

Prometno inženjerstvo

Predavanje 1.

O kolegiju...

- IV semestar
- predavanja + vježbe (3+2)
- nositelji kolegija:
 - Doc. dr. sc. Siniša Vilke (svilke@pfri.hr)
 - Doc.dr.sc. Neven Grubišić (grubisic@pfri.hr)
- literatura:
 - Bošnjak, I., Badanjak, D.: *Osnove prometnog inženjerstva*, Sveučilište u Zagrebu, 2005.
 - Bauk, S.I.: *Kvantitativne metode optimizacije u funkciji naučnog menadžmenta*, Ekonomska laboratorija za istraživanje tranzicije Podgorica, Podgorica, 2011.
 - Pašagić, H.: *Matematičko modeliranje i teorija grafova*, Sveučilište u Zagrebu, 1998.

Literatura

- Bošnjak, I., Badanjak, D.: *Osnove prometnog inženjerstva*, Sveučilište u Zagrebu, Prometni fakultet, Zagreb, 2005.
- Bauk, S.I.: *Kvantitativne metode optimizacije u funkciji naučnog menadžmenta*, Ekonomska laboratorija za istraživanje tranzicije Podgorica, Podgorica, 2011.
- Pašagić, H.: *Matematičko modeliranje i teorija grafova*, Sveučilište u Zagrebu, Prometni fakultet, Zagreb 1998.
- Mehanović, M.: *Mreže u saobraćaju i komunikacijama*, Univerzitet u Sarajevu, Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Sarajevo, 2015.

Studijske obaveze

- 1. kolokvij: I dio kolegija – doc.dr.sc. Siniša Vilke
- Rješavanje 1. zadatka – doc.dr.sc. Siniša Vilke
- 2. kolokvij: II dio kolegija – dr.sc. Neven Grubišić
- Rješavanje 2. zadatka – dr.sc. Neven Grubišić
- Završni ispit – doc.dr.sc. Siniša Vilke
dr.sc. Neven Grubišić

Ocjenjivanje - bodovanje

- 1. kolokvij	—	25 bodova
- 2. kolokvij	—	25 bodova
- 1. zadatak	—	10 bodova
- 2. zadatak	—	10 bodova
- Završni ispit	—	30 bodova

100 bodova

Cilj kolegija

- postaviti okosnicu inženjerskog proučavanja prometa s osnovnim konceptima i modelima zajedničkim za sve prometne grane
- poučavanje o metodama koje koristi prometni inženjer u rješavanju operativnih problema u pomorstvu i prometu
- ovladavanje tehnikama optimizacije i proračuna veličina u prometnim mrežama.

1. Pojam i sadržaj prometnog inženjerstva

- inženjerski pristup podrazumijeva:
 - precizno razgraničenje sustava i okruženja
 - rigoroznost opisa
 - formalizaciju iskaza
 - mjerenje relevantnih veličina
 - primjenu matematičko-statističkih metoda

Prometno inženjerstvo

znanost

praktične
vještine

Osnovna zadaća prometnog inženjerstva

- identificirati i analizirati prometni sustav
- razviti i primijeniti rješenja za učinkovit, siguran, ekonomičan, udoban i ekološki prihvatljiv prijevoz i/ili prijenos (ljudi, roba, informacija) uporabom odgovarajućih tehničkih sredstava, prometnica i sustava upravljanja prometom.

Rješavanje prometnih problema:

- precizno definiranje potražnje,
- ulaznih tokova,
- dizajniranje kapaciteta,
- izbor odgovarajuće prometne grane i/ili prijenosa,
- rutiranje i vođenje kroz mrežu,
- upravljanje sigurnosnim rizikom, itd.

Prometno inženjerstvo

Definicija:

- znanstvena disciplina i sustavska primjena zajedničkih prometnih načela, koncepata, modela i matematičko-statističkih metoda u prometnom planiranju, funkcionalnom dizajnu, operativnom vođenju i upravljanju dijelova prometnog sustava s ciljevima učinkovitog, sigurnog, brzog, udobnog, ekonomičnog i ekološki pogodnog prijevoza i prijenosa ljudi, roba i informacija.



Slika1.: Ciklus razvoja prometnog inženjerstva

Primjeri zajedničkih prometno-inženjerskih koncepata

- temeljna jednađžba prometnog toka:

$$\varphi = \frac{Q}{T_p}$$

gdje je:

- φ – intenzitet prometnog toka, odnosno protok entiteta u jedinici vremena
- Q – koncentracija ili gustoća entiteta
- T_p – prosječno vrijeme prolaska ili boravka u sustavu

- opća formula, primjenjiva je u gotovo svim prometnim granama

- Vrijeme prolaska kroz sustav općenito ima dvije komponente:

$$t_p = t_0 + t_w$$

gdje je:

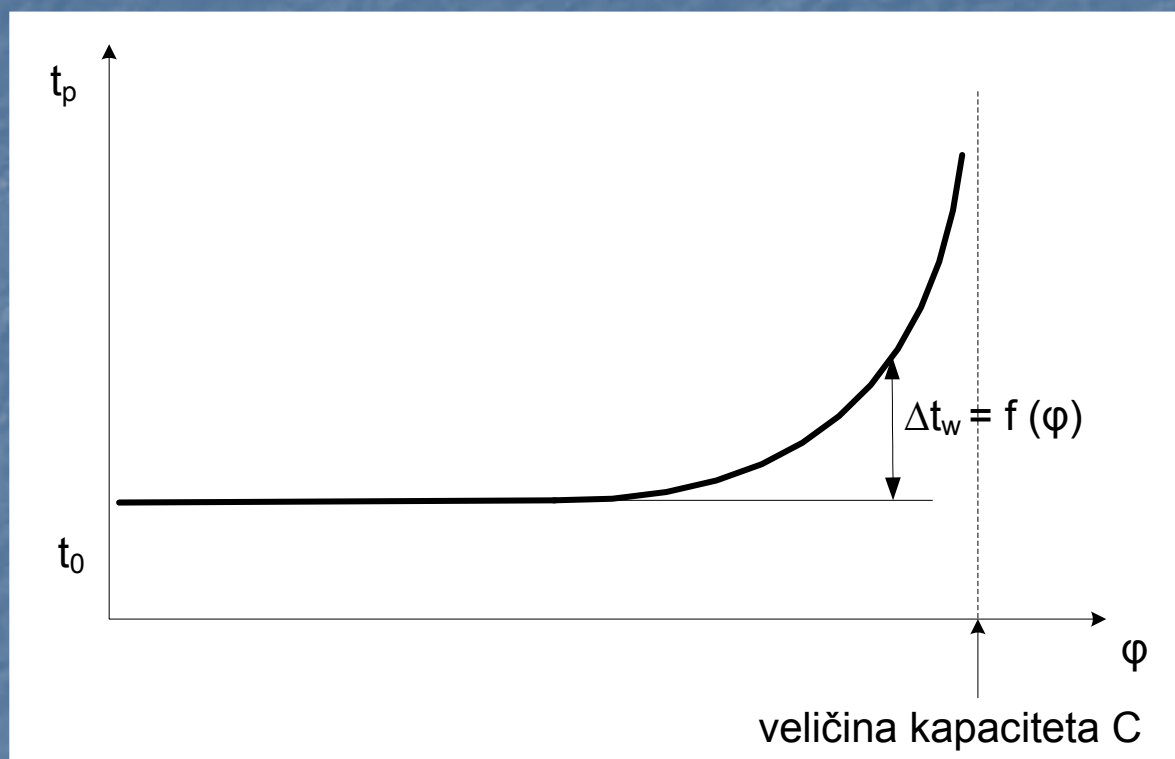
t_p – prosječno vrijeme prolaska ili boravka u sustavu,

t_0 – vrijeme prolaska bez vremenskih gubitaka,

t_w – čekanje.

- Nelinearna ovisnost vremena prijevoza ili prijenosa („kašnjenja“) o veličini prometnog toka, uz „fiksirani“ kapacitet C

- nelinearna ovisnost kašnjenja o veličini prometnog toka (φ):



$$t_p = t_0 + t_w$$

- kada se veličina toka približava veličini kapaciteta, dolazi do naglog povećanja „dodatnog“ čekanja i ukupnog vremena prolaska kroz promatrani sustav

Povezanost prometa, transporta i sustava aktivnosti

- opisane su osnovne interakcije između:
 - mrežne infrastrukture (cestovnih, željezničkih, zračnih, vodnih i drugih prometnica)
 - prometnih entiteta (cestovnih vozila, brodova, zrakoplova, itd.)
 - transportiranih entiteta (ljudi, roba i informacija)



Problemsko područje prometnog inženjerstva

- planiranje i funkcionalni dizajn prometnica prema transportnoj potražnji
- upravljanje preraspodjelom potražnje na modove i rute
- funkcionalna adaptacija prometnih entiteta
- nadzor i operativno vođenje prometnih tokova
- prometna analiza procesa u čvorovima i linkovima
- prometno-tehnološko dizajniranje procesa u terminalnim podsustavima
- sigurnosno razdvajanje vozila, zrakoplova, brodova itd.
- modeliranje propusnosti i razine usluge mrežnih elemenata
- upravljanje prometom
- proračun sigurnosnog rizika u prometu
- preventivno održavanje raspoloživosti, itd.

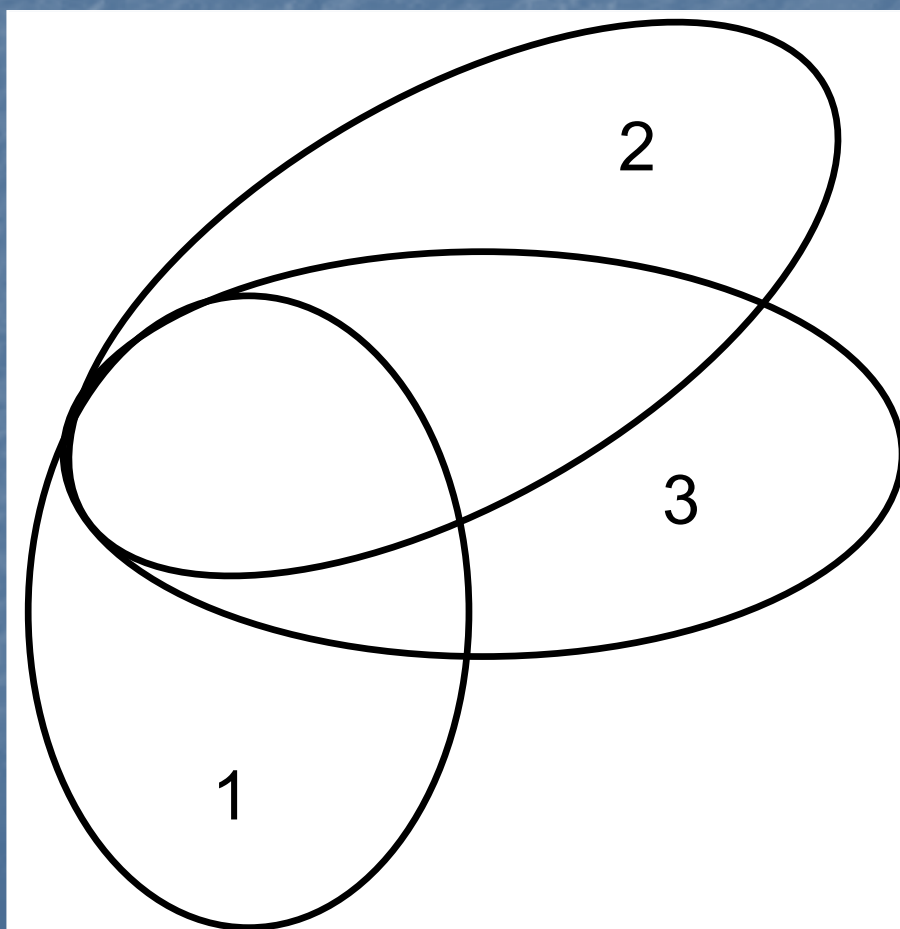
- ▷ evolucija broja entiteta u promatranom sustavu (linku, čvoru) tijekom vremena u slučaju "konzervacije" toka i "izglađenih" funkcija predstavljena je izrazom:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \varphi^{ul}(t) - \varphi^{izl}(t)$$

$$za \quad x_0 = 0$$

- ta jednadžba daje u osnovi deterministički opis "fluidnom analogijom"
- realniji opis uključuje utjecaj veličine opterećenja/zagušenja i različite stohastičke čimbenike koji stvaraju gomilanje entiteta uz složene interakcije

Odnos transporta, prometa i logistike



1 – transport
2 – promet
3 – logistika

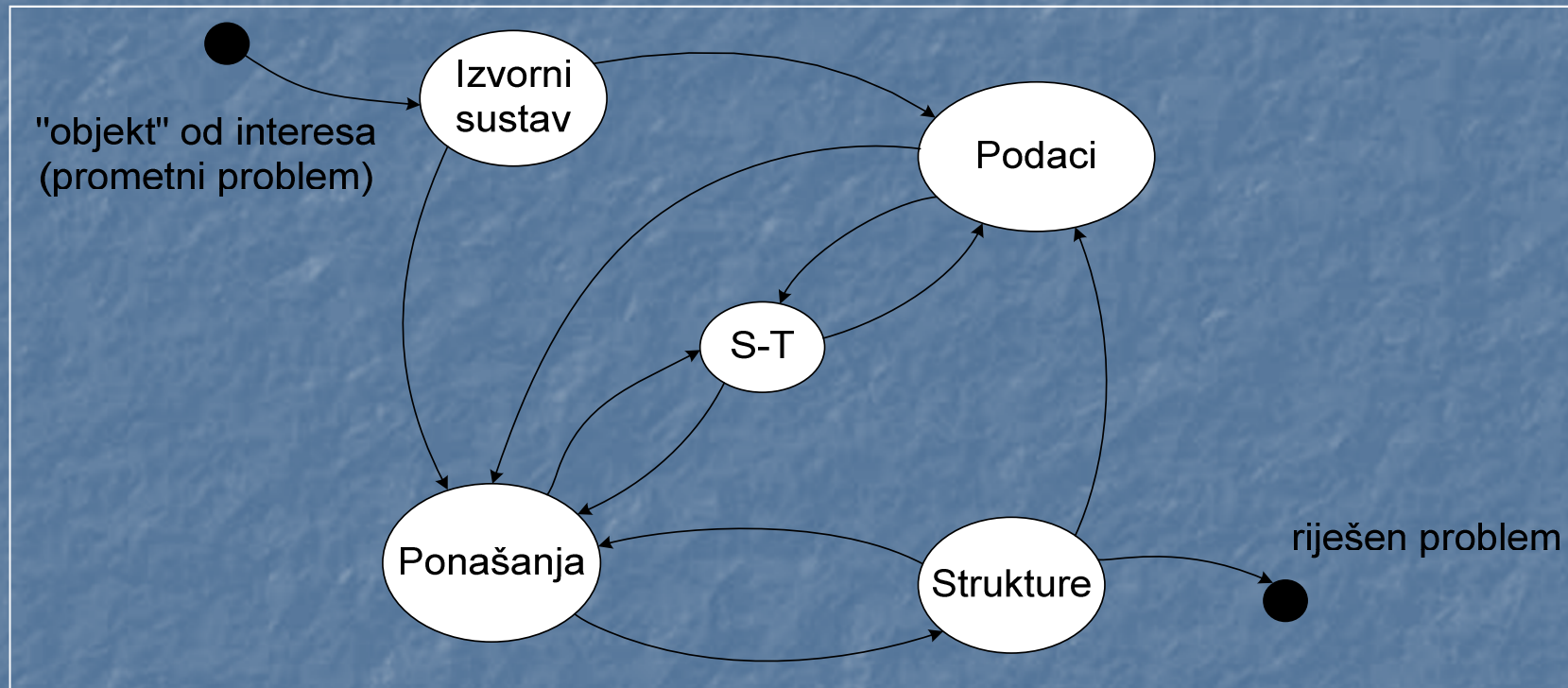
Prometno inženjerstvo vs tehnika/tehnologija prometa

- **tehnologija prometa** – znanost o procesima, načinima i postupcima proizvodnje prometnih usluga
 - označava znanstveno polje i djelatnost proizvodnje prometnih usluga
- **tehnika** – orijentirana na projektiranje, konstrukciju, izgradnju i održavanje prometne infrastrukture
- **tehnologija prometa je širi pojam od tehnike prometa!**

Odnos tehnologije prometa i prometnog inženjerstva

- **tehnologija prometa** proučava “*end-to-end*” procese prijevoza ili prijenosa ljudi, roba ili informacija
 - uključuje primjenu tehničkih sredstava, metoda i postupaka u cilju ostvarenja UČINKOVITE proizvodnje usluge
- **prometno inženjerstvo** – proučava temeljni prometni fenomen, matricu zahtjeva, tokove entiteta, kapacitete i propusnu moć prometnice, itd.

Relacije s tehnikom i tehnologijom prometa



Slika 2. Opći predložak inženjerskog rješavanja problema

Relacije s prostornim planiranjem

Planiranje je aktivnost kojom se unaprijed zacrtavaju zadaci koje treba ostvariti u budućem razdoblju.

Planiranje - uključuje akcije koje treba poduzeti, sredstva sa kojima se raspolaže, nositelje i načine za ostvarenje utvrđenih zadataka na optimalan način i uz najpovoljnije ekonomske rezultate.

Zadatak planiranja - je da na osnovu raspoloživih informacija i procjene uvjeta poslovanja u budućnosti izabere između više mogućih varijanti onu koja je najpovoljnija

Potrebe za planiranjem prometne infra i suprastrukture:

konstantan napredak tehnike i tehnologije, zahtjeva za usklađivanjem gospodarskog razvitka sa svojim okruženjem te uzastopnog povećanja protoka putnika i tereta.

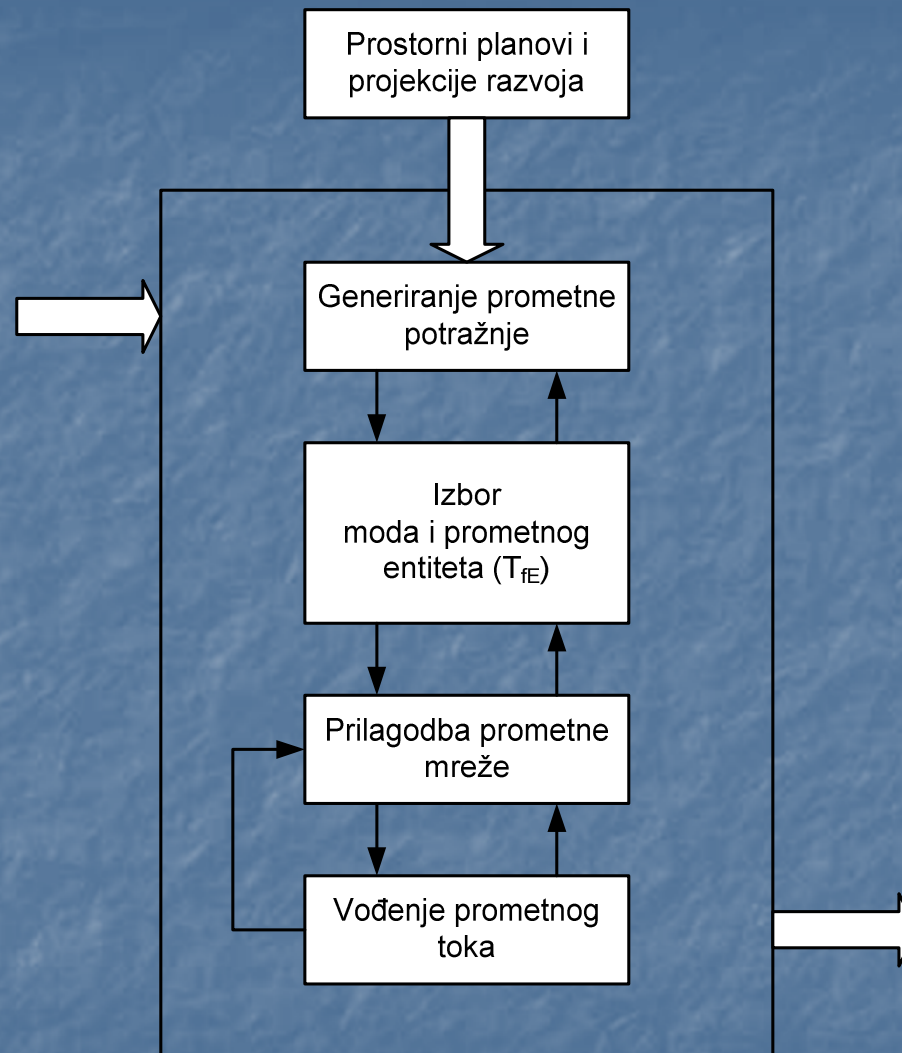
Smisao planiranja je da se :

- A) zadaci iz usvojene poslovne politike precizno definiraju i sistematiziraju,
- B) zadaci rangiraju po važnosti i redoslijedu obavljanja,
- C) složeni zadaci razrade na sastavne elemente i nositelje,
- D) planovima utvrde efekti koje je moguće postići.

Rezultat planiranja  *plan* koji mora sadržavati sljedeće elemente:

1. kvantitativno određene ciljeve i pokazatelje
2. ciljeve i pokazatelje koji moraju biti konzistentni i međusobno usklađeni
3. pokazatelji moraju označavati optimalne ciljeve
4. plan mora predvidjeti mjere, sredstva i nositelje za ostvarenje ciljeva
5. plan mora imati dinamiku realizacije i određeni vremenski rok trajanja

- Prometno planiranje vezano je uz prostorno planiranje i razvoj infrastrukture čija je svrha da pridonosi racionalnoj organizaciji prostora, podizanju kvaliteta življenja, povećanju učinkovitosti gospodarstva itd.
- Temeljni sadržaj planiranja obuhvaćaju:
 - procjena postojećeg stanja
 - određivanje ciljeva i prioriteta
 - projekcija potražnje
 - definiranje mogućih rješenja
 - procjena korisnosti i rizika
 - izbor rješenja
- **Strateško prometno planiranje** mora dugoročno promatrati problem mobilnosti ljudi, roba i informacija obuhvatom svih grana i modova tako da se zadovolji potražnja i ostvare strateški ciljevi (društveni, gospodarski, ekološki itd.)



Slika 3. Pozicioniranje prometnog problema u širem prostorno-prometnom kontekstu

Postupak prostorno - prometnog planiranja

Prostorno - prometno planiranje obuhvaća sljedeće faze:

1. Definiranje problema i okvira planiranja
2. Utvrđivanje statističko-dokumentacijske osnove
3. Predviđanje društveno-ekonomskog razvoja
4. Predviđanje prijevozne potražnje
5. Izradu i vrednovanje plana
6. Politiku ostvarenja plana

Unifikacija terminologije prometnog inženjerstva

Definicija: Prometni entitet ili "vozilo" u najširem smislu predstavlja svaki entitet koji je prilagođen (automobilnom i centralno vođenom) kretanju određenom prometnicom, odnosno medijem.

Primjeri prometnih entiteta su:

- ▷ cestovna motorna vozila
- ▷ bicikl
- ▷ pješak
- ▷ tračnička vozila
- ▷ plovila
- ▷ zrakoplovi
- ▷ telekomunikacijski paket/ćelija, itd.