

VIA
VITA



CESTE I MOSTOVI

broj

5-6

godište 48.

Zagreb, svibanj-lipanj 2002.

UDK 625.7:624.2/.8

CODEN CSMVB2

ISSN 0411-6380

Ceste i mostovi

God. 48

Br. 5-6

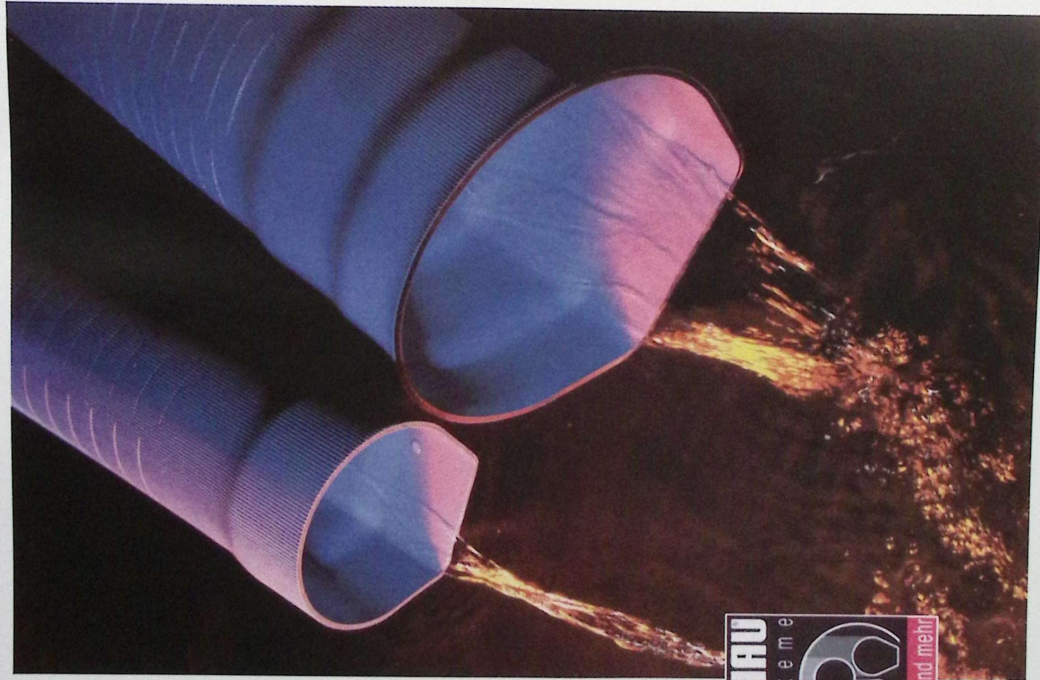
Str. 113-164

Zagreb, Hrvatska

svibanj-lipanj 2002.

REHAU®

Drenažne cijevi
RAUDRIL



REHAU
S y s t e m e
Profite und mehr

REHAU d.o.o.
Prodajni ured
HR - 10000 Zagreb
Zagrebačka 128
Telefon: 01/388 69 98 / 126
Telefax: 01/388 69 85
e-mail: hrv.veiner@rehau.hr
www.rehau.hr

VITA

CESTE I MOSTOVI

broj

5-6

godište 48.

Zagreb, svibanj-lipanj 2002.

UDK 625.7:624.2/.8 CODEN CSMVB2 ISSN 0411-6380

SADRŽAJ CONTENTS

ZNANSTVENI I STRUČNI ČLANCI SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL PAPERS

- 117 Paolo Perco, Trst
prethodno priopćenje
- preliminary communication
Prikladna duljina prijelazne krivulje
dvostranih cesta
The Proper Length of the Transition Curve
on Two-Lane Rural Roads
- 125 Eia Babalik-Sutcliffe, Anikara
izlaganje sa znanstvenog skupa
- conference paper
Konflikti u EU politikama o transueuropskom
transportu i njihove implikacije na zemlje
kandidate
Conflicts in EU Policies of Trans-European
Transport and their Implications for
Candidate Countries
- 131 Nebojša Đuranović, Podgorica
pregledni članak
- review
Ispitivanje vibracija pješakačkih mostova
Vibration Testings of Pedestrian Bridges
- 141 Cesar Queiroz, Washington
izlaganje sa znanstvenog skupa
- conference paper
Partnerstva javnog i privatnog sektora
u prometnoj infrastrukturi
Public-Private Partnerships in Transport
Infrastructure
- 149 Juraj Padjen, Zagreb
pregledni članak
- review
Prometna politika na području Hrvatske u
okviru jugoslavenske države u razdoblju
1918-1941. i položaj Hrvatske (I. dio)
Transport Policies in Croatia within the Former
Yugoslavia in the Period 1918-1941 and the
Status of Croatia (Part I)

RUBRIKE

- Iz rada Hrvatskog društva za ceste 159 Održane sjednice Upravnog odbora Hrvatskog
društva za ceste
- 159 Sastanak Izdavačkog savjeta i Uredničkog
odбора časopisa »Ceste i mostovi«
Ivan Čelmić, dipl. ing.
- Portreti 160 U povodu nagrade za životno djelo
Branko Režek, dipl. ing.
- In memoriam 163

ROADS AND BRIDGES

Izdavač Hrvatsko društvo za ceste
Zagreb, Vovčičina 3, tel. 47-22-605

Predsjednik Dr. sc. Danko Milinarić, dipl. ing.
Ministarstvo pomorstva, prometa i veza Republike Hrvatske, Pribavije 14, 10000 Zagreb

Izdavački savjet Predsjednik Željko Vivoda, dipl. oec.
Hrvatske ceste d.o.o., Vovčičina 3, 10000 Zagreb

Mario Crnjak (Osijek), Aleksandar Čaklović (Zagreb), Đuro Dekanović (Zagreb), Ante Divić (Zagreb), Petar Đukan (Zagreb), Zlatan Frolin (Zagreb), Željko Hriec (Zagreb), Vladimir Kos (Zagreb), Vlado Kos (Zagreb), Aleksa Ludaev (Zagreb), Ivo Lozić (Split), Miroslav Miličić (Zagreb), Zdenko Miličić (Zagreb), Darko Milinarić (Zagreb), Boris Orđulj (Zagreb), Ivan Prigomet (Zagreb), Jura Račić (Zagreb), Josip Škorpjak (Zagreb), Miro Subotić (Zagreb), Dražen Topolnik (Zagreb)

Urednički odbor Glavni i odgovorni urednik Prof. dr. sc. Ivan Legec, dipl. ing.
Fakultet prometnih znanosti, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

Zamjenik gl. i odg. urednika Mr. sc. Mate Jurišić, dipl. ing.
Ministarstvo razvika, obnove i graditeljstva Republike Hrvatske, Nazrova 61, 10000 Zagreb

Brynek Bazak (Brestolava), Pavo Bešan (Metar), Josip Boškijk (Osijek), Vukoslav Brnić (Zagreb), Boris Golub (Zagreb), Ante Jurjčić (Zagreb), Stjepan Kožić (Zagreb), Miro Kralj (Zagreb), Ivo Lozić (Split), Zvonimir Mairc (Plečuh), Stjepan Matoš (Zagreb), Stanišlav Pavlin (Zagreb), Paj Szalkos (Budimpešta), Ralimir Šarar (rijeka), Stjepan Storga (Zagreb)

Pretprijava: pojedina 260,00 kn, studenti i umirovljenici 180,00 kn, poduzeća 1.200 kn
Inozemna pretprijava: za poduzeća 175 eura
Oglašavanje: 1/2 unutaanja 1.500 kn, 1/1 unutaanja 2.500 kn, omeina unutaanja (color) 3.700 kn, zatejna omeina (color) 5.500 kn
(cena uključivan PDV)

Inozemni oglasi: 1/1 unutaanja 800 eura, 1/2 unutaanja 500 eura, 1/4 unutaanja 300 eura
Žiro račun: ZABA 2360000-1101856175
Devizni žiro račun 70300-978-3280004

Adresa uredništva Hrvatsko društvo za ceste, Zagreb, Vovčičina 3
Editor's Office

Naklada: 1.200
»TISKAR – VJESNIK d.d., Slavonska avenija 4, Zagreb, predsjednik Uprave Rikard Pompa, graf. ing.«
Tiskanje dovršeno 28. lipnja 2002.

Slika na naslovnici: Most preko Rijeke dubrovačke
Novotvoreni most preko Rijeke dubrovačke ostvaren je zamisli stare trideset godina. Jedan je to od temeljnih objekata u poboljšanju cestovne mreže Republike Hrvatske.

Projektant voditelj bio je mr. sc. Zlatko Šavor, dipl. ing. s Građevinskog fakulteta u Zagrebu, a direktor projekta Dominik Brgovc, dipl. ing. iz Hrvatskih cesta d.o.o.

Radove su izvela Waller Bau i Njemačke i Konstruktor d.o.o. iz Splita.
Jedan od sljedećih brojeva bit će posvećen ovoj imponozantnoj građevini.

Štovani čitatelji časopisa Ceste i mostovi

Na razmeđu proljeća i ljeta učestali su dogovori, sastanci i skupovi pojedinih tijela našega Društva, o čemu ćemo vas pravovremeno izvještavati. Neposredan povod bile su zakonsko-proceduralne obveze u vezi s propisanim izborima i reizborima, a najvažnijom se može smatrati odluka o pripremi Trećega hrvatskoga kongresa o cestama u listopadu 2003. te zaključci o suvremenijem radu našega Društva i časopisa.

U najlužoj vezi s našim glasilom izložen je osvrt na rad Uredničkog odbora u razdoblju od 1998. do 2002. godine, prisutna problematika (posebno u pogledu članstva i aktiviranja suradnika) te koncept nove izdavačke politike. Istaknute su najvažnije odrednice u narednom razdoblju:

- organiziranje šire preplate i modernog marketinga
- profesionaliziranje novinarskog dijela sa suvremenom opremom
- proširenje izdavačke djelatnosti (regulativa, monografije, seminarski transferi značajni...) i sustavno podizanje znanstveno-stručne razine časopisa.

Podizanje kvalitativne razine provodit će se na više načina, od kojih je zasigurno i ovaj s udjelom priznatih autora iz inozemstva. Naime, pretežit dio znanstveno-stručnih radova u ovom dvobroju pokriva širu lepezu prometno-ekonomske i građevinsko-tehničke problematike, a svi prilozii su odista na zavidnoj razini.

Paolo Perco sa Sveučilišta u Trstu u svom se znanstvenom priopćenju osvrće na međunarodne standarde koji reguliraju oblikovno-sigurnosne komponente klotoida na klasičnim dvosmjernim cestama. Zauzima se za suvremeniji pristup i ciljani odabir duljine prijelaznice, a konačni rezultati istraživanja mogli bi imati reperkusije na primjenu u praksi.

Ela Babalik-Sutcliffe sa Sveučilišta u Ankaru se nadasve kritički osvrće na resorne politike Europske unije i njene implikacije na tranzicijske zemlje. Zasebno obrazlaže politiku održive mobilnosti, intermodalnosti i intermodalnosti, te sve razlike i očekivane konflikte između EU politike (interesa) i nerazvijenih istočnih prometno-gospodarskih sustava.

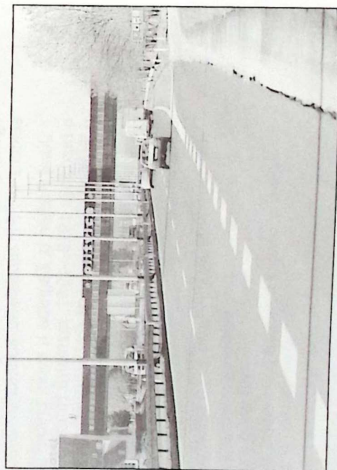
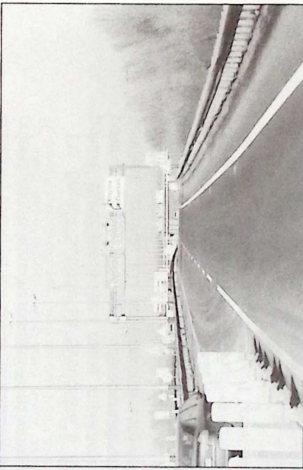
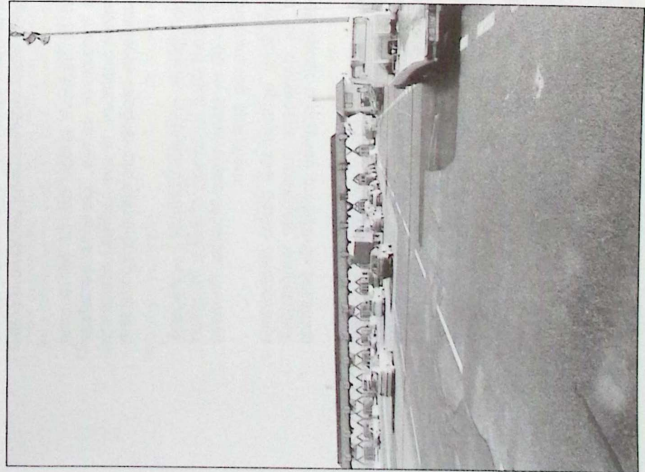
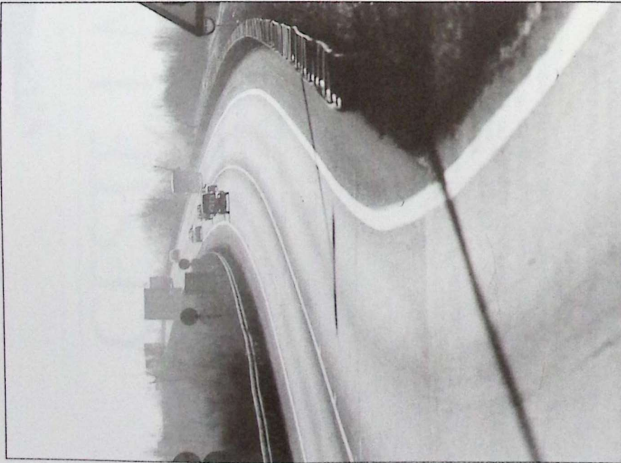
Nebojša Đuranović sa Sveučilišta u Podgorici opisuje problem vibracija i učvršćenja pješačkih mostova, te obrazlaže rezultate eksperimentalnog ispitivanja mosta u Podgorici duljine L = (13,0 + 78,0 + 13,0) m i na visini do 60 m iznad rijeke Moracé. Predlaže uklanjanje vibracija postavljanjem posebno konstruiranog apsorbira.

Cesar Quiroz iz Svjetske banke u Washingtonu opisuje sve oblike financiranja cestogradnje, posebno fokusirajući pozornost na suvremene modalitete koncesijskih ugovora. Autor se također osvrće na inovativne opoje u pogledu privlačenja privatnog sektora u PPP modalitete koncesija.

Juraj Padjen iz Zagreba u svom prvom dijelu o prometnoj politici na području Hrvatske u razdoblju 1918.–1941. razmatra čimbenike koji su je predodredili, te sve njene značajke u korelaciji s ekonomskom politikom tzv. Prve Jugoslavije. Ovu nedovoljno istraženu tematiku autor izlaže na zanimljiv i znanstveno utemeljen način, pa cjelokupni rad s narednim nastavcima preporučamo zainteresiranim pojedincima, ali isto tako i institucijama kao neophodno polazište za koncipiranje naših suvremenih prometno-ekonomskih dokumenata.

Do narednog javljanja, srdačno vas pozdravljam

Vaš urednik I. Legac



Prelihodno priopćenje – Preliminary communication
UDK 625.711.2:625.724

Prijmljeno: 15. V. 2002.
Prihvaćeno: 10. VI. 2002.

Dr. cand. Paolo PERCO
Universita degli Studi di Trieste
**PRIKLADNA DULJINA PRIJELAZNE KRIVULJE
DVOTRAČNIH CESTA**

SAŽETAK

Horizontalni zavoj ima velik utjecaj na prometnu sigurnost, posebno na dvotračnim cestama izvan naselja gdje se brzine u zavojima i pravcu prilično razlikuju. Na višetraknim cestama ovaj je problem manje važan jer one udovoljavaju visokim projektnim standardima. U mnogim studijama pokušali su se utvrditi odnosi između projektnih elemenata zavoja, trase u usponu i prometnih nesreća. Rezultati tih studija važni su za poboljšanje standarda i kvalitete projekta. Novi talijanski projektni standard za ceste objavljen prošle godine velika je novina jer uzima u obzir ove rezultate, uvodeći nova pravila o slijedu točnih elemenata i odjeli projektne dostojnosti kojim se utvrđuju neprihvatljive promjene brzine uzduž brzinskog profila trase. Postoji, međutim, točni element trase koji standard propisuje za sve zavoje cesta unutar i izvan naselja koji može utjecati na brzinu kojom se vozač odlučuje voziti zavojem; to je prijelaznica. Taj standard ne objašnjava kako ona utječe na percepciju zavoja već samo preporuča gornje i donje granice velikog raspona. Svrha ovog istraživanja bila je odabrati prikladne duljine prijelaznice. Istraživanje je u tijeku, a ovaj rad opisuje prve rezultate.

uobičajeno propisuju njeno umetanje ispred zavoja, bez obzira na to je li poznat njen utjecaj na vozačev odabir brzine kojom će proći kroz zavoj.

Objavlivanje novoga talijanskoga projektnog standarda za ceste [3], nakon 22 godine, bila je prilika da se započne novo istraživanje kako bi se pojasnili, koliko je to moguće, učinci prijelaznice na brzinu vozila i stazu prolaska na početku zavoja. Novi standard za ceste propisuje klotoide ispred svih zavoja; to je zakonska obveza i kao takva uvijek se mora poštovati.

Istraživanje je podijeljeno u više dijelova: pregled glavnih standarda za ceste u inozemstvu; pregled svih dosadašnjih istraživanja prijelaznice; pregled dosadašnjih istraživanja vozačeve percepcije ceste, a posebno percepcije zavoja kojom prilazi; računalnu animaciju nekih cesta koju čini niz: ravni pravac – klotoida – zavoj; kako bi se razumjelo utječe li duljina prijelaznice na percepciju zavoja; mjerenje vremena skretanja; ispitivanje staze kretanja automobila uzduž prijelaza. Dijelovi studije već su dovršeni, no cjelokupna studija još nije i zbog toga se u ovom radu izlažu samo dosadašnji rezultati.

2. Prijelaznica

D. Stewart [4] pisao je da su prijelaznice u projektiranju cesta prvi put bile preporučene na Prvom međunarodnom skupu o cestama, održanom 1908., da bi se »smanjila nagla promjena iz ravnog pravca u zavoj«. Međutim, primjena prijelaznica na cestama uvedena je iz projektiranja željezničkih trasa. Kružna krivulja povezana izravno na ravni pravac uzrokuje bočni udar i njihanje vlaka zbog nagle pojave centrifugalne sile. Kako je to postalo neprihvatljivo, povećanjem brzina željezničkih kompozicija, uvedeno je naceo prijelaznice. Njome se postize postupna zakrivljenost, a time i centrifugalno ubrzanje. To naceo počelo se primjenjivati i u projektiranju cesta i vijeteci i danas.

Danas su obvezne prijelaznice oblika klotoide. Za taj tip zavoja, zakrivljenost se mijenja linearno s duljinom luka. Formula za klotoidu je:

$$A^2 = R \cdot L$$

gdje je:

A – parametar klotoide [m]

R – polumjer kružnog luka na kraju klotoide [m]

L – duljina klotoide [m]

1. Uvod

Jedan od geometrijskih elemenata trase koji utječe na prometne nesreće jest horizontalni zavoj. Broj nesreća povećava se sa smanjenjem polumjera zavoja, a posebno pri polumjerima manjim od 250 m na dvotračnim cestama izvan naselja [1]. Na zavojima su nesreće do četiri puta češće nego na pravcu [2]. U mnogim studijama koje su često statističke prirode, pokušavalo se proučiti odnose između projektnih varijabli zavoja (polumjer, duljina, promjene stupnja zakrivljenosti, itd.) i prometnih nesreća. Postoje velike razlike u broju nesreća u sličnim zavojima, što je uglavnom rezultat svojstava trase u usponu koja utječe na prilaznu brzinu i brzinu kojom će vozač prijeći zavoj. Ta se brzina razlikuje često od projektne brzine zavoja koju propisuju mnogi nacionalni standardi za ceste. Zbog toga su neke zemlje izradile posebne odnosno komplementarne pristupe, uvodeći, u različitim oblicima, stvarne brzine (85 posto brzinske distribucije, na temelju modela) ili neka druga pravila o slijedu različitih elemenata trase u točrtu. Ipak, važno je znati ograničenja projektnih standarda za ceste, a posebno je to važno za zavoje. Općenito uzevši, ni metode ni pravila nisu primjereni za postojeće ceste čija je točna situacija znatno drugačija od one na suvremenim trasama.

U ovom kontekstu, pak, ima jedan projektni element koji nedostaje, a analizirale su ga tek neke studije, premda bez jasnih rezultata. Taj element je prijelaznica. Neki državni standardi već

Parametar kloboida (A) izražava stupanj promjene zakrivljenosti uzduž kloboida. Velike vrijednosti parametra A predstavljaju mali stupanj promjene zakrivljenosti, dok male vrijednosti A predstavljaju nagle promjene zakrivljenosti. Prijelaz u krivulju obuhvaća pomak ΔR između produženog ravnog pravca i produženoga kružnog luka. Vrijednost pomaka može se približno izraziti kao $\Delta R = L^2/24R$.

Prednosti kloboida koje se često navode u standardima i literaturi su sljedeće:

- omogućuje linearno postupno povećanje ili smanjenje centritrifugalnog ubrzanja za prijelaz od jednoga ločnog elementa na drugi;
- služe kao prijelazni segment za odgovarajući poredek elekomenata za poprečni nagib kolnika;
- stvaraju zadovoljavajuću optičku izgled trase.

U posljednje vrijeme neki teoretičari počeli su sumnjati u korisnost kloboida, osobito ako je ona vrlo duga. Nije jasno je li polumjer zavojaja koji je pred njim, pa ulazi u zavoj neispravnim stazom i prevelikom brzinom. Treba znati da vozač ne slijedi liniju zavojaja poput željezničke kompozicije, već mijenja svoj bočni položaj na cesti i stvara vlastitu prijelaznicu. Vozači «vrežu zavoj», što je manevar koji se smatra dobrim zahvatom u vožnji jer povećava polumjer staze, a time i brzinu. Prema tome, ovdje ne vrijedi načelo da slijedeći prijelaznicu vozač slijedi središnju liniju i tako prolazi linearno postupno povećanje centrifugalnog ubrzanja. Konačno, rezultati nekih studija o sigurnosti u prometu koje su proučavale odnos između prijelaznica i prometnih nesreća pokazali su se proturječnim. Studije koje objašnjavaju sve ove koncepte i mehanički standardi cesta u kojima su one usvojene navode se u daljnjem tekstu.

3. Utjecaj prijelaznice na percepciju zavojaja

Brojni teoretičari opisali su proces vožnje u obliku kontrolnog modela vozila zatvorene petlje i u stvarnom vremenu. Donges i Godthelp opisuju varijaciju ove vrste modela u odnosu na odbranu prijelaznicu [5] [6]. Taj tip modela koristi mehanizam anticipatornog i kompenzatornog odgovora u simulaciji ponašanja vozača. Anticipativni mehanizam služi funkciji upravljanja vozilom jer koristi vizualne ulazne informacije o uvjetima ceste ispred vozača u pripremi i poticanju odgovarajućih podataka za upravljanje vozilom. Taj mehanizam izbjegava pogreške u poziciji prometnog traka, odabiru brzine i smjera vozila. Odbir odgovarajućeg upravljačkog inputa kao odgovora na ovu informaciju temelji se velikim dijelom na sjećanju vozača o sličnim ločnim uvjetima. Kompenzatorni mehanizam služi funkciji upravljanja vozilom jer koristi informacije o trenutnom položaju vozila na prometnom traku, brzini, kutu smjera kretanja i bočnom ubrzanju i tako neprestano popunjava inpuete za upravljanje vozilom. Taj mehanizam na najmanju mjeru svodi veličinu mogućih pogrešaka u upravljanju vozilom. I Donges i Godthelp primijenili su svoje modele na studiju ponašanja vozača tijekom ulaska u zavoj. Kalibrirali su modele promatrajući vozače koji prolaze zavoj različitim polumjerima, a sve bez prijelaznice. Oba su istraživača zaključila da vozači počinju zaokretati vozilo neposredno prije početka zavojaja. To vrijeme definirano je »anticipativnim vremenom« jer se odnosi na mehanizam anticipativnog odgovora. Donges je utvrdio da je anticipativno vrijeme u prosjeku 1,1 sekundu, neovisno o brzini vozila, a vrijeme zaokretanja bilo je otprilike dvaput dulje od anticipativnog vremena.

Kako bi se razumjelo kamo vozač gleda kad ulazi u zavoj, Land i Lee su obavili istodobne zapise kuta upravljača vozila i smjera vozačeva pogleda uzduž zavojne ceste [7]. Otkrili su da

se vozači posebno oslanjaju na »točku ulaska u krivulju« na unutarnjoj strani svakog zavojaja, tražeći tu točku 1-2 sekunde prije svakog zavojaja i tražeći je oko 80 posto vremena provedenog u zavoju. Tipična udaljenost na kojoj se smjer pogleda slijedi s cestom je 20-30 m. Utvrdili su da smjer »točke ulaska u krivulju« u odnosu na smjer vožnje automobila vrlo dobro ukazuje na zakrivljenost ceste ispred vozača. Land i Horwood nastavili su istraživanje kako bi razumjeli koji dijelovi ceste ispred vozača daju vizualnu informaciju potrebnu da vozač odabere brzinu i stazu prolaaska [8]. Rezultati su bili u prilog dvostrukog modela saokretanja koji je predložio Donges. Najudaljeniji dio ceste (jednu sekundu ispred) daje informacije o zakrivljenosti ceste, ali informacija o preciznom položaju na prometnom traku dolazi od najbližeg dijela ceste (pola sekunde ispred vozila). Pri velikim brzinama, informacije iz blizine vozila već su same po sebi nestabilne, ali kad se zakrivljenost ceste ispravno anticipira pomoću mehanizma koji se oslanja na podatke iz daljine, mehanizam podataka iz blizine vozila samo se treba fino podeliti, što se sada može lako učiniti.

Jasno je da vozač za siguran prolazak kroz zavoj mora odabrati prikladnu brzinu i prikladnu stazu kretanja prije ulaska u zavoj, lijevom anticipativnom mehanizmu. Vizualni podaci koje koristi su oni koje dobiva iz udaljenosti od 1,2 sekunde ispred njega. Zbog toga u takvoj situaciji vozač može pogrešno protumačiti vizualnu informaciju ako postoji dugačak prijelaz prije zavojaja jer ne vidi stvarni polumjer zavojaja. Ako su staza i brzina kojom vozi prikladne, lijek kompenzatornog mehanizma bit će tek nekih manjih korekcija, ali ako nisu, vozač mora naglo zaokretati i kočiti u zavojaju, što je opasno.

Na primjer, moguća ostvarena brzina zavojaja polumjera 120 m je 71,0 km/h (19,7 m/s) sukladno modelu moguće ostvarene brzine koji su razvili na Sveučilištu u Trstu [9]; talijanski standard prije takvog zavojaja dopušta kloboidu s parametrom jednolikim polumjeru (A=R) te je tako duljina L kloboida 120 m, što odgovara vremenu od 6,1 sekundi pri mogućoj ostvarenoj brzini, i pomaku ΔR 5,0 m od ravnog pravca prije zavojaja. Kad vozač ulazi u zavoj, on ne vidi stvarnu krivulju jer gleda na početak kloboida. U anticipativnom mehanizmu on se odlučuje na stazu kretanja i brzinu koja je prikladna za zavoj većeg polumjera, i tek kad se približi luku kružnog zavojaja, u kompenzatornom mehanizmu, pokušat će napraviti prilagodbe.

Studije Riemersma [10] potvrđuju ovo postavlku. Zapravo, ove studije, u kojima se analizira percepcija zavojaja, pokazuju da postojanje prijelaznice kvira percepciju zavojaja i dovodi do pogrešne procjene konačnog polumjera i moguće brzine, naime čini se da oni mogu biti veći.

Ipak, rezultati koje je dobio Droulet [11] pokazuju da prijelaznice mogu imati neke prednosti: izgleda da je bez kloboida teže održati stazu vozila na početku zavojaja. Prema istom autoru, postojanje prijelaznice ima pozitivan utjecaj jer ukazuje na varijacije zakrivljenosti pri izlasku iz zavojaja. Ti su rezultati dobiveni na simulatoru, a isplatinici u tekstu morali su se držati teorijske staze. U stvarnosti, međutim, vozač ne slijedi teorijsku stazu paralelnu sa središnjom crtom (osi ceste), a posebno na zavojima malog polumjera, već mijenja svoju bočnu položaj na prometnom traku i stvara vlastitu prijelaznicu.

Takvo ponašanje evidentno je ne samo u analizama staze automobila učinjenim za ovo istraživanje, već posebno u studiji Spaceka [12]. On je analizirao staze 1.980 vozila u sedam zavojaja ($65 \text{ m} \leq R \leq 220 \text{ m}$) na dvotračnim cestama izvan naselja. Radi isplinskih mjerenja, utvrđeno je šest tipova staza: idealna staza (isposredno sa središnjom crtom na cesti, o voje staza koja se uzima kao referentna u projektnim standardima), normalna staza (slično idealnoj stazi s laganim rezanjem krivulje); i još četiri

vrste staze koje znatno odstupaju od idealne. Rezultati su potvrdili da je učestalost ovih tipova staza drugačija od zavojaja do zavojaja i da je idealnu stazu teško i skoro nemoguće naći. Između tipova staza i ločnosti krivulje zavojaja utvrđene su tek slabe veze, koje su bile najjasnije kod faktora A/R (parametar kloboida od polumjera krivulje). Omjer između idealne i normalne staze najveći je kod A/R faktora između $1/3$ i $1/2$ ($R/3 \leq A \leq R/2$), omjer između idealne i normalne staze najmanji je kod A/R faktora između $1/2$ i 1 ($R/2 \leq A \leq R$). Ti rezultati potvrđuju prethodne tvrdnje: kloboida je korisna, ali jedino ako nije preduga.

Konačno, Pasetti i Fambro prikupili su na 51 zavojaju (12 sa spiritalnim prijelazom, 39 bez spiritalnog prijelaza) na dvotračnim cestama izvan naselja moguću postignutu brzinu kako bi utvrdili utjecaj prijelaznice na brzinu pri kojoj vozila prelaze horizontalni zavoj [13]. Rezultat je taj da prijelaznica ne utječe znatno na brzinu pri kojoj vozila prolaze kroz horizontalni zavoj na dvotračnim cestama izvan naselja. Ipak, analiza je uzela u obzir jedino prisutnost prijelaznice, ali ne i njenu duljinu. Štoviše, brzina vozila zaobljena je u centru horizontalnog zavojaja, ali sedam zavojaja s malim polumjerom ($145 \text{ m} \leq R \leq 399 \text{ m}$) i s prijelaznicama imali su veliku duljinu ($132 \text{ m} \leq L \leq 431 \text{ m}$) uključujući prijelaze, tako da nema načina da se spozna je li brzina na početku kružnog luka bila veća, pa je vozač zaokobio nakon što je ušao u zavoj.

4. Prometne studije u kojima se obrađuju prijelaznice

U Francuskoj su Verpez i Ferrandez napravili opsežnu studiju o odnosima između obilježja cesta izvan naselja i prometnih nesreća [14]. Analizirali su više od 700 prometnih nesreća koje su se dogodile na 700 km državnih cesta. U odnosu na zavoj, glavni interni defekt koji spominju ov autori je nepravilnost zakrivljenosti unutarnjeg zavojaja, koju karakterizira prisutnost lokalnog malog polumjera u usporedbi s prosječnim polumjerom zavojaja. Nepravilnost krivulje mogla bi se objasniti na različite načine, ali može se reći da postoje dva ključna elementa: zavoj s nekoliko istosmjernih zavojaja te zavoj s predugom prijelaznicom.

Sličnu studiju napravili su Leutzbach i Zoellmer u Njemačkoj [15]. Koristišeni podaci obuhvatili su oko 1.300 km dvotračnih cesta izvan naselja u okrugu Karlsruhe i podatke o prometnim nesrećama na tim cestama u razdoblju 1978-1985. Prometne nesreće analizirali su u odnosu na mnoga obilježja cesta i u odnosu na količine prometa. U odnosu na slijed elemenata na prijelazu iz ceste u pravcu u zavoj korišteni podaci obuhvatili su 343 km izravnih prijelaza iz ravnog pravca ceste u kružni zavoj i 115 km prijelaza iz ravnog pravca u kloboidu pa zatim u kružni zavoj. Prisutnost kloboida rezultira povećanjem sigurnosti jedino pri polumjerima manjim od 200 m, gdje se broj prometnih nesreća znatno smanjio. Za veće polumjere nisu se utvrdile neke sistematike razlike, što je značajka koja se također primijenila na procjenu veličine troška za cijeli raspon polumjera. Autori su zaključili da rezultate treba provjeriti analizom veće količine podataka.

Rezultati Stewarta i Chudwortha [4] pokazuju da na tri zavojaja koji su većim dijelom ili u cijelosti prijelazni (prije približnog unutar-nijeg polumjera: 70 m, 150 m, 220 m) modifikacija krivulje zavojaja eliminirala prijelaznicu (nakon približnog unutar-nijeg polumjera 110 m, 200 m, 295 m) dovodi do znatnog smanjenja broja nesreća (smanjenje za 79%). Prema ovim autorima, nedovoljno obavještenost utječeju prijelaznicu također otežava odluku o tome koji su prijelazni elementi najopasniji. Čini se vjerojatnim da je prijelaz manje opasan ako je kraći. Zbog toga su autori predložili eliminaciju prijelaznica iz standarda jer, čak ni primjena

poprečnog nagiba kolnika (nadvišenja), što se obično navodi kao njihova glavna funkcija. Zapravo ne traži primjenu prijelaznice. Ako se poprečni nagib kolnika uvede u ravni pravac koji prethodi kružnoj krivulji, može se vidjeti da inducirani pomak pomaže vozačima u bočnom pomaku koji oni vole napraviti pri ulasku u zavoj, i zato je koristan.

Cilj studije koju je proveo Tom bio je odrediti razlike između broja nesreća za prijelaznicu i za standardne krivulje na dvotračnim cestama izvan naselja u Kaliforniji [16]. Primijenjen je pristup temeljen na usporednoj analizi podataka o nesrećama za 138 prijelaznica na različitim lokacijama na brzim cestama koje prolaze kroz šumu s podacima o nesrećama za 152 kružna zavojaja u sličnim područjima. Podaci o prometnim nesrećama dobiveni su za petogodišnje razdoblje (1985-1989), a u analizi su korišteni jedino podaci o nesrećama s poginulim i teško ozlijeđenima. Broj nesreća u zavojima velikog polumjera ($R > 380 \text{ m}$) bio je znatno veći ako su zavojaji sa spiritalnim prijelazima. U zavojima malog polumjera ($R \leq 380 \text{ m}$), ako su to zavojaji s prijelazom, broj nesreća bio je oko 5 posto manji nego u onima bez prijelaznog elementa. Tom je preporučio da pri manjim brzinama utvrđenim na oštrijim zavojima, prisutnost ili odsutnost spiritalnog zavojaja ne utječe na vozače ni negativno ni pozitivno. Međutim, u zavojima s polumjerom od oko 380 m ili više od toga, ako su spiritalni, mogu prevariti vozača i navesti ga na preveliku brzinu. Preporučio autora je da projektirani standardi za ceste ne propisuju prijelaznicu jer je broj nesreća u toj vrsti zavojaja veći ako su oni polumjera iznad 380 m, i ne razlikuje se znatno na zavojima polumjera 380 m ili manjim od toga.

Zeeger i skupina autora napravili su studiju [17] da bi odredili obilježja horizontalnog zavojaja koja povećavaju broj prometnih nesreća na dvotračnim cestama izvan naselja. Istodobno, na temelju tih nalaza željelo se utvrditi koji ločnosti zahvati na zavojima mogu utjecati na smanjenje nesreća i čimbenike smanjenja nesreća. Istraživanja se temeljila na analizi 10.900 horizontalnih zavojaja u državi Washington s pripadnim varijablama o nesrećama, geometrijskim elementima trase, prometu i kolniku. Od varijabli dostupnih za analizu bilo je i postojanje prijelaznice. Rezultati koji su se odnosili na prijelaznicu bili su da njeno postojanje znatno utječe na nesreću u zavojaju, u rasponu od 2 posto do 9 posto, ovisno o stupnju zakrivljenosti i o središnjem kutu. Autori su sugerirali da je ukupno smanjenje od 5 posto utvrđeno najrepresenzativnijim učinkom prijelaznica s obzirom na model izrađen u toj studiji i s obzirom na druge srodne analize. Konačno, Council je analizirao istu bazu podataka spomenute Zeegerove studije, kako bi izradio modele kojima se predviđa vjerojatnost, jednog ili više sudara na segmentu prijelaza kao funkcija prisutnosti prijelaznice i drugih varijabli (stupanj zakrivljenosti, prosječan dnevni promet, širina prometnog traka, itd.) [18]. Usprkos složenosti analize provedene unutar triju kategorija terena (planinsko-brdski, brežuljkasti, nizinski), rezultati se nisu dosljedno podudarali s kategorijama terena. Najbolji model nizijskog terena ukazao je na koristi od prijelaznog elementa na oštrijim zavojima; modeli brežuljkastog terena za glavne ceste pokazali su miješane rezultate, ukazujući na koristi jedino pri prosječnom dnevnom prometu iznad 3.600 vozila. Upravo suprotno, najbolji model brežuljkastog terena kod cesta nižeg ranga pokazao je koristi na svim lokacijama, a model za planinski teren pokazao je opći porast u vjerojatnosti sudara u odnosu na prijelaznicu, s korisnim učinkom jedino kod širih cest. Council je zaključio da ti rezultati pripadaju nesugle između rezultata Zeegera i onih koje je dobio Tom, ali nisu jasni koliko bi bilo poželjno.

Studije o prometnim nesrećama koje su proveli Leutzbach i Zoellmer u Njemačkoj, Tom, Zeeger i Council u Sjedinjenim