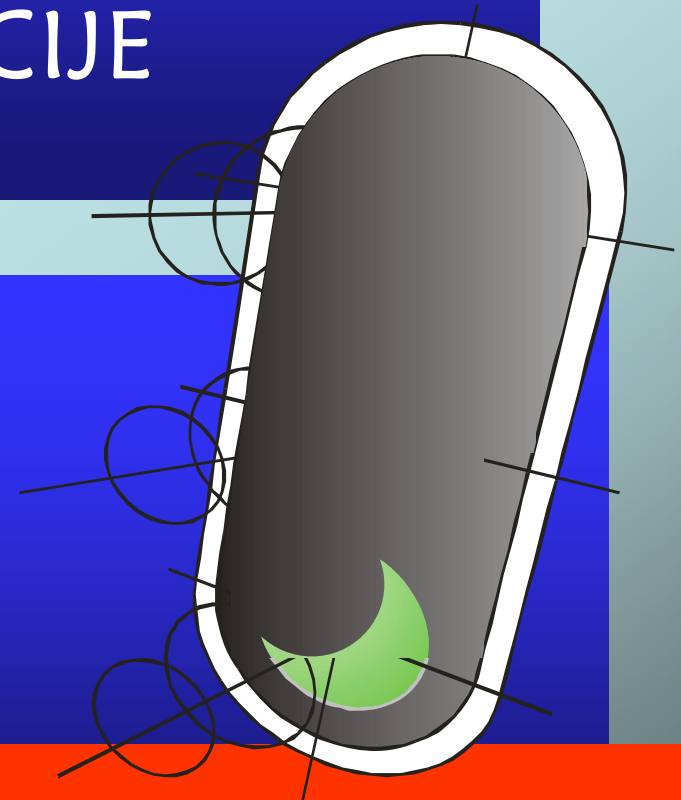


KONCEPT *FUZZY* KONTROLERA SVETLOSNE SIGNALIZACIJE

TES, Subotica 2010. god



Boško Leković, die
Miroslav Osoba, dis

ELCOM d.o.o. Beograd

Fuzzy sistemi poslednjih decenija u velikoj meri zamenjuju konvencionalne tehnologije u različitim aplikacijama i inženjerskih sistema, naročito u oblasti upravljanja sistemima i kontrole složenih procesa koji se teško mogu egzaktno definisati i matematički modelirati sa svim svojim relevantnim činiocima.

12,5

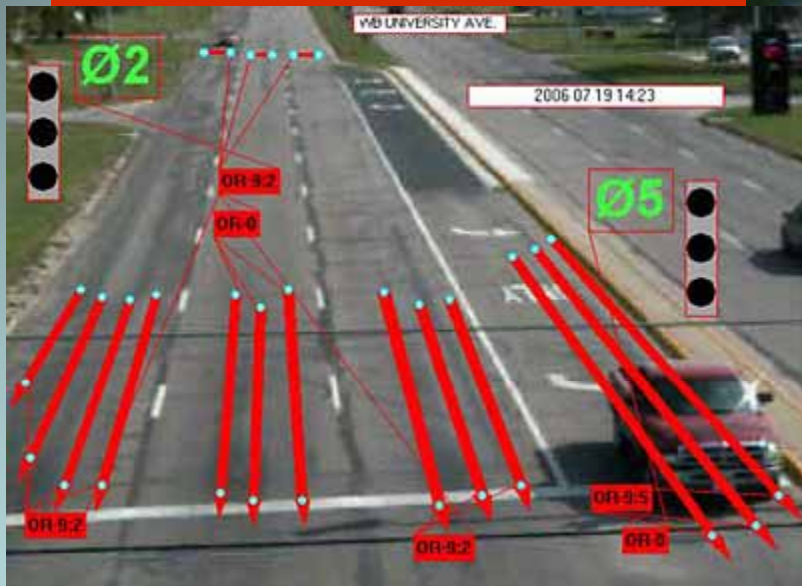
Saobraćajni proces na raskrsnici kojim se upravlja pomoću svetlosnih signala, posebno u slučaju **adaptivnog upravljanja**, upravo je primer jednog takvog složenog procesa.



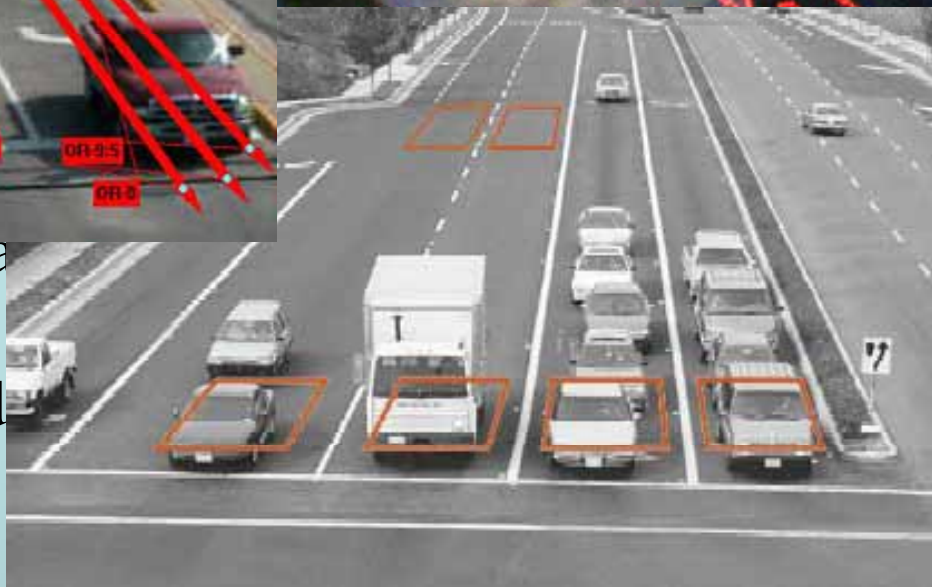
Motiv (projektни zadatak) za primenu *fuzzy* kontrolera u okviru adaptivnog upravljanja saobraćajem je **obezbeđenje *user friendly* inženjerskog alata** koji će pojednostaviti proces projektovanja upravljanja, pouzdanije voditi ka cilju, a pri tom omogućiti uticaj velikog broja detektovanih parametara saobraćajnog zahteva na ishod procesa.

Realno je očekivati da *fuzzy* platforma kao projektantsko okruženje pouzdanije vodi projektanta do upravljačkog rešenja veće efikasnosti u poređenju sa ishodom klasičnog rešavanja upravljačkog zadatka, posebno pri stanjima saobraćajnog procesa bliskim zasićenju.

Adaptivno upravljanje



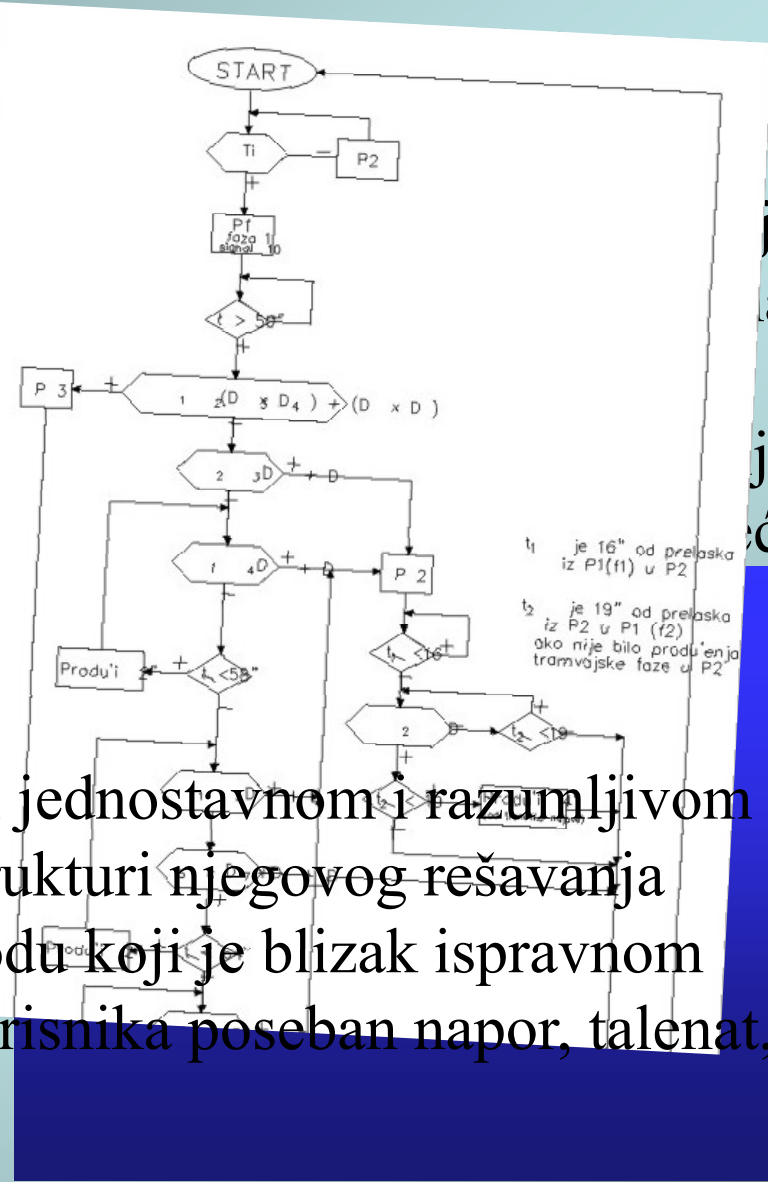
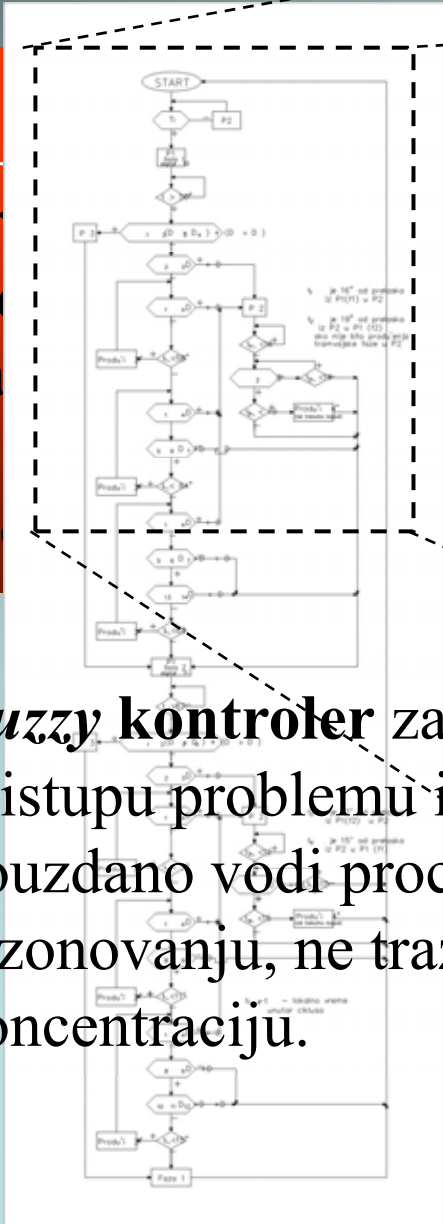
broja parametara
video detekcije
integrisana u jed



iju velikog
alizacijom
cija

”U
pr
rac
pa
U
pr

esu realiz
mnogo na
to efikas
rmulacije
a pouzda
zasnovan

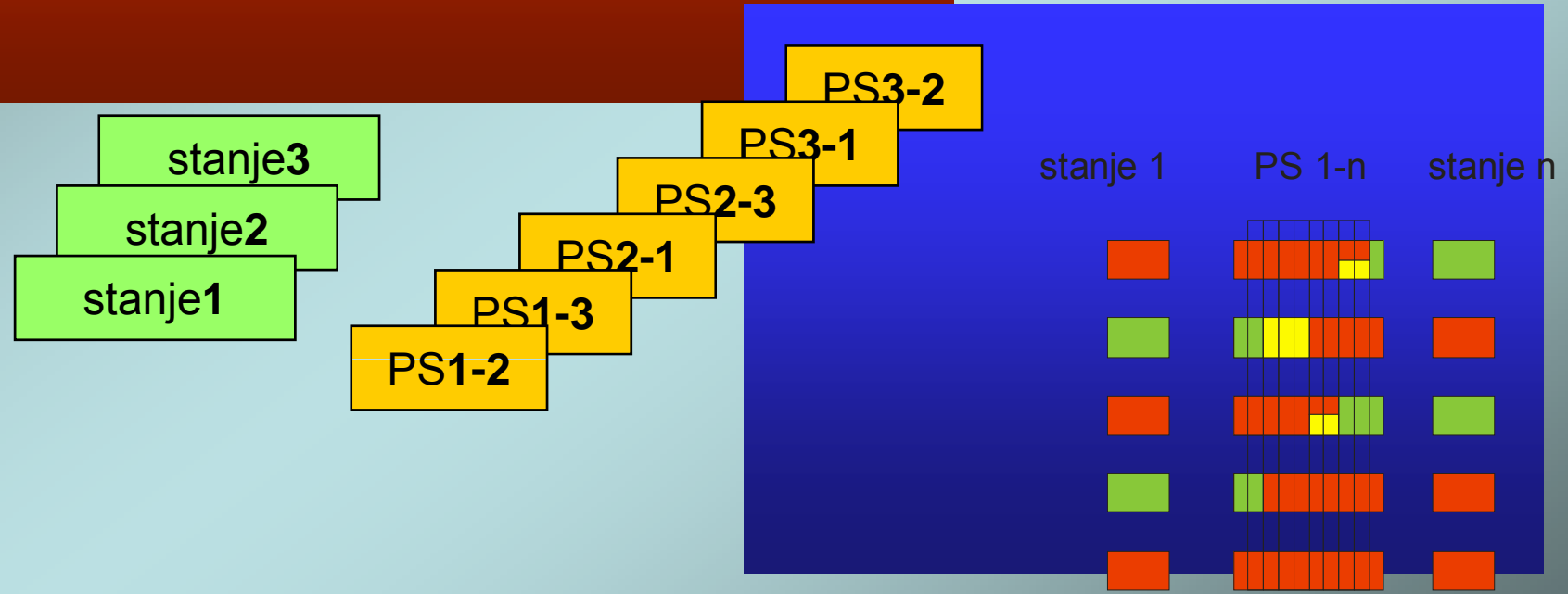


t₁ je 16" od prelaska iz P1(f1) u P2
t₂ je 19" od prelaska iz P2 u P1 (f2) ako nije bilo produkcije tramvajske faze u P2

Fuzzy kontroler zahvaljujući jednostavnom i razumljivom pristupu problemu i svojoj strukturi njegovog rešavanja pouzdano vodi proces ka ishodu koji je blizak ispravnom rezonovanju, ne tražeći od korisnika poseban napor, talenat, koncentraciju.

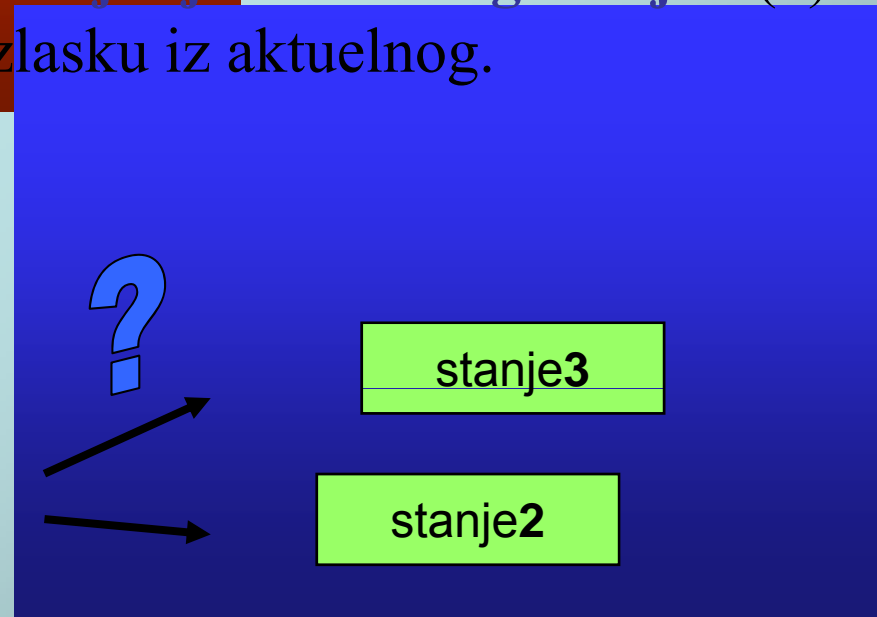
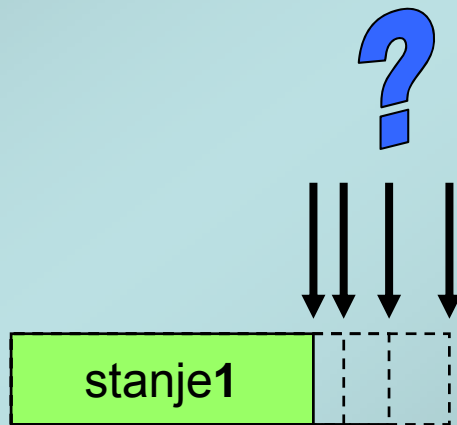
je
la
ja.
ć je

Signalni plan po kome kontroler upravlja radom signala sastoji se u načelu od (a) **stanja (ili faza)**, tokom kojih nema promene u konfiguraciju signalnih pojmova koji se na raskrsnici primenjuju i (b) **prelaznih sekvenci**, tokom kojih se iz jednog stanja odgovarajućom procedurom prelazi u drugo stanje.



Prelazne sekvence se mogu smatrati setom fiksnih unapred definisanih procedura koja se samo primenjuju “po pozivu”.

Adaptivan rad uređaja se može praktično definisati kao izbor svega dva parametra rada: (a) **trajanja aktuelnog stanja** i (b) **izbora narednog stanja** po izlasku iz aktuelnog.



Detektori od uticaja na tok upravljanja (trajanje aktuelnog i izbor narednog stanja) tokom trajanja jednog signalnog stanja su u odnosu na to stanje:

Direktni – vezani za održavanje (produženje) aktuelnog stanja i

“Bočni” – vezani za potrebe trenutno neaktivnih stanja i “generatori” promene stanja.

Upravljački **najznačajniji tipovi detekcije** su:

Najavni detektori, vezani za vreme najave događaja (akumulirano),

Detektori prolaza (GAP-a), vezani za broj i interval sleđenja impulsa (vozila)

Odjavni detektori, vezani za sposobnost pražnjenja raskrsnice, srazmernu trajanju detektovanog impulsa

Na **održavanje aktuelnog stanja (direktni detektori)** najveći uticaj ima detekcija prolaza vozila (GAP), jer se na osnovu nje saznaje kojim se tempom opslužuje aktivan saobraćajni tok i da li zahtev za opslugom još uvek postoji.

Uticaj “bočnih” detektora po prirodi se uvećava sa protokom vremena, što pre ili kasnije dovodi do promene stanja.

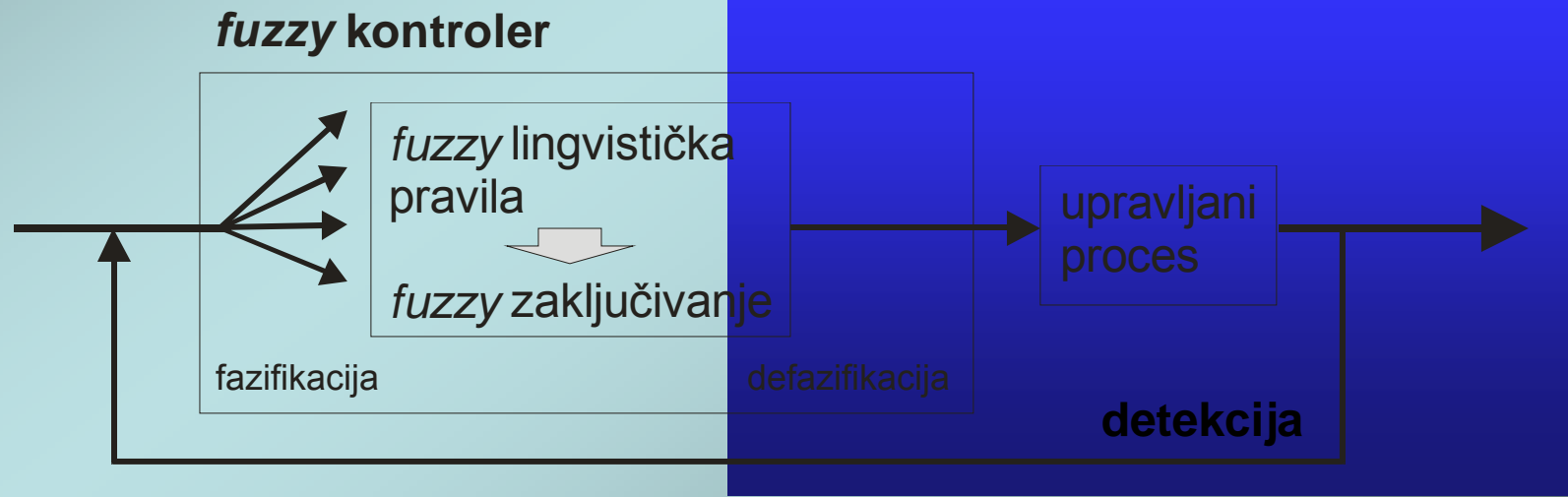
Kriterijumska funkcija koja proverava ispunjenost uslova za promenu stanja (“praga” promene) može se izraziti kao $Ub - Ud$ (razlika uticaja “bočnih” i direktnih detektora). Ona je **linearna kombinacija** svih raspoloživih detekcija na raskrsnici koje pripadaju različitim prilazima, i koje tokom aktuelnosti pojedinih stanja imaju različite predznake (bivaju u ulozi direktnih ili “bočnih” detektora – produžavaju aktuelnost tekućeg stanja ili “kvalifikuju” ostala stanja da kombinovanim delovanjem obezbede uslove za izlazak iz aktuelnog stanja

$$K_f = (+/-) Tf_1(a; b...) * D1 (+/-) Tf_2(a; b...) * D2 \dots (+/-) Tf_n(a; b...) * D_n$$



Činioci

Fuzzy pristup se zasniva na (a) lingvističkim *fuzzy* promenljivim, (b) na njihovim *fuzzy* vrednostima, (c) na *fuzzy* pravilima, a njihov spoj čini (d) *fuzzy* kontroler.



Lingvističke *fuzzy* promenljive vrše identifikaciju ulaza:

- Vreme okupiranosti ili inicijalizacije detektora,
- Vreme između uzastopnih detekcija na detektoru (GAP),
- Vreme između najave i odjave vozila – informacija o prohodnosti pravca (“stanja”)

Fuzzy vrednosti promenljivih:

ZADRŽAVANJE

malo
srednje
veliko
vrlo veliko

GAP

mali
srednji
veliki

PROHODNOST

dobra
loša
nema je

Četvrta *fuzzy* promenljiva je izlazna, može se definisati kao PRODUŽETAK stanja, a njene fuzzy vrednosti su: **nema ga (produžetka), kratak, srednji, dugačak**

Fuzzy pravila (tipizacija)

Za svako stanje kontroler treba da ima jednoznačno definisana pravila **za ostanak u aktuelnom stanju i za promenu stanja**

Dva su formata definisanja pravila:

- IF – THAN u obliku leksičkog iskaza,
- Tabelirana IF – THAN pravila za kombinacije uslova

Definišu se **pravila ostanka u aktuelnom stanju** u obliku tabele (dvodimenzionalno), gde su definisani rezultati za sve kombinacije *fuzzy* vrednosti dve ulazne promenljivih (recimo GAP i PROHODNOST)

Tabela (pravila) PRODUŽETKA TRAJANJA STANJA:

Pravilo broj	Ulazne promenljive			Izlazne promenljive	
	Ulaz 1	Ulaz 2	Ulaz 3	Izlaz 1	Izlaz 2
1	malo	malo	malo	nema	kratko
2	malo	malo	srednje	malo	kratko
3	malo	malo	veliko	malo	srednje
4	malo	srednje	malo	srednje	srednje
5	malo	srednje	srednje	srednje	duže
...	malo	srednje			
...	srednje				

Za slučaj da nema produžetka aktuelnog stanja koriste se definisana **pravila prelaska u neko od preostalih stanja**

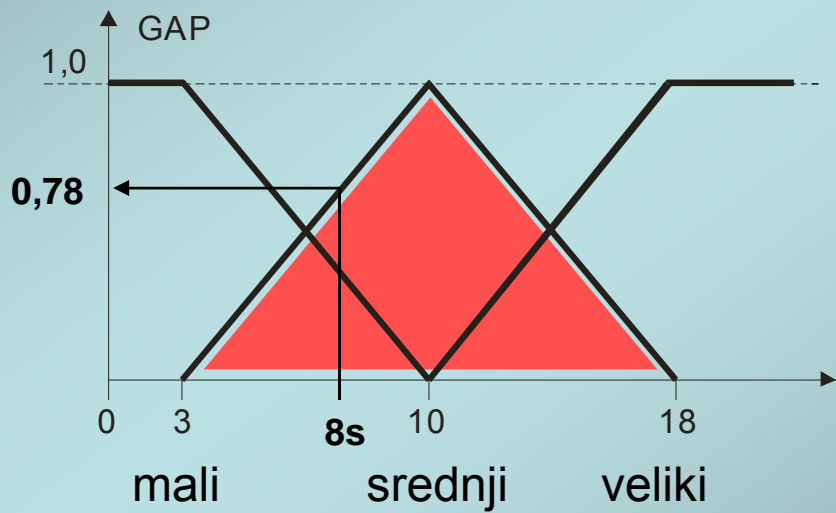
Ako se na osnovu kriterijumske funkcije steknu uslovi da **nema produžetka** aktuelnog stanja (stanja 1) **onda** se aktiviraju pravila za odabir sledećeg stanja (“bočni” det.):

STANJE 2 STANJE 3	NEMA	MALO	SREDNJE	VELIKO
NEMA	1	2	2	2
MALO	3	2	2	2
SREDNJI	3	3	2	2
VELIKI	3	3	3	2

Cela procedura se odvija u *fuzzy* kontroleru i korisnik ne učestvuje u njoj, a ono što se od njega očekuje je **definisanje vrednosti svake od *fuzzy* promenljivih.**

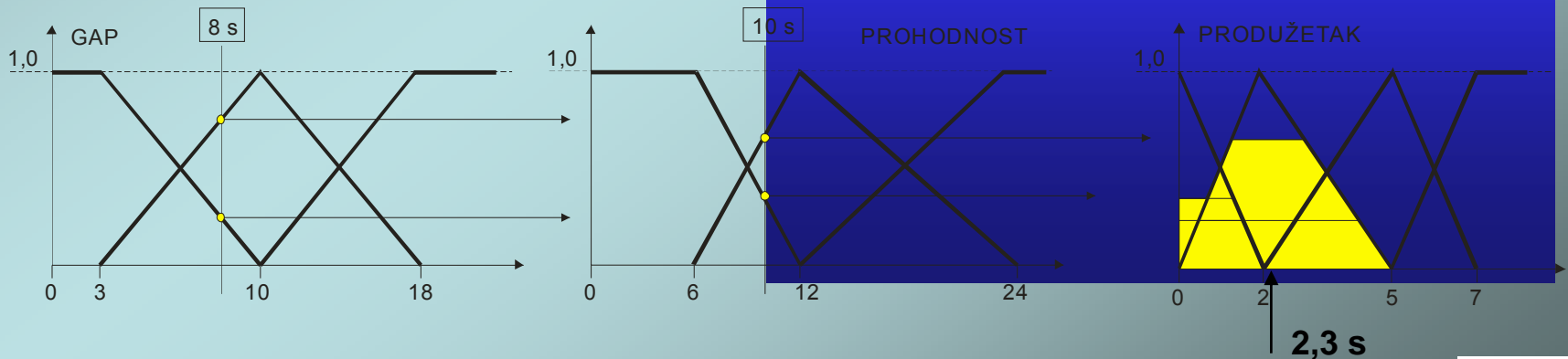
ZADRŽAVANJE: malo-5s/ srednje-10s/ veliko-25s/ vrlo veliko-40s,
GAP: mali-3s/ srednji-10s/ veliki-18s
PROHODNOST: malo-6s/ srednje-12s/ veliko-24s
PRODUŽETAK: nema ga-0s/ kratak-2s/ srednji-5s/ dugačak-7s

Na osnovu korisnički definisanih vrednosti *fuzzy* promenljivih u *fuzzy* kontroleru se automatski definišu funkcije pripadnosti promenljivih *fuzzy* skupovima.



Fuzzy zaključivanje se unutar samog kontrolera sprovodi (min-max) metodom, odsecanja (min.), a na izlaznom *fuzzy* skupu se dobija zaključak (max. - osenčena površina).

Defazifikacija (npr. metodom centra mase) zaključke iz *fuzzy* oblika prevodi u numerički i operativno angažuje u upravljanju signalima. Za proračunat produžetak stanja manji od 2 sekunde stanje se prekida i prelazi na naredno (takav karakter praktičnog upravljačkog zadatka).



KONCEPT *FUZZY* KONTROLERA SVETLOSNE SIGNALIZACIJE

TES, Subotica 2010. god

Hvala vam na pažnji

www.elcombgd.rs