

PROJEKTOVANJE ZAŠTITNE ČELIČNE OGRADE U TEHNIČKOJ DOKUMENTACIJI

Vlado Rakočević, Tamara Đoković

JP „Putevi Srbije“ Beograd, Srbija, rakoci@infosky.net

Miloje Aćimović

„Unipromet“ Čačak, Srbija

Rezime: Zaštitne ograde na putevima predstavljaju izuzetno značajno sredstvo aktivne bezbednosti saobraćaja. Projektovanje zaštitnih ograda na putevima i njihov položaj na bankini je nedovoljno definisan u postojećoj zakonskoj regulativi i propisima. Zbog toga izrada idejnih i glavnih projekata ne obezbeđuje dovoljan obim relevantnih podataka, potrebnih za pravilno izvođenje radova. U praksi se pojavljuju mnoga različita rešenja i načini postavljanja ograde. Izbor tipa ograde je definisan u projektnoj dokumentaciji, ali su na pojedinim deonicama česte izmene, prema odlukama nadzornih organa i izvođača radova, što zavisi i od ograničenja koja su nametnuta izvedenim objektima na putevima. U toku je donošenje osnovnih nedostajućih propisa, u okviru postupka usvajanja evropskih normi EN 1317, ali je neophodno donošenje i odgovarajućeg pravilnika u kome će biti regulisani svi uslovi i kriterijumi od značaja za ovu oblast projektovanja.

Ključne reči: Ograda, projekti, evropske norme, pravilnik

DESIGNING SAFETY BARRIERS IN TECHNICAL DOCUMENTATION

Abstract: Safety barriers on roads are extremely important means of active traffic safety. Designing of safety barriers on roads and their position on shoulders is insufficiently defined in the existing legislation and regulations. Therefore, the making of preliminary and final designs does not provide for sufficient amount of relevant data necessary for correct execution of works. In practice there are many different solutions and ways of mounting the barriers. The choice of barrier type is defined in design documentation but on certain sections changes are often according to the decisions of supervisors and contractors, which also depends on the limitations imposed by existing structures on roads. The adoption of the basic missing regulations is ongoing, as a part of the procedure of adopting European norms EN 1317, but also it is necessary to adopt an adequate rulebook where all conditions and criteria significant for this area of designing will be regulated.

Key words: Barrier, designs, European norms, rulebook

1. UVOD

U evropskim zemljama jasno je definisana strategija potpunog usaglašavanja kriterijuma i tehničkih uslova za ugradnju zaštitnih čeličnih ograda, prema evropskim normama EN 1317. Navedeni dokument je kod nas u početnoj fazi usvajanja. Usled dugogodišnjeg pristupa zanemarivanja ove problematike od strane nadležnih institucija, danas postoji svega nekoliko standarda koji definišu osnovne smernice i karakteristike ove vrste zaštitnih ograda, pre svega za proizvođače elemenata ograde. U oblasti projektovanja sistema za zadržavanje vozila na putevima, nedostaje grupa najvažnijih propisa i pravilnika, od izbora vrste ograde za različite

deonice i uslove na putevima, pa do tehničkih kriterijuma za pravilnu ugradnju zaštitnih ograda. Zbog toga u fazi planiranja i projektovanja zaštitnih čeličnih ograda postoji niz propusta, koji doprinose izradi neprecizne, a često i pogrešno koncipirane tehničke dokumentacije, po kojoj izvođač radova ne može izvesti određene pozicije.

2. PRIKAZ NORMATIVA I PROPISA

Praktična iskustva ostalih zemalja u oblasti ugradnje zaštitnih ograda, nisu dovoljno iskorišćena na našim putevima. Pored odsustva zakonske regulative, takođe nedostaju pravilnici, tehničke preporuke ili smernice, koje su potrebne kako u fazi projektovanja, tako i u toku postavljanja zaštitnih čeličnih ograda. Pomenuti dokumenti još nisu usvojeni od strane naših institucija. Posledice toga su različita tehnička rešenja pri izradi tehničke dokumentacije u ovoj oblasti, a takođe i određeni stepen improvizacija pri izvođenju radova.

2.1 Propisi u Republici Srbiji

Sistemi za zadržavanje vozila na putevima, odn. zaštitne čelične ograde, u Republici Srbiji su definisani sledećim standardima:

- JUS U.S4.104, 1995. - Zaštitne ograde i branici: Termini i definicije
- JUS U.S4.100, 1984. - Zaštitne ograde, čelične: Tehnički uslovi za izradu i isporuku
- JUS U.S4.108, 1995. - Zaštitne ograde, čelične: Oblik i mere
- JUS U.S4.110, 1995. - Zaštitne ograde, čelične: Tehnički uslovi za postavljanje

Navedeni standardi su neažurirani, sa puno grešaka i nedovoljno definisani. Ograde čija je konstrukcija definisana standardom JUS U.S4.108 imaju procenjen relativno nizak nivo zadržavanja. Procena je vršena poređenjem sa sistemima utvrđenim RAL normama, na osnovu kojih su i definisane ograde u pomenutom standardu. Prikazanim konstrukcijama najviše se može ostvariti nivo zadržavanja H1, što znači da ove ograde mogu zadržati vozilo maksimalne mase 10 t, pri brzini od 70 km/h, pri udaru pod uglom od 15°. Na putevima višeg ranga, ovaj nivo zadržavanja vozila nije dovoljan prema iskustvima zemalja EU.

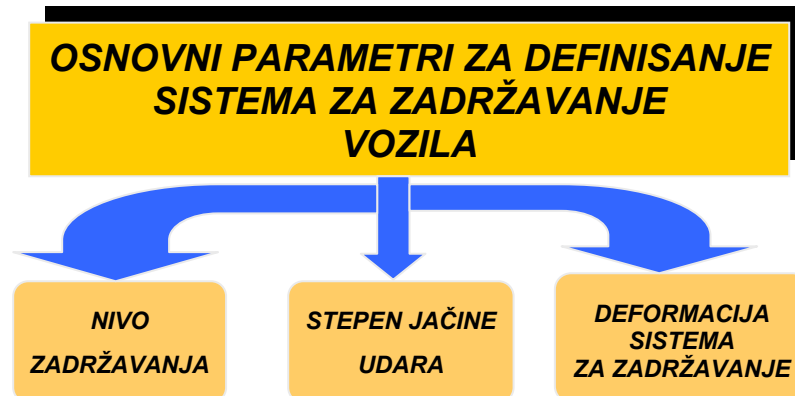
U proceduri je usvajanje standarda EN 1317 (delovi 1,2 i 3), koji se nalaze u statusu predloga (EN 1317-1), odnosno nacрта (EN 1317-2 i 1317-3), a u toku je terminološko usaglašavanje. Standardi EN 1317-2 i 1317-3 su već pretrpeli izmene, tj. uveden je stepen jačine udara „C“ (što tek treba dopuniti u nacrtu koji je u proceduri usvajanja).

2.2 Propisi u zemljama EU

U svim zemljama Evropske Unije prihvaćena je serija standarda EN 1317 (delovi 1-5) kojima se definišu klase, performanse, kriterijumi prihvatljivosti ispitivanja udarom i metode ispitivanja zaštitnih ograda, ublaživača udara, terminala i prelaza. Ovim standardima se ne definiše konstrukcija sistema, već samo karakteristike koje treba da se ostvare, način utvrđivanja ovih karakteristika, kao i kriterijumi za njihovu ocenu. Glavne karakteristike koje se utvrđuju ispitivanjem udarom, prema standardima EN 1317 su:

- nivo zadržavanja (slovna oznaka N1- H4b) označava vozilo najveće mase koje oграда može izdržati pri udaru,
- stepen jačine udara (slovna oznaka A,B ili C) označava stepen ugroženosti putnika u malom putničkom vozilu (900kg, V=100 km/h, $\alpha=20^\circ$),

- radna širina sistema (W1-W8) označava potreban prostor za funkcionisanje ograde, tj. ukupno pomeranje ograde pri ispitivanju udarom većim vozilom. Ova karakteristika je značajna za određivanje poprečnog profila.



Slika 1. Parametri za definisanje zaštitnih ograda

Pored utvrđivanja ovih karakteristika, pri ispitivanju moraju biti zadovoljeni i sledeći uslovi:

- Ne sme biti prekida glavnih uzdužnih elemenata ograde;
- Ne sme biti odvajanja glavnih delova ograde, niti opasnosti za druge učesnike u saobraćaju;
- Ne sme biti prodora delova ograde u putničku kabinu vozila;
- Nisu dozvoljene deformacije putničke kabine koje mogu dovesti do ozbiljnijih povreda.

Uporedo sa odredbama definisanim standardima EN 1317, u zemljama EU izdate su smernice, preporuke ili pravilnici sa obaveznom primenom, koji definišu način izbora potrebnog nivoa zadržavanja, u zavisnosti od mesta opasnosti i uslova saobraćaja. Ovim aktima takođe su regulisani način i kriterijumi pripreme objekata i podloga za postavljanje zaštitnih sistema, na način koji obezbeđuje pravilno i efikasno funkcionisanje zaštitnih sistema.

3. ZAŠTITNE OGRADE U TEHNIČKOJ DOKUMENTACIJI

3.1 Postojeće stanje

Položaj zaštitne ograde u poprečnom profilu saobraćajnice i kriterijumi za postavljanje, određeni su opštim stavom da najmanje rastojanje štitnika ograde od ivice kolovoza iznosi 0,50 m. Ovaj kriterijum je vremenom našao primenu i na mostovima, uz veoma opasnu kombinaciju ugradnje na istom rastojanju 0,50 m od ivičnjaka, koji na mostovima imaju visinu $h > 7\text{cm}$. Zbog toga i u uslovima ugrađene ograde na mostovima i postojanja ivičnjaka, mogu biti narušeni uslovi bezbednog odvijanja saobraćaja. U poprečnom profilu puta na mestu početka konstrukcije mosta, često se izvode rešenja sa visokim trotoarima bez usklađivanja sa elementima puta neposredno pre nailaska na objekat, pri čemu prvi ivičnjak predstavlja potencijalno opasno mesto, odn. bočnu smetnju na putu.

Ova odredba se u praksi svela i na slučajeve kada je predviđena ugradnja ivičnjaka na otvorenim deonicama puta. Projektanti trase puta i objekata na putu ne uzimaju u obzir sledeće okolnosti:

- Ivičnjak koji nije ugrađen ispod štitnika ograde, predstavlja smetnju i potencijalnu opasnost zbog mogućnosti pojave nestabilnosti i prevrtanja, odn. tzv. „katapultiranja vozila“ preko ograde;
- Za pravilno postavljanje ograde potrebno je definisati širinu bankine, koja se sastoji od minimalne širine između štitnika ograde i saobraćajne trake, konstruktivne širine ograde i širine između ograde i početka kosine nasipa;
- Potrebno je obezbediti radnu širinu sistema, odn. potreban prostor za funkcionisanje ograde;
- Položaj ograde na mostu u odnosu na ivičnjak, kao i visina ivičnjaka, moraju biti precizno definisani.

Projekti saobraćajne opreme ne sadrže ni minimum dovoljno preciznih podataka o vrsti ograde koja se projektuje (osim eventualno izbora tipa ograde sa ili bez distancijala). Takođe se u tehničkoj dokumentaciji ne precizira ni međusobno rastojanje stubova, što znači da nije određen stepen jačine udara. Na mestima prelaska puta na mostovske konstrukcije, projektantski nisu rešene promene tipa ograde i načina vezivanja za podlogu, što u većini slučajeva predstavlja nerešive probleme za izvođača radova pri ugradnji zaštitnih ograda.



Slika 2. Primeri potencijalno opasnih mesta na prelazima zaštitne čelične ograde

Pored pomenutih nedostataka u propisima kojima je regulisana ova oblast projektovanja, može se konstatovati i nedovoljna koordinacija između projekatata mostova i trase puta. Tačnije, propisi za različite oblasti projektovanja su međusobno neusklađeni, pa se na putevima pojavljuju najrazličitiji primeri izvođenja zaštitnih čeličnih ograda, sa izraženim kritičnim mestima na prilazima ispred mostova. Zbog toga je u praksi čest slučaj da elementi poprečnih profila puta na delu pre mostova i na objektima, ne pružaju mogućnosti da se saobraćajna oprema, koja je u funkciji bezbednosti saobraćaja, ugradi na pravilan način i u skladu sa evropskim normama.

3.2 Projektovanje sistema za zadržavanje vozila na putevima

Izrada projektne dokumentacije predstavlja najvažniju fazu u procesu izbora sistema za zadržavanje vozila. Osnovni parametri za projektovanje zaštitnih ograda su nivo zadržavanja, stepen jačine udara i deformacija sistema.

Nivo zadržavanja		Test	Ukupna težina vozila (kg)	Brzina udara (km/h)	Upadni ugao (°)
Nizak nivo zadržavanja	T1	TB 21	1300	80	8
	T2	TB 22	1300	80	15
	T3	TB 21	1300	80	8
		TB 41	10000	70	8
Normalno zadržavanje	N1	TB31	1500	80	20
	N2	TB 32	1500	110	20
		TB 11	900	100	20
Jače zadržavanje	H1	TB 42	10000	70	15
		TB 11	900	100	20
	H2	TB 51	13000	70	20
		TB 11	900	100	20
	H3	TB 61	16000	80	20
		TB11	900	100	20
Veoma jako zadržavanje	H4a	TB 71	30000	65	20
		TB 11	900	100	20
	H4b	TB 81	38000	65	20
		TB 11	900	100	20

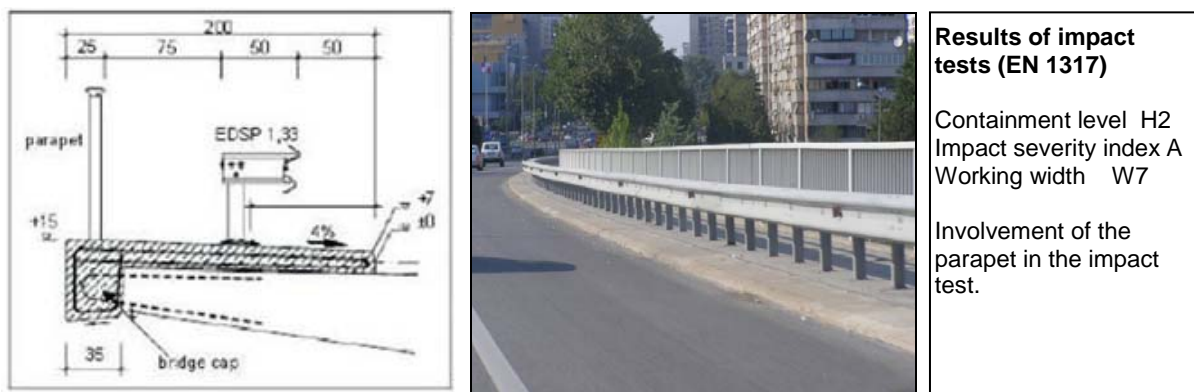
Stepen jačine udara	
Jačina udara	Karakteristična vrednost
A	ASI max 1,0
B	ASI max 1,4
C	ASI max 1,9

Defornacija sistema	
Klase	Nivo radne širine
W1	W < 0,6 m
W2	W < 0,8 m
W3	W < 1,0 m
W4	W < 1,3 m
W5	W < 1,7 m
W6	W < 2,1 m
W7	W < 2,5 m
W8	W < 3,5 m

Slika 3. Klase sistema zadržavanja prema EN 1317-2

Za realizaciju tehničke dokumentacije, u nedostatku postojeće zakonske regulative, potrebno je donošenje i usvajanje preporuka ili obavezujućeg uputstva, u cilju prezentiranja potrebnih informacija investitorima, projektantima i drugim zainteresovanim subjektima. Na taj način bi bio moguć izbor tipa čeličnih zaštitnih ograda, u zavisnosti od projektovanih ili postojećih saobraćajnih uslova. Preporuke su neophodne za primenu pri ugradnji novih ili rekonstrukciji starih ograda. Primenom preporuka olakšava se posao projektantima i planerima, a učesnicima u saobraćaju obezbeđuje optimalna zaštita na putevima. Proces usvajanja parametara je definisan na osnovu preporuka primenjenih u Nemačkoj.

Na narednoj slici je prikazan primer optimalnog rešenja zaštitne čelične ograde na mostovima, gde se uočava da je štitnik ograde udaljen od ivice kolovoza 0.50 m, ali uz uslov da je max visina ivičnjaka $h=7\text{cm}$. Jedino na taj način može se obezbediti pravilno prenošenje energije vozila (visina, ugao...) pri naletanju na čeličnu ogradu, što zavisi od brzine vozila pri prelasku preko ivičnjaka.



Slika 4. Standardna zaštitna čelična oграда na mostovima

Izbor potrebnog nivoa zadržavanja utvrđuje se prema mestima opasnosti i uslovima saobraćaja. Kriterijumi za izbor nivoa zadržavanja su:

- Zaštitne ograde na spoljnoj ivici kolovoza - Potreban nivo zaštite određuje se pomoću dijagrama.
- Zaštitne ograde u razdelnom pojasu - U razdelnom pojasu treba u principu primenjivati nivoe zadržavanja H2 (EN 1317-2). Tamo gde je PGDS/VSO veći od 3000 kamiona/24 h u kombinaciji sa povećanom verovatnoćom skretanja (krivine), srednje linije treba osigurati ogradama čiji je nivo zadržavanja H4b.
- Zaštitne ograde na mostovima i potpornim zidovima prema dolinskoj strani - Na mostovima i ivici kolovozne trake autoputeva treba predvideti ograde nivoa zadržavanja H2, a pri posebnoj ugroženosti trećih lica, nivoe zadržavanja H4b. U drugim slučajevima primenjuju se ograde nivoa zadržavanja H2 ili H1.
- ZAŠTITNE OGRADE NA SREDNJIM LINIJAMA NA MOSTOVIMA - NA MOSTOVIMA SE NA SREDNJIM LINIJAMA UGRAĐUJU OGRADE ISTOG NIVOA ZADRŽAVANJA, KAO OGRADE KOJE SE NALAZE NA PREDHODNIM DEONICAMA.

Na osnovu izbora nivoa zadržavanja, potrebno je iz kataloga proizvođača izabrati tip ograde koja zadovoljava traženi nivo. Na osnovu toga moguće je definisati projektni zadatak projektantima trase puta, mostova i nadvožnjaka, saobraćajne opreme, da bi se ovi objekti izveli u skladu sa propisima. Samo na taj način se može postaviti ograda na podlogu, kako bi se omogućila adekvatna veza podloge i ograde, a da ograda zadovoljava propisane zahteve. Istovremeno, potrebno je odrediti stepen jačine udara koji se utvrđuje indeksom ASI (Acceleration Severity Index), kao i radnu širinu ograde W pri njenoj deformaciji. Specifikacija zaštitne ograde treba da sadrži elemente prikazane na slici 5.

STACIONAŽA	VRSTA OGRADE	DUŽINA OGRADE			ZAVRŠETAK OGRADE			STUBOVI		DISTANCIJAL	KATADIOPTER	UKUPNA DUŽINA	H, N	W
		levo	desno	stredina	okrugli	kosi	100	190						
		m	m	m	kom	kom	m	kom						
od km do km														
0+510 - 0+940	JD.O	430				1	12		108	108	18	430	N2	W6
2+906 - 3+400	JD.O	494				2	24		124	124	21	494	H2	W6
0+520 - 0+880	JD.O		360			1	12		90	90	15	360	N2	W6
2+894 - 3+400	JD.O		506			2	24		127	127	21	506	N2	W6

Slika 5. Tabelarni pregled specifikacije zaštitne ograde po stacionaži

4. ZAKLJUČAK

Prioritetan zadatak je svakako donošenje pravilnika, preporuka ili smernica od strane nadležne institucije, u kojima će se definisati potrebni nivoi zaštite u zavisnosti od mesta opasnosti i uslova saobraćaja. Ovim pravilnikom treba definisati i uslove i standarde za projektovanje i izvođenje građevinskih radova na pripremi objekata na kojima će se ugraditi

zaštitna čelična ograda. Takođe je neophodno pri definisanju potrebnih karakteristika čeličnih zaštitnih ograda prihvatiti kriterijume iz standarda EN 1317, jer drugih kriterijuma u našim propisima nema.

Projektovanje zaštitnih čeličnih ograda na našim putevima prati niz problema, koji su prisutni iz sledećih razloga:

- ⇒ Pri projektovanju puteva ne poklanja se dovoljno pažnje određivanju potrebne širine bankine, odn. zanemaruje se odredba iz pravilnika da se širina bankine određuje u zavisnosti od prisustva zaštitnih ograda, tj. konstruktivne širine ograde i slobodnog minimalnog prostora ispred i iza ograde. Određivanje konačne širine poprečnog profila puta treba da sledi po izboru vrste zaštitne čelične ograde i nakon definisanja radne širine ograde W .
- ⇒ Postojanje zablude da ivičnjak visine $h=20$ cm na mostovima može funkcionalno da zameni ogradu, koja se u takvim slučajevima i ne projektuje.
- ⇒ Ugradnja ivičnjaka uz ivicu kolovoza, na rastojanju od definisanih 0.50m od štitnika čelične ograde, uticali su na promenu uslova pod kojima se prenosi energija vozila pri naletanju na čeličnu ogradu, što zavisi od brzine vozila pri prelasku preko ivičnjaka. Pri velikim brzinama koje važe u vangradskim uslovima (preko 50 km/h), mogući su efekti tzv. "katapultiranja vozila", što direktno utiče na mogućnost i ispravnost funkcionisanja zaštitne čelične ograde.
- ⇒ Ivičnjaci na mostovima po evropskim normativima nemaju visinu veću od $h=7$ cm u odnosu na kotu kolovoza. Ova visina zadovoljava uslove odvodnjavanja površinskih voda. U slučaju ugradnje ivičnjaka visine $h>7$ cm, ivičnjaci se moraju poprečno pomeriti i pozicionirati ispod plašta zaštitne čelične ograde.

Može se zaključiti da postoji velika razlika u osnovnim principima pri projektovanju zaštitnih čeličnih ograda na našoj putnoj mreži, u odnosu na većinu evropskih zemalja. Nedostatak regulative na ovom planu uzrok je raznolikosti izvedenih rešenja, čiji se kvalitet kreće od loših do osrednjih i razlikuje zavisno od angažovane projektantske kuće. Najčešće, puno detalja se i ne definiše projektom, pa se rešenja formiraju između izvođača radova i nadzora, što rezultira time da se umesto dobrih rešenja izvode rešenja koja su moguća.

REFERENCE

- [1] *Evropske norme EN 1317*
- [2] Kuebler J, *Improvement of safety on German bridges – New safety barriers to avoid a fall down of heavy lorries*, 2007.
- [3] Rakočević V, Jovanović J, *Položaj zaštitne čelične ograde u poprečnom profilu saobraćajnice i uticaj na bezbednost saobraćaja*, Novi Sad, 2002.
- [4] Rakočević V, *Zaštitna čelična ograda i ivičnjak u poprečnom profilu saobraćajnice*, Sombor, 2006.
- [5] *Pravilnik o osnovnim uslovima koje javni putevi moraju da ispunjavaju sa gledišta bezbednosti saobraćaja*, Službeni list.
- [6] *Nacionalni standardi Srbije*
- [7] *Nacionalni standardi Nemačke, Švajcarske, Slovenije*
- [8] Aćimović M, *Sistemi za zadržavanje na putevima*, Građevinski fakultet, Skoplje, 2006.
- [9] Aćimović M, *Preporuke za postavljanje zaštitnih čeličnih ograda*, Građevinski fakultet, Beograd, 2007.

