

JÁRMŰDINAMIKA

BMXJD13MLE

SEMLEGES-, ALUL- ÉS TÚLKORMÁNYZOTTSÁG FELTÉTELEI **(Neutral-, over- and understeering conditions)**

Hallgató neve: TÓTH SZILVIA

Neptun kód: XBDUCP

Szak: BMLEME Mechatronikai mérnök MSc (levelező)

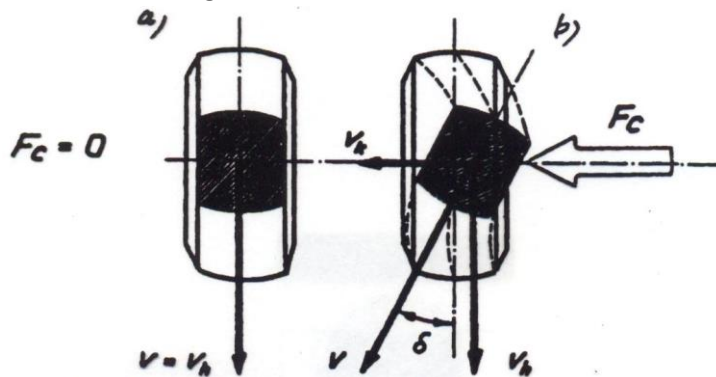
2019/2020 I. félév

1. Definíciók

Kúszás és kúszási szög

Gördülő járműre ható oldalirányú erő hatására annak kerekeinek felfekvési felületén is oldalirányú, centrifugális erők hatnak. Kormánykorrekció hiányában a kerekek haladási iránya megváltozik, szögben ferdén fut.

A kúszási szög a kerék forgási síkja és az eredeti haladási irány síkja (azaz a kerék kerületi sebességének vektora) által bezárt δ szög.



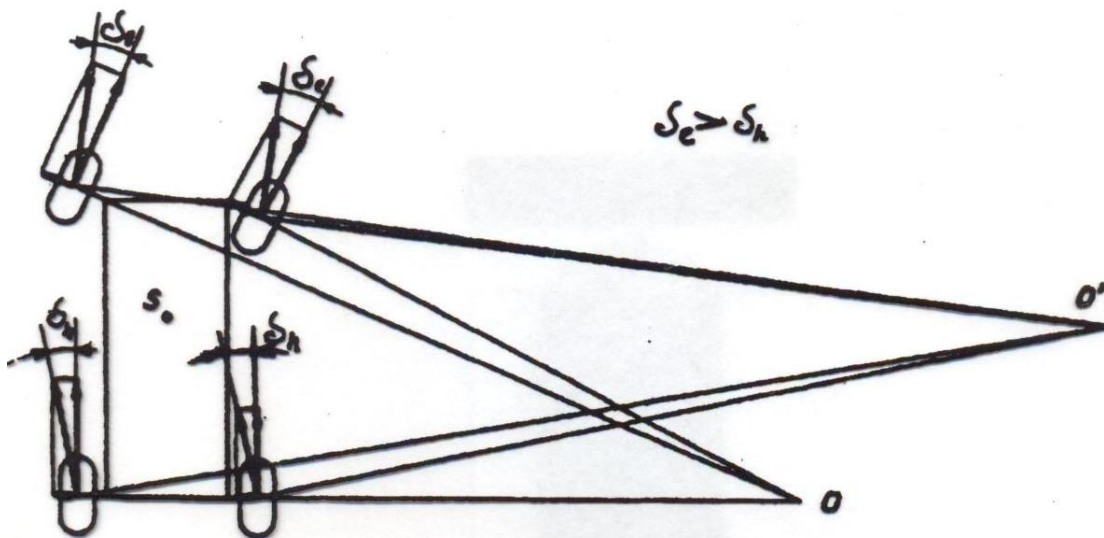
Alulkormányzottság (understeer)

A jármű súlypontja az elülső tengelyhez esik közelebb, ezáltal az elülső gumiabroncsok kúszása nagyobb.

Kanyarodáskor az első kerekek csúsznak, fordulás helyett.

$\delta_e > \delta_h$ azaz az első kerek kúszási szöge nagyobb, mint a hátsó kerekek kúszási szöge.

A kanyarodás sugara nagyobb, a kanyar „kiegyenesedik”.



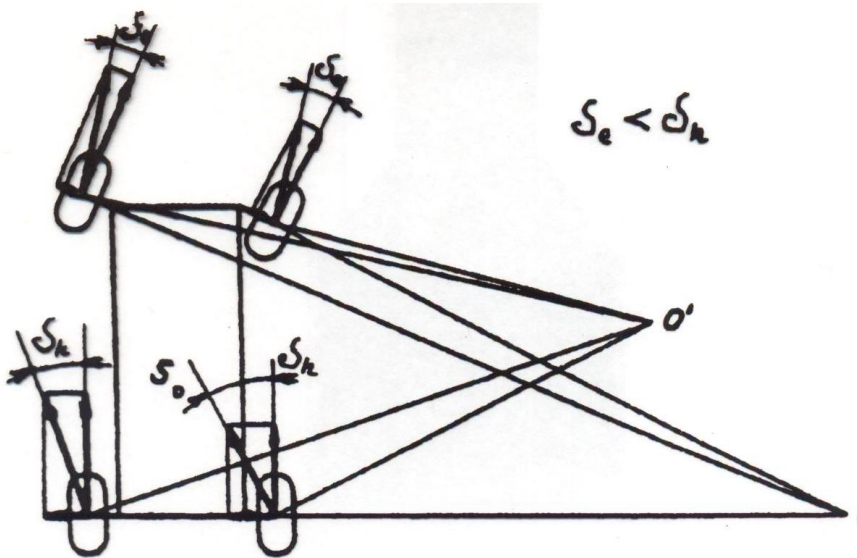
Túlkormányzottság (oversteer)

A jármű súlypontja a hátsó tengelyhez esik közelebb, ezáltal a hátsó gumiabroncsok kúszása nagyobb.

Kanyarodáskor a gépjármű hátulja megcsúszik.

$\delta_e < \delta_h$ azaz az első kerek kúszási szöge kisebb, mint a hátsó kerekek kúszási szöge.

A kanyarodás sugara kisebb, a jármű hátulja kisodródik.



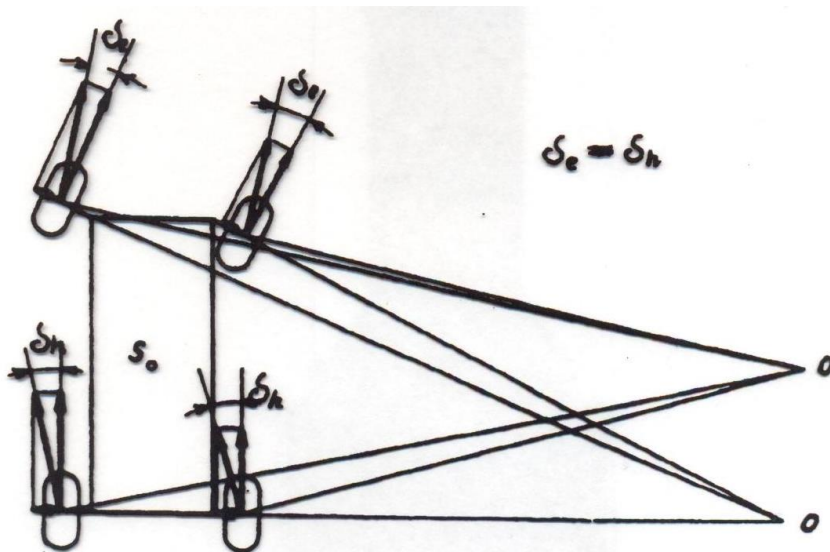
Semleges kormányozottság (neutral)

A jármű súlypontja középen van, az elülső és hátsó gumibroncsok kúszása azonos.

Ez az ideális állapot, amire törekedni kell.

$\delta_e = \delta_h$ azaz az első és hátsó kerekek kúszási szöge megegyezik.

A kanyarodás sugara ideális, a jármű íven halad.

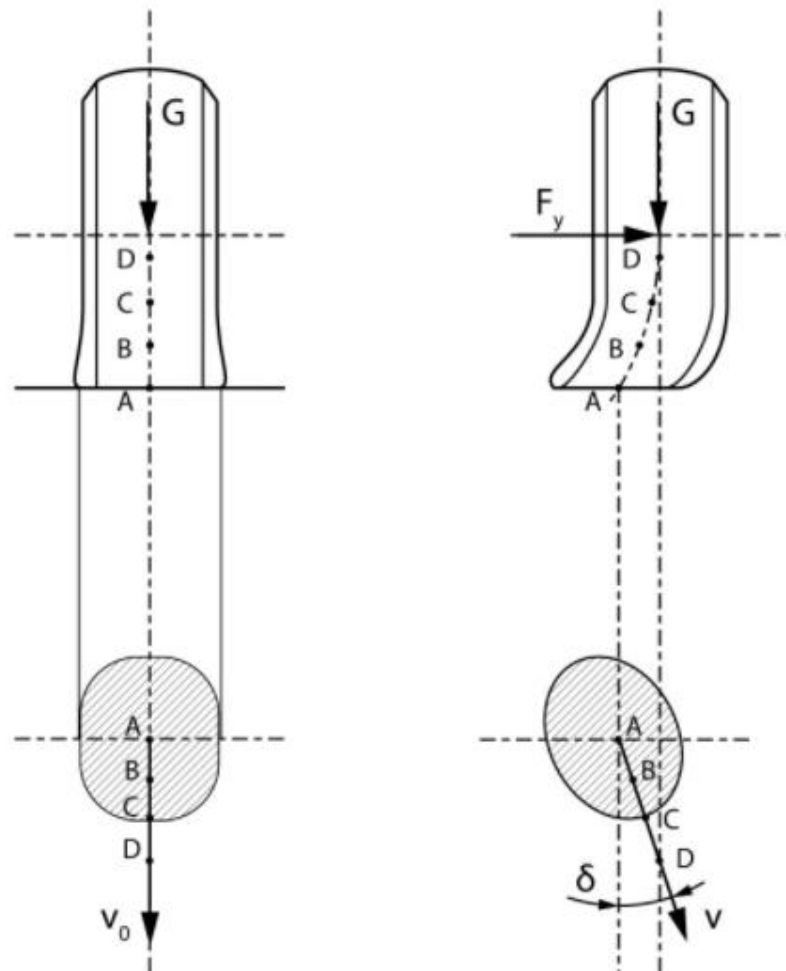


2. Tétel kidolgozás

A közúti járművek kormányrendszerének egyik alapvető követelménye, hogy kanyarodás közben a jármű kerekei oldalcsúszás nélkül gördüljenek. A kerekek oldalcsúszása a jármű menetstabilitására negatívan ható jelenség. Az oldalra csúszó kerekek erőkapcsolati tényezője csökken (menetirányban kb. 50%-kal, keresztirányban kb. 80%-kal), így csökken az kerekek által felvehető erő, fékezéskor és kanyarodáskor a kerekek megcsúszhatnak, blokkolhatnak, kipöröghetnek. A kerekek oldalcsúszás nélküli gördülésére vonatkozó követelmény akkor teljesül, ha a kerék síkja a kerék kerületi sebesség vektorának irányába esik.

Az autó kanyarodásbeli viselkedését írja le a saját kormányzási tulajdonsága. Ez a gumibroncs rugalmas viselkedéséből következik.

Ha egyenes haladás vagy kanyarodás közben a jármű abroncsainak felfekvési felületére valamilyen oldalirányú erő hat (pl. centrifugális erő, oldalirányú szél, út felületének lejtése), akkor a gumiabroncs deformálódik. Ilyenkor a kerék sebességének a vektora szöget zár be a kerék saját síkjával. A járművezető nem változtat a kormányzáson, de a kanyarodás sugara és középcentra megváltozik, úgy tűnik, mintha a jármű saját magát elkormányzoná, azaz a jármű önállóan kormányzási műveletet hajt végre.

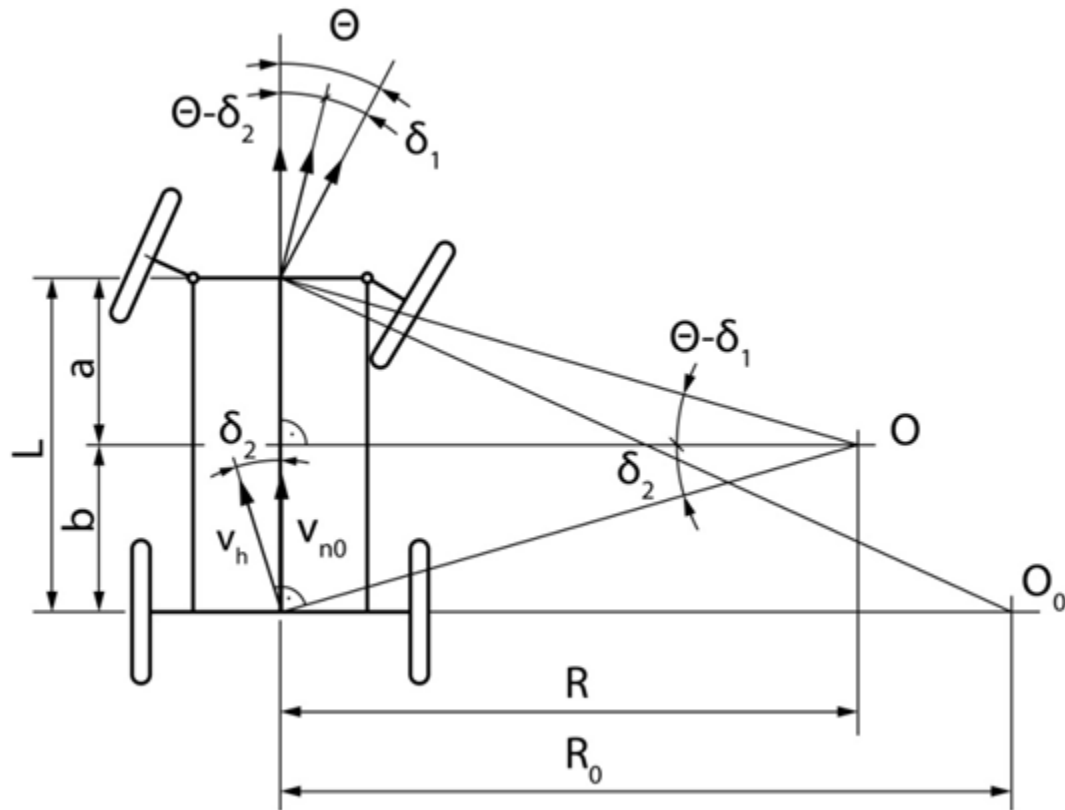


Összefoglalva a változó nagyságú oldalerő hatására a jármű változó kanyarodási pályán halad, miközben a kormányzás és a kerekek elkormányzási szöge nem változik.

Mivel a gumiabroncs rugalmas, ezért az oldalirányú erők hatására eldeformálódik. A deformálódott kerék saját síkjával szöget bezárva oldalazva gördül az útfelületen. Amennyiben a tapadóerő (gumiabroncsok felfekvő felületének talajhoz való tapadása) még olyan mértékű, hogy az abroncs nem csúszik meg, úgy ezt a gumiabroncs ferdefutásának nevezzük.

Ez a δ szöggel bezárt ferdefutási tartomány egy biztonsági zóna, amin belül még nincs oldalcsúszás, így az erőkapcsolati tényezők elhanyagolhatóan változnak. A δ szög egy adott gumiabroncsra vonatkozik, befolyásolják az abroncs beépítési és működési körülményei: az abroncs mérete, mintázata, anyaga, szövetvázának szerkezete, felületi hőmérséklete, a rá ható függőleges és keresztirányú terhelés, a jármű sebessége, az útfelület minősége, nedvessége, hőmérséklete. Ezt a szöveget nevezzük még a kerék saját ferdefutási szögének is. Ettől meg kell különböztetni a kikényszerített ferdefutási szöveget, ami a kerekek tartásából és hibás geometriából adódik.

A gumiabroncs ferdefutási tulajdonsága kihat a jármű kanyarodási folyamatára, megváltozik a jármű kanyarodás közbeni viselkedése, menetstabilitása.



A lassú sebességgel kanyarodó jármű ideális köríven halad:

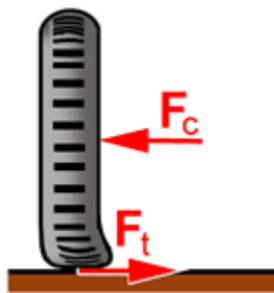
$$R_0 = \frac{L}{\operatorname{tg}\theta}$$

ahol

- θ az elkormányzás szöge
- L a jármű hossza

Ideális kanyarodásnál nem hat oldalirányú erő az abroncsokra, a kerekek sebességvektorai egybeesnek a kerekek szimmetriasíkjával.

A sebesség növelésével növeszik a centrifugális (keresztirányú) erő, ami a járművet az ideális pálya ívén kívülre próbálja kényszeríteni. Ennek ellentart a tapadóerő.



A rugalmas abroncs a két irányból jövő erő hatására eltorzul, a kerekek a ferdefutási állapotba kerülnek, a jármű oldalazva kezd haladni. Amíg a tapadóerő ellentart és nem történik meg a kerekek megcsúszása, addig a jármű mozgása korrigálható, a menetstabilitás nem veszik el. A dinamikai mozgásállapot ebben a stabil tartományban a jármű saját kormányzása.

A ferdefutás hatására előáll a δ ferdefutási / oldalkúszási szög, a kerekek tényleges sebességvektorai eltérnek az eredeti kormányzási szögtől. A kanyarodás középpontja (O) eltolódik, a kanyarodás sugara (R) megváltozik.

$$L = a + b = R * \operatorname{tg}(\theta - \delta_1) + R * \operatorname{tg}(\delta_2)$$

A kanyarodás valódi, effektív sugara:

$$R = \frac{L}{R * \operatorname{tg}(\theta - \delta_1) + R * \operatorname{tg}(\delta_2)}$$

Amennyiben az elkormányzási szög 8 foknál kisebb:

$$R = \frac{L}{\theta - \delta_1 + \delta_2} = \frac{L}{\theta - (\delta_1 - \delta_2)}$$

Azaz a jármű valódi kanyarodási sugara függ a két futómű oldalkúszási szögeinek különbségétől. Ezek alapján megkülönböztetünk három dinamikai helyzetet:

1. $\delta_1 > \delta_2$

Az elülső kerekek kúszási szöge nagyobb, mint a hátsó kerekéké.

Ebből következik, hogy $R > R_0$, azaz a jármű nagyobb sugarú íven fordul, a kanyar „kiegyenesedik”, mintha a jármű vezetője nem fordította volna el eléggé a kormánykereket.

A jármű sajátkormányozottsági viselkedése **alulkormányozott**.

2. $\delta_1 < \delta_2$

Az elülső kerekek kúszási szöge kisebb, mint a hátsó kerekéké.

Ebből következik, hogy $R < R_0$, azaz a jármű kisebb sugarú íven fordul, a jármű hátulja kisodródik.

A jármű sajátkormányozottsági viselkedése **túlkormányozott**.

3. $\delta_1 = \delta_2$

Az elülső és hátsó kerekek kúszási szöge megegyezik.

$R = R_0$, azaz a jármű az ideális pályáíven fordul.

A jármű sajátkormányozottsági viselkedése **semleges**.

Az állandó sebességű, állandó sugarú körpályás teszttel vizsgálható a jármű sajátkormányozottsági tulajdonsága és annak dinamikus változása. A körpálya sugara 50m, a járművezető ezen a sugáron tartja a jármű bal első kerekét. A vizsgált értékek:

1. Sajátkormányzási tényező S_k

$$S_k = \frac{\beta_L}{\beta_{L0}} [-]$$

ahol

- β_{L0} – kormánykerék elfordulási szögének kiindulás értéke 2-3km/h sebességnél
- β_L – kormánykerék tényleges szöge a mérési sebességeknél (5-10-15-20-...- v_{max})

2. Jármű oldalgyorsulása a_s

$$a_s = \frac{v^2}{R} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

ahol

- v – jármű sebessége
- R – kanyarodás sugara

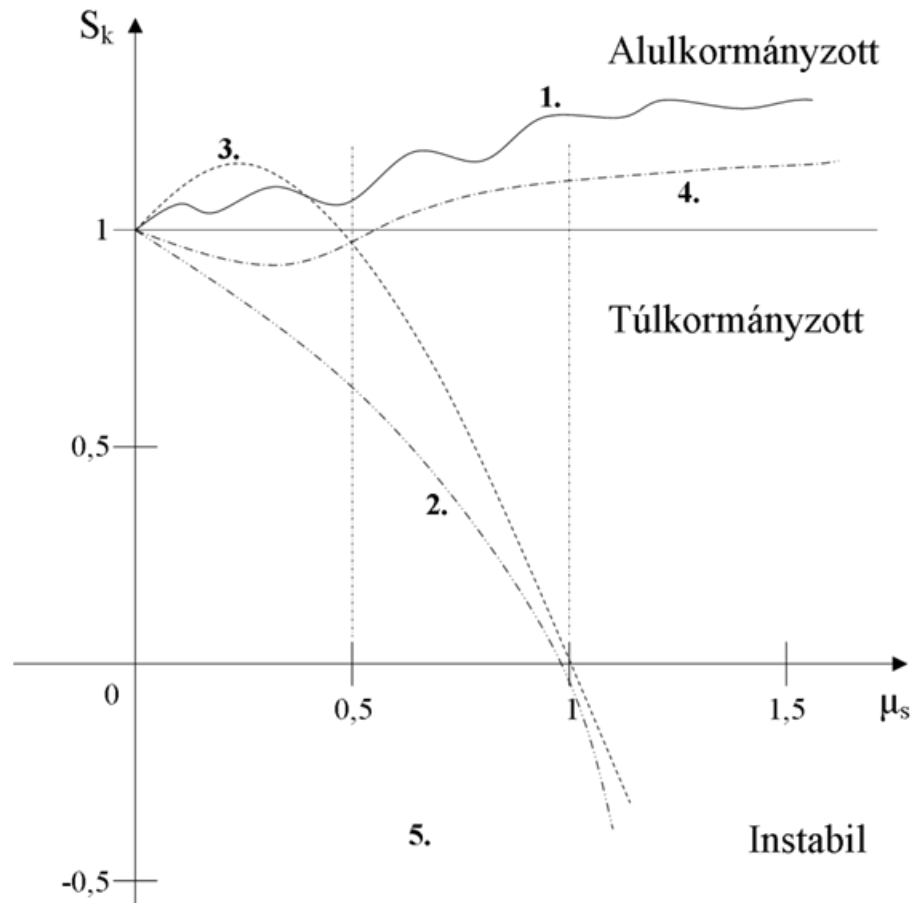
3. Jármű fajlagos oldalgyorsulása μ_s

$$\mu_s = \frac{a_s}{g} = \frac{v^2}{g * R} [-]$$

ahol

- a_s – jármű oldalgyorsulása
- v – jármű sebessége
- R – kanyarodás sugara

Ezekből felépíthető a jármű saját kormányzási karakterisztikája, ami alapján 5 tartomány különböztethető meg.



1. stabilan alulkormányzott jármű; $S_k > 1$, a fajlagos oldalgyorsulás teljes tartományában
2. stabilan túlkormányzott jármű; $0 < S_k < 1$, a fajlagos oldalgyorsulás teljes tartományában
3. az alulkormányzott jármű az oldalgyorsulás növekedésével túlkormányzott lesz
4. a túlkormányzott jármű az oldalgyorsulás növekedésével alulkormányzott lesz
5. ellenkormányzás; $S_k < 0$, a jármű mozgása instabil, közúti közlekedésben életveszélyes

Közúti járműveknél a semleges (teljesen semleges kormányozottságú jármű kevés van) vagy alulkormányzott (1. karakterisztika) a legkedvezőbb és legbiztonságosabb.

3. Források

Kádár Lehel, Dr. Varga Ferenc, Kófalusi Pál: Közúti járműrendszerek szerkezetana (2014)

Szaller László - Zinner György: gépjárművek felépítése I, II.