

## SISTEM VOZAČ-VOZILO-OKOLINA

---

- ravnopravno utiču na bezbjednost i efikasnost putnog saobraćaja, kibernetički sistem u kome funkciju upravljanja vrši vozač, objekat upravljanja je vozilo, a okolina je izvor informacija za definisanje stanja sistema
- na osnovu informacija o putu i subjektivne procjene spoljnih okolnosti, vozač upravlja vozilom odnosno upravljanje u sistemu V-V-O obavlja se preko povratne sprege vozilo-vozač
- u određenom vremenskom presjeku  $t$ , posredstvom čula (prvenstveno čula vida) vozač prima niz informacija iz okoline
- rezultat akcije vozača je promjena stanja kretanja koja se, preko povratne sprege, doživljava čulima vozača (ili u obliku fizioloških nadražaja). Povratnom spregom prenosi se informacija o posledicama preduzete akcije.

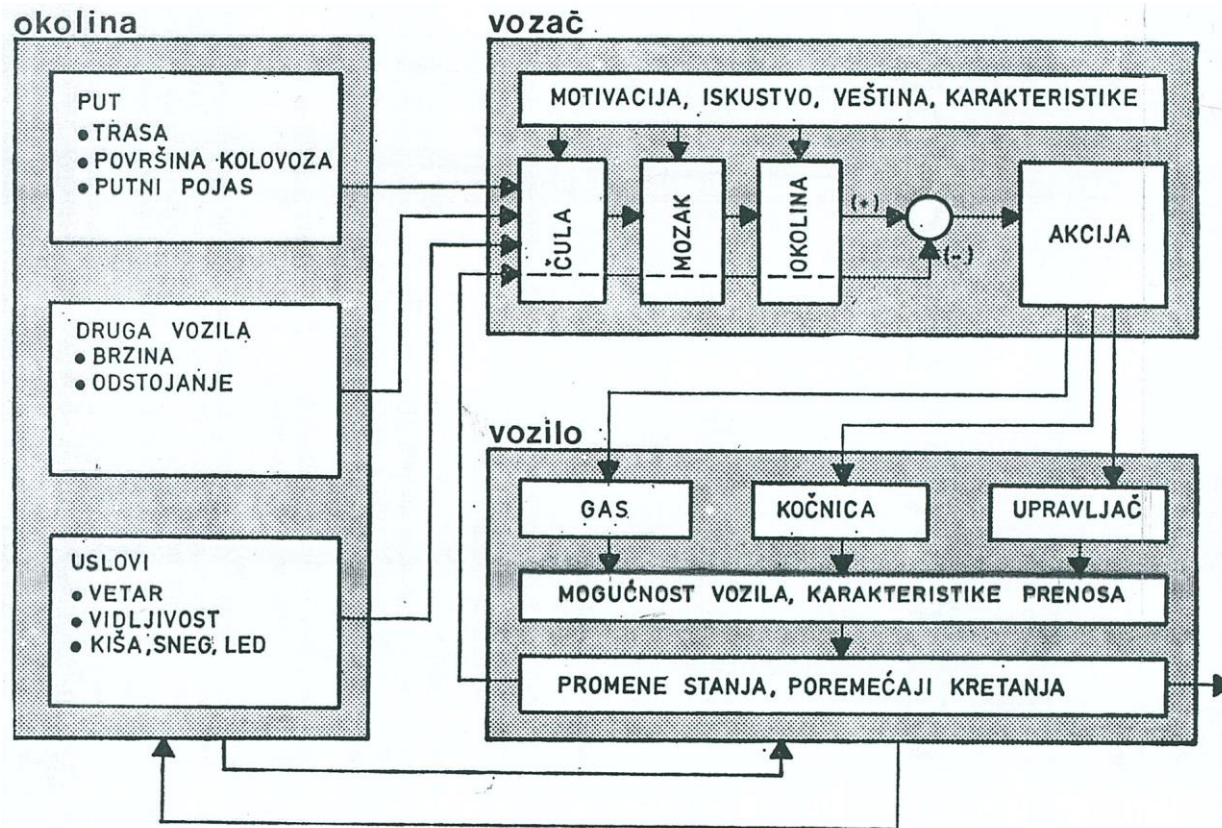
## SISTEM VOZAČ-VOZILO-OKOLINA

---

- ova informacija se javlja sa novim informacijama iz okoline, jer se radi o novom vremenskom presjeku ( $t+Dt$ ) i novom položaju vozila ( $s+Ds$ ). Ovakav način upravljanja se naziva **zatvoreni kibernetički sistem**.

- u projektovanju puteva, za pojedine korake vrši se idealizacija elemenata sistema; npr. ako se računa potrošnja goriva-isključuje se uticaj vozača, a uticaj okoline ograničava se na elemente podužnog nagiba; ne postoji povratna sprega, pa je ovaj sistem **otvoreni kibernetički sistem**

- analiza koeficijenta trenja-idealizacija: mokar, ravan i čist kolovoz



Kibernetički sistem v-v-o

## PSIHO-FIZIČKI ČINIOCI

---

- za projektanta značajni zaključci o tome kako vozač doživljava put i kako usklađuje svoje ponašanje pri različitim uslovima vožnje
- sa gledišta bezbjednosti saobraćaja i udobnosti vožnje posebno se izdvajaju tri faktora:
  - vidno polje vozača
  - reakcija vozača
  - granične vrijednosti fizioloških nadražaja

## VIDNO POLJE

---

- prostor sagledljiv jednim usmjerenim pogledom. Ograničenja vidnog polja (širina i dubina) potiču od mogućnosti ljudskog oka. Granice se mijenjaju pri kretanju vozila. Prema sadržaju prizora u vidnom polju reguliše se način vožnje i primaju utisci o ambijentu.

Razlikuju se dva područja vidljivosti:

- periferno i
- izoštreno

**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 svom vidnom polju, donosi procjenu o sopstvenoj brzini.

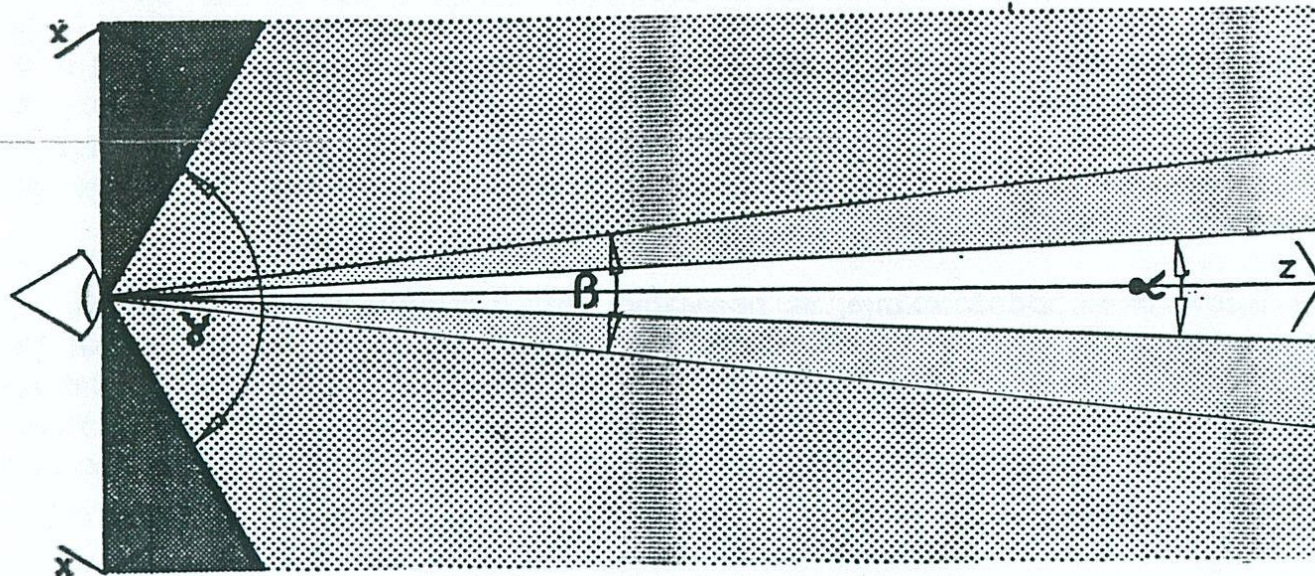
**U području izoštrene vidljivosti** vizura vozača je usmjerena na određenu daljinu u pravcu kretanja. Vozač jasno razaznaje samo uzani dio kolovoza koji se nalazi na poziciji žižine daljine njegovog oka. Za bezbjednost saobraćaja, dubina akomodacije oka ima najveći značaj. Izoštrena dubina vidnog polja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

$$L_a = t_a \cdot v$$

$t_a$  – vremensko rastojanje vozila od tačke na koju je vozač podesio žižinu daljinu oka pri slobodnoj vožnji

$v$  – brzina vožnje u slobodnom toku





$\alpha = 3^\circ - 5^\circ$  – PODRUČJE NAJVEĆE OŠTRINE  
 $\beta = 10^\circ - 15^\circ$  – PODRUČJE RELATIVNE OŠTRINE  
 $\gamma = 120^\circ - 180^\circ$  – PODRUČJE PERIFERNE VIDLJIVOSTI

Širina vidnog polja u horizontalnoj ravni (x-z) za statičko stanje

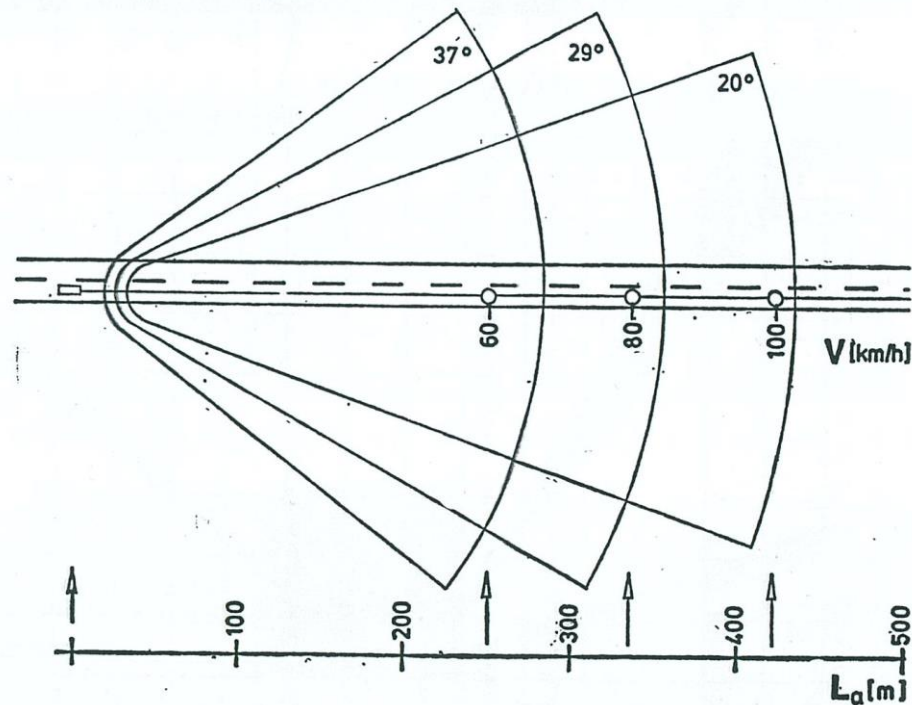
## VIDNO POLJE

---

- izoštrena dubina vidnog polja se može približno, u slobodnim uslovima vožnje, računati sa  $L_a = 4 \cdot V$ , što znači da za  $V = 100 \text{ km/h}$ , ona iznosi 400m, što skoro dvostruko nadmašuje dužinu zaustavnog puta
- vozač sam podešava oštrinu preglednosti na osnovu usklađivanja mogućnosti iz sistema vozilo-put i sopstvene odgovornosti uzrokovane aktivnostima svojih čula. Na taj način, vozač stiče mogućnost da, u određenom vremenskom intervalu  $t_a$ , donese adekvatnu odluku i bezbjedno je sprovede
- 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

## VIDNO POLJE

- sa povećanjem dubine vidnog polja  $L_a$ , dolazi do promjene u širini vidnog polja (obrnuto proporcionalno).
- sa porastom brzine, kao posledica povećanja dubine akomodacije oka (promjena žižne daljine) sužava se i širina vidnog polja.

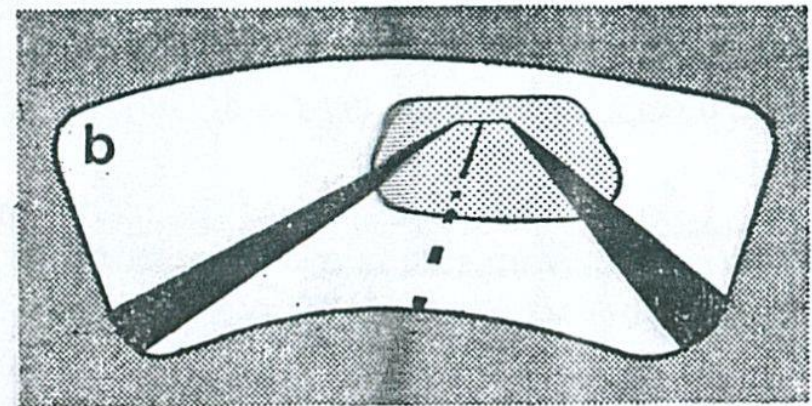
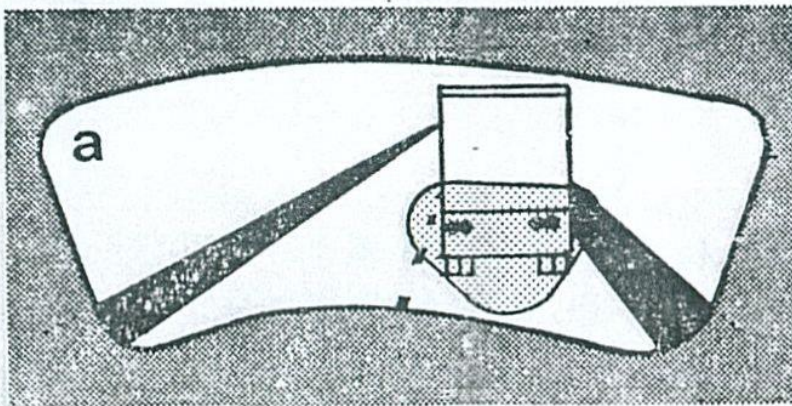


Izoštrena dubina i širina vidnog polja u zavisnosti od brzine kretanja



## VIDNO POLJE

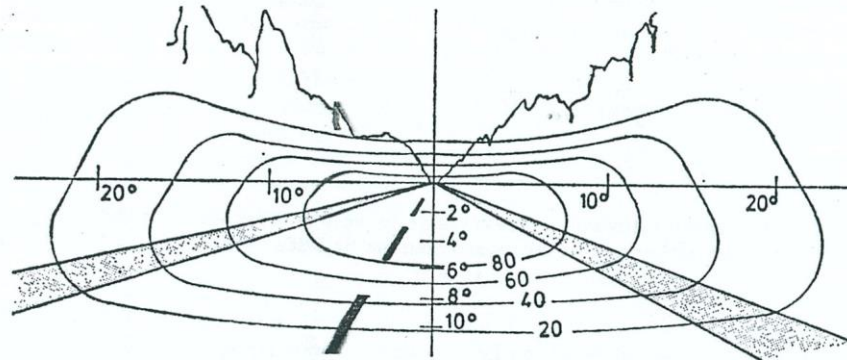
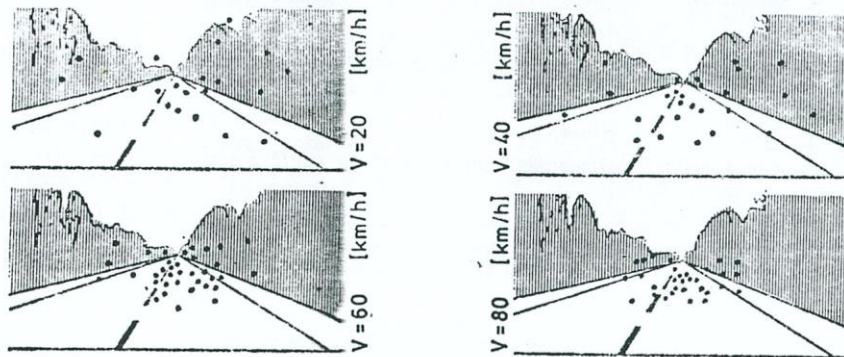
- osim ograničenja koja potiču od čula vida, veliki uticaj na donošenje odluke vozača imaju sadržaji u vidnom polju. Taj sadržaj je različit za različite uslove odvijanja saobraćaja: vožnja u koloni i slobodna vožnja.
- vožnja u koloni vozaču onemogućava da primi informacije o putu (ivične trake). Vozač svjesno ograničava svoje informacije samo na vozilo koje prati na bliskom rastojanju.
- u uslovima slobodne vožnje, na ponašanje vozača isključivo utiču informacije o putu



Područje usmjerenih vizura vozača: a. vožnja u koloni, b. slobodna vožnja

## VIDNO POLJE

- 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 osovinu kolovoza. Zato je vrlo bitno da se posebna pažnja posveti oblikovanju i obilježavanju vodećih linija puta.



Promjena sadržaja u vidnom polju vozača pri različitim brzinama vožnje

## REAKCIJE VOZAČA

---

Proces reagovanja vozača na trenutno nastale situacije u saobraćaju sastoji se iz kontinualnog niza sledećih događaja:

- **Percepcija** - uočavanje spoljašnjeg nadražaja (prije svega čulom vida)
- **Identifikacija** - izdvajanja kritičnog detalja (pješak) i shvatanje stepena opasnosti
- **Procjena** - donošenje odluke na osnovu shvaćenih odnosa (kočiti, ubrzati, skrenuti, upotrijebiti zvučni ili svjetlosni signal)
- **Sprovođenje** - akcija u kojoj se realizuju donijete odluke uz punu koordinaciju pokreta.

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

## REAKCIJE VOZAČA

---

U različitim propisima, vrijeme reakcije vozača pri kočenju ( $t_r$ ) se razlikuje:

- U Evropi  $t_r = 2 \text{ sec}$
- U SAD  $t_r = 2,5 \text{ sec}$  (iako je stepen obučenosti vozača daleko viši nego u ostalim zemljama)
- U Crnoj Gori  $t_r = 1,5 \text{ sec}$  (što je ispod realno prosječne vrijednosti)

U toku trajanja  $t_r$  vozilo pređe put:

$t_r = V \cdot t_r / 3,6 \text{ [m]}$  - do momenta djelovanja kočnica

Pri velikim brzinama ova dionica može biti vrlo duga.

Npr. za  $V=100\text{km/h}$  i za  $t_r=2\text{sec}$ , slijedi  $L_r=55\text{m}$

## 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 usled reakcije inercijalnih sila. Na veličinu osjećaja 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)

Ovi nadražaji predstavljaju povratnu spregu u sistemu V-V-O, pa je neophodno poznavati njihove granične vrijednosti radi adekvatnog kalibrisanja projektnih kriterijuma



## FIZIOLOŠKA OGRANIČENJA

Reakcije vozača na fiziološke nadražaje bitno se razlikuju od reakcija putnika (drugačiji položaj tijela, ruke na upravljaču i višeg stepana pripremljenosti na promjene brzine).

Projektni elementi puta koji direktno zavise od elementa usporenja ( $u$ ) su dužina preglednosti i radijalno ubrzanje.

- dužina preglednosti se dimenzioniše za usporenja  $u$  rasponu od 0,25g do 0,35g (u normalnim uslovima vozači rijetko prelaze  $u=0,30g$ )
- radijalno ubrzanje- gornja granica  $p \sim 0,35g$  dok se relativna udobnost može očekivati tek pri  $p < 0,25g$

Prosečno usporenje ( $\bar{u}$ )		Reakcije vozača	Reakcije putnika
(m/sec <sup>2</sup> )	g(9.81m/sec <sup>2</sup> )		
2.64	0.27·g	udobno	udobno
3.43	0.35·g	nepoželjno	nepoželjno neprijatno
4.22	0.43·g	vrlo nepoželjno primena u slučaju opasnosti	oštro i opasno moguće povrede

## KRETANJE VOZILA

---

Ravnomjerno kretanje – u jednakim vremenskim razmacima se prelaze jednaki putevi

$$L = V \cdot t \text{ (m); } V = L/t \text{ (m/s)}$$

Neravnomjerno kretanje

$$V = dl/dt$$

Ravnomjerno ubrzano kretanje

$$V = u \cdot t$$

Ravnomjerno usporeno kretanje

$$\pm u = V/t \quad +u - \text{ubrzanje; } -u - \text{usporenje}$$

## OTPOR KLIZANJU

---

- Koeficijent trenja
- Stanje pneumatika
- Kolovozni zastor
- Uslovi kontakta
- Koeficijent trenja u krivini

## KOČENJE VOZILA

---

- Forsirano kočenje
- Slobodno kočenje
- Zaustavni put
- Zaustavni put pri forsiranom kočenju
- Zaustavni put pri slobodnom kočenju