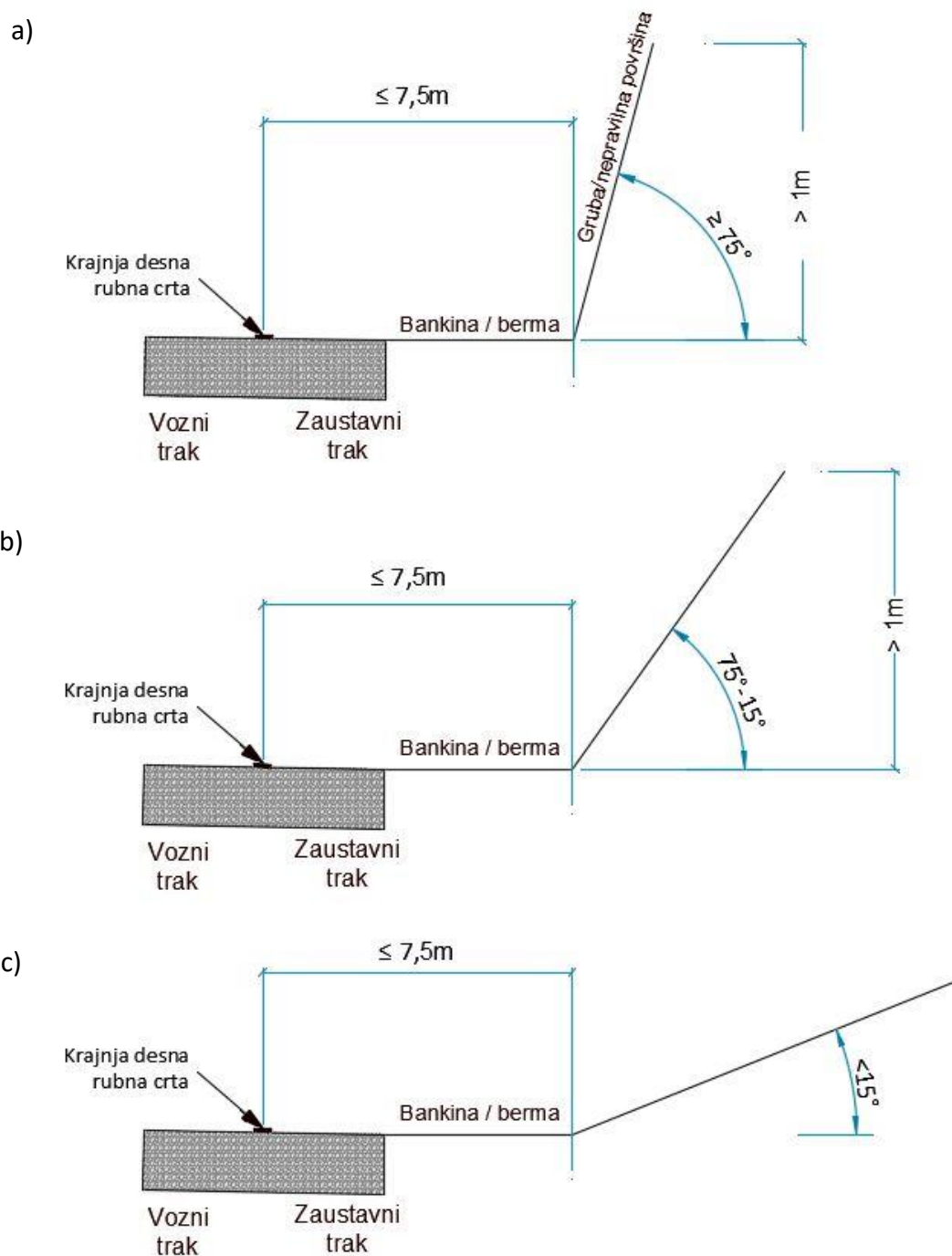
Slika 20. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde na nasipu

10.5. Zaštitna odbojna ograda u usjeku/zasjeku

Zaštitna odbojna ograda u usjeku/zasjeku se postavlja kod kosina nagiba usjeka/zasjeka $\geq 75^\circ$, grube i nepravilne površine koja ne omogućuje klizanje vozila, koje su na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte, visine >1 m (Slika 21 a)) te kod kosina nagiba usjeka/zasjeka $75^\circ - 15^\circ$ koje su na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte, visine >1 m neovisno o pravilnosti/nepravilnosti površine kosine (Slika 21 b)).

Zaštitna odbojna ograda se ne postavlja ako je kosina usjeka/zasjeka $\geq 75^\circ$, površinom glatka odnosno takva da vozilo uz nju može klizati bez posljedica za putnike u vozilu.

Zaštitna odbojna ograda se ne postavlja kod kosina nagiba $< 15^\circ$ neovisno o pravilnosti/nepravilnosti površine (Slika 21 c)).



Slika 21. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde u usjeku/zasjeku

11. OSTALI CESTOVNI ZAŠTITNI SUSTAVI

11.1. Demontažna zaštitna odbojna ograda

Demontažna zaštitna odbojna ograda i demontažni sustavi postavljaju se u razdjelnom pojasu na pozicijama službenih prolaza i to:

- na otvorenoj trasi, u pravilu na svakih 3 km;
- obostrano ispred tunela, galerija i drugih osvijetljenih objekata kojima se natkriva trasa autoceste;
- obostrano ispred duljih cestovnih objekata, mostova i vijadukata;
- u zoni čvorova.

Obostrano ispred tunela duljih od >500 m postavljaju se demontažni sustavi s ciljem omogućavanja brže izmjene.

Pri odabiru tehničkih rješenja demontažnih zaštitnih odbojnih ograda i demontažnih sustava potrebno je voditi računa o sigurnosti, funkcionalnosti i operativnosti izabranih tehničkih rješenja:

- tehnička rješenja demontažnih zaštitnih odbojnih ograda moraju zadovoljiti minimalni zakonski definiran stupanj zadržavanja za zaštitne odbojne ograde koje se ugrađuju u razdjelnom pojasu, stupanj zadržavanja H2,
- tehnička rješenja moraju biti testirana i certificirana u svemu prema važećim propisima i normama,
- tehnička rješenja moraju se postaviti u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača,
- odabrana tehnička rješenja moraju biti jednostavna za demontiranje i održavanje
- tehnička rješenja demontažnih zaštitnih odbojnih ograda i zaštitne odbojne ograde koje se postavljaju u nastavku razdjelnog pojasa povezani su (ukoliko je u certificiranom rješenju definirano da je povezivanje potrebno) na način da funkcionalne karakteristike nemaju uzajamno negativni učinak, u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača i sukladno važećim propisima i normama
- minimalna duljina demontažnog prolaza iznosi 100 metara.

11.2. Ublaživači udara

Ublaživači udara se koriste za osiguranje posebno opasnih mjesta na cesti, gdje postoji opasnost naleta vozila na čvrstu građevinu:

- razdjelni otok,
- zid cestovnog objekta,
- konzolni stup,
- čioni prolaz i dr.

Testirani su za brzine naleta 50 km/h, 80 km/h, 100 km/h i 110 km/h, a izvedbom mogu biti:

- paralelni
- trapezni.

Prilikom udara, ublaživač mora imati sposobnost preusmjeravanja tj. zadržavanja vozila bez njegovog vraćanja na prometnu traku.

Ublaživači udara i zaštitne odbojne ograde koje slijede nakon ublaživača u smjeru vožnje povezuju se (ukoliko je u certificiranom rješenju definirano da je povezivanje potrebno) na način da funkcionalne karakteristike nemaju uzajamno negativni učinak, u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača i sukladno važećim propisima i normama.

Stupanj zaštite na autocestama i brzim cestama mora biti minimalno razreda P4.

Ublaživač udara na trasi autoceste mora biti ispitan u skladu s HRN EN 1317-3, pri čemu mora ispunjavati sljedeće minimalne zahtjeve:

- razred brzine 100 km/h, osim u posebnim slučajevima kada je potrebno odgovarajuće obrazložiti (npr. naplatna postaja, čioni prolaz);
- područje preusmjeravanja - razred Z1;
- trajni bočni pomak - razred D2.

Priprema terena i izvedba temelja mora biti usporediva s uvjetima kod izvedenog testa prema HRN EN 1317-3, HRN ENV 1317-4 i u skladu s uputama proizvođača ublaživača udara.

Ublaživači udara koji se koriste za osiguranje zidova cestovnih objekata, kao što je osiguranje od udara u zid tunela na tunelskim zaustavnim površinama moraju ispunjavati sljedeće zahtjeve:

- razred brzine najmanje 80 km/h,
- s obzirom na prosječne dimenzije tunelskih zaustavnih površina od min 40 m dužine i min 3 m širine, s naglaskom i na dužinu i na širinu tunelske zaustavne

površine, potrebno je koristiti ublaživače udara koji su dimenzijama prilagođeni upotrebi u tunelima, a ispitani u skladu sa HRN EN 1317, te su izrađeni od materijala otpornih na požar.

11.3. Zaštita protiv zasljepljivanja

Zaštita protiv zasljepljivanja se postavlja na zaštitnu odbojnu ogradu koja se nalazi u razdjelnom pojasu autoceste. Zaštita je predviđena na mjestima gdje je moguće zasljepljivanje od strane vozila iz suprotnog smjera vožnje. Zaštita se izvodi tako da je zaštitni kut zasljepljenja $\alpha \geq 9^\circ$

Zaštita protiv zasljepljivanja izvodi se od metala, plastike, drva, polimernih mreža, šiblja, drugih materijala ili kombinirano.

11.4. Zaštitna odbojna ograda za motocikliste

Zaštita za motocikliste postavlja se na lokacijama gdje se pokaže potrebno prema rezultatima analize troškova i koristi proizašlim iz analize sigurnosti.

Na mjestima gdje je potrebna dodatna zaštita za motocikliste moraju se koristiti zaštitne odbojne ograde koje su testirane i certificirane zajedno sa zaštitnom odbojnom ogradom za motocikliste.

**UTVRĐIVANJE PRIORITETA I IZRADA ANALIZE STANJA
SUSTAVA ZAŠTITNIH OGRADA NA AUTOCESTAMA U
NADLEŽNOSTI HRVATSKIH AUTOCESTA D.O.O. S
PRIJEDLOGOM TEHNIČKOG RJEŠENJA USKLAĐENJA PREMA
VAŽEĆIM PROPISIMA I NORMAMA**

Knjiga 2:

Idejno rješenje



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ZAVOD ZA PROMETNO PLANIRANJE

Zagreb, veljača 2021.

Naziv projekta:

UTVRĐIVANJE PRIORITETA I IZRADA ANALIZE STANJA SUSTAVA
ZAŠTITNIH OGRADA NA AUTOCESTAMA U NADLEŽNOSTI HRVATSKIH
AUTOCESTA D.O.O. S PRIJEDLOGOM TEHNIČKOG RJEŠENJA
USKLAĐENJA PREMA VAŽEĆIM PROPISIMA I NORMAMA

KNJIGA 2: IDEJNO RJEŠENJE

Naručitelj:



HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o.
Širolina 4
HR 10 000 Zagreb

Izrađivač:



FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ZAVOD ZA PROMETNO PLANIRANJE
Vukelićeva 4
HR 10 000 Zagreb

Oznaka projekta:

FPZ-ZPP-900-180/2

Vrsta projekta:

Idejno rješenje

Voditelj projekta:

doc. dr. sc. Marko Ševrović, dipl. ing. prom.

Autori:

doc. dr. sc. Marko Ševrović, dipl. ing. prom.

doc. dr. sc. Marko Šoštarić, dipl. ing. prom.

dr. sc. Marijan Jakovljević, mag. ing. traff.

Bojan Jovanović, mag. ing. traff.

Antonia Perković Blašković, mag. ing. traff.

Sanja Leš, mag. iur.

Marko Švajda, mag. ing. traff.

**Predstojnik Zavoda za prometno
planiranje:**

doc. dr. sc. Marko Ševrović, dipl. ing. prom.

Dekan:

prof. dr. sc. Tomislav Josip Mlinarić



1. Uvod.....	1
2. Opći dio	3
3. Vrste zaštitnih odbojnih ograda.....	4
4. Područje primjene zaštitnih odbojnih ograda	4
5. Načini postavljanja zaštitnih odbojnih ograda.....	5
6. Kriteriji zaštite od udara	5
6.1. Razina zadržavanja	5
6.2. Razina radne širine	8
6.3. Razina ozbiljnosti udara	9
6.4. Razina prodiranja vozila	9
7. Duljine zaštitnih odbojnih ograda.....	12
8. Početni/završni elementi zaštitnih odbojnih ograda	12
9. Povezivanje zaštitnih odbojnih ograda	15
10. Uvjeti i načini za postavljanje zaštitnih odbojnih ograda	16
10.1. Opći dio.....	16
10.2. Zaštitna odbojna ograda u razdjelnom pojasu	19
10.2.1. Bez bočne opasnosti ili odvodnje.....	20
10.2.2. S bočnom opasnosti ili odvodnjom	22
10.3. Zaštitna odbojna ograda u zoni bočne opasnosti u bankini.....	26
10.4. Zaštitna odbojna ograda na nasipu	28
10.5. Zaštitna odbojna ograda u usjeku/zasjeku	30
11. Ostali cestovni zaštitni sustavi.....	32
11.1. Demontažna zaštitna odbojna ograda	32
11.2. Ublaživači udara.....	33
11.3. Zaštita protiv zaslepljivanja	34
11.4. Zaštitna odbojna ograda za motocikliste	34

1. UVOD

Izgradnja navedenih autocesta i njihovo opremanje izvodilo se u fazama kroz duži niz godina. Shodno tome, a uslijed praćenja razvoja tehnologije i donošenja zakonskih akata, mijenjala su se tehnička rješenja sustava zaštitnih odbojnih ograda. Neke od dionica autocesta zone obuhvata građene su prije prihvatanja EU direktive (2008/96/EC) te norme HR EN 1317. Kako je u međuvremenu donesen novi Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19), potrebno je postojeći sustav zaštitnih odbojnih ograda što prije uskladiti s istim i drugim obvezujućim dokumentima, a s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

U skladu s prethodno navedenom Hrvatske autoceste d.o.o. su pristupile izradi projekta *Utvrđivanje prioriteta i izrada analize stanja sustava zaštitnih ograda na autocestama u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o. s prijedlogom tehničkog rješenja usklađenja prema važećim propisima i normama*. Cjelokupna izrada predmetne projektne dokumentacije se sastoji od tri faze:

1. Prikupljanje podataka, modeliranje, odabir prioriteta i **idejno rješenje**
2. Prometni elaborati
3. Natječajna dokumentacija

Zona obuhvata se odnosi na sve autoceste u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o., i to:

- Autocesta A1 (Zagreb – Split - Dubrovnik) *dio je međunarodnih E-cesta (E71) koje Sjeveroistočnu Europu (od Košica i Budimpešte) spajaju s Jadranskim morem (luka Split). Hrvatske autoceste d.o.o. upravljaju izgrađenim dijelom autoceste A1 od interregionalnog čvora Bosiljevo 2 do ČCP Karamatići u duljini od **417 km***
- Autocesta A3 (Bregana - Zagreb - Lipovac) *izgrađena je u potpunosti te povezuje Središnju i Istočnu Hrvatsku. Ukupna duljina autoceste A3 iznosi **306 km***
- Autocesta A4 (Goričan - Zagreb) *izgrađena je u potpunosti te povezuje Središnju i Sjevernu Hrvatsku. Ukupna duljina autoceste A4 iznosi **97 km***
- Autocesta A5 (Beli Manastir - Osijek - Svilaj) – *izgrađena je dionica Osijek – Svilaj u dužini od **56 km***
- Autocesta A10 (Granica Republike Bosne i Hercegovine - čvorište Ploče) *izgrađena je u potpunosti, a ukupna duljina iznosi **9 km***

- Autocesta A11 (Zagreb - Sisak) *smještena je na dodiru savske nizine i padina Vukomeričkih gorica, koristeći najpovoljnije prirodne mogućnosti za vođenje prometnice. Izgrađena je dionica Jakuševac - Lekenik duljine 29 km*

Ukupna duljina analizirane mreže autocesta iznosi 914 km.

Predmet ove Knjige 2 je prva faza projekta, tj. *Idejno rješenje* unaprjeđenja sustava zaštitnih odbojnih ograda na autocestama u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o.

Idejno rješenje unaprjeđenja sustava zaštitnih odbojnih ograda (Knjiga 2) izrađeno je nakon prikupljanja podataka te modeliranja stanja sigurnosti i odabira prioriteta (Knjiga 1), a u skladu s rezultatima i zaključcima proizašlih iz:

- analize postojećeg prometno tehničkog stanja sustava zaštitnih odbojnih ograda
- analize stanja sigurnosti temeljene na analizi karakterističnih prometnih nesreća
- procjene rizika od događanja prometnih nesreća
- modeliranja potencijala smanjenja broja prometnih nesreća.

Shodno prethodno navedenom, u sklopu Idejnog rješenja kreirana su tipska tehnička rješenja zaštite karakterističnih dijelova autoceste zaštitnim odbojnim ogradama, a ovisno o poziciji na cesti. Idejnim rješenjem definirano je sljedeće:

- vrste zaštitnih odbojnih ograda na autocestama
- područja primjene
- načini postavljanja
- kriteriji zaštite od udara
 - razina zadržavanja
 - razina radne širine
 - razina ozbiljnosti udara
 - razina prodiranja vozila
- duljine zaštitnih odbojnih ograda
- početni/završni elementi
- povezivanje zaštitnih odbojnih ograda
- uvjeti i načini za postavljanje te
- ostali cestovni zaštitni sustavi.

2. OPĆI DIO

Prilikom odabira tehničkih rješenja sustava zaštitnih odbojnih ograda i definiranja njihovog načina postavljanja potrebno je voditi računa da odabrana tehnička rješenja moraju biti sukladna sa trenutno važećim propisima i normama:

- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19);
- Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19);
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20);
- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19);
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19);
- Pravilnik o minimalnim sigurnosnim zahtjevima za tunele (NN 93/13)
- Tehničkim propisom o građevnim proizvodima (NN 35/18, NN 104/19).
- HRN EN 1317-1:2011, Zaštitni cestovni sustavi - 1. dio: Nazivlje i opći kriteriji za metode ispitivanja (EN 1317-1:2010);
- HRN EN 1317-2:2011, Zaštitni cestovni sustavi - 2. dio: Razredi izvedbe, ispitivanja sudara prema kriterijima prihvatljivosti i metode ispitivanja sigurnosnih ograda uključujući ograde za vozila (EN 1317-2:2010);
- HRN EN 1317-3:2011, Zaštitni cestovni sustavi - 3. dio: Razredi izvedbe, ispitivanja sudara prema kriterijima prihvatljivosti i metode ispitivanja sigurnosnih jastuka (EN 1317-3:2010);
- HRN ENV 1317-4:2004, Zaštitni cestovni sustavi - 4. dio: Vrste izvedbi, kriteriji prihvatljivosti ispitivanja udara i metode ispitivanja završnih i prijelaznih elemenata zaštitnih ograda (ENV 1317-4:2001);
- HRN EN 1317-5:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 5. dio: Zahtjevi za proizvod i ocjenjivanje sukladnosti za zaštitne cestovne sustave (EN 1317-5:2007+A2:2012);
- HRN EN 1317-5:2012/Ispr.1:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 5. dio: Zahtjevi za proizvod i ocjenjivanje sukladnosti za zaštitne cestovne sustave (EN 1317-5:2007+A2:2012/AC:2012);
- HRN CEN/TR 1317-6:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 6. dio: Pješački cestovni sustavi - Pješački parapeti (CEN/TR 1317-6:2012);
- HRN CEN/TS 1317-8:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 8. dio: Cestovni sustavi za motocikliste koji smanjuju utjecaj težine motociklista u sudaru sa sigurnosnom preprekom (CEN/TS 1317-8:2012).

Preporučuje se korištenje i sljedećih normi dok se ne usvoje odgovarajući važeći hrvatski normativni dokumenti:

- EN/TR 1317-6;
- EN 1317-7.

Zaštitne odbojne ograde koje se stavljaju na tržište moraju biti označene CE oznakom na način kako je to propisano gore navedenim propisima i normama.

3. VRSTE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Zaštitne odbojne ograde su tehničke sigurnosne konstrukcije kojima je osnovna svrha spriječiti izlijetanje vozila s kolnika ceste, odnosno zadržati vozila skrenuta s kolnika. Zaštitne odbojne ograde mogu biti izrađene od čelika ili betona:

- čelične zaštitne odbojne ograde,
- betonske zaštitne odbojne ograde.

Orijentacija zaštite zaštitnih odbojnih ograda može biti:

- jednostrana,
- dvostrana.

4. PODRUČJE PRIMJENE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Zaštitna odbojna ograda se postavlja na mjestima gdje je opasnost od ozljeda uzrokovanih udarcem vozila u zaštitnu odbojnu ogradu manja od opasnosti prelaska vozila u opasno područje koje je zaštićeno zaštitnom odbojnom ogradom. Na autocestama se u pravilu koristi čelična zaštitna odbojna ograda, a u iznimnim slučajevima betonska zaštitna odbojna ograda.

Čelične zaštitne odbojne ograde postavljaju se:

- u razdjelnom pojasu autocesta,
- na cestovnom objektu,
- kada je cesta na nasipu ili usjeku/zasjeku
- u zoni opasnog mjesta (bočne opasnosti).

Betonske zaštitne odbojne ograde mogu se postavljati u razdjelnom pojasu autoceste i na bankini autoceste, u sljedećim slučajevima:

- na trasi autoceste koja prelazi preko vodozaštitnog područja,
- na cestovnim objektima,

- kao jedno od rješenja kod zaštite portalnih građevina tunela,
- na ostalim lokacijama gdje nije moguće osigurati sigurnost čeličnom zaštitnom odbojnom ogradom,
- na trasi autoceste prema posebnim uvjetima sigurnosti prometa, a temeljem analize troškova i koristi.

5. NAČINI POSTAVLJANJA ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Načini postavljanja zaštitne čelične odbojne ograde ovise o podlozi u koju se zaštitne odbojne ograde ugrađuju:

- postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda u zemljanu podlogu,
- postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda na betonsku podlogu,
- postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda u asfaltnu podlogu.

Detaljan način postavljanja čeličnih zaštitnih odbojnih ograda ovisan o podlozi postavljanja definiran je u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

Zaštitna betonska odbojna ograda postavlja se prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

Ovisno o načinu izvođenja odvodnje, betonske odbojne ograde moraju biti izvedene na način da u slučaju potrebe omoguće odvodnju.

6. KRITERIJI ZAŠTITE OD UDARA

Obavezni kriteriji za odabir tehničkih rješenja zaštitnih odbojnih ograda na autocestama uključuju:

- razina zadržavanja (H1 – H4),
- razina radne širine (W1 – W6)
- razina ozbiljnosti udara (ASI A – B)
- razina prodiranja vozila (VI1 – VI7)

6.1. Razina zadržavanja

Stupanj zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda na autocestama odabire se na temelju zakonski definiranih minimalnih vrijednosti stupnja zadržavanja u tablici 1. Viši odnosno niži

stupanj zadržavanja može se koristiti prema posebnim uvjetima sigurnosti prometa definiranim ovim smjernicama.

Tablica 1. Najmanji stupanj zadržavanja zaštitne odbojne ograde za autoceste i brze ceste

KATEGORIJA CESTE	RUB KOLNIKA	RAZDJELNI POJAS	OBJEKT/BETONSKA PODLOGA
Autocesta i brza cesta	H2-H1*	H2	H3-H2 (H4*)

* - prema posebnim uvjetima sigurnosti prometa

Potrebna razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu opasnih dionica i prostora uz cestu uključujući posebne uvjete sigurnosti prometa prikazana je u tablici 2 dok je u tablici 3 prikazana potrebna razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu objekata za premošćivanje i drugih objekata te opasnih dionica ceste ispred njih.

Tablica 2. Razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu opasnih dionica i prostora uz cestu

Opasne dionice i prostor uz cestu	Stupanj zadržavanja
Odvodni kanali dubine >15 cm koji se nalaze uz rub kolnika, u zonama bez bočne opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	H1
Telefonsko pozivni stupići izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	
Stupovi i cijevi za prometne znakove i prometnu opremu vanjskog promjera > 76,2 mm uključujući i profilirane nosače izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja. Iznimno u slučajevima kada su prethodno opisani stupovi i cijevi u postojećem stanju štićeni certificiranom zaštitnom odbojnom ogradom H2W4 nije potrebno mijenjati postojeću zaštitnu odbojnu ogradu s tipom H1W2 ako se stup/cijev nalazi unutar radne širine W2-W4.	
- Zone bočnih opasnosti u zoni naplatnih postaja izvan pravca glavne trase autoceste s ograničenjem brzine $\leq 60\text{km/h}$, - Ulazne i izlazne rampe čvorišta s kolnikom u nasipu bez bočne opasnosti gdje je nužna zaštitna odbojna oграда (slike 19 i 20) i gdje je ograničenje brzine $\leq 40\text{km/h}$, - Ulazne i izlazne rampe čvorišta autoceste neovisno o zonama bočnih opasnosti, s unutarnje bočne strane zavoja gdje je ograničenje brzine $\leq 40\text{km/h}$ prema slici 1 Sukladno ovim kriterijima zaštitna odbojna oграда razine zadržavanja H1 primjenjuje se na lokacijama na kojima je razmak između poteza ugrađene zaštitne odbojne ograde razine zadržavanja H2 u kontinuitetu minimalne duljine $\geq 250\text{ m}$.	
- Zone bočnih opasnosti na odmorištima na autocesti s ograničenjem brzine $\leq 40\text{km/h}$, - ulazne i izlazne rampe odmorišta autoceste neovisno o zonama bočnih opasnosti, s unutarnje bočne strane zavoja prema slici 1 Sukladno ovim kriterijima zaštitna odbojna oграда razine zadržavanja H1 primjenjuje se na lokacijama na kojima je razmak između poteza ugrađene zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 u kontinuitetu minimalne duljine $\geq 250\text{ m}$.	

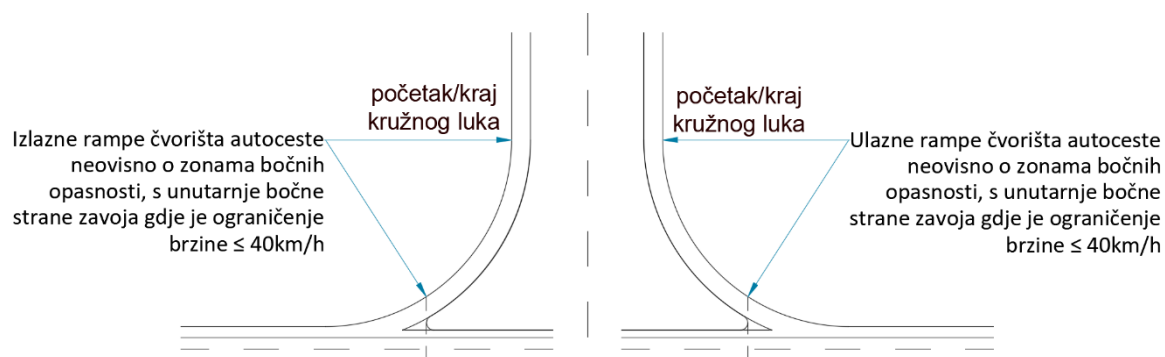
Opasne dionice i prostor uz cestu	Stupanj zadržavanja
Odvodni jarci usporedni s trasom autoceste prema slici 20 u slučaju nepostojanja ostalih razloga radi kojih se primjenjuje viši stupanj zadržavanja.	
Sve bočne opasnosti koje se štite s H2 ili H4b, ako su na udaljenosti većoj od 12,5 metara te manjoj od 20,0 m trebaju se štiti s H1, ovisno o rezultatima analize troškova i koristi proizašlih iz analize sigurnosti.	
Zone PUO-a izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	
Dionice na kojima je rubnjak visine > 7,00 cm izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	
Nasipi viši od 3 m bez bočne opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja te nasipi prema uvjetima sa slika 19 i 20	H2
Vodozaštitno područje (III. i IV. zona).	H4b
Vodozaštitno područje (I. i II. zona).	
Upornjaci i stupovi cestovnih objekata iznad autoceste.	H2, H4b
Stupovi javne rasvjete koji nisu „crash-friendly“ ¹ , visokonaponska oprema.	
Zidovi za zaštitu od buke.	
Portalne i poluportalne nosive konstrukcije, konzolni stupovi, upravljački uređaji i oprema	
Profilni stupovi portala i konzolnih nosača te cijevi vanjskog promjera $\geq 76,2$ mm koji nisu „crash-friendly“, a sukladno normi EN 12767.	
Kosine nagiba $\geq 75^\circ$ i minimalne visine $>1m^{**}$ s grubom i nepravilnom površinom koja ne omogućuje klizanje vozila, na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Kosine nagiba $15^\circ - 75^\circ$ i minimalne visine $>1m^{**}$ na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Drvoredi s drvećem bilo kojeg promjera.	
Drva promjera stabla >10 cm.	
Istureno kamenje tzv. samci na mjestima gdje stijenska masa izlazi iz pokosa nasipa odnosno usjeka na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Dionice uz koju su oštre stijene ili stijene s grubom ili raspucanom površinom na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Prijelazi preko ostalih prometnica.	
Poprečni vodotoci i odvodni kanali.	
Posebno opasni objekti s opasnim ili zapaljivim tvarima.	
Portali tunela.	
Prijelazi za životinje.	
Razdjelni pojas.	
Čvorišta i odmorišta - ulazni i izlazni krakovi autoceste neovisno o zonama bočnih opasnosti s vanjske bočne strane zavoja.	

*** Detaljnije prikazano na slici 21.*

¹ Pasivno sigurni stupovi javne rasvjete konstruirani tako da se prilikom naleta vozila ruše na način kojim se minimiziraju posljedice za vozača i putnike u vozilu.

Tablica 3. Razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu objekata za premošćivanje i drugih objekata

Područje objekata za premošćivanje i drugih objekata	Stupanj zadržavanja
Čvorišta u dvije ili više razina gdje je brzina ograničena na > 60 km/h, a u slučaju nepostojanja ostalih uvjeta koji definiraju viši stupanj zadržavanja.	H2
Na objektima za premošćivanje autocesta i državnih cesta duljim od 15 m.	
Objekt za premošćivanje preko vodotoka u vodozaštitom području (zona I. i II.).	H4b
Objekti koji su dulji od 10 m bez zaustavne trake.	
Ostala potencijalno opasna mjesta (npr. visine ispod objekta koje prelaze 10 m, itd.).	
Na nadvožnjacima priključaka autocesta (čvorovi) gdje PGDP teretnih vozila iznad 7 tona i autobusa zajedno iznosi više od 300 i ograničenje brzine je veće od 50 km/h.	
Na objektima autocesta na kojima je PGDP > 5000 i ograničenje brzine je veće od 50 km/h, a kojima se premošćuju druge javne ceste.	
Na objektima drugih javnih cesta na kojima je PGDP > 5000 i ograničenje brzine veće od 50 km/h, duljim od 50 m kojima se premošćuju autoceste.	



Slika 1. Stupanj zadržavanja u zoni ulazne i izlazne rampe čvorišta autoceste

6.2. Razina radne širine

Radna širina zaštitne odbojne ograde predstavlja udaljenost između prednje strane zaštitne odbojne ograde najbliže kolniku prije udara i najudaljenijeg bočnog položaja koji doseže bilo koji dio zaštitne odbojne ograde tijekom pada kao posljedica udara (Slika 2).

Radna širina mora biti manja od minimalne udaljenosti prednje strane zaštitne odbojne ograde od opasne prepreke uz ogradu. Najveća dopuštena radna širina zaštitnih

odbojnih ograda uz rub kolnika na autocestama je W6. Razine radne širine prikazane u tablici 4.

Radna širina zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu mora biti takva da zaštitna odbojna ograda, u slučaju sudara, unatoč pomaku ne ulazi u područje suprotnog prometnog traka.

Radna širina čelične zaštitne odbojne ograde na objektu mora biti manja od udaljenosti prednje strane zaštitne čelične odbojne ograde od vanjskog ruba objekta.

Radna širina i položaj postavljanja betonske zaštitne odbojne ograde na objektu mora biti takav da betonska zaštitna odbojna ograda, unatoč pomaku kod sudara, ostane na objektu cijelom širinom.

Tablica 4. Razine radne širine W_n ($n=1-6$)

Područje djelovanja		
W1	≤	0,6 m
W2	≤	0,8 m
W3	≤	1,0 m
W4	≤	1,3 m
W5	≤	1,7 m
W6	≤	2,1 m

6.3. Razina ozbiljnosti udara

Zaštitne odbojne ograde se na temelju utvrđenih vrijednosti razine ozbiljnosti udara (ASI) klasificiraju u tri kategorije: A, B i C. Kategorija A uključuje zaštitne odbojne ograde s najnižim stupnjem krutosti kod kojih prilikom udara vozila dolazi do većih deformacija zaštitne odbojne ograde i postepenije apsorpcije kinetičke energije vozila, s najmanjim utjecajem na putnike u vozilu. Predlaže se postavljanje zaštitnih odbojnih ograda sa stupnjem ASI A, dok se zaštitne odbojne ograde sa stupnjem ASI C ne koriste na autocestama.

6.4. Razina prodiranja vozila

Razina prodiranja vozila predstavlja kriterij koji zaštitna odbojna ograda mora zadovoljiti, a pomoću kojeg se na pojedinačnim lokacijama određuje udaljenost koja mora biti osigurana ispred bočne opasnosti (Slika 2).

Razina prodiranja vozila mora biti manja od minimalne udaljenosti maksimalnog upada vozila od bočne opasnosti uz zaštitnu odbojnu ogradu.

Razina prodiranja vozila zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu mora biti takav da vozilo, u slučaju sudara, unatoč upadu ne ulazi u područje suprotnog prometnog traka.

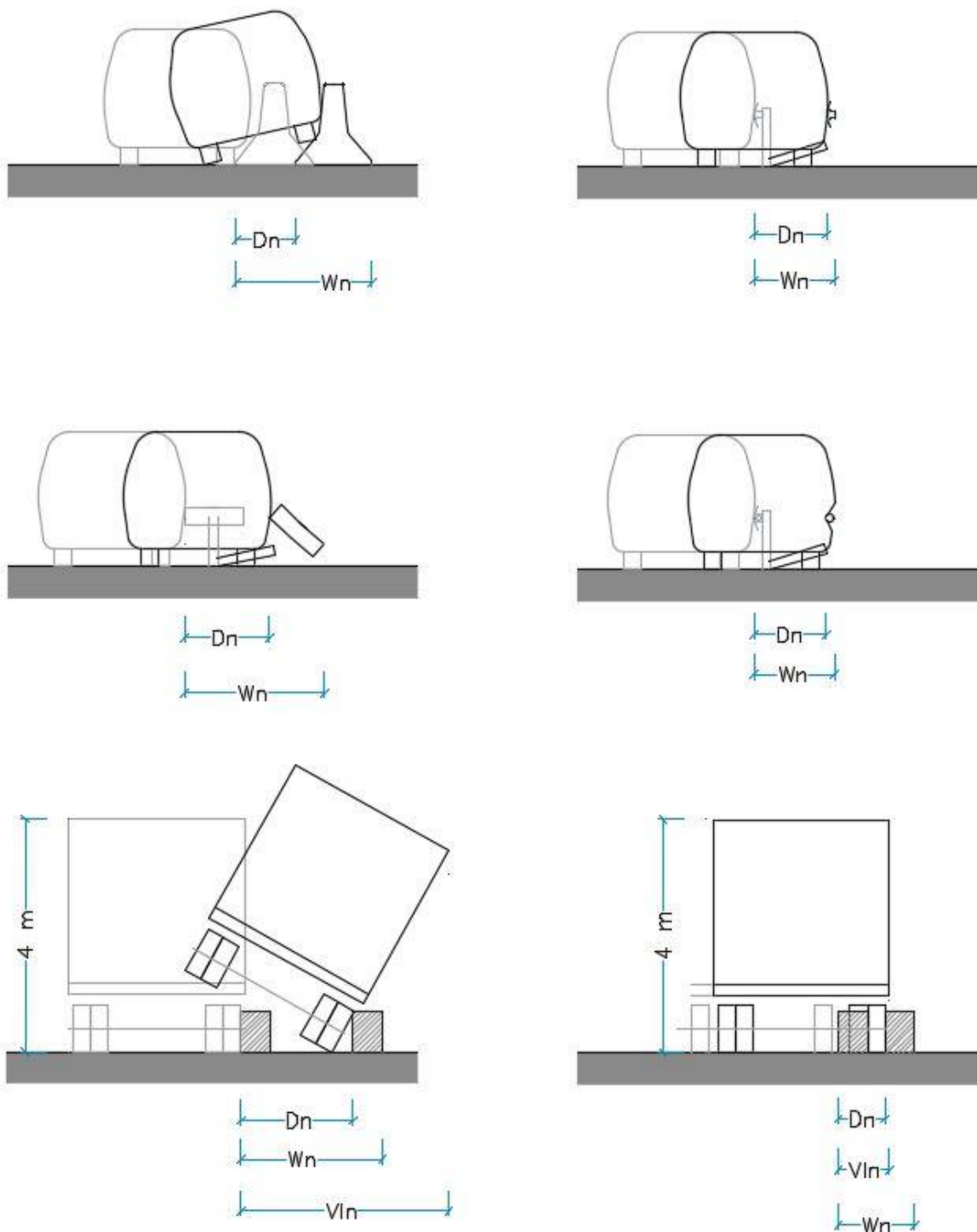
Razina prodiranja prikazane su u tablici 5.

Tablica 5. Razina prodiranja vozila VI_n (n=1-7)

Razina prodiranja		
VI1	≤	0,6 m
VI2	≤	0,8 m
VI3	≤	1,0 m
VI4	≤	1,3 m
VI5	≤	1,7 m
VI6	≤	2,1 m
VI7	≤	2,5 m

Kriterij kao što je dinamički progib (D - maksimalni bočni dinamički pomak prednje strane zaštitne odbojne ograde) projektant može također uzeti u obzir ako je potrebno dokazivati dodatne karakteristike zaštitne odbojne ograde, ali nije obavezan (Slika 2).

XXXXXXX



Slika 2. Primjeri: radna širina (w_n), prodiranje vozila (v_{ln}), dinamički progib (D_n) [HRN EN 1317:2]

7. DULJINE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Minimalna potrebna duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred i iza opasnog mjesta (bočne opasnosti) na autocesti definirana je zakonskom regulativom i navedena je u tablici 6.

Tablica 6. Minimalna duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred i iza opasnog mjesta (bočne opasnosti)

KATEGORIJA CESTE	ISPRED OPASNOG MJESTA	IZA OPASNOG MJESTA
Autoceste	minimalno 60 m	minimalno 16 metara

Najmanja ukupna duljina odabranog tehničkog rješenja zaštitne odbojne ograde pune visine ne smije biti kraća od duljine te zaštitne odbojne ograde pune visine koja je ispitana i certificirana u skladu s HRN EN 1317-2.

Duljina zaštitne odbojne ograde iza opasnog mjesta (bočne opasnosti) na autocesti definirana je zakonskom regulativom i iznosi 16 m.

Na zaštitnu odbojnu ogradu pune visine nadovezuju se početni i završni element na naletnoj i izletnoj strani prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

8. POČETNI/ZAVRŠNI ELEMENTI ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Početni/završni elementi zaštitnih odbojnih ograda postavljaju se s ciljem umanjavanja posljedica naleta vozila na zaštitnu odbojnu ogradu.

Početni elementi moraju biti izvedeni kao ublaživači udara s mogućnošću apsorpcije kinetičke energije naleta vozila na mjestima s povećanom vjerojatnosti, odnosno postavljeni u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama. Početni i završni element na istoj zaštitnoj odbojnoj ogradi ne mora nužno biti izveden u istoj tehnologiji, odnosno ne mora biti element istog tipa.

Na trasi autoceste te priključcima na kojima je dozvoljena brzina veća od 50 km/h, u smjeru vožnje koriste se:

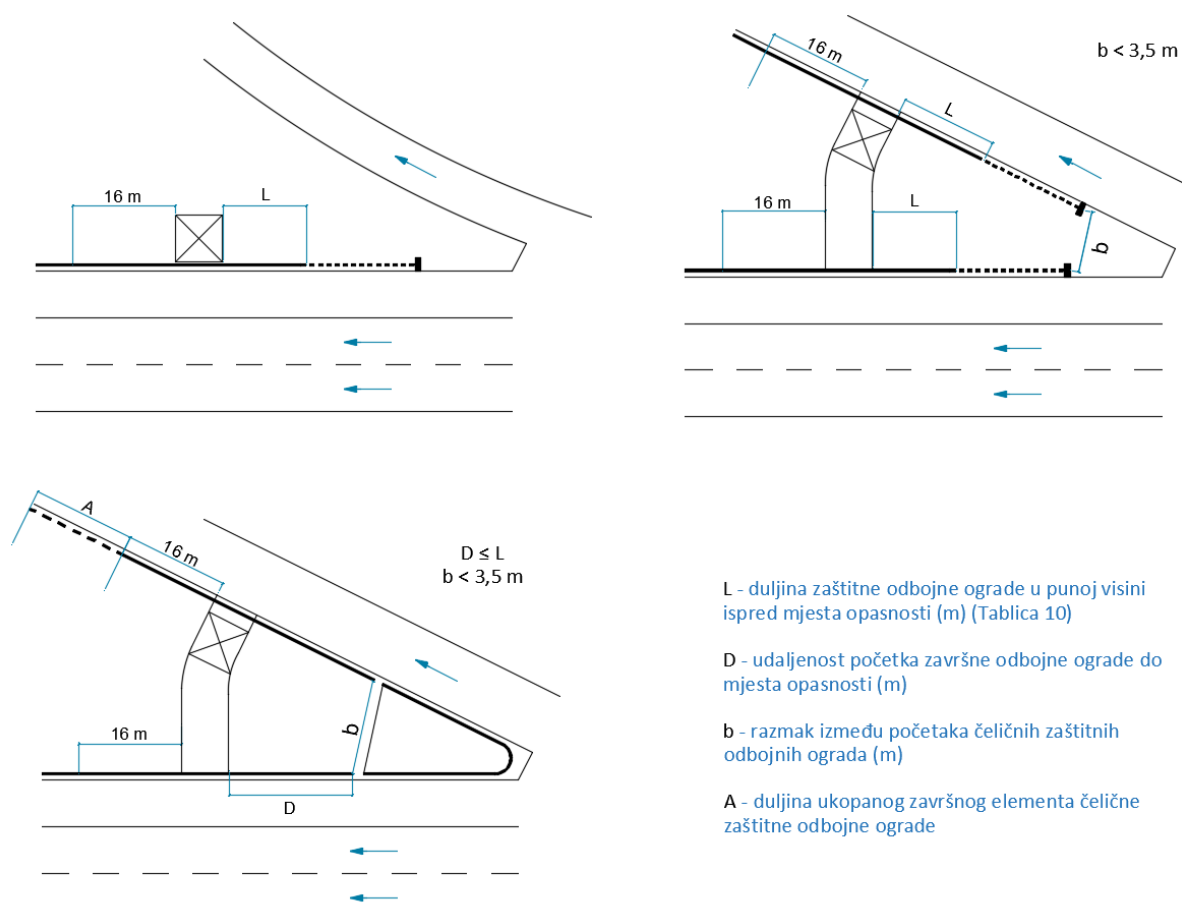
- početni elementi čelične zaštitne odbojne ograde koji udovoljavaju zahtjevima HRN EN 1317-4,;
- za ugradnju na priključcima na autoceste s ograničenjem brzine ≤ 80 km/h, početni elementi moraju biti ispitani za razred P2,

- za ugradnju na trasi autoceste, početni elementi moraju biti ispitani za razred P4 prema normi HRN EN 1317-4.

U slučaju betonske zaštitne odbojne ograde potrebno je najprije izvršiti prijelaz na čeličnu zaštitnu odbojnu ogradu u minimalnoj dužini kao u tablici 10, a zatim na nju pričvrstiti početni element.

Na priključcima na autoceste na kojima je dozvoljena brzina vožnje manja ili jednaka 50 km/h, u smjeru vožnje dopušteno je korištenje ukopanih početnih elemenata čelične zaštitne odbojne ograde i spuštenih završnih elemenata betonske zaštitne odbojne ograde u definiranoj duljini i postavljenih prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

U slučaju kada mora biti primijenjena čelična zaštitna odbojna oграда u zoni ulijevanja ili izlivanja dvaju usmjerenih kolnika (npr. u području zone izlaza s autoceste) uz oba kolnika, a razmak između početaka čeličnih zaštitnih odbojnih ograda iznosi više od 3,5 m, umjesto dva početna elementa ispitana prema normi HRN EN 1317-4 primjenjuje se, ovisno o situaciji na terenu i projektantskom rješenju, ublaživač udara testiran sukladno HRN EN 1317-3. (Slika 3)



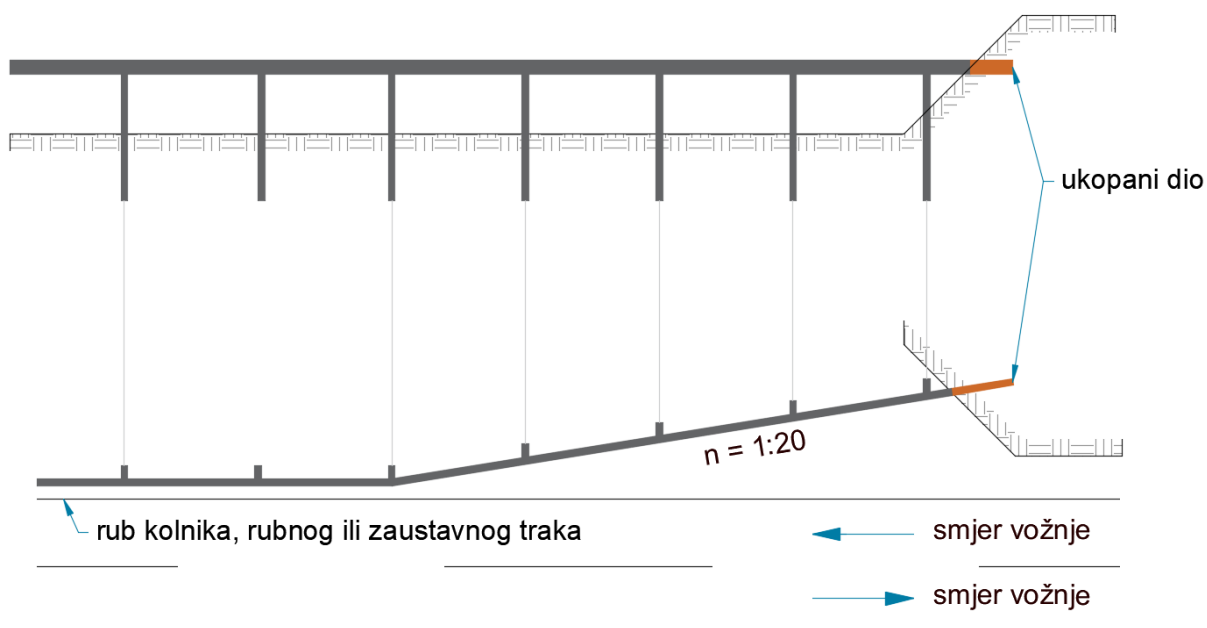
Slika 3. Početni/završni element u zoni ulijevanja ili izlivanja dvaju usmjerenih kolnika

Početni element čelične zaštitne odbojne ograde mora biti testiran u skladu s HRN ENV 1317-4, pri čemu mora udovoljavati sljedećim minimalnim zahtjevima:

- trajni bočni pomak - razred Da1, Dd2,
- područje preusmjerenja - razred Z2

Na trasi autoceste te na priključcima na autoceste kao završni elementi na kraju čelične zaštitne odbojne ograde u smjeru vožnje, koriste se ukopani završni elementi čelične zaštitne odbojne ograde ili spušteni završni elementi betonske zaštitne odbojne ograde.

Duljina ukopanog završnog elementa čelične zaštitne odbojne ograde izvodi se su svemu prema certificiranom rješenju proizvođača osim u posebnim slučajevima kada ih je potrebno odgovarajuće obrazložiti (npr. prekidi čelične zaštitne odbojne ograde u području servisnih priključaka, portala tunela i sl.). Čelična zaštitna odbojna ograda u području gdje usjek prelazi u nasip ili u objekt za premošćivanje, mora biti postavljena tako da se smjerno rotira s otklonom 1:20, sa završetkom ukopanim u kosinu, slika 4, osim u situacijama u kojima otklon 1:20 nije moguće osigurati, što je potrebno obrazložiti projektantskim rješenjem.



Slika 4. Početni/završni element zaštitne odbojne ograde u području prijelaza iz usjeka u nasip ili u objekt za premošćivanje

9. POVEZIVANJE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Ako je prekid između dvije zaštitne čelične odbojne ograde pune visine manji od 150 m, obje se odbojne ograde povezuju međusobno, osim u slučaju kada je potrebno osigurati pristup u svrhu održavanja što je potrebno dodatno obrazložiti, a prekid zaštitne odbojne ograde izvesti da se osigura maksimalna sigurnost.

Kada na trasi autoceste bez objekata zaštitne čelične odbojne ograde različitih stupnjeva zadržavanja slijede jedna za drugom na kraćim udaljenostima, stupanj zadržavanja ne mijenja se nadalje, ako je duljina zaštitne odbojne ograde s nižim stupnjem zadržavanja kraća od 250 m. Stupanj zadržavanja moguće je mijenjati nadalje iznimno u slučaju kada se nakon dionice štićene s višim stupnjem zadržavanja nastavlja dionica s nižim stupnjem u duljini od minimalno 150 metara, a nakon čega slijedi dionica koja nije štićena zaštitnom odbojnom ogradom.

Ako je u razdjelnom pojasu, u zoni nepostojanja bočnih opasnosti, udaljenost između ugrađenih poteza zaštitnih čeličnih odbojnih ograda jednostrane orijentacije veći ili jednak 164 metra potezi zaštitnih čeličnih odbojnih ograda jednostrane orijentacije međusobno se povezuju zaštitnom čeličnom odbojnom ogradom dvostrane orijentacije.

Prijelazni elementi između različitih stupnjeva zadržavanja zaštitnih čeličnih odbojnih ograda moraju biti u skladu s HRN EN 1317. Dopušteno je korištenje i modificiranog prijelaznog elementa, za koji se mora izvesti uspješna računalna simulacija (statička i dinamička analiza) u skladu s HRN EN 1317 pri čemu nadležno tijelo na temelju izvedene računalne simulacije (statička i dinamička analiza) utvrđuje sukladnost proizvoda u skladu s HRN EN 1317.

Povezivanje betonske i čelične zaštitne odbojne ograde izvodi se sa prijelaznim elementom koji mora biti testiran u skladu s HRN EN 1317. Dopušteno je korištenje i modificiranog prijelaznog elementa, za koji se mora izvesti uspješna računalna simulacija (statička i dinamička analiza) u skladu s HRN EN 1317 pri čemu nadležno tijelo na temelju izvedene računalne simulacije (statička i dinamička analiza) utvrđuje sukladnost proizvoda u skladu s HRN EN 1317.

U prijelaznom razdoblju, a do zamjene postojećih zaštitnih odbojnih ograda nezadovoljavajućeg stupnja zadržavanja, za prijelazne elemente novih zaštitnih odbojnih ograda na postojeće zaštitne odbojne ograde nezadovoljavajućeg ili nepoznatog stupnja zadržavanja koji neće biti predmet buduće zamjene (npr. zaštitne odbojne ograde na objektima i sl.) nije potrebno provesti testiranje u skladu s HRN EN 1317 ili simulacije. Na

ostalim lokacijama nužna je zamjena postojećih zaštitnih odbojnih ograda u funkcionalnoj cjelini kako bi se izbjeglo izvođenje prijelaznih elemenata na postojeće zaštitne odbojne ograde nezadovoljavajućeg ili nepoznatog stupnja zadržavanja koji su također predmet buduće zamjene.

10. UVJETI I NAČINI ZA POSTAVLJENJE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

10.1. Opći dio

Zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se tako da je plašt zaštitne čelične odbojne ograde udaljen minimalno 0,50 m od ruba kolnika (Slika 5). Kod rubnjaka visine $\leq 7,00$ cm, zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se tako da je plašt zaštitne čelične odbojne ograde udaljen minimalno 0,50 m od linije rubnjaka (Slika 6). U slučajevima kada se zaštitna čelična odbojna ograda ugrađuje uz rub kolnika kada je rubnjak visine $> 7,00$ cm postavlja se na način da je plašt zaštitne čelične odbojne ograde u ravnini s rubnjakom (Slika 7).

U zoni opasnog mjesta na kojima je rubnjak visine $> 7,00$ cm zaštitna čelična odbojna ograda se postavlja na način da je plašt ograde u ravnini s rubnjakom prilikom čega se smanjivanje udaljenosti plašta zaštitne čelične odbojne ograde od minimalno 0,50 m od linije rubnjaka do ravnine s rubnjakom izvodi s nagibom 1:100, a ravni dio zaštitne čelične odbojne ograde prije početka smanjivanja udaljenosti plašta od ruba rubnjaka treba iznositi minimalno 8 metara. (Slika 9)

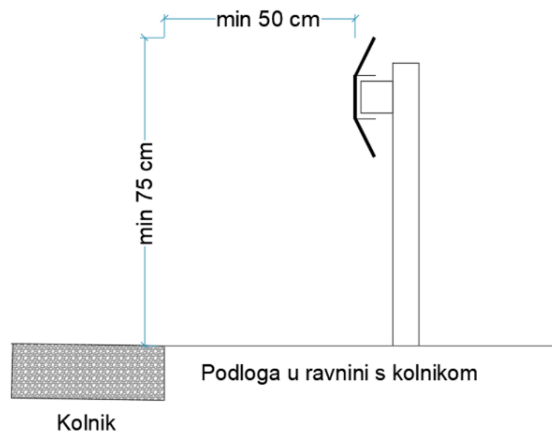
Kad je odvodnja izvedena odvodnim kanalom uz rub kolnika zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se na način da su stupovi zaštitne čelične odbojne ograde u ravnini s rubom kanala, a u slučaju da je odvodni kanal dubine $\leq 15,00$ cm (Slika 8 a)). U slučajevima kad je odvodni kanal na svojoj najdubljjoj točki dublji $> 15,00$ cm zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se na način da su stupovi zaštitne čelične odbojne ograde postavljeni uz rub odvodnog kanala (Slika 8 b)).

Zaštitna betonska odbojna ograda postavlja se tako da je plašt odbojne ograde udaljen minimalno 0,50 m od ruba kolnika (Slika 10).

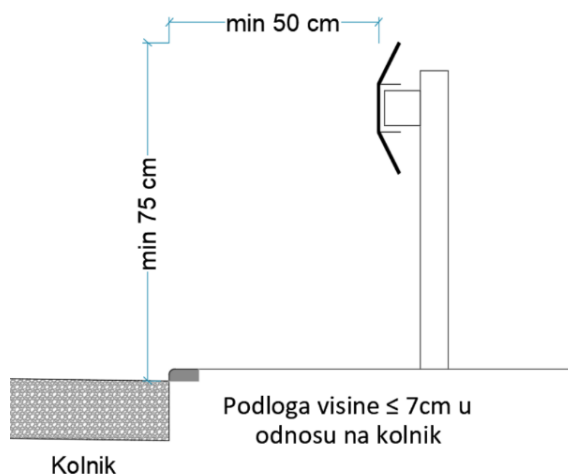
Gornji rub zaštitne čelične odbojne ograde ne smije biti na visini manjoj od 0,75 m, zaštitne betonske odbojne ograde na visini manjoj od 0,80 m, a privremene zaštitne odbojne ograde na visini manjoj od 0,40 m iznad ruba kolnika.

Zaštitna odbojna ograda mora biti opremljena retroreflektirajućim ili svjetlosnim oznakama veličine i razmaka jednake kao i za smjerokazne stupiće. Na kolniku s jednosmjernim prometom retroreflektirajuća oznaka je s obje strane crvene boje, dok je na

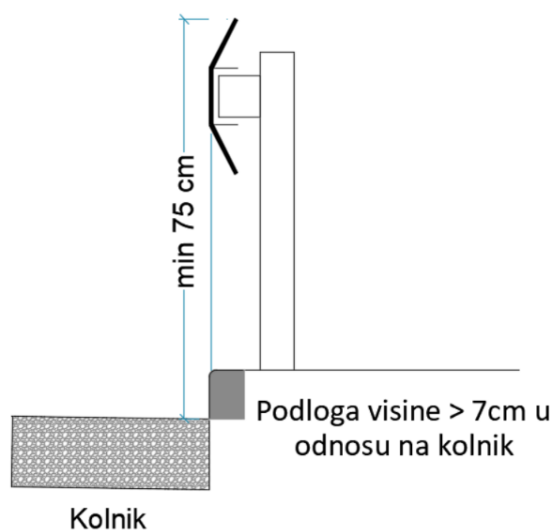
kolniku sa dvosmjernim prometom na desnoj strani u smjeru vožnje retroreflektirajuća oznaka crvene boje, a sa lijeve strane bijele boje.



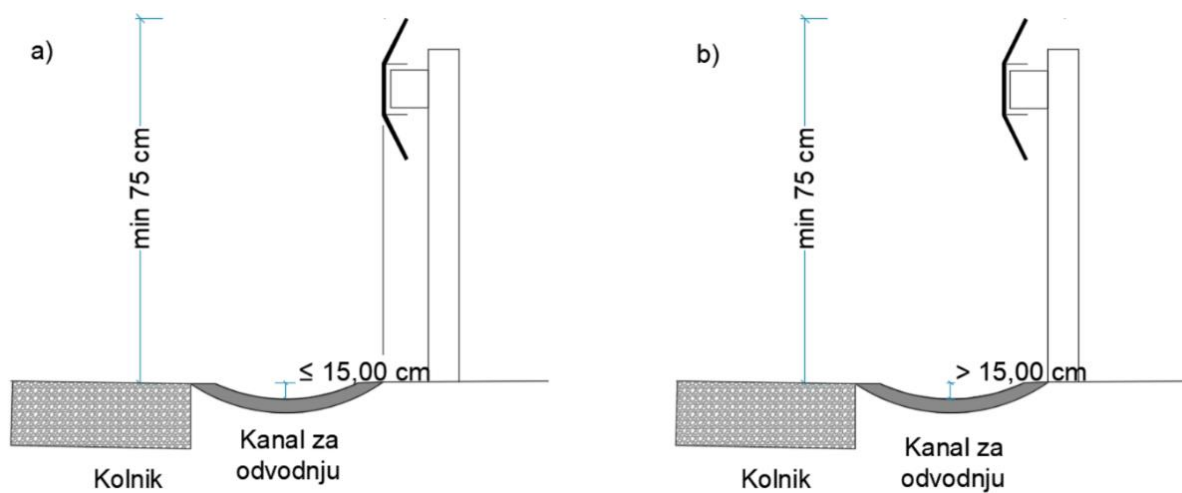
Slika 5. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kada je podloga u ravnini sa kolnikom



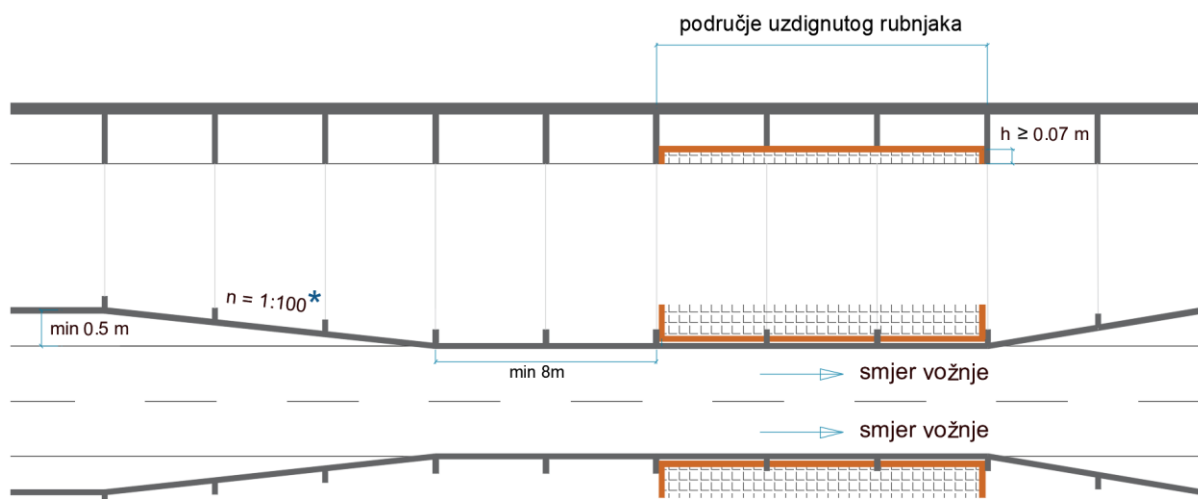
Slika 6. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kada je podloga visine $\leq 7,00\text{ cm}$



Slika 7. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kada je podloga visine > 7,00 cm

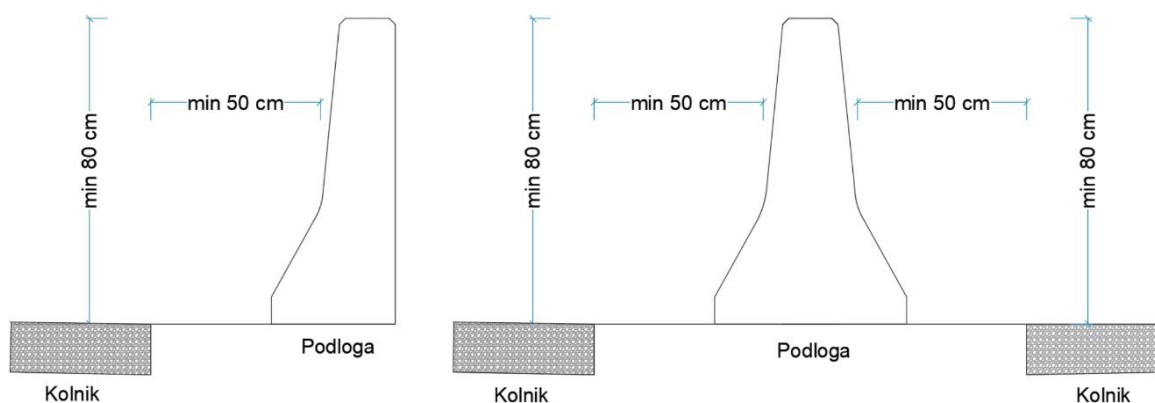


Slika 8. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kad je odvodnja izvedena odvodnim kanalom



* Kada otklon $n=1:100$ nije moguć dozvoljava se iznimno otklon do maksimalno $1:20$, a ovisno o situaciji što je potrebno obrazložiti projektantskim rješenjem.

Slika 9. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde u zoni opasnog mjesta na kojima je rubnjak visine $> 7,00$ cm



Slika 10. Postavljanje betonske zaštitne odbojne ograde

10.2. Zaštitna odbojna ograda u razdjelnom pojasu

S obzirom na orijentaciju zaštite čeličnih odbojnih ograda, u razdjelnom pojasu autoceste primjenjuju se:

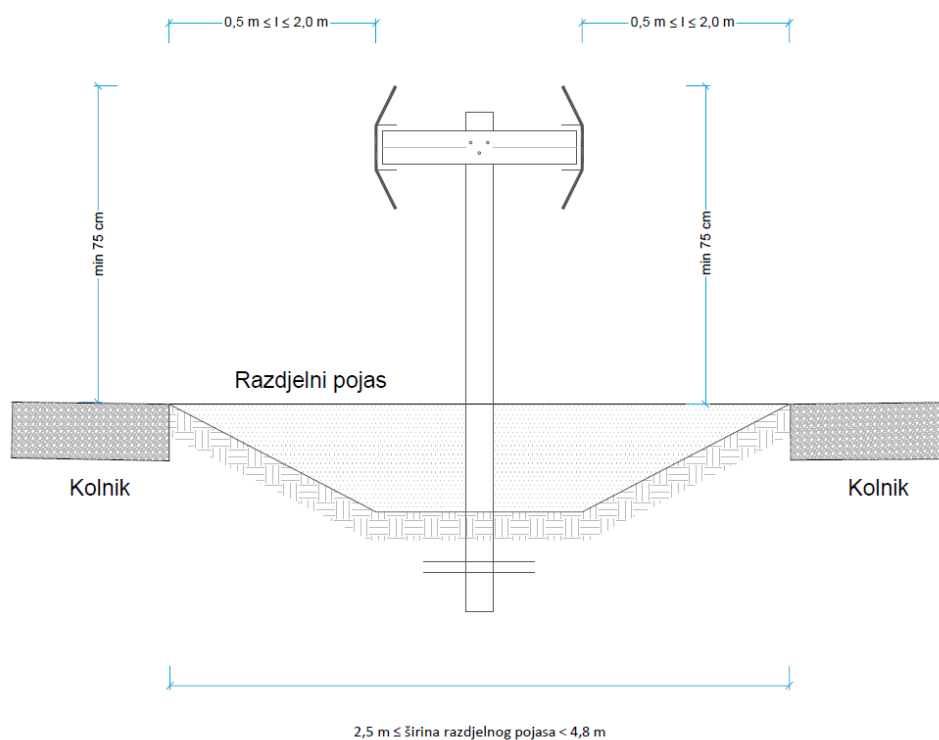
- zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije
 - u slučaju ne postojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu
 - u slučaju ne postojanja kanalice za odvodnju u srednjem dijelu razdjelnog pojasa
 - u slučaju poprečnog nagiba razdjelnog pojasa prema sljedećem:
 - $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $\leq 1:10$
- dvije zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije
 - u slučaju postojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu

- u slučaju različitih visina kolnika zbog poprečnog nagiba razdjelnog pojasa prema sljedećem:
 - $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $> 1:10$
- u slučaju postojanja kanalice za odvodnju u srednjem dijelu razdjelnog pojasa kanalicu je potrebno štiti jednostranom zaštitnom odbojnom ogradom sa svake strane kanalice,
 - u slučaju postojanja kanalice za odvodnju uz rub razdjelnog pojasa orijentacija zaštitne odbojne ograde određuje se kao jednostrana ili dvostrana zaštitna ograda prema širini razdjelnog pojasa, a uz zadovoljavanje kriterija radne širine zaštitne odbojne ograde.

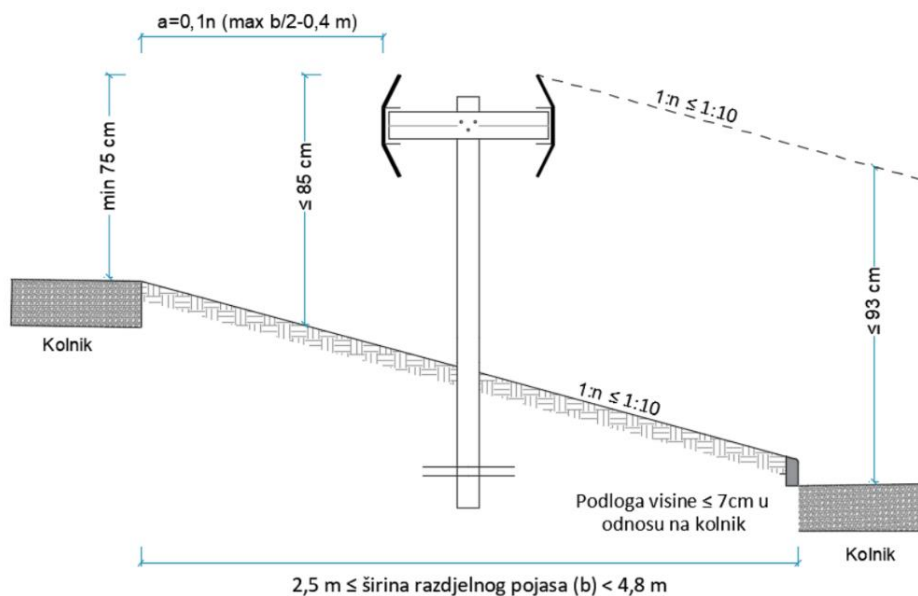
10.2.1. Bez bočne opasnosti ili odvodnje

Načini postavljanja čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti niti kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa prikazani su na slikama 11 do 13.

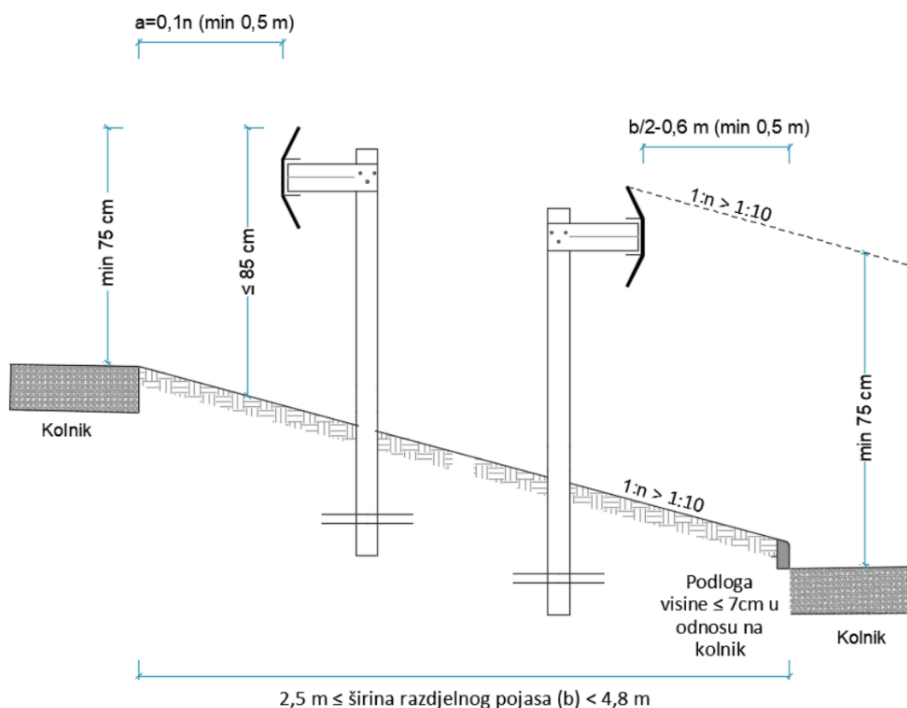
U slučaju postavljanja dvije čelične zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije u razdjelnom pojasu prema slici 13 potrebno je poštivati uvjete maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjeva bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 prikazanih u tablici 7.



Slika 11. Postavljanje čelične zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti, nepostojanja kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa, $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nepostojanje nagiba



Slika 12. Postavljanje čelične zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti, nepostojanja kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa, $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $\leq 1:10^2$



² Parametar a predstavlja odstupanje odbojne ograde od ruba kolnika, vrijednost n u formuli predstavlja nagib (bez mjerne jedinice)

Slika 13. Postavljanje dvije čelične zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti, nepostojanja kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa, $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $> 1:10$

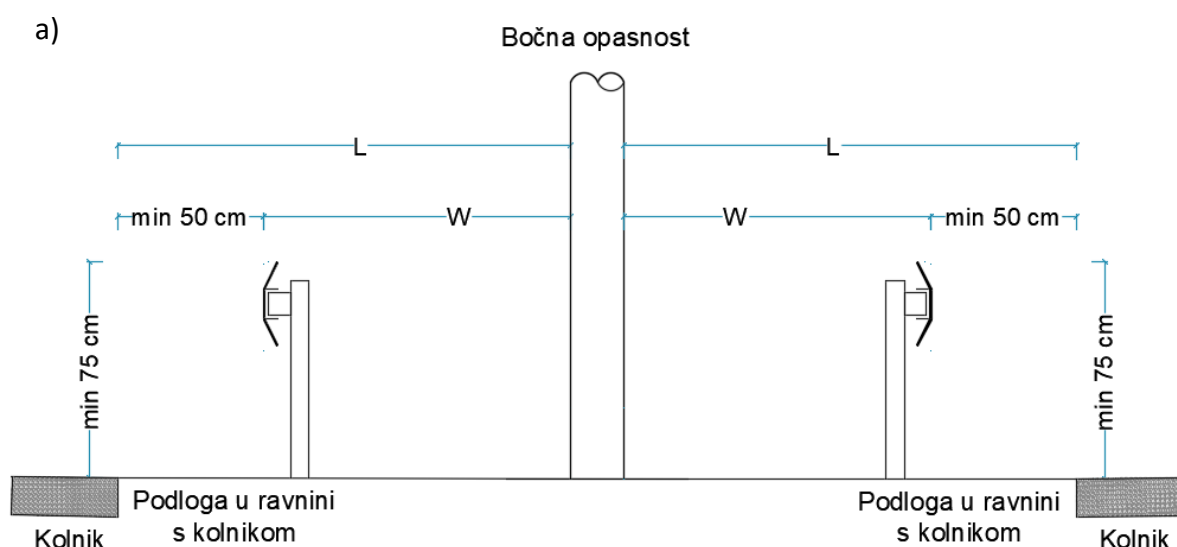
10.2.2. S bočnom opasnosti ili odvodnjom

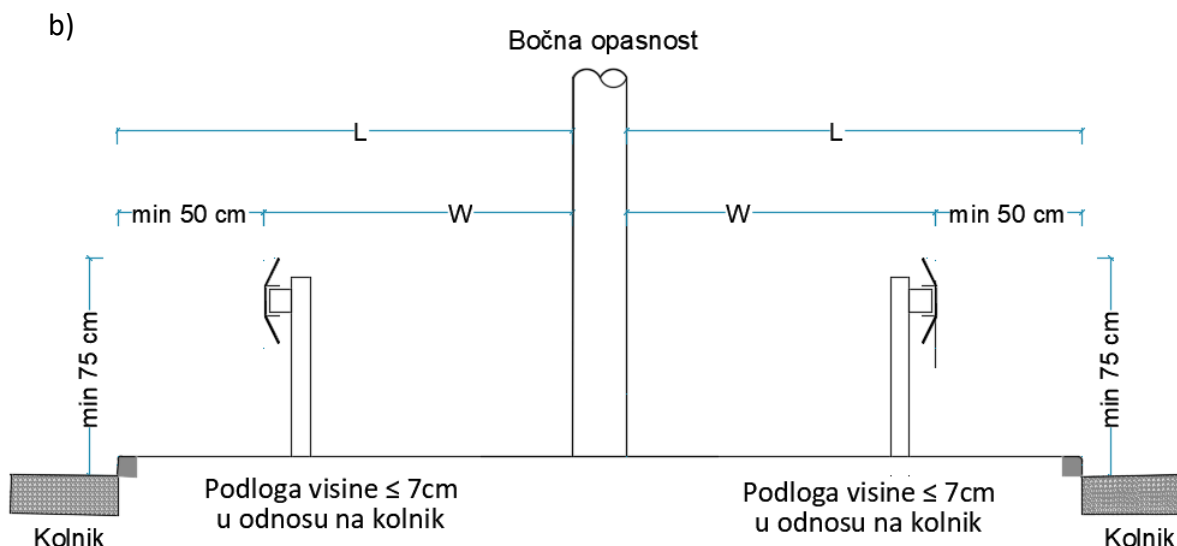
S obzirom na širinu razdjelnog pojasa, u zoni bočnih opasnosti, tj. na udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti (L), uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje minimalno 50 cm od ruba kolnika kao na slikama 5 i 6, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde klase zadržavanja H2 prikazani su u tablici 7. Načini postavljanja prikazani su na slici 14.

Tablica 7. Razdjelni pojas u zonama bočnih opasnosti – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

Udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti = L (m)		Maksimalna dozvoljena radna širina zaštitne odbojne ograde	Maksimalno dozvoljeni stupanj bočnog upada vozila
od	do		
< 1,1		*	*
1,1	1,3	W1	VI1
1,3	1,5	W2	VI2
1,5	1,8	W3	VI3
1,8	2,2	W4	VI4
2,2	2,6	W5	VI5
2,6	3,0	W6	VI6
$\geq 3,0$		W6	VI7

*s obzirom na malu udaljenost od kolnika do bočne opasnosti, ovisno o specifičnosti lokacije potrebno je definirati vrstu i orijentaciju zaštitne odbojne ograde





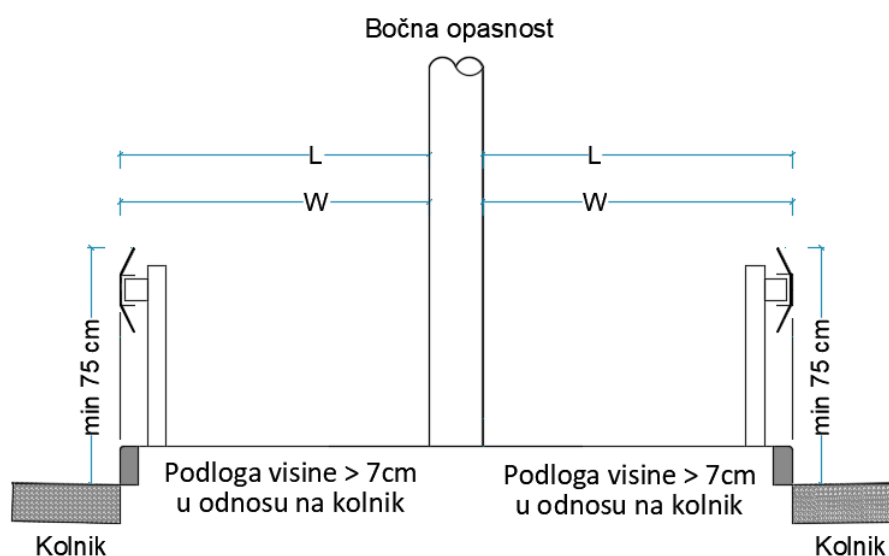
Slika 14. Postavljanje dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u zoni bočne opasnosti a) kada je podloga u ravnini s kolnikom te b) kada je podloga visine $\leq 7,00\text{ cm}$ – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

S obzirom na širinu razdjelnog pojasa u zoni bočnih opasnosti, tj. na udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti (L), uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje kao na slici 7, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde klase zadržavanja H2 prikazani su u tablici 8. Načini postavljanja prikazani su na slici 15.

Tablica 8. Razdjelni pojas u zonama bočnih opasnosti – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 uz rub kolnika prema uvjetima sa slike 7

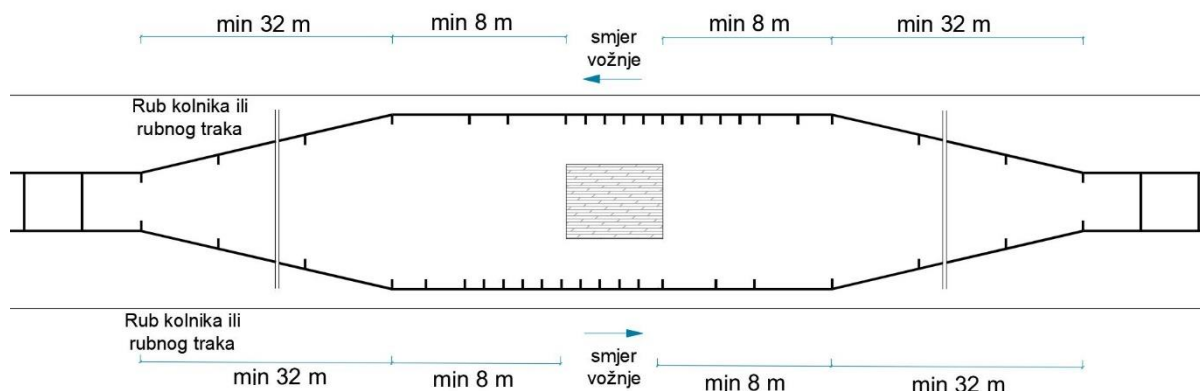
Udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti = L (m)		Maksimalna dozvoljena radna širina zaštitne odbojne ograde	Maksimalno dozvoljeni stupanj bočnog upada vozila
od	do		
< 0,6		*	*
0,6	0,8	W1	VI1
0,8	1,0	W2	VI2
1,0	1,3	W3	VI3
1,3	1,7	W4	VI4
1,7	2,1	W5	VI5
2,1	2,5	W6	VI6
≥ 2,5		W6	VI7

*s obzirom na malu udaljenost od kolnika do bočne opasnosti, ovisno o specifičnosti lokacije potrebno je definirati vrstu i orijentaciju zaštitne odbojne ograde



Slika 15. Postavljanje dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u zoni bočne opasnosti kada je podloga visine > 7,00 cm – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 uz rub kolnika prema uvjetima sa slike 7

Način izvođenja prijelaza s dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u dvostranu čeličnu zaštitnu odbojnu ogradu u zoni bočne opasnosti u razdjelnom pojasu prikazan je na slici 16.



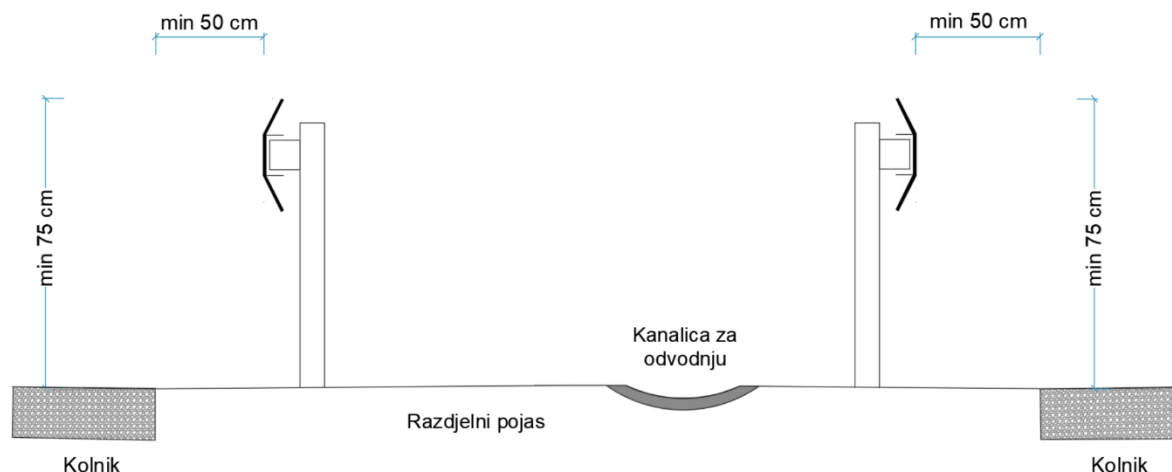
Slika 16. Prijelaz s dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u dvostranu čeličnu zaštitnu ogradu u zoni bočne opasnosti u razdjelnom pojasu

S obzirom na širinu razdjelnog pojasa, u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu te potrebe ugradnje dvije jednostrane zaštitne odbojne ograde u slučaju postojanja odvodnog kanala u sredini pojasa, uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje minimalno 50 cm od ruba kolnika kao na slikama 5 i 6, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 prikazani su u tablici 9. Način postavljanja prikazan je na slici 17.

Tablica 9. Razdjelni pojas bez bočnih opasnosti u slučaju postojanja odvodnog kanala u sredini pojasa - ugradnja dvije jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

Širina RP (m)		Maksimalno dozvoljena radna širina zaštitne ograde	Maksimalno dozvoljeni stupanj bočnog upada vozila
od	do		
$\leq 1,6$		*	*
1,6	1,8	W1	VI3
1,8	2,0	W2	VI4
2,0	2,3	W3	VI4
2,3	2,7	W4	VI5
2,7	3,1	W5	VI6
$\geq 3,1$		W6	VI7

*s obzirom na malu širinu razdjelnog pojasa, ovisno o specifičnosti lokacije potrebno je definirati vrstu i orijentaciju zaštitne odbojne ograde



Slika 17. Postavljanje dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u slučaju postojanja odvodnog kanala u sredini pojasa – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

U slučaju kad u razdjelnom pojasu postoji odvodni kanal koji nije pozicioniran u središnjoj osi razdjelnog pojasa te postoji mogućnost postavljanja zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije postavljaju se dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde, a uz zadovoljavanje uvjeta maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjeva bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2.

U slučaju nepostojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu te potrebe ugradnje dvije jednostrane zaštitne odbojne ograde u slučaju postojanja odvodnog kanala uz rub razdjelnog pojasa, uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje uz rub jednog kolnika minimalno 50 cm od ruba kolnika kao na slikama 5 i 6, a uz rub drugog kolnika u razini s rubom kolnika kao na slici 7, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjeve bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 određuju se za svaku jednostranu zaštitnu odbojnu ogradu zasebno.

10.3. Zaštitna odbojna ograda u zoni bočne opasnosti u bankini

Zaštitnu odbojnu ogradu je potrebno primijeniti ako je bočna opasnost udaljena od krajnje desne rubne crte $\leq 7,5$ m do 60 km/h, odnosno $\leq 12,5$ m za brzine veće od 60 km/h.

Maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde u bankini definirane su tablicama 7 i 8.

Pod bočnu opasnost ubrajaju se:

- vodena prepreka s dubinom vode u srednjem vodostaju ≥ 2 m,
- drvored s drvećem bilo kojeg promjera,

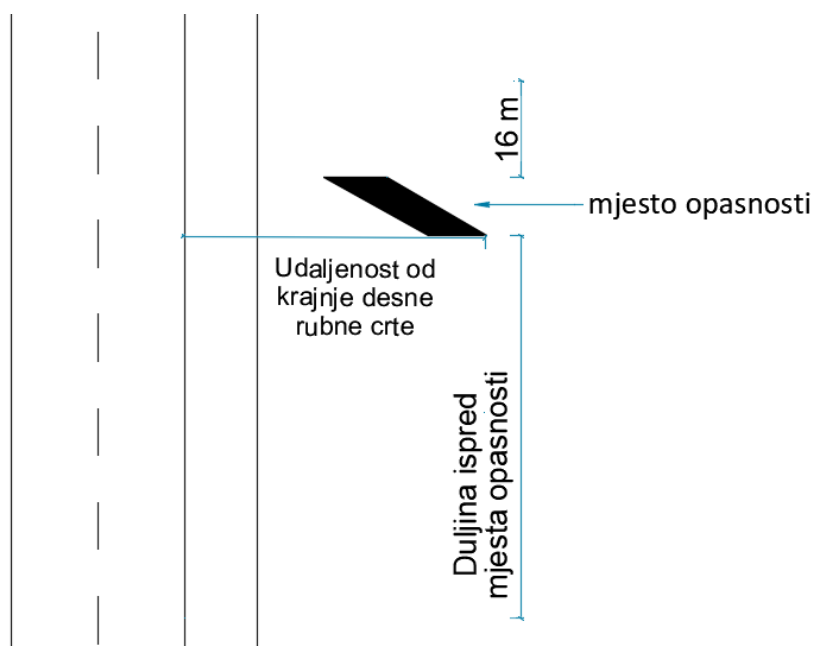
- drva promjera većeg od 10 cm,
- portalni ili poluportalni stup od cijevi, vanjskog promjera cijevi većeg od 76 mm ili stranice kvadrata veće od 76 mm ili debljine stijenke veće od 2,9 mm,
- ako stup javne rasvjete, dalekovoda, objekta nije „crash-friendly“,
- posebno opasan objekt s opasnim ili zapaljivim tvarima,
- čelone površine nepomičnih objekata koje će izazvati zaustavljanje vozila u slučaju udara,
- duboki odvodni kanali i
- ostale opasnosti koje povećavaju rizik od nastanka težih ozljeda putnika u vozilu u slučaju izlijetanja s kolnika.

U bankini autoceste primjenjuju se zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije.

U ovisnosti o udaljenosti do mjesta opasnosti od krajnje desne rubne crte, minimalne duljine zaštitnih odbojnih ograda ispred mjesta opasnosti u pravcu i zavoja polumjera $R \geq 875$ m prikazane su u tablici 10, slika 18.

Tablica 10. Minimalne duljine zaštitne odbojne ograde ispred mjesta opasnosti u pravcu i zavoja polumjera $R \geq 875$ m s obzirom na udaljenost od krajnje desne rubne crte

Udaljenost od krajnje desne rubne crte do mjesta opasnosti (m)	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	$\geq 12,5$
Duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred mjesta opasnosti (m)	60	60	60	68	72	80	88	96	104	108



Slika 18. Minimalna duljina zaštitne odbojne ograde ispred mjesta opasnosti u pravcu i zavoja polumjera $R \geq 875$ m

Postavljanje zaštitne odbojne ograde u punoj visini u bankini obavezno je u zavojima polumjera $R_{\min} < 875$ m počevši od prijelaza pravca u kružni luk do završetka kružnog luka.

Ukoliko situacija na lokaciji zahtjeva, projektant može za određenu dionicu, na kojoj se zaštitna odbojna ograda ugrađuje u kontinuitetu, izabrati tehnička rješenja koja zadovoljavaju isti stupanj zadržavanja, a imaju različitu radnu širinu i stupanj bočnog upada vozila. Najmanja ukupna duljina svakog odabranog tehničkog rješenja zaštitne odbojne ograde pune visine ne smije biti kraća od duljine te zaštitne odbojne ograde pune visine koja je ispitana i certificirana u skladu s HRN EN 1317-2. i od duljine definirane u tablici 10.

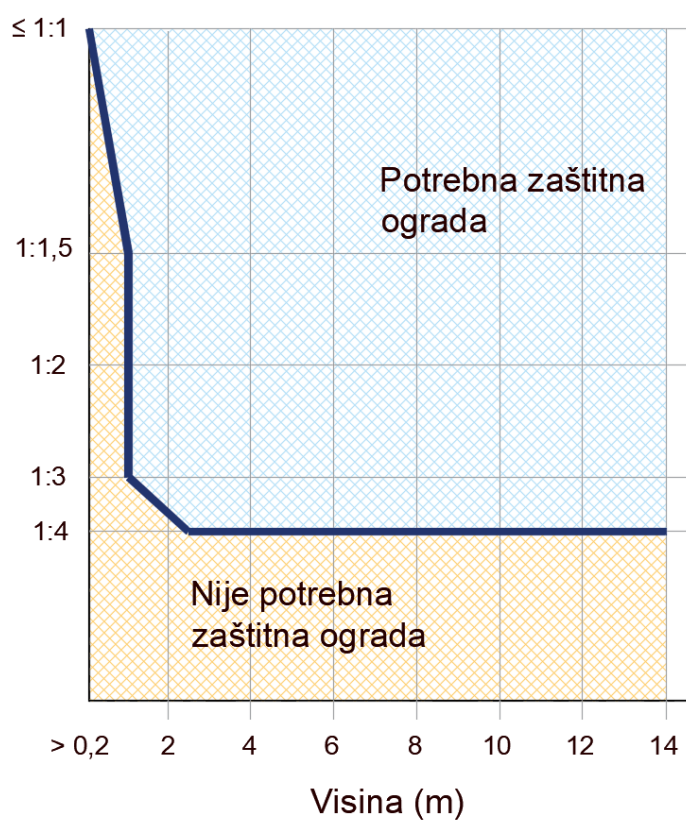
Na specifičnim područjima gdje vozilo može opasnu prepreku dostići klizanjem (npr. uz kosinu) ili paralelnom vožnjom s unutrašnje strane zaštitne odbojne ograde (npr. unutarnja strana zavoja), kanaliziranjem prema opasnoj prepreci iza zaštitne odbojne ograde minimalnu duljinu zaštitne odbojne ograde na punoj visini ispred mjesta opasnosti dužu od vrijednosti definiranim u tablici 10, određuje projektant proračunom s obzirom na konkretnu situaciju.

10.4. Zaštitna odbojna ograda na nasipu

Obaveza ugradnje zaštitne odbojne ograde kada je autocesta na nasipu određuje se sukladno visini nasipa i nagiba kosine nasipa ili terena te se uzimaju u obzir i cestovni jarci (njihova dubina) koji se nalaze neposredno uz nožicu nasipa. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde na nasipu prikazani su na slikama 19 i 20.

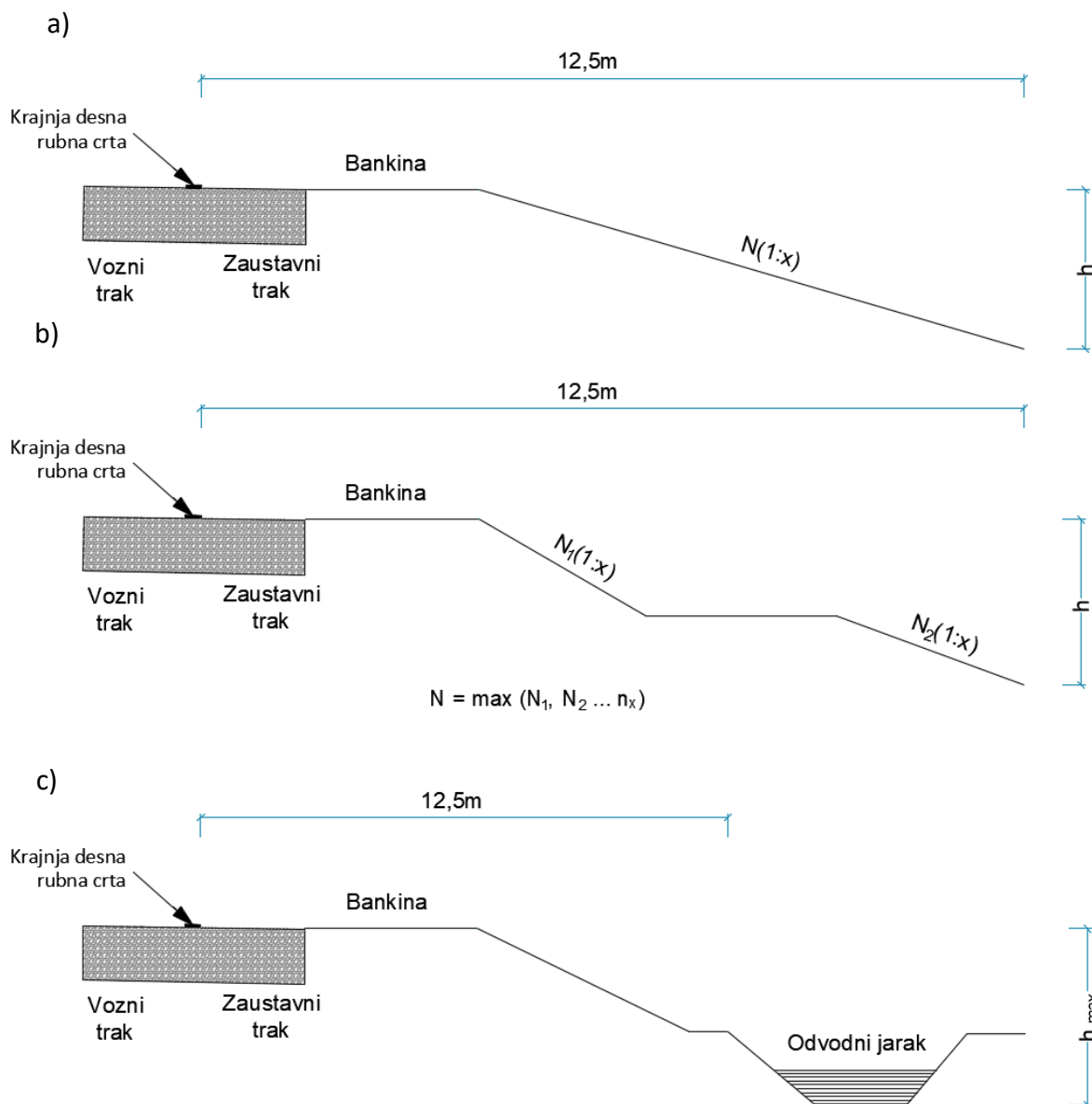
Primjena zaštitne odbojne ograde nije potrebna ako je udaljenost početka kosine gornjeg ruba nasipa od krajnje desne rubne crte veća od 12,5 m, slika 20 c).

Kosina*



*na udaljenosti 12,5 m od krajnje desne rubne crte

Slika 19. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde na nasipu



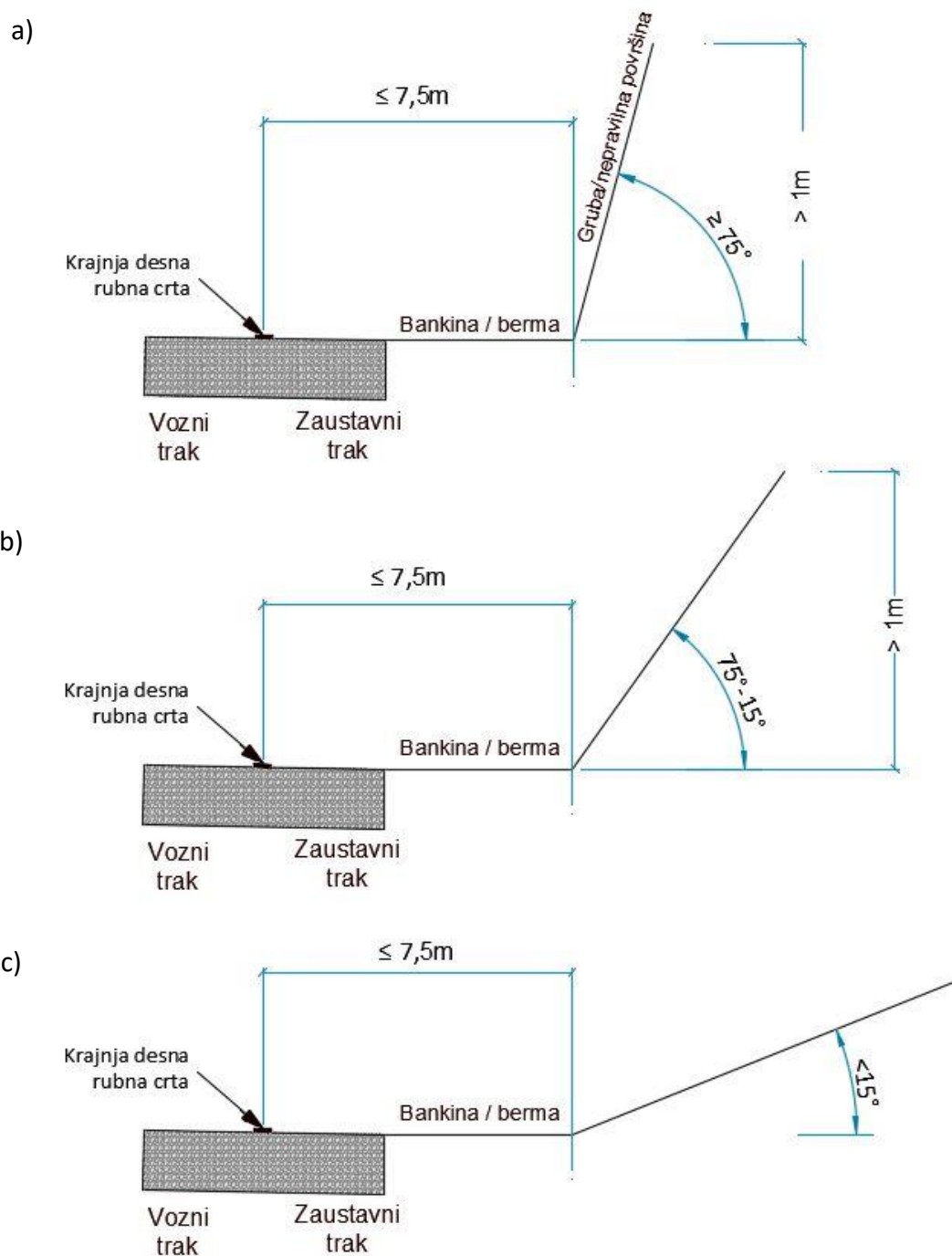
Slika 20. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde na nasipu

10.5. Zaštitna odbojna ograda u usjeku/zasjeku

Zaštitna odbojna ograda u usjeku/zasjeku se postavlja kod kosina nagiba usjeka/zasjeka $\geq 75^\circ$, grube i nepravilne površine koja ne omogućuje klizanje vozila, koje su na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte, visine >1 m (Slika 21 a)) te kod kosina nagiba usjeka/zasjeka $75^\circ - 15^\circ$ koje su na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte, visine >1 m neovisno o pravilnosti/nepravilnosti površine kosine (Slika 21 b)).

Zaštitna odbojna ograda se ne postavlja ako je kosina usjeka/zasjeka $\geq 75^\circ$, površinom glatka odnosno takva da vozilo uz nju može klizati bez posljedica za putnike u vozilu.

Zaštitna odbojna ograda se ne postavlja kod kosina nagiba $< 15^\circ$ neovisno o pravilnosti/nepravilnosti površine (Slika 21 c)).



Slika 21. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde u usjeku/zasjeku

11. OSTALI CESTOVNI ZAŠTITNI SUSTAVI

11.1. Demontažna zaštitna odbojna ograda

Demontažna zaštitna odbojna ograda i demontažni sustavi postavljaju se u razdjelnom pojasu na pozicijama službenih prolaza i to:

- na otvorenoj trasi, u pravilu na svakih 3 km;
- obostrano ispred tunela, galerija i drugih osvjetljenih objekata kojima se natkriva trasa autoceste;
- obostrano ispred duljih cestovnih objekata, mostova i vijadukata;
- u zoni čvorova.

Obostrano ispred tunela duljih od >500 m postavljaju se demontažni sustavi s ciljem omogućavanja brže izmjene.

Pri odabiru tehničkih rješenja demontažnih zaštitnih odbojnih ograda i demontažnih sustava potrebno je voditi računa o sigurnosti, funkcionalnosti i operativnosti izabranih tehničkih rješenja:

- tehnička rješenja demontažnih zaštitnih odbojnih ograda moraju zadovoljiti minimalni zakonski definiran stupanj zadržavanja za zaštitne odbojne ograde koje se ugrađuju u razdjelnom pojasu, stupanj zadržavanja H2,
- tehnička rješenja moraju biti testirana i certificirana u svemu prema važećim propisima i normama,
- tehnička rješenja moraju se postaviti u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača,
- odabrana tehnička rješenja moraju biti jednostavna za demontiranje i održavanje
- tehnička rješenja demontažnih zaštitnih odbojnih ograda i zaštitne odbojne ograde koje se postavljaju u nastavku razdjelnog pojasa povezani su (ukoliko je u certificiranom rješenju definirano da je povezivanje potrebno) na način da funkcionalne karakteristike nemaju uzajamno negativni učinak, u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača i sukladno važećim propisima i normama
- minimalna duljina demontažnog prolaza iznosi 100 metara.

11.2. Ublaživači udara

Ublaživači udara se koriste za osiguranje posebno opasnih mjesta na cesti, gdje postoji opasnost naleta vozila na čvrstu građevinu:

- razdjelni otok,
- zid cestovnog objekta,
- konzolni stup,
- čeoni prolaz i dr.

Testirani su za brzine naleta 50 km/h, 80 km/h, 100 km/h i 110 km/h, a izvedbom mogu biti:

- paralelni
- trapezni.

Prilikom udara, ublaživač mora imati sposobnost preusmjeravanja tj. zadržavanja vozila bez njegovog vraćanja na prometnu traku.

Ublaživači udara i zaštitne odbojne ograde koje slijede nakon ublaživača u smjeru vožnje povezuju se (ukoliko je u certificiranom rješenju definirano da je povezivanje potrebno) na način da funkcionalne karakteristike nemaju uzajamno negativni učinak, u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača i sukladno važećim propisima i normama.

Stupanj zaštite na autocestama i brzim cestama mora biti minimalno razreda P4.

Ublaživač udara na trasi autoceste mora biti ispitan u skladu s HRN EN 1317-3, pri čemu mora ispunjavati sljedeće minimalne zahtjeve:

- razred brzine 100 km/h, osim u posebnim slučajevima kada je potrebno odgovarajuće obrazložiti (npr. naplatna postaja, čeoni prolaz);
- područje preusmjeravanja - razred Z1;
- trajni bočni pomak - razred D2.

Priprema terena i izvedba temelja mora biti usporediva s uvjetima kod izvedenog testa prema HRN EN 1317-3, HRN ENV 1317-4 i u skladu s uputama proizvođača ublaživača udara.

Ublaživači udara koji se koriste za osiguranje zidova cestovnih objekata, kao što je osiguranje od udara u zid tunela na tunelskim zaustavnim površinama moraju ispunjavati sljedeće zahtjeve:

- razred brzine najmanje 80 km/h,
- s obzirom na prosječne dimenzije tunelskih zaustavnih površina od min 40 m dužine i min 3 m širine, s naglaskom i na dužinu i na širinu tunelske zaustavne

površine, potrebno je koristiti ublaživače udara koji su dimenzijama prilagođeni upotrebi u tunelima, a ispitani u skladu sa HRN EN 1317, te su izrađeni od materijala otpornih na požar.

11.3. Zaštita protiv zasljepljivanja

Zaštita protiv zasljepljivanja se postavlja na zaštitnu odbojnu ogradu koja se nalazi u razdjelnom pojasu autoceste. Zaštita je predviđena na mjestima gdje je moguće zasljepljivanje od strane vozila iz suprotnog smjera vožnje. Zaštita se izvodi tako da je zaštitni kut zasljepljenja $\alpha \geq 9^\circ$

Zaštita protiv zasljepljivanja izvodi se od metala, plastike, drva, polimernih mreža, šiblja, drugih materijala ili kombinirano.

11.4. Zaštitna odbojna ograda za motocikliste

Zaštita za motocikliste postavlja se na lokacijama gdje se pokaže potrebno prema rezultatima analize troškova i koristi proizašlim iz analize sigurnosti.

Na mjestima gdje je potrebna dodatna zaštita za motocikliste moraju se koristiti zaštitne odbojne ograde koje su testirane i certificirane zajedno sa zaštitnom odbojnom ogradom za motocikliste.

**UTVRĐIVANJE PRIORITETA I IZRADA ANALIZE STANJA
SUSTAVA ZAŠTITNIH OGRADA NA AUTOCESTAMA U
NADLEŽNOSTI HRVATSKIH AUTOCESTA D.O.O. S
PRIJEDLOGOM TEHNIČKOG RJEŠENJA USKLAĐENJA PREMA
VAŽEĆIM PROPISIMA I NORMAMA**

Knjiga 2:

Idejno rješenje



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ZAVOD ZA PROMETNO PLANIRANJE

Zagreb, veljača 2021.

Naziv projekta:

UTVRĐIVANJE PRIORITETA I IZRADA ANALIZE STANJA SUSTAVA
ZAŠTITNIH OGRADA NA AUTOCESTAMA U NADLEŽNOSTI HRVATSKIH
AUTOCESTA D.O.O. S PRIJEDLOGOM TEHNIČKOG RJEŠENJA
USKLAĐENJA PREMA VAŽEĆIM PROPISIMA I NORMAMA

KNJIGA 2: IDEJNO RJEŠENJE

Naručitelj:



HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o.
Širolina 4
HR 10 000 Zagreb

Izrađivač:



FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ZAVOD ZA PROMETNO PLANIRANJE
Vukelićeva 4
HR 10 000 Zagreb

Oznaka projekta:

FPZ-ZPP-900-180/2

Vrsta projekta:

Idejno rješenje

Voditelj projekta:

doc. dr. sc. Marko Ševrović, dipl. ing. prom.

Autori:

doc. dr. sc. Marko Ševrović, dipl. ing. prom.

doc. dr. sc. Marko Šoštarić, dipl. ing. prom.

dr. sc. Marijan Jakovljević, mag. ing. traff.

Bojan Jovanović, mag. ing. traff.

Antonia Perković Blašković, mag. ing. traff.

Sanja Leš, mag. iur.

Marko Švajda, mag. ing. traff.

**Predstojnik Zavoda za prometno
planiranje:**

doc. dr. sc. Marko Ševrović, dipl. ing. prom.

Dekan:

prof. dr. sc. Tomislav Josip Mlinarić



1. Uvod.....	1
2. Opći dio	3
3. Vrste zaštitnih odbojnih ograda.....	4
4. Područje primjene zaštitnih odbojnih ograda	4
5. Načini postavljanja zaštitnih odbojnih ograda.....	5
6. Kriteriji zaštite od udara	5
6.1. Razina zadržavanja	5
6.2. Razina radne širine	8
6.3. Razina ozbiljnosti udara	9
6.4. Razina prodiranja vozila	9
7. Duljine zaštitnih odbojnih ograda.....	12
8. Početni/završni elementi zaštitnih odbojnih ograda	12
9. Povezivanje zaštitnih odbojnih ograda	15
10. Uvjeti i načini za postavljenje zaštitnih odbojnih ograda	16
10.1. Opći dio.....	16
10.2. Zaštitna odbojna ograda u razdjelnom pojasu	19
10.2.1. Bez bočne opasnosti ili odvodnje.....	20
10.2.2. S bočnom opasnosti ili odvodnjom	22
10.3. Zaštitna odbojna ograda u zoni bočne opasnosti u bankini.....	26
10.4. Zaštitna odbojna ograda na nasipu	28
10.5. Zaštitna odbojna ograda u usjeku/zasjeku	30
11. Ostali cestovni zaštitni sustavi.....	32
11.1. Demontažna zaštitna odbojna ograda	32
11.2. Ublaživači udara.....	33
11.3. Zaštita protiv zasljepljivanja	34
11.4. Zaštitna odbojna ograda za motocikliste	34

1. UVOD

Izgradnja navedenih autocesta i njihovo opremanje izvodilo se u fazama kroz duži niz godina. Shodno tome, a uslijed praćenja razvoja tehnologije i donošenja zakonskih akata, mijenjala su se tehnička rješenja sustava zaštitnih odbojnih ograda. Neke od dionica autocesta zone obuhvata građene su prije prihvaćanja EU direktive (2008/96/EC) te norme HR EN 1317. Kako je u međuvremenu donesen novi Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19), potrebno je postojeći sustav zaštitnih odbojnih ograda što prije uskladiti s istim i drugim obvezujućim dokumentima, a s ciljem povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

U skladu s prethodno navedenom Hrvatske autoceste d.o.o. su pristupile izradi projekta *Utvrđivanje prioriteta i izrada analize stanja sustava zaštitnih ograda na autocestama u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o. s prijedlogom tehničkog rješenja usklađenja prema važećim propisima i normama*. Cjelokupna izrada predmetne projektne dokumentacije se sastoji od tri faze:

1. Prikupljanje podataka, modeliranje, odabir prioriteta i **idejno rješenje**
2. Prometni elaborati
3. Natječajna dokumentacija

Zona obuhvata se odnosi na sve autoceste u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o., i to:

- Autocesta A1 (Zagreb – Split - Dubrovnik) *dio je međunarodnih E-cesta (E71) koje Sjeveroistočnu Europu (od Košica i Budimpešte) spajaju s Jadranskim morem (luka Split). Hrvatske autoceste d.o.o. upravljaju izgrađenim dijelom autoceste A1 od interregionalnog čvora Bosiljevo 2 do ČCP Karamatići u duljini od **417 km***
- Autocesta A3 (Bregana - Zagreb - Lipovac) *izgrađena je u potpunosti te povezuje Središnju i Istočnu Hrvatsku. Ukupna duljina autoceste A3 iznosi **306 km***
- Autocesta A4 (Goričan - Zagreb) *izgrađena je u potpunosti te povezuje Središnju i Sjevernu Hrvatsku. Ukupna duljina autoceste A4 iznosi **97 km***
- Autocesta A5 (Beli Manastir - Osijek - Svilaj) – *izgrađena je dionica Osijek – Svilaj u dužini od **56 km***
- Autocesta A10 (Granica Republike Bosne i Hercegovine - čvorište Ploče) *izgrađena je u potpunosti, a ukupna duljina iznosi **9 km***

- Autocesta A11 (Zagreb - Sisak) *smještena je na dodiru savske nizine i padina Vukomeričkih gorica, koristeći najpovoljnije prirodne mogućnosti za vođenje prometnice. Izgrađena je dionica Jakuševac - Lekenik duljine 29 km*

Ukupna duljina analizirane mreže autocesta iznosi 914 km.

Predmet ove Knjige 2 je prva faza projekta, tj. *Idejno rješenje* unaprjeđenja sustava zaštitnih odbojnih ograda na autocestama u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o.

Idejno rješenje unaprjeđenja sustava zaštitnih odbojnih ograda (Knjiga 2) izrađeno je nakon prikupljanja podataka te modeliranja stanja sigurnosti i odabira prioriteta (Knjiga 1), a u skladu s rezultatima i zaključcima proizašlih iz:

- analize postojećeg prometno tehničkog stanja sustava zaštitnih odbojnih ograda
- analize stanja sigurnosti temeljene na analizi karakterističnih prometnih nesreća
- procjene rizika od događanja prometnih nesreća
- modeliranja potencijala smanjenja broja prometnih nesreća.

Shodno prethodno navedenom, u sklopu Idejnog rješenja kreirana su tipska tehnička rješenja zaštite karakterističnih dijelova autoceste zaštitnim odbojnim ogradama, a ovisno o poziciji na cesti. Idejnim rješenjem definirano je sljedeće:

- vrste zaštitnih odbojnih ograda na autocestama
- područja primjene
- načini postavljanja
- kriteriji zaštite od udara
 - razina zadržavanja
 - razina radne širine
 - razina ozbiljnosti udara
 - razina prodiranja vozila
- duljine zaštitnih odbojnih ograda
- početni/završni elementi
- povezivanje zaštitnih odbojnih ograda
- uvjeti i načini za postavljanje te
- ostali cestovni zaštitni sustavi.

2. OPĆI DIO

Prilikom odabira tehničkih rješenja sustava zaštitnih odbojnih ograda i definiranja njihovog načina postavljanja potrebno je voditi računa da odabrana tehnička rješenja moraju biti sukladna sa trenutno važećim propisima i normama:

- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19);
- Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19);
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20);
- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19);
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19);
- Pravilnik o minimalnim sigurnosnim zahtjevima za tunele (NN 93/13)
- Tehničkim propisom o građevnim proizvodima (NN 35/18, NN 104/19).
- HRN EN 1317-1:2011, Zaštitni cestovni sustavi - 1. dio: Nazivlje i opći kriteriji za metode ispitivanja (EN 1317-1:2010);
- HRN EN 1317-2:2011, Zaštitni cestovni sustavi - 2. dio: Razredi izvedbe, ispitivanja sudara prema kriterijima prihvatljivosti i metode ispitivanja sigurnosnih ograda uključujući ograde za vozila (EN 1317-2:2010);
- HRN EN 1317-3:2011, Zaštitni cestovni sustavi - 3. dio: Razredi izvedbe, ispitivanja sudara prema kriterijima prihvatljivosti i metode ispitivanja sigurnosnih jastuka (EN 1317-3:2010);
- HRN ENV 1317-4:2004, Zaštitni cestovni sustavi - 4. dio: Vrste izvedbi, kriteriji prihvatljivosti ispitivanja udara i metode ispitivanja završnih i prijelaznih elemenata zaštitnih ograda (ENV 1317-4:2001);
- HRN EN 1317-5:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 5. dio: Zahtjevi za proizvod i ocjenjivanje sukladnosti za zaštitne cestovne sustave (EN 1317-5:2007+A2:2012);
- HRN EN 1317-5:2012/Ispr.1:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 5. dio: Zahtjevi za proizvod i ocjenjivanje sukladnosti za zaštitne cestovne sustave (EN 1317-5:2007+A2:2012/AC:2012);
- HRN CEN/TR 1317-6:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 6. dio: Pješački cestovni sustavi - Pješački parapeti (CEN/TR 1317-6:2012);
- HRN CEN/TS 1317-8:2012, Zaštitni cestovni sustavi - 8. dio: Cestovni sustavi za motocikliste koji smanjuju utjecaj težine motociklista u sudaru sa sigurnosnom preprekom (CEN/TS 1317-8:2012).

Preporučuje se korištenje i sljedećih normi dok se ne usvoje odgovarajući važeći hrvatski normativni dokumenti:

- EN/TR 1317-6;
- EN 1317-7.

Zaštitne odbojne ograde koje se stavljaju na tržište moraju biti označene CE oznakom na način kako je to propisano gore navedenim propisima i normama.

3. VRSTE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Zaštitne odbojne ograde su tehničke sigurnosne konstrukcije kojima je osnovna svrha spriječiti izlijetanje vozila s kolnika ceste, odnosno zadržati vozila skrenuta s kolnika. Zaštitne odbojne ograde mogu biti izrađene od čelika ili betona:

- čelične zaštitne odbojne ograde,
- betonske zaštitne odbojne ograde.

Orijentacija zaštite zaštitnih odbojnih ograda može biti:

- jednostrana,
- dvostrana.

4. PODRUČJE PRIMJENE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Zaštitna odbojna ograda se postavlja na mjestima gdje je opasnost od ozljeda uzrokovanih udarcem vozila u zaštitnu odbojnu ogradu manja od opasnosti prelaska vozila u opasno područje koje je zaštićeno zaštitnom odbojnom ogradom. Na autocestama se u pravilu koristi čelična zaštitna odbojna ograda, a u iznimnim slučajevima betonska zaštitna odbojna ograda.

Čelične zaštitne odbojne ograde postavljaju se:

- u razdjelnom pojasu autocesta,
- na cestovnom objektu,
- kada je cesta na nasipu ili usjeku/zasjeku
- u zoni opasnog mjesta (bočne opasnosti).

Betonske zaštitne odbojne ograde mogu se postavljati u razdjelnom pojasu autoceste i na bankini autoceste, u sljedećim slučajevima:

- na trasi autoceste koja prelazi preko vodozaštitnog područja,
- na cestovnim objektima,

- kao jedno od rješenja kod zaštite portalnih građevina tunela,
- na ostalim lokacijama gdje nije moguće osigurati sigurnost čeličnom zaštitnom odbojnom ogradom,
- na trasi autoceste prema posebnim uvjetima sigurnosti prometa, a temeljem analize troškova i koristi.

5. NAČINI POSTAVLJANJA ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Načini postavljanja zaštitne čelične odbojne ograde ovise o podlozi u koju se zaštitne odbojne ograde ugrađuju:

- postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda u zemljanu podlogu,
- postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda na betonsku podlogu,
- postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda u asfaltnu podlogu.

Detaljan način postavljanja čeličnih zaštitnih odbojnih ograda ovisan o podlozi postavljanja definiran je u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

Zaštitna betonska odbojna ograda postavlja se prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

Ovisno o načinu izvođenja odvodnje, betonske odbojne ograde moraju biti izvedene na način da u slučaju potrebe omoguće odvodnju.

6. KRITERIJI ZAŠTITE OD UDARA

Obavezni kriteriji za odabir tehničkih rješenja zaštitnih odbojnih ograda na autocestama uključuju:

- razina zadržavanja (H1 – H4),
- razina radne širine (W1 – W6)
- razina ozbiljnosti udara (ASI A – B)
- razina prodiranja vozila (VI1 – VI7)

6.1. Razina zadržavanja

Stupanj zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda na autocestama odabire se na temelju zakonski definiranih minimalnih vrijednosti stupnja zadržavanja u tablici 1. Viši odnosno niži

stupanj zadržavanja može se koristiti prema posebnim uvjetima sigurnosti prometa definiranim ovim smjernicama.

Tablica 1. Najmanji stupanj zadržavanja zaštitne odbojne ograde za autoceste i brze ceste

KATEGORIJA CESTE	RUB KOLNIKA	RAZDJELNI POJAS	OBJEKT/BETONSKA PODLOGA
Autocesta i brza cesta	H2-H1*	H2	H3-H2 (H4*)

* - prema posebnim uvjetima sigurnosti prometa

Potrebna razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu opasnih dionica i prostora uz cestu uključujući posebne uvjete sigurnosti prometa prikazana je u tablici 2 dok je u tablici 3 prikazana potrebna razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu objekata za premošćivanje i drugih objekata te opasnih dionica ceste ispred njih.

Tablica 2. Razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu opasnih dionica i prostora uz cestu

Opasne dionice i prostor uz cestu	Stupanj zadržavanja
Odvodni kanali dubine >15 cm koji se nalaze uz rub kolnika, u zonama bez bočne opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	H1
Telefonsko pozivni stupići izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	
Stupovi i cijevi za prometne znakove i prometnu opremu vanjskog promjera > 76,2 mm uključujući i profilirane nosače izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja. Iznimno u slučajevima kada su prethodno opisani stupovi i cijevi u postojećem stanju štićeni certificiranom zaštitnom odbojnom ogradom H2W4 nije potrebno mijenjati postojeću zaštitnu odbojnu ogradu s tipom H1W2 ako se stup/cijev nalazi unutar radne širine W2-W4.	
- Zone bočnih opasnosti u zoni naplatnih postaja izvan pravca glavne trase autoceste s ograničenjem brzine $\leq 60\text{km/h}$, - Ulazne i izlazne rampe čvorišta s kolnikom u nasipu bez bočne opasnosti gdje je nužna zaštitna odbojna ograda (slike 19 i 20) i gdje je ograničenje brzine $\leq 40\text{km/h}$, - Ulazne i izlazne rampe čvorišta autoceste neovisno o zonama bočnih opasnosti, s unutarnje bočne strane zavoja gdje je ograničenje brzine $\leq 40\text{km/h}$ prema slici 1 Sukladno ovim kriterijima zaštitna odbojna ograda razine zadržavanja H1 primjenjuje se na lokacijama na kojima je razmak između poteza ugrađene zaštitne odbojne ograde razine zadržavanja H2 u kontinuitetu minimalne duljine $\geq 250\text{ m}$.	
- Zone bočnih opasnosti na odmorištima na autocesti s ograničenjem brzine $\leq 40\text{km/h}$, - ulazne i izlazne rampe odmorišta autoceste neovisno o zonama bočnih opasnosti, s unutarnje bočne strane zavoja prema slici 1 Sukladno ovim kriterijima zaštitna odbojna ograda razine zadržavanja H1 primjenjuje se na lokacijama na kojima je razmak između poteza ugrađene zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 u kontinuitetu minimalne duljine $\geq 250\text{ m}$.	

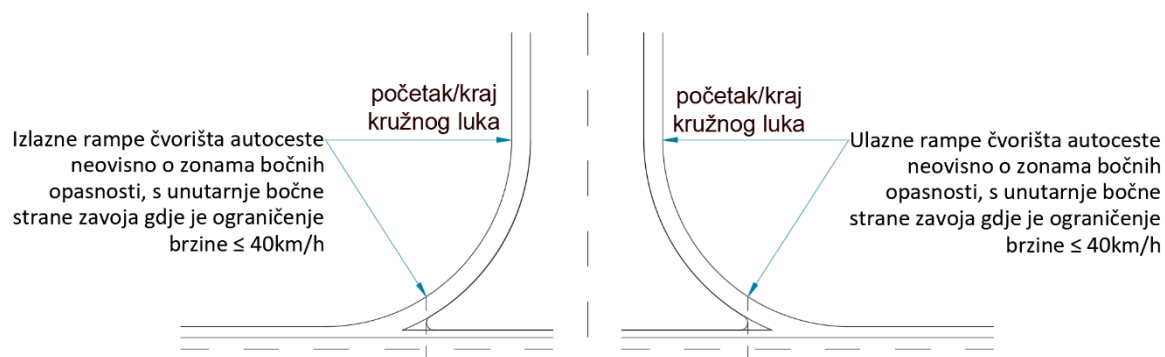
Opasne dionice i prostor uz cestu	Stupanj zadržavanja
Odvodni jarci usporedni s trasom autoceste prema slici 20 u slučaju nepostojanja ostalih razloga radi kojih se primjenjuje viši stupanj zadržavanja.	
Sve bočne opasnosti koje se štite s H2 ili H4b, ako su na udaljenosti većoj od 12,5 metara te manjoj od 20,0 m trebaju se štiti s H1, ovisno o rezultatima analize troškova i koristi proizašlih iz analize sigurnosti.	
Zone PUO-a izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	
Dionice na kojima je rubnjak visine > 7,00 cm izvan zone ostalih bočnih opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja.	
Nasipi viši od 3 m bez bočne opasnosti i ostalih kriterija za viši stupanj zadržavanja te nasipi prema uvjetima sa slika 19 i 20	H2
Vodozaštitno područje (III. i IV. zona).	H4b
Vodozaštitno područje (I. i II. zona).	
Upornjaci i stupovi cestovnih objekata iznad autoceste.	H2, H4b
Stupovi javne rasvjete koji nisu „crash-friendly“ ¹ , visokonaponska oprema.	
Zidovi za zaštitu od buke.	
Portalne i poluportalne nosive konstrukcije, konzolni stupovi, upravljački uređaji i oprema	
Profilni stupovi portala i konzolnih nosača te cijevi vanjskog promjera $\geq 76,2$ mm koji nisu „crash-friendly“, a sukladno normi EN 12767.	
Kosine nagiba $\geq 75^\circ$ i minimalne visine $>1m^{**}$ s grubom i nepravilnom površinom koja ne omogućuje klizanje vozila, na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Kosine nagiba $15^\circ - 75^\circ$ i minimalne visine $>1m^{**}$ na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Drvoredi s drvećem bilo kojeg promjera.	
Drva promjera stabla >10 cm.	
Istureno kamenje tzv. samci na mjestima gdje stijenska masa izlazi iz pokosa nasipa odnosno usjeka na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Dionice uz koju su oštre stijene ili stijene s grubom ili raspucanom površinom na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte.	
Prijelazi preko ostalih prometnica.	
Poprečni vodotoci i odvodni kanali.	
Posebno opasni objekti s opasnim ili zapaljivim tvarima.	
Portali tunela.	
Prijelazi za životinje.	
Razdjelni pojas.	
Čvorišta i odmorišta - ulazni i izlazni krakovi autoceste neovisno o zonama bočnih opasnosti s vanjske bočne strane zavoja.	

*** Detaljnije prikazano na slici 21.*

¹ Pasivno sigurni stupovi javne rasvjete konstruirani tako da se prilikom naleta vozila ruše na način kojim se minimiziraju posljedice za vozača i putnike u vozilu.

Tablica 3. Razina zadržavanja zaštitnih odbojnih ograda za zaštitu objekata za premošćivanje i drugih objekata

Područje objekata za premošćivanje i drugih objekata	Stupanj zadržavanja
Čvorišta u dvije ili više razina gdje je brzina ograničena na > 60 km/h, a u slučaju nepostojanja ostalih uvjeta koji definiraju viši stupanj zadržavanja.	H2
Na objektima za premošćivanje autocesta i državnih cesta duljim od 15 m.	
Objekt za premošćivanje preko vodotoka u vodozaštitom području (zona I. i II.).	H4b
Objekti koji su dulji od 10 m bez zaustavne trake.	
Ostala potencijalno opasna mjesta (npr. visine ispod objekta koje prelaze 10 m, itd.).	
Na nadvožnjacima priključaka autocesta (čvorovi) gdje PGDP teretnih vozila iznad 7 tona i autobusa zajedno iznosi više od 300 i ograničenje brzine je veće od 50 km/h.	
Na objektima autocesta na kojima je PGDP > 5000 i ograničenje brzine je veće od 50 km/h, a kojima se premošćuju druge javne ceste.	
Na objektima drugih javnih cesta na kojima je PGDP > 5000 i ograničenje brzine veće od 50 km/h, duljim od 50 m kojima se premošćuju autoceste.	



Slika 1. Stupanj zadržavanja u zoni ulazne i izlazne rampe čvorišta autoceste

6.2. Razina radne širine

Radna širina zaštitne odbojne ograde predstavlja udaljenost između prednje strane zaštitne odbojne ograde najbliže kolniku prije udara i najudaljenijeg bočnog položaja koji doseže bilo koji dio zaštitne odbojne ograde tijekom pada kao posljedica udara (Slika 2).

Radna širina mora biti manja od minimalne udaljenosti prednje strane zaštitne odbojne ograde od opasne prepreke uz ogradu. Najveća dopuštena radna širina zaštitnih

odbojnih ograda uz rub kolnika na autocestama je W6. Razine radne širine prikazane u tablici 4.

Radna širina zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu mora biti takva da zaštitna odbojna ograda, u slučaju sudara, unatoč pomaku ne ulazi u područje suprotnog prometnog traka.

Radna širina čelične zaštitne odbojne ograde na objektu mora biti manja od udaljenosti prednje strane zaštitne čelične odbojne ograde od vanjskog ruba objekta.

Radna širina i položaj postavljanja betonske zaštitne odbojne ograde na objektu mora biti takav da betonska zaštitna odbojna ograda, unatoč pomaku kod sudara, ostane na objektu cijelom širinom.

Tablica 4. Razine radne širine W_n ($n=1-6$)

Područje djelovanja		
W1	≤	0,6 m
W2	≤	0,8 m
W3	≤	1,0 m
W4	≤	1,3 m
W5	≤	1,7 m
W6	≤	2,1 m

6.3. Razina ozbiljnosti udara

Zaštitne odbojne ograde se na temelju utvrđenih vrijednosti razine ozbiljnosti udara (ASI) klasificiraju u tri kategorije: A, B i C. Kategorija A uključuje zaštitne odbojne ograde s najnižim stupnjem krutosti kod kojih prilikom udara vozila dolazi do većih deformacija zaštitne odbojne ograde i postepenije apsorpcije kinetičke energije vozila, s najmanjim utjecajem na putnike u vozilu. Predlaže se postavljanje zaštitnih odbojnih ograda sa stupnjem ASI A, dok se zaštitne odbojne ograde sa stupnjem ASI C ne koriste na autocestama.

6.4. Razina prodiranja vozila

Razina prodiranja vozila predstavlja kriterij koji zaštitna odbojna ograda mora zadovoljiti, a pomoću kojeg se na pojedinačnim lokacijama određuje udaljenost koja mora biti osigurana ispred bočne opasnosti (Slika 2).

Razina prodiranja vozila mora biti manja od minimalne udaljenosti maksimalnog upada vozila od bočne opasnosti uz zaštitnu odbojnu ogradu.

Razina prodiranja vozila zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu mora biti takav da vozilo, u slučaju sudara, unatoč upadu ne ulazi u područje suprotnog prometnog traka.

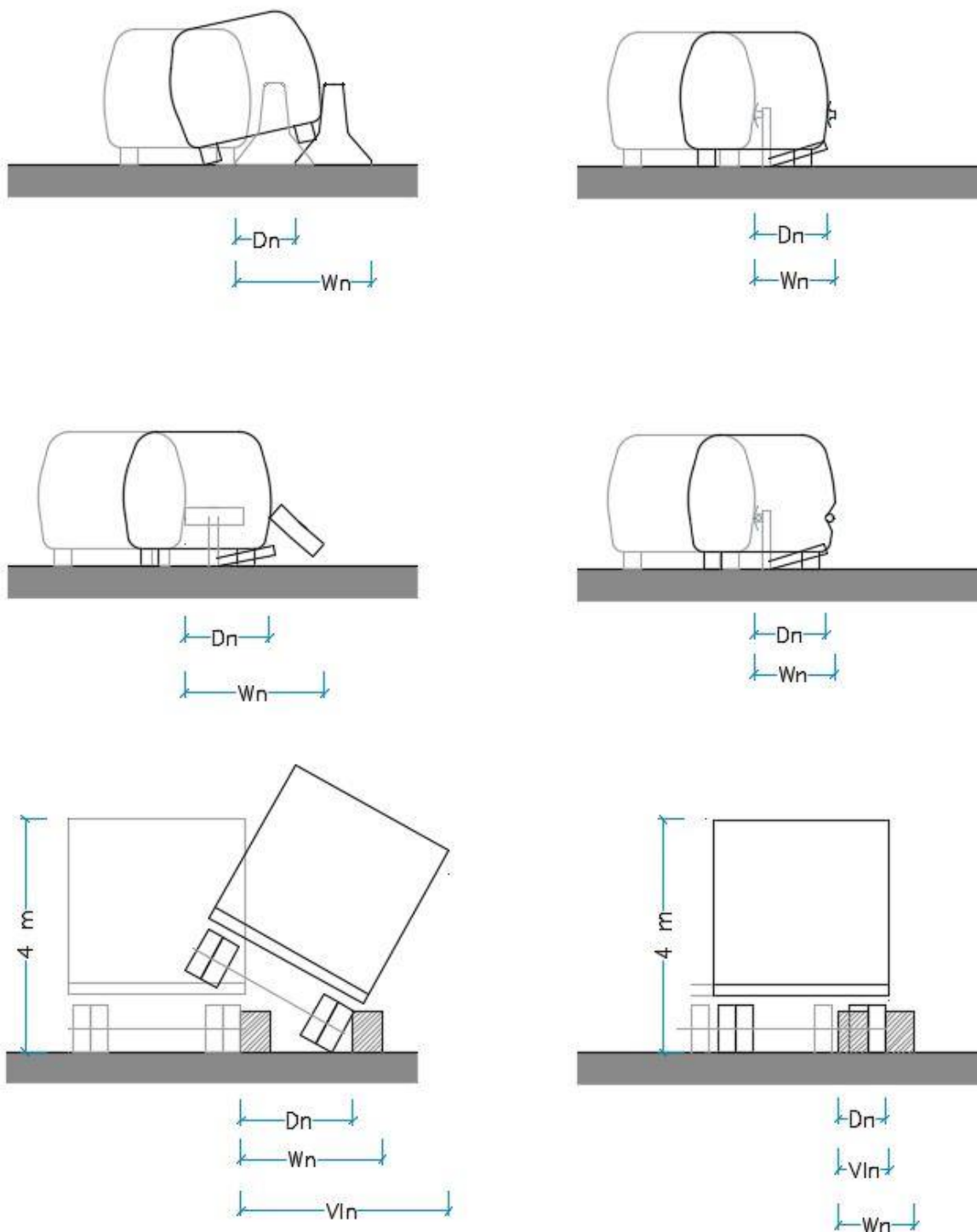
Razina prodiranja prikazane su u tablici 5.

Tablica 5. Razina prodiranja vozila VI_n (n=1-7)

Razina prodiranja		
VI1	≤	0,6 m
VI2	≤	0,8 m
VI3	≤	1,0 m
VI4	≤	1,3 m
VI5	≤	1,7 m
VI6	≤	2,1 m
VI7	≤	2,5 m

Kriterij kao što je dinamički progib (D - maksimalni bočni dinamički pomak prednje strane zaštitne odbojne ograde) projektant može također uzeti u obzir ako je potrebno dokazivati dodatne karakteristike zaštitne odbojne ograde, ali nije obavezan (Slika 2).

XXXXXXX



Slika 2. Primjeri: radna širina (w_n), prodiranje vozila (v_{ln}), dinamički progib (d_n) [HRN EN 1317:2]

7. DULJINE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Minimalna potrebna duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred i iza opasnog mjesta (bočne opasnosti) na autocesti definirana je zakonskom regulativom i navedena je u tablici 6.

Tablica 6. Minimalna duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred i iza opasnog mjesta (bočne opasnosti)

KATEGORIJA CESTE	ISPRED OPASNOG MJESTA	IZA OPASNOG MJESTA
Autoceste	minimalno 60 m	minimalno 16 metara

Najmanja ukupna duljina odabranog tehničkog rješenja zaštitne odbojne ograde pune visine ne smije biti kraća od duljine te zaštitne odbojne ograde pune visine koja je ispitana i certificirana u skladu s HRN EN 1317-2.

Duljina zaštitne odbojne ograde iza opasnog mjesta (bočne opasnosti) na autocesti definirana je zakonskom regulativom i iznosi 16 m.

Na zaštitnu odbojnu ogradu pune visine nadovezuju se početni i završni element na naletnoj i izletnoj strani prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

8. POČETNI/ZAVRŠNI ELEMENTI ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Početni/završni elementi zaštitnih odbojnih ograda postavljaju se s ciljem umanjavanja posljedica naleta vozila na zaštitnu odbojnu ogradu.

Početni elementi moraju biti izvedeni kao ublaživači udara s mogućnošću apsorpcije kinetičke energije naleta vozila na mjestima s povećanom vjerojatnosti, odnosno postavljeni u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama. Početni i završni element na istoj zaštitnoj odbojnoj ogradi ne mora nužno biti izveden u istoj tehnologiji, odnosno ne mora biti element istog tipa.

Na trasi autoceste te priključcima na kojima je dozvoljena brzina veća od 50 km/h, u smjeru vožnje koriste se:

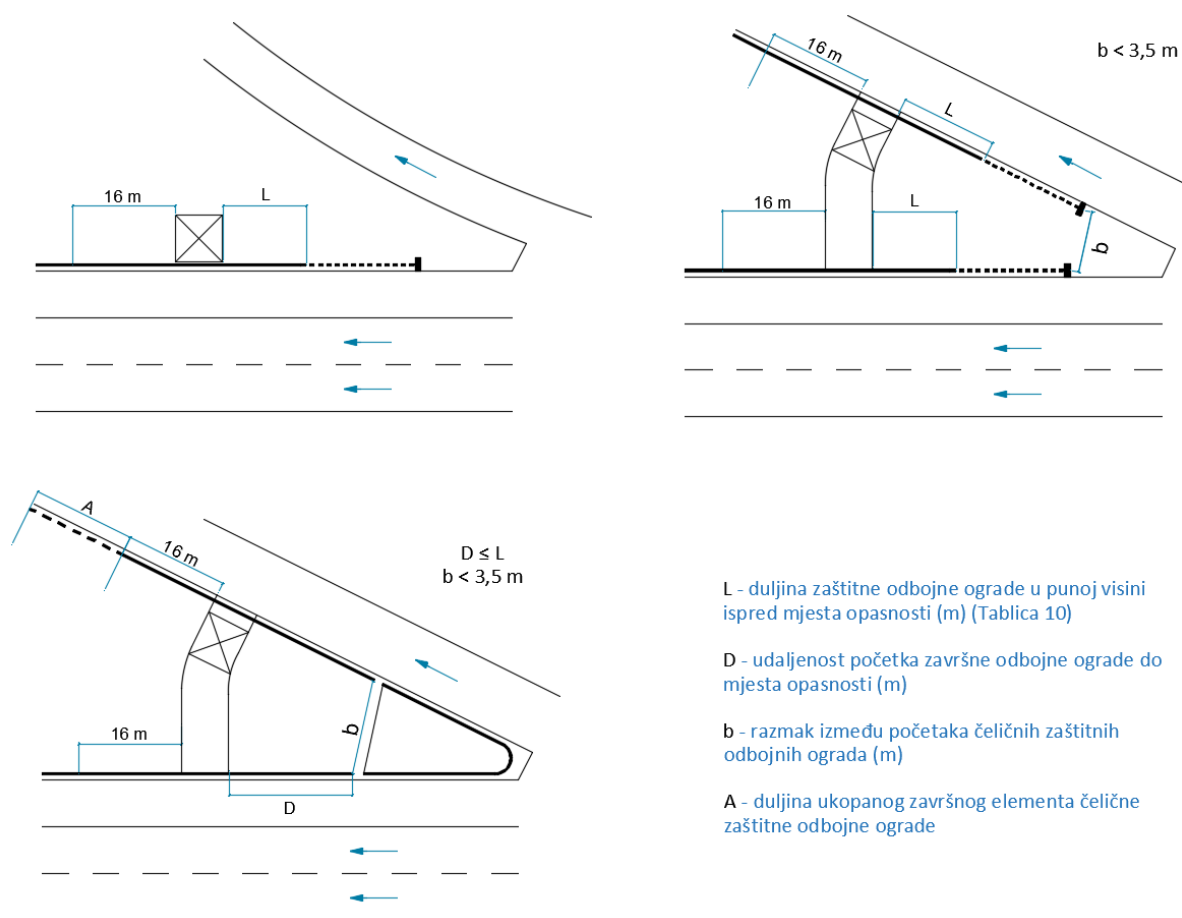
- početni elementi čelične zaštitne odbojne ograde koji udovoljavaju zahtjevima HRN EN 1317-4,;
- za ugradnju na priključcima na autoceste s ograničenjem brzine ≤ 80 km/h, početni elementi moraju biti ispitani za razred P2,

- za ugradnju na trasi autoceste, početni elementi moraju biti ispitani za razred P4 prema normi HRN EN 1317-4.

U slučaju betonske zaštitne odbojne ograde potrebno je najprije izvršiti prijelaz na čeličnu zaštitnu odbojnu ogradu u minimalnoj dužini kao u tablici 10, a zatim na nju pričvrstiti početni element.

Na priključcima na autoceste na kojima je dozvoljena brzina vožnje manja ili jednaka 50 km/h, u smjeru vožnje dopušteno je korištenje ukopanih početnih elemenata čelične zaštitne odbojne ograde i spuštenih završnih elemenata betonske zaštitne odbojne ograde u definiranoj duljini i postavljenih prema certificiranom rješenju proizvođača, a sukladno važećim propisima i normama.

U slučaju kada mora biti primijenjena čelična zaštitna odbojna oграда u zoni ulijevanja ili izlivanja dvaju usmjerenih kolnika (npr. u području zone izlaza s autoceste) uz oba kolnika, a razmak između početaka čeličnih zaštitnih odbojnih ograda iznosi više od 3,5 m, umjesto dva početna elementa ispitana prema normi HRN EN 1317-4 primjenjuje se, ovisno o situaciji na terenu i projektantskom rješenju, ublaživač udara testiran sukladno HRN EN 1317-3. (Slika 3)



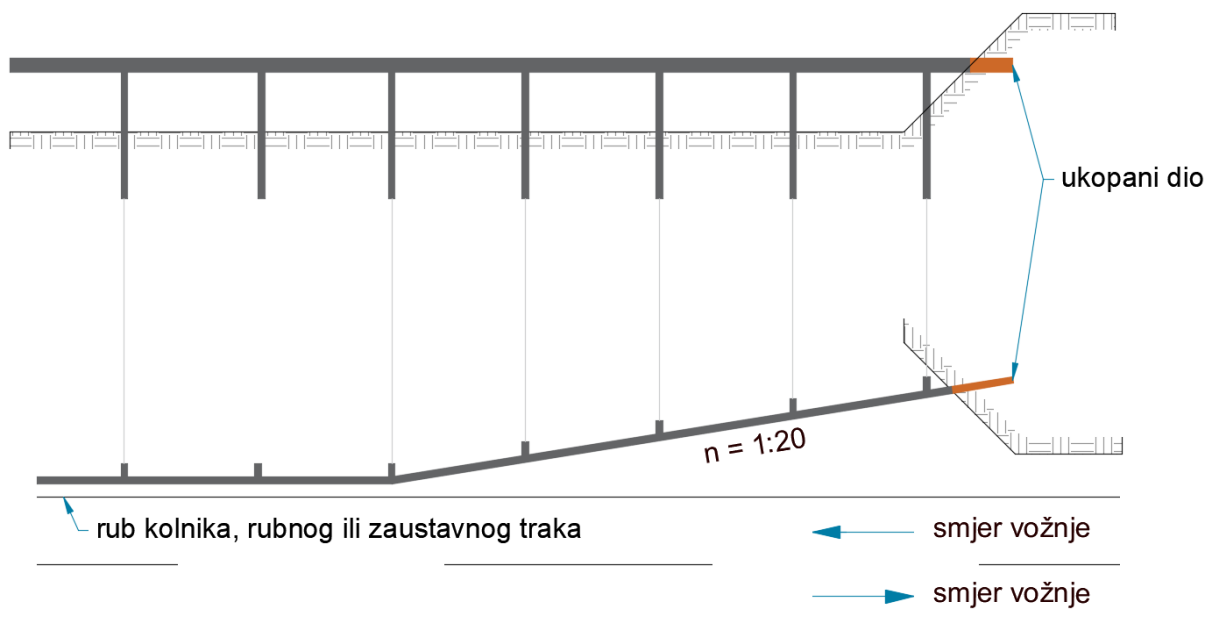
Slika 3. Početni/završni element u zoni ulijevanja ili izlivanja dvaju usmjerenih kolnika

Početni element čelične zaštitne odbojne ograde mora biti testiran u skladu s HRN ENV 1317-4, pri čemu mora udovoljavati sljedećim minimalnim zahtjevima:

- trajni bočni pomak - razred Da1, Dd2,
- područje preusmjerenja - razred Z2

Na trasi autoceste te na priključcima na autoceste kao završni elementi na kraju čelične zaštitne odbojne ograde u smjeru vožnje, koriste se ukopani završni elementi čelične zaštitne odbojne ograde ili spušteni završni elementi betonske zaštitne odbojne ograde.

Duljina ukopanog završnog elementa čelične zaštitne odbojne ograde izvodi se su svemu prema certificiranom rješenju proizvođača osim u posebnim slučajevima kada ih je potrebno odgovarajuće obrazložiti (npr. prekidi čelične zaštitne odbojne ograde u području servisnih priključaka, portala tunela i sl.). Čelična zaštitna odbojna ograda u području gdje usjek prelazi u nasip ili u objekt za premošćivanje, mora biti postavljena tako da se smjerno rotira s otklonom 1:20, sa završetkom ukopanim u kosinu, slika 4, osim u situacijama u kojima otklon 1:20 nije moguće osigurati, što je potrebno obrazložiti projektantskim rješenjem.



Slika 4. Početni/završni element zaštitne odbojne ograde u području prijelaza iz usjeka u nasip ili u objekt za premošćivanje

9. POVEZIVANJE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

Ako je prekid između dvije zaštitne čelične odbojne ograde pune visine manji od 150 m, obje se odbojne ograde povezuju međusobno, osim u slučaju kada je potrebno osigurati pristup u svrhu održavanja što je potrebno dodatno obrazložiti, a prekid zaštitne odbojne ograde izvesti da se osigura maksimalna sigurnost.

Kada na trasi autoceste bez objekata zaštitne čelične odbojne ograde različitih stupnjeva zadržavanja slijede jedna za drugom na kraćim udaljenostima, stupanj zadržavanja ne mijenja se nadalje, ako je duljina zaštitne odbojne ograde s nižim stupnjem zadržavanja kraća od 250 m. Stupanj zadržavanja moguće je mijenjati nadalje iznimno u slučaju kada se nakon dionice štićene s višim stupnjem zadržavanja nastavlja dionica s nižim stupnjem u duljini od minimalno 150 metara, a nakon čega slijedi dionica koja nije štićena zaštitnom odbojnom ogradom.

Ako je u razdjelnom pojasu, u zoni nepostojanja bočnih opasnosti, udaljenost između ugrađenih poteza zaštitnih čeličnih odbojnih ograda jednostrane orijentacije veći ili jednak 164 metra potezi zaštitnih čeličnih odbojnih ograda jednostrane orijentacije međusobno se povezuju zaštitnom čeličnom odbojnom ogradom dvostrane orijentacije.

Prijelazni elementi između različitih stupnjeva zadržavanja zaštitnih čeličnih odbojnih ograda moraju biti u skladu s HRN EN 1317. Dopušteno je korištenje i modificiranog prijelaznog elementa, za koji se mora izvesti uspješna računalna simulacija (statička i dinamička analiza) u skladu s HRN EN 1317 pri čemu nadležno tijelo na temelju izvedene računalne simulacije (statička i dinamička analiza) utvrđuje sukladnost proizvoda u skladu s HRN EN 1317.

Povezivanje betonske i čelične zaštitne odbojne ograde izvodi se sa prijelaznim elementom koji mora biti testiran u skladu s HRN EN 1317. Dopušteno je korištenje i modificiranog prijelaznog elementa, za koji se mora izvesti uspješna računalna simulacija (statička i dinamička analiza) u skladu s HRN EN 1317 pri čemu nadležno tijelo na temelju izvedene računalne simulacije (statička i dinamička analiza) utvrđuje sukladnost proizvoda u skladu s HRN EN 1317.

U prijelaznom razdoblju, a do zamjene postojećih zaštitnih odbojnih ograda nezadovoljavajućeg stupnja zadržavanja, za prijelazne elemente novih zaštitnih odbojnih ograda na postojeće zaštitne odbojne ograde nezadovoljavajućeg ili nepoznatog stupnja zadržavanja koji neće biti predmet buduće zamjene (npr. zaštitne odbojne ograde na objektima i sl.) nije potrebno provesti testiranje u skladu s HRN EN 1317 ili simulacije. Na

ostalim lokacijama nužna je zamjena postojećih zaštitnih odbojnih ograda u funkcionalnoj cjelini kako bi se izbjeglo izvođenje prijelaznih elemenata na postojeće zaštitne odbojne ograde nezadovoljavajućeg ili nepoznatog stupnja zadržavanja koji su također predmet buduće zamjene.

10. UVJETI I NAČINI ZA POSTAVLJENJE ZAŠTITNIH ODBOJNIH OGRADA

10.1. Opći dio

Zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se tako da je plašt zaštitne čelične odbojne ograde udaljen minimalno 0,50 m od ruba kolnika (Slika 5). Kod rubnjaka visine $\leq 7,00$ cm, zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se tako da je plašt zaštitne čelične odbojne ograde udaljen minimalno 0,50 m od linije rubnjaka (Slika 6). U slučajevima kada se zaštitna čelična odbojna ograda ugrađuje uz rub kolnika kada je rubnjak visine $> 7,00$ cm postavlja se na način da je plašt zaštitne čelične odbojne ograde u ravnini s rubnjakom (Slika 7).

U zoni opasnog mjesta na kojima je rubnjak visine $> 7,00$ cm zaštitna čelična odbojna ograda se postavlja na način da je plašt ograde u ravnini s rubnjakom prilikom čega se smanjivanje udaljenosti plašta zaštitne čelične odbojne ograde od minimalno 0,50 m od linije rubnjaka do ravnine s rubnjakom izvodi s nagibom 1:100, a ravni dio zaštitne čelične odbojne ograde prije početka smanjivanja udaljenosti plašta od ruba rubnjaka treba iznositi minimalno 8 metara. (Slika 9)

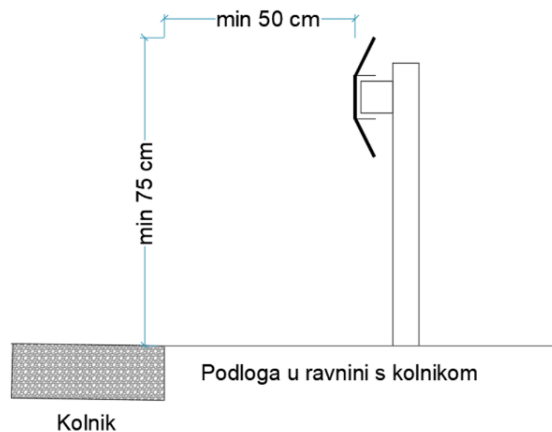
Kad je odvodnja izvedena odvodnim kanalom uz rub kolnika zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se na način da su stupovi zaštitne čelične odbojne ograde u ravnini s rubom kanala, a u slučaju da je odvodni kanal dubine $\leq 15,00$ cm (Slika 8 a)). U slučajevima kad je odvodni kanal na svojoj najdubljjoj točki dublji $> 15,00$ cm zaštitna čelična odbojna ograda postavlja se na način da su stupovi zaštitne čelične odbojne ograde postavljeni uz rub odvodnog kanala (Slika 8 b)).

Zaštitna betonska odbojna ograda postavlja se tako da je plašt odbojne ograde udaljen minimalno 0,50 m od ruba kolnika (Slika 10).

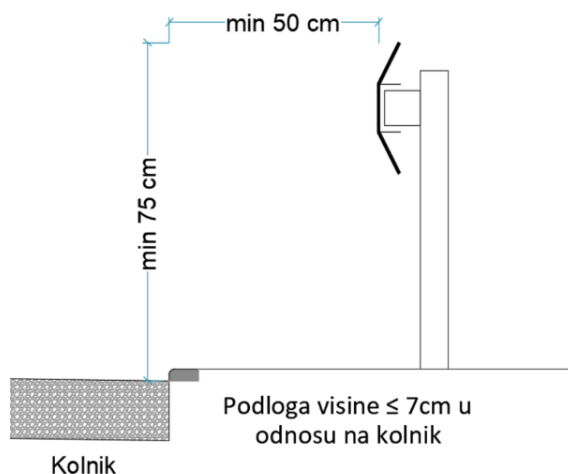
Gornji rub zaštitne čelične odbojne ograde ne smije biti na visini manjoj od 0,75 m, zaštitne betonske odbojne ograde na visini manjoj od 0,80 m, a privremene zaštitne odbojne ograde na visini manjoj od 0,40 m iznad ruba kolnika.

Zaštitna odbojna ograda mora biti opremljena retroreflektirajućim ili svjetlosnim oznakama veličine i razmaka jednake kao i za smjerokazne stupiće. Na kolniku s jednosmjernim prometom retroreflektirajuća oznaka je s obje strane crvene boje, dok je na

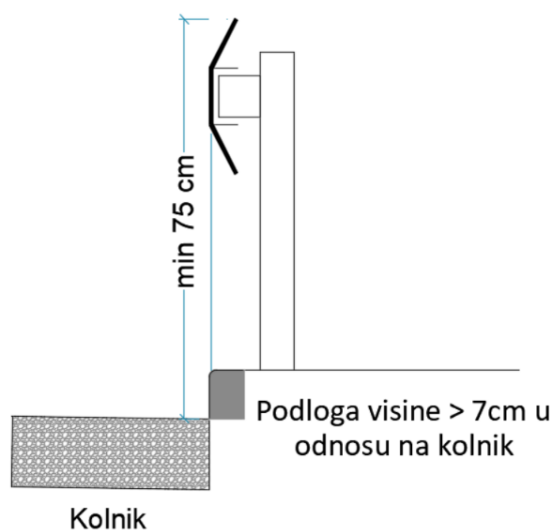
kolniku sa dvosmjernim prometom na desnoj strani u smjeru vožnje retroreflektirajuća oznaka crvene boje, a sa lijeve strane bijele boje.



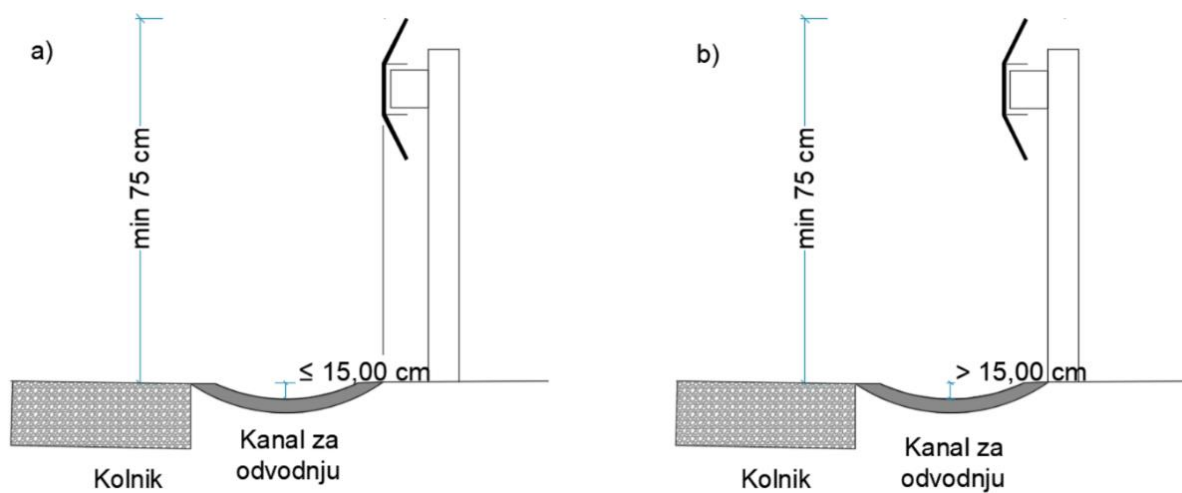
Slika 5. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kada je podloga u ravnini sa kolnikom



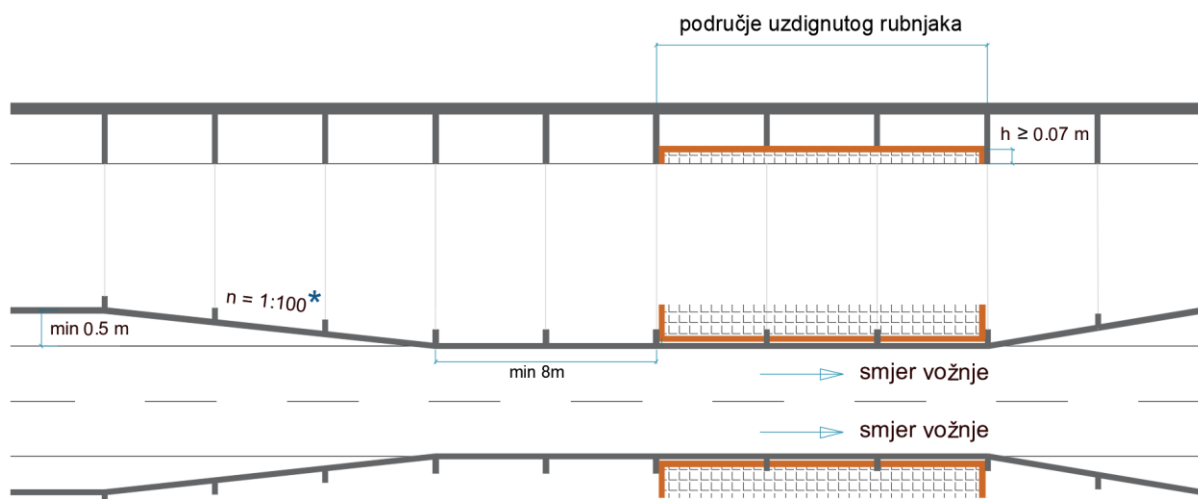
Slika 6. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kada je podloga visine $\leq 7,00\text{ cm}$



Slika 7. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kada je podloga visine > 7,00 cm

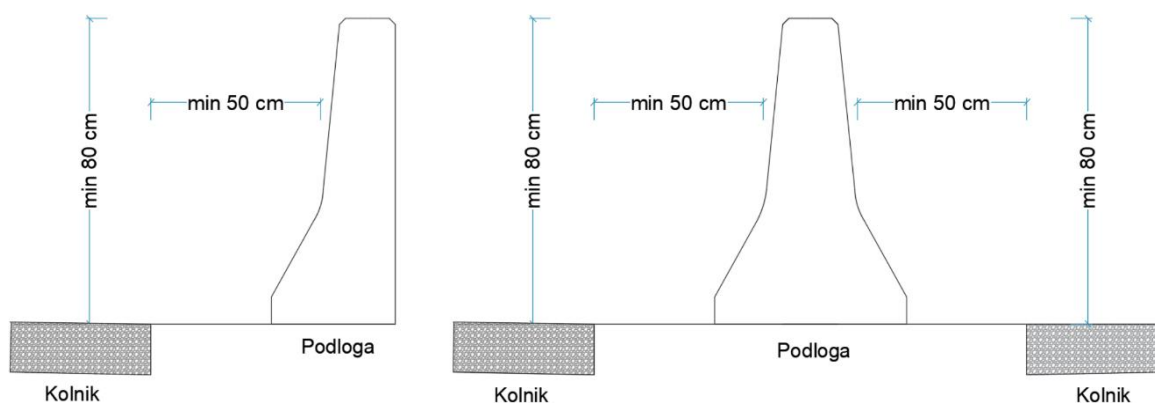


Slika 8. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde kad je odvodnja izvedena odvodnim kanalom



* Kada otklon $n=1:100$ nije moguć dozvoljava se iznimno otklon do maksimalno $1:20$, a ovisno o situaciji što je potrebno obrazložiti projektantskim rješenjem.

Slika 9. Postavljanje zaštitne čelične odbojne ograde u zoni opasnog mjesta na kojima je rubnjak visine $> 7,00$ m



Slika 10. Postavljanje betonske zaštitne odbojne ograde

10.2. Zaštitna odbojna ograda u razdjelnom pojasu

S obzirom na orijentaciju zaštite čeličnih odbojnih ograda, u razdjelnom pojasu autoceste primjenjuju se:

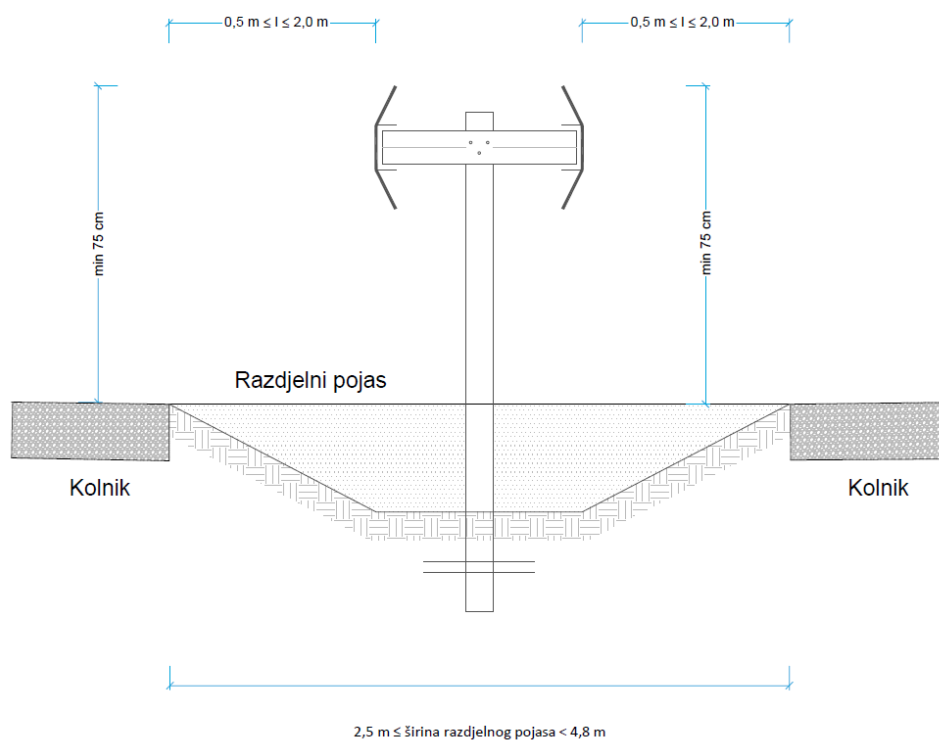
- zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije
 - u slučaju ne postojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu
 - u slučaju ne postojanja kanalice za odvodnju u srednjem dijelu razdjelnog pojasa
 - u slučaju poprečnog nagiba razdjelnog pojasa prema sljedećem:
 - $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $\leq 1:10$
- dvije zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije
 - u slučaju postojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu

- u slučaju različitih visina kolnika zbog poprečnog nagiba razdjelnog pojasa prema sljedećem:
 - $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $> 1:10$
- u slučaju postojanja kanalice za odvodnju u srednjem dijelu razdjelnog pojasa kanalicu je potrebno štiti jednostranom zaštitnom odbojnom ogradom sa svake strane kanalice,
 - u slučaju postojanja kanalice za odvodnju uz rub razdjelnog pojasa orijentacija zaštitne odbojne ograde određuje se kao jednostrana ili dvostrana zaštitna ograda prema širini razdjelnog pojasa, a uz zadovoljavanje kriterija radne širine zaštitne odbojne ograde.

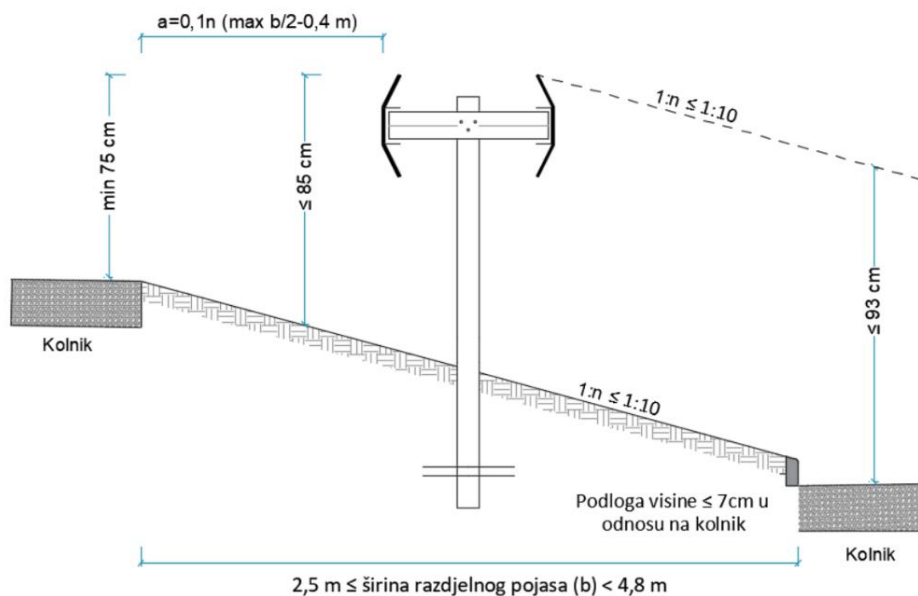
10.2.1. Bez bočne opasnosti ili odvodnje

Načini postavljanja čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti niti kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa prikazani su na slikama 11 do 13.

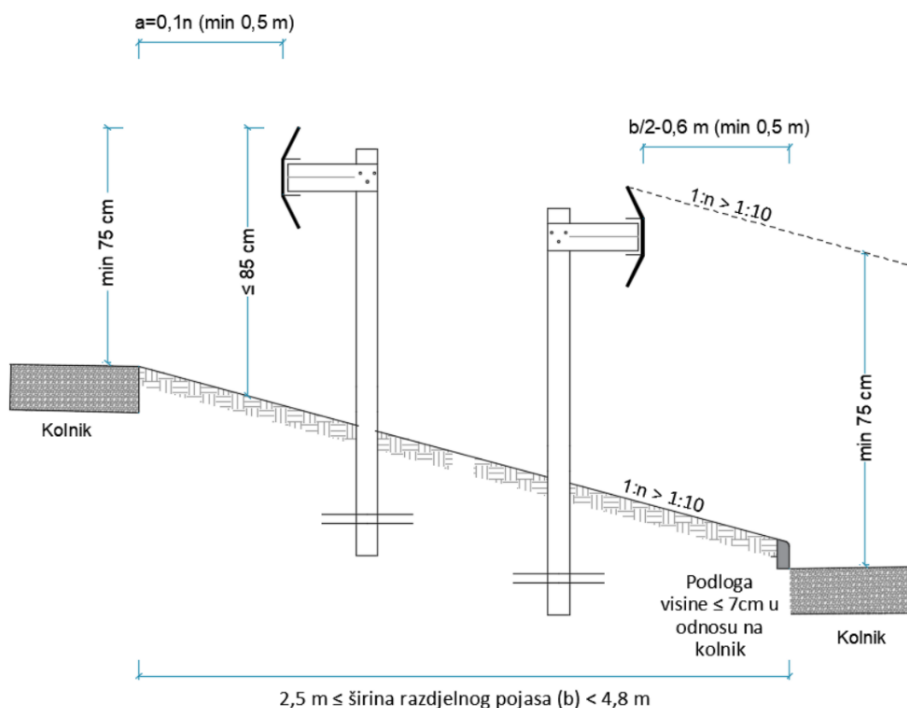
U slučaju postavljanja dvije čelične zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije u razdjelnom pojasu prema slici 13 potrebno je poštivati uvjete maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjeva bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 prikazanih u tablici 7.



Slika 11. Postavljanje čelične zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti, nepostojanja kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa, $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nepostojanje nagiba



Slika 12. Postavljanje čelične zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti, nepostojanja kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa, $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $\leq 1:10^2$



² Parametar a predstavlja odstupanje odbojne ograde od ruba kolnika, vrijednost n u formuli predstavlja nagib (bez mjerne jedinice)

Slika 13. Postavljanje dvije čelične zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije u razdjelnom pojasu u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti, nepostojanja kanalice za odvodnju u srednjem djelu pojasa, $2,5 \text{ m} \leq \text{širina razdjelnog pojasa} < 4,8 \text{ m}$, nagib razdjelnog pojasa $> 1:10$

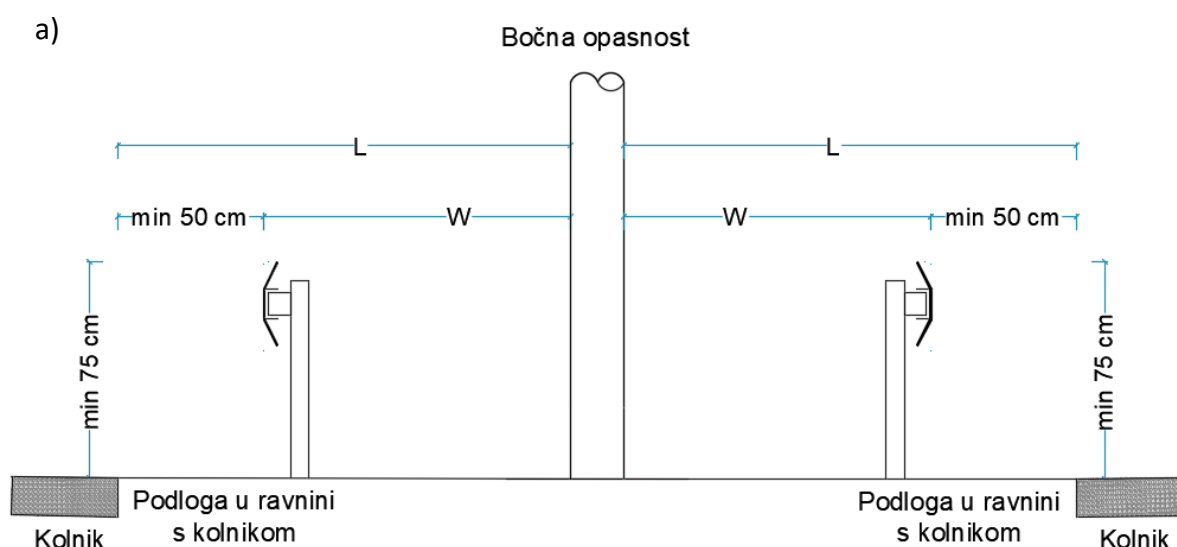
10.2.2. S bočnom opasnosti ili odvodnjom

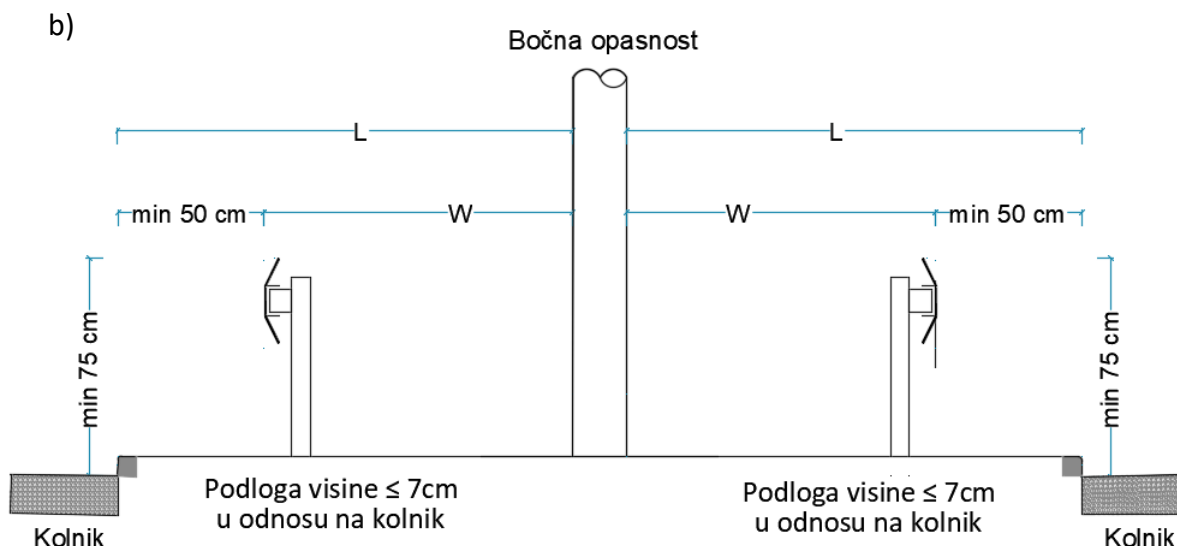
S obzirom na širinu razdjelnog pojasa, u zoni bočnih opasnosti, tj. na udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti (L), uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje minimalno 50 cm od ruba kolnika kao na slikama 5 i 6, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde klase zadržavanja H2 prikazani su u tablici 7. Načini postavljanja prikazani su na slici 14.

Tablica 7. Razdjelni pojas u zonama bočnih opasnosti – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

Udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti = L (m)		Maksimalna dozvoljena radna širina zaštitne odbojne ograde	Maksimalno dozvoljeni stupanj bočnog upada vozila
od	do		
< 1,1		*	*
1,1	1,3	W1	VI1
1,3	1,5	W2	VI2
1,5	1,8	W3	VI3
1,8	2,2	W4	VI4
2,2	2,6	W5	VI5
2,6	3,0	W6	VI6
$\geq 3,0$		W6	VI7

*s obzirom na malu udaljenost od kolnika do bočne opasnosti, ovisno o specifičnosti lokacije potrebno je definirati vrstu i orijentaciju zaštitne odbojne ograde





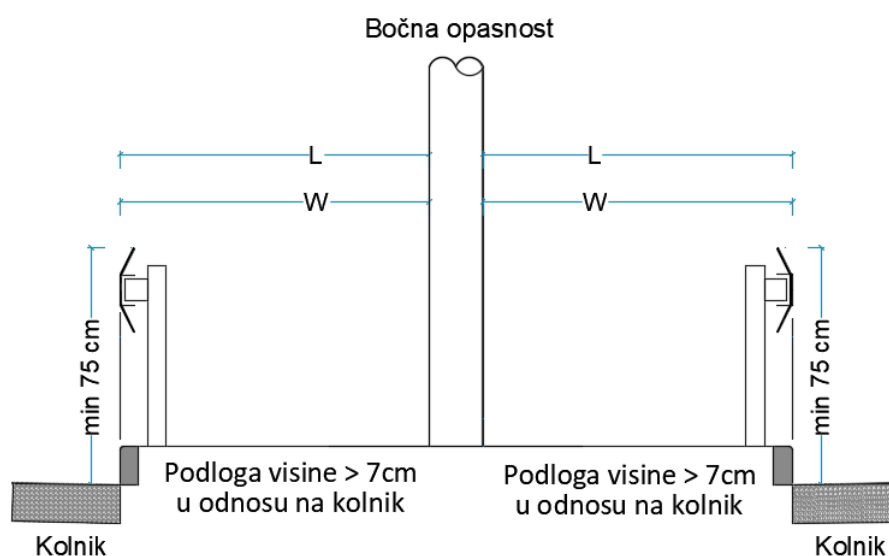
Slika 14. Postavljanje dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u zoni bočne opasnosti a) kada je podloga u ravnini s kolnikom te b) kada je podloga visine $\leq 7,00\text{ cm}$ – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

S obzirom na širinu razdjelnog pojasa u zoni bočnih opasnosti, tj. na udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti (L), uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje kao na slici 7, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde klase zadržavanja H2 prikazani su u tablici 8. Načini postavljanja prikazani su na slici 15.

Tablica 8. Razdjelni pojas u zonama bočnih opasnosti – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 uz rub kolnika prema uvjetima sa slike 7

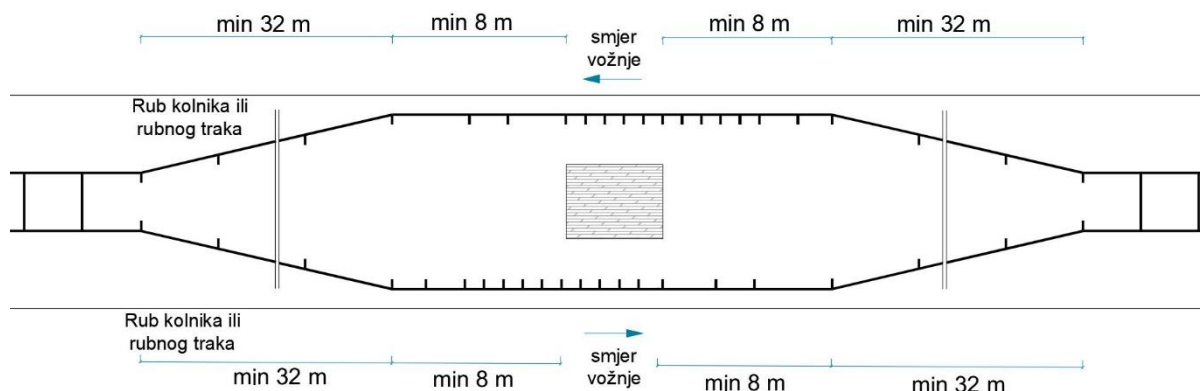
Udaljenost od ruba kolnika do bočne opasnosti = L (m)		Maksimalna dozvoljena radna širina zaštitne odbojne ograde	Maksimalno dozvoljeni stupanj bočnog upada vozila
od	do		
< 0,6		*	*
0,6	0,8	W1	VI1
0,8	1,0	W2	VI2
1,0	1,3	W3	VI3
1,3	1,7	W4	VI4
1,7	2,1	W5	VI5
2,1	2,5	W6	VI6
≥ 2,5		W6	VI7

*s obzirom na malu udaljenost od kolnika do bočne opasnosti, ovisno o specifičnosti lokacije potrebno je definirati vrstu i orijentaciju zaštitne odbojne ograde



Slika 15. Postavljanje dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u zoni bočne opasnosti kada je podloga visine > 7,00 cm – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 uz rub kolnika prema uvjetima sa slike 7

Način izvođenja prijelaza s dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u dvostranu čeličnu zaštitnu odbojnu ogradu u zoni bočne opasnosti u razdjelnom pojasu prikazan je na slici 16.



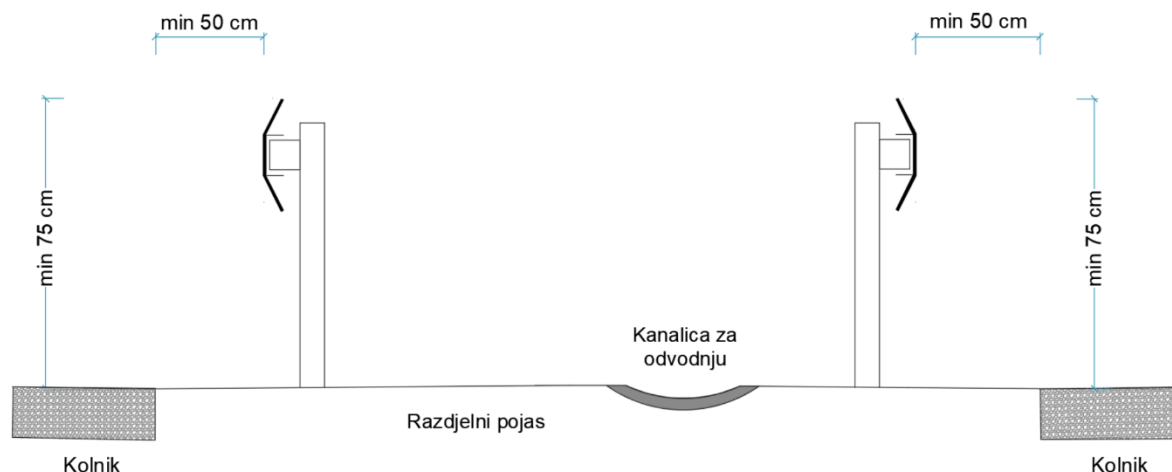
Slika 16. Prijelaz s dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u dvostranu čeličnu zaštitnu ogradu u zoni bočne opasnosti u razdjelnom pojasu

S obzirom na širinu razdjelnog pojasa, u slučaju nepostojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu te potrebe ugradnje dvije jednostrane zaštitne odbojne ograde u slučaju postojanja odvodnog kanala u sredini pojasa, uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje minimalno 50 cm od ruba kolnika kao na slikama 5 i 6, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 prikazani su u tablici 9. Način postavljanja prikazan je na slici 17.

Tablica 9. Razdjelni pojas bez bočnih opasnosti u slučaju postojanja odvodnog kanala u sredini pojasa - ugradnja dvije jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

Širina RP (m)		Maksimalno dozvoljena radna širina zaštitne ograde	Maksimalno dozvoljeni stupanj bočnog upada vozila
od	do		
$\leq 1,6$		*	*
1,6	1,8	W1	VI3
1,8	2,0	W2	VI4
2,0	2,3	W3	VI4
2,3	2,7	W4	VI5
2,7	3,1	W5	VI6
$\geq 3,1$		W6	VI7

*s obzirom na malu širinu razdjelnog pojasa, ovisno o specifičnosti lokacije potrebno je definirati vrstu i orijentaciju zaštitne odbojne ograde



Slika 17. Postavljanje dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde u razdjelnom pojasu u slučaju postojanja odvodnog kanala u sredini pojasa – ugradnja jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 minimalno 50 cm od ruba kolnika prema uvjetima sa slika 5 i 6

U slučaju kad u razdjelnom pojasu postoji odvodni kanal koji nije pozicioniran u središnjoj osi razdjelnog pojasa te postoji mogućnost postavljanja zaštitne odbojne ograde dvostrane orijentacije postavljaju se dvije jednostrane čelične zaštitne odbojne ograde, a uz zadovoljavanje uvjeta maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjeva bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2.

U slučaju nepostojanja bočnih opasnosti u razdjelnom pojasu te potrebe ugradnje dvije jednostrane zaštitne odbojne ograde u slučaju postojanja odvodnog kanala uz rub razdjelnog pojasa, uz uvjet da se zaštitna odbojna ograda ugrađuje uz rub jednog kolnika minimalno 50 cm od ruba kolnika kao na slikama 5 i 6, a uz rub drugog kolnika u razini s rubom kolnika kao na slici 7, maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjeve bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde stupnja zadržavanja H2 određuju se za svaku jednostranu zaštitnu odbojnu ogradu zasebno.

10.3. Zaštitna odbojna ograda u zoni bočne opasnosti u bankini

Zaštitnu odbojnu ogradu je potrebno primijeniti ako je bočna opasnost udaljena od krajnje desne rubne crte $\leq 7,5$ m do 60 km/h, odnosno $\leq 12,5$ m za brzine veće od 60 km/h.

Maksimalno dozvoljene radne širine i stupnjevi bočnog upada vozila jednostrane zaštitne odbojne ograde u bankini definirane su tablicama 7 i 8.

Pod bočnu opasnost ubrajaju se:

- vodena prepreka s dubinom vode u srednjem vodostaju ≥ 2 m,
- drvored s drvećem bilo kojeg promjera,

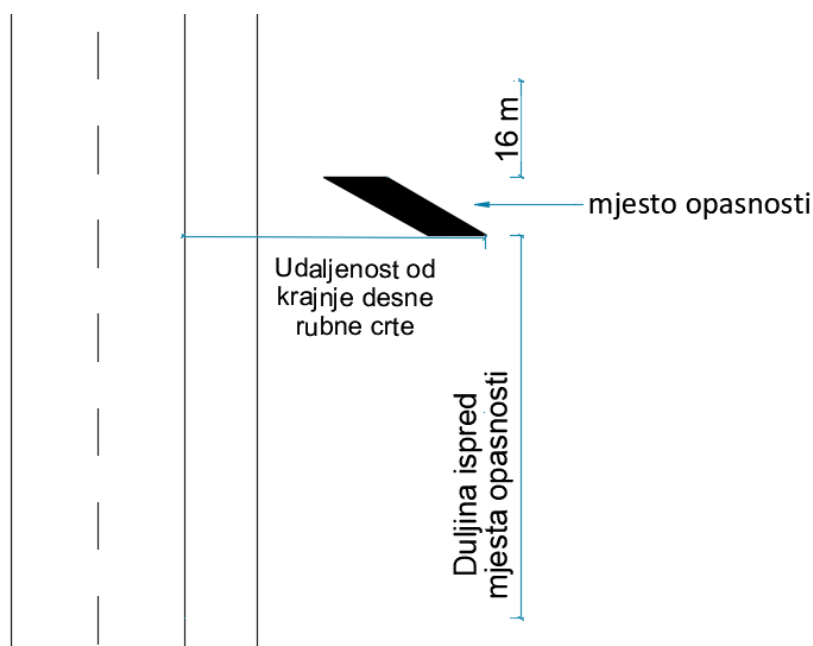
- drva promjera većeg od 10 cm,
- portalni ili poluportalni stup od cijevi, vanjskog promjera cijevi većeg od 76 mm ili stranice kvadrata veće od 76 mm ili debljine stijenke veće od 2,9 mm,
- ako stup javne rasvjete, dalekovoda, objekta nije „crash-friendly“,
- posebno opasan objekt s opasnim ili zapaljivim tvarima,
- čelone površine nepomičnih objekata koje će izazvati zaustavljanje vozila u slučaju udara,
- duboki odvodni kanali i
- ostale opasnosti koje povećavaju rizik od nastanka težih ozljeda putnika u vozilu u slučaju izlijetanja s kolnika.

U bankini autoceste primjenjuju se zaštitne odbojne ograde jednostrane orijentacije.

U ovisnosti o udaljenosti do mjesta opasnosti od krajnje desne rubne crte, minimalne duljine zaštitnih odbojnih ograda ispred mjesta opasnosti u pravcu i zavojima polumjera $R \geq 875$ m prikazane su u tablici 10, slika 18.

Tablica 10. Minimalne duljine zaštitne odbojne ograde ispred mjesta opasnosti u pravcu i zavojima polumjera $R \geq 875$ m s obzirom na udaljenost od krajnje desne rubne crte

Udaljenost od krajnje desne rubne crte do mjesta opasnosti (m)	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	$\geq 12,5$
Duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred mjesta opasnosti (m)	60	60	60	68	72	80	88	96	104	108



Slika 18. Minimalna duljina zaštitne odbojne ograde ispred mjesta opasnosti u pravcu i zavojima polumjera $R \geq 875$ m

Postavljanje zaštitne odbojne ograde u punoj visini u bankini obavezno je u zavojima polumjera $R_{\min} < 875$ m počevši od prijelaza pravca u kružni luk do završetka kružnog luka.

Ukoliko situacija na lokaciji zahtjeva, projektant može za određenu dionicu, na kojoj se zaštitna odbojna ograda ugrađuje u kontinuitetu, izabrati tehnička rješenja koja zadovoljavaju isti stupanj zadržavanja, a imaju različitu radnu širinu i stupanj bočnog upada vozila. Najmanja ukupna duljina svakog odabranog tehničkog rješenja zaštitne odbojne ograde pune visine ne smije biti kraća od duljine te zaštitne odbojne ograde pune visine koja je ispitana i certificirana u skladu s HRN EN 1317-2. i od duljine definirane u tablici 10.

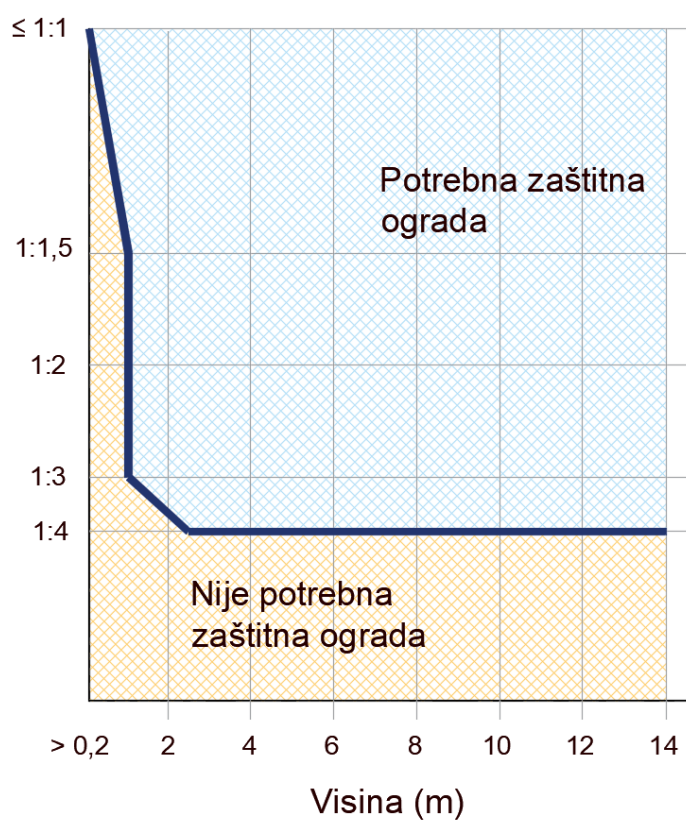
Na specifičnim područjima gdje vozilo može opasnu prepreku dostići klizanjem (npr. uz kosinu) ili paralelnom vožnjom s unutrašnje strane zaštitne odbojne ograde (npr. unutarnja strana zavoja), kanaliziranjem prema opasnoj prepreci iza zaštitne odbojne ograde minimalnu duljinu zaštitne odbojne ograde na punoj visini ispred mjesta opasnosti dužu od vrijednosti definiranim u tablici 10, određuje projektant proračunom s obzirom na konkretnu situaciju.

10.4. Zaštitna odbojna ograda na nasipu

Obaveza ugradnje zaštitne odbojne ograde kada je autocesta na nasipu određuje se sukladno visini nasipa i nagiba kosine nasipa ili terena te se uzimaju u obzir i cestovni jarci (njihova dubina) koji se nalaze neposredno uz nožicu nasipa. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde na nasipu prikazani su na slikama 19 i 20.

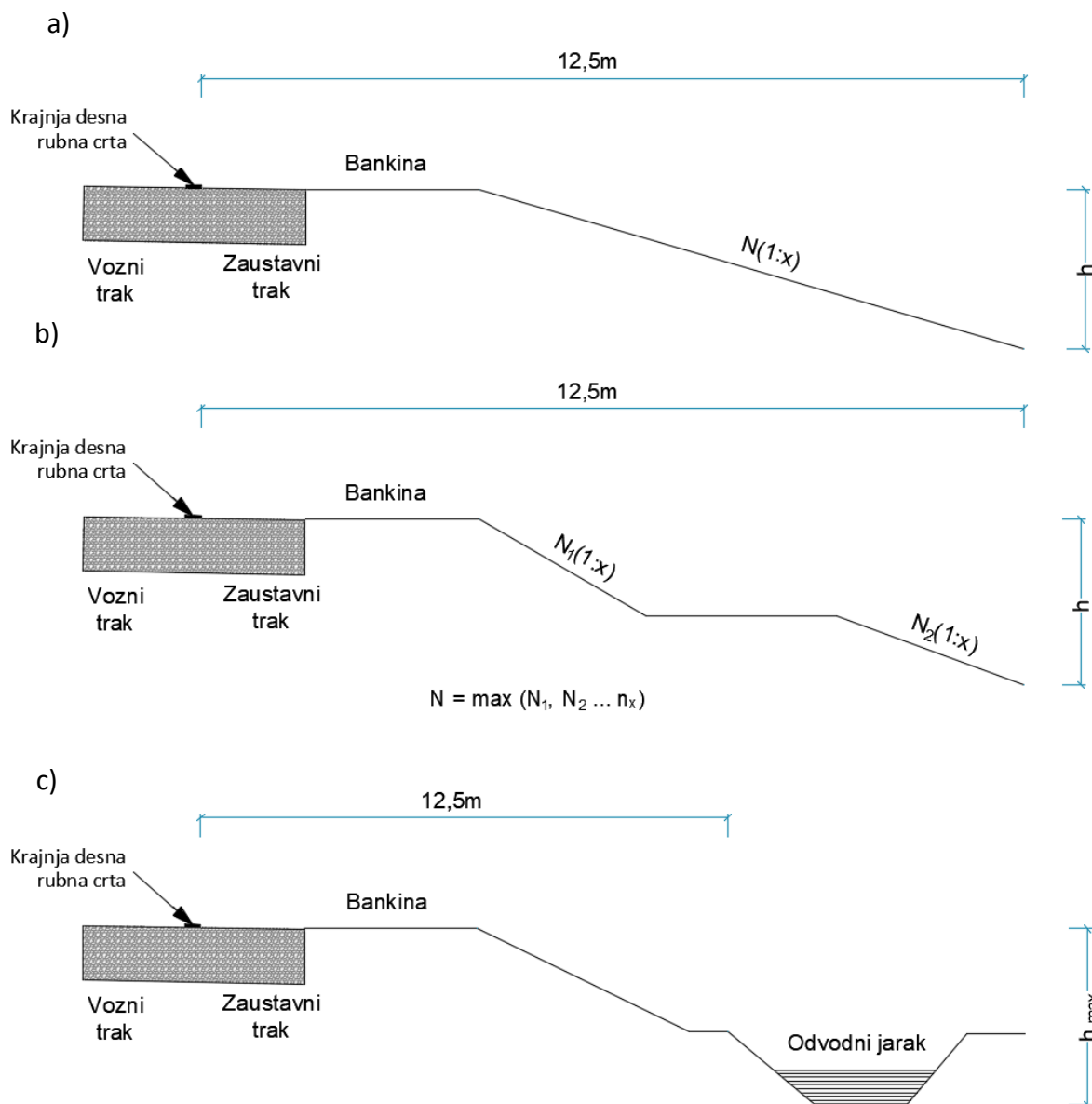
Primjena zaštitne odbojne ograde nije potrebna ako je udaljenost početka kosine gornjeg ruba nasipa od krajnje desne rubne crte veća od 12,5 m, slika 20 c).

Kosina*



*na udaljenosti 12,5 m od krajnje desne rubne crte

Slika 19. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde na nasipu



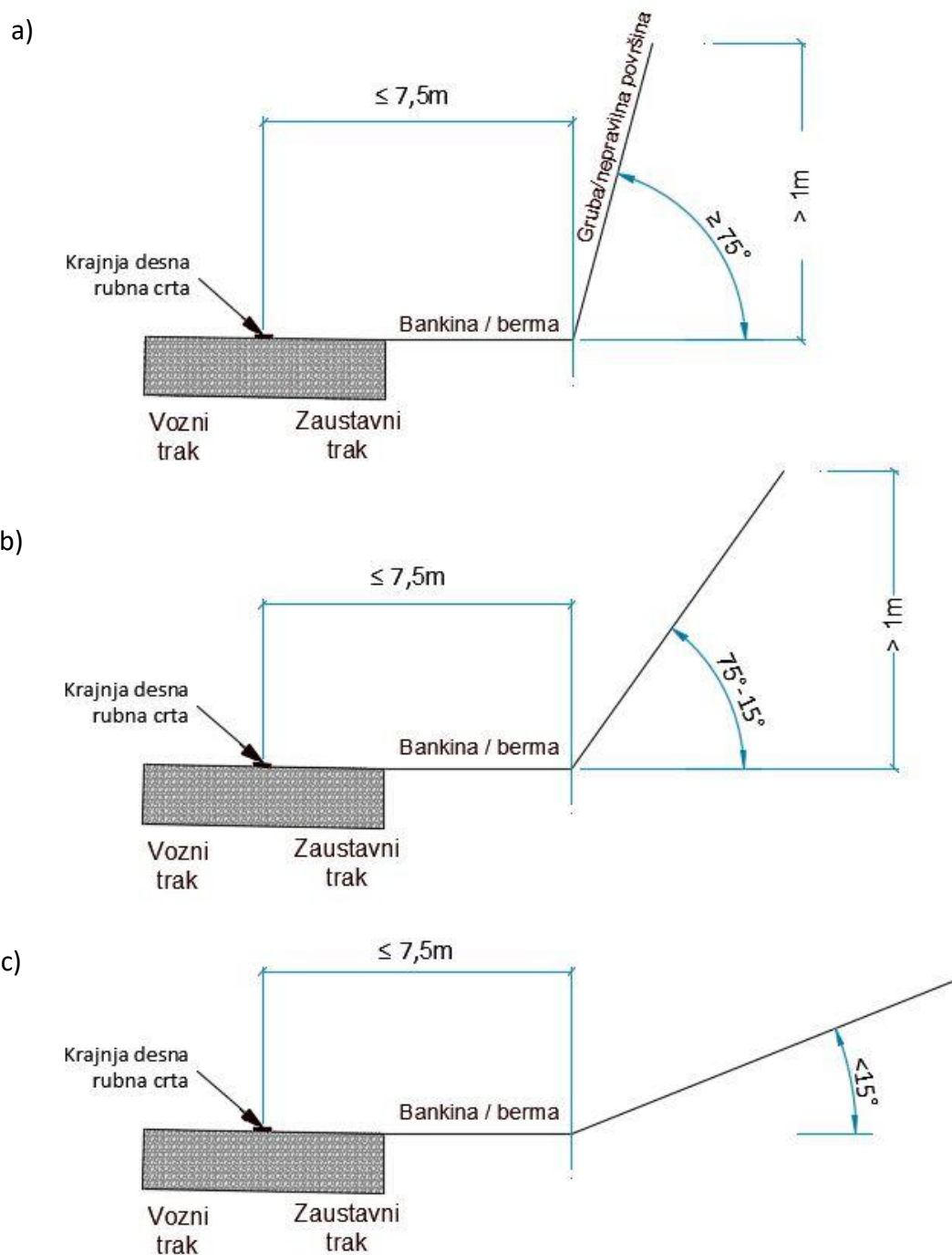
Slika 20. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde na nasipu

10.5. Zaštitna odbojna ograda u usjeku/zasjeku

Zaštitna odbojna ograda u usjeku/zasjeku se postavlja kod kosina nagiba usjeka/zasjeka $\geq 75^\circ$, grube i nepravilne površine koja ne omogućuje klizanje vozila, koje su na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte, visine >1 m (Slika 21 a)) te kod kosina nagiba usjeka/zasjeka $75^\circ - 15^\circ$ koje su na udaljenosti $\leq 7,5$ m od krajnje desne rubne crte, visine >1 m neovisno o pravilnosti/nepravilnosti površine kosine (Slika 21 b)).

Zaštitna odbojna ograda se ne postavlja ako je kosina usjeka/zasjeka $\geq 75^\circ$, površinom glatka odnosno takva da vozilo uz nju može klizati bez posljedica za putnike u vozilu.

Zaštitna odbojna ograda se ne postavlja kod kosina nagiba $< 15^\circ$ neovisno o pravilnosti/nepravilnosti površine (Slika 21 c)).



Slika 21. Parametri koji određuju primjenu zaštitne odbojne ograde u usjeku/zasjeku

11. OSTALI CESTOVNI ZAŠTITNI SUSTAVI

11.1. Demontažna zaštitna odbojna ograda

Demontažna zaštitna odbojna ograda i demontažni sustavi postavljaju se u razdjelnom pojasu na pozicijama službenih prolaza i to:

- na otvorenoj trasi, u pravilu na svakih 3 km;
- obostrano ispred tunela, galerija i drugih osvjetljenih objekata kojima se natkriva trasa autoceste;
- obostrano ispred duljih cestovnih objekata, mostova i vijadukata;
- u zoni čvorova.

Obostrano ispred tunela duljih od >500 m postavljaju se demontažni sustavi s ciljem omogućavanja brže izmjene.

Pri odabiru tehničkih rješenja demontažnih zaštitnih odbojnih ograda i demontažnih sustava potrebno je voditi računa o sigurnosti, funkcionalnosti i operativnosti izabranih tehničkih rješenja:

- tehnička rješenja demontažnih zaštitnih odbojnih ograda moraju zadovoljiti minimalni zakonski definiran stupanj zadržavanja za zaštitne odbojne ograde koje se ugrađuju u razdjelnom pojasu, stupanj zadržavanja H2,
- tehnička rješenja moraju biti testirana i certificirana u svemu prema važećim propisima i normama,
- tehnička rješenja moraju se postaviti u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača,
- odabrana tehnička rješenja moraju biti jednostavna za demontiranje i održavanje
- tehnička rješenja demontažnih zaštitnih odbojnih ograda i zaštitne odbojne ograde koje se postavljaju u nastavku razdjelnog pojasa povezani su (ukoliko je u certificiranom rješenju definirano da je povezivanje potrebno) na način da funkcionalne karakteristike nemaju uzajamno negativni učinak, u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača i sukladno važećim propisima i normama
- minimalna duljina demontažnog prolaza iznosi 100 metara.

11.2. Ublaživači udara

Ublaživači udara se koriste za osiguranje posebno opasnih mjesta na cesti, gdje postoji opasnost naleta vozila na čvrstu građevinu:

- razdjelni otok,
- zid cestovnog objekta,
- konzolni stup,
- čioni prolaz i dr.

Testirani su za brzine naleta 50 km/h, 80 km/h, 100 km/h i 110 km/h, a izvedbom mogu biti:

- paralelni
- trapezni.

Prilikom udara, ublaživač mora imati sposobnost preusmjeravanja tj. zadržavanja vozila bez njegovog vraćanja na prometnu traku.

Ublaživači udara i zaštitne odbojne ograde koje slijede nakon ublaživača u smjeru vožnje povezuju se (ukoliko je u certificiranom rješenju definirano da je povezivanje potrebno) na način da funkcionalne karakteristike nemaju uzajamno negativni učinak, u svemu prema certificiranom rješenju proizvođača i sukladno važećim propisima i normama.

Stupanj zaštite na autocestama i brzim cestama mora biti minimalno razreda P4.

Ublaživač udara na trasi autoceste mora biti ispitan u skladu s HRN EN 1317-3, pri čemu mora ispunjavati sljedeće minimalne zahtjeve:

- razred brzine 100 km/h, osim u posebnim slučajevima kada je potrebno odgovarajuće obrazložiti (npr. naplatna postaja, čioni prolaz);
- područje preusmjeravanja - razred Z1;
- trajni bočni pomak - razred D2.

Priprema terena i izvedba temelja mora biti usporediva s uvjetima kod izvedenog testa prema HRN EN 1317-3, HRN ENV 1317-4 i u skladu s uputama proizvođača ublaživača udara.

Ublaživači udara koji se koriste za osiguranje zidova cestovnih objekata, kao što je osiguranje od udara u zid tunela na tunelskim zaustavnim površinama moraju ispunjavati sljedeće zahtjeve:

- razred brzine najmanje 80 km/h,
- s obzirom na prosječne dimenzije tunelskih zaustavnih površina od min 40 m dužine i min 3 m širine, s naglaskom i na dužinu i na širinu tunelske zaustavne

površine, potrebno je koristiti ublaživače udara koji su dimenzijama prilagođeni upotrebi u tunelima, a ispitani u skladu sa HRN EN 1317, te su izrađeni od materijala otpornih na požar.

11.3. Zaštita protiv zasljepljivanja

Zaštita protiv zasljepljivanja se postavlja na zaštitnu odbojnu ogradu koja se nalazi u razdjelnom pojasu autoceste. Zaštita je predviđena na mjestima gdje je moguće zasljepljivanje od strane vozila iz suprotnog smjera vožnje. Zaštita se izvodi tako da je zaštitni kut zasljepljenja $\alpha \geq 9^\circ$

Zaštita protiv zasljepljivanja izvodi se od metala, plastike, drva, polimernih mreža, šiblja, drugih materijala ili kombinirano.

11.4. Zaštitna odbojna ograda za motocikliste

Zaštita za motocikliste postavlja se na lokacijama gdje se pokaže potrebno prema rezultatima analize troškova i koristi proizašlim iz analize sigurnosti.

Na mjestima gdje je potrebna dodatna zaštita za motocikliste moraju se koristiti zaštitne odbojne ograde koje su testirane i certificirane zajedno sa zaštitnom odbojnom ogradom za motocikliste.