

Poboljšanje pravilnika za projektiranje izvangradskih cesta s aspekta sigurnosti prometa

Čutura, Boris; Lovrić, Ivan

Source / Izvornik: **Zajednički temelji 2023. - uniSTem : deseti skup mladih istraživača iz područja građevinarstva i srodnih tehničkih znanosti, Split, 14.-17. rujna, 2023. : zbornik radova, 2023, 82 - 89**

Conference paper / Rad u zborniku

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

<https://doi.org/10.31534/10.ZT.2023.11>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:118446>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-28**



Repository / Repozitorij:

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT


DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI



UDRUGA
HRVATSKIH
GRAĐEVINSKIH
FAKULTETA



<https://doi.org/10.31534/10.ZT.2023.11>

POBOLJŠANJE PRAVILNIKA ZA PROJEKTIRANJE IZVANGRADESKIH CESTA S ASPEKTA SIGURNOSTI PROMETA

Boris Čutura¹, Ivan Lovrić²

(1) *Fakultet građevinarstva arhitekture i geodezije, Sveučilište u Mostaru, Bosna i Hercegovina, boriscutura@gmail.com*

(2) *Fakultet građevinarstva arhitekture i geodezije, Sveučilište u Mostaru, Bosna i Hercegovina, ivan.lovrić40@gmail.com*

Sažetak

Poboljšanje sigurnosti prometa na cestama, odnosno smanjenje broja nesreća, posebice onih s teškim posljedicama, jedna je od najznačajnijih aktivnosti u razvijenijim zemljama Europske unije. U članku se prvo opisuje sustav predloženih mjera provjere cestovne sigurnosti za područje jugoistočne Europe. Temeljem iskustva u provedbi revizija i inspekcija sigurnosti na autocestama i magistralnim cestama u Bosni i Hercegovini daju se preporuke za unaprjeđenje pojedinih odredbi postojećeg Pravilnika o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa. Posebno je istaknuta potreba točnijeg i detaljnijeg definiranja pojedinih elemenata geometrije u fazi projektiranja kako bi se u fazi eksploatacije izbjegle neophodne intervencije za poboljšanje sigurnosti.

Ključne riječi: pravilnik, projektiranje, izvangradske ceste, sigurnost prometa

IMPROVEMENT OF GUIDELINES FOR THE DESIGN OF RURAL ROADS FROM ASPECTS OF TRAFFIC SAFETY

Abstract

Improving road traffic safety, or reducing the number of accidents, especially those with serious consequences, is one of the most important activities in developed countries in the European Union. The article first describes the system of proposed road safety verification measures for Southeast Europe. Based on the experience gained in the implementation of safety audits and inspections on motorways and main roads in Bosnia and Herzegovina, recommendations for the improvement of certain stipulations of the existing Regulation on the basic conditions that public roads outside settlements and their elements must meet from the point of view of traffic safety are given. The need for a more accurate and detailed definition of elements of cross section and horizontal and vertical alignment in the design phase was particularly highlighted in order to avoid the necessary interventions to improve safety in the exploitation phase.

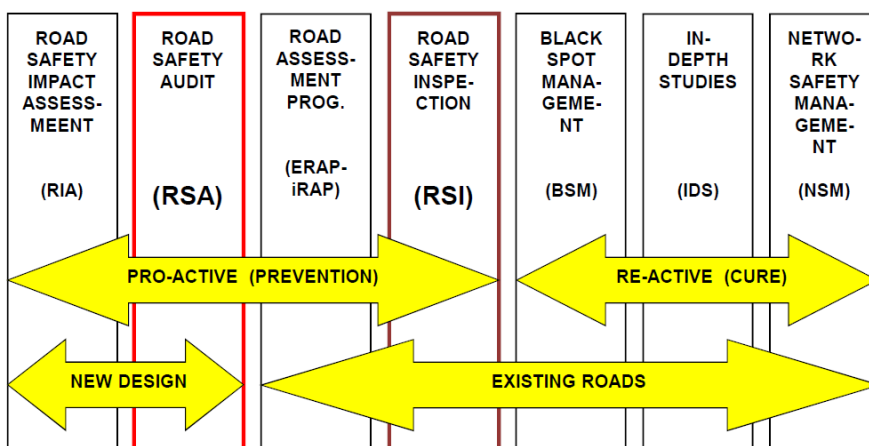
Keywords: guidelines, road design, rural roads, traffic safety

1. Uvod

Sigurnost prometa dugi je niz godina visoko na listi prioriteta u najrazvijenijim državama svijeta. Gubici uzrokovani prometnim nesrećama nenadoknadiivi su u svakom smislu pa tako i u ekonomskom. Prema mnogim pokazateljima samo se na prometnim nesrećama gubi od 2.5 – 5.0 % BDP-a na godišnjoj razini.

Odnos uloženih financijskih sredstava po pojedinim fazama od planiranja do same izgradnje novih prometnica minimalan je u odnosu na samu izgradnju, dok su koristi višestruke.

Stoga je i napravljen sustav provjere sigurnosti prometa, proaktivne i reaktivne faze, koje se provode na novim i postojećim cestama (slika 1).



Slika 1. SEETO priručnik za provjeru sigurnosti prometa [1]

Studija procjene rizika (RIA – Road Safety Impact Assessment), revizija sigurnosti (RSA – Road Safety Audit), program procjene rizika (iRAP – Road assessment Program) i kontrola cestovne sigurnosti (RSI – Road Safety Inspection) proaktivne su faze kojim se nastoji predvidjeti i ublažiti posljedice prometnih nesreća. Studija procjene rizika RIA i revizija RSA provode se na planskoj i projektnoj dokumentaciji, dok se ERAP i RSI provode na postojećim cestama.

Preostale faze studija crnih točaka (BSM – Black spot management), dubinske analize (IDS – In-depth studies) i upravljanje mrežom (NSM – Network safety management) reaktivne su faze i provode se na postojećim cestama.

Posebnu važnost imaju RIA i RSA jer se odnose na planiranje i projektiranje novih cesta. Vodeći se novim principima “samoobjašnjavajućih” (self-explaining) i “cestama koje opraštaju pogreške” (error-forgiving roads) izbjegavaju se potencijalne prometne nesreće i teške posljedice njih samih.

Za RSI i RSA uvedena je direktiva EU 2008/96/EC [2], a za RSI i dopuna direktive EU 2019/1936 [3].

Zbog loše i nepotpune postojeće regulative, rekonstrukcija postojećih i izgradnja novih cesta često se ne radi u skladu s principima sigurnosti prometa. Ovo se primarno odnosi na neuvažavanje realnih uvjeta odvijanja prometa kao što su nedovoljno tretiranje operativne brzine (mjerodavna računaska brzina) i ljudski faktor.

Ovaj problem regulative dodatno je izražen jer je RSA još uvijek neobvezna i rijetko se primjenjuje.

Planiranje i projektiranje sukladno sigurnosti prometa, iako podrazumijeva trenutni veći trošak, kasnije donosi ogromne benefite u eksploataciji novih cesta budući da će otkloniti nedostatke s aspekta sigurnosti prometa (RIA i RSA) koje neće biti potrebno naknadno otklanjati na već izgrađenim dionicama sa skupim dugoročnim mjerama iz RSI-a. Tako projektirane ceste pridonijet će i smanjenju prometnih nesreća s teškim posljedicama.

Na temelju iskustva provedenih revizija sigurnosti RSA i inspekcija sigurnosti RSI u Bosni i Hercegovini, mogu se donijeti generalni zaključci o konkretnim nedostacima pravilnika. U nastavku su dani prijedlozi za unaprjeđenje RH pravilnika za projektiranje cesta [4].

2. Prijedlog izmjene pravilnika za projektiranje

Prema iskustvu u Bosni i Hercegovini gdje je provođen RSI na magistralnim cestama (u RH državne) i RSA na autocestama definirani su sigurnosni nedostaci koji se neprestano ponavljaju, a jednim dijelom rezultat su i nedovoljno dobrog pravilnika u BiH. Slični problemi se mogu vidjeti i u hrvatskoj mreži cesta kao rezultat pravilnika u RH. U nastavku su definirani najveći problemi i prijedlozi za izmjenu RH pravilnika.

2.1. Horizontalna geometrija

2.1.1. Duljina međupravca

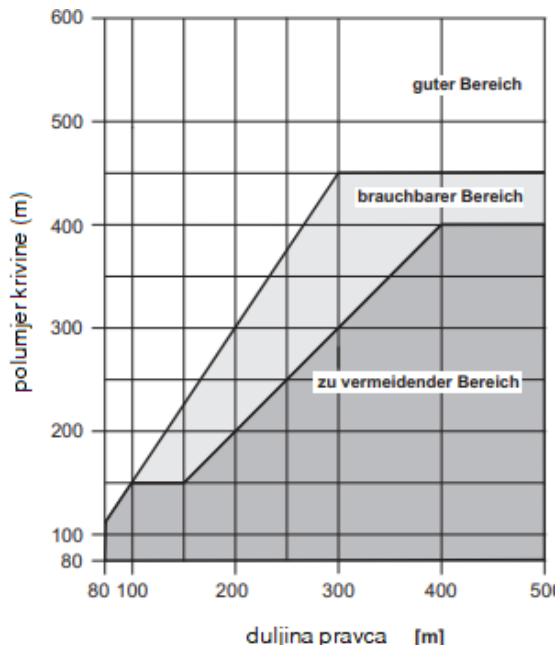
Usklađenost horizontalne geometrije najvažniji je faktor za sigurnost prometa jer definira ponajprije homogenost brzine. Pravac je kritični element koji tu homogenost u najvećoj mjeri definira. Pravilnikom je definirana duljina međupravca L_{pr} prema projektnoj brzini V_p [4]:

- $2 V_p \leq L_{pr} \leq 20 V_p$ – između suprotnih krivina
- $4 V_p \leq L_{pr} \leq 20 V_p$ – između istosmjernih krivina

Ovi rasponi ne definiraju dovoljno homogenost brzine pa niti uz dodatne uvjete u odnosu na polumjer krivine [4]:

- za $L_{pr} \leq 500$ m, $R \geq L_{pr}$
- za $L_{pr} > 500$ m, $R \geq 500$ m

Jedan od dobrih primjera striktnije primjene duljine međupravca možemo pronaći u njemačkom pravilniku za izvangradске ceste RAL [5] prikazanom na grafikonu sa slike 2. Grafikon daje precizniji odnos duljine međupravca i susjednog polumjera krivine što značajnije doprinosi homogenosti horizontalne geometrije i brzine.



Slika 2: Duljina pravca ovisno o polumjeru krivine na koju se veže [5]

2.1.2. Duljina kružnog luka

Određivanje duljine kružnog luka vrši se mjerenjem trajanja vožnje u kružnom luku za projektnu brzinu. Hrvatski pravilnik propisuje minimalnu duljinu kružnog luka za trajanje svega 1 s vožnje. Duljina kružnog luka bi trebala biti definirana uvjetom reakcije vozača (sposobnosti prepoznavanja elementa kružnog luka) koji iznosi 2 sekunde, a kao preporuku bi trebalo dati 5 s.

2.2. Vertikalna geometrija

Dimenzije minimalnog konveksnog polumjera vertikalne krivine prema RH pravilniku određuje se prema izrazu [4]:

$$R_{min} = \frac{P_z^2}{2 \cdot (\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1})^2} \quad (1)$$

gdje je:

- R_{min} (m) - najmanji polumjer konveksnog vertikalnog zaobljenja
- P_z (m) - potrebna zaustavna preglednost, (usvaja se uzdužni nagib koji daje veći P_z)
- h_0 (m) - visina oka vozača 1.0 m
- h_1 (m) - visina skrivenog dijela zapreke

Istraživanja u Nizozemskoj (preuzeta kao preporuka za RSA) pokazala su da vozaču treba dodatno vrijeme u odnosu na vrijeme reakcije 2 s i preporuka je proračun R_{min} za dvostruku zaustavnu duljinu $2 P_z$ [6].

2.3. Poprečni profil

2.3.1. Bankina

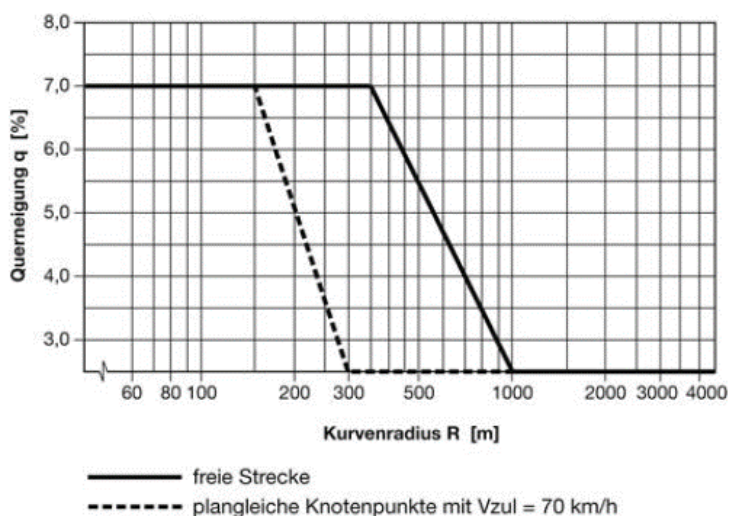
Širina bankine prema RH pravilniku ovisna je o brzini [4]:

- 1.50 m, za $V_r \geq 80$ km/h (i autoceste)
- 1.20 m, za 70 km/h $\leq V_r < 80$ km/h
- 1.00 m, za 40 km/h $\leq V_p < 70$ km/h

Problem često nastaje u zonama gdje je nužna elastična odbojna ograda koja zahtijeva minimalnu širinu 1.25 m. Stoga je logično uvesti minimalnu širinu bankine 1.25 m (u pojedinim državama je i uvedeno), a iznimno dopustiti eventualne manje širine bankine.

2.3.2. Poprečni nagib

Poprečni nagib kolnika u kružnom luku radi se prema računskoj brzini do 7 % za minimalni polumjer, a zatim opada rastom polumjera krivine. S obzirom da su operativne brzine u skladu s geometrijom (veći polumjer znači i veću brzinu), u kružnom luku vozilo nema dovoljne poprečne nagibe. Zato novi pravilnici i jesu uvažili ovu činjenicu te dali poprečni nagib za operativne brzine, kao što je i njemački RAL (grafikon na slici 3) [5].



Slika 3: Grafikon za poprečni nagib u krivinama različitih polumjera na cestama [5]

RAL daje poprečni nagib 7 % za sve polumjere do 350 m, što i jest kritična granica za prometne nesreće jer su značajnije razlike između operativne i računске brzine. Ovo je potvrdilo i istraživanje provedeno u RH na državnim cestama [7].

2.3.3. Proširenje kolnika u krivini

U horizontalnim krivinama radi se proširenje u krivini jer stražnji kotači vozila opisuju manji polumjer krivine od prednjih. Proširenje se izvodi za mjerodavno vozilo i svaki trak zasebno.

Pravilnik iznimno dopušta kombinaciju proširenja za mimoilaženje dvaju različitih mjerodavnih vozila. Ovdje često nastaje problem u tumačenju optimalnog proširenja. Naime, u dosta situacija na cestama gdje je mali broj teretnih vozila tumači se da je dovoljno proširenje za teretno vozilo u kombinaciji s osobnim vozilom. Teoretski to je i logično jer se teretno vozilo i osobno vozilo mogu mimoići u krivini.

Problem je što je središnja linija geometrijska sredina i prema tome teretno vozilo iz oba smjera prelazi u suprotni trak. Vozač ne očekuje vozilo iz suprotnog smjera u svom traku te tako dolazi do prometnih nesreća.

Potrebno je izričito zabraniti kombinaciju mjerodavnih vozila prema prethodnom obrazloženju.

2.3.4. Nagibi pokosa

Nagib pokosa nasipa se izvodi 1:1.5 i u većini slučajeva za niže nasipe i trapezne kanale nije predviđena elastična odbojna ograda. Na ovim nagibima se vozilo prevrne vožnjom niz nagib. Poželjno je bar kao preporuku predložiti pokose nagiba 1:3 na kojem se vozilo ne prevrće kako bi se naglasio ovaj problem, a u nekim situacijama i izbjegla ograda.

2.4. Zone pretjecanja

Minimalna pretjecajna preglednost računa se kao pretjecanje sporijeg vozila brzinom većom za 15 km/h od računске brzine sporijeg vozila, a vozilo iz suprotnog smjera također vozi računskom brzinom i operacija traje 10 sekundi. U realnim uvjetima vozilo iz suprotnog smjera vozi operativnom brzinom koja je veća od računске. Stoga bi pretjecajna preglednost trebala biti dvostruka operativna brzina $2 V_{op}$.

Dodatni problem predstavljaju duljine pretjecajnih zona u smislu njihove učinkovitosti. Istraživanja u BiH [8] i Španjolskoj [9] pokazuju da kratke zone imaju vrlo malu mogućnost pretjecanja već za satna opterećenja preko 250 vozila po smjeru. Nemogućnost pretjecanja izaziva nervozu kod vozača te dolazi do neželjenih reakcija opasnih za sigurnost prometa.

Bilo bi poželjno dodati preporuku u proračun, npr .za trajanje operacije 15 s, kako bi se omogućile veće vremenske praznine za pretjecanje (nakon provedenih analiza).

2.5. Dodatni trak

Pravilnik za dodatni trak daje vozno-dinamičke i prometno-tehničke uvjete (nedostaje i ekonomski, ali nije problem sigurnosti), od kojih jedan neispunjeni opravdava dodatni trak.

U praksi je, nažalost, dodatni trak često sveden na uspon, a pad koji je teretnom vozilu možda čak i problematičniji je zanemaren. Tome dodatno doprinosi i pravilnik po kojem treba analizirati potrebu dodatnog traka na padu. Nemogućnost pretjecanja na padu izaziva nervozu vozača te pretjecanje na nedopuštenim i opasnim mjestima. Stoga je nužno izjednačiti važnost dodatnog traka oba smjera. Dodatni trak dugi je niz godina tretiran kao trak za spora vozila koja se ispliću i upliću u vozni trak. Zbog sigurnosti je dodatni trak za spora vozila postao trak za brza vozila, odnosno pretjecajni trak. Razlog su nesreće koje su se događale zbog naglog ubacivanja teretnih vozila iz dodatnog u vozni trak. Standardno rješenje je da vozni trak ima kontinuitet, a dodatni trak služi za pretjecanje.

Također, u pravilnik je potrebno ubaciti i skicu završetka pretjecajnog traka kako se ne bi događala rješenja s kontinuitetom tog traka.

2.6. Zaustavni trak

Širina zaustavnog traka prema pravilniku iznosi [4]:

- 2.50 m (iznimno 2.30) - na autocestama
- 1.75 – 2.50 m - na brzim cestama

Često se događaju prometne nesreće kod kojih se vozilo zaustavi na zaustavnom traku i na njega naleti vozilo u voznom traku. To je osobito problem kod teretnih vozila koja su sama širine 2.5 m i vozač otvara vrata vozila te izlazi na vozni trak. Iz navedenih razloga se u svijetu uvode širine voznog traka minimalno 3.0 m.

Zbog učestalosti prometnih nesreća ovakvog tipa pojedine države (npr. Mađarska i Srbija) provode kampanje nezaustavljanja na zaustavnom traku bez nužne potrebe. Zaustavljanje je često rezultat neodgovornosti vozača, ali i nepoznavanja svrhe zaustavnog traka. Kako je engleski naziv trak za hitne slučajeve (emergency lane), možda bi trebalo i promijeniti sam naziv zaustavnog traka kako bi se povećala svijest vozača o ovom problemu.

3. Zaključak

Predložena poboljšanja pravilnika su s ciljem povećanja sigurnosti prometa kako bi se preventivno djelovalo na sigurnost. Iako je pravilnik u stvari samo okvir za projektiranje, u praksi je, nažalost, ograničavajući za projektante i investitore.

Kako se može vidjeti iz prethodnog, noviji pristupi su okrenuti realnim uvjetima odvijanja prometa i vozaču sa svim svojim psiho-fizičkim ograničenjima. Dosadašnje poimanje estetike na cestama ustvari predstavlja sigurnost jer ono što nije ugodno oku vozača predstavlja opasnost pravljenja pogreške.

Pojedina predložena rješenja su rezultat provedenih europskih istraživanja koja su već primijenjena u novijoj regulativi i iako se u startu čine skuplja rješenja, u konačnici se pokazuju isplativijim.

Literatura

- [1] Road Safety Inspection Manual, South East Europe Transport Observatory (SEETO), EC/SEETO, 2009. i revidirana u verziji 2016.
- [2] Direktiva 2008/96/EZ1936 europskog parlamenta i vijeća od 19. 11. 2008. o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture, (on-line) dostupno na linku:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0096&from=EN>
- [3] Direktiva (EU) 2019/1936 europskog parlamenta i vijeća od 23. 10. 2019. o izmjeni Direktive 2008/96/EZ o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture, (on-line) dostupno na linku:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L1936&from=EN>
- [4] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, Narodne novine, broj 59/96, Zagreb 2001.
- [5] Richtlinien für die Anlage von Straßen, Bonn, 2012.
- [6] Sustainable safe road design, A practical manual, Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 2004.

- [7] Cvitanić, D., Maljković, B. 2017: Operating speed models of two-lane rural state roads developed on continuous speed data, Tehnicki Vjesnik – Technical Gazette, 24(6), pp. 1921, <https://doi.org/10.17559/TV-20150304133437>
- [8] Čutura, B., Cvitanić, D., Lovrić, I., Application of passing sight distance in road design,
- [9] Moreno, A.T., Lorca, C., Washburn, S., Bessa, J.E.J., Garcia, A.: Effect of Average passing Zone Length on Spanish Two-Lane Highways Traffic Performance, Transportation Research Board 95th Annual Meeting,. Transportation Research Board, Washington, D.C., 2016.