

Upravljački prometni sustavi

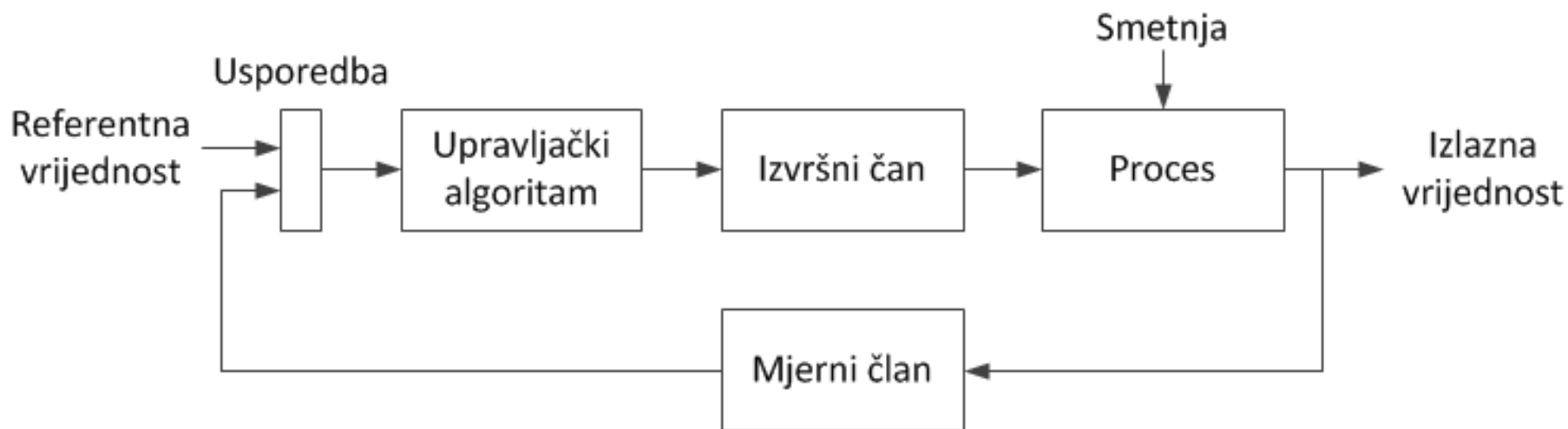
Upravljački prometni centri

Doc. dr. sc. Edouard Ivanjko
Doc. dr. sc. Niko Jelušić

- **Sadržaj**

- Uvod
- Upravljanje prometom
- Kriteriji kvalitete
- Upravljački prometni centri
- Nadgledanje prometa
- Upravljanje prometom
- Incidentne situacije

- Teorija upravljanja je interdisciplinarno polje inženjerstva i matematike koja se bavi ponašanjem dinamičkih sustava s ulazima
- Izlazna vrijednost dinamičkog sustava se dovodi u stabilno željeno stanje
- Važno polje primjene je promet i transport



- Nelinearan dinamički proces
 - Međudjelovanje modova transporta i dijelova prometne mreže
 - Parametri promjenjivi u vremenu
 - Ponašanje svakog korisnika utječe na karakteristike prometnog procesa
- Referentna (željena) vrijednost
 - Protok prometa bez zastoja
 - Optimalno korištenje prometne infrastrukture
 - Brz odziv na incidentne situacije (“zlatni sat”)

- Upravljački algoritam
 - Postavljanje parametara prometne signalizacije
 - Odlučivanje o informiranju korisnika
 - Lokalno djelovanje povezano s okolnom prometnom mrežom
- Izvršni član
 - Djelovanje na prometnu mrežu
 - Upravljiva prometna signalizacija
 - Informiranje korisnika
- Proces
 - Prometna mreža pojedinog moda transporta
 - Međudjelovanje modova transporta

- Smetnja
 - Ponašanje korisnika
 - Vremenske prilike
 - Promjene dijelova prometne mreže
- Mjerni član
 - Klasifikacija vozila
 - Mjerenje prometnih parametara i pokazatelja
 - Gustoća prometnog toka
 - Brzina prometnog toka
 - Broj vozila na jedinici duljine prometnice
 - Vremenske prilike
 - Ekološki pokazatelji

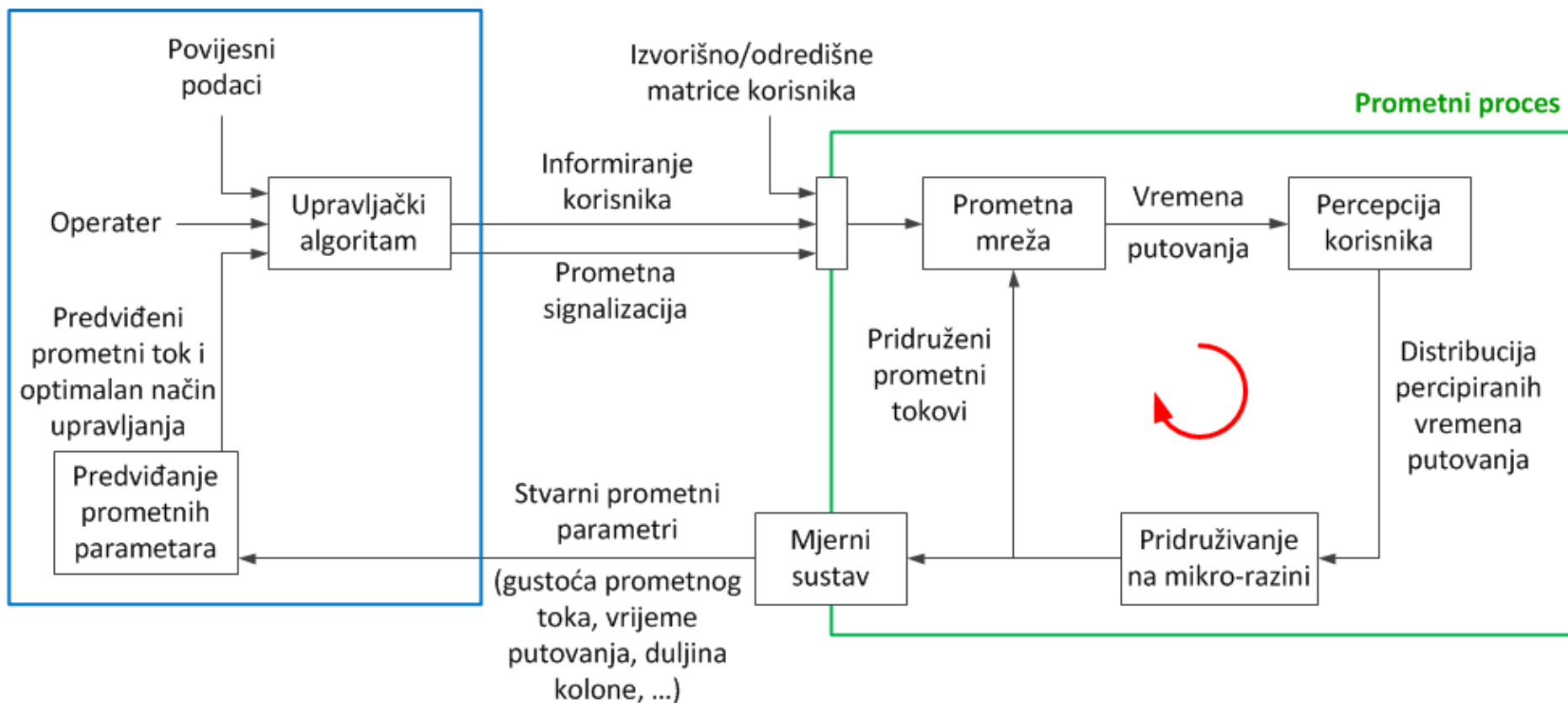
- Upravljački sustav za osiguravanje poštivanja ograničenja brzine cestovne prometnice
 - Lokalni samostalan sustav
 - Predupravljanje pomoću vertikalne signalizacije
 - Semafor zaustavlja vozila s brzinom većom od dopuštene

**Mjerenje brzine,
informiranje vozača,
semafor**



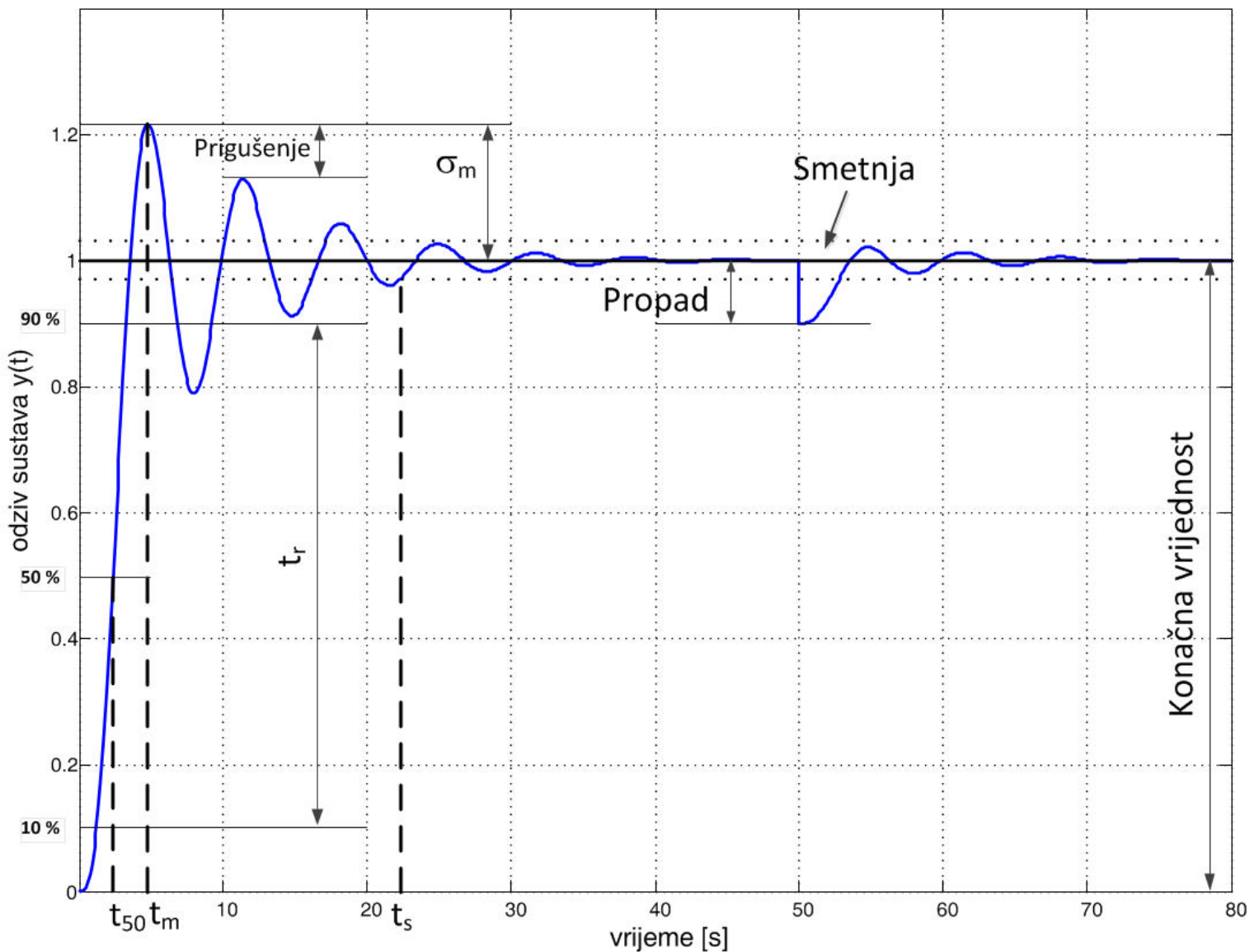
- Prometni proces i njegovo upravljanje
 - Prometna mreža se upravlja kao cjelina iz prometnog centra

Prometni centar



- Neposredni pokazatelji kvalitete
 - Koriste se standardni ispitni signali
 - Skokomična (engl. “step”) funkcija $S(t)$
 - Dobivamo prijelaznu funkciju sustava $h_r(t)$
 - Vremenski odziv sustava definira kvalitetu odziva
 - Amplituda odziva
 - Vremenski trenuci promjene odziva
- Za cestovnu prometnu mrežu bitni prometni parametri
 - Gustoća prometnog toka
 - Vrijeme putovanja
 - Vrijeme čekanja
 - Duljina kolone na raskršću ili kod naplate cestarine

- Općeniti oblik prijelazne funkcije ($h_r(t)$)



- Neposredni pokazatelji kvalitete
 - t_m -> vrijeme prvog maksimuma
 - t_{50} -> vrijeme postizanja 50% ustaljene vrijednosti
 - t_r -> vrijeme porasta
 - t_s -> vrijeme ustaljivanja
 - Označava kraj prijelaznog procesa
 - t_ε -> vrijeme smirivanja (1% ili prema potrebi)
 - σ_m -> najveće nadvišenje
 - ζ -> prigušenje

- Određuju se na osnovu razlike željene ($y_r(t)$) te trenutne ($y(t)$) vrijednosti izlaza sustava
- Integral apsolutne pogreške
 - Sve pogreške jednako uzete u obzir

$$IAE = \int_0^{\infty} |E| dt = \int_0^{\infty} |y_r(t) - y(t)| dt$$

- Integral kvadrata pogreške
 - Velike pogreške imaju veći utjecaj

$$ISE = \int_0^{\infty} E^2 dt = \int_0^{\infty} (y_r(t) - y(t))^2 dt$$

- Vremenski otežan integral apsolutne pogreške
 - Dugo vrijeme smirivanja penalizirano
 - Preferirani kriterij

$$ITAE = \int_0^{\infty} |E| t dt = \int_0^{\infty} |y_r(t) - y(t)| t dt$$

- Definirano unutar HCM (engl. „Highway Capacity Manual“)
- Definirana razina uslužnosti - LoS (engl. „Level of Service“)
- LoS za autoceste definiran pomoću gustoće prometnog toka

LoS	q po voznoj traci [voz/km]
A	≤ 7
B	$7 \leq 11$
C	$11 \leq 16$
D	$16 \leq 22$
E	$22 \leq 28$
F	> 28

- LoS za raskršća i naplatne postaje definiran pomoću vremena čekanja
 - Vrijeme čekanja vezana uz duljinu reda čekanja

LoS	T_w [s]
A	< 10
B	$10 < 20$
C	$20 < 35$
D	$35 < 55$
E	$55 < 80$
F	> 80



- Mjesto gdje su objedinjene sve funkcije upravljanja prometom
 - Nadgledanje, informiranje korisnika, rješavanje incidentnih situacija, arhiviranje prometnih podataka, ...
- Veličina područja upravljanja
 - Lokalno -> manje prometno područje
 - Dionica autoceste, željeznički kolodvor, aerodrom, ...
 - COKP -> Centar za održavanje i kontrolu prometa
 - Globalno -> šire prometno područje
 - Kontrola zračnog prostora, upravljanje cijelim gradom, ...
 - Često intermodalno upravljanje

- Upravljačka soba
 - Nadgledanje i djelovanje na prometnu mrežu
- Soba s računalnim poslužiteljima
 - Prikupljanje, obrada i arhiviranje mjernih podataka
- Komunikacijski sektor
 - Koordinacija službi za incidentne situacije, informiranje korisnika javnim medijima
 - Komunikacija s opremom u prometnoj mreži
- Službe za incidentne situacije
 - Vatrogasci, hitna pomoć, policija
- Služba održavanja

- Obavlja se u upravljačkoj sobi
- Koristi se grafički prikaz prometne mreže
 - Jedan ili više modova transporta
 - Stanje pomoćnih sustava
 - Simultani prikaz više informacija
 - Logički prikaz prometne mreže
 - Stanje mjerne točke
 - Gustoća prometa
 - Brzina prometa
 - Vremenske prilike
 - Ekološki pokazatelji
 - Video snimka



- Obavlja se u upravljačkoj sobi
- Načini upravljanja
 - Unaprijed pripremljene procedure
 - Sustavi računalnog odlučivanja
 - Adaptivni i autonomni sustavi
- Koriste se stvarnovremenski mjerni podaci
- Izvršni članovi utječu na prometnu mrežu
 - Promjena karakteristike
 - Ograničenje brzine, otvaranje/zatvaranje prometne trake
 - Preusmjeravanje prometa
 - Informiranje šireg kruga korisnika

- Bitna koordinacija s ostalim upravljačkim prometnim centrima
 - Prometni proces je spregnuti proces
 - Promjena na jednom dijelu prometne mreže utječe na drugi dio prometne mreže
 - Zatvaranje jedne prometnice povećava promet u okolnim prometnicama i obrnuto
 - Ukidanje jednog moda transporta povećava zahtjev za transportom u ostalim modovima transporta i obrnuto
- Selektivno informiranje korisnika
 - Lokalne prometnice s nedostatnom signalizacijom
 - Problem snalaženja stranih korisnika

- Klasični kriteriji upravljanja vezani za prometne pokazatelje
 - Propusnost prometne mreže
 - Duljine redova čekanja na raskršćima
- Novi zahtjevi vezani uz povećanje kvalitete života
 - Preusmjeravanje prometa ovisno o ekološkim/meteorološkim parametrima
 - Korištenje svih dostupnih izvora informacija
 - Mobilna osjetila, društvene mreže
 - Dovođenje prometne mreže u željeno stanje inteligentnim djelovanjem na sve korisnike

- Prepoznavanje incidentnih situacija
 - Klasično
 - Operater preko video kamere nadgleda promet
 - Obrade dojave korisnika prometa
 - Automatizirano obradom mjerenja
 - Prepoznavanje iz video snimke
 - Estimacija iz karakteristike prometnog vala
 - Potrebna potvrda operatera
- Arhiviranje podataka o incidentnoj situaciji
 - Video snimke incidenta
 - Audio snimke komunikacije
 - Osobni podaci o uključenim osobama

- Obrada incidentne situacije
 - Točno propisana procedura
 - Verifikacija događaja
 - Dovođenje prometne mreže u sigurnosno stanje
 - Informiranje korisnika
 - Preusmjeravanje prometa
 - Slanje službi na teren
 - Osnovni cilj pomoć unesrećenim osobama u roku 1h
 - Sve unesrećene zbrinuti i prevesti u odgovarajuću medicinsku ustanovu
 - Sekundarni cilj ponovno osposobljavanje prometnice