

Merodavni saobraćajni protoci u vrednovanju projektnih rešenja

Prof. dr Vladan Tubić, dis

Saobraćajni fakultet, Beograd
vladan@sf.bg.ac.rs



„Inženjer je sposoban da izvede objekat za 1 dolar koji bi svaki kopač izveo za 2 , ali tek pošto vidi ono što je izvedeno“ (A.M.Wellington)

„Minimum troškova izgradnje je naravno poželjno postići, ali put koji je stvarno najjeftiniji nije onaj put koji najmanje košta već put koji ostvaruje najveće dobiti proporcionalno troškovima njegove izgradnje“ (Gillespie,Roadmaking,1853)

„Zapanjujuća je i obeshrabrujuća preterana važnost koju inženjeri, njihovi učitelji i poslodavci pridaju najsitnijim detaljima kako da izgrade pojedine objekte, previđajući istovremeno bitnija pitanja gde i kada da grade i da li uopšte da grade”

(Arthur Mellen Wellington, 1877)

Kritički osvrt na ulogu vrednovanja u procesu optimiziranja putne mreže

Studije opravdanosti putnih projekata u periodu od 1974.- 2010.g. - UPUTSTVA



Funkcionalno vrednovanje u procedurama vrednovanja

Generalna analiza PGDS od 1988.- 2008.g., po funkcionalnim klasama puteva

Analiza merodavnih protoka po odredjenim časovnim klasama



Rezultati analize Q_m za tipično vangradske deonice i deonice sa dominantnim učešćem lokalnih tokova

Sistem vrednovanja

Sistem vrednovanja → logički niz od 4 vrste vrednovanja
(saobraćajno, ekološko, ekonomsko i investiciono)

- Složenost i multidisciplinarnost
- **Integrirani pristup** u svim fazama planiranja, projektovanja i upravljanja infrastrukturom.
- **Osnovna slabosti dosadašnjih pristupa je u stvari stav prema problemu vrednovanja – naknadnom dokazivanju već gotovih projektantskih rešenja više zasnovanih na intuiciji, a manje na argumentovanju realnih funkcionalnih potreba**

Vrednovanje u lokalnim uslovima

SPECIFIČNOST svakog konkretnog slučaja

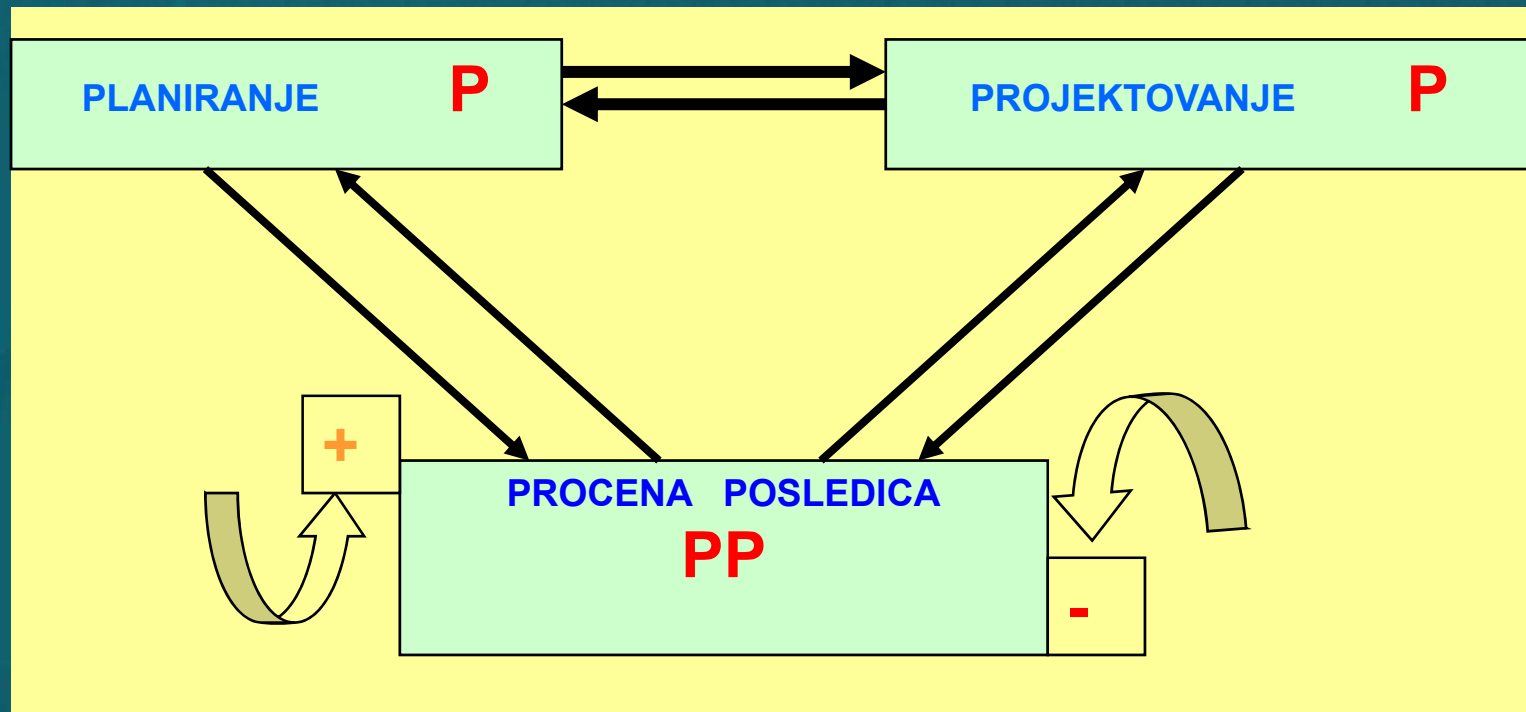
- **I faza** → istraživanje merodavnih vrednosti saobraćajnih zahteva (merodavnih protoka, pokazatelji nivoa usluge - funkcionalni kriterijumi),
- **II faza** → definisanje niza ekonomskih pokazatelja (modela za kvantifikaciju efekata, nivo cena, karakteristike vozila i sl.),
- **III sintezna i ključna faza** → izbalansiranost pokazatelja funkcionalnih i ekonomskih kriterijuma sa ciljem dobijanja jednoznačnih zaključaka i rezultata.

ULOGA VREDNOVANJA U PROCESU OPTIMIZIRANJA

- Projektovanje i izgradnja puteva **ne može i ne sme** se posmatrati kao usko inženjerski zadatak - **kako graditi**, već istovremeno i **gde, kada i zašto** graditi.
- **Vrednovanje**, kao ključni korak u procesu kreiranja - neopravdano je suženo na parametre troškova u kojima dominiraju troškovi izgradnje, pa je sagledavanje drugih (često i važnijih) kriterijuma vrednovanja prepušteno intuiciji stručnjaka, **iako su objektivnije metode davno začete i razvijene**.
- Posledice zatvaranja u uske okvire pojedinih struka su višestruke; dobra pa čak i **izuzetna tehnička rešenja su realizovana na pogrešnom mestu**, suviše kasno ili prevremeno (**KADA**) i, nažalost, sa daleko manjim efektima (ili čak sa negativnim efektima) nego što je to predviđeno u trenutku donošenja odluke (**ZAŠTO**).

„4 P“ proces → PLANIRANJE - PROJEKTOVANJE - PROCENA POSLEDICA (VREDNOVANJE)

- Neophodno je najdirektnije **povezati proces** prostornog planiranja sa procesom projektovanja.
- Proces planiranja mora se podržati projektnim rešenjima koja određuju realnost i izvodljivost varijanti kako bi se **pouzdana procenile posledice** i planerskih i projektantskih rešenja.



METODOLOGIJE PRIMENJIVANE U SO I ULOGA FUNKCIONALNOG VREDNOVANJA

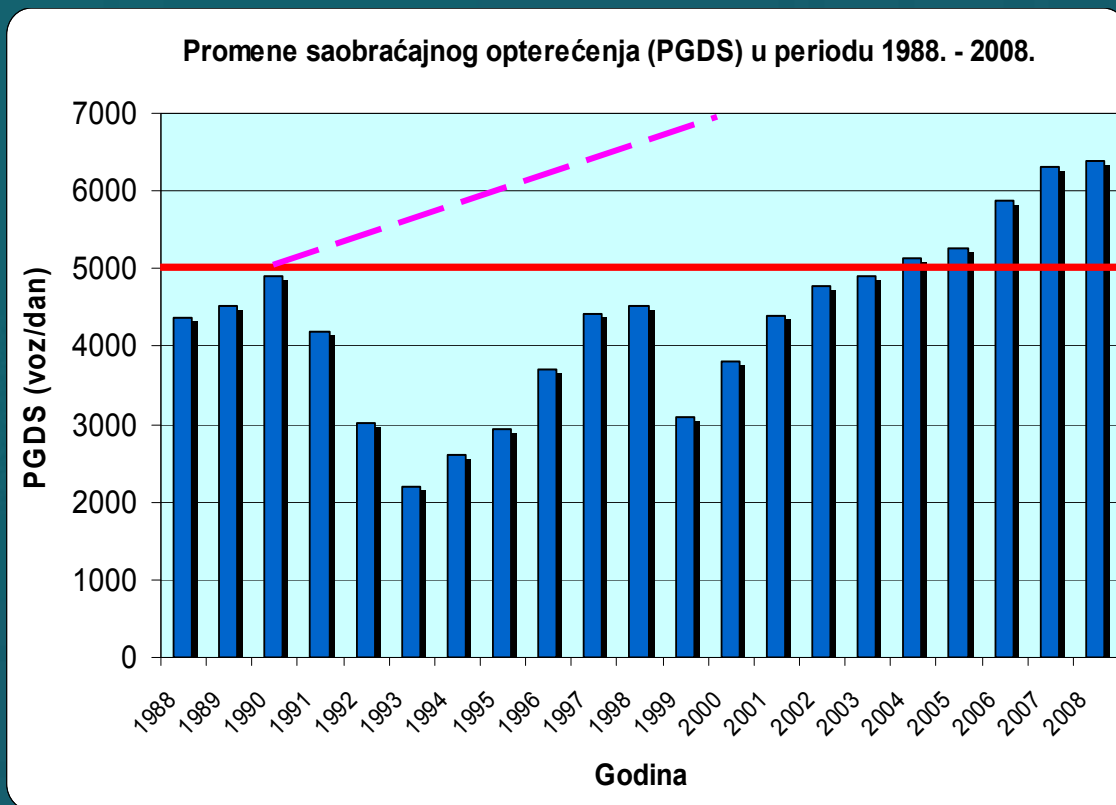
- 1974. g. - Uputstva za izradu studija o izvodljivosti puteva DORSCH CONSULT - Munchen i LOUIS BERGER-INC - SAD
- 15-god., iskustva u primeni ovih **Upustava** ukazala su na potrebu da se u izradi SO putnih projekata uvede **FUNKCIONALNO VREDNOVANJE**. Problem - **megalomanski putni projekti** koji nisu primereni realno očekivanim saobraćajnim tokovima - **stručni argument da li sa saobraćajnog aspekta postoji potreba**
- **Važeća Uputstva** - 1991.g., (Saobraćajni fakultet, Beograd), **više-fazno vrednovanje** i eksplicitno je naglašena **inter-disciplinarnost** studija opravdanosti kroz : **FUNKCIONALNO, EKOLOŠKO, EKONOMSKO i INVESTICIONO** vrednovanje

HDM ili Postojeća UPUTSTVA ?

- **HDM**-model - primena gotovog softvera(+) i problem kalibracije (-) na lokalne uslove (**default vrednosti** – posebno kod klasa merodavnih protoka, zavisnosti V-q, reprezentativna vozila, jedinične cene i sl.)
- **HDM** - prihvatanje **pasivne uloge vrednovanja** - dokazivanja već gotovih projektantskih rešenja, a aktivna ulogu (FV) preispitivanja i korekcije rešenja u svim fazama optimiziranja (planiranja, projektovanja i procene posledica) prepuštena je alatu koji **podrazumeva da je sve to korektno sprovedeno**.
- Ključni problem → u **balansu ponude i potražnje**, a time se dovodi u pitanje korektna upotreba ključnih parametra tražnje → PGDS-a i merodavnih saobraćajnih protoka, analiza brzina, *Nivoa Usluge*, klase protoka i os., → ? **pogrešni konačni rezultati u ekonomskom vrednovanju.**

PROMENE SAOBRAĆAJNIH TOKOVA NA PUTNOJ MREŽI SRBIJE U PERIODU 1988 – 2008.g.

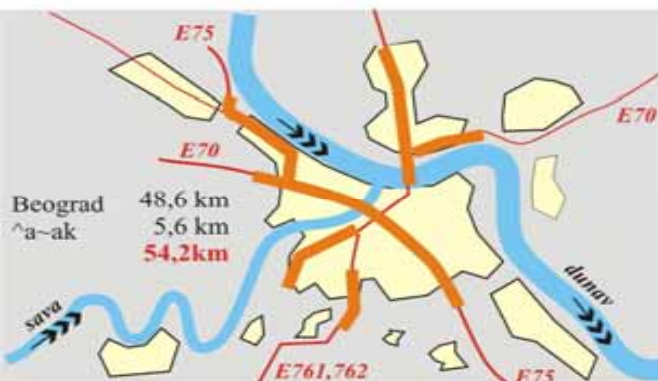
- Generalna analiza potražnje (PGDS) osnov je za analizu merodavnih protoka i raspodelu saobraćajnih tokova po klasama časovnog opterećenja, Q_m
- Definisane su 3 funkcionalne podgrupe A, B i C (osnov funkcionalna klasifikacija mreže) kako bi se identifikovale promene s obzirom na dominantno učešće pojedinih kategorija tokova (tranzitni – daljinski, izvorno-ciljni i lokalni).



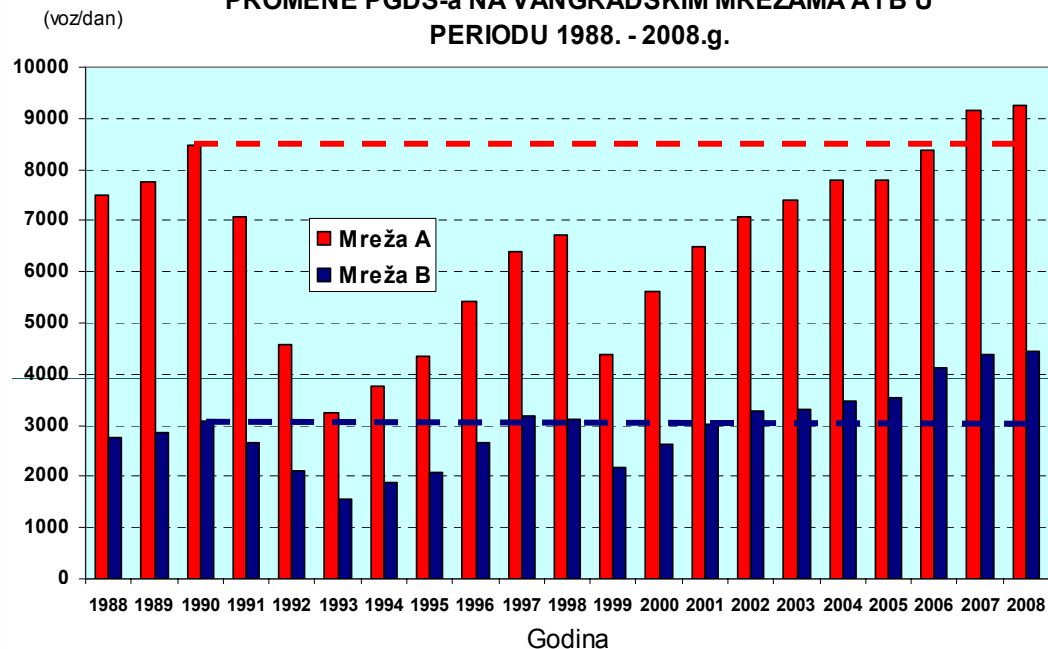
M mreža PGDS₂₀₀₈ → 6300 (voz/dan) ?
Bez "NO" → 12000 – 13000 (voz/dan)



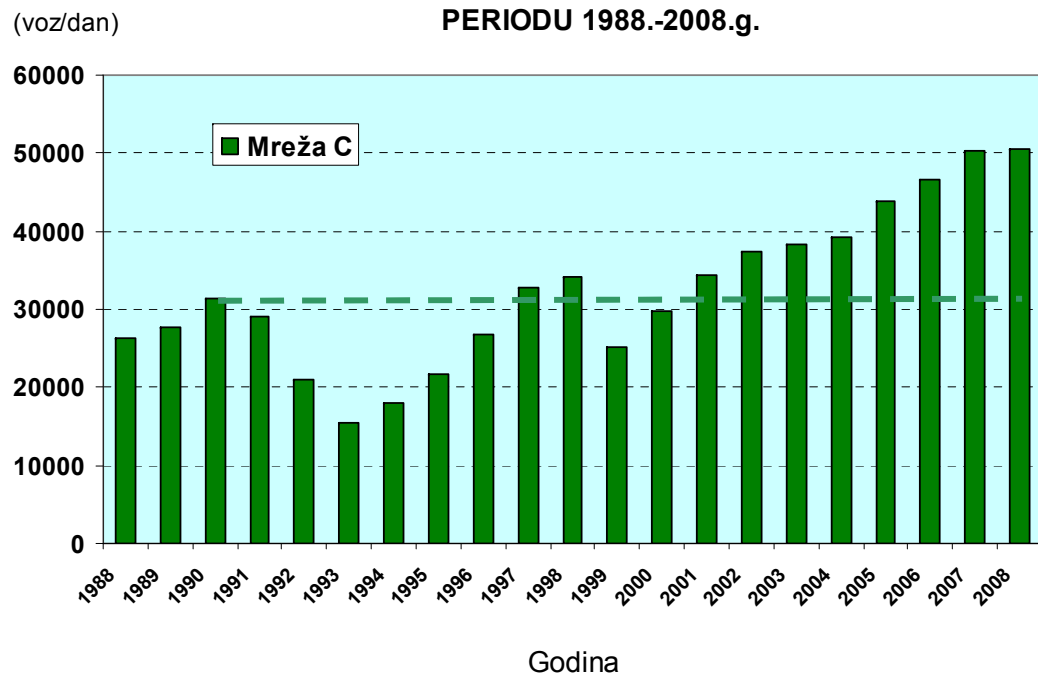
	km	%	%
vangradska A	1316,0	29,18	28,83
vangradska B	3190,1	70,82	69,99
	4506,1	100,00	
gradske deonice C	54,2		1,18
	4560,3		100,00



PROMENE PGDS-a NA VANGRADSKIM MREŽAMA A i B U PERIODU 1988. - 2008.g.



PROMENE PGDS-a NA DEONICAMA GRADSKE MREŽE C U PERIODU 1988.-2008.g.



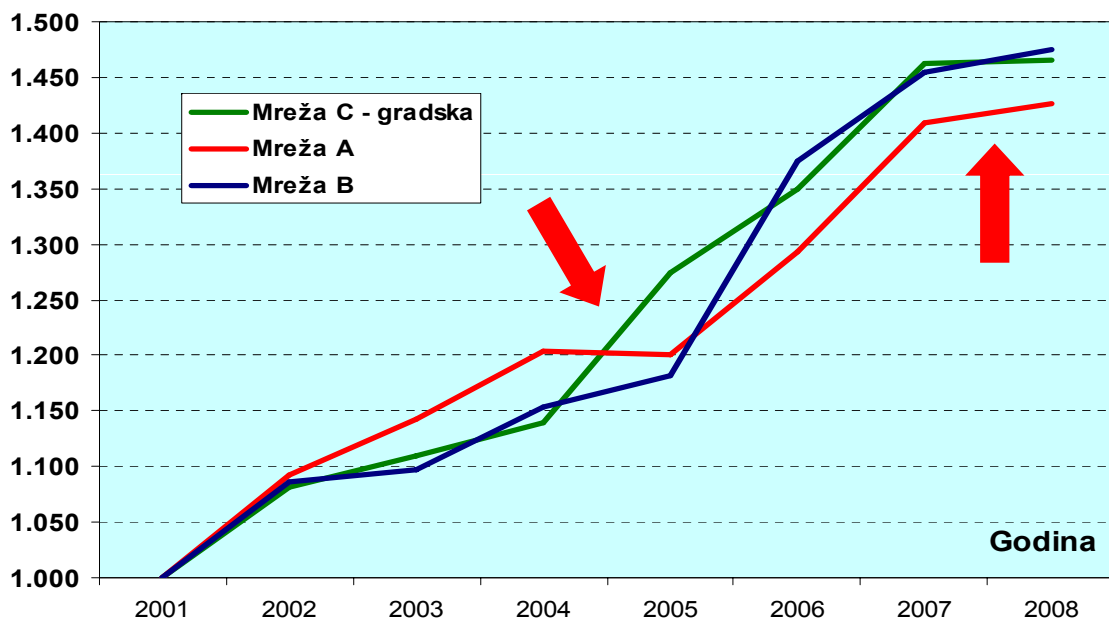
Promene PGDS-a po mrežama A, B i C

REZULTATI – GENERALNI STAVOVI

- Niska baza prosečnog PGDS-a u 2008.g. – 6300 (voz/dan)
- **Mreža A** → relativno spor rast posle kriznih perioda (1993, 1999) što je direktna posledica odsustva – redukcije tranzitnih tokova i daljinskih izvorno-ciljnih kretanja. Na najvećem broju deonica mreže A došlo je do promena u svrhama putovanja ; daljinska turistička kretanja (tranzitna i izvorno-ciljna) koja su izazivala pojavu **vršnih opterećenja** u letnjim mesecima **svedena su na simbolične vrednosti** . Nivo PGDS-a iz 1990.godine dostignut je tek u **2007.g.**
- **Mreža B** → srednje vrednosti PGDS su značajno niže u odnosu na A-mrežu uz manje oscilacije tokom analiziranog perioda, a u periodu **2001-2005.** vrednosti su iznad nivoa 1990. godine. Tokovi na mreži B su pod **manjim uticajem spoljnih uslova** budući da se radi o kretanjima unutar državne teritorije **bez značajnijeg učešća prolaznog (tranzitnog) saobraćaja i vršnih opterećenja.**
- **Mreža C** → (gradske deonice M-mreže, lokalna kretanja u Beogradu - posledica neadekvatne ponude površinskih vidova javnog gradskog prevoza i/ili nedovoljnog kapaciteta drugih gradskih deonica. Srednji PGDS se **relativno brzo vraćao** na vrednosti pre kriznih perioda (1993,1999) i dostizao vrednosti značajno više od bazne 1990 godine (**1997-1998, 2001-2004**) sa izraženom tendencijom daljeg rasta do 2008.g.

REZULTATI – Promene od 2001. do 2008.g.

Indeks promene PGDS-a u periodu 2001. - 2008.g.



Čvrste korelativne zavisnosti izmedju društveno - ekonomskih indikatora i saobraćaja

Prosečne godišnje stope rasta PGDS-a

	2001/ 2000	2002/ 01	2003/ 02	2004/ 03	2005/ 04	2006/ 05	2007/ 06	2008/ 07
CELA MREŽA	15.0%	8.8%	2.7%	5.0%	2.2%	11.6%	7.3%	1.2%
MREZA A	15.2%	9.3%	4.6%	5.3%	-0.2%	7.7%	9.0%	1.2%
MREZA B	14.6%	8.6%	1.1%	5.1%	2.4%	16.4%	5.8%	1.4%
MREZA C	15.9%	8.2%	2.6%	2.6%	11.8%	5.9%	8.3%	0.3%

MERODAVNI SAOBRAĆAJNI PROTOCI

Analiza saobraćajnih zahteva (postojećih i budućih)

→ PGDS, q_m , klase časovnih protoka

→ niz strateških odluka u procesu optimiziranja putne mreže

- dimezionisanje poprečnog profila,
- novogradnja ili rekonstrukcija,
- FV (analiza brzina, q_m/C , analiza Nivoa Usluge....)
- EV (troškovni modeli – t_{vpp} , t_{expl})
- EKLV (ekološko vrednovanje)
- Regulisanje i upravljanje tokovima
- Eksploatacija mreže

q_m – merodavni vršni protok n-tog časa i distribucija protoka po klasama

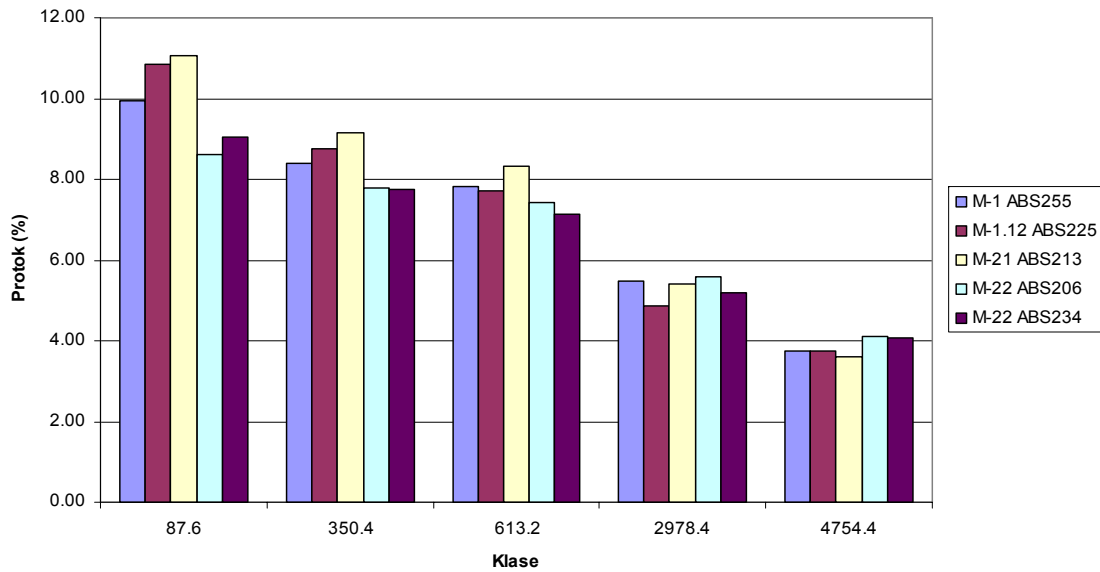
(pouzdanost informacionog sistema o saobraćajnim tokovima)

ISTRAŽIVANJE

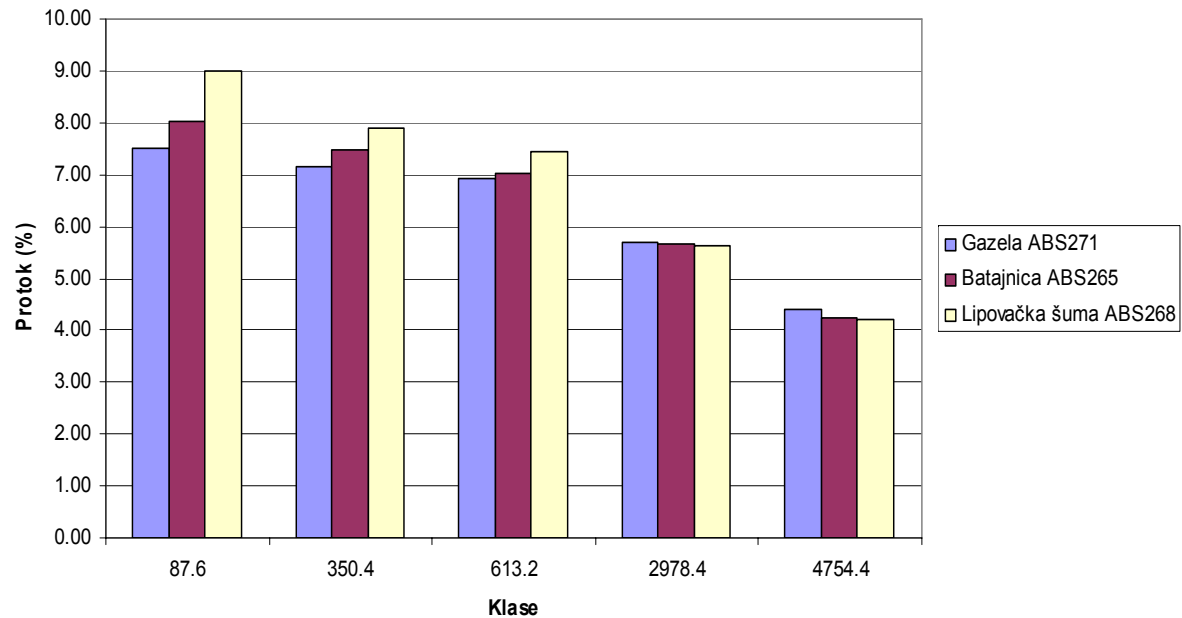
- Za analizu satne distribucije tokova i raspodelu po klasama uzeta je kao **polazna raspodela iz modela HDM-4** u kojem je definisano **5** karakterističnih perioda “učestalosti toka”.
- Radjena i analiza promena merodavnog vršnog časovnog protoka q_m u periodu od 2003. do 2008.g. (kriterijum 30, 50, 100 i 200-tog sata) sa ciljem detektovanja promena koje su nastale u tražnji uzrokovane kako **niskom bazom prosečnog PGDS-a**, tako i aktuelnim **periodom tranzicije** (relativno stabilne ekonomske prilike, ali spor ekonomski oporavak i sl.) u kome **dominiraju lokalna kretanja i kretanja na kraće distance**.
- **Detaljna analiza časovnih neravnomernosti protoka (? - na osnovu podataka sa savremenih automatskih brojača saobraćaja).**
- 3 brojača na teritoriji grada Beograda kao reprezentivi dela mreže sa dominantnim lokalnim kretanjima i to: **ABS 271** - na mostu Gazela, **ABS 265** - Batajnica (put M-22) i **ABS 268** - Lipovačka Šuma (put M – 22).
- Reprezentivi dela mreže sa dominantnim daljinskim kretanjima 5 ABS i to : **ABS 255** (put M-1) Doljevac 1 – Leskovac, **ABS 225** (put M-1.12) Dimirovgrad – gr. Bugarske, **ABS 213** (put M-21) Bela Zemlja – Kneževići, **ABS 206** (put M-5/22) Mrčajevci – Kraljevo i **ABS 234** (put M-22) Ugrinovci – Bućin Grob.

Rezultati analize časovnih protoka po klasama

Promena merodavnog protoka u zavisnosti od izabranih klasa



Promene merodavnog protoka u zavisnosti od izabranih klasa



Rezultati analize časovnih protoka po klasama

Na osnovu dobijenih rezultata moguće je izvesti sledeće generalne zaključke :

- ❑ Postoje značajne razlike u distribuciji časovnih protoka između preporučenih vrednosti u HDM modelu i lokalnim uslovima.
- ❑ Izabrane klase iz HDM modela pokazuju **malu osetljivost** – malu promenu vrednosti prosečnih protoka naročito u prve 2 klase (87,6 i 350,4) što je naročito izraženo kod lokalnih kretanja. Ovaj rezultat ukazuje na neophodnost redefinisavanja prve 2 (3) klase po pitanju broja sati, što je direktno povezano i sa rezultatima o upotrebi 200-tog časa kao merodavnog za utvrđivanje qm .
- ❑ Kod dominantno lokalnih kretanja za izabrane klase rezultati jasno ukazuju na veoma slabu promenu vrednosti merodavnog vršnog protoka (**naročito za prve 3 klase**).
- ❑ Nužna je dalja analiza i kontinualno praćenje promena u pojedinim kategorijama saobraćajnih tokova radi definisanja novih i različitih klasa koji će mnogo realnije odlikavati realno stanje u saobraćajnom toku s obzirom na karakter tokova.

Rezultati analize merodavnog časovnog protoka q_m

Tip puta s obzirom na njegovu funkciju	Vrednost merodavnog časovnog protoka				
	q_m (% PGDS-a)				
	Kriterijum 30-tog časa	Kriterijum 50-tog časa	Kriterijum 100-tog časa	Kriterijum 200-tog časa	Raspon 30 –200 časa
Izrazito sezonski put	38	34	28	26	38 - 26
Delimično sezonski put	23	21	18	16	23 - 16
Vangradski regionalni	20	18	17	12	20 - 12
Vangradski magistralni	15	14	13	10	15 - 10
Prigradski put	12	11	10	8	12 - 8
Gradska mreža	8	8	7,5	6	8 - 6

Preporučene vrednosti merodavnog časovnog protoka q_m

Rezultati analize merodavnog časovnog protoka q_m na vangradskoj mreži

Automatski brojač saobraćaja	N-ti sat	2003	2004	2005	2006	2007	2008
M-1 ABS 255	30	11.22	12.54	10.78	11.56	10.19	9.87
	50	10.73	11.81	10.41	11.00	9.76	9.66
	100	9.88	10.52	9.84	10.22	9.04	9.13
	200	8.98	9.27	9.28	9.26	8.63	8.74
M-1.12 ABS 225	30	12.40	12.70	11.69	11.18	10.52	14.17
	50	11.74	12.03	11.06	10.67	9.96	13.65
	100	10.85	11.04	10.32	9.83	9.22	12.74
	200	9.96	9.98	9.42	8.93	8.52	11.48
M-21 ABS 213	30	12.30	11.75	16.54	11.76	11.37	10.54
	50	11.60	11.19	15.81	11.27	10.84	9.94
	100	10.62	10.43	14.31	10.43	9.99	9.35
	200	9.66	9.50	12.80	9.60	9.35	8.74
M-22 ABS 206	30	8.92	8.89	8.98	8.96	9.50	8.95
	50	8.79	8.73	8.86	8.84	9.10	8.83
	100	8.46	8.33	8.56	8.52	8.82	8.55
	200	7.96	7.92	8.00	7.98	8.43	7.99
M-22 ABS 234	30	10.74	10.76	9.98	9.69	9.36	9.07
	50	10.00	10.07	9.64	9.27	8.95	8.86
	100	9.31	9.41	8.93	8.78	8.63	8.48
	200	8.60	8.65	8.35	8.18	8.00	7.89

q_m (%PGDS)

Rezultati analize merodavnog časovnog protoka q_m na lokacijama sa dominantnim lokalnim kretanjima

Automatski brojač saobračaja	N-ti sat	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Gazela ABS 271	30	7.99	8.48	7.95	7.72	7.68	7.69
	50	7.97	8.06	7.90	7.53	7.46	7.48
	100	7.92	7.91	7.79	7.07	7.00	7.00
	200	7.81	7.70	7.55	6.96	6.95	6.95
Batajnica ABS 265	30	8.84	8.93	8.77	8.71	8.73	8.87
	50	8.62	8.59	8.47	8.36	8.33	8.61
	100	8.06	7.97	7.97	7.94	7.93	7.99
	200	7.84	7.76	7.78	7.74	7.73	7.80
Lipovačka šuma ABS 268	30	9.88	9.58	9.48	10.03	10.27	8.95
	50	9.62	8.99	8.97	9.75	9.89	8.80
	100	8.99	8.70	8.72	9.10	9.45	8.42
	200	8.59	8.14	8.20	8.63	8.80	7.91

q_m (%PGDS)

Rezultati analize merodavnog časovnog protoka q_m

Na osnovu dobijenih rezultata moguće je izvesti sledeće generalne zaključke :

- ❑ Postoje značajna odstupanja u odnosu na preporučene vrednosti merodavnih protoka na vangradskoj mreži – značajno su manje vrednosti po svim kriterijuma kao posledica niske baze PGDS-a, redukcija daljinskih kretanja, problemi medjunarodnog tranzita, odnosno društveno ekonomskih prilika u Srbiji).
- ❑ Značajno se smanjila razlika u vrednostima q_m u funkciji broja sati (N od 30 do 200) tako se kriterijum 200 - tog sata logično nameće kao merodavan.
- ❑ Na delu mreže C – sa značajnim učešćem lokalnih kretanja ne postoje značajnija odstupanja u odnosu na preporučene vrednosti merodavnih protoka kao posledica opštih trendova i pojačanog rasta ove kategorije kretanja.
- ❑ Razlika u vrednostima q_m u funkciji broja sati (N od 30 do 200) na ovom delu mreže je još više redukovana (sa 2 na 1%) tako da je upotreba kriterijuma 200 - tog sata sasvim opravdana, sa očiglednim zadatkom preispitivanja i daljih istraživanja realnog stanja u toku, odnosno potreba da se ovaj broj sati pomeri ka višim vrednostima

Zaključna razmatranja



- ❑ Stručni osnov za donošenje valjanih odluka u procesu planiranja, projektovanja, finansiranja i eksploatacije puteva su procedure vrednovanja – procene posledica.
- ❑ Sistemom vrednovanja ističe se njegova složenost i multidisciplinarnost u kome se prožimaju mnogobrojna teorijska i iskustvena znanja iz raznih naučnih disciplina, ali i prevashodno više-faznost i integrisani pristup u svim fazama planiranja, projektovanja i upravljanja infrastrukturom.
- ❑ Već više od 20 godina jasno je definisana obaveza da se aktivnom ulogom **FUNKCIONALNOG VREDNOVANJA** argumentuje odluka da li sa saobraćajnog aspekta postoji potreba (kada, gde i kako) za preduzimanjem odgovarajućih tehničkih mera.

Zaključna razmatranja



- ❑ Analiza saobraćajnih zahteva (postojećih i budućih), odnosno problem realnog utrdjivanja merodavnih protoka dominantno utiče na niz strateških odluka u celokupnom procesu optimiziranja putne mreže (dimezionisanje poprečnog profila, novogradnja ili rekonstrukcija, FV, EV i EKLV).
- ❑ Generalni rezultati analize promena vrednosti q_m i distribucije protoka po klasama potvrdili su tezu da su promene značajne ali i veoma različite u funkciji kategorija tokova. Takodje, pitanje kalibriranja svakog, ali pre svega ovog važnog pokazatelja na realne lokalne uslove veoma složen zadatak. Značajne promene koje se dešavaju u saobraćajnim tokovima moraju postati predmet kontinualnih istraživanja.
- ❑ Razvoj savremenog sistema brojanja na vangradskoj i gradskoj putnoj mreži je urgentna aktivnost.