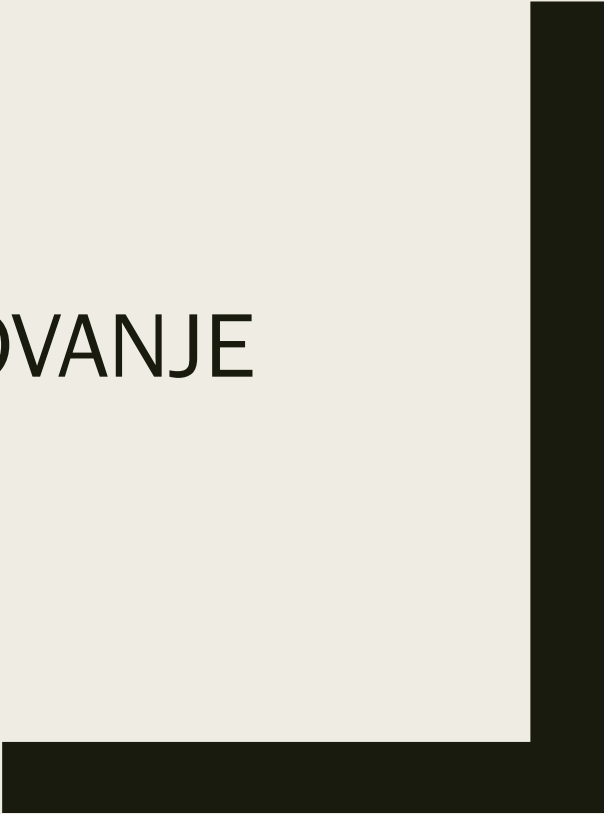




SAOBRAĆAJNO PROJEKTOVANJE

VJEŽBE 5

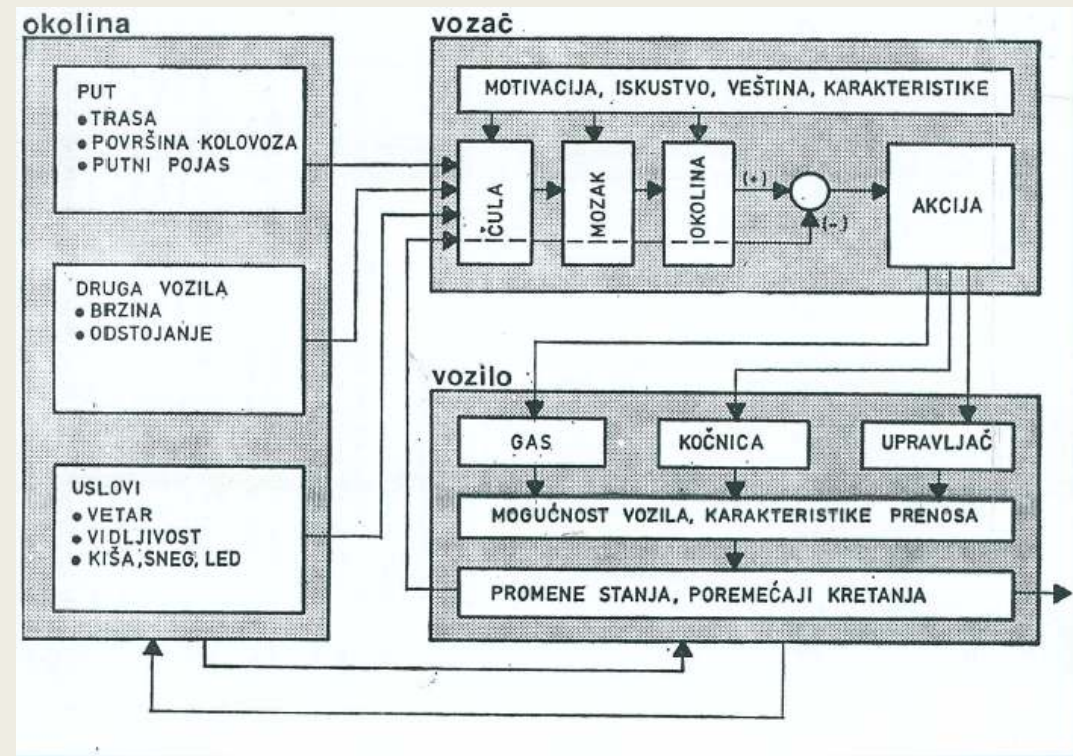
Mirjana Grdinić-Rakonjac
Podgorica 2020/2021



SISTEM VOZAČ – VOZILO – PUT

Kretanje vozila se ostvaruje kroz interakciju tri činioca:

1. u vremenskom presjeku T, vozač prima informacije iz okoline,
 2. obrađuje informacije i donosi odluku o reakciji,
 3. djeluje na mehanizme upravljanja vozilom i na taj način putem povratne sprege vrši promjenu stanja kretanja vozila.
- Dalja interakcija se ogleda u ponovnom primanju informacija iz okoline u novom vremenskom presjeku T1, pri čemu vozač sada dobija i informacije o posljedicama preduzetih radnji.
 - Nakon obrade tih informacija donosi dalje odluke o načinu kretanja vozila.
 - Ovakav sistem upravljanja naziva se **zatvoreni kibernetički sistem**.



- Prilikom projektovanja značajan podatak je na koji način vozač doživljava put i kako usklađuje svoje ponašanje pri različitim uslovima vožnje (pojedinačno vozilo ili vozilo u koloni).

SISTEM VOZAČ – VOZILO – PUT

VOZAČ (psihofizički činioci)

Sa gledišta bezbjednosti saobraćaja i udobnosti vožnje posebno se izdvajaju tri psihofizička faktora:

- i. vidno polje vozača, tj. sposobnost vizuelne percepcije,
- ii. reakcija vozača na pojavu iznenadne smetnje i
- iii. granične vrijednosti fizioloških nadražaja u vožnji.

- i. **Vidno polje** je prostor koji se može sagledati jednim usmjerenim pogledom. Njegove granice određene su širinom i dubinom, potiču od mogućnosti ljudskog oka i mijenjaju se pri kretanju vozila. Prema sadržaju prizora u vidnom polju reguliše se način vožnje i primaju utisci o ambijentu.

Razlikuju se dva područja vidljivosti:

- 1. periferno
- 2. izoštreno

SISTEM VOZAČ – VOZILO – PUT

U području **periferne vidljivosti** vozač uzgred opaža događaje i predmete, uočava markantne detalje u široj zoni puta (grupe drveća, zgrade, topografski prepoznatljive dominante) i po brzini njihovog smjenjivanja u vidnom polju, donosi procjenu o sopstvenoj brzini.

U području **izoštrene vidljivosti** vizura vozača je usmjerena na određenu daljinu u pravcu kretanja. Vozač jasno razaznaje samo uzani dio kolovoza koji se nalazi na poziciji žižine daljine njegovog oka. Za bezbjednost saobraćaja, dubina akomodacije oka ima najveći značaj. Izoštrena dubina vidnog polja (vizura preglednosti) predstavljena je izrazom:

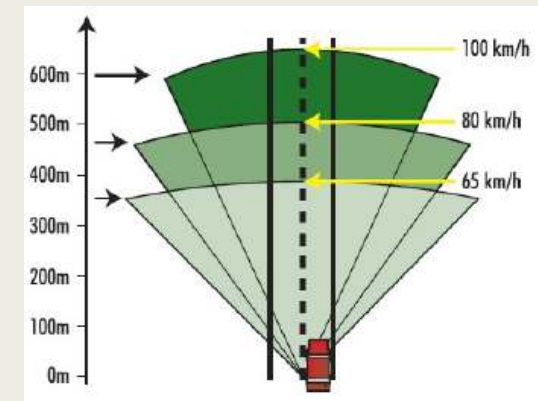
$$\begin{aligned} \text{Izoštrena vizura preglednosti:} \quad L_a &= t_a \cdot V \text{ [m]} \\ t_a = 12 - 14 \text{ sec; slobodni uslovi vožnje} &= L_a = 4 \cdot V \end{aligned}$$

t_a – vremensko rastojanje vozila od tačke na koju je vozač podesio žižinu daljinu oka pri slobodnoj vožnji
 V – brzina vožnje u slobodnom toku

Većina vozača je u stanju da identifikuje pokretan predmet na daljini od 1,5–2km, što ujedno predstavlja i krajnju fiziološku granicu dubine vidnog polja, pri normalnim uslovima vidljivosti.

Sa povećanjem dubine vidnog polja L_a , dolazi do promjene u širini vidnog polja (obrnuto proporcionalno).

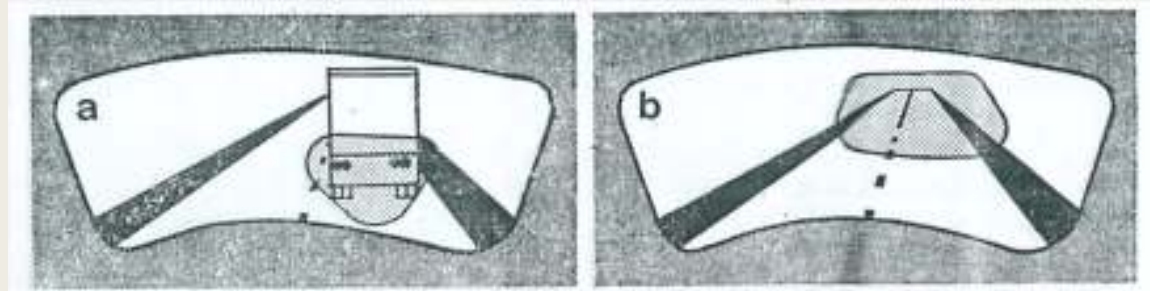
Sa porastom brzine, kao posljedica povećanja dubine akomodacije oka (promena žižne daljine) sužava se i širina vidnog polja.



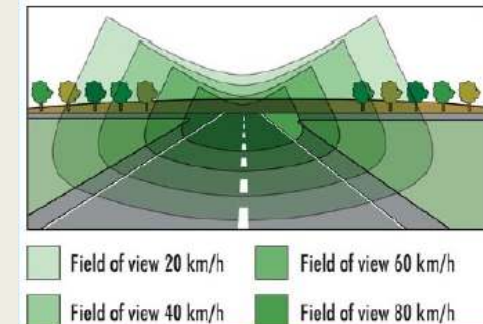
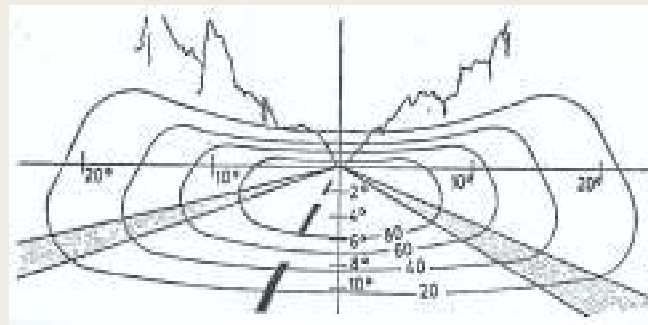
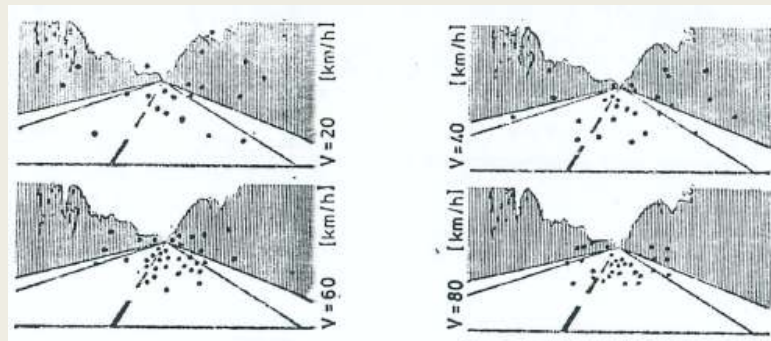
SISTEM VOZAČ – VOZILO – PUT

Osim ograničenja koja potiču od čula vida, veliki uticaj na donošenje odluke vozača imaju sadržaji u vidnom polju. Taj sadržaj je različit za različite uslove odvijanja saobraćaja: vožnja u koloni i slobodna vožnja.

- a) Vožnja u koloni vozaču onemogućava da primi informacije o putu (ivične trake). Vozač svesno ograničava svoje informacije samo na vozilo koje prati na bliskom rastojanju.
- b) U uslovima slobodne vožnje, na ponašanje vozača isključivo utiču informacije o putu.



Istraživanjima uz pomoć kamere, koja djeluje sinhronizovano sa okom vozača, ustanovljeno je da ivične linije kolovoza imaju najznačajniju ulogu u procesu upravljanja vozilom: 76% svih vizura vozača je usmjereno na njih; 34% na desnu ivicu kolovoza; 42% na liniju koja obilježava osovину kolovoza. Zato je vrlo bitno da se posebna pažnja posveti oblikovanju i obilježavanju vodećih linija puta.



SISTEM VOZAČ – VOZILO – PUT

ii. **Reakcija** vozača na iznenadnu smetnju je proces reagovanja vozača na iznenadno nastale situacije i sastoji se iz niza događaja:

- ✓ percepcija – uočavanje spoljnog nadražaja (prvenstveno čulom vida),
- ✓ identifikacija – izdvajanje kritičnog detalja (npr. pješak na putu) i shvatanje stepena opasnosti,
- ✓ procjena – donošenje odluke na osnovu shvaćenih odnosa (kočiti, ubrzati, skrenuti, upotrijebiti zvučni ili svjetlosni signal i sl. i
- ✓ sprovođenje – akcija u kojoj se realizuju donijete odluke uz punu koordinaciju pokreta.

Svaki od navedenih elemenata zahtijeva izvesno realno vrijeme (Δt_r) u kome vozilo nastavlja da se kreće pod istim uslovima kao što se kretalo i prije pojave spoljnog nadražaja. Faktor procjena najviše zavisi od psiho-fizičkih karakteristika vozača (starost, zdravstveno stanje, umor, alkohol, droga), stepena obučenosti i iskustva vozača.

Radi jednoobraznog tretmana putnih elemenata koji su zavisni od dužine zaustavnog puta, za mjerodavno vrijeme reakcije usvaja se vrijeme izmjereno u 85% slučajeva pri uslovima neočekivanog zadatka.

Vrijeme percepcije i reakcije (prelazno vrijeme) – mjerenja u SAD 95% < 1,6 sec

Prelazno vrijeme – Normirane vrijednosti

AASHTO propisi – SAD 2,5 sec

VSS norme – Švajcarska 2,0 sec

RALL preporuke – Njemačka 2,0 sec

Crna Gora (i bivša Jugoslavija) 1,5 sec

Prelazni put – pređeni put do momenta djelovanja kočnica:

$$L_p = \frac{V[\text{km/h}]}{3,6} \cdot t_r [\text{m}]$$

Primjer: za $V=100 \text{ km/h}$ i $t_r=2 \text{ sec}$. $L_r=55 \text{ m}$, što iznosi skoro 1/3 zaustavnog puta

SISTEM VOZAČ – VOZILO – PUT

iii. Fiziološka ograničenja

Ljudski organizam ne reaguje na brzinu kretanja, već na promjenu brzine kretanja: usporavanje i ubrzavanje. Ovaj efekat vozači i putnici u vozilima osjećaju kao dodatni potisak usljed reakcije inercijalnih sila. Na veličinu osećaja uticaj imaju: antropološke karakteristike putnika, konstruktivne osobine vozila, udobnost sjedišta itd.

Pri reakciji vozača može doći do:

- Promjene brzine (usporavanje i ubrzavanje)
- Promjene pravca (radijalno ubrzanje)

Prosječno usporenje		Reakcija vozača	Reakcija putnika
[m/sec ²]	g (9,81 m/sec ²)		
2,64	0,27·g	udobno	udobno
3,43	0,35·g	nepoželjno	nepoželjno i neprijatno
4,22	0,43·g	veoma nepoželjno - primjena u slučaju opasnosti	oštro i opasno - moguće povrede

Prihvatljivo usporenje i ubrzanje

Vozači mogu da prihvate bočni potisak od 2 – 3 m/sec².

Kod vertikalnih krivina 0,5 – 1,0 m/sec².

Za usporenje u opasnim okolnostima $u = g \cdot f_{\max}$, na granici bezbjednosti.

U slučaju kada su na promjenu brzine upućena sva vozila:

- prilagođavanje elementima trase, ubrzanje 0,5 m/sec², usporenje 1,0 m/sec²,
- prosječno 0,8 m/sec².
- kočenja u okviru raskrsnica, petlji, naplate putarine, 1,0 – 2,0 m/sec².
- javni saobraćaj, 1,0 m/sec².

Prihvatljiv podužni i bočni udar

Udar je priraštaj ubrzanja u jedinici vremena. Smatra se da je 0,8 m/sec³ granica do koje vozač ne osjeća smetnje.

Po našim propisima:

- podužni udar 1,0 m/sec³,
- bočni udar od 0,23 do 0,78 m/sec³, u zavisnosti od brzine.

Intenzitet bočnog ubrzanja	Individualni osećaj
do 2,5 m/s ²	Udobno
2,5 – 3,5 m/s ²	Oštra vožnja
3,5 – 4,5 m/s ²	Veoma oštra vožnja
4,5 – 5,5 m/s ²	Granica proklizavanja
6,5 m/s ²	Može dovesti do zanošenja

SISTEM VOZAČ – VOZILO – PUT

VOZILO

Razlikuju se po svojim gabaritima i vozno-dinamičkim osobinama (specifična snaga, nosivost...) i grupisani su po kategorijama – obično 5 osnovnih i to: PA, TV, BUS, AV, VV.

Putnički automobil PA

	дужина: 4,70 м. ширина: 1,75 м. висина: 1,50 м. $R_s = 5,80 (6,00) \text{ м.}$ Напомена: - R_s код варкинг површина
	број осовина: 3 дужина: 12,00 м. ширина: 2,50 м. висина: 4,00 м. $R_s = 9,60 (10,00) \text{ м.}$ Напомена: - подаци за возило највеће дозвољене дужине ТВ

Teretno vozilo TV

Autobus (međugradski) BUS

	број осовина: 2 дужина: 12,00 м. ширина: 2,50 м. висина: 3,40 м. $R_s = 11,50 (12,00) \text{ м.}$ Напомена: - за двоспратни БУС висина 4,00 м.
	број осовина: 2+3 дужина: 15,40 м. ширина: 2,50 м. висина: 4,00 м. $R_s = 6,85 (7,00) \text{ м.}$ Напомена: - R_s код маневрисања возила

Autovoz AV

Vučni voz VV

	број осовина: 3 + 2 дужина: 18,00 м. ширина: 2,50 м. висина: 4,00 м. $R_s = 10,50 (11,00) \text{ м.}$
--	---

Efektivna snaga motora

$$P_e = M_m \cdot \omega = M_m \frac{n_m}{9,55}$$

M_m – efektivni obrtni moment motora [Nm]

ω – ugaona brzina

n_m = broj obrtaja radilice [o/min]

Obrtni moment na točkovima

$$M_o = M_m \cdot i_m \cdot i_o \cdot \eta$$

i_m – prenosni odnos mjenjača

i_o – prenosni odnos glavnog prenosnika

η – stepen korisnog dejstva transmisije

Vučna sila na obimu točka

$$F_t = \frac{M_o}{r_d}$$

r_d = dinamički poluprečnik točka

SISTEM VOZAČ – VOZILO – PUT

VOZILO

Za analizu kretanja značajni su poluprečnici točka, koji je kod savremenih pneumatika elastičan pa se u različitim uslovima opterećenja različito deformiše:

- **osnovni poluprečnik** – definiše se prema nominalnim dimenzijama $r_o = a/2 + b$ -
- **statički poluprečnik**, (r_s) – rastojanje od površine kolovoznog zastora do osovine točka koji je opterećen u stanju mirovanja.
- **dinamički poluprečnik**, (r_d) – rastojanje od površine kolovoznog zastora do osovine točka djelimično ili maksimalno opterećenog, kod vozila koje se kreće (točak se kotrlja).
- **fiktivni poluprečnik**, (r_f) – teorijski poluprečnik idealno krutog točka koji ima translatornu brzinu kotrljanja i brzinu obrtaja iste kao stvarni točak.

Kretanje točka i vozila

Odnos brzine kretanja vozila prema obodnoj brzini točka koji se okreće, definiše se sa pet stanja (k – koeficijent klizanja):

1. Čisto kotrljanje bez klizanja (normalno kretanje, $k=0$) $\Delta L = 2 \cdot r_d \cdot \pi$
2. Čisto proklizavanje (točak se okreće ali proklizava – vozilo stoji, $k=1$) $\Delta L < 2 \cdot r_d \cdot \pi$
3. Čisto klizanje (blokirani točak – vozilo se kreće $k=1$) $\Delta L = 0$
4. Djelimično klizanje (točak se okreće ali proklizava, vozilo se kreće brže u odnosu na obodnu brzinu točka $0 \leq k \leq 1$)
5. Djelimično proklizavanje (točak se okreće ali proklizava, vozilo se kreće sporije u odnosu na obodnu brzinu točka $0 \leq k \leq 1$)

$F_t > G_t \cdot f$ – realno kretanje, slučaj 2.

$f \rightarrow 0, V = 0$ – čisto klizanje, slučaj 3.