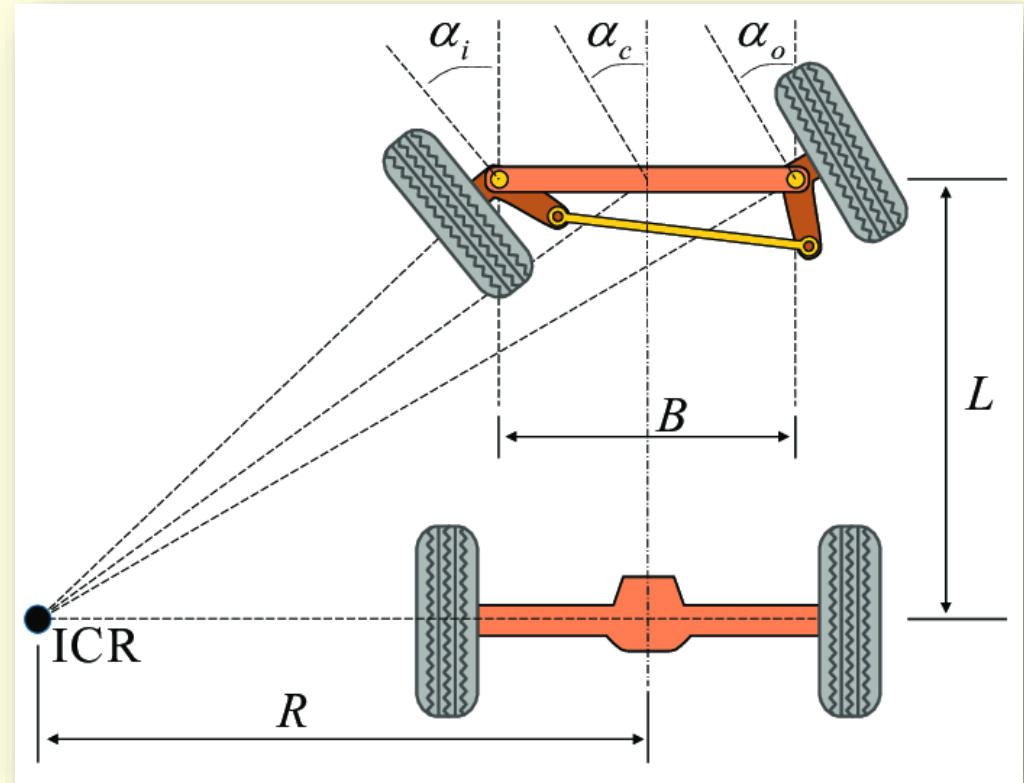
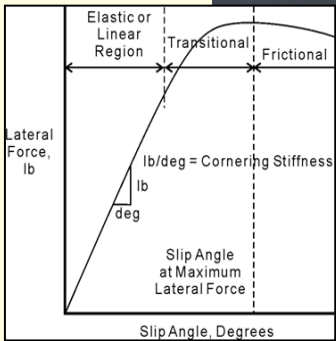
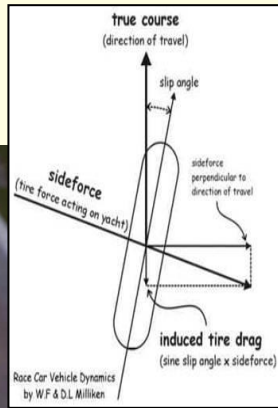
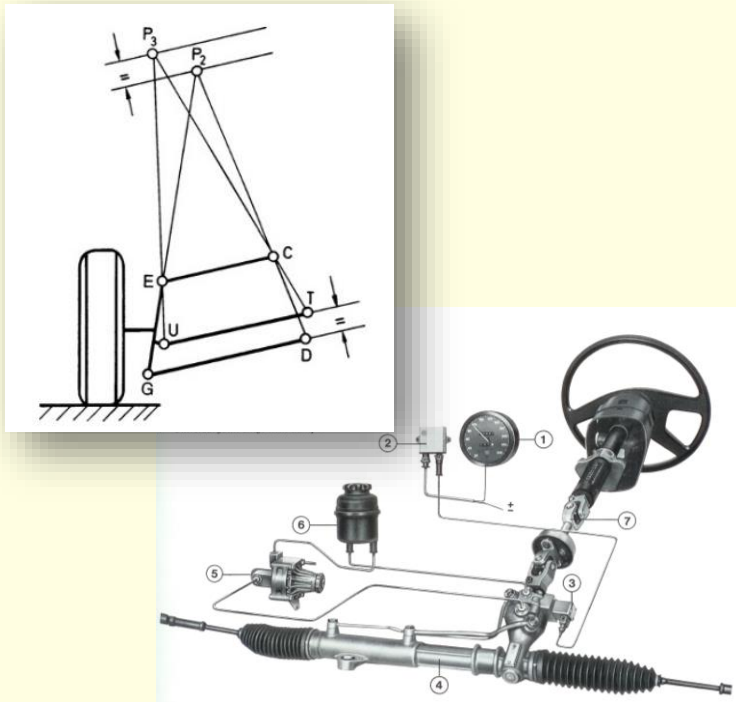


ROOLISEADME PROJEKTEERIMINE



Teemad:

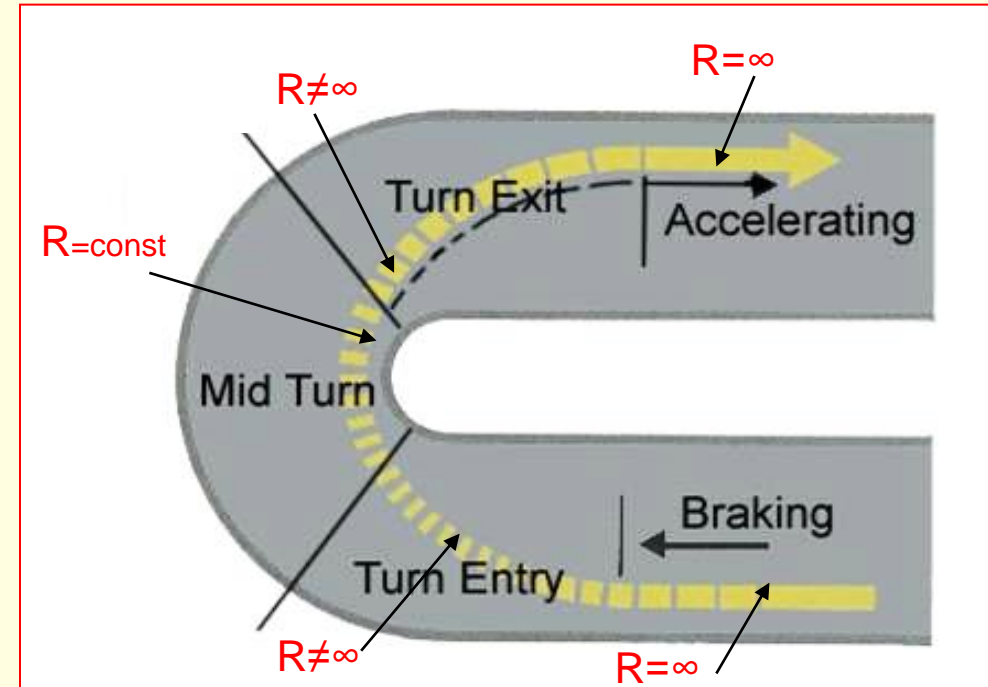


- Auto pööramise kinemaatika
- Rooliseadme projekteerimise põhialused
- Rooliseadme põhiparameetrid ja nende valik
- Rooliseadme ja vedrustuse koostöö

Auto pööramise kinemaatika

Kurvi läbimise faasid:

- Kurvi sisenemine (turn entry) – juht pöörab juhtrattaid otseasendist välja, hetkeline pöörderaadius väheneb
- Kurvis sõitmine (mid turn)- juht hoiab kindlat juhtrataste asendit, hetkeline pöörderaadius on konstantne
- Kurvist väljumine (turn exit)- juht pöörab juhtrattaid otseasendisse tagasi, hetkeline pöörderaadius suureneb

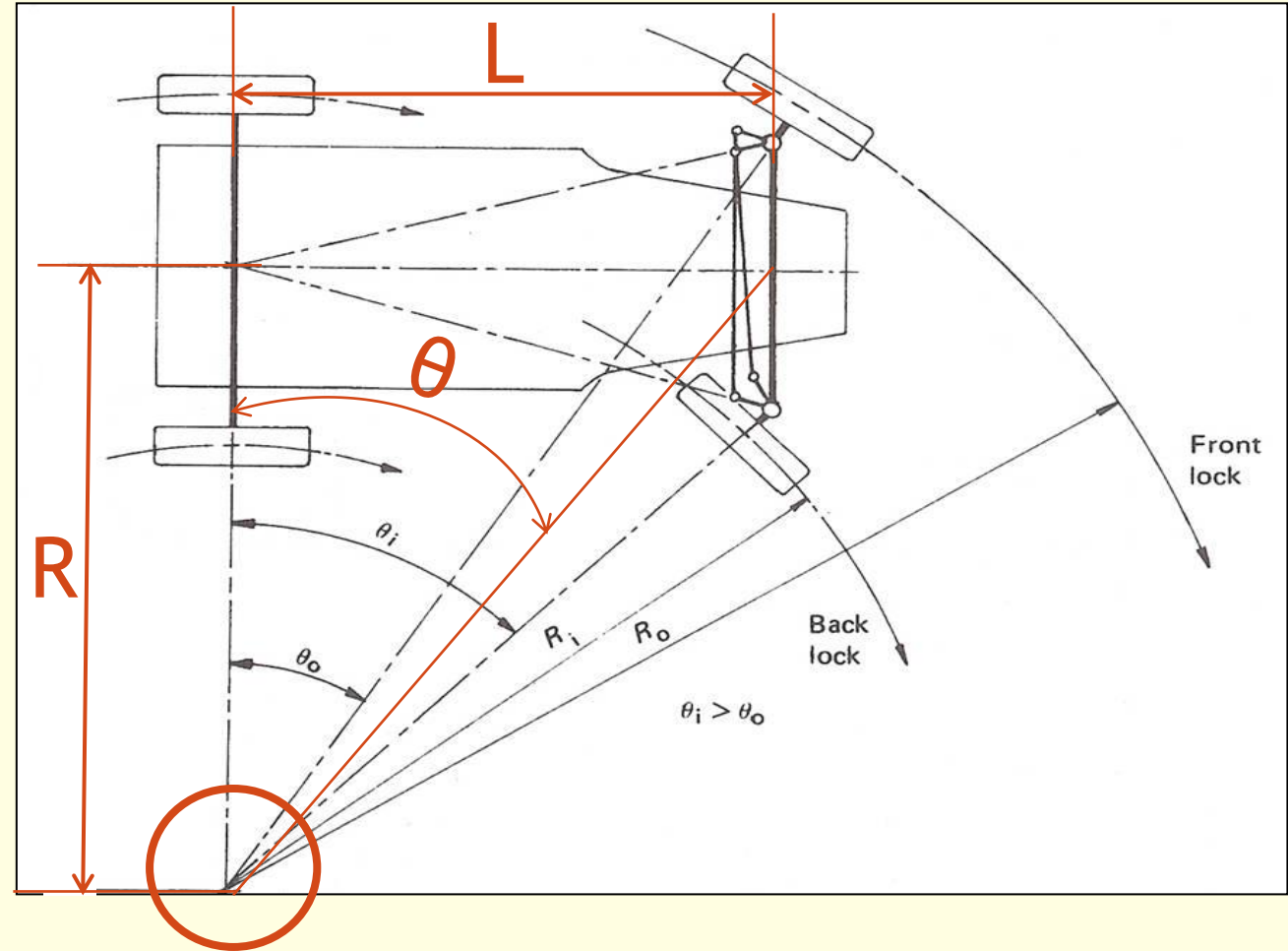


Auto pööramise kinemaatika

Auto pööramine väikestel sõidukiirustel
(siirdenurkade mõju ei arvestata)

Ackermann'i tingimus:

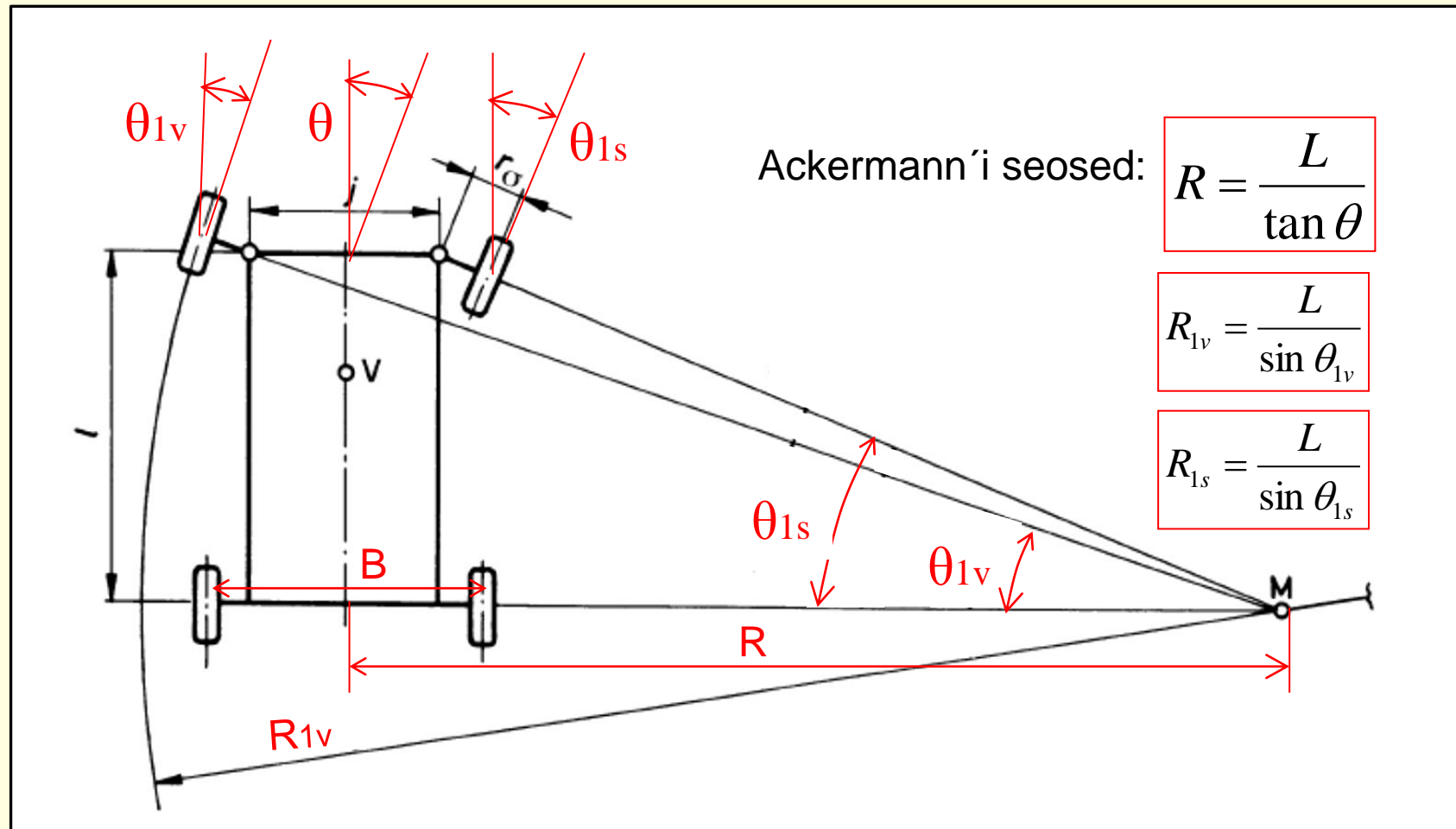
$$R=L/\tan\Theta$$



Auto on hästi juhitud kui kõigi nelja ratta hetkeline kiiruste tsepter paikneb ühises punktis

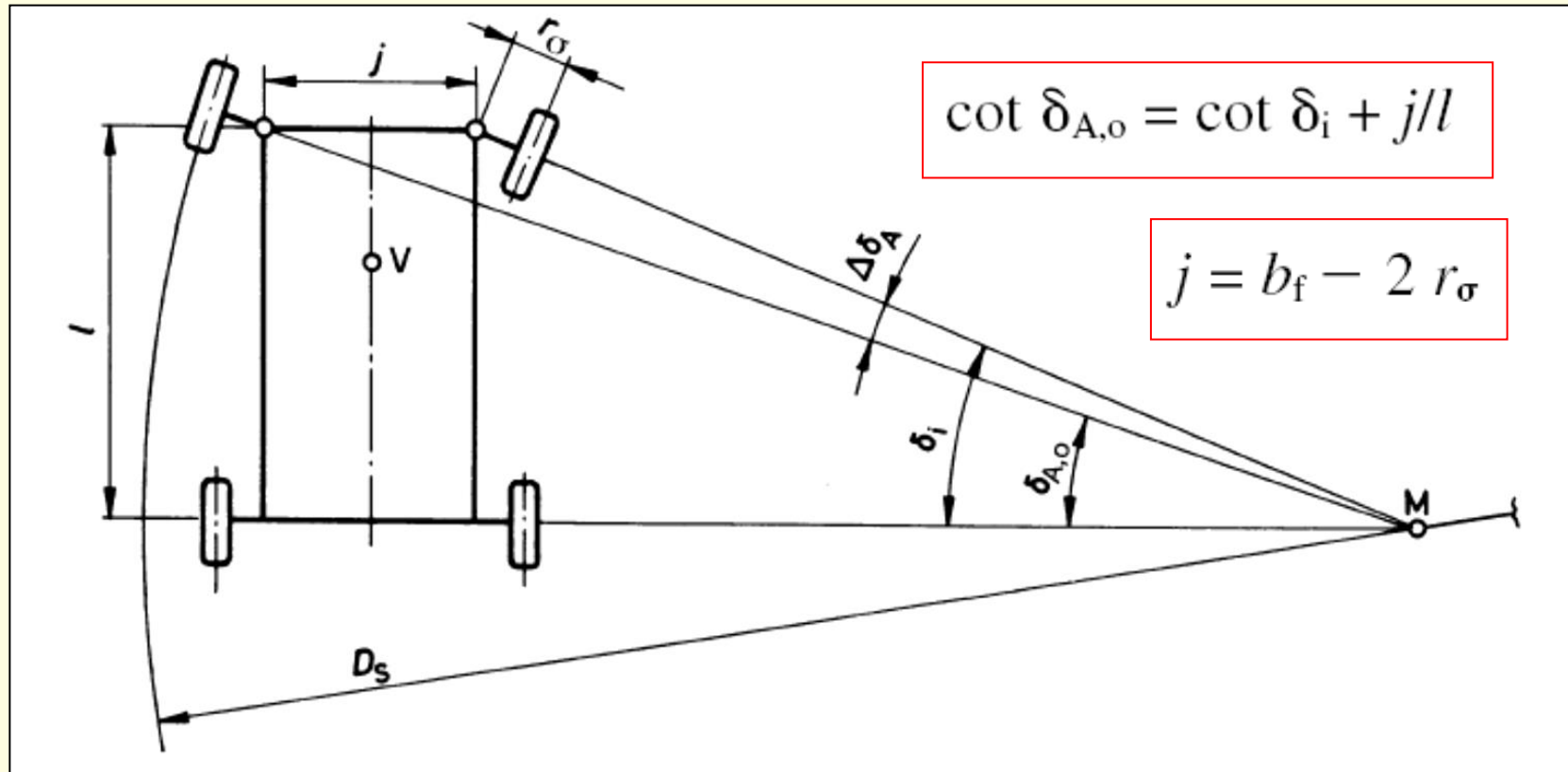
Auto pööramise kinemaatika

Auto pööramine väikestel sõidukiirustel (siirdenurkade mõju ei arvestata)



Auto pööramise kinemaatika

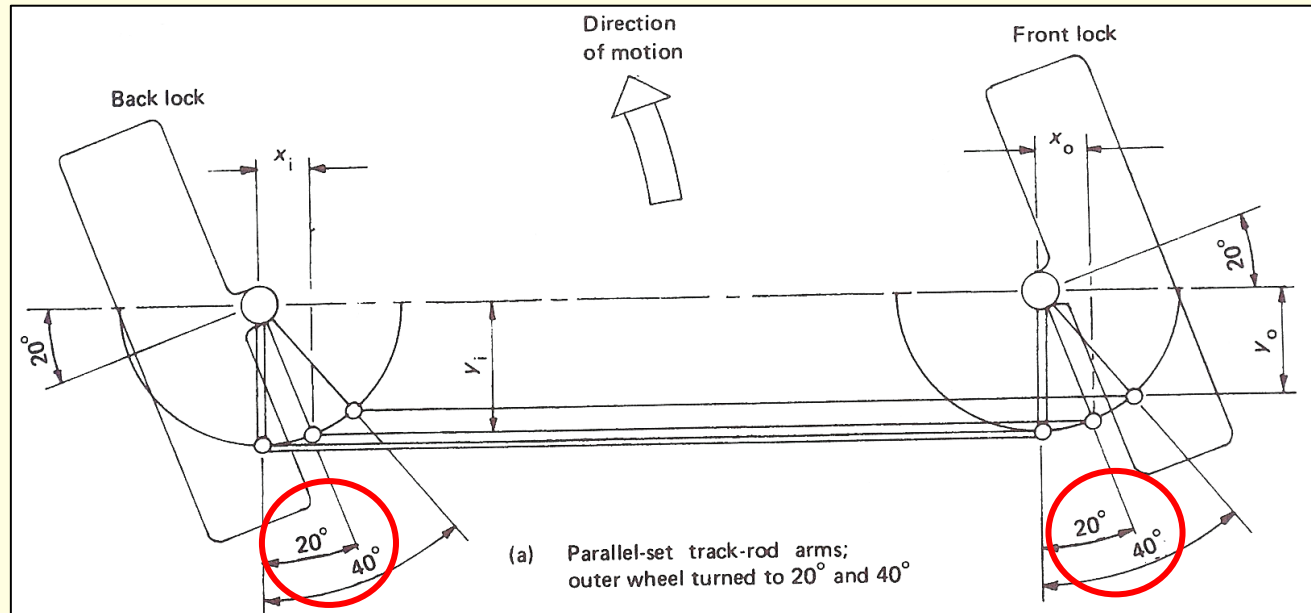
Auto pööramine väikestel sõidukiirustel (siirdenurkade mõju ei arvestata)



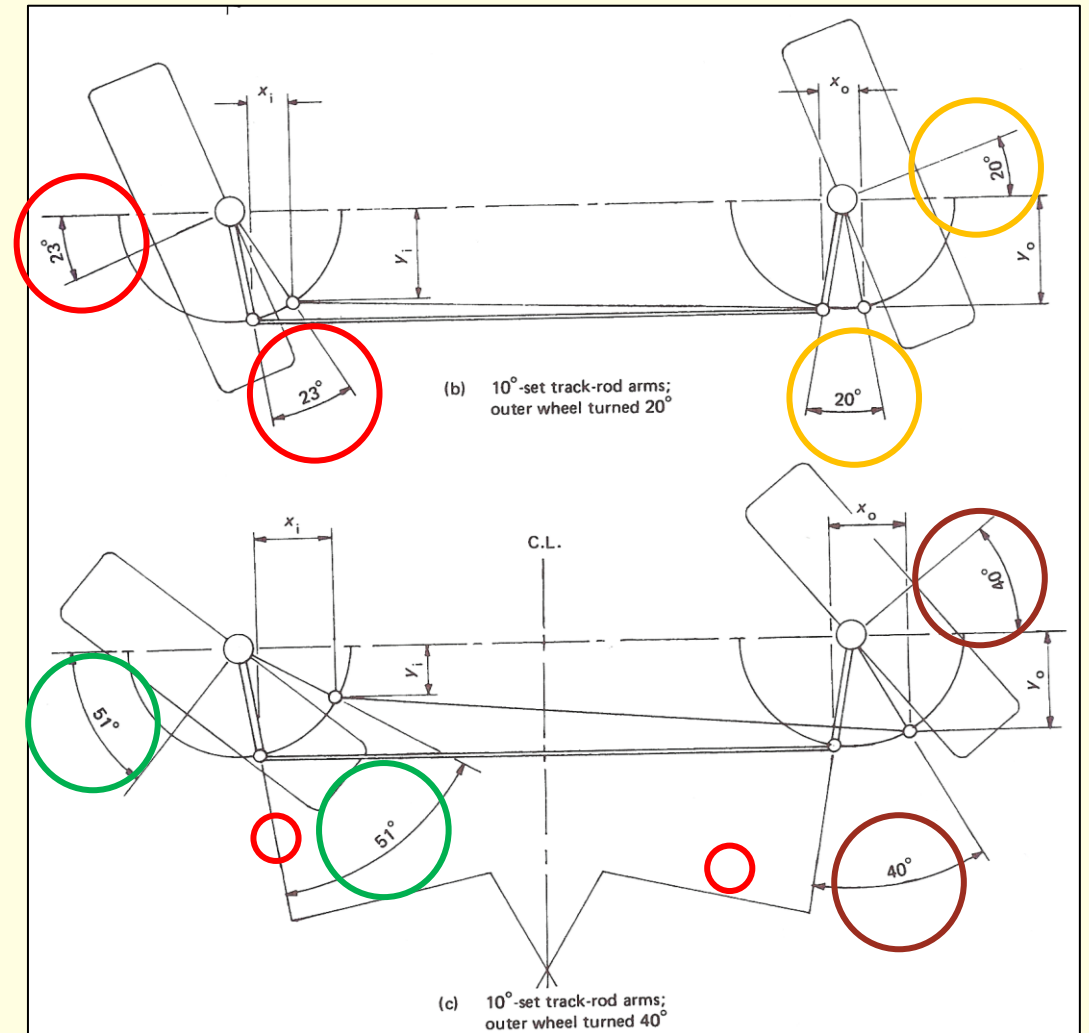
Seosed juhtrataste pärdenurkade ($\delta_{A,o}$, δ_i) auto baasi (l), paralleelvarda pikkuse (j), esirööpme (b_f) ja rooliõlaku pikkuse (r_σ) vahel

Auto pööramise kinemaatika

Auto pööramine väikestel sõidukiirustel (siirdenurkade mõju ei arvestata)



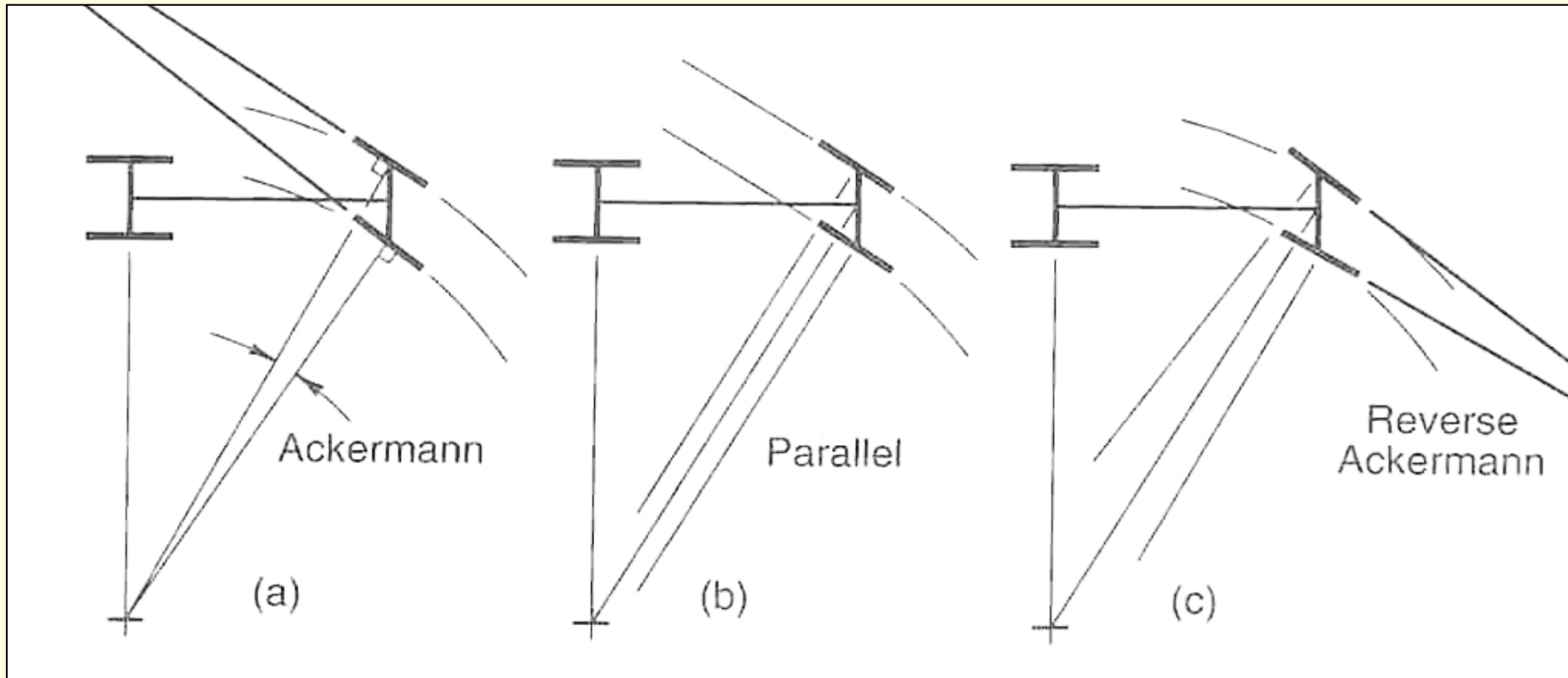
Paralleelsete roolihoobadega roolitrapsi geomeetria rataste väljapööramisel



Juhtrataste pöördenurgad tavaackermanni roolitrapsi korral

Auto pööramise kinemaatika

Auto roolitrapi tüübid

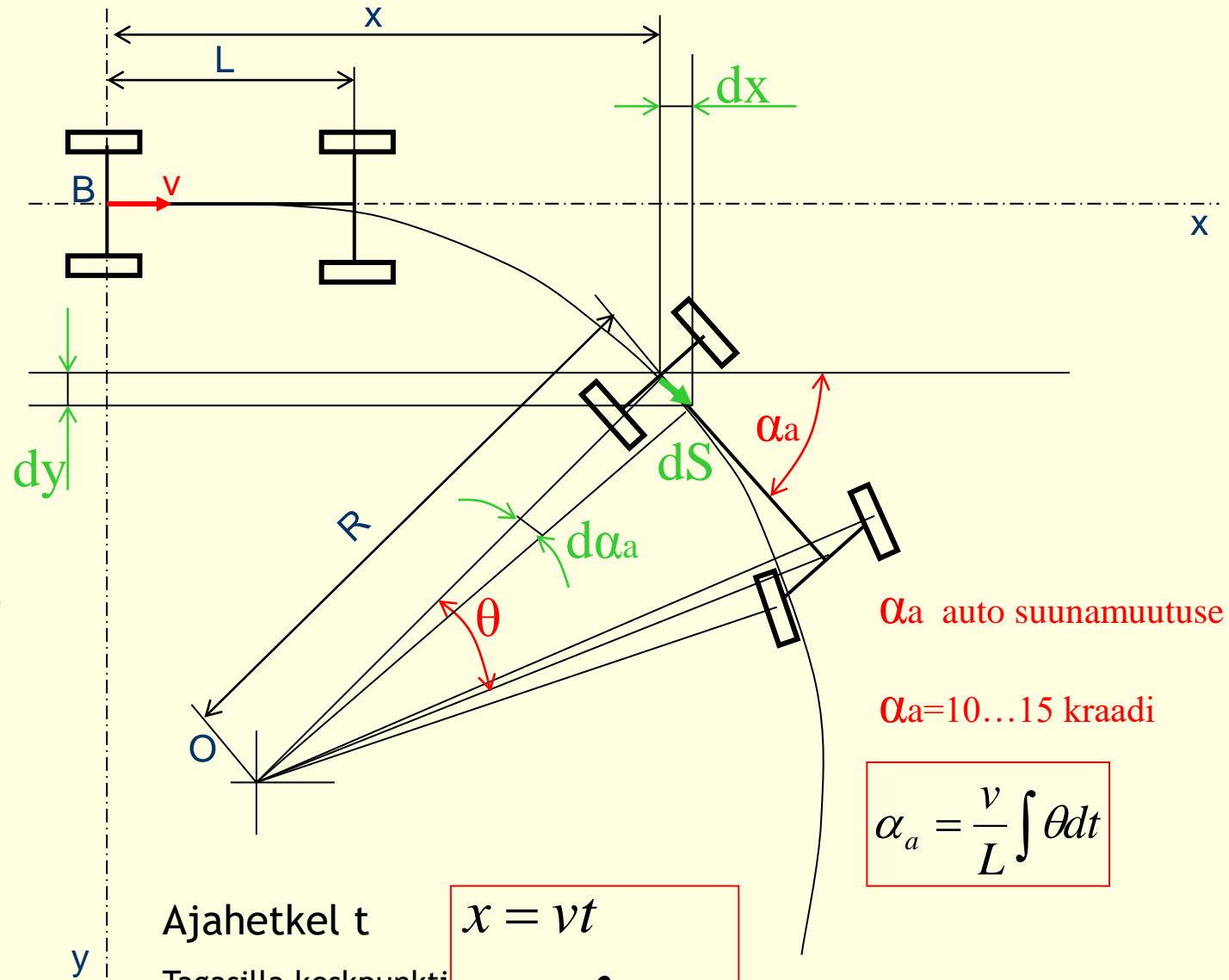


a) Ackermann'i, b) paralleel-, c) tagurpidi Ackermann'i roolimise

Roolitrapi geomeetria valik on kompromiss väikese kiiruse pöördekinemaatika ja rehvide dünaamilisest deformatsioonist tuleneva pöördekinemaatika vahel

Auto pööramise kinemaatika muutuva roolinurga korral

Juhtrataste pöördenurga muutumisel ei ole auto nurkkiirus ja auto kursinurga muutus enam konstantsed



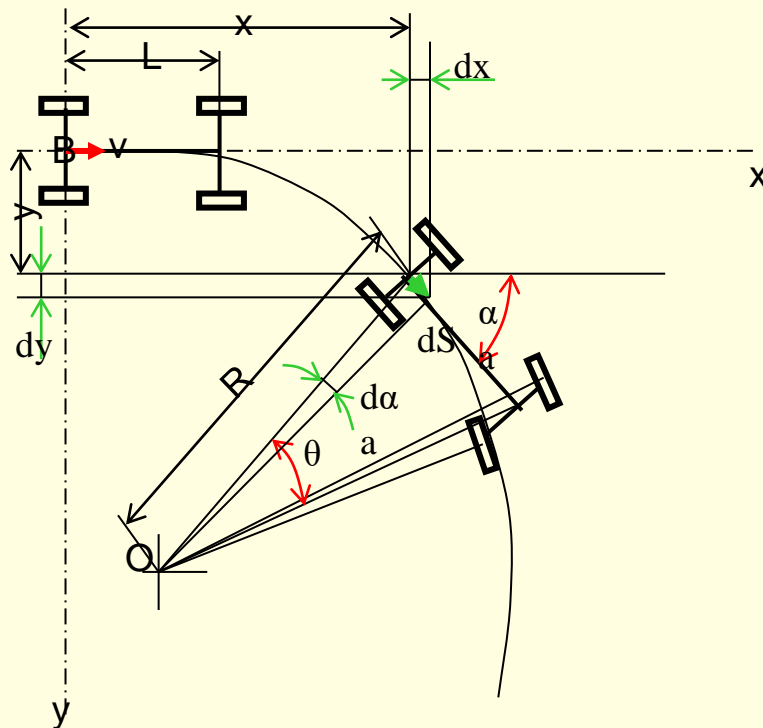
α_a auto suunamuutuse nurk,
 $\alpha_a = 10 \dots 15$ kraadi

$$\alpha_a = \frac{v}{L} \int \theta dt$$

Ajahetkel t
Tagasilla keskpunkti
B koordinaadid:

$$x = vt$$

$$y = v \int \alpha_a dt$$



Kui juht pöörab kurvi sisenemisel juhitavaid rattaid püsiva nurkkiirusega:

$$\dot{\theta} = \text{const} \quad \text{siis:}$$

$$\alpha_a = \frac{v \cdot \theta^2}{2 \cdot L}$$

$$x = vt$$

$$y = \frac{v^2 \cdot \theta \cdot t^3}{6 \cdot L}$$

Juhitavate rataste pööramisel ühtlase nurkkiirusega liigub tagasilla keskpunkt mööda kuupparabooli

Kurvi läbimisel st. sirgjoonelise liikumise taastamisel:

$$\theta = 2\theta_1 - \dot{\theta} \cdot t$$

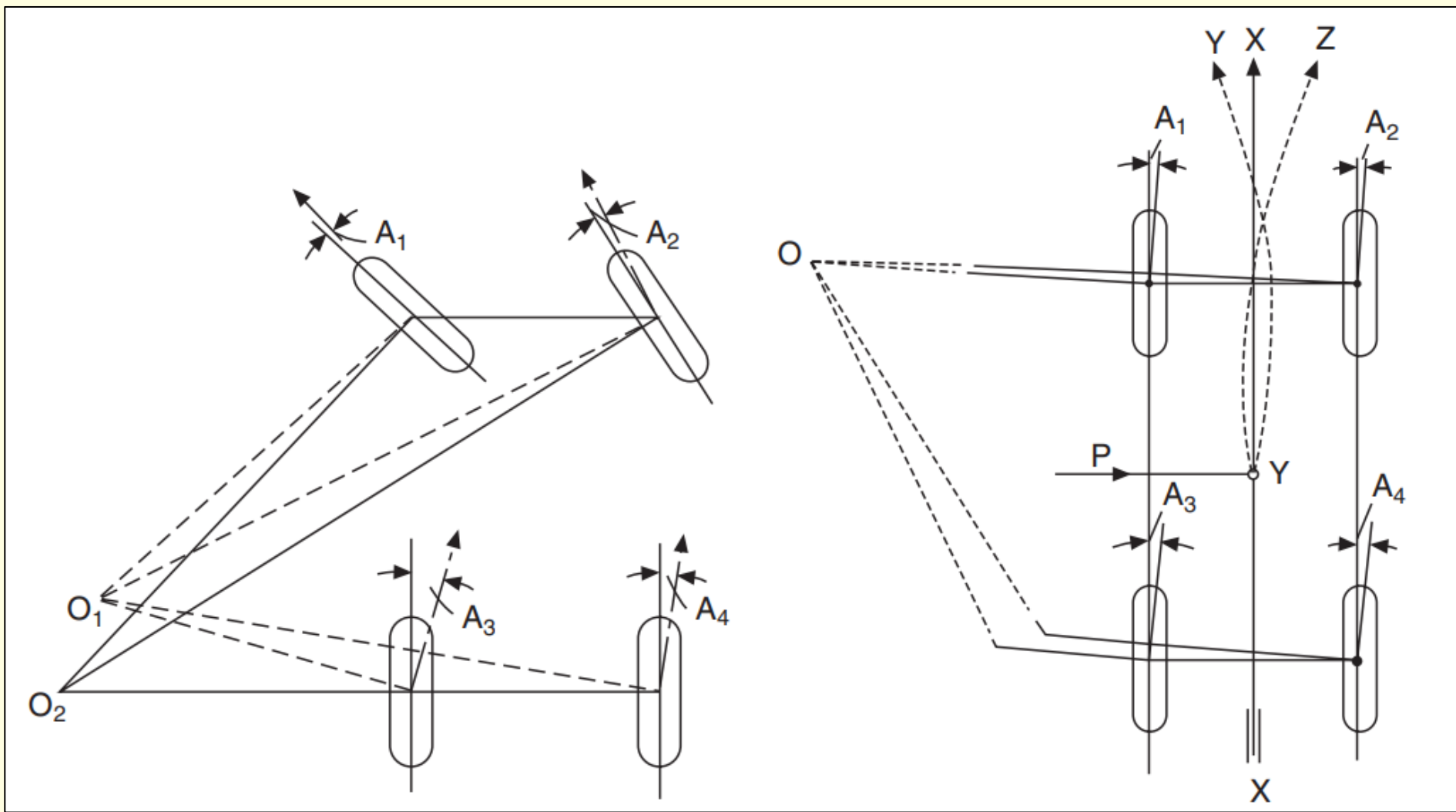
$$\theta_1 = \dot{\theta} \cdot t_1$$

$$\alpha_a = \frac{v \cdot \theta_1^2}{L}$$

$$x = 2vt_1$$

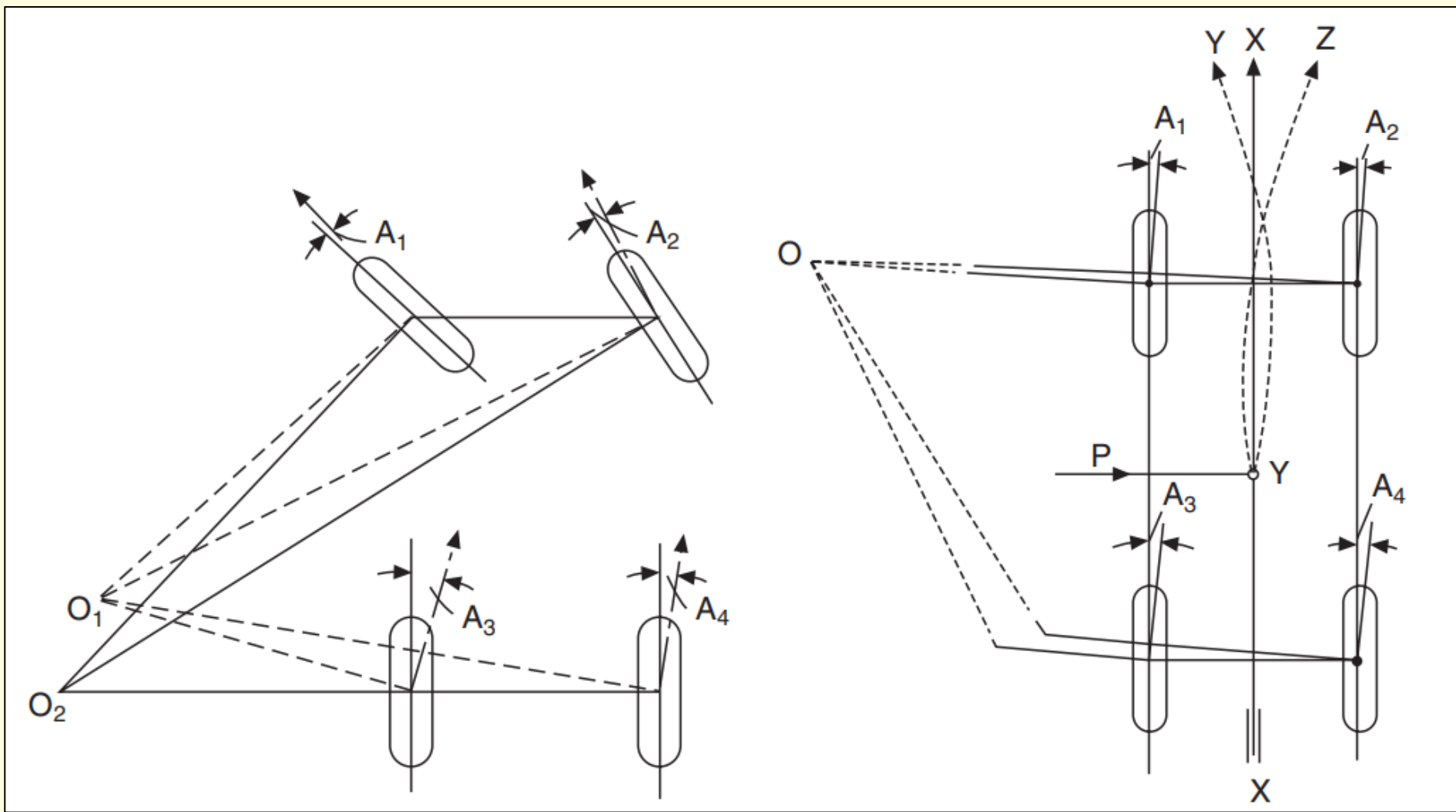
$$y = \frac{v^2 \cdot \theta \cdot t_1^3}{L}$$

Auto pööramise kinemaatika rehvide siirdenurkade arvestamisel



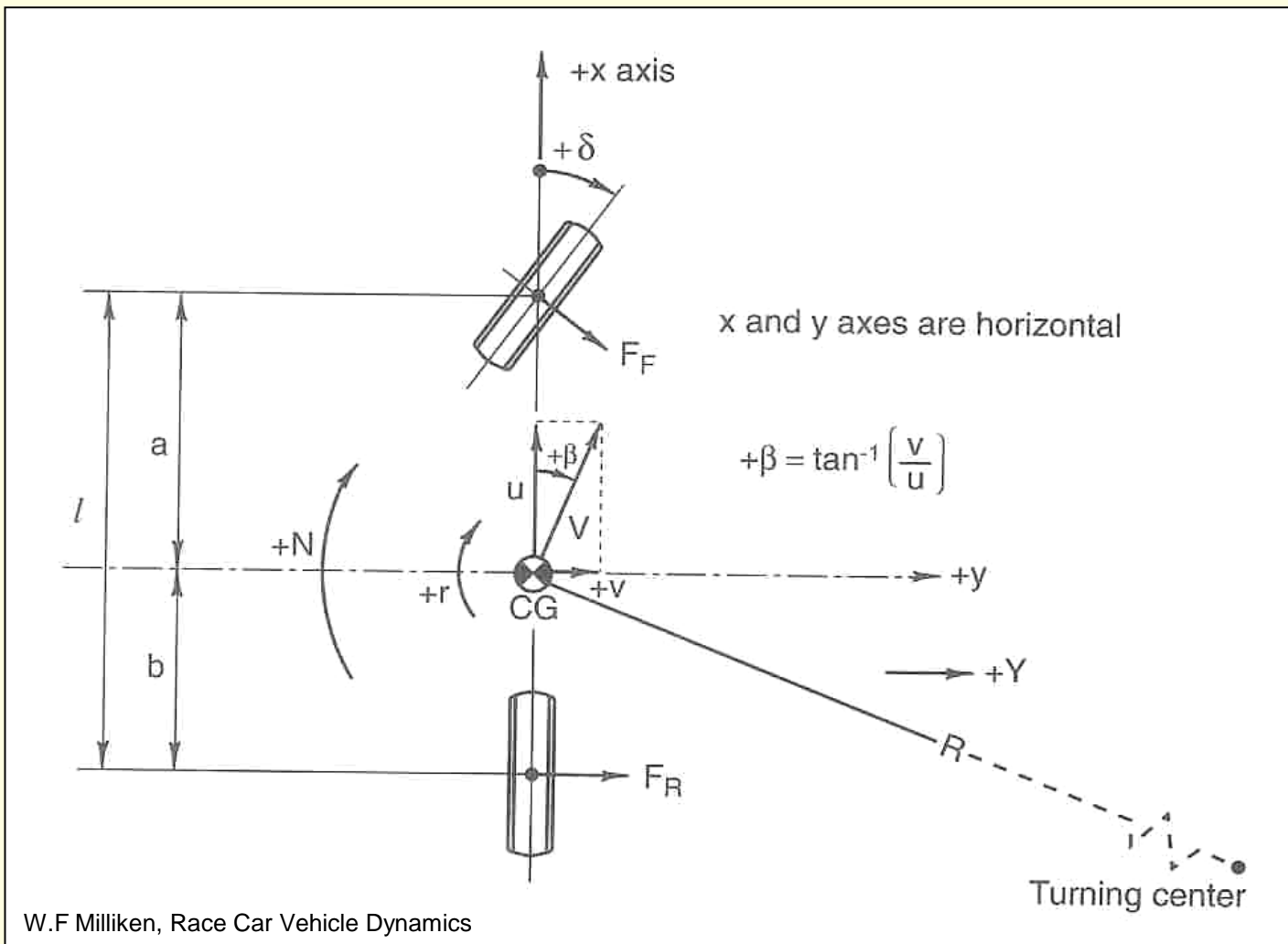
Rehvide siirdenurgad põhjustavad auto pöördetsentri asukoha muutuse

Auto pööramise kinemaatika rehvide siirdenurkade arvestamisel



Rehvide siirdenurgad põhjustavad auto pöördetsentri asukoha muutuse

Auto pööramise kinemaatika rehvide siirdenurkade arvestamisel



Lihtsustused:

- Puudub külgsuunaline vertikaalkoormuse ümberjaotus rataste vahel
- Puudub pikisuunaline vertikaalkoormuse ümberjaotus rataste vahel
- Puudub kere kreenimine ja nooklemine
- Auto joonkiirus on konstantne
- Aerodünaamiline tõste-, surve või küljõud puuduvad
- Kere ja vedrustuse jäikus on lõpmata suur
- Külgkiirendus alla $0,4g$ (rehvi karakteristik lineaarne)

Kahe vabadusastmega kahe rattaline mudel

Auto pööramise kinemaatika rehvide siirdenurkade arvestamisel

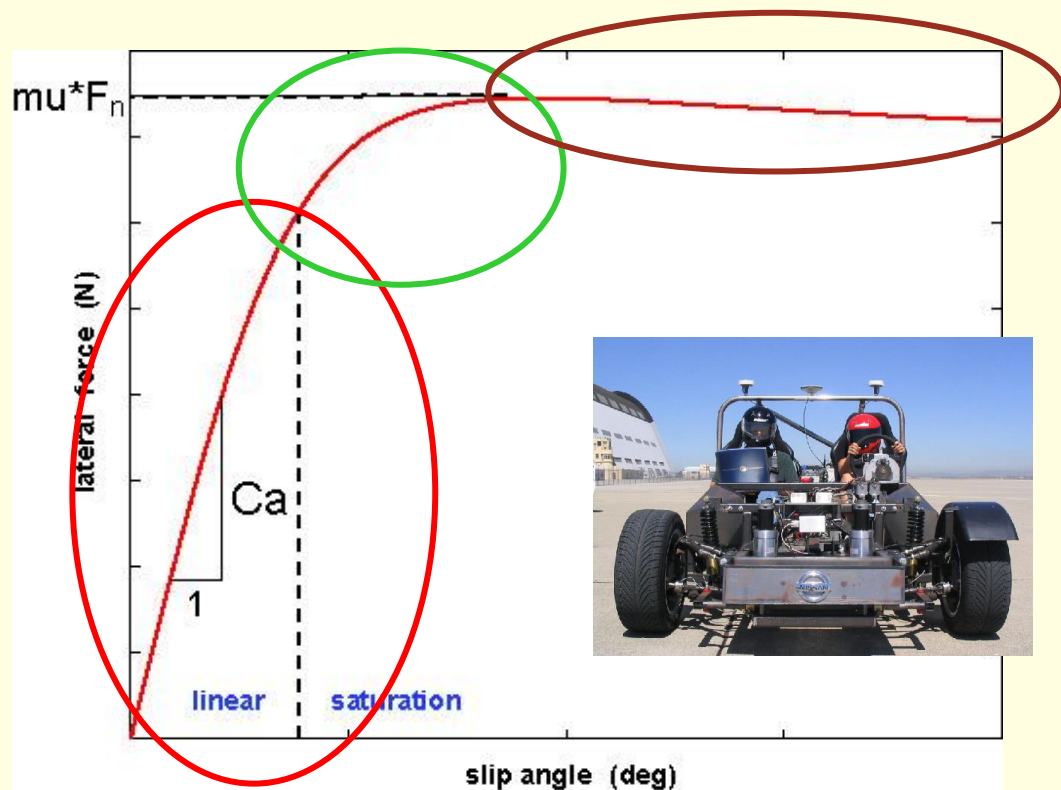
Rehvi kurvisõidujäikus C (cornering stiffness):

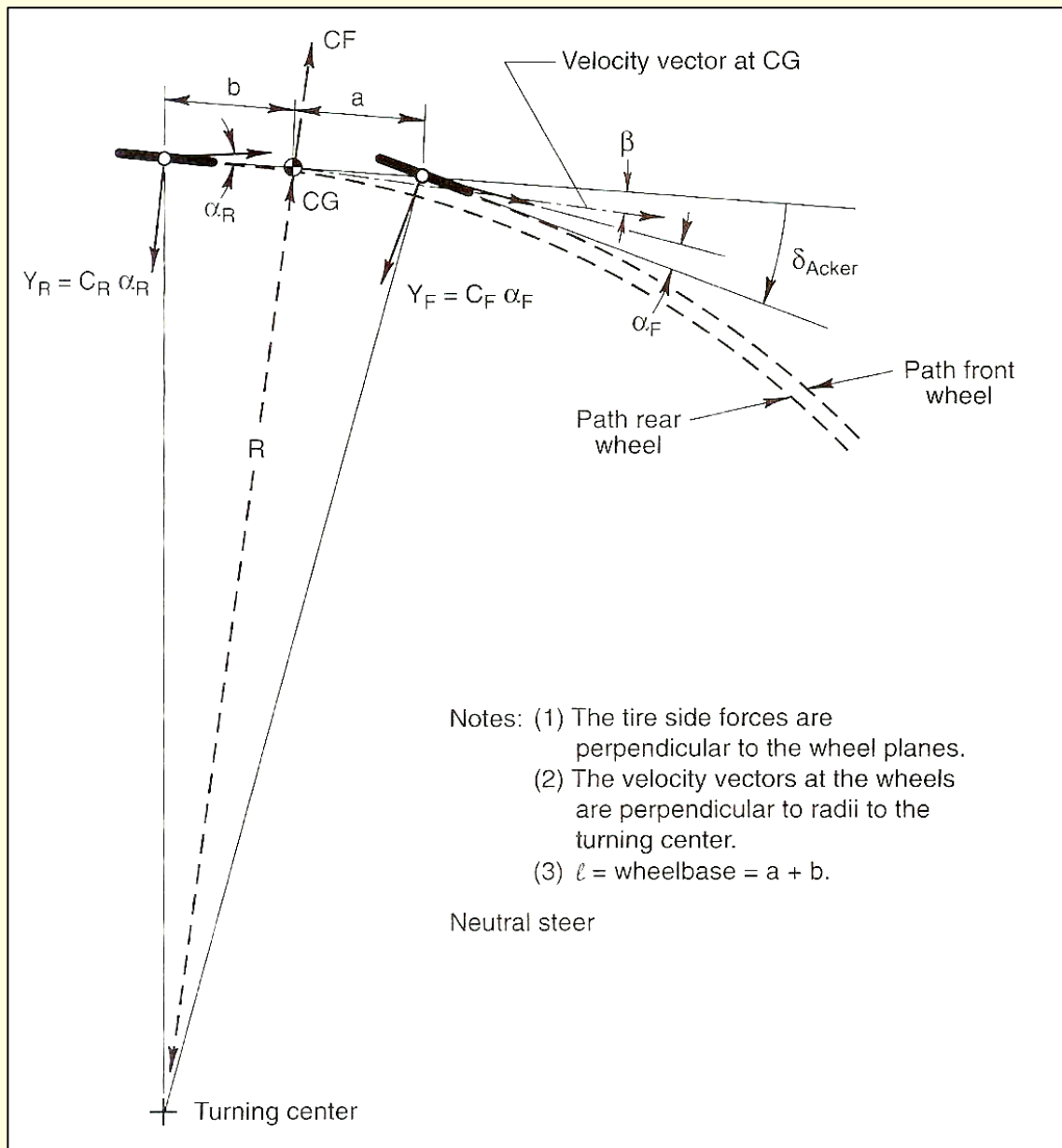
$$C = \frac{Y}{\alpha}$$

kus Y on rehvide mõjuv põikireaktsioonijõud;
 α on rehvi siirdenurk.

Rehvi kurvisõidu-jäikuse tunnusjoonel eristatakse:

- lineaarset osa
- ülemineku osa
- libisemise osa





Jõudude tasakaal:

$$CF = Y_F + Y_R = C_F \cdot \alpha_F + C_R \cdot \alpha_R$$

Momentide tasakaal:

$$C_F \cdot \alpha_F \cdot a = C_R \cdot \alpha_R \cdot b$$

$$a = b$$

$$C_F = C_R$$

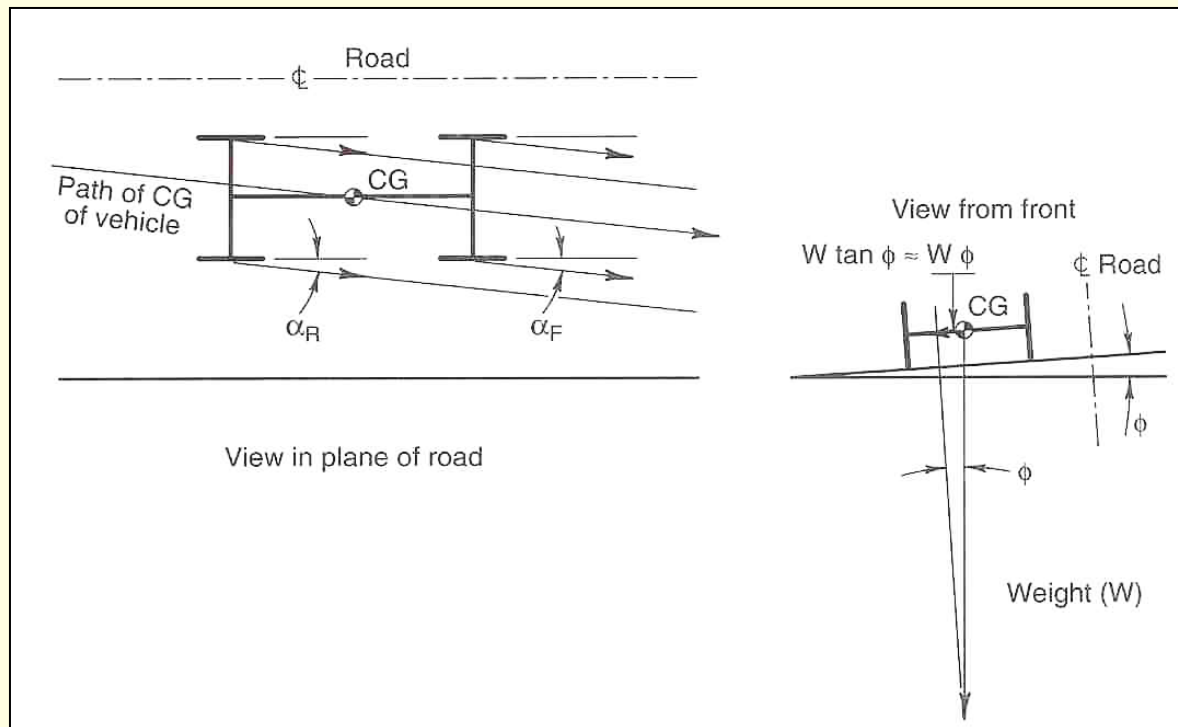
$$\alpha_F = \alpha_R$$

Esi- ja tagaratta siirdenurgad on võrdsed

Neutraaljuhitav auto

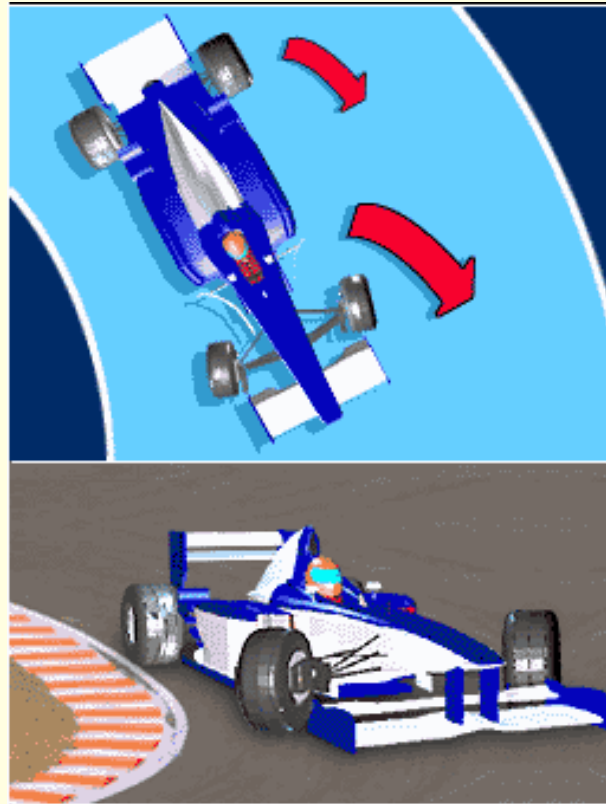
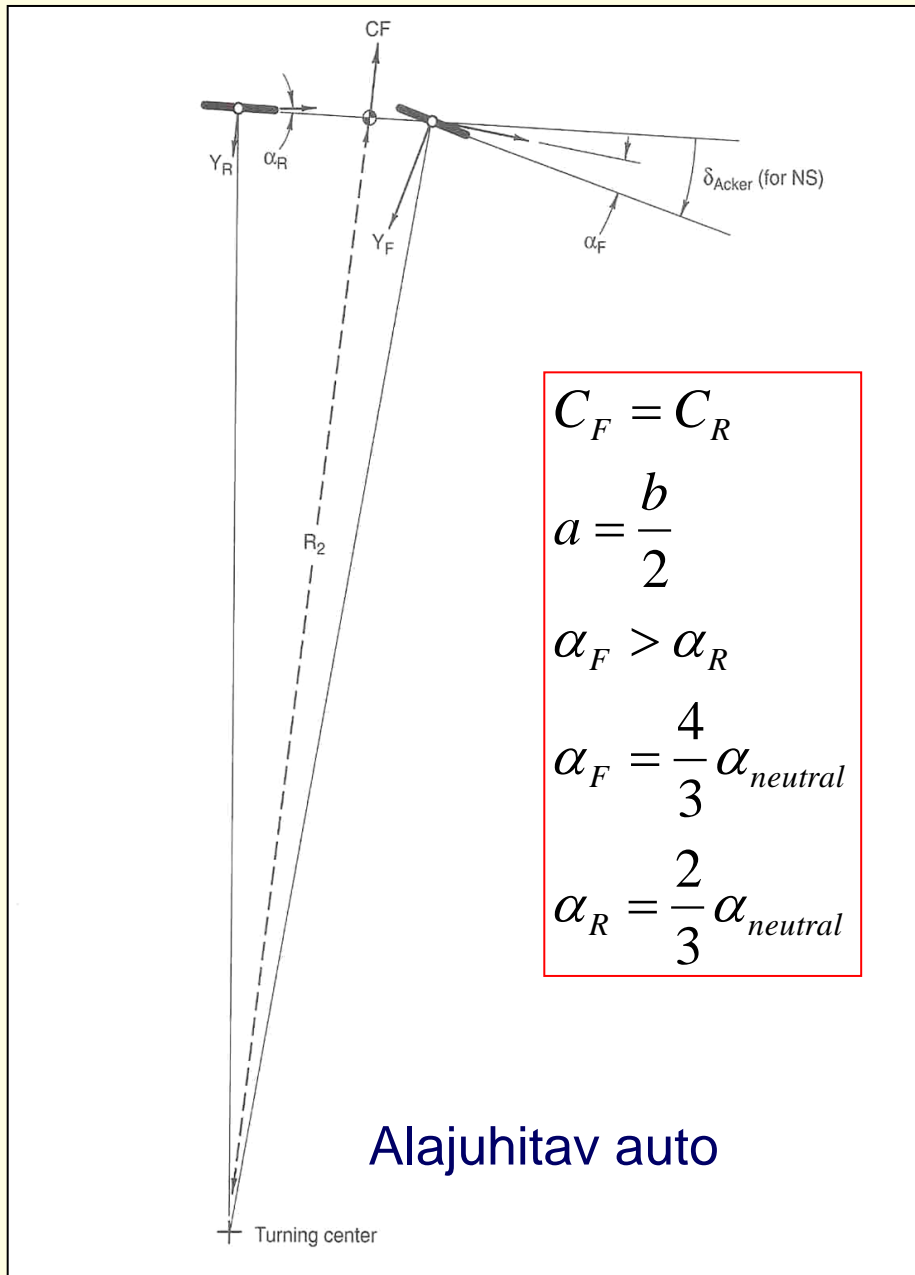
Neutraaljuhitava auto eripära:

- Auto pöörderaadius ei sõltu auto kiirusest;
- Esi- ja tagaratta siirdenurgad on võrdsed;
- Kehtib Ackermann'i seos: $\delta = l/R$

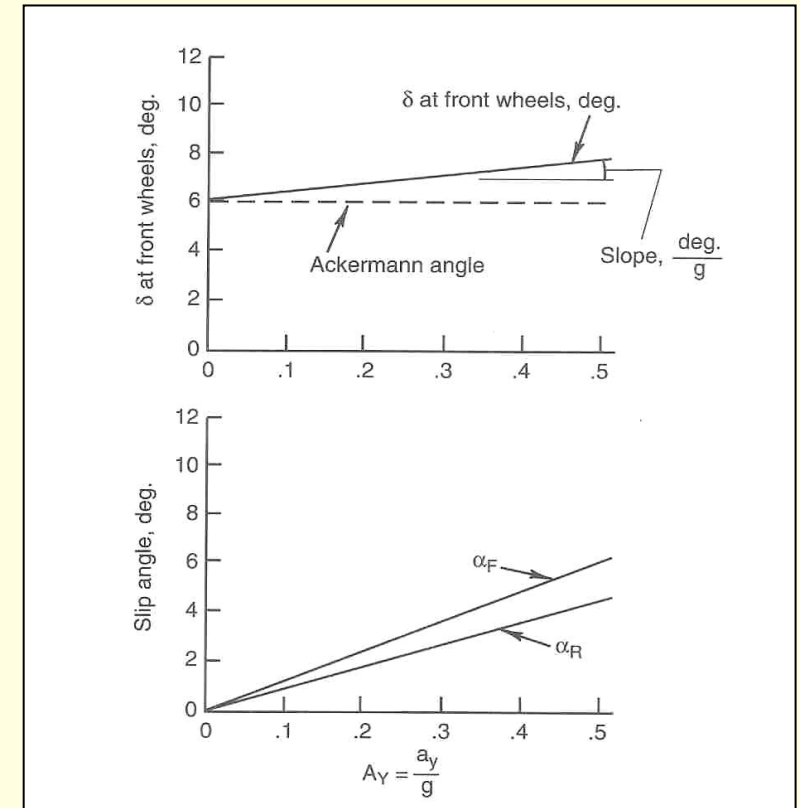


Neutraaljuhitiv auto põikikaldega teel

Neutraaljuhitiv auto



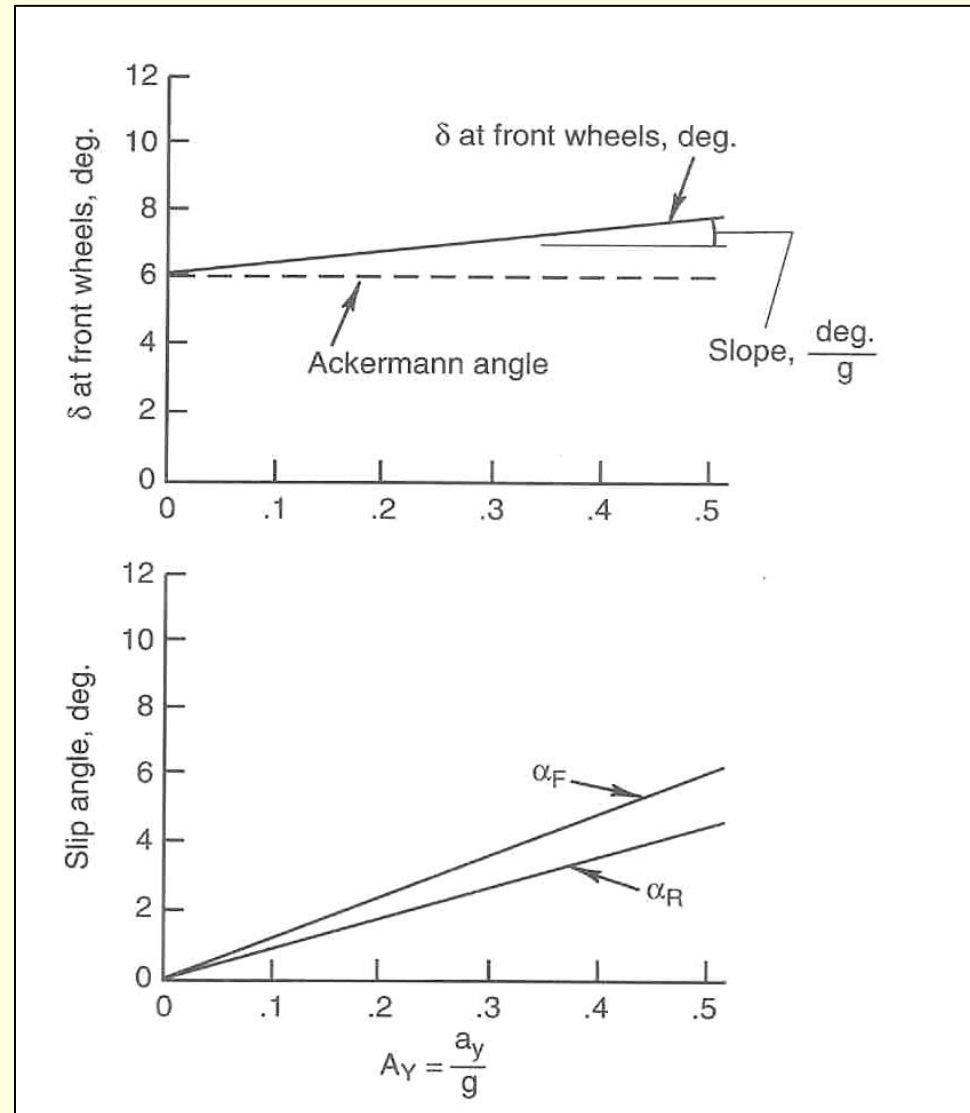
Esiratta siirdenurk on suurem kui tagaratta siirdenurk



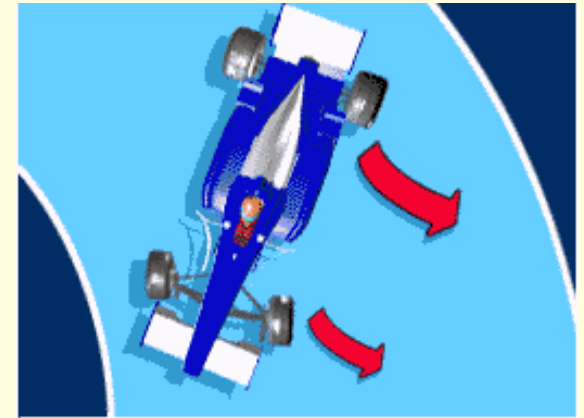
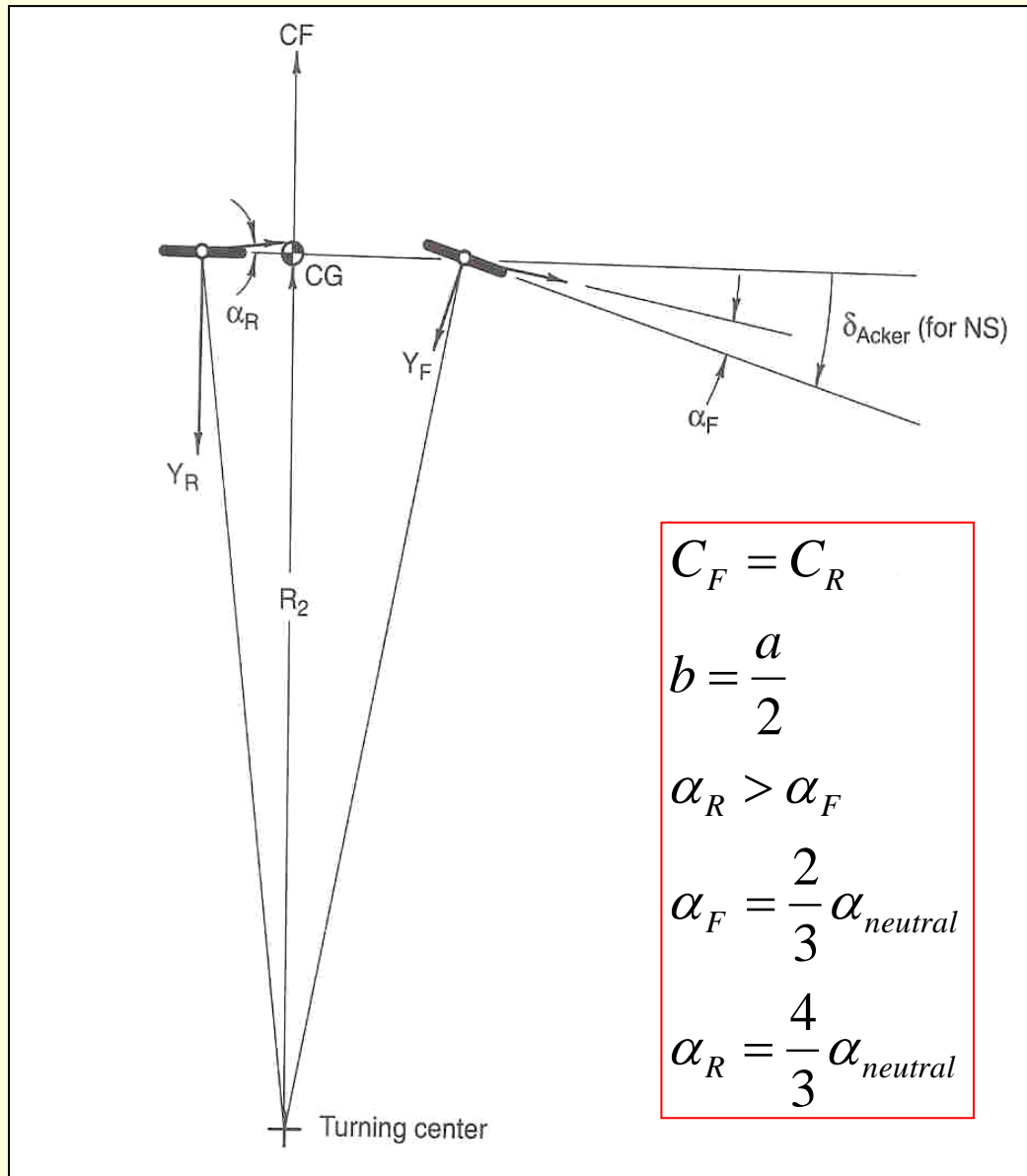
Alajuhitav auto:

- Esiratta siirdenurk on suurem kui tagaratta oma
- Juhtratta pöördenurk avaldub näitena esitatud raskuskeskme paiknemise korral:

$$\delta = \delta_{Ackermann} + (-\alpha_F + \alpha_R) = \frac{l}{R} - \frac{2}{3} \alpha_{neutral}$$



Alajuhitav auto



Tagaratta siirdenurk on suurem kui esiratta siirdenurk

$$\delta = \delta_{Ackermann} + (-\alpha_F + \alpha_R) = \frac{l}{R} + \frac{2}{3} \alpha_{neutral}$$

Käitub juhitud vastupidiselt alajuhitavale autole

Ülejuhitav auto

Rooliseadme projekteerimise põhialused

Põhiparameetrite määramine:

- Minimaalne tarvilik pöörderaadius

Tuleneb teljevahest ja suurimast juhtratta pöördenurgast

- Roolisüsteemi ülekandearvu valik

Tuleneb rooli momendist ja kompromissist manööverduse ja suurel kiirusel liikumisest

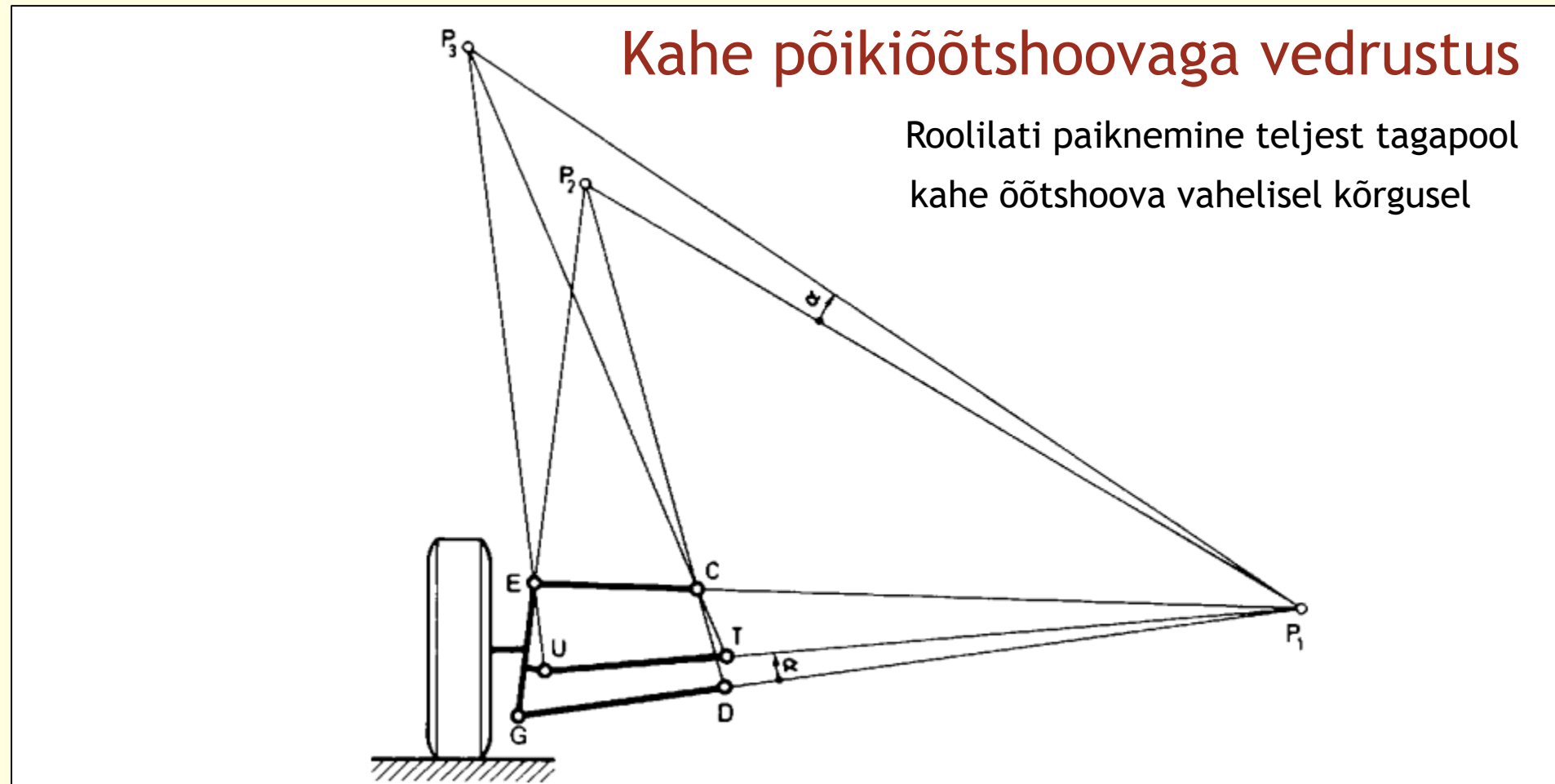
- Tarviliku võimendi valik

- Rooliajami kinemaatika ja roolitrapsi paiknemise valik

- Roolitrapsi kinemaatika ja vedrustuse kinemaatika vastavus

Vajab simulatsiooni abil kontrolli (nt SusProg3D tarkvara abil)

Rooliseadme projekteerimise põhialused

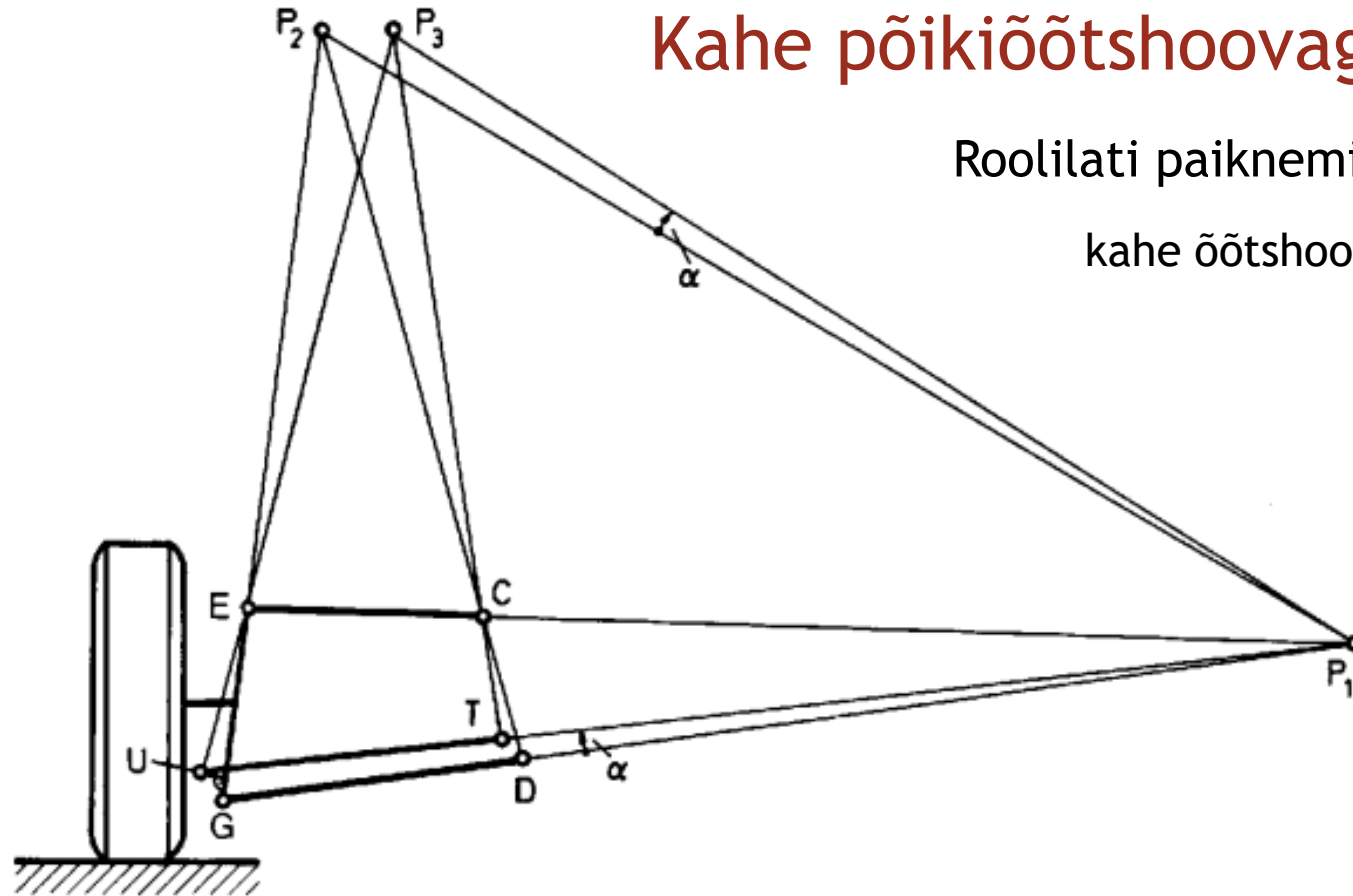


Roolitrapetsi (roolivarda UT) paiknemise kinemaatiline vastavus vedrustusega

Rooliseadme projekteerimise põhialused

Kahe põikiõõtshoovaga vedrustus

Roolilati paiknemine teljest eespool
kahe õõtshoova vahelisel kõrgusel

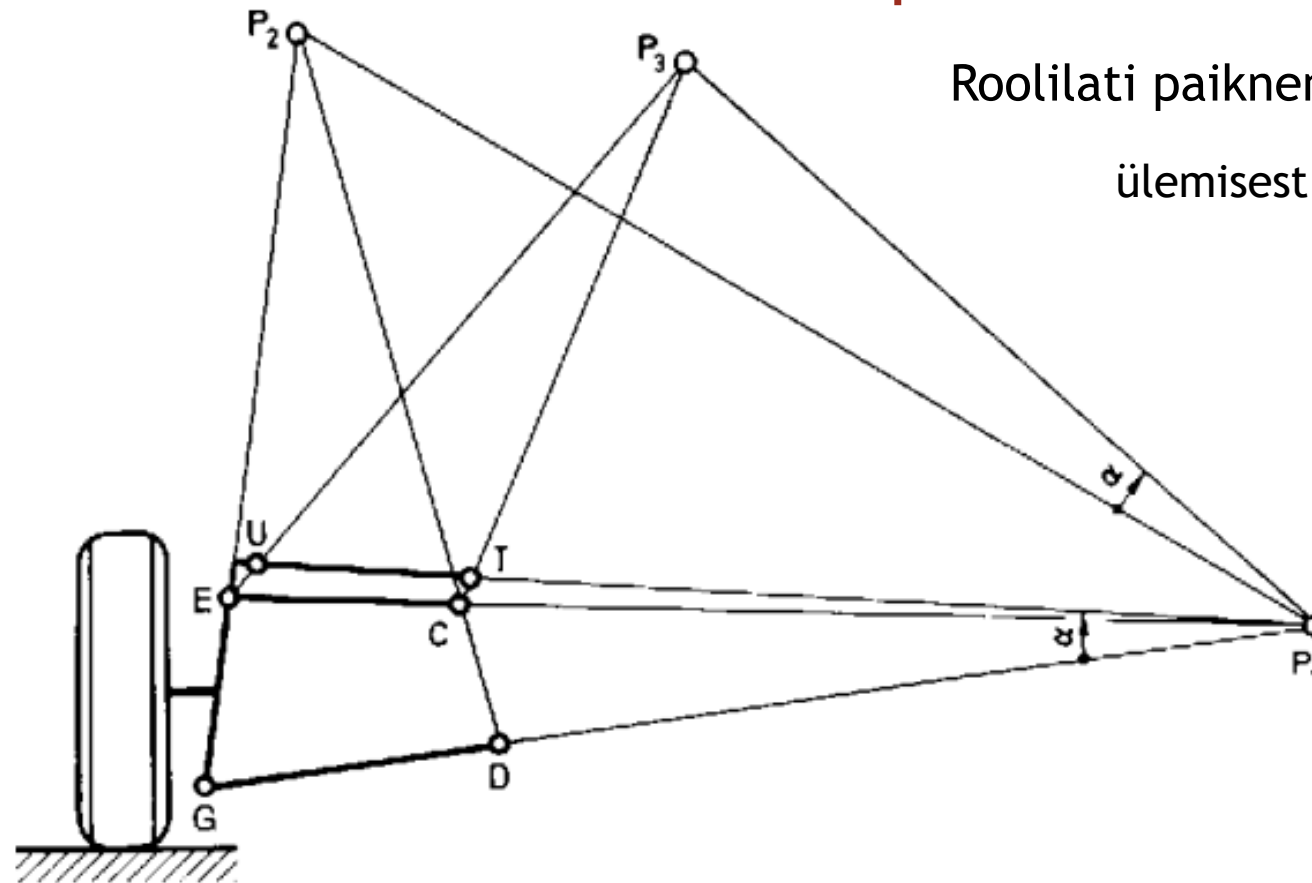


Roolitrapetsi (roolivarda UT) paiknemise kinemaatiline vastavus vedrustusega

Rooliseadme projekteerimise põhialused

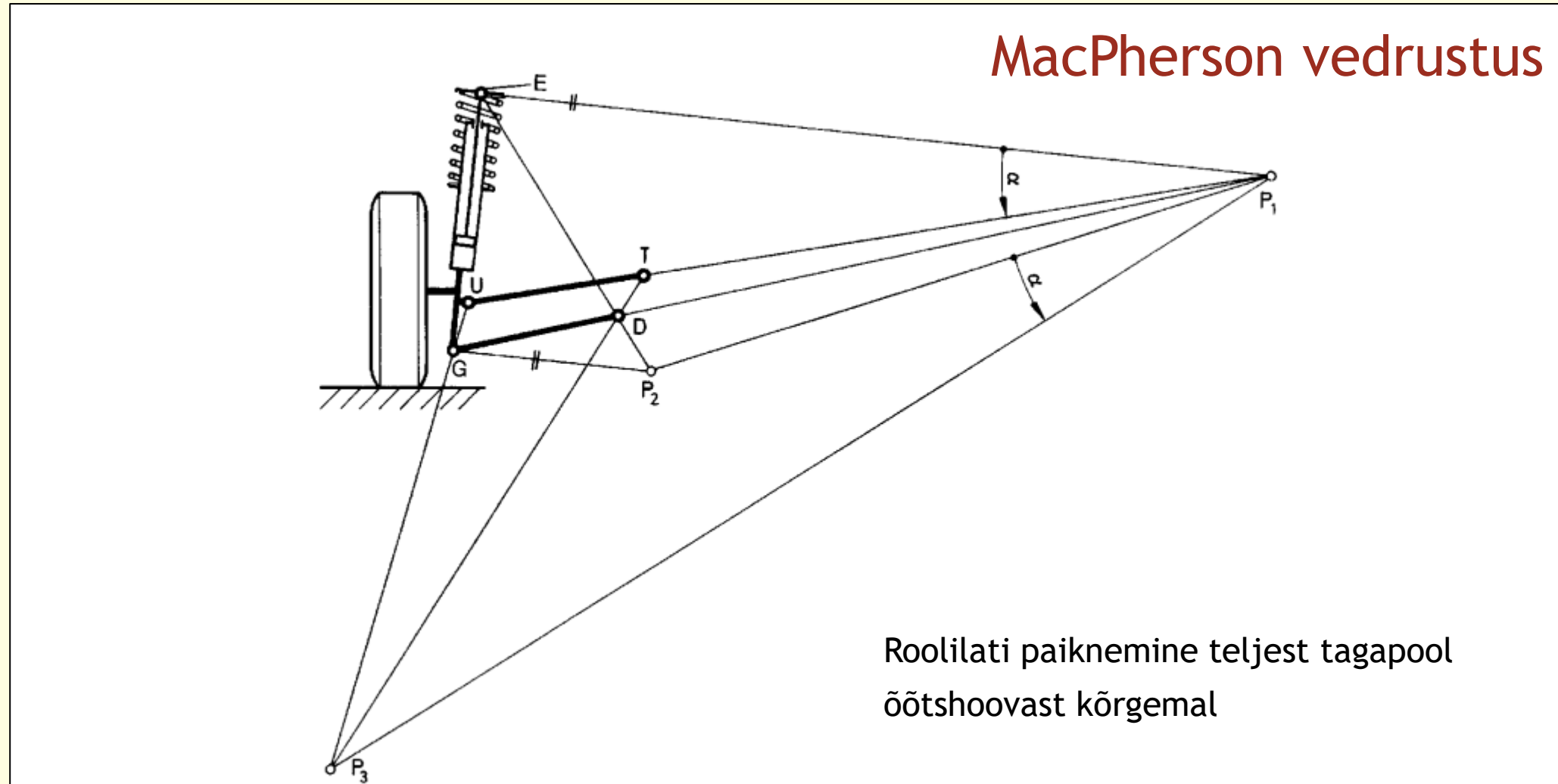
Kahe põikiõõtshoovaga vedrustus

Roolilati paiknemine teljest eespool
ülemisest õõtshoovast kõrgemal



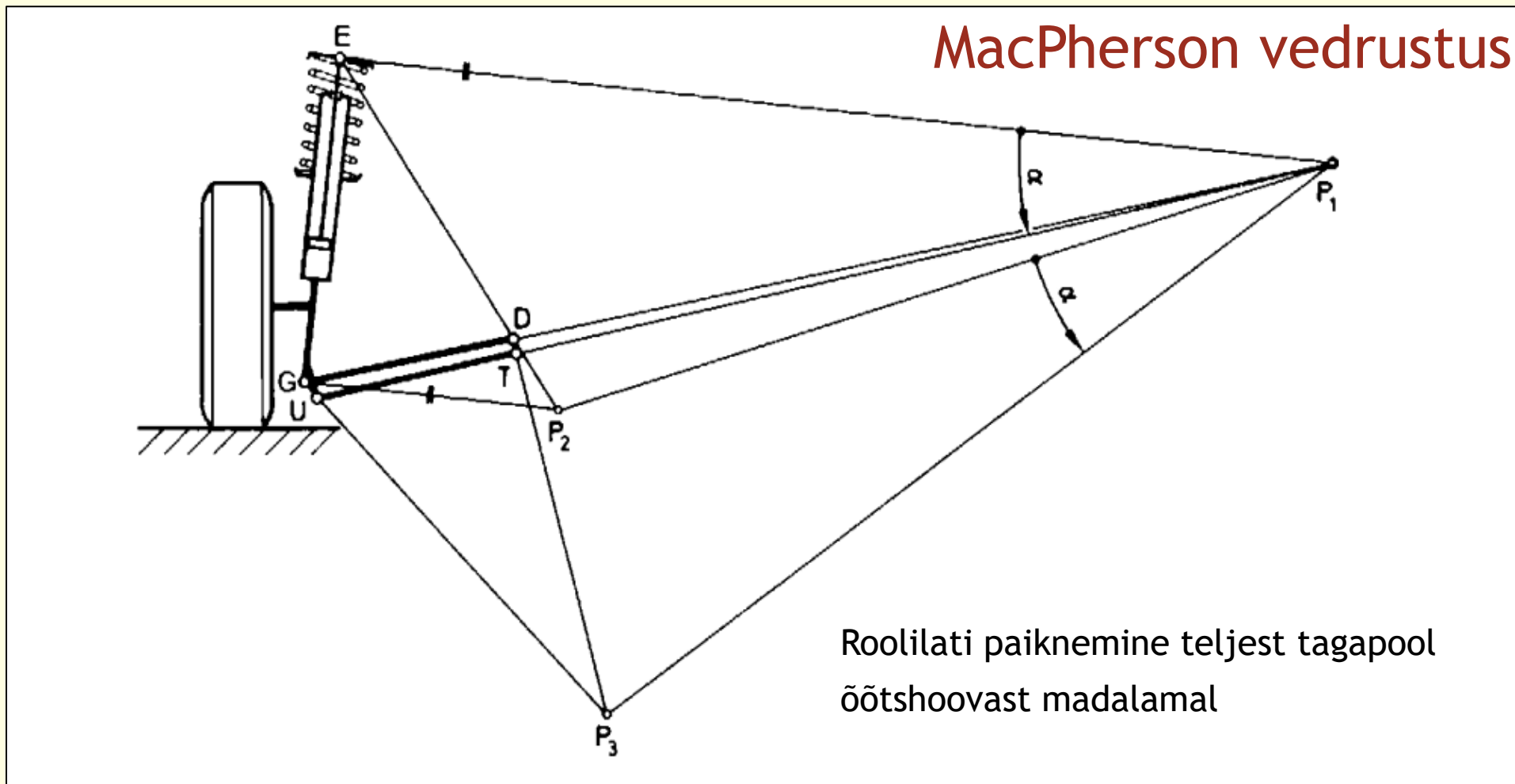
Roolitrapetsi (roolivarda UT) paiknemise kinemaatiline vastavus vedrustusega

Rooliseadme projekteerimise põhialused



Roolitrapetsi (roolivarda UT) paiknemise kinemaatiline vastavus vedrustusega

Rooliseadme projekteerimise põhialused



Roolitrapetsi (roolivarda UT) paiknemise kinemaatiline vastavus vedrustusega