

Rezime:

Kretanje vojne motorizovane kolone auto-putem ostalim učesnicima u saobraćaju stvara određene smetnje. Sastav vojne motorizovane kolone najčešće čine teretna vozila skromnih dinamičkih karakteristika, koja ne mogu u potpunosti iskoristiti prednosti deonice auto-puta, kao funkcionalnog elementa putne mreže sa najboljim tehničko-eksploatacionim karakteristikama. Usled relativno male brzine kretanja kolone u odnosu na preovlađujuću brzinu kretanja auto-putem, javlja se potreba za preticanjem. U radu je analiziran proces preticanja kolone na auto-putu, sa aspekta vremenskih gubitaka u saobraćajnom toku i broja ometanih vozila.

Ključne reči: vojna motorizovana kolona, auto-put, vremenski gubici.

MILITARY MOTORIZED COLUMNS ON THE MOVE ON HIGHWAYS

Summary:

Military motorized columns on the move cause various obstructions to other participants in the traffic. Military motorized columns are usually composed of cargo vehicles with low dynamic characteristics which cannot entirely take advantage of highways as functional road network elements with the best technical and exploitation characteristics. Due to relatively low speed of columns on the move, there is a need for passing them. The process of passing columns on highways was analyzed from the standpoint of lost time in the traffic flow and the number of obstructed vehicles

Key words: military motorized column, highway, delay.

Uvod

U okviru vojnih prevoženja često se organizuju vojne motorizovane kolone, koje sa aspekta urednosti i bezbednosti kretanja, u odnosu na pojedinačno kretanje vojnih vozila, imaju niz prednosti. One se ogledaju kroz postojanje odgovornog lica za izvršenje zadatka prevoženja, ostvarenje boljeg uvida u rad nepo-

srednih izvršilaca kretanja, olakšanu tehničku podršku u toku kretanja, itd.

Sa aspekta korišćenja putne mreže, vojne motorizovane kolone najčešće se kreću dvosmernim saobraćajnicama. Međutim, pri izvršavanju određenih zadataka prevoženja, pogotovo na većim rastojanjima, javlja se potreba da vojna motorizovana kolona koristi auto-put kao deonicu u okviru svoje maršrute kretanja.

Vojna motorizovana kolona (u daljem tekstu: kolona) podrazumeva ureden skup vozila sa precizno određenim odgovornim licem, utvrđenom brzinom kretanja, rastojanjem između vozila, poretkom vozila, itd.

Odnos kolonskog i ostalog saobraćaja na auto-putu

Bitna karakteristika kretanja vozila auto-putem ogleda se u mogućnosti zadovoljenja izabrane brzine za vozila različitih dinamičkih karakteristika, što obezbeđuje postojanje više saobraćajnih traka u jednom smeru (traka za preticanje namenjena je vozilima izrazitijih dinamičkih karakteristika).

S obzirom na karakter kretanja vozila auto-putem, pojava organizovane kolonske formacije proizvodi specifičan uticaj na kretanje ostalih vozila auto-putem.

Naime, dinamičke karakteristike vojnih vozila u koloni, a najčešće se radi o teretnim vozilima, ne omogućuju postizanje maksimalno dozvoljene brzine kretanja na auto-putu (120 km/h), a često zbog sastava vozila u koloni, čak ni nižih vrednosti brzina. S druge strane, u praksi je uobičajeno da se kroz formu zapovesti za kretanje definiše brzina kretanja¹ i rastojanja sledenja među vozilima.

Premda u toku kretanja kolone auto-putem, kao i svakim drugim segmentom putne mreže, parametri kretanja (brzina, rastojanje sledenja, vremenski intervali

među vozilima) osciliraju po vremenu i putu oko zadatih tj. planskih vrednosti, za ovo razmatranje je uzeto da su ti parametri određeni i nepromenjivi u toku kretanja kolone deonicom auto-puta.

Sa aspekta korišćenja kolovozne trake auto-puta, kolonska formacija se najveći deo vremena kreće središnjom (voznom) trakom, dok izuzetno koristi traku za preticanje, odnosno traku za zaustavljanje (pri organizovanju zastanka i sl.).

Preticanje kolone na auto-putu

Najveći deo operacija preticanja na auto-putu obavlja se bez posebnih poteškoća, korišćenjem trake za preticanje vozila sa boljim dinamičkim karakteristikama. To se odnosi i na kolonu koja se kreće središnjom trakom. Međutim, problem se javlja u situaciji kada kolonu pretiče vozilo neznatno boljih dinamičkih karakteristika, odnosno, vozilo koje ostvaruje veću brzinu kretanja od brzine kretanja kolone, ali manju od većine vozila iz sastava ostalog toka (slika 1).

Radi lakše analize procesa preticanja kolone na auto-putu, neophodno je definisati određene relevantne pojmove i parametre.

Pod brzinom kretanja kolone (V_k) podrazumeva se ona vrednost brzine kojom se kreću sva vozila u koloni. Dužina kolone (D_k) predstavlja rastojanje između najisturenije tačke prednjeg dela čelnog vozila i najisturenije tačke zadnjeg dela začelnog vozila u koloni.

Pojam sporo vozilo opisuje vozilo koje pretiče kolonu, razvija brzinu veću od brzine kretanja kolone, ali svojim kretanjem trakom za preticanje usporava vo-

¹ Pravilom saobraćajne službe za kolonu automobila koja se kreće danju auto-putem i putem rezervisanim za automobilski saobraćaj, predviđena je planska brzina od 50 km/h za brigadne kolone, dok je za manje kolone (bataljonske, čete) dopušteno povećanje brzine na 65 km/h, odnosno 75 km/h, ukoliko to omogućavaju dinamičke karakteristike vozila u sastavu kolona.

zila koja žele da preteču kolonu većom vrednošću izabrane brzine. U daljoj analizi brzina sporog vozila označena je sa V_o .

Pojam brzo vozilo opisuje vozilo koje preteče kolonu, ali je zbog smetnje koju izaziva sporo vozilo prinudeno da parametre svog kretanja privremeno uskladi sa parametrima kretanja sporog vozila. U daljoj analizi brzina brzog vozila označena je sa V_b .

Put preticanja (S_p) predstavlja put koji pređe sporo vozilo od momenta prolaska najjisturenije tačke zadnjeg dela začelnog vozila u koloni, do momenta prolaska najjisturenije tačke prednjeg dela čelnog vozila u koloni.

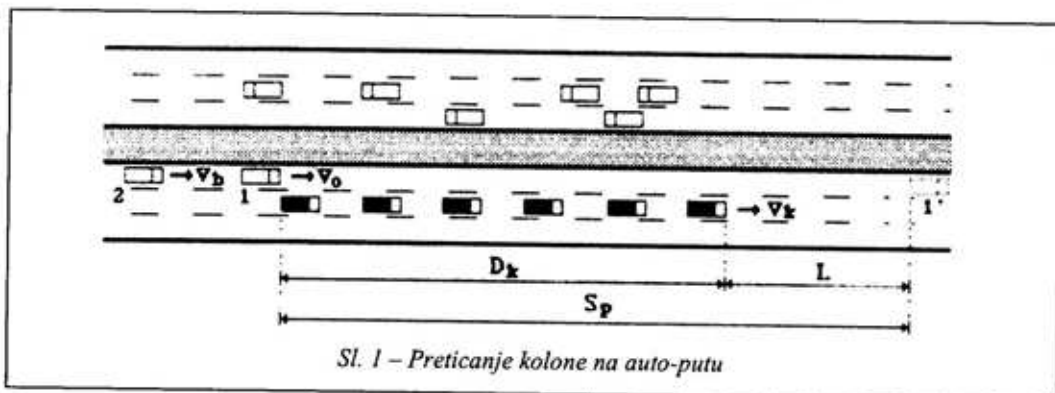
Na slici 2 u formi dijagrama put-vreme prikazano je preticanje kolone koje izvodi sporo vozilo (trajektorija brzine kretanja je naglašena). Na istoj slici grafički je predočeno pristizanje brzih vozila iza sporog vozila za vreme preticanja kolone. Oznake (Č) i (Z) predstavljaju trajektoriju brzine kretanja čelnog, odnosno začelnog vozila iz sastava kolone.

Sa aspekta kolone, put preticanja izračunava se prema obrascu:

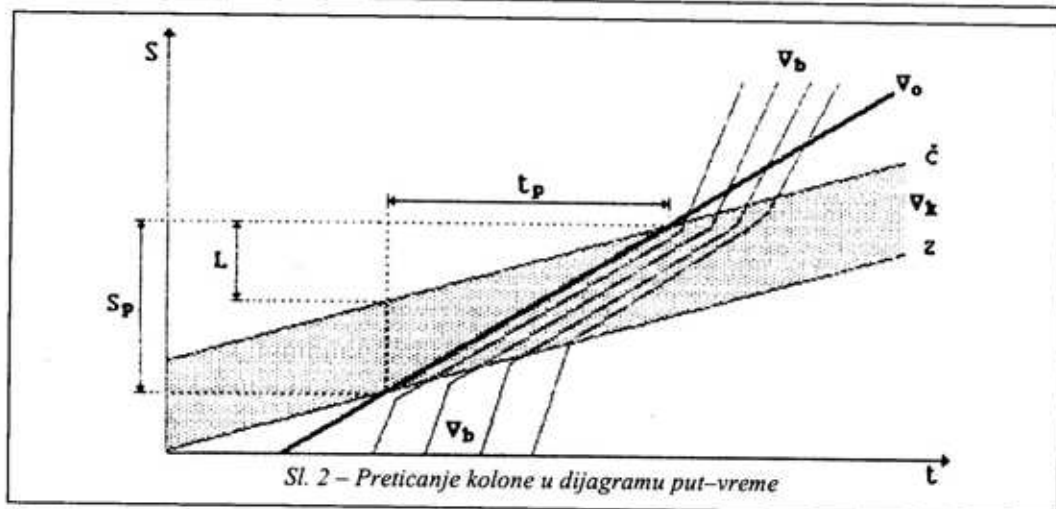
$$S_p = D_k + L \quad (1)$$

gde je:

D_k – dužina kolone (m)



Slika 1 – Preticanje kolone na auto-putu



Slika 2 – Preticanje kolone u dijagramu put-vreme

L – rastojanje koje pređe čelno vozilo kolone za vreme preticanja (m).

S druge strane, put preticanja, sa aspekta sporog vozila, iznosi:

$$S_p = V_o t_p \quad (2)$$

V_o – brzina kretanja sporog vozila (m/s),
 t_p – vreme preticanja (s).

Izjednačavanjem izraza u obrascima (1) i (2) dobija se da je:

$$t_p = (D_k + L)/V_o \quad (3)$$

Rastojanje koje pređe čelno vozilo kolone za vreme preticanja računa se prema obrascu:

$$L = V_k t_p \quad (4)$$

gde je:

V_k – brzina kretanja kolone (m/s),
 t_p – vreme preticanja (s).

Prema tome, vreme preticanja kolone iznosi:

$$t_p = [(D_k + V_k t_p)]/V_o = [D_k/(V_o - V_k)] \quad (5)$$

Dužina kolone u kretanju računa se prema obrascu:

$$D_k = N l_{bk} - l_{nk} = (N - 1) l_{bk} + l_v \quad (6)$$

gde je:

l_{bk} – rastojanje sledenja među vozilima u koloni (m),
 l_{nk} – neto² rastojanje među vozilima u koloni (m),
 l_v – prosečna dužina vozila iz kolone (m).

Obrazac (6) može se pojednostaviti:³

$$D_k = (N - 1) l_{bk} \quad (7)$$

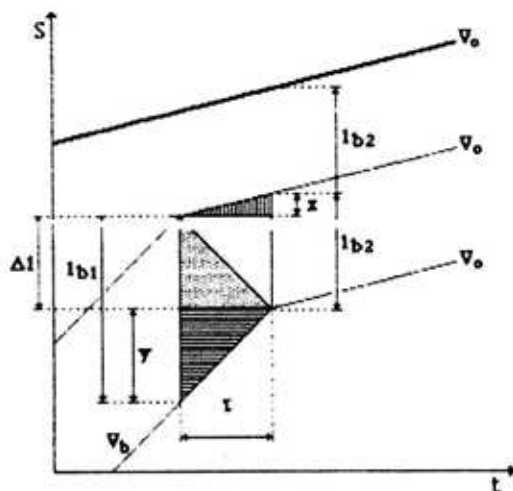
Zamenom izraza za D_k iz obrasca (7) u obrazac (5) dobija se:

$$t_p = [(N - 1) l_{bk}]/(V_o - V_k) \quad (8)$$

Kada brza vozila pristignu sporo vozilo na traci za preticanje, prinuđena su da smanje brzinu kretanja sa vrednosti V_b na vrednost brzine sporog vozila (V_o), ali i dotadašnje rastojanje sledenja sa vrednosti l_{b1} na vrednost l_{b2} (slika 3).

Vremenski interval u kojem se rastojanje sledenja smanji računa se prema obrascu:

$$\tau = \Delta l / \Delta V = (l_{b1} - l_{b2}) / (V_b - V_o) \quad (9)$$



Sl. 3 – Promena parametara kretanja

³ Primera radi, za formaciju od 10 vozila, prosečne dužine 7 m, koja se kreću na neto rastojanju od 80 metara, jedna dužina prosečnog vozila utiče na ukupnu dužinu formacije sa svega oko 0,8%.

Broj vozila koja će biti prinudena na smanjenje brzine i rastojanja iza sporog vozila za vreme za koje sporo vozilo pretiče kolonu računa se prema obrascu:

$$N_s = (t_p/\tau) \quad (10)$$

Zamenom vrednosti t_p iz obrasca (8) i vrednosti τ iz obrasca (9) broj pristiglih vozila je:

$$N_s = \{[(N-1)l_{bk}]/(V_o - V_k)\} / \{[(l_{b1} - l_{b2})/(V_b - V_o)]\} \quad (11)$$

Odnos relevantnih brzina kretanja pogodno je izraziti prema sledećem:

$\alpha = V_o/V_k$ (odnos brzine sporog vozila/brzina kretanja kolone),

$\beta = V_b/V_o$ (odnos brzine brzog vozila/brzina sporog vozila).

Uz uvedene odnose vreme preticanja iznosi:

$$t_p = [(N-1)l_{bk}] / [V_k(\alpha - 1)] \quad (12)$$

Broj pristiglih brzih vozila, uz date odnose jeste:

$$N_s = \{\alpha(\beta - 1)[(N-1)l_{bk}]\} / \{(\alpha - 1)(l_{b1} - l_{b2})\} \quad (13)$$

Rastojanje sledenja među vozilima u sastavu kolone (l_{bk}) u praksi se najčešće određuje putem zapovesti⁴ za kretanje, dok su rastojanja sledenja u toku brzih vozila u funkciji brzine kretanja, vremena reakcije sistema vozač-vozilo, kvaliteta kolovoznog zastora i gabaritnih karakteristika vozila u toku.

Rastojanje sledenja u toku brzih vozila računa se prema obrascu:

$$l_{b1} = V_b t_r + (V_b^2/2g\mu) + l_v + l_s \quad (14)$$

gde je:

V_b – brzina kretanja toka brzih vozila (m/s),

t_r – vreme reagovanja⁵ sistema vozač-vozilo (s),

g – gravitaciono ubrzanje (9,81 m/s²),

μ – koeficijent prijanjanja⁶,

l_v – prosečna dužina vozila u toku brzih vozila (m),

l_s – bezbedno rastojanje⁷ (m).

Po pristizanju sporog vozila koje pretiče kolonu, rastojanja sledenja među brzim vozilima se smanjuju na vrednost koja zavisi od brzine sporog vozila. Rastojanje sledenja u toku brzih vozila, sa novom (smanjenom) brzinom, računa se prema obrascu:

$$l_{b2} = V_o t_r + (V_o^2/2g\mu) + l_v + l_s \quad (15)$$

Zamenom izraza za l_{b1} i l_{b2} iz obrazaca (14) i (15) u obrazac (13), i uz određena pojednostavljenja,⁸ broj pristiglih

⁴ Za potrebe praktičnih proračuna za vreme reagovanja najčešće se uzima vrednost od 1 s, mada eksperimentalna istraživanja beleže vrednosti od 0,8 do 2 s, što zavisi od psihofizičkog stanja vozača, kao i karakteristika vozila.

⁵ S obzirom na to da se razmatranje odnosi na auto-put, čiji je kolovozni zastor najčešće asfaltni, zavisno od stanja zastora (istrošenosti), koeficijent prijanjanja iznosi 0,5 do 0,7.

⁷ U obrascu (13) iskazan je model apsolutno bezbednog rastojanja sledenja. Polazna pretpostavka je da se sledeće vozilo kreće na takvom rastojanju sledenja koje mu omogućava bezbedno zaustavljanje, čak i u situacijama kada se prethodno vozilo naglo zaustavi (npr. udar prethodnog vozila u nepomičnu prepreku). Bezbedno rastojanje praktično predstavlja razmak između zadnje tačke prethodnog vozila i najisturenije tačke sledećeg vozila nakon njegovog zaustavljanja.

⁸ Za koeficijent prijanjanja uzeta je donja vrednost od 0,5, pa je proizvod $2g\mu=10$. Vrednost bezbednog rastojanja jednaka je prosečnoj dužini vozila ($l_v = l_s$), što se u praktičnim proračunima najčešće preporučuje. Za vreme reagovanja sistema vozač-vozilo uzeta je vrednost 1 s.

⁴ Ovo rastojanje u praksi najčešće iznosi 50 do 100 m.

brzih vozila iza sporog vozila računa se prema sledećem:

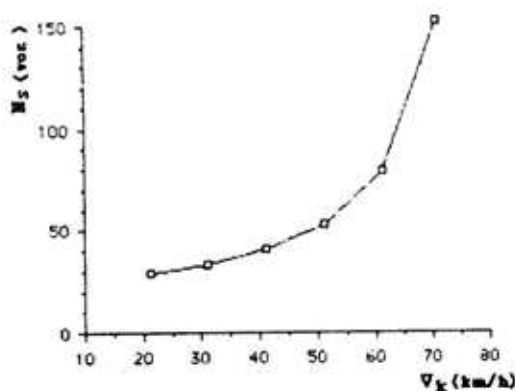
$$N_s = [(N - 1) l_{bk}] / \{(\alpha - 1) \{1 + 0,1[\alpha V_k^2(\beta + 1)]\}\} \quad (16)$$

Izvedeni obrazac, premda na prvi pogled složen, predstavlja pogodan matematički model za simulaciju broja pristiglih vozila iza sporog vozila za vreme preticanja kolone, odnosno kretanja trakom za preticanje. Simulacija se sprovodi tako što se određeni parametri zadaju, a željeni parametar se varira u realnom rasponu.

Na slici 4 prikazana je zavisnost broja pristiglih vozila iza sporog vozila od brzine kretanja kolone, $N_s = f(V_k)$.⁹

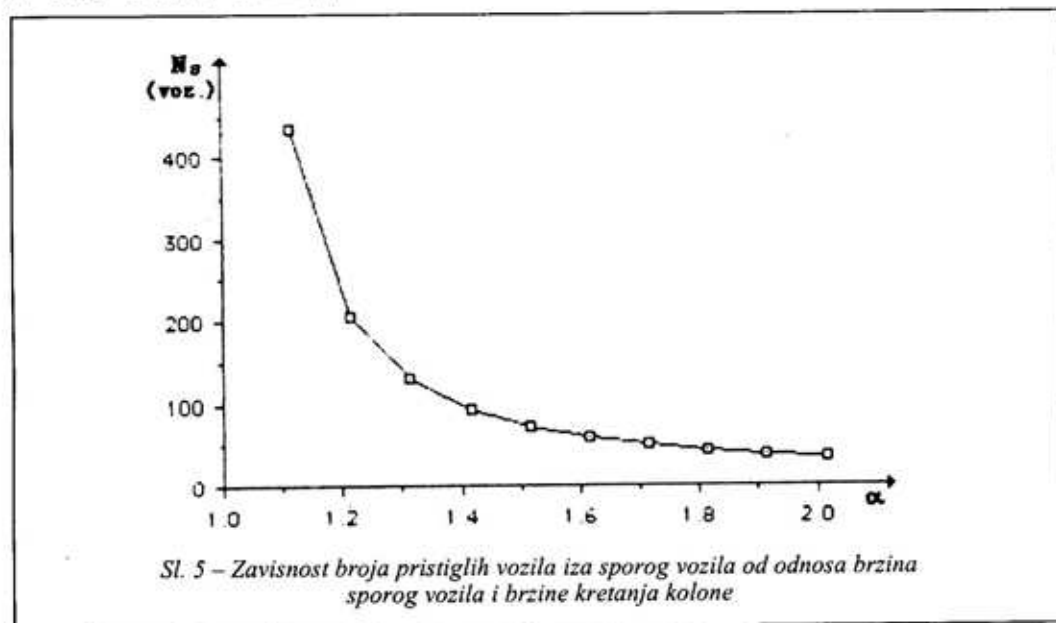
Prema slici 4 vidi se da će broj pristiglih brzih vozila iza sporog vozila biti utoliko veći što je brzina kretanja kolone bliža brzini sporog vozila, što je direktna posledica progresivnog rasta vremena preticanja.

⁹ Simulacija je sprovedena uz sledeće pretpostavke: $N = 24$, $l_{bk} = 100$ m, $V_s = 120$ km/h, $V_n = 80$ km/h

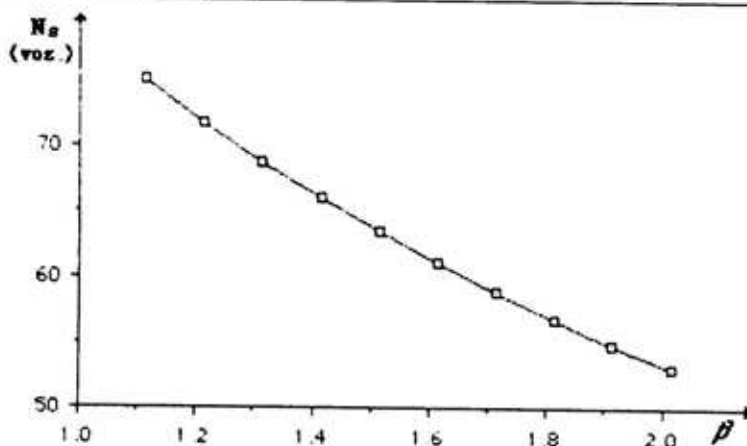


Sl. 4 – Zavisnost broja pristiglih vozila iza sporog vozila od brzine kretanja kolone

Na slici 5 prikazana je zavisnost broja pristiglih brzih vozila iza sporog vozila od odnosa brzina kretanja sporog vozila i brzine kolone, $N_s = f(\alpha)$, gde se takođe uočava progresivan pad broja pristiglih brzih vozila u zavisnosti od porasta odnosa brzine sporog vozila i brzine kretanja kolone, što je posledica smanjenja vremena preticanja.



Sl. 5 – Zavisnost broja pristiglih vozila iza sporog vozila od odnosa brzina sporog vozila i brzine kretanja kolone



Sl. 6 – Zavisnost broja pristiglih vozila iza sporog vozila od odnosa brzina brzih vozila i sporog vozila

Nadalje, što je veća razlika u brzinama brzih vozila i sporog vozila koje pretiče kolonu to je i veći broj brzih vozila koja pristižu sporo vozilo.

Na slici 6 prikazana je zavisnost broja pristiglih brzih vozila iza sporog vozila od odnosa brzina kretanja brzog vozila i sporog vozila, $N_s = f(\beta)$. Porastom odnosa brzina kretanja brzog vozila i sporog vozila uočava se gotovo linearan pad broja pristiglih vozila.

Vremenski gubici u toku brzih vozila

Nemogućnost kretanja izabranom brzinom brzih vozila, usled potrebe kretanja iza sporog vozila za vreme preticanja kolone, u toku brzih vozila javljaju se određeni vremenski gubici. Realan vremenski gubitak brzog vozila predstavlja razlika trenutka kada brzo vozilo pretekne sporo vozilo (to je trenutak kada sporo vozilo pretekne čelo kolone i pređe na središnju traku, odnosno, oslobodi traku

za preticanje) i trenutka u kojem bi brzo vozilo preteklo sporo vozilo kada bi se ono kretalo središnjom trakom, ako tu traku nije zauzela kolona.

Na slici 7 grafički je predstavljen vremenski gubitak n -tog vozila iz toka brzih vozila na čije parametre kretanja utiče pojava sporog vozila. Uočljivo je da će najveći vremenski gubitak imati prvo pristiglo brzo vozilo, svako sledeće manji vremenski gubitak, pa sve do vozila koje će preteći kolonu bez vremenskog gubitka (kada sporo vozilo pređe na središnju traku).

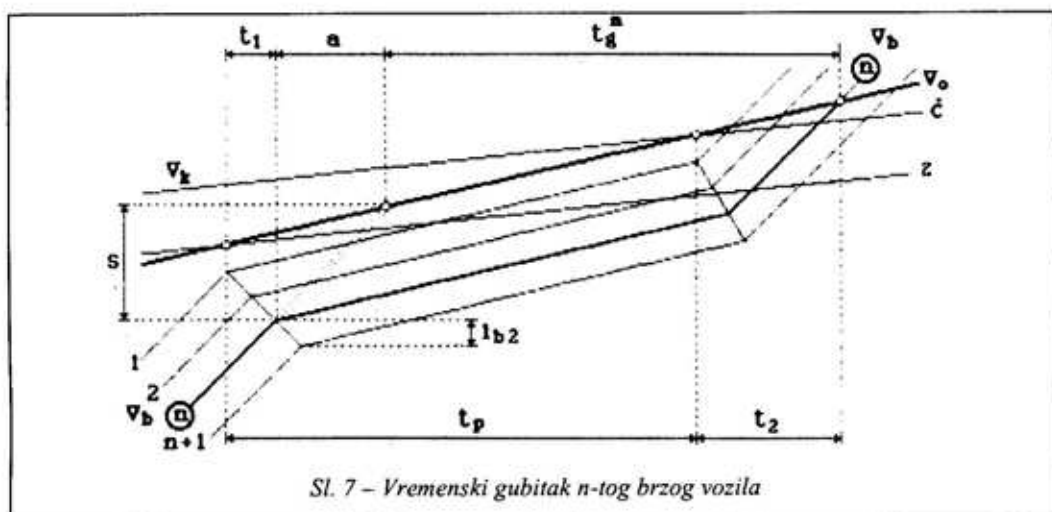
Prema slici 7 vremenski gubitak n -tog vozila računa se prema obrascu:

$$t_g^n = t_p + t_2 - t_1 - a \quad (16)$$

gde je t_p – vreme preticanja (s)

Preostala tri člana izraza (16) računaju se prema sledećem¹⁰ (slika 7):

¹⁰ Pretpostavka je da brzo vozilo nakon prolaska sporog vozila nastavlja kretanje istom brzinom kojom se kretalo pre nailaska na sporo vozilo.



Sl. 7 - Vremenski gubitak n-tog brzog vozila

$$t_1 = (n - 1) [(l_{b1} - l_{b2}) / (V_b - V_o)] \quad (17)$$

$$t_2 = n [(l_{b1} - l_{b2}) / (V_b - V_o)] \quad (18)$$

$$a = n l_{b2} / (V_b - V_o) \quad (19)$$

Uvođenjem navedenih izraza u obrazac (16) dobija se:

$$t_g^n = t_p + [1 / (V_b - V_o)] [l_{b1} - (n - 1) l_{b2}] \quad (20)$$

Izjednačavanjem $t_g^n = 0$ dobija se redni broj vozila (računajući od prvog vozila koje je pristiglo sporo vozilo) čiji je vremenski gubitak jednak nuli, tj. dobije se ukupan broj vozila koja će ostvariti vremenske gubitke zbog kretanja iza sporig vozila.

Prema tome:

$$n = \{[(V_b - V_o) t_p + l_{b1}] / l_{b2}\} + 1 \quad (21)$$

Zamenom izraza iz (17), (18), (19) i (8) u obrazac (20) i sređivanjem dobija

se izraz za vremenski gubitak n-tog brzog vozila prema sledećem:

$$t_g^n = (1/V_k) \{ (N l_{bk}) / (\alpha - 1) + [2 l_v (2 - n) / \alpha V_k] \} + \{ \beta - (n - 1) + 0,1 V_k [\beta^2 - (n - 1) / (\beta - 1)] \} \quad (22)$$

gde je:

V_k - brzina kretanja kolone (m/s),

N - broj vozila u koloni,

l_{bk} - rastojanje sledenja među vozilima u koloni (m),

l_v - prosečna dužina vozila u toku brzih vozila (m),

α - odnos brzina sporig vozila i brzine kretanja kolone,

β - odnos brzina brzog vozila i brzine sporig vozila.

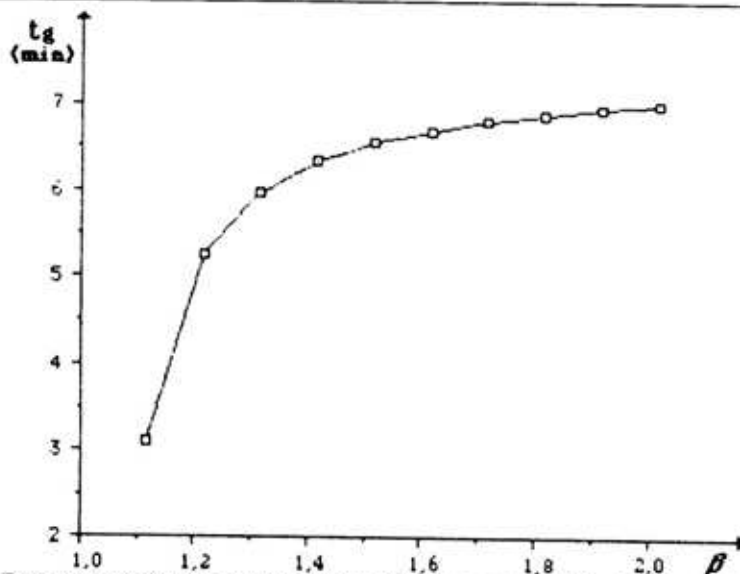
Na slici 8 prikazana je zavisnost vremenskog gubitka¹¹ 10. vozila iz skupa brzih vozila od odnosa brzina brzih vozila i brzine sporig vozila.

¹¹ Dijagram na slici 8 formiran je sa sledećim pretpostavljenim vrednostima parametara: $N=24$, $V_k=60$ km/h, $l_k=100$ m, $l_v=6$ m, $\alpha=1,33$, odnosno $V_s=80$ km/h (odnos brzina sporig vozila i brzine kolone). Odnos brzine brzog vozila i brzine sporig vozila (β) variran je u rasponu od 1,1 do 2.

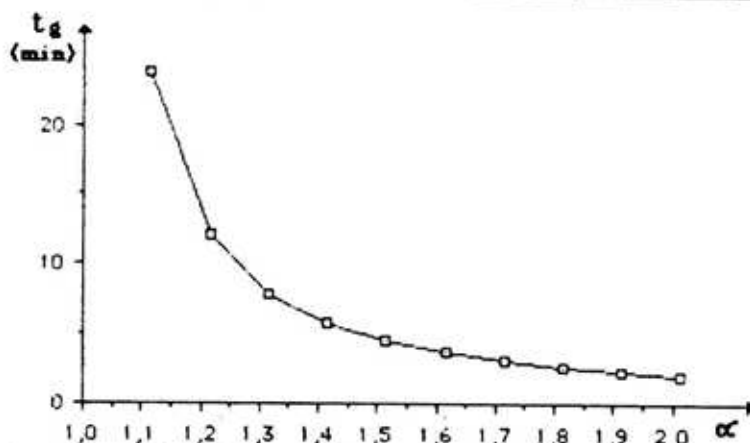
Na slici 8 uočava se porast vremenskih gubitaka sa porastom odnosa brzina brzog i sporog vozila, ali je karakteristično da je taj rast veoma izražen kod niskih vrednosti odnosa (od 1,1 do 1,5), dok je porast vremenskih gubitaka znatno usporen za veće vrednosti odnosa brzina brzog i sporog vozila.

Dijagram na slici 9 prikazuje zavisnosti vremenskog gubitka 10. vozila iz toka brzih vozila od odnosa brzina sporog vozila i brzine kretanja kolone.¹²

¹² Za simulaciju su korišćeni pretpostavljeni parametri kao i za dijagram na slici 8, s tim što je za β uzeta vrednost 1,5 ($V_s=120$ km/h, $V_p=80$ km/h), dok je odnos brzina sporog vozila i brzine kretanja kolone (α) variran u rasponu od 1,1 do 2.



Sl. 8 – Zavisnost vremenskih gubitaka 10. vozila iza sporog vozila od odnosa brzina brzog i sporog vozila



Sl. 9 – Zavisnost vremenskih gubitaka vozila iza sporog vozila od odnosa brzina sporog vozila i brzine kolone

Sa dijagrama na slici 9 uočava se pad vremenskih gubitaka u zavisnosti od porasta odnosa brzine sporog vozila i brzine kretanja kolone, što je direktna posledica smanjenja vremena preticanja.

Najveći vremenski gubitak ima prvo vozilo iz toka brzih vozila koje pristigne sporo vozilo, dok ostala ometana vozila iz toka brzih vozila imaju manje vremenske gubitke. Od posebnog značaja je utvrđivanje ukupnih vremenskih gubitaka svih brzih vozila, koja su bila ometana u kretanju za vreme preticanja kolone.

Prvo pristiglo vozilo ($n = 1$), prema obrascu (20), ima vremenski gubitak prema sledećem:

$$t_g^1 = t_p + [1/(V_b - V_o)] l_{b1} \quad (23)$$

Drugo pristiglo vozilo ($n = 2$):

$$t_g^2 = t_p + [1/(V_b - V_o)] (l_{b1} - l_{b2}) \quad (24)$$

Treće pristiglo vozilo ($n = 3$):

$$t_g^3 = t_p + [1/(V_b - V_o)] (l_{b1} - 2l_{b2}) \quad (25)$$

Razvijanjem prethodnih obrazaca, uz zamenu $\Delta V = V_b - V_o$, dobija se:

$$t_g^1 = t_p + (l_{b1}/\Delta V) \quad (26)$$

Drugo pristiglo vozilo ($n = 2$):

$$t_g^2 = t_p + (l_{b1}/\Delta V) - (l_{b2}/\Delta V) \quad (27)$$

Treće pristiglo vozilo ($n = 3$):

$$t_g^3 = t_p + (l_{b1}/\Delta V) - (2 l_{b2}/\Delta V) \quad (28)$$

Uopšte, n -to pristiglo vozilo:

$$t_g^n = t_p + (l_{b1}/\Delta V) - [(n - 1)(l_{b2}/\Delta V)] \quad (29)$$

Prva dva člana izraza iz obrasca nisu u funkciji n , odnosno čine konstantu $C = t_p + (l_{b1}/\Delta V)$. Prema tome, vremenski gubitak n -tog vozila može se napisati prema sledećem:

$$t_g^n = C - [(n - 1) (l_{b2}/\Delta V)] \quad (30)$$

Sumiranjem vremenskih gubitaka za svih n vozila dobija se:

$$\Sigma t_g^n = n C - [1 \cdot (l_{b2}/\Delta V) + 2 \cdot (l_{b2}/\Delta V) + 3 \cdot (l_{b2}/\Delta V) + \dots n (l_{b2}/\Delta V)] \quad (31)$$

$$\Sigma t_g^n = n C - \{n [(n + 1)/2](l_{b2}/\Delta V)\} \quad (32)$$

Zamenom pojedinih veličina, uvedenjem već uspostavljenih odnosa brzina brzih vozila, sporog vozila i brzine kretanja kolone, kao i sređivanjem izraza, ukupni vremenski gubici računaju se prema obrascu:

$$\Sigma t_g^n = \{n/[(V_k \alpha (\beta - 1))]\} \left\{ \left[\frac{(N - 1) l_{bk} \alpha (\beta - 1)}{(\alpha - 1)} \right] + l_{b1} - \left[\frac{l_{b2}(n + 1)}{2} \right] \right\} \quad (33)$$

gde je:

n – ukupan broj brzih vozila koja imaju vremenske gubitke,

V_k – brzina kretanja kolone (m/s),

N – broj vozila u koloni,

l_{b1} – rastojanje sledenja među brzim vozilima pre pristizanja sporog (m),

l_{b2} – rastojanje sledenja među brzim vozilima po pristizanju sporog (m),

α – odnos brzina sporog vozila i brzine kretanja kolone,

β – odnos brzina brzog vozila i brzine sporog vozila.

Na slici 10 prikazana je zavisnost ukupnih vremenskih gubitaka u toku br-

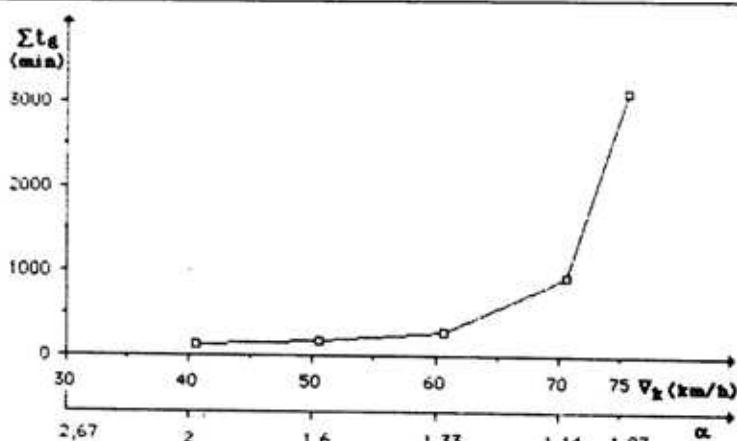
zih vozila od brzine kretanja kolone, odnosno odnosa brzine sporog vozila i brzine kretanja kolone.

Sa dijagrama na slici 10 uočava se porast ukupnih vremenskih gubitaka povećanjem brzine kretanja kolone. Taj porast je veoma izražen u području niskog odnosa (α) brzina kretanja kolone i

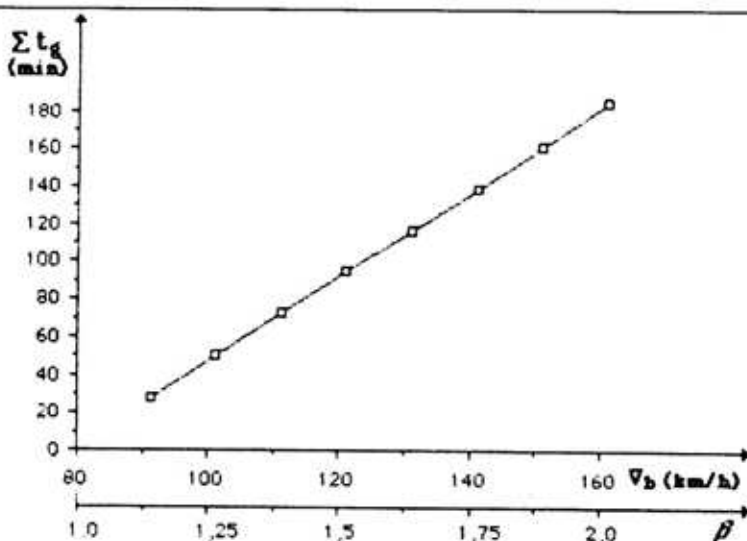
brzine sporog vozila, što je posledica povećanja vremena preticanja.

Na slici 11 prikazana je zavisnost ukupnih vremenskih gubitaka u toku brzih vozila od brzine kretanja brzih vozila, odnosno odnosa brzine brzih vozila i brzine sporog vozila.

Dijagram na slici 11 ukazuje na li-



Sl. 10 – Zavisnost ukupnih vremenskih gubitaka vozila iza sporog vozila od brzine kretanja kolone



Sl. 11 – Zavisnost ukupnih vremenskih gubitaka vozila iza sporog vozila od brzine kretanja

nearan rast ukupnih vremenskih gubitaka povećanjem brzine kretanja brzih vozila, odnosno, povećanjem odnosa (β) brzine brzih vozila i sporog vozila linearno rastu ukupni vremenski gubici u toku brzih vozila.

Zaključak

Strukturu vojne motorizovane kolone većinom čine teretna vozila skromnih dinamičkih karakteristika (pre svega nizak odnos specifične snage motora i ukupne mase vozila), što znači da ne može u potpunosti iskoristiti prednosti deonice auto-puta, kao funkcionalnog elementa putne mreže sa najboljim tehničko-eksploatacionim karakteristikama.

Kao i na ostalim segmentima putne mreže, tako su i na deonici auto-puta, kroz formu zapovesti za kretanje, okvirno definisani osnovni parametri kretanja kolone (brzina, rastojanje sleđenja), koji neznatno variraju za vreme kretanja kolone deonicom auto-puta.

Poseban problem pri preticanju kolone javlja se pri pojavi u saobraćajnom toku vozila sa skromnim dinamičkim karakteristikama. Za vreme preticanja iza takvog vozila pristižu brža vozila i ostvaruju stanovite vremenske gubitke.

Sprovedena analiza, uz sva pojednostavljenja, pokazala je da relativno visoka vrednost brzine kretanja kolone izaziva veći broj ometanja u ostalom toku, a time i veće ukupne vremenske gubitke. Takođe, broj ometanih vozila raste pove-

ćanjem relativne razlike u brzinama sporih i brzih vozila u toku.

U slučaju pojave sporog vozila sa neznatno većom vrednošću brzine od brzine kretanja kolone, kao i u slučaju dužih kolonskih formacija, javiće se izrazito ometanje ostalog toka, pa se preporučuje da se vojne kolonske formacije sa velikim brojem vozila pri kretanju auto-putem organizuju u više zasebnih marševskih formacija. Prostorni, odnosno vremenski intervali među takvim formacijama znatno olakšavaju operacije preticanja, čak i u uslovima česte pojave sporih vozila u ostalom toku.

Ukupni vremenski gubici u toku brzih vozila utoliko su manji što je veća relativna razlika brzina sporog vozila i brzine kretanja kolone, odnosno utoliko su veći što je veće učešće brzih vozila u toku u odnosu na spora vozila i što je njihova relativna razlika brzina veća.

Organizatori i realizatori kolonskog kretanja auto-putem mogu znatno doprineti smanjenju ukupnih vremenskih, a time i materijalnih gubitaka u saobraćajnom toku, adekvatnim odabirom parametara kretanja kolone i načinom njenog organizovanja.

Literatura:

- [1] Kuzović, Lj.: Teorija saobraćajnog toka, IRO Građevinska knjiga, Beograd, 1987.
- [2] Jovanović, G.: Putni saobraćaj, lekcija, CVTŠ KoV, Zagreb, 1986.
- [3] Dragač, R.: Bezbednost saobraćaja, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1983.
- [4] Opsenica, M.: Poremećaji civilnog saobraćajnog toka učešćem vojne motorizovane kolone u njemu, seminarski rad PDS, CVTŠ KoV, Zagreb, 1988.