



**Škola za
Cestovni
Promet**

Prometna tehnika

3. razred VMV

Igor Jelić, mag.ing.traff.

1. UVOD

- Tehnička i znanstvena disciplina
- Propusna moć ceste, prometno planiranje i projektiranje i eksploatacija ceste
- CILJ: maksimalna sigurnost, udobnost i ekonomičnost prijevoza ljudi i tereta

1. UVOD

Razvoj prometne tehnike

- Prvi prometni inženjeri – SAD (1920)
- Prvi institut 1931. - SAD
- Europa – poslije Drugog svjetskog rata



1. UVOD

Područje primjene:

- ***Prometne studije i analize***

- Sigurnost, propusna moć, svrha putovanja, mod prijevoza, statističke metode

- ***Reguliranje i kontrola prometa***

- Ograničenja, signali, znakovi, uređaji za kontrolu prometa

- ***Prometno projektiranje***

- Brzina, površina kolnika, vrsta raskrižja, ulaganje i korist ulaganja (Pelješki most, A1, A5)

- ***Planiranje prometa***

- Studije i analize postojećeg stanja, broj stanovnika, raspodjela prijevoza, prometna mreža



1. UVOD

Prometna nesreća:

- Nesretan događaj
- Sudjelovanje najmanje jednog vozila
- Nastanak materijalne štete
- Najmanje jedna ozlijeđena ili poginula osoba
- Poginula 30 dana od posljedica prometne nesreće?

1. UVOD

Podjela prometnih nesreća prema:

- Mjestu na kojem su nastale
 - Vremenu kada su nastale
 - Načinu kako su nastale
 - Uzrocima zbog kojih su nastale
-
- Brzina, nalijetanje zadnjeg vozila, nepoštivanje prednosti prolaska, alkohol, slijetanje s kolnika...

1. UVOD

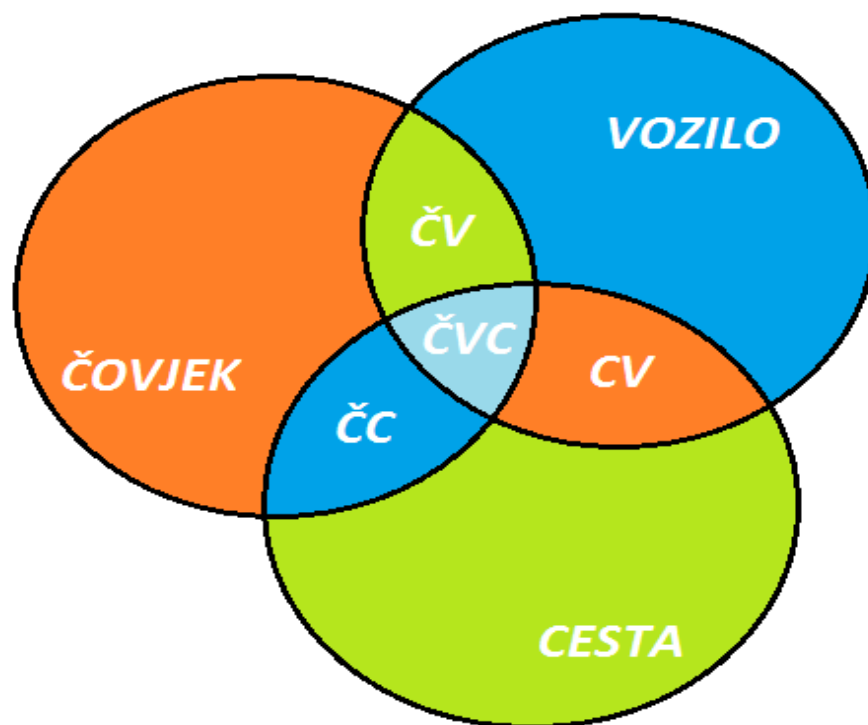
Pitanja!!!

- 1. Što je prometna tehnika?***
- 2. Koja su područja primjene prometne tehnike?***
- 3. Što je prometna nesreća?***



2. ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

Prosječno se smatra da je za oko 85 % nesreća kriv čovjek, a svi ostali čimbenici čine 15 %



2. ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

Dopunski čimbenici sigurnosti prometa:

- Klimatski čimbenici
- Zakoni i propisi o sigurnosti prometa
- Sredstva za upravljanje prometom
- Nadzor nad prometom

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

- AKTIVNI ČIMBENICI – tehnička rješenja kod vozila koja imaju zadaću da broj prometnih nesreća svedu na najmanji mogući broj, odnosno **smanje mogućnost nastanka prometne nesreće**
- PASIVNI ČIMBENICI – tehnička rješenja koja imaju zadaću **ublažiti posljedice prometne nesreće**

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

- PASIVNI ČIMBENICI:

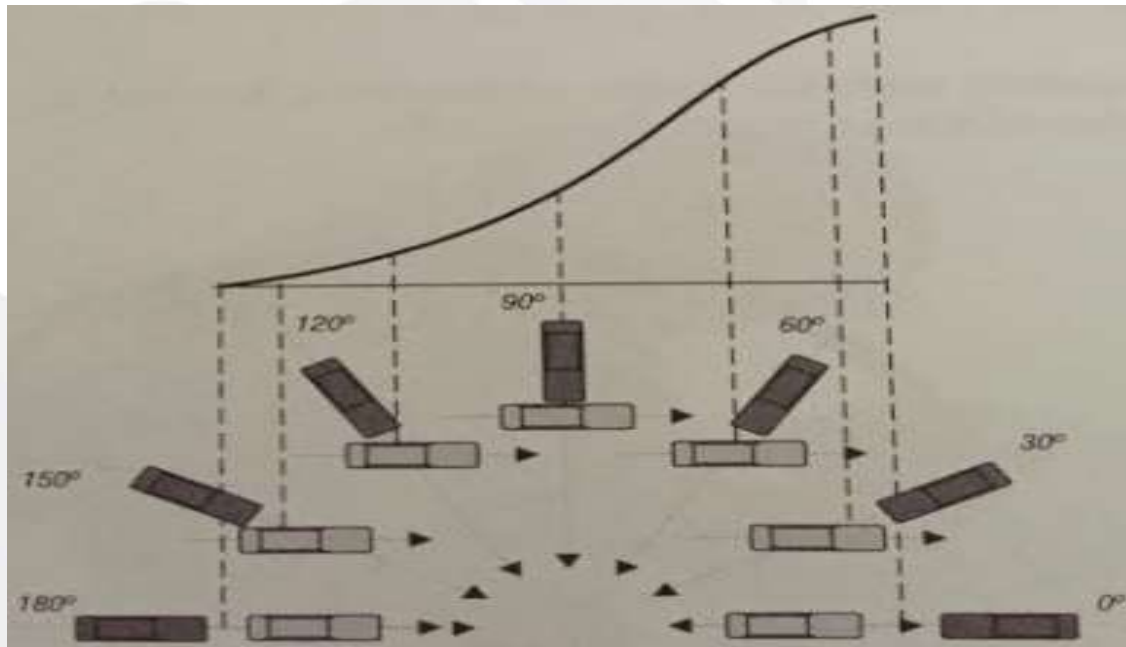
1. Karoserija vozila
2. Vrata vozila
3. Vjetrobranska stakla
4. Položaj motora
5. Položaj spremnika goriva, rezervnog kotača i akumulatora
6. Odbojnik
7. Sigurnosni pojasevi i nasloni za glavu
8. Sigurnosni zračni jastuk na kolu upravljača



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Karoserija vozila

- https://www.youtube.com/watch?v=LmRkPyuet_o
- <https://www.youtube.com/watch?v=fPF4fBGNK0U>



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Vrata vozila



???



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Vjetrobranska stakla i zrcala

- Zastakljene površine u vozilu:
 - Ne smiju izazvati ozljede od posjekotina
 - Ne smiju oštetiti oko
 - Moraju štiti od vanjskih stranih tijela
 - Moraju ostati providna nakon naglog loma.



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Položaj motora

- Tri načina smještaja motora u vozilu:
 1. Naprijed
 2. Centralno
 3. Straga

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Položaj spremnika goriva, rezervnog kotača i akumulatora

- Položaj spremnika
 - Motor straga – spremnik naprijed
 - Motor straga – spremnik u sredini
 - Motor naprijed – spremnik straga ili ispod vozila
- Rezervni kotač
 - Najbolje ga smjestiti ispred motora (kinetička energija)
- Akumulator
 - Najbolje uvijek dijagonalno od spremnika za gorivo (samozapaljiv)

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Odbojnici

- Elastični i prigušni dio na prednjem i stražnjem kraju vozila
- **Zadaća:** apsorbira određeni dio kinetičke energije
- Danas se izrađuju od plastike



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Sigurnosni zračni jastuk

- Aktiviranje 30 – 50 milisekunde
- Tijelo treba biti u “idealnom” položaju prilikom aktivacije zračnog jastuka
- Proces traje oko 150 milisekundi
- Dušik

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Sigurnosni pojasevi

- Čeoni sudar (udar glave u unutrašnjost vozila)
- Prevrtanje vozila
- Smrtonosne posljedice



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

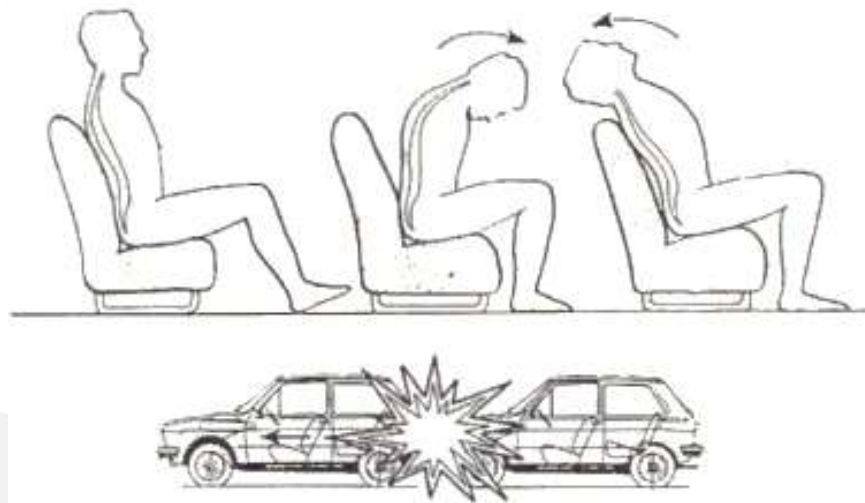
Nastradali vozači i putnici osobnih vozila prema korištenju sigurnosnog pojasa u 2015. godini

| Vozači i putnici u osobnim vozilima | Poginuli | | Ozlijeđeni | | | |
|-------------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ukupno | % | teško | % | lakše | % |
| Koristili su sigurnosni pojas | 50 | 30,5 | 804 | 68,9 | 6.684 | 81,6 |
| Nisu koristili sigurnosni pojas | 65 | 39,6 | 148 | 12,7 | 295 | 3,6 |
| Nepoznato | 49 | 29,9 | 215 | 18,4 | 1.213 | 14,8 |
| UKUPNO | 164 | 100,0 | 1.167 | 100,0 | 8.192 | 100,0 |



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Sigurnosni nasloni za glavu



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Pitanja!!!

- 1. Koji su osnovni, a koji dopunski čimbenici sigurnosti prometa?*
- 2. Što su i čemu služe aktivni čimbenici sigurnosti?*
- 3. Što su i čemu služe pasivni čimbenici sigurnosti?*
- 4. Nabroji pasivne čimbenike sigurnosti!*



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Aktivni čimbenici su:

1. Pneumatici
2. Kočnice
3. Sigurnosni upravljački mehanizam
4. Konstrukcija sjedala
5. Čimbenici koji omogućuju bolji prijem informacija iz vozila
6. Čimbenike vezane uz fiziološke i psihološke karakteristike čovjeka
7. Konstrukcija komandnih uređaja



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Pneumatici

- U izravnom dodiru sa podlogom
- Dobar pneumatik = bolje prijanjanje, veća stabilnost u zavoju, manji zaustavni put, manja mogućnost aquaplaning
- Veća sigurnost u prometu
- Oznaka: 205/55/R16 88H
- Oznaka: 3507



2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Kočnice

- Tri sustava za kočenje:
 1. Sustav doboš kočnica
 2. ***Sustav disk kočnica***
 3. Kombinirani sustav

- ABS

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Konstrukcija sjedala

- Horizontalne i vertikalne sile
- Pouzdan oslonac
- Ublažava njihanje izazvano gibanjem vozila

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Čimbenici koji omogućuju bolji prijem informacija iz vozila

...ubrajamo:

1. Vidljivost iz vozila
2. Brisače i perače stakla
3. Svjetlosne i signalne uređaje

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Čimbenici vezani uz fiziološke i psihološke osobine čovjeka

...ubrajamo:

1. Klimatizacija i provjetravanje unutrašnjosti vozila (17 – 22 stupnjeva zimi, do 28 stupnjeva)
2. Oscilacije i vibracije vozila (morska bolest)
3. Buka (neželjeni zvuk)

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Konstrukcija komandnih uređaja

Komandni uređaju u vozilu su:

- Kolo upravljača
- Spojka
- Papučica za ubrzanje (akcelerator)
- Papučica za usporenje
- Mjenjač brzine
- Specifične komande

2.1. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Pitanja!!!

1. Nabroji aktivne čimbenike sigurnosti!
2. Objasni pneumatik kao čimbenik sigurnosti!
3. Objasni ABS sustav!



3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

- Cesti kao čimbeniku sigurnosti prometa trebalo bi pokloniti pozornost preko:
 1. Projektiranja novih cesta i raskrižja
 2. Rekonstrukciji postojećih prometnica
 3. Uklapanje ceste u okolinu kojom prolazi
 4. Opreme ceste
 5. Kolničkom zastoru
 6. Kvalitetna rasvjeta prometnice
 7. Zaštitnim ogradama
 8. Parkiralištima
 9. Održavanje i popravak cesta
 10. Organizacija prometa tijekom radova



3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Za sigurnu vožnju cestovna površina mora pružati dobru vrijednost prijanjanja između kolnika i pneumatika.

Čimbenici koji utječu na prijanjanje:

- Mokar kolnik i vodeni klin
- Prljav kolnik
- Temperatura zraka
- Istrošenost pneumatika
- Ravna površina ceste
- Nagib ceste
- Snijeg, poledica, ledena kiša



3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

| Vrsta kolničkog zastora | Vrijednost koeficijenta klizanja | |
|-------------------------|----------------------------------|-------|
| | Suh | Mokar |
| Hrapavi kolnički zastor | 0,8 | 0,75 |
| Kamena kocka | 0,65 | 0,55 |
| Nasuti šljunak | 0,5 | 0,4 |



3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Nagib ceste

- Poprečni nagib 2,5 – 7 % (9%)
 - Centrifugalna sila, odvodnja
- Uzdužni nagib do 12 %
 - Poželjan ako ne zahtjeva čestu upotrebu ručice mjenjača



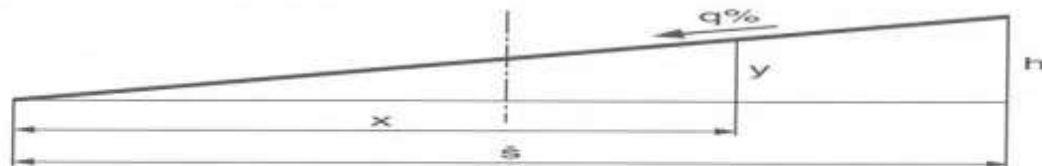
3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Poprečni nagib može biti:

- Jednostrani nagib
- Dvostrani nagib
- Dvostrani nagib sa zaobljenom trećinom
- Parabolični nagib

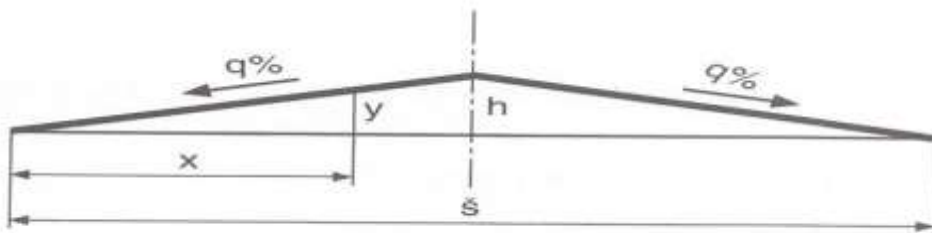


3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

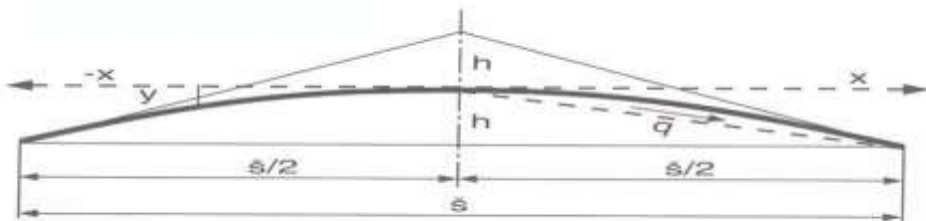


$$h = \frac{\text{š} \cdot q}{100}$$

h - visina nagiba
š - širina kolnika
q - nagib ceste u postocima.



$$h = \frac{\text{š}}{2} \cdot \frac{q}{100}$$



$$h = \frac{\text{š}}{2} \cdot \frac{q}{100}$$



3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Stanje kolnika

- 4,3 % prometnih nesreća uzrokovalo je stanje kolnika
- Udarne rupe nastaju zbog:
 - Slabe kvalitete gornjeg sloja
 - Lošeg vremena i nepravilnog održavanja
 - Zamrzavanje

3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Oprema ceste

...važna za sigurno odvijanje prometa

- Oprema ceste:
 - Smjerokazi
 - Zaštitna ograda
 - Kilometarske oznake
 - Zeleni pojas
 - Katadiopteri
 - Prometni znakovi i oznake

3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Održavanje ceste

Održavanje podrazumijeva:

- Mjestimični popravci kolnika (zalijevanje pukotina)
- Čišćenje kolnika
- Čišćenje objekata za odvodnju
- Košnja trave
- Čišćenje snijega
- Posipavanje kolnika



3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Popravak ceste

Popravak ceste podrazumijeva:

- Obnavljanje istrošenog kolničkog zastora
- Obnavljanje rubnjaka
- Zaštita željeznih elemenata od korozije

3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Objekti na prometnici

U objekte na prometnici ubrajamo

- Mostove
- Nadvožnjake
- Podvožnjake
- Vijadukte
- Tunele



Pitanja!!!

1. Koji čimbenici utječu na prijanjanje između kolnika i pneumatika?
2. Koliko može biti poprečni, a koliki uzdužni nagib ceste?
3. Što podrazumijevamo pod opremom ceste?
4. Što sve ubrajamo u cestovne objekte?



4. DOPUNSKI ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

Dopunski čimbenici sigurnosti prometa su:

1. Klimatski čimbenici
2. Sredstva za upravljanje prometom
3. Zakoni i propisi
4. Kontrola prometa



4. DOPUNSKI ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

- ***Klimatski čimbenici su:***

1. Prva kiša
2. Kiša
3. Poledica
4. Snijeg
5. Magla
6. Vjetar
7. Sunce
8. Atmosferski tlak



4. DOPUNSKI ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

- ***Sredstva za upravljanje prometom:***
 1. Vertikalna signalizacija
 2. Horizontalna signalizacija

...Promjenjiva signalizacija

4. DOPUNSKI ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

Zakoni i propisi

- Bezakonje u prometu = zakon jačeg



- <https://www.youtube.com/watch?v=a-n90kapTv8>
- *Zakon o sigurnosti prometa na cestama*

4. DOPUNSKI ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

Kontrola prometa

- ...podrazumijeva:
 - Djelatnike za nadzor prometa
 - Sredstva za nadzor
 - Organizaciju rada nadzora

Pitanja!!!

1. Navedi dopunske čimbenike sigurnosti prometa!
2. Objasni klimatske čimbenike!

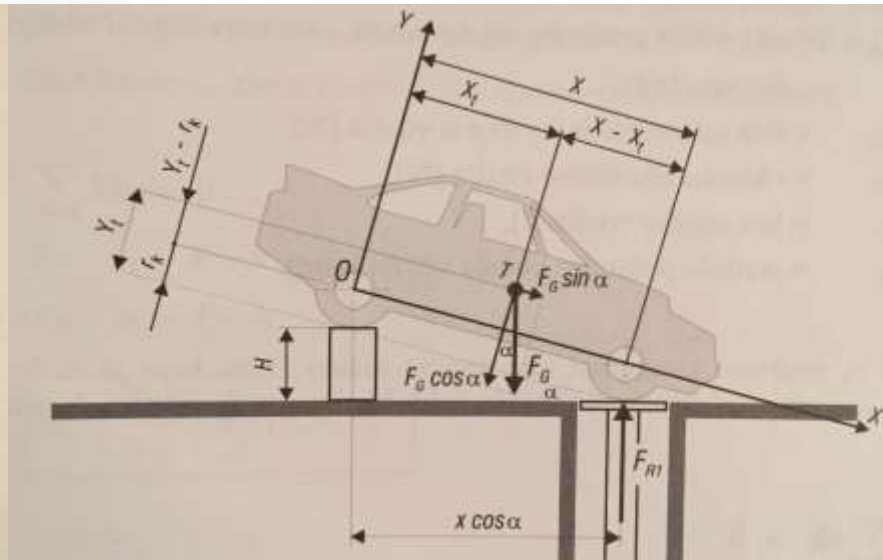
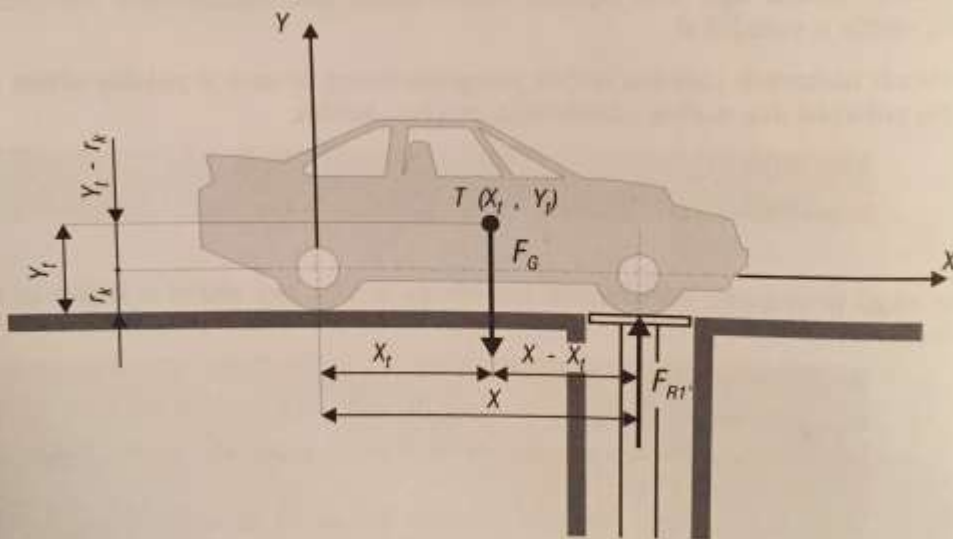


5. TEŽIŠTE VOZILA

- Položaj težišta vozila predstavlja jednu od bitnih konstruktivnih karakteristika vozila s obzirom da težište ima veliki utjecaj na vučne karakteristike i stabilnost kretanja vozila.
- Određivanje težišta vozila:
 - Analitički
 - Grafički



5. TEŽIŠTE VOZILA



5. TEŽIŠTE VOZILA

- *Težište vozila za koordinatu x_t*

$$x_t = \frac{F_{r1'}}{F_G} \cdot x$$

- *Težište vozila za koordinatu y_t*

$$y_t = \frac{x \cdot (F_{r1} - F_{r1'})}{F_G \cdot \operatorname{tg} \alpha} + r_k$$

F_{R1}' = težina prednjeg dijela vozila (N)

F_G = ukupna težina vozila (N)

x = udaljenost između osi osovina prednjih i zadnjih kotača

F_{R1} = sila težine prednjeg dijela vozila, ako je podignut zadnji dio vozila (N)

α = kut nagiiba vozila ($^\circ$)

r_k = statički polumjer kotača vozila (mm)



5. TEŽIŠTE VOZILA

- ZADATAK 1

Odredite analitičkim načinom koordinate težišta vozila ako je zadano:

$$F'_{R1} = 45 \text{ kN}$$

$$F_G = 100 \text{ kN}$$

$$x = 2000 \text{ mm}$$

$$F_{R1} = 49,5 \text{ kN}$$

$$\alpha = 10^\circ$$

$$r_k = 280 \text{ mm}$$

 $x_t = ?, y_t = ?$

$$x_t = \frac{F_{r1'}}{F_G} \cdot x = \frac{45}{100} \cdot 2000 = 900 \text{ mm}$$

$$y_t = \frac{x \cdot (F_{r1} - F_{r1'})}{F_G \cdot \text{tg} \alpha} + r_k = \frac{2000 \cdot (49,5 - 45)}{100 \cdot 0,17633} + 280 = 790 \text{ mm}$$



5. TEŽIŠTE VOZILA

- ZADATAK 2

Odredite analitičkim načinom koordinate težišta za vozilo ukupne sile težine 120 kN, sila težine prednjeg dijela vozila 45 kN i sile težine prednjeg dijela vozila povišenog zadnjim dijelom 52,8 kN. razmak između prednjih i zadnjih kotača iznosi 2200 mm, polumjer kotača 300 mm, a kut nagiba vozila iznosi 10°.

$$F_G = 120 \text{ kN}$$

$$F_{R1'} = 45 \text{ kN}$$

$$F_{R1} = 52,8 \text{ kN}$$

$$x = 2200 \text{ mm}$$

$$r_k = 300 \text{ mm}$$

$$\alpha = 10^\circ$$

 $x_t = ?, y_t = ?$

$$x_t = \frac{F_{r1'}}{F_G} \cdot x = \frac{45}{120} \cdot 2200 = 825 \text{ mm}$$

$$y_t = \frac{x \cdot (F_{r1} - F_{r1'})}{F_G \cdot \tan \alpha} + r_k = \frac{2200 \cdot (52,8 - 45)}{120 \cdot 0,17633} + 300 = 1111 \text{ mm}$$



5. TEŽIŠTE VOZILA

- ZADATAK 3

Odredite analitičkim načinom koordinate težišta za vozilo čija ukupna sila težine vozila iznosi 90 kN, sila težine prednjeg dijela vozila iznosi 50 kN i sile težine prednjeg dijela vozila povišenog zadnjim dijelom je 55,8 kN. razmak između prednjih i zadnjih kotača iznosi 1900 mm, polumjer kotača 290 mm, a kut nagiba vozila iznosi 10°.

$$F_G = 90 \text{ kN}$$

$$F_{R1'} = 50 \text{ kN}$$

$$F_{R1} = 55,8 \text{ kN}$$

$$x = 1900 \text{ mm}$$

$$r_k = 290 \text{ mm}$$

$$\alpha = 10^\circ$$

 $x_t = ?, y_t = ?$

$$x_t = \frac{F_{r1'}}{F_G} \cdot x = \frac{50}{90} \cdot 1900 = 1056 \text{ mm}$$

$$y_t = \frac{x \cdot (F_{r1} - F_{r1'})}{F_G \cdot \text{tg} \alpha} + r_k = \frac{1900 \cdot (55,8 - 50)}{90 \cdot 0,17633} + 290 = 984 \text{ mm}$$

6. OTPORI VOŽNJE

- Gibanju vozila prilikom kretanja s mjesta i tijekom vožnje suprotstavljaju se unutarnji i vanjski otpori.
- Unutarnji otpori – otpori u prijenosnom mehanizmu i otpori u ležajevima rotirajućih dijelova dijelova vozila
- Vanjski otpori:
 1. otpor kotrljanja,
 2. otpor zraka,
 3. otpor ubrzanja i
 4. otpor uspona



6. OTPORI VOŽNJE

OTPOR KOTRLJANJA

- Pod otporom kotrljanja podrazumijevamo otpor koji se mora savladati pri kotrljanju elastičnog valjkastog tijela (pneumatik) po podlozi
- Elastičnost pneumatika može biti:
 1. Radijalna elastičnost
 2. Bočna elastičnost
 3. Tangencijalna elastičnost (uzdužna)

6. OTPORI VOŽNJE

- Otpor kotrljanja

$$F_K = F_G * f_k$$

F_K = Sila otpora kotrljanja (N)

F_G = Ukupna sila težine vozila (N)

f_k = Koeficijent otpora kotrljanja



6. OTPORI VOŽNJE

Vrijednosti koeficijenta kotrljanja kod različitih vrsta i stanja kolnika

| Kolnički zastor ceste | Koeficijent otpora kotrljanja f_k |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Asfaltno – betonski u odličnom stanju | 0,014 – 0,018 |
| Ravan tucanik | 0,020 – 0,025 |
| Kamene kocke | 0,020 – 0,025 |
| Cesta prekrivena snijegom | 0,025 – 0,030 |
| led | 0,018 – 0,020 |
| Suhi pijesak | 0,150 – 0,300 |
| Ravna blatna podloga | 0,050 – 0,100 |

6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 4

Izračunaj otpor kotrljanja ako je zadana ukupna težina vozila $F_G = 10000$ N, a vozilo se kreće po kamenoj kocki.

$$F_G = 10000 \text{ N}$$

$$f_k = 0,025$$

$$F_K = ???$$

$$F_K = F_G * f_k$$

$$F_K = 10000 * 0,025$$

$$F_K = 250 \text{ N}$$



6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 5

Izračunaj otpor kotrljanja ako je zadana ukupna težina vozila 10000 N, a vozilo se kreće po suhom pijesku.

$$F_G = 10000 \text{ N}$$

$$f_k = 0,300$$

$$F_K = ???$$

$$F_K = F_G * f_k$$

$$F_K = 10000 * 0,300$$

$$F_K = 3000 \text{ N}$$



6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 6

Izračunaj otpor kotrljanja ako je zadana ukupna težina vozila 150000 N, a vozilo se kreće po ravnoj blatnoj podlozi.

$$F_G = 150000 \text{ N}$$

$$f_k = 0,100$$

 $F_K = ???$

$$F_K = F_G * f_k$$

$$F_K = 150000 * 0,100$$

$$F_K = 15000 \text{ N}$$



6. OTPORI VOŽNJE

OTPOR ZRAKA

- Otpor zraka ovisi o:
 1. Tlaku zraka na čeonu površinu vozila
 2. Silu trenja između strujnica zraka i vozila (krova, poda, boka karoserije)
 3. Sile podtlaka (depresije) vrtloženja strujnica iza vozila



6. OTPORI VOŽNJE

- OTPOR ZRAKA

$$F_z = \left(\frac{V_r}{3,6} \right)^2 \cdot 0,65 \cdot A \cdot c \text{ [N]}$$

- F_z = Otpor zraka
- V_r = Relativna brzina zraka prema brzini vozila (km/h)
- 0,65 = Dinamički tlak na čeonu površinu vozila (const.)
 - A = Čeona površina vozila
 - c = Koeficijent otpora zraka

- $V_r = V + W \rightarrow$ *kada vjetar puše čeonu*

- V = brzina gibanja vozila
- W = brzina vjetra

$$A = 0,9 \cdot H \cdot B$$

- 0,9 = Const.
- H = Visina vozila (m)
- B = širina vozila (m)



6. OTPORI VOŽNJE

| Vrsta vozila | Koeficijent otpora zraka „c” |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Teretno vozilo | 1,0 |
| Teretno vozilo s prikolicom | 1,5 |
| Zatvoreni osobni automobil (stariji) | 0,65 |
| Zatvoreni osobni automobil (noviji) | 0,4 - 0,45 |
| Otvoreni osobni automobil (noviji) | 0,6 - 0,65 |
| Uobičajena izvedba autobusa | 0,6 |
| Trkaći automobil | 0,2 |
| Motocikl bez vozača | 0,6 - 0,8 |
| Motocikl sa vozačem | 1,0 - 2,4 |

6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 7

Odredi otpor zraka za autobus visine $H = 3\text{ m}$ i širine $B = 2,5\text{ m}$, ako se kreće brzinom od $V = 50\text{ km/h}$, a vjetar puše brzinom $W = 15\text{ km/h}$.

$$H = 3\text{ m}$$

$$B = 2,5\text{ m}$$

$$V = 50\text{ km/h}$$

$$W = 15\text{ km/h}$$

$$C = 0,6$$

$$0,9 = \text{const.}$$

$$A = ?, V_r = ?, F_z = ?$$

$$A = 0,9 \cdot H \cdot B$$

$$A = 0,9 \cdot 3 \cdot 2,5 = 6,75\text{ m}^2$$

$$V_r = V + W$$

$$V_r = 50 + 15 = 65\text{ km/h}$$

$$F_z = \left(\frac{V_r}{3,6}\right)^2 \cdot 0,65 \cdot A \cdot c$$

$$F_z = \left(\frac{65}{3,6}\right)^2 \cdot 0,65 \cdot 6,75 \cdot 0,6 = 857,9\text{ N}$$



6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 8

Odredi otpor zraka za trkaći automobil visine 1,3 m i širine 1,5 m, ako se kreće brzinom od 120 km/h, a vjetar puše brzinom 130 km/h.

$$H = 1,3 \text{ m}$$

$$B = 1,5 \text{ m}$$

$$V = 120 \text{ km/h}$$

$$W = 130 \text{ km/h}$$

$$C = 0,2$$

0,9 = const. → za teška vozila

0,78 = const. → za osobne automobile

$$A = ?, V_r = ?, F_z = ?$$

$$A = 0,9 \cdot H \cdot B$$

$$A = 0,78 \cdot 1,3 \cdot 1,5 = 1,52 \text{ m}^2$$

$$V_r = V + W$$

$$V_r = 120 + 130 = 250 \text{ km/h}$$

$$F_z = \left(\frac{V_r}{3,6} \right)^2 \cdot 0,65 \cdot A \cdot c$$

$$F_z = \left(\frac{250}{3,6} \right)^2 \cdot 0,65 \cdot 1,52 \cdot 0,2 = 952,93 \text{ N}$$



6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 9

Odredi otpor zraka za otvoreni osobni automobil visine 1,4 m i širine 1,6 m, ako se kreće brzinom od 100 km/h, a vjetar puše brzinom 5 km/h.

$$H = 1,4 \text{ m}$$

$$B = 1,6 \text{ m}$$

$$V = 100 \text{ km/h}$$

$$W = 5 \text{ km/h}$$

$$C = 0,65$$

0,9 = const. → za teška vozila

0,78 = const. → za osobne automobile

$$A = ?, V_r = ?, F_z = ?$$

$$A = 0,9 \cdot H \cdot B$$

$$A = 0,78 \cdot 1,4 \cdot 1,6 = 1,75 \text{ m}^2$$

$$V_r = V + W$$

$$V_r = 100 + 5 = 105 \text{ km/h}$$

$$F_z = \left(\frac{V_r}{3,6} \right)^2 \cdot 0,65 \cdot A \cdot c$$

$$F_z = \left(\frac{105}{3,6} \right)^2 \cdot 0,65 \cdot 1,75 \cdot 0,65 = 628,98 \text{ N}$$



6. OTPORI VOŽNJE

OTPOR UBRZANJA

- Otpor ubrzanja sastoji se iz dvije vrste otpora:
 1. Otpor mase vozila koju moramo ubrzati
 2. Otpor mase rotirajućih dijelova
- Otpor masa rotirajućih dijelova uključuju:
 1. Masu koljenastog vratila
 2. Masu zamašnjaka
 3. Masu kardanskog vratila
 4. Masa kotača

6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 10

Izračunaj otpor ubrzanja ako je poznata ukupna sila težine teretnog vozila $F_G = 1667,7$ kN, akceleracija do $0,9 \text{ m/s}^{-2}$, koeficijent masa u rotaciji $\delta = 1,18$.

$$F_G = 1667,7 \text{ kN}$$

$$a = 0,9 \text{ m/s}^{-2}$$

$$\delta = 1,18$$

$$F_u = ?$$

$$F_u = \frac{F_G}{g} \cdot a \cdot \delta$$

$$F_u = \frac{1667,7}{9,81} \cdot 0,9 \cdot 1,18$$

$$F_u = 180,54 \text{ kN}$$



6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 11

Izračunaj otpor ubrzanja ako je poznata ukupna sila težine teretnog vozila $F_G = 1545,6$ kN, akceleracija do $0,8 \text{ m/s}^{-2}$, koeficijent masa u rotaciji $\delta = 1,18$.

$$F_G = 1545,6 \text{ kN}$$

$$a = 0,8 \text{ m/s}^{-2}$$

$$\delta = 1,18$$

$$F_u = ?$$

$$F_u = \frac{F_G}{g} \cdot a \cdot \delta$$

$$F_u = \frac{1545,6}{9,81} \cdot 0,8 \cdot 1,18$$

$$F_u = 148,73 \text{ kN}$$



6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 12

Izračunaj moguće ubrzanje vozila ako je poznato: otpor ubrzanja 27,959 kN, sila težine vozila 103 kN i $\delta = 1,15$.

$$F_u = 27,959 \text{ kN}$$

$$F_G = 103 \text{ kN}$$

$$\delta = 1,15$$

$$a = ???$$

$$F_u = \frac{F_G}{g} \cdot a \cdot \delta$$

$$a = F_u \cdot \frac{g}{F_G} \cdot \delta$$

$$a = 27,959 \cdot \frac{9,81}{103} \cdot 1,15$$

$$a = 3,06 \text{ m/s}^{-2}$$



6. OTPORI VOŽNJE

- ZADATAK 13

Izračunaj moguće ubrzanje vozila ako je poznato: otpor ubrzanja 25,588 kN, sila težine vozila 122 kN i $\delta = 1,16$.

$$F_u = 25,588 \text{ kN}$$

$$F_G = 122 \text{ kN}$$

$$\delta = 1,16$$

$$a = ???$$

$$F_u = \frac{F_G}{g} \cdot a \cdot \delta$$

$$a = F_u \cdot \frac{g}{F_G} \cdot \delta$$

$$a = 25,588 \cdot \frac{9,81}{122} \cdot 1,16$$

$$a = 2,39 \text{ m/s}^{-2}$$



6. OTPORI VOŽNJE

Pitanja!!!

- 1. Nabroji otpore koji se suprotstavljaju vozilu tijekom vožnje?*
- 2. Kakva može biti elastičnost pneumatika?*
- 3. O čemu ovisi otpor zraka?*
- 4. Od čega se sastoji otpor ubrzanja?*
- 5. Kod kojih rotirajućih dijelova se javlja otpor u vozilu?*



8. KOČENJE I ZAUSTAVNI PUT

- Zaustavni put je udaljenost koju vozilo prijeđe od trenutka mogućnosti uočavanja opasnosti ili prepreke na cesti do potpunog zaustavljanja vozila.
- Sastoji se od:
 1. Puta reagiranja
 2. Puta kočenja



8. KOČENJE I ZAUSTAVNI PUT

- ***Put reagiranja*** je put koje vozilo prijeđe od trenutka kada je prepreka postala vidljiva vozaču, odnosno početak opažanja pa do trenutka kada nasloni nogu na papučicu radne kočnice.
- ***Dužina puta reagiranja ovisi o dva čimbenika:***
 1. Vremenu reagiranja vozača
 2. Brzini gibanja vozila



8. KOČENJE I ZAUSTAVNI PUT

- ***Vrijeme reagiranja vozača je zbroj vremena:***
 - A. Psihičke reakcije vozača – vrijeme koje je potrebno da vozač uoči opasnost i donese odluku
 - B. Vrijeme fizičke reakcije vozača – vrijeme koje je potrebno za premještanje noge s papučice „gasa” na papučicu radne kočnice
 - C. Vrijeme reakcije mehanizma za kočenje – vrijeme koje je potrebno da se papučica kočnice pritisne do kraja



8. KOČENJE I ZAUSTAVNI PUT

- PUT KOČENJA
- ... je put koji vozilo prijeđe od trenutka početka djelovanja kočnica do potpunog zaustavljanja vozila.
- Put kočenja ovisi o:
 1. Brzini gibanja vozila
 2. Vrsti i stanju kolničkog zastora

8. KOČENJE I ZAUSTAVNI PUT

- Koeficijent trenja ovisi o:
 1. Stanju kolnika
 2. Vrsti profila pneumatika
 3. Tlaka u pneumatiku
 4. Istrošenosti pneumatika
 5. Težini vozila
 6. Temperaturi i vlažnosti
 7. Sustava kočnica



8. KOČENJE I ZAUSTAVNI PUT

- Posljedice blokiranja kotača:
 1. Duži zaustavni put???
 2. Skretanje vozila s pravca vožnje zbog razlika u prilagodbi kočionog uređaja
 3. Klizanje
 4. Zanošenje
 5. Zaokretanje i prevrtanje vozila
 6. Nepotrebno trošenje pneumatika
 7. Nemogućnost učinkovitog upravljanja vozilom vozilom



8. KOČENJE I ZAUSTAVNI PUT

Pitanja!!!

- 1. Što je zaustavni put i od čega se sastoji?***
- 2. Što je put reagiranja i o čemu ovisi?***
- 3. Objasni vrijeme reagiranja vozača!***
- 4. Što je put kočenja i o čemu ovisi?***
- 5. O čemu ovisi koeficijent trenja?***
- 6. Koje su posljedice blokiranja pneumatika?***

