

# MERODAVNE BRZINE U PROJEKTOVANJU PUTEVA I BEZBEDNOST VOŽNJE

Vojo Anđus

*Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu*

**Rezime:** Rad je posvećen merodavnim brzinama u procesu projektovanja puteva (Osnovna brzina -  $V_o$ , Računska brzina -  $V_r$ , maksimalna računaska brzina -  $\max V_r$  i projektna brzina -  $V_p$ ) kao i njihovim uticajem na bezbednost puteva i putnog saobraćaja.

**Ključne reči:** Bezbednost puteva, projektovanje puteva, Osnovna brzina, Računska brzina, Projektna brzina.

## STANDARD SPEEDS IN ROAD DESIGNING PROCESS AND DRIVING SAFETY

**Abstract:** This paper deals with standard speeds in road designing process (Basic speed –  $V_o$ , Overall design speed –  $V_r$ , Maximum overall design speed –  $\max V_r$  and Design speed –  $V_p$ ) as well as their influence on road and traffic safety.

**Key words:** Road safety, Road geometry design, Basic speed, Overall design speed, Design speed.

### 1. UVOD

Brzina vožnje je osnovni parametar koji se primenjuje u svim fazama projektivnih istraživanja, budući da od nje praktično zavise svi elementi puta. Ona u isto vreme predstavlja indikator nivoa usluge pri datom saobraćajnom opterećenju i glavni programski pokazatelj u trasiranju, dimenzionisanju i vrednovanju projektivnih ostvarenja.

Brzina kao vozno-dinamički pojam je polazni parametar u definisanju i dimenzionisanju elemenata poprečnog profila, elemenata situacionog plana i elemenata nivelacionog plana puta. Na njoj se temelji najveći broj kriterijuma po kojima se ocenjuje bezbednost i udobnost vožnje u uslovima slobodnog saobraćajnog toka, odnosno toka na datom nivou usluge. Pri tom, treba imati na umu da je brzina najčešći uzrok saobraćajnih nezgoda na vangradskim putevima. Prema statističkim podacima ona se navodi u više od 50% događanja saobraćajnih nezgoda. Konstatcija koja se u našim uslovima najčešće sreće glasi: “vozač nije prilagodio brzinu uslovima puta”. Ona apriori abolira put kao neposredni uzrok događanja saobraćajne nezgode. Međutim, ako suštinski analiziramo uzroke događanja nezgoda na putevima i ako kritički razmotrimo koji su sve putni elementi i na koji način dimenzionisani prema “merodavnoj” brzini, onda se postavlja pitanje da li je moguće tako jednostavno isključiti put kao potencijalni uzrok nezgode.

Ova problematika ima svoje tehničke, ekonomske i pravne implikacije i u žiži je istraživačkih aktivnosti širom sveta. Ona je ugrađena u mnoga strategijska dokumenta i nacionalne planove bezbednosti, ili bolje reći održive bezbednosti saobraćaja na putevima. Tako su zemlje Evropske zajednice donele zajedničku konvenciju o smanjenju broja poginulih na putevima Evrope za 50% u narednih deset godina, a Švedska je promovisala jedinstveni pristup ovom

problemu, čuvenu "viziju nula", odnosno program mera i akcija koji će dovesti da se broj poginuli na vangradskoj putnoj mreži do 2010. godine svede na apsolutni minimum, tj. nulu! Srbija je ostala izvan ovih aktivnosti i bez nacionalnog plana održive bezbednosti, kao i bez suštinskih aktivnosti i mera na smanjenju broja saobraćajnih nezgoda, posebno onih sa fatalnim ishodom. Ovome treba dodati i činjenicu da su i istraživačke aktivnosti u oblasti bezbednosti puteva i putnog saobraćaja na značajno nižem nivou nego pre trideset godina!

## 2. MERODAVNE BRZINE U PROJEKTOVANJU PUTEVA

Osnovna želja svih učesnika u saobraćaju jeste ostvarenje što je moguće većih brzina, jer se time smanjuje vreme putovanja. Sa porastom brzine vožnje javlja se čitav niz dodatnih zahteva čije je zadovoljenje neophodno, s obzirom na izneti stav o bezbednosti i udobnosti vožnje. Kojom će se brzinom vozač kretati datim putnim elementom (deonicom) zavisi od mnogobrojnih uticaja kao što su svrha putovanja, psihofizička stanja vozača i stanje okoline, Analizirajući izabranu brzinu vožnje značajno je istaći da se ona realizuje pri minimalnom nivou sumarnog stresa, odnosno da izabrana (optimalna) brzina predstavlja ekstremnu vrednost različitih ciljnih funkcija po navedenim parametrima.

Zajednička karakteristika svih pojmova brzina je da je posredi stohastička veličina koja se može utvrditi samo u stvarnim uslovima odvijanja saobraćaja. Na osnovu eksperimentalnih istraživanja, je utvrđeno da brzine pojedinačnih vozila (slobodni saobraćajni tok) po pravilu odgovaraju zakonu normalne raspodele. Sa povećanjem gustine toka menjaju se i zakoni raspodele.

Budući da je osnovna zakonitost saobraćajnog toka  $V = f(Q)$ , na vrednost i raspodelu brzina bitno utiču polazni uslovi odvijanja saobraćaja, tj. protok ( $Q$ ). U tom pogledu razlikuju se dva granična stanja:

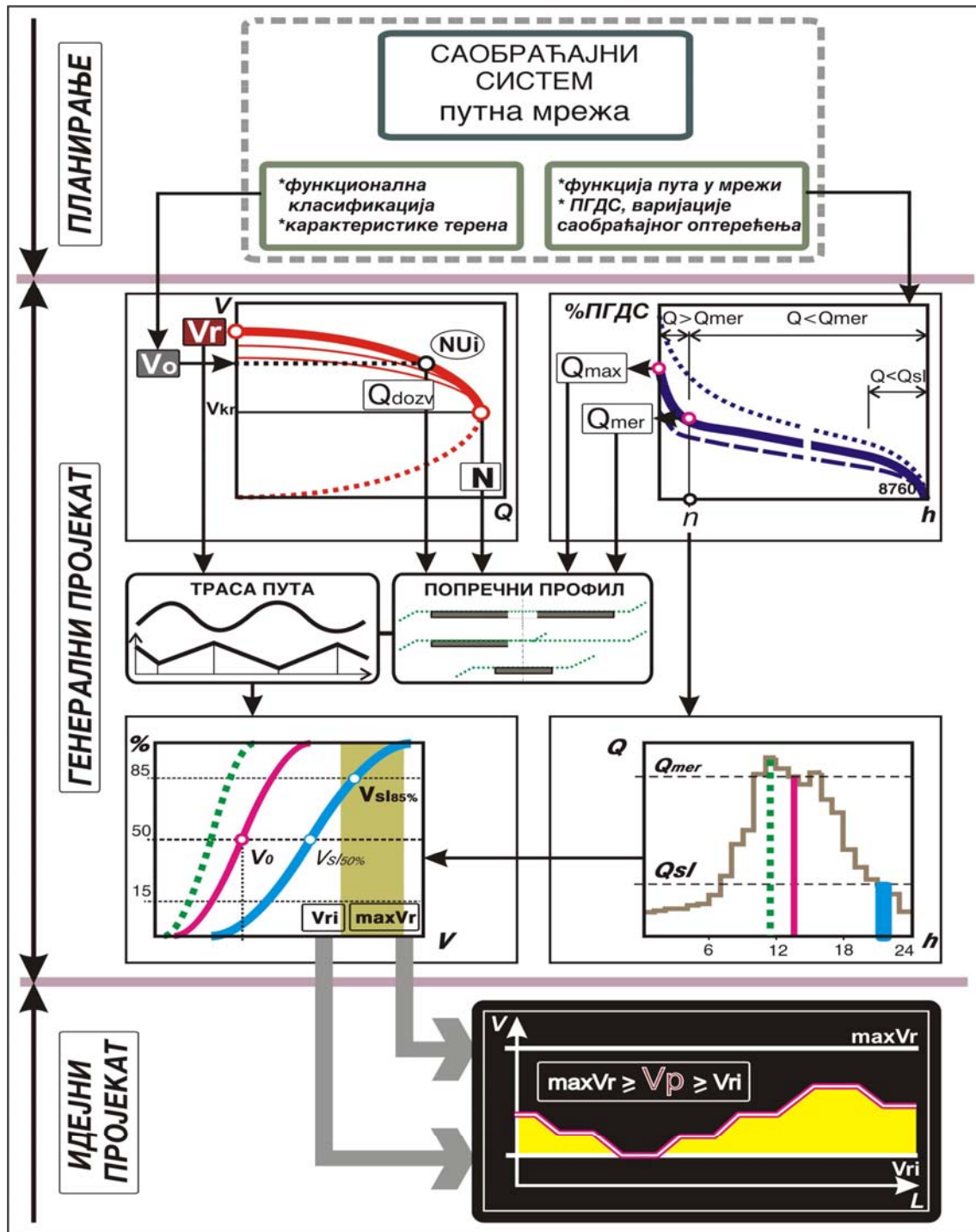
- slobodni saobraćajni tok (nivo usluge "A") kada je protok relativno mali ( $Q \approx Q_{sl}$ ), a vozilo se kreće neometano od strane drugih vozila. U takvim saobraćajnim uslovima, po pravilu, postižu se veće brzine i osnovni ograničavajući faktor su uslovi puta ( $R, i_N, B$ );
- saobraćajni tok na datom nivou usluge "B-E", kada zbog gustine toka brzina opada. Ovakvi uslovi kretanja osnova su za definisanje brzina kao indikatora stanja saobraćajnog toka.

Između navedenih graničnih stanja može se javiti niz različitih uslova odvijanja saobraćaja koji se mogu opisati kroz raspodelu brzina vozila. Kao merodavne, v. sl.1 izdvajaju se sledeće karakteristične vrednosti:

- 50% brzina ( $V_{50}$ ) kao indikator uslova odvijanja saobraćaja (u uslovima slobodnog saobraćajnog toka  $V_{50} \approx V_{sr}$ ),
- 85% brzina ( $V_{85}$ ) i maksimalna brzina ( $\max V$ ) koje su osnova za analize sa stanovita bezbednosti vožnje,
- 15% brzina ( $V_{15}$ ) kao osnova za analize sa stanovišta brzina merodavnih teretnih vozila.

Potrebno je naglasiti da brzine koje se eksperimentalno utvrđuju u realnim uslovima odvijanja saobraćaja pokazuju značajna rasipanja i odstupanja te je stoga neophodno postupkom generalizacije doći do merodavnih brzina koje se, kao merodavne, primenjuju u procesu

projektovanja vangradskih puteva. Za takav postupak potreban je određeni stepen idealizacije uticajnih parametara, te se za teorijski uopštene vrednosti brzina može reći da samo približno odgovaraju stvarno merenim brzinama na određenom putnom preseku.



Брзина	$V_o$	$V_r$	$V_p$
основа за дефинисање ниво разматрања	ФУНКЦИЈА ПУТНА МРЕЖА	ИНВЕСТИЦИЈЕ ПУТНИ ПОТЕЗ, ДЕОНИЦА	СИГУРНОСТ ЕЛЕМЕНТ ПУТА
проектни ниво	СТУДИЈА	ГЕНЕРАЛНИ ПРОЈЕКАТ	ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ
услови тока	$Q_{mer}$	$Q_{mer}, Q_{sl}$	$Q_{sl}$

Sl. 1: Algoritam merodavnih brzina koje se primenjuju u projektovanju vangradskih puteva

No, statistički pristup normiranja krije u sebi opasnost da se u normirano (normalno) stanje uvede deo pogrešnog postupka koji postoji u saobraćajnom događaju i koji se ne može jasno razdvojiti od normalnog postupka. Ako se ovome doda i promenljivost vrednosti brzina kroz vreme (povećanje snage vozila, kvalitetniji vozači i sl.), jasno je da merene brzine vožnje mogu služiti samo kao korektiv u funkcionalnom utvrđivanju normiranih vrednosti brzina. To znači da merodavne brzine kao osnovni parametri projektovanja vangradskih puteva treba da bude utvrđene kao teorijske veličina sa pogledom na budućnost (treba), a ne kao vrednosti koja sankcioniše trenutno stanje (jeste). Naravno, da je njihova korespondentnost neophodna.

Definisanje normiranih vrednosti brzina za projektne analize je kompleksan problem koji treba da zadovolji uslove bezbednost, udobnosti i efikasnosti odvijanja saobraćaja. Sledi da je neophodno definisati karakteristične brzine koje će sa jedne strane biti ekonomski (investicioni) modul (definisanje graničnih elemenata plana i profila), a sa druge strane služiti kao vozno-dinamički modul za utvrđivanje bezbednost i udobnosti vožnje.

**Osnovna brzina ( $V_0$ )** je polazni programski parametar koji u suštini predstavlja indikator nivoa usluge određenog putnog pravca pri merodavnom saobraćajnom opterećenju ( $Q_{mer}$ ). Ova brzina se određuje na osnovu saobraćajnog značaja putnog pravca i makropokazatelja prostornih ograničenja, kao i na osnovu društvenog opredeljenja o prihvatljivim uslovima saobraćaja pri merodavnom saobraćajnom opterećenju. Budući da je osnovna brzina ( $V_0$ ) približno jednaka srednjoj brzini saobraćajnog toka u idealnim uslovima ( $V_0 \approx V_{sr}$ ) i da je  $V=f(Q)$ , usvajanjem osnovne brzine istovremeno se definiše i dozvoljeno saobraćajno opterećenje ( $Q_d$ ) pri kome je  $V_0$  realno ostvarljiva (v. sl. 1).

Kao što je prikazano na sl. 1, osnovna brzina  $V_0$ , indirektno se primenjuje (preko dozvoljenog protoka  $Q_d$ ) u procesu dimenzionisanja poprečnog profila puta. Svakako da će se na putu javiti bolji uslovi vožnje kada je saobraćajno opterećenje manje od graničnog protoka za slobodnu vožnju ( $Q < Q_{sl}$ ), tj. kada brzina saobraćajnog toka teži maksimalnoj brzini  $\max V$ . Prema osnovnoj zakonitosti saobraćajnog toka  $V=f(Q)$  može se takođe zapaziti da je maksimalna brzina direktno povezana sa osnovnom brzinom, i da u situacijama kada  $V \approx \max V$  dominantan postaje kriterijum bezbednost vožnje. Vrednosti osnovne brzine utvrđuju se u studiji koncepcije projekta na osnovu analiza Generalnog plana (master plana) putne mreže i služe kao programski parametar za izradu generalnog projekta puta.

**Računska brzina ( $V_r$ )** je teorijska vrednost koja služi za proračun graničnih geometrijskih elemenata koji se mogu primeniti u procesu trasiranja, v.sl. 1. Njome se praktično određuje donja granica projektnih elemenata u najsloženijim terenskim uslovima datog puta. Time se indirektno izražava stav o mogućem obimu investicionih ulaganja!

Jasno je da računsa brzina zavisi od uslova terena. Međutim, ona u isto vreme zavisi i od programirane osnovne brzine ( $V_0$ ). Naime, ona mora predstavljati garanciju da geometrijski elementi puta neće biti prepreka za ostvarenje planiranog nivoa usluge. To znači da je po definiciji  $V_r > V_0$ . S druge strane, računsa brzina ima značenje najveće bezbedne brzine usamljenog vozila u najoštrijim uslovima puta.

Vrednosti osnovne i računse brzine utvrđuju se na osnovu funkcionalne klasifikacije puteva i topografskih odlika terena u kojima će se graditi budući put i sastavni su deo tehničkih uputstava, smernica ili preporuka za projektovanje javnih puteva.

Ovako definisana računsa brzina merodavna je za utvrđivanje najstrožih geometrijskih elemenata. Po pravilu, oni će biti primenjeni samo na kritičnim odsecima gde bi komforniji elementi izazvali neprihvatljive investicione troškove. Na ostalim odsecima najčešće postoji

mogućnost primene blažih krivina i uspona, koji objektivno pružaju mogućnost za ostvarenje većih brzina od računске.

No, kako povoljniji elementi povlače za sobom i veća investiciona ulaganja suštinski zadatak projektanta je da iz odnosa efekti-troškovi oceni realnu granicu prekoračenja  $V_r$ .

U tom smislu definisana gornja granica računске brzine (**max Vr**) zavisi samo od kategorije puta, odnosno, razmere poprečnog profila, kolovoznih elemenata pre svega ( $R = \infty, i_N = 0$ ).

Kao što je već naglašeno, u određivanju računске brzine bitan faktor je karakter terena, topografija pre svih. Ovo se ne može prepustiti subjektivnoj proceni bez dokumentovane inženjerske analize. U tom smislu potrebno je da se kroz Generalni projekat ispituju prostorni uslovi, u skladu sa rangom puta i sagledivim investicionim mogućnostima, pa tek na osnovu vozno-dinamičkih analiza razvrstaju karakteristične deonice i za njih utvrde odgovarajuće vrednosti Računske brzine deonica -  $V_{ri}$ . Tako utvrđena računска brzina deonica postaje sada polazni programski parametar sa kojim se pristupa izradi Idejnog projekta! U toj fazi projektnih istraživanja trasiranje kritičnih odseka stoji pod direktnim uticajem ove računске brzine.

**Projektна brzina ( $V_p$ )** je teorijska vrednost brzine merodavna za dimenzionisanje određenog elementa puta pri uslovima sigurne i udobne vožnje u slobodnom saobraćajnom toku. Ova brzina se određuje na osnovu geometrijskih karakteristika trase u planu i profilu pri čemu je geometrija elementa merodavni faktor bezbednosti i udobnosti vožnje. Projektна brzina se određuje posledično i po definiciji uvek se mora nalaziti u rasponu:  $V_{ri} \leq V_p \leq \max V_r$ , (v.sl.1).

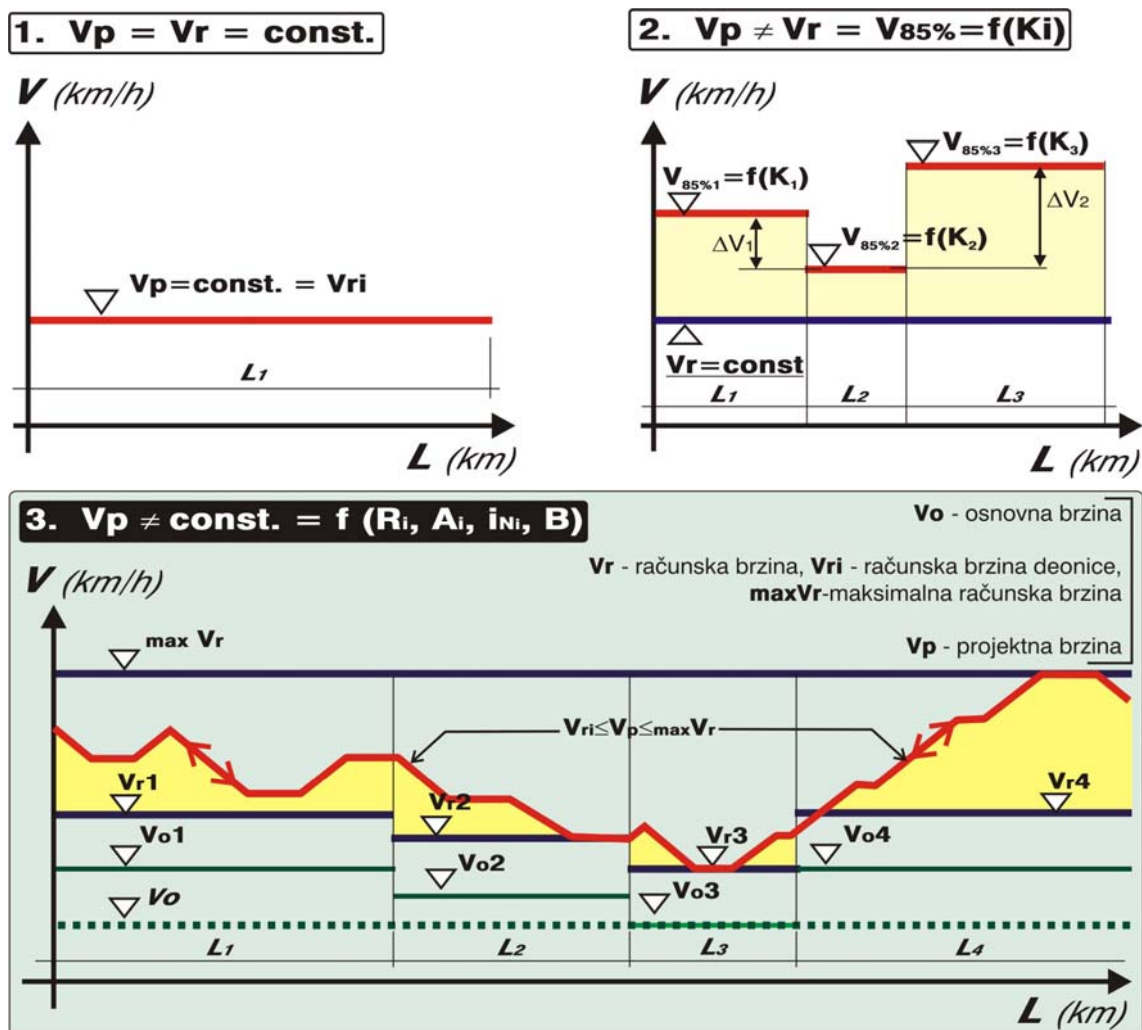
Projektна brzina ( $V_p$ ) primenjuje se za dimenzionisanje određenog elementa puta sa stanovišta bezbednosti i udobnosti vožnje i kao osnovni element za proračun dinamičke usklađenosti (**Du**) i homogenosti (**Dh**) primenjenih elemenata situacionog plana i podužnog profila puta. Ona se istovremeno koristi i kao indikator vrednosti projektnih rešenja u procesu vrednovanja varijanata, ali i kao voyno'dinamički modul za dimenzionisanje saobraćajne i tehničke opreme puta.

Na sl. 2 prikazani je istorijski razvoj ideje o primeni projektne brzine u projektovanju vangradskih puteva od konstantne brzine ca ceo putni potez, v.sl.2.1, preko modela konstantne brzine na deonicama sa uniformnom vrednošću krivinske karakteristike, v.sl.2.2, do konačno modela sa promenljivom projektном brzinom, v.sl.2.3.

Prvi koncept je najjednostavniji i zasnovan je na konstantnoj vrednosti projektne (računске) brzine za putni potez koji je predmet projektnih istraživanja. Vrednost merodavne brzine utvrđuje se na osnovu značaja puta u mreži i topografskih karakteristika terena. Projektни elementi puta se dimenzionišu na osnovu tako utvrđene vrednosti projektne brzine, i ne podležu proveru-simulaciji stvarnih brzina na putu što može dovesti do suštinskih razlika između teorijskog modela i realnih uslova eksploatacije.

Drugi koncept, kao što je istaknuto, zasniva na konstantnoj vrednosti projektne brzine u funkciji krivinske karakteristike,  $V_p = \text{const.} = V_{85\%_{\text{om}}} = f(K_i)$ . Zavisnost  $V_{85\%_{\text{om}}} = f(K_i)$  utvrđena je relevantnim eksperimentalnim istraživanjima (G. Koeppel) za standardna stanja saobraćaja (slobodni saobraćajni tok) i puta (čist, ravan i vlažan kolovoz). To znači da se na putnom potezu, koji je predmet projektnih analiza, deo po deo vrši usaglašavanje merodavne brzine sa geometrijskim karakteristikama trase puta čime je uveden viši nivo realnosti u postupak dimenzionisanja elemenata projektne geometrije. Ovaj koncept je prvi put uveden u upotrebu 1973. godine u Nemačkoj da bi od 1981. godine našao mesta i u jugoslovenskim propisima za

projektovanje puteva (L.02). Nije potrebno posebno isticati opasnosti nekritičkog preuzimanja tuđih rezultata, kao i posledica koje ovakav postupak može imati na bezbednost vožnje.



Sl. 2.: Različiti modeli merodavnih brzina u projektovanju puteva

Treći koncept zasnovan je na principu promenljive projektne brzine u funkciji primenjenih elemenata projektne geometrije puta. Ovaj koncept (R. Crotaz, K. Dietrich) prvi put je primenjen sedamdesetih godina ovog veka u propisima za projektovanje vangradskih puteva u Švajcarskoj (L.02). To je koncept koji zastupa i autor ovog rada i predlaže ga kao zvanični koncept za novelaciju srpski uputstava za projektovanje vangradskih puteva uz puno uvažavanje specifičnosti i ograničenja lokalnih uslova. Koncept zasniva na primeni teorijskog modela vožnje za utvrđene zavisnosti  $V_p-R$  i  $V_p-i_N$ , koji se kalibriše vodeći računa o realnim događanjima u putnom saobraćaju!

Izloženi koncept o promenljivoj vrednosti projektne brzine predstavlja sa metodološkog stanovišta znatno poboljšanje i unosi u proces projektovanja veći nivo realnosti ili bolje reći očekivane realnosti, nego koncepti koji baziraju na konstantnoj vrednosti projektne (računske) brzine. Mada se ne može očekivati, a nema ni nekog posebnog smisla insistirati na tome, da simulirane vrednosti projektne brzine, u potpunosti odgovaraju brzinama u slobodnom saobraćajnom toku, značajno je istaći da se ovim konceptom u stvari približavamo stvarnim

uslovima odvijanja saobraćaja te da se na taj način bitno utiče na povećanje nivoa bezbednosti puta, omogućavajući istovremeno uspostavljanje kvantifikovanih pokazatelja za analizu i vrednovanje pojedinih rešenja.

Na ovaj način, projektant puta je u mogućnosti da u iterativnom postupku projektovanja, još u fazi preliminarne optimizacije Idejnog projekta ustanovi, pre svega, problematične deonice i opasna mesta i da ih u toj fazi projektovanja i otkolni! Na osnovu rezultujućeg profila projektne brzine, v.sl. 3, stvaraju se realniji uslovi za proveru i dimnezionisanje projektnih elemenat (geometrija plana i profila, poprečni nagib kolovoza, zahtevana i preglednost is l.) a moguće je i numerički kvantifikovati predloženo varijantno rešenje.

Usklađenost i homogenost elemenata situacionog plana i podužnog profila puta predstavlja ključni problem u celokupnom procesu trasiranja i oblikovanja. Suština postupka je u utvrđivanju kvantifikovanih pokazatelja uspešnosti traserskih (projektantskih) ostvarenja.

Problem usklađenosti i homogenosti moguće je razmatrati sa dva osnovna aspekta: geometrijskog i dinamičkog.

Geometrijska usklađenost i homogenost vezuje se uglavnom za analizu i primenu skladnih i funkcionalnih prostornih oblika (statistička analiza krivinske karakteristike trase, optičke analize i sl.) sa osnovnim problemom objektivne kvantifikacije primenjenih elemenata projektne geometrije.



Sl. 3.: Kvantifikacija rezultujućeg profila projektne brzine

Dinamički parametri usklađenosti i homogenosti se razmatraju u okviru analize projektne brzine, kao funkcije odziva geometrijskih karakteristika trase (L. 01,02) te tako ove analize predstavljaju pouzdane pokazatelje traserskih ostvarenja sa stanovišta bezbednosti i udobnosti vožnje.

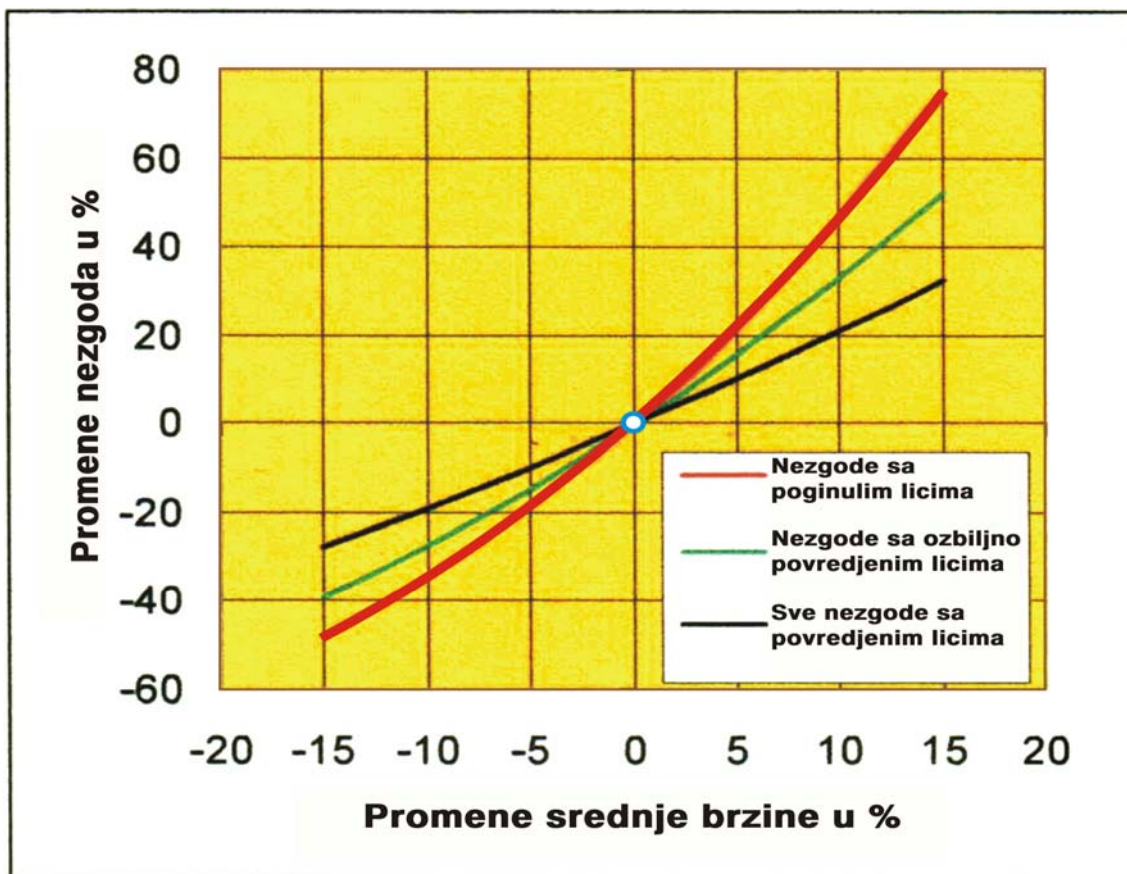
Dinamičku usklađenost (Du (km/h)) karakteriše odnos brzina susednih elemenata trase i na osnovu ovog kriterijuma formira se polje izbora susednih radijusa. Važno je istaći da razlike brzina susednih elemenata koje su veće od 15, a posebno od 20km/h, skoro po pravilu dovode do ozbiljnih problema u bezbednom odvijanju putnog saobraćaja. Ovo zahteva promptnu reviziju predloženog rešenja još u fazi izrade projektne dokumentacije (Idejni projekat novogradnji ili rekonstrukcija), ili primenu posebnih mera vođenja i upravljanja saobraćaja u projektima rehabilitacija kada se ne vrši bitnije poboljšanje geometrijske imperfekcije trase puta!

Dinamička homogenost trase se može razmatrati na različitim nivoima, počevši od dinamičke homogenosti putne mreže pa sve do analize homogenosti izolovanih deonica kod

rekonstrukcije ili rehabilitacije postojećih putnih pravaca, v.sl. 3, koja se izražava koeficijentom dinamičke homogenosti (**Dh (%)**).

Osnovna funkcija odziva koja se za jednu trasu može definisati u vozno-dinamičkom smislu, jeste promena projektne brzine u zavisnosti od primenjenih elemenata situacionog plana i podužnog profila tzv. rezultujući profil projektne brzine. Ova funkcija karakteriše vozno-dinamičke zakonitosti na trasi, te je ne osnovu nje moguće uvesti i parametre dinamičke homogenosti. Posebno je značajno istaći činjenicu da rezultujući profil projektne brzine objedinjuje uticaj elemenata, plana i profila puta, te se na taj način dobija realnija slika o vozno-dinamičkim kvalitetima trase. Na osnovu eksperimentalni istraživanja (R. Dončeva) utvrđena je i statistička zavisnost između koeficijenta dinamičke homogenosti (**Dh (%)**) i koeficijenta nesigurnosti puta (**Ns** (nezgoda/10<sup>6</sup> vozila km)) što nagoveštava mogućnost primene ovog postupka i u predikciji saobraćajnih nezgoda.

Najnovija istraživanja fenomena brzina (L. 09, 10, 11) ukazuju na značaj redukcije brzine u slobodnom toku  $V_{85\%m}$  čime se bitno utiče na smanjenje broja nezgoda, posebno onih sa fatalnim ishodom, v.sl.4. Iz ovih istraživanja proizilaze i stavovi o vezi ograničenja brzina na putnoj mreži i  $V_{85\%m}$ , odnosno indirektna veza sa  $V_p$  kao teorijske vrednosti brzine, imajući na umu ranije iznet stav o korespondenciji ovih brzina. Pritom je važno istaći da ograničena brzina vožnje  $V_{ogr.} \approx V_{85\%m}$  treba da bude manja ili jednaka projektnoj brzini  $V_p$ !



Sl. 4.: Uticaj smanjenja brzine vožnje na smanjenje saobraćajnih nezgoda (L.10)



### 3. ZAKLJUČAK

Definisanje merodavnih brzina u projektovanju puteva predstavlja bitan korak ka traženju optimalnog rešenja bilo da se radi o novoprojektovanim trasama, rekonstrukciji ili rehabilitaciji postojećih puteva. U tom smislu najvažnije je obezbediti da se usvakoj fazi projektovanja (Generalni projekat, Idejni projekat, glavni projekat) donesu odgovarajuće odluke i da se kroz iterativni postupak sagledaju posledice predloženog rešenja. Imajući u vidu da od brzina, pre svega od projektne brzine –  $V_p$  zavise skoro svi projektni elementi veoma je važno istaći neophodnost eksperimentalnih istraživanja uticaja prostorne i fizičke strukture puta na brzine vožnje, posebno na  $V_{85\%m}$  u slobodnom saobraćajnom toku, kako bi se mogli uspostaviti što reprezentativniji modeli za analize i simulaciju budućih događanja na putu, a sve u cilju povećanja bezbednosti i udobnosti vožnje.

### LITERATURA

- [1] Anđus, V.: *Projektovanje puteva – sinteza iskustva, racionalnosti i kreativnosti, inauguralno predavanje*, GF Beograd, 1994, str.38.
- [2] Anđus, V.: *Komparativna analiza merodavnih brzina i njihova primena u projektovanju puteva, IP monografija “Savremene tendencije u putnom inženjerstvu”*, Beograd, 2000, str.135-160..
- [3] Anđus, V.: *Osnove projektovanja rehabilitacije vangradskih puteva*, Građevinski kalendar 2006, Beograd, 2005, str.513-543.
- [4] Dietrich, K., Rotach, M., Boppart, E.: *Strassen-projektierung*, IVT-ETHZ, Zuerich, 1993, S. 622.
- [5] Katanić, J., Anđus, V., Maletin, M.: *Projektovanje puteva*, Građevinska knjiga, Beograd, 1983, str.428.
- [6] Lamm, R., Psarianos, B., Mailaender, T.: *Highway design and traffic safety engineering handbook*, McGraw-Hill, New York, 1999, p. 895.
- [7] Lorenc, H.: *Projektovanje i trasiranje puteva i autoputeva*, prevod, Građevinska knjiga, Beograd, 1980, str.440.
- [8] Mason, J, M.: *Speed Management and Engineering Related Issues*, National Forum on Speeding, Washington, D.C. 2005, ppt. 21.
- [9] Nouvier, J; Alicandri, E.: *Speed Management: Main Conclusions of the OECD-ECTM Study*, XXIII AIPCR Congrès, Paris 2007, p.15.
- [10] Stamatiadis, N.: *Design Guidelines and Safety, Thinking Beyond the Pavement*, Kentacky Transportation Center, 1999, ppt. 53.
- [11] Weise, G., Durth, W.: *Strassenbau: Planung und Entwurf*, Verlag fuer Bauwesen GmbH, Berlin 1997, S. 436.

