



# Közlekedéstervezés 2. Építőmérnök BSc.

# MENETDINAMIKA, ELŐÍRÁSOK, VÁGÁNYGEOMETRIA



# Mértékadó emelkedő

A **mértékadó emelkedő** a legnagyobb viszonyított emelkedő:  
A tényleges emelkedő értéke, megnövelve a fajlagos ívellenállás értékeivel.

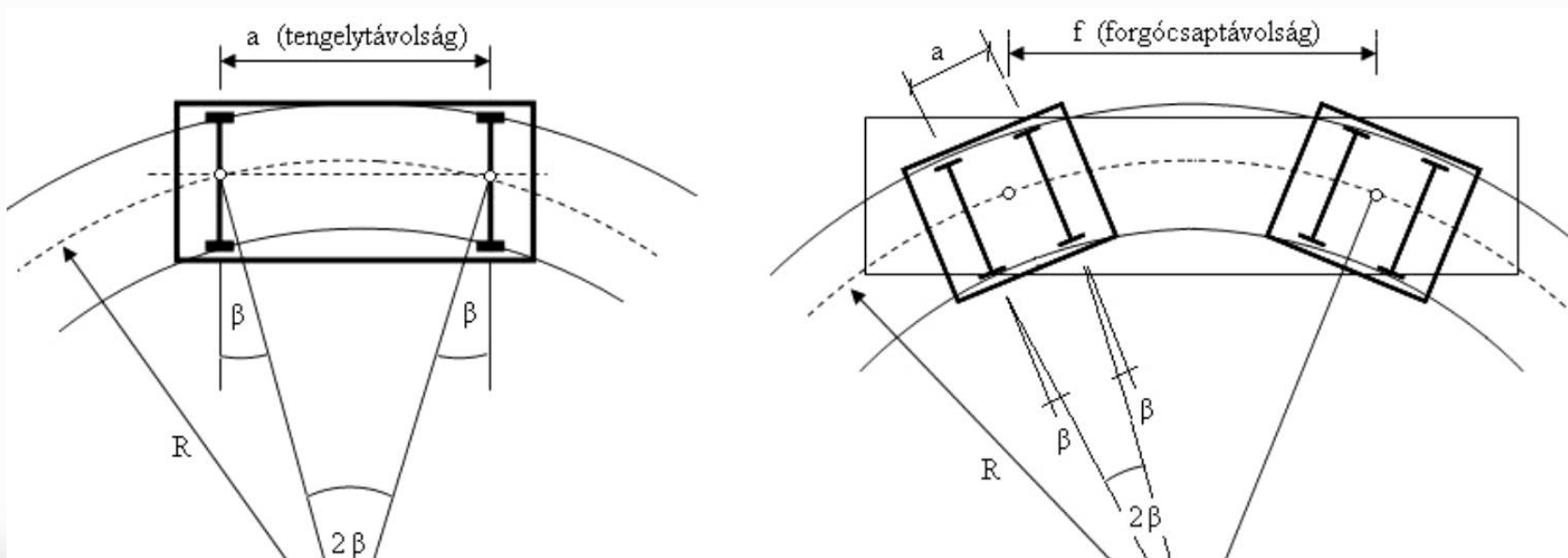
Fajlagos ívellenállás:

A MÁV által használt ún. módosított Röckl-képlet:

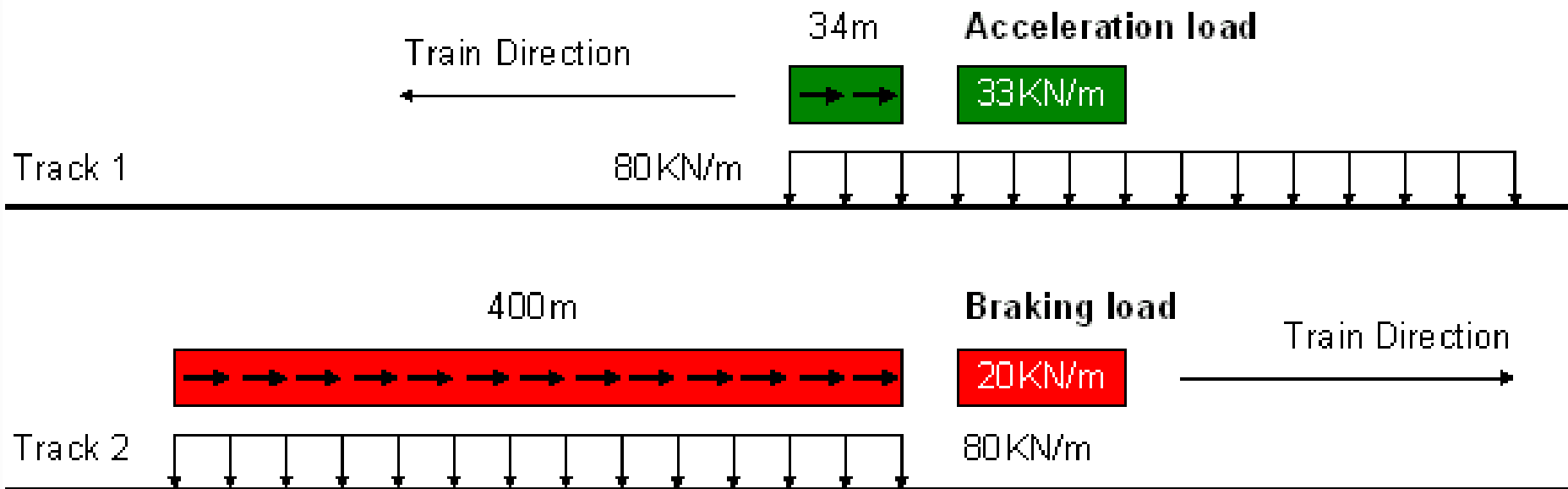
$$w_R = \frac{520}{R - 55} \quad [\text{N/kN}]$$

A módosított Röckl-képlet a tengelytávolság (a) figyelembevételével:

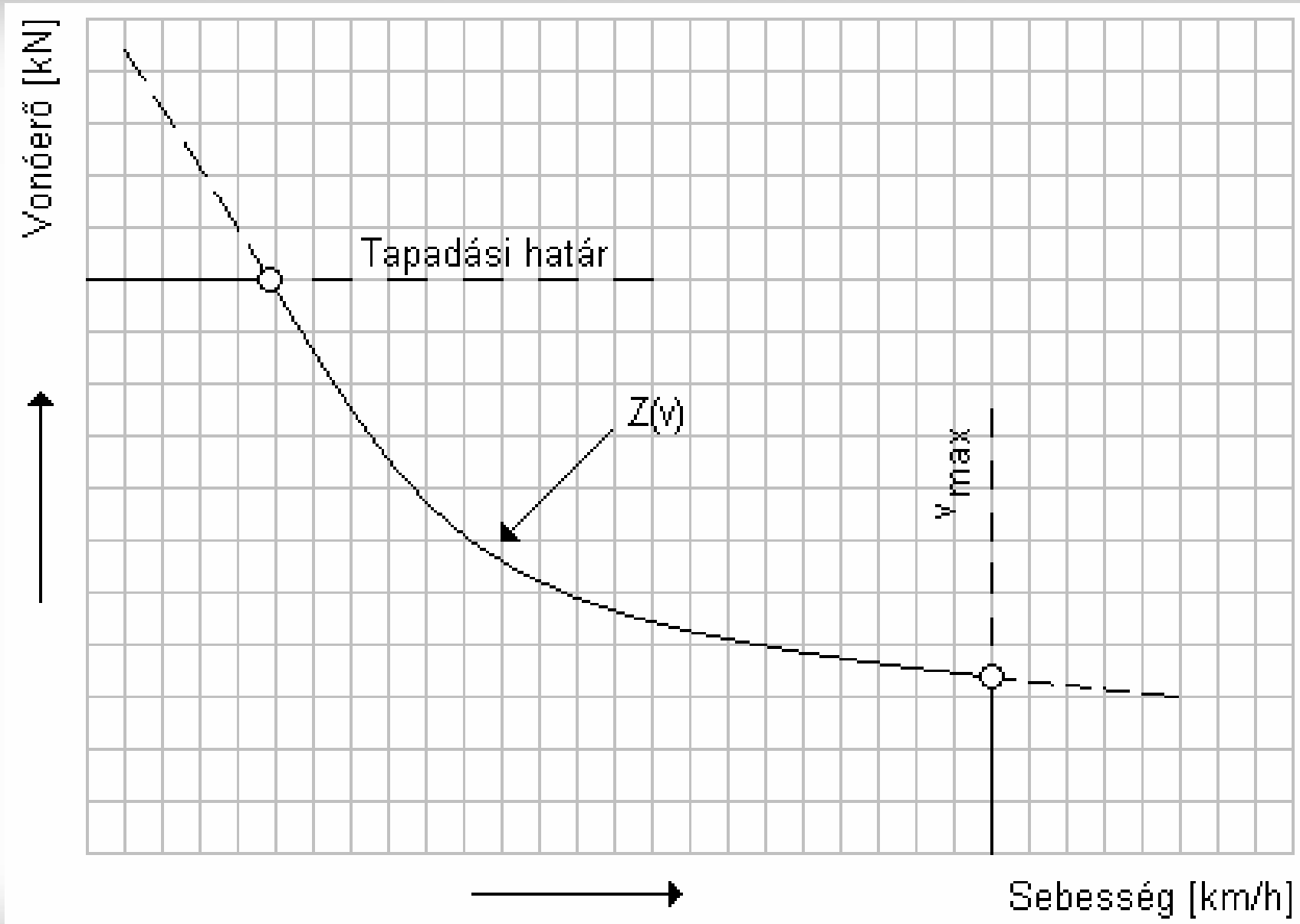
$$w_R = \frac{100a + 200}{R} \quad [\text{N/kN}]$$



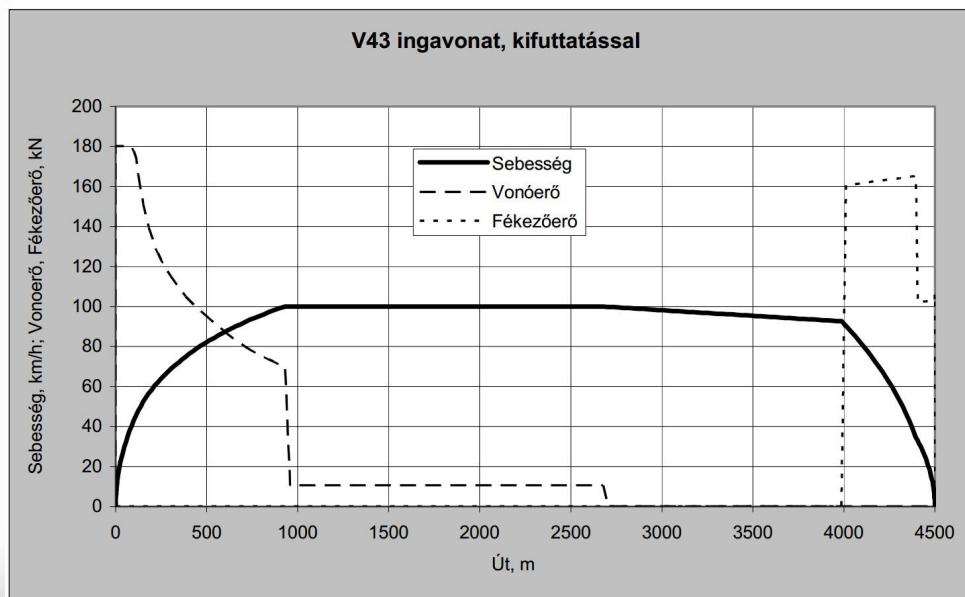
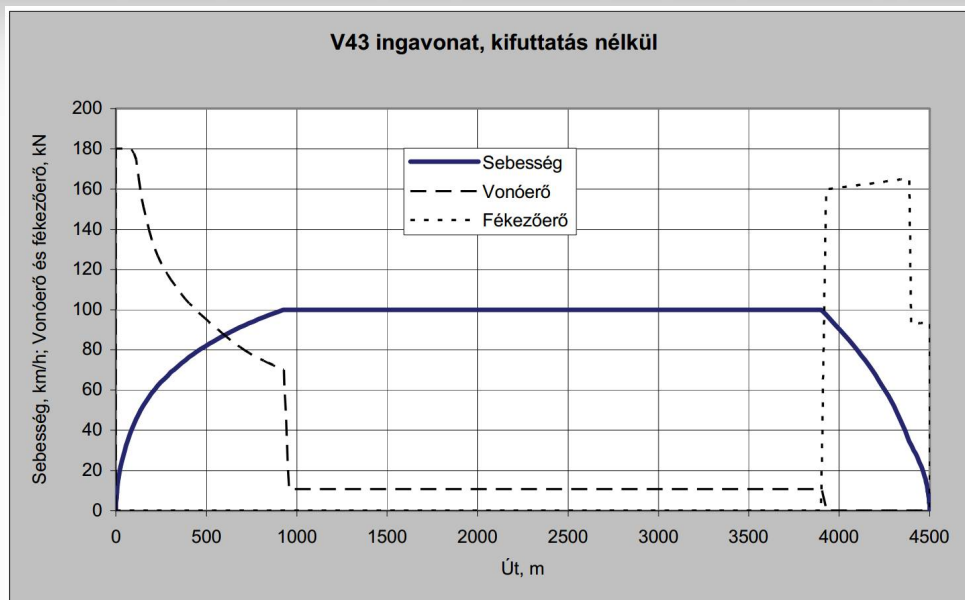
# Gyorsítás, fékezés



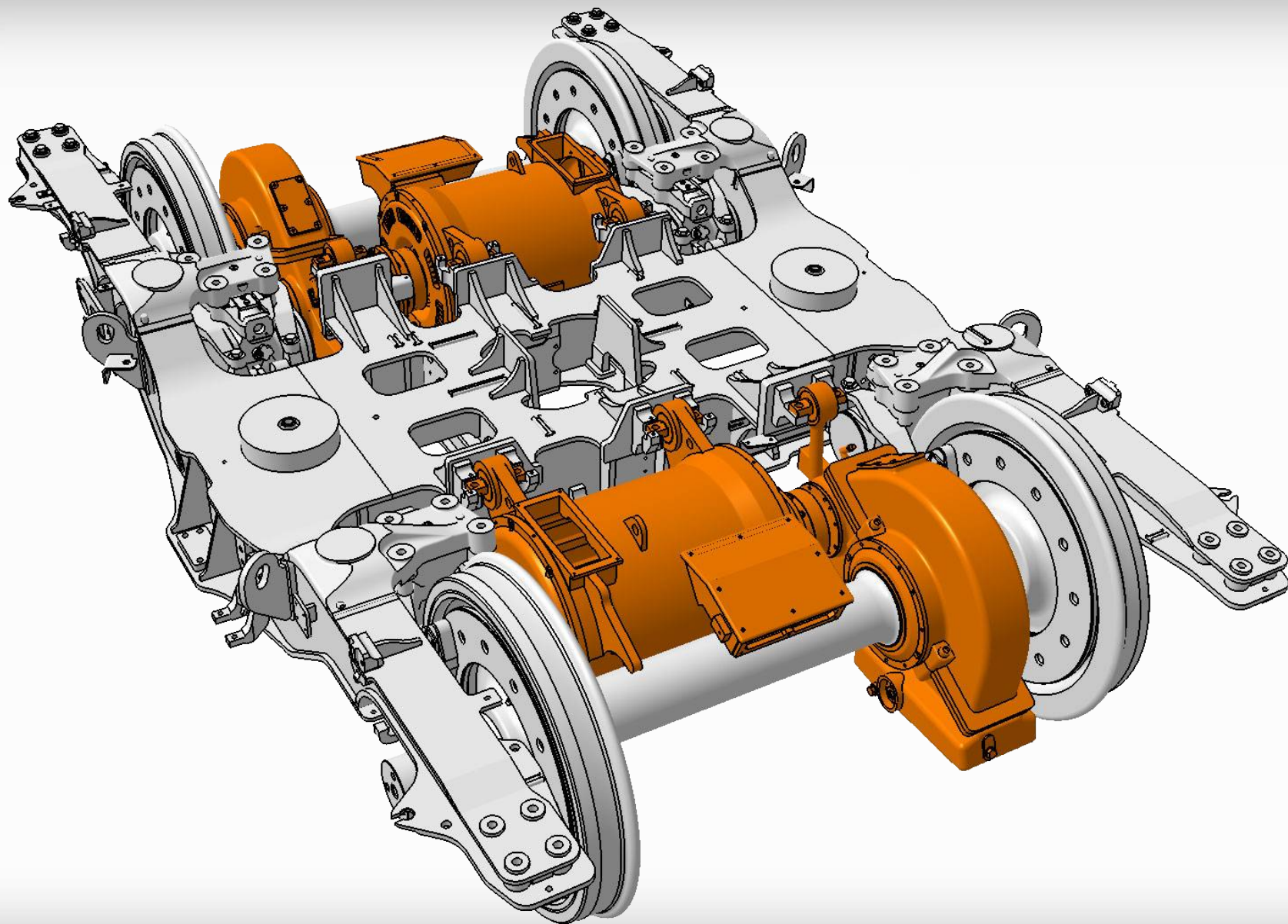
# Vonóerő diagram → menetrend



# Gyorsítás, fékezés → menetrend

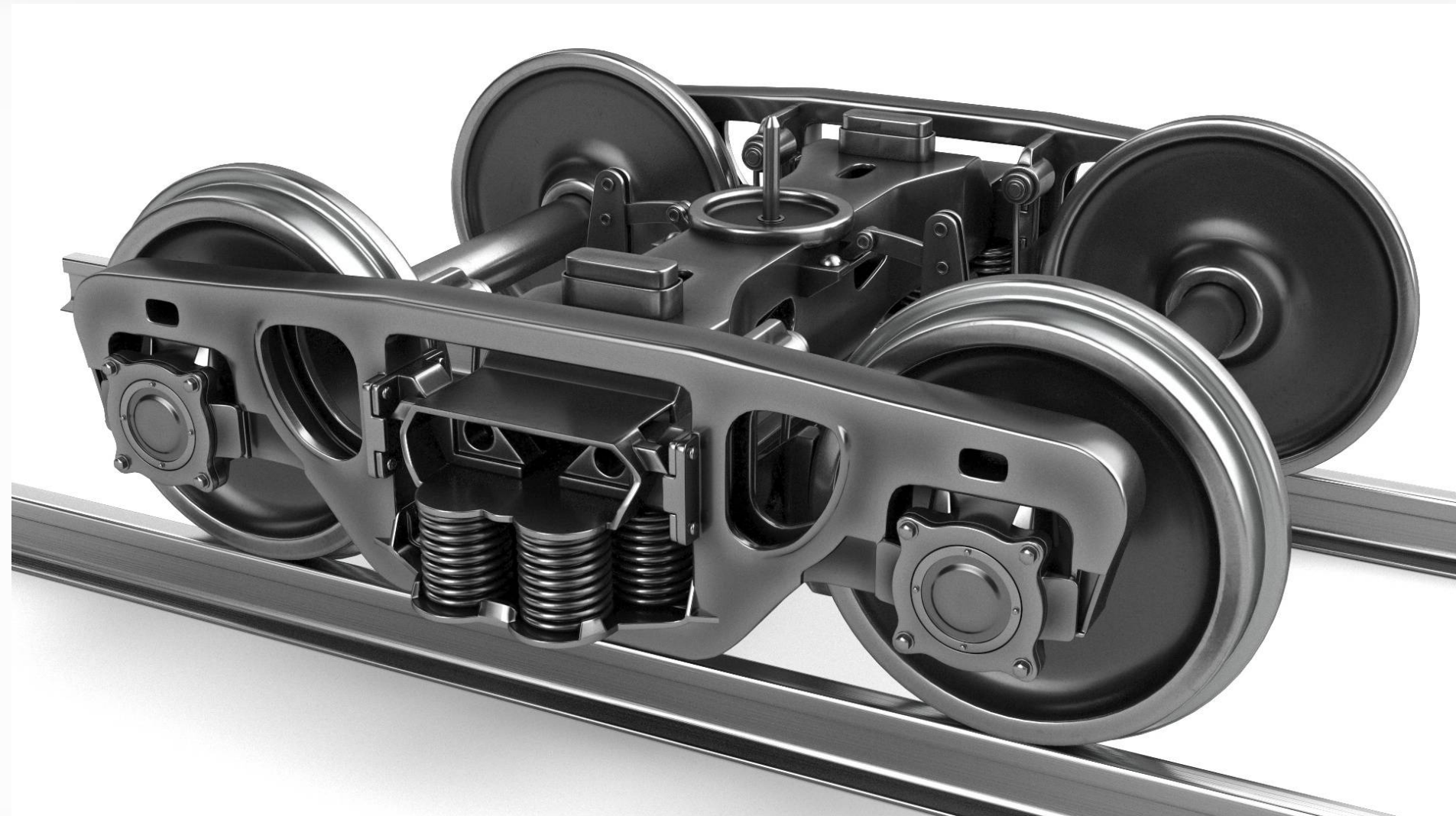


# Vasúti forgóváz



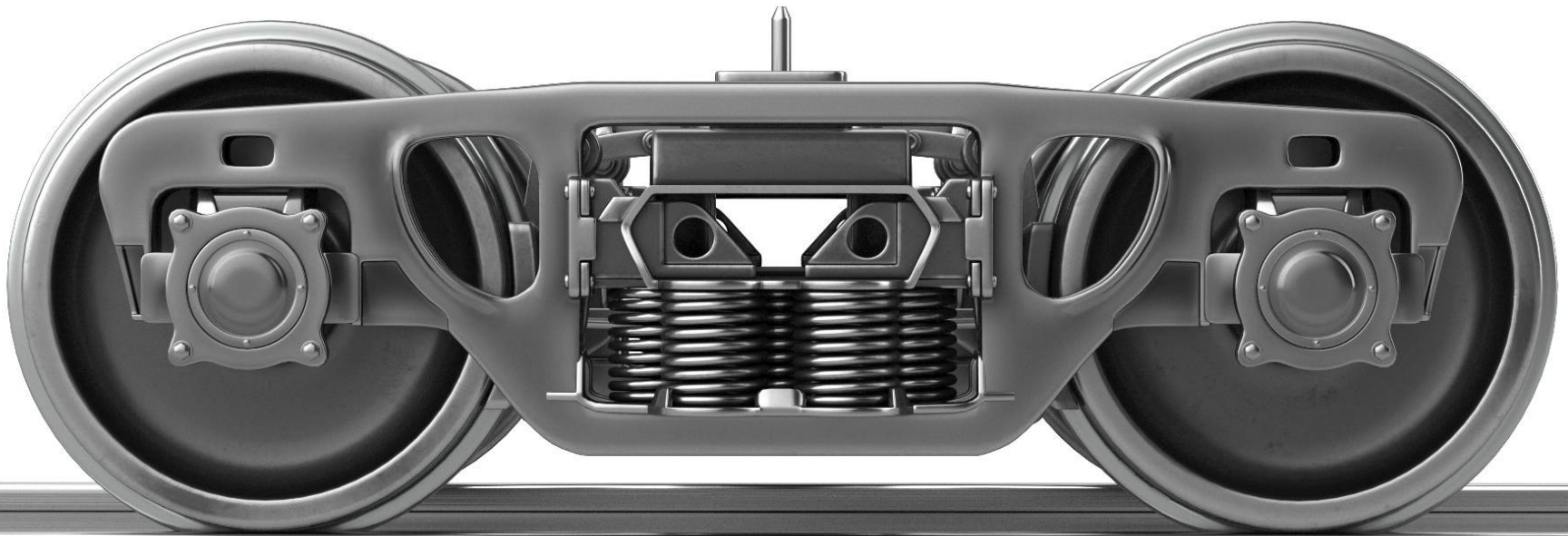


# Vasúti forgóváz



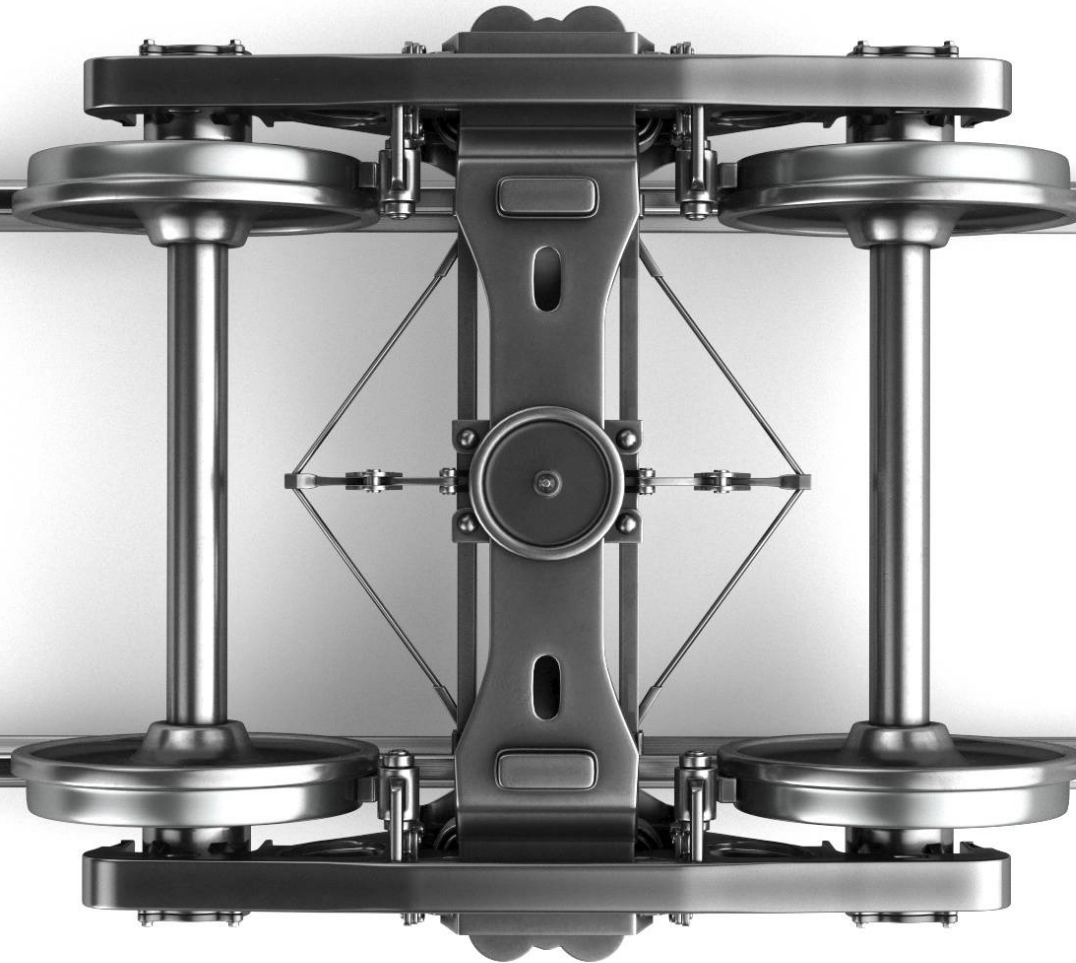


# Vasúti forgóváz





# Vasúti forgóváz

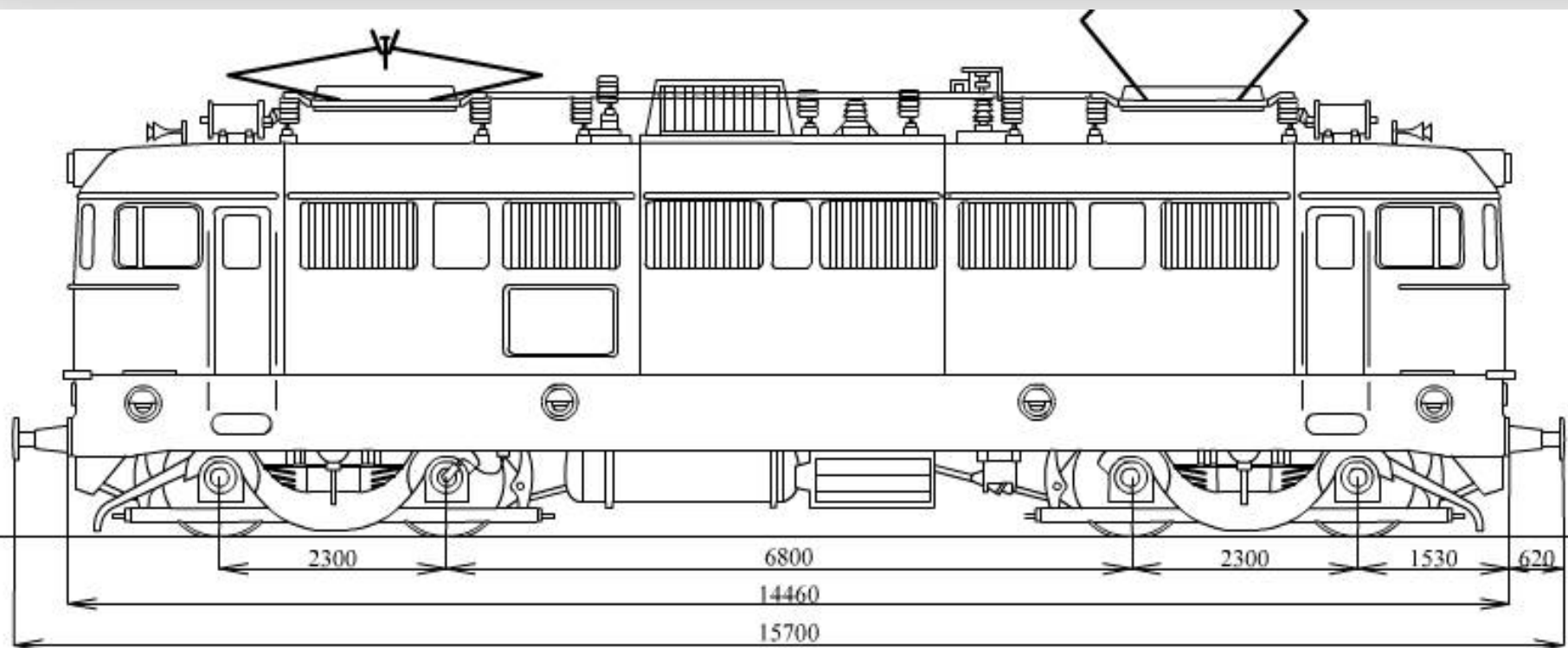


# Vasúti forgóváz



M976 sorozatú 25t vasúti forgóváz vasúti kocsikhoz és mozdonyokhoz  
tengelyterhelés: 250 kN  
sebesség: 120 km/h  
kerékátmérő: 1050 mm

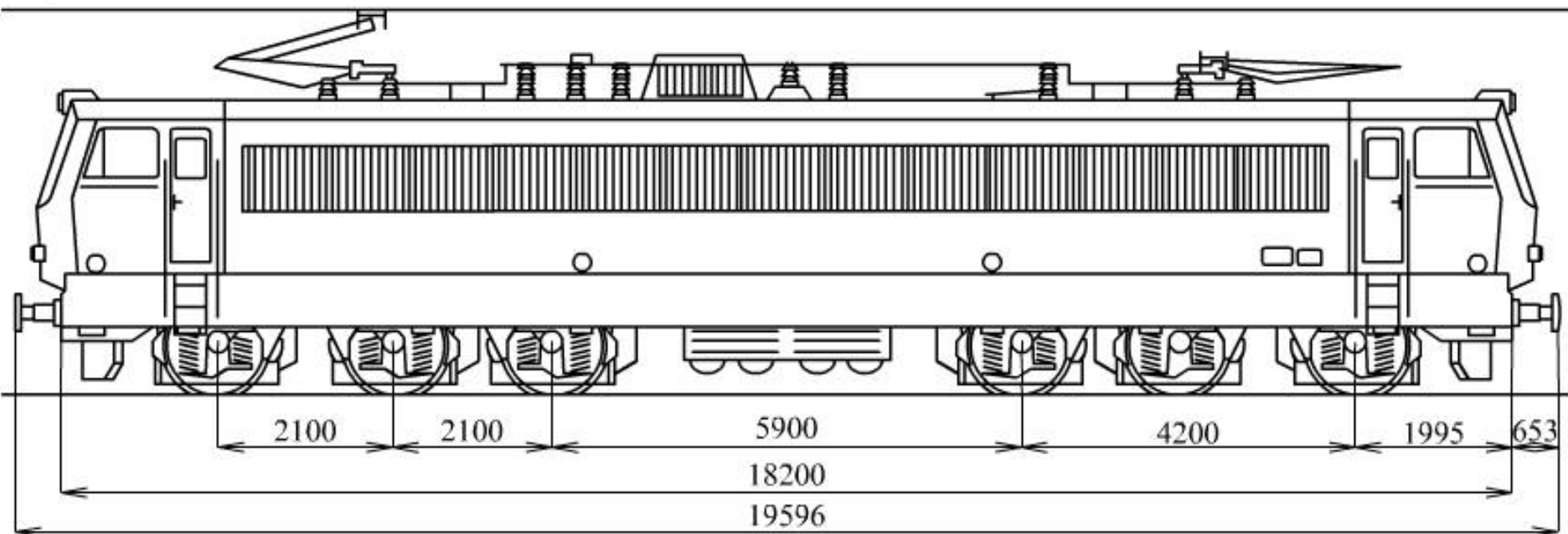
# V43 (Ganz VM14) mozdony méretei



szolgálati tömeg:	80 tonna
tengelyterhelés:	200 kN
forgócsap-távolság:	11,4 m
teljes hossz:	15,7 m
legkisebb pályaiív sugar:	100 m
engedélyezett sebesség:	130 km/h (120 km/h)
teljesítmény:	2200 kW
tengelyelrendezés:	B'B'

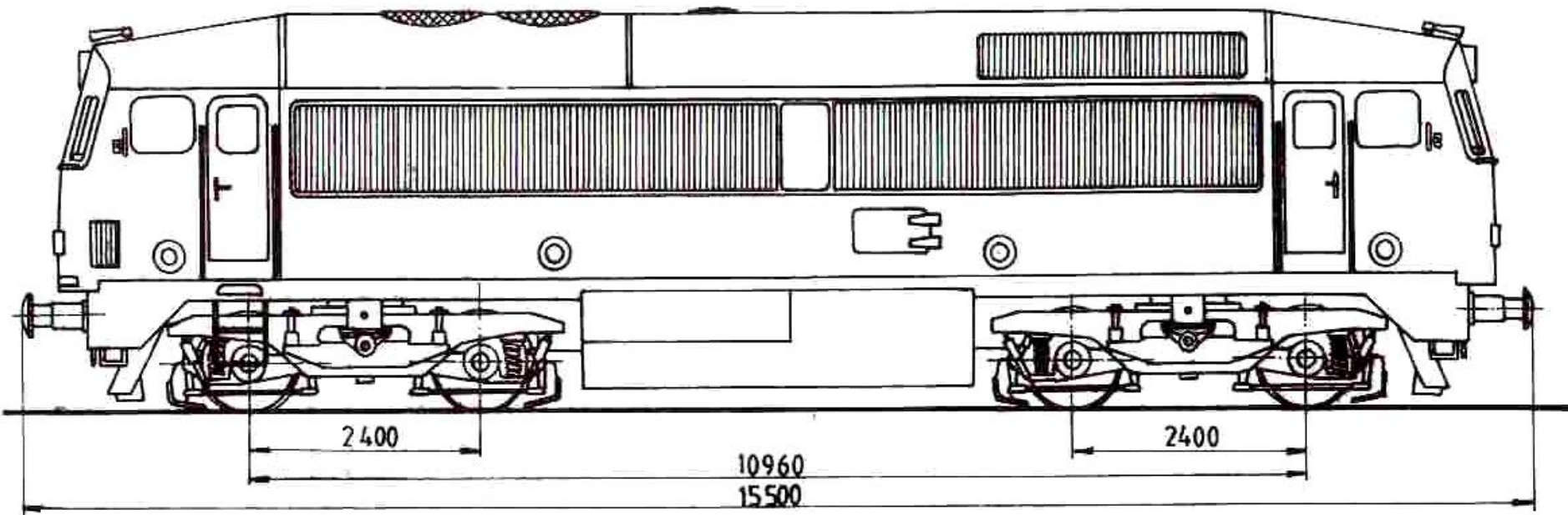


# V63 (Ganz VM15) mozdony méretei



szolgálati tömeg:	118 tonna
tengelyterhelés:	200 kN
forgócsap-távolság:	10,444 m
teljes hossz:	19,596 m
legkisebb pályaiívsugár:	100 m
engedélyezett sebesség:	120 / 160 km/h
teljesítmény:	3575 kW
tengelyrendezés:	Co'Co'

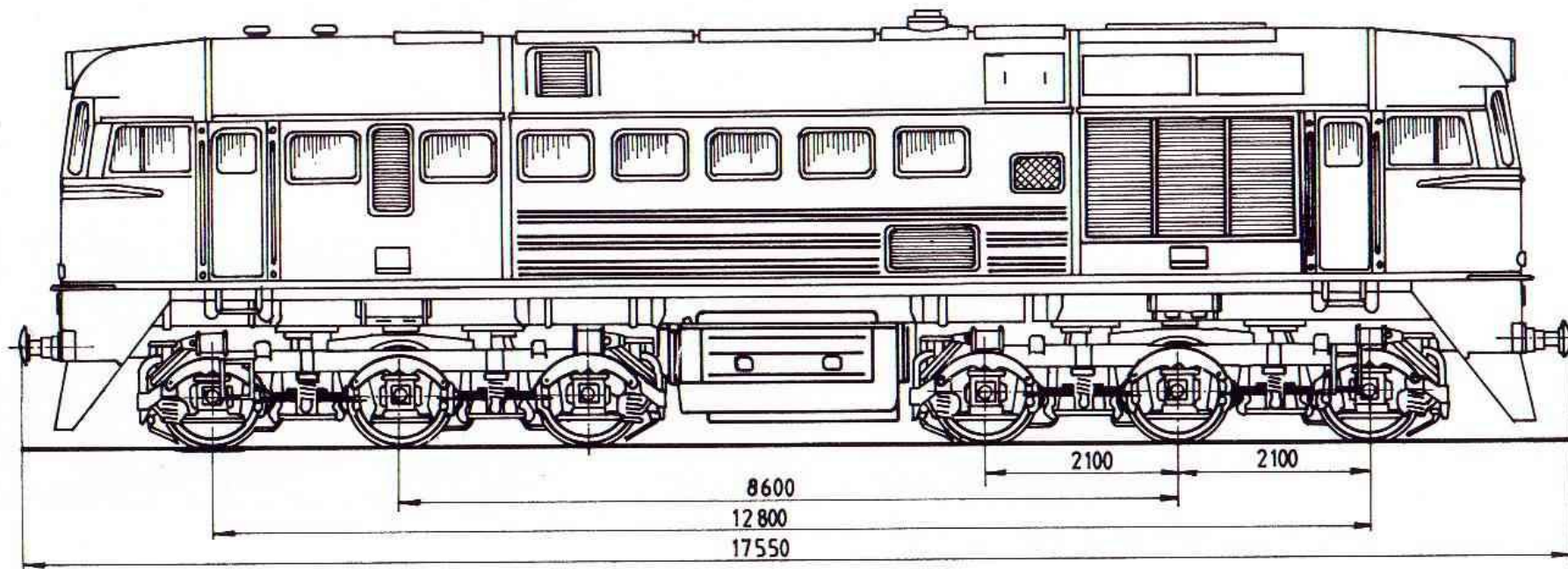
# M41 (Ganz DHM7) mozdony méretei



szolgálati tömeg:	66 tonna
tengelyterhelés:	165 kN
forgócsap-távolság:	8,56 m
teljes hossz:	15,5 m
legkisebb pályaivsugár:	80 m
engedélyezett sebesség:	100 km/h
teljesítmény:	1324 kW
tengelyrendezés:	B'B'



# M62 mozdony méretei



szolgálati tömeg:	116,5 tonna
tengelyterhelés:	194 kN
forgócsap-távolság:	8,6 m
teljes hossz:	17,55 m
legkisebb pályaivsugár:	100 m
engedélyezett sebesség:	100 km/h
teljesítmény:	1472 kW (2000 LE)
tengelyrendezés:	Co'Co'

# Traxx (Bombardier) mozdony méretei



szolgálati tömeg:	82 – 88 tonna
tengelyterhelés:	210 kN
forgócsap-távolság:	10,4 m
teljes hossz:	18,9 m
legkisebb pályaivsugár:	100 m
engedélyezett sebesség:	160 km/h
teljesítmény:	5600 kW
tengelyelrendezés:	Bo'Bo'



# D19E (C9D7F) mozdony méretei



nyomtávolság:	1000 mm
szolgálati tömeg:	78 tonna
tengelyterhelés:	130 kN
teljes hossz:	16,892 m
engedélyezett sebesség:	120 km/h
teljesítmény:	1455 kW
tengelyrendezés:	Co'Co'
vasúttársaság:	Vietnam

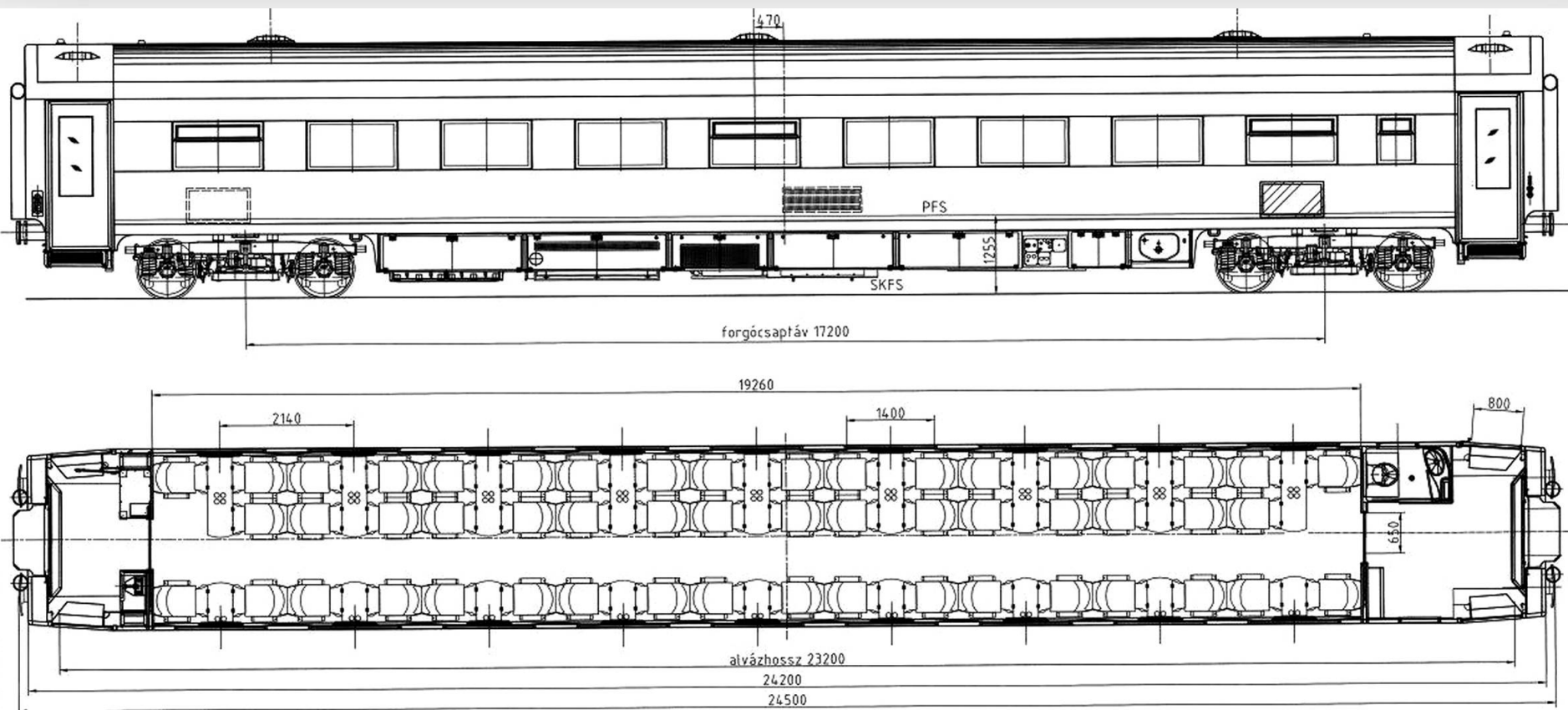
# Mk48 (Rába) mozdony méretei



nyomtávolság:	760 mm
szolgálati tömeg:	17,6 tonna
tengelyterhelés:	44 kN
teljes hossz:	8,965 m
engedélyezett sebesség:	30 – 50 km/h
teljesítmény:	100 – 147 kW
tengelyrendezés:	B'B'



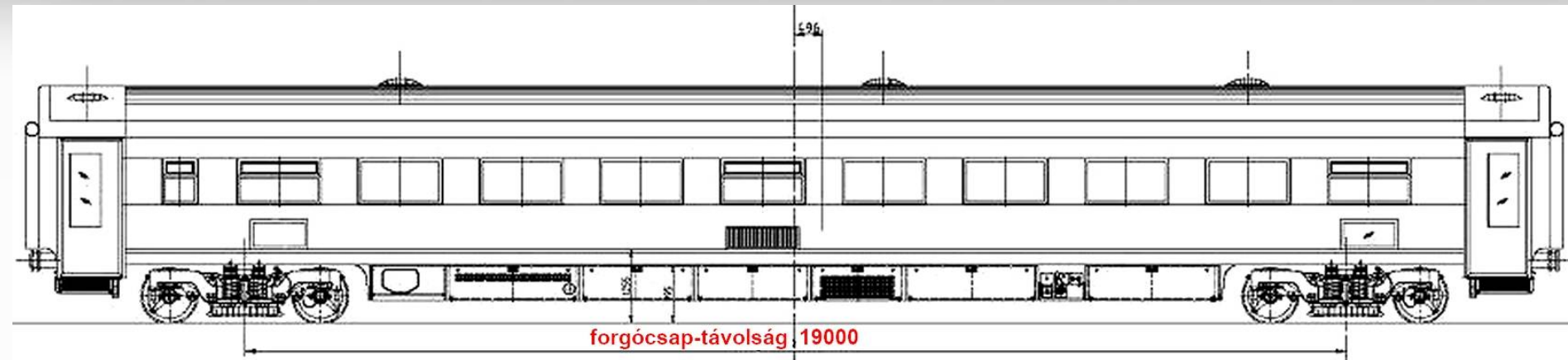
# IC Apee személykocsi (Dunakeszi)



önsúly:	420 kN (üresen)
tengelyterhelés:	105 kN (üresen)
forgócsap-távolság:	17,2 m
kocsihossz:	24,5 m
kerékátmérő:	920 mm
engedélyezett sebesség:	120 – 160 km/h

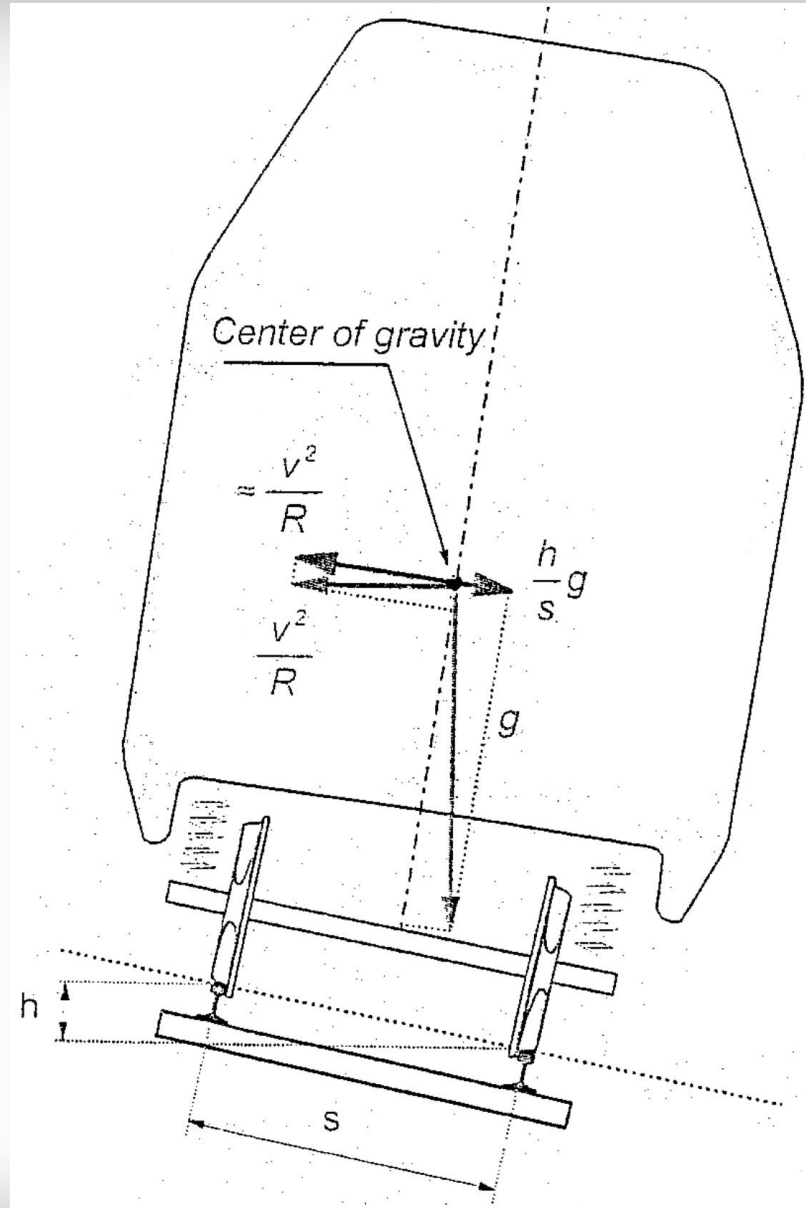


# Új IC Bpmz (Szolnok) kocsi méretei

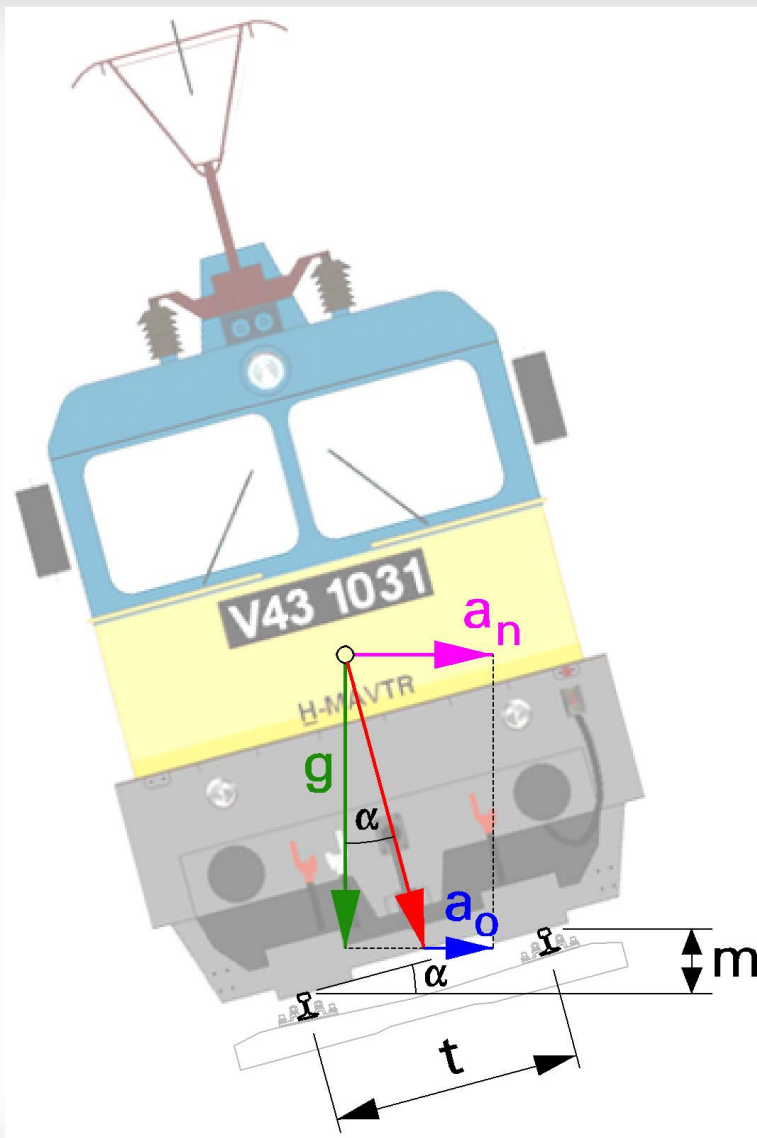


önsúly:	486 kN (üresen)
tengelyterhelés:	121,5 kN (üresen)
forgócsap-távolság:	19,0 m
kocsihossz:	26,4 m
legkisebb pályaaívsugár:	150 m
engedélyezett sebesség:	200 km/h

# A jármű mozgása ívben



# Menetdinamika (túlemelés)



## menetdinamikai jellemzők

- $v$  sebesség, m/s
- $V$  sebesség, km/h
- $a_o$  szabad oldalgyorsulás,  $m/s^2$
- $h$  oldalgyorsulás-változás,  $m/s^3$

- $m$  túlemelés, mm
- $t$  sín-tengelytávolság, mm  
 $t = 1435 \text{ mm} + 65..70 \text{ mm}$
- $g$  gravitációs gyorsulás,  $m/s^2$
- $a_n$  centrifugális gyorsulás,  $m/s^2$
- $a_o$  szabad oldalgyorsulás,  $m/s^2$

## Centrifugális gyorsulás, oldalgyorsulás

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot R} = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} \quad [m/s^2]$$

## Szabad oldalgyorsulás

$$a_o = \frac{v^2}{R} - g \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{v^2}{R} - g \cdot \frac{m}{t} = \frac{v^2}{R} - 9,81 m/s^2 \cdot \frac{m}{1500 mm} = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - \frac{m}{152,905} \quad [m/s^2]$$

$$a_o \leq 0,65 m/s^2, \text{ kivételesen } 0,85 m/s^2$$

## Túlemelés

$$m = 11,8 \cdot \frac{V^2}{R} - a_o \cdot 152,905 \quad [mm]$$

$$m \leq 153 mm$$

$$\text{ha } m < 0 \rightarrow m = 0$$

$$\text{ha } 0 < m < 20 \rightarrow m = 20$$

## Túlemelésihiány

$$m_h = a_o \cdot 152,905 \quad [mm] \quad a_o > 0$$

## Túlemeléstöbblet

$$m_t = a_o \cdot 152,905 \quad [mm] \quad a_o < 0$$

## Szabad oldalgyorsulás-változás

klotoid átmeneti ívben  $h = \frac{V^3}{23 \cdot R \cdot L} \quad [m/s^3]$

cosinus átmeneti ívben  $h = \frac{V^3}{30 \cdot R \cdot L} \quad [m/s^3]$

átmeneti ív nélküli körívben  $h = \frac{V^3}{800 \cdot R} \quad [m/s^3]$

## Szabad oldalgyorsulás-változás megengedett határértékei

átmeneti ív nélküli körívben  $h \leq 0,40 \text{ m/s}^3$

átmeneti ívben  $h \leq 0,40 \text{ m/s}^3$

kitérőben  $h \leq 0,80 \text{ m/s}^3$

meglévő vonalon, ill. kötöttség esetén  $h \leq 0,65 \text{ m/s}^3$



## Körívben megengedhető sebesség

$$a_o = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - \frac{m}{152,905} \quad [m/s^2] \quad a_o \leq 0,65 m/s^2, \text{ kivételesen } 0,85 m/s^2$$

$$V_a = 3,6 \cdot \sqrt{R \cdot \left( a_o + \frac{m}{152,905} \right)} \quad [km/h]$$

## Átmeneti ívben megengedhető sebesség

$$V_h = \sqrt[3]{23 \cdot R \cdot L \cdot h} \quad [km/h] \quad h \leq 0,4 m/s^3 \quad (0,65 m/s^3) \quad \textit{klotoid átmenet esetén}$$

$$V_h = \sqrt[3]{30 \cdot R \cdot L \cdot h} \quad [km/h] \quad h \leq 0,4 m/s^3 \quad (0,65 m/s^3) \quad \textit{cosinus átmenet esetén}$$

$$V_h = \sqrt[3]{800 \cdot R \cdot h} \quad [km/h] \quad h \leq 0,4 m/s^3 \quad (0,65 m/s^3) \quad \textit{átmeneti ív nélküli körívben}$$

## Átmeneti íves körívben megengedhető sebesség

$$V_{max} = \min(V_a, V_h) \quad [km/h]$$

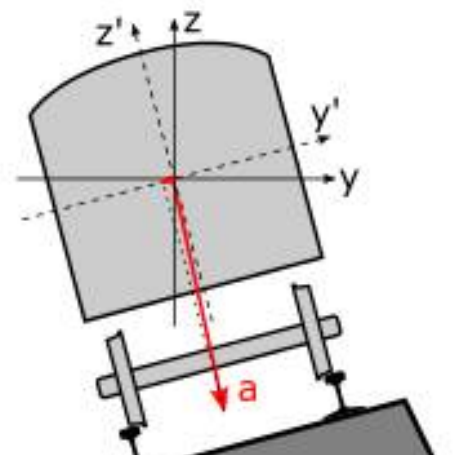
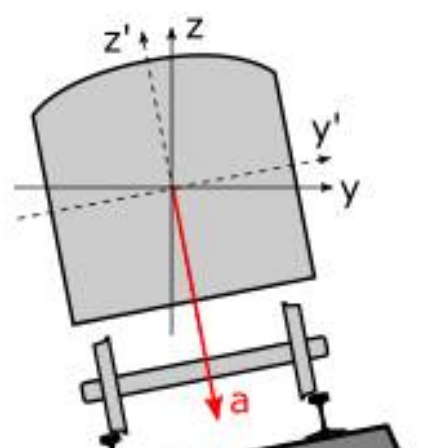
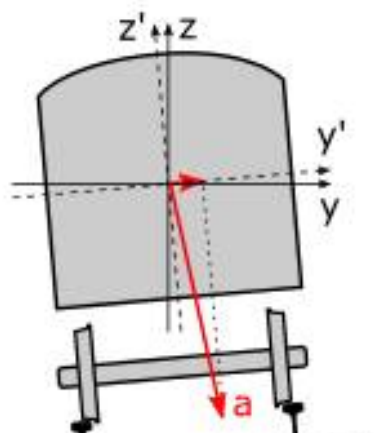
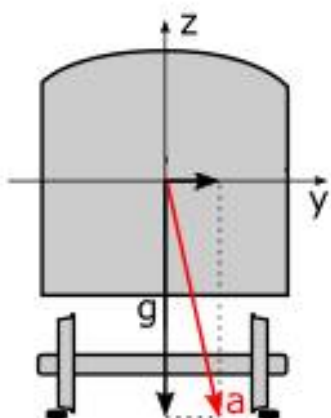
# Túlemelés

nincs túlemelés

túlemelés-hiány

egyensúly

túlemelés-többlet



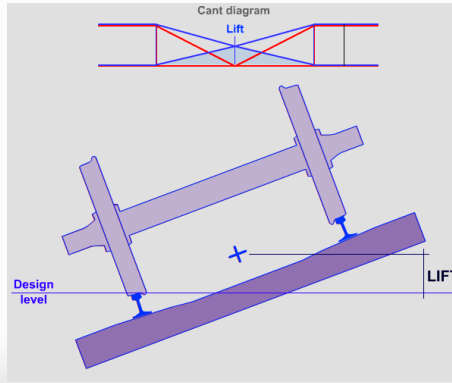
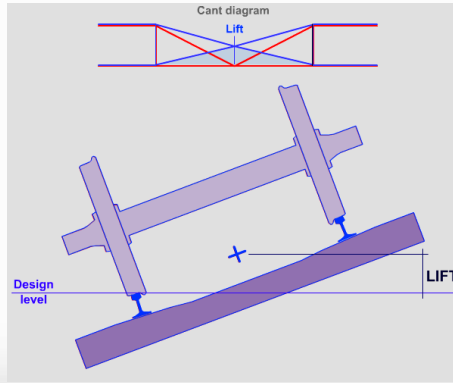
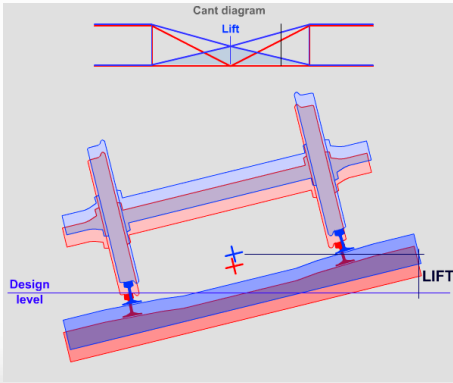
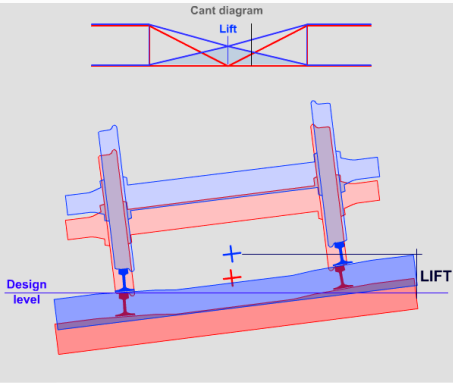
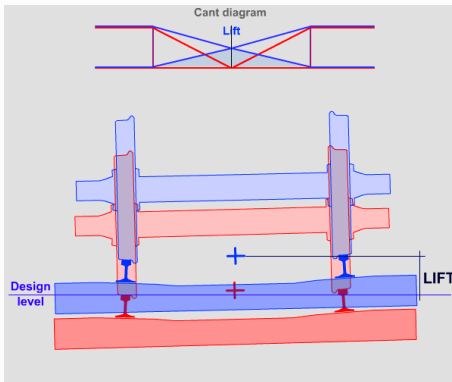
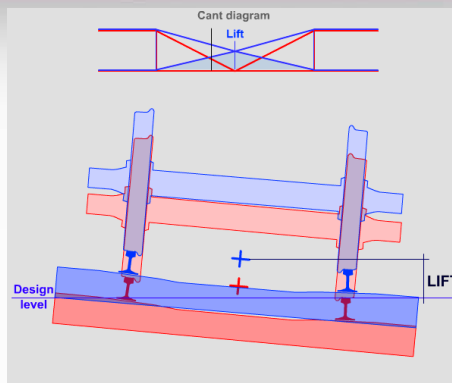
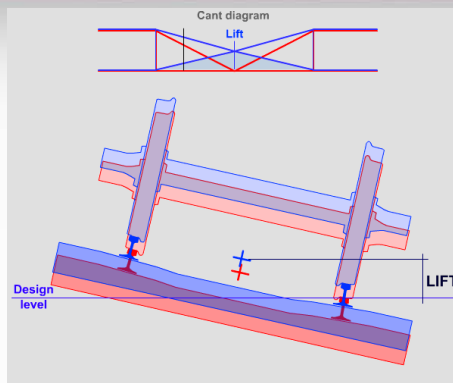
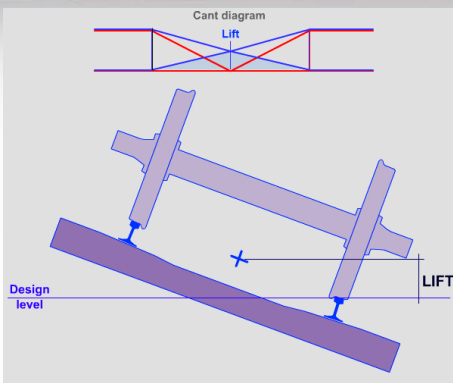
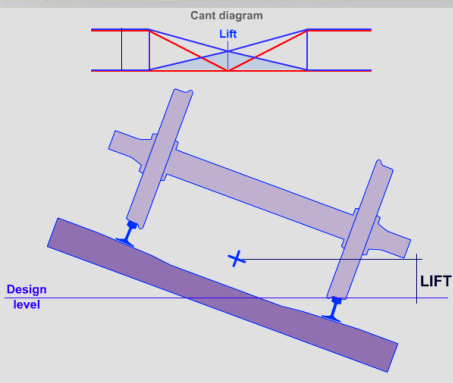
$$a_0 > 0$$

$$a_0 > 0$$

$$a_0 = 0$$

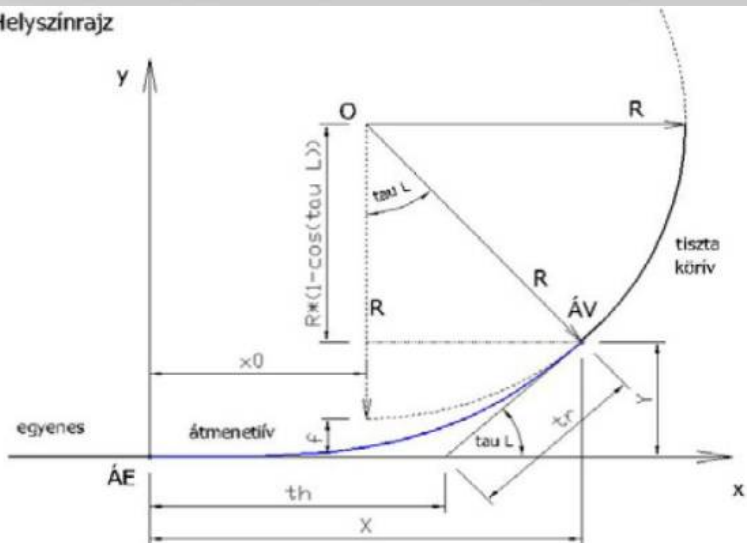
$$a_0 < 0$$

# Tülemelés-átmenet inflexióos ívben



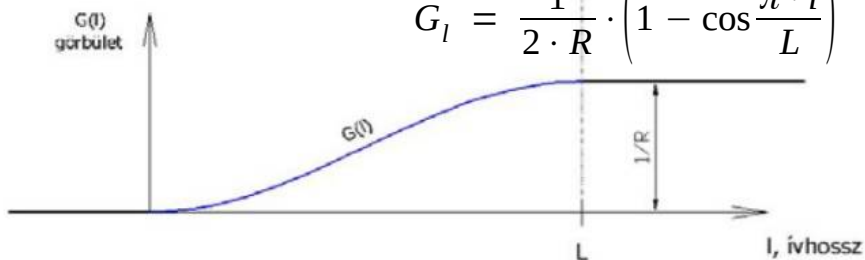
# Görbületátmenet

Helyszínrajz



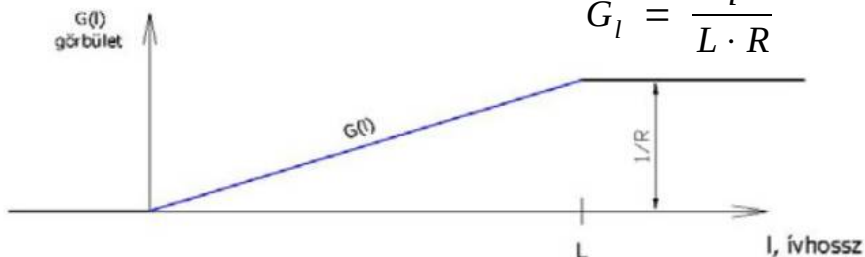
Görbületi ábra koszinusz átmenetív esetén

$$G_l = \frac{1}{2 \cdot R} \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi \cdot l}{L}\right)$$

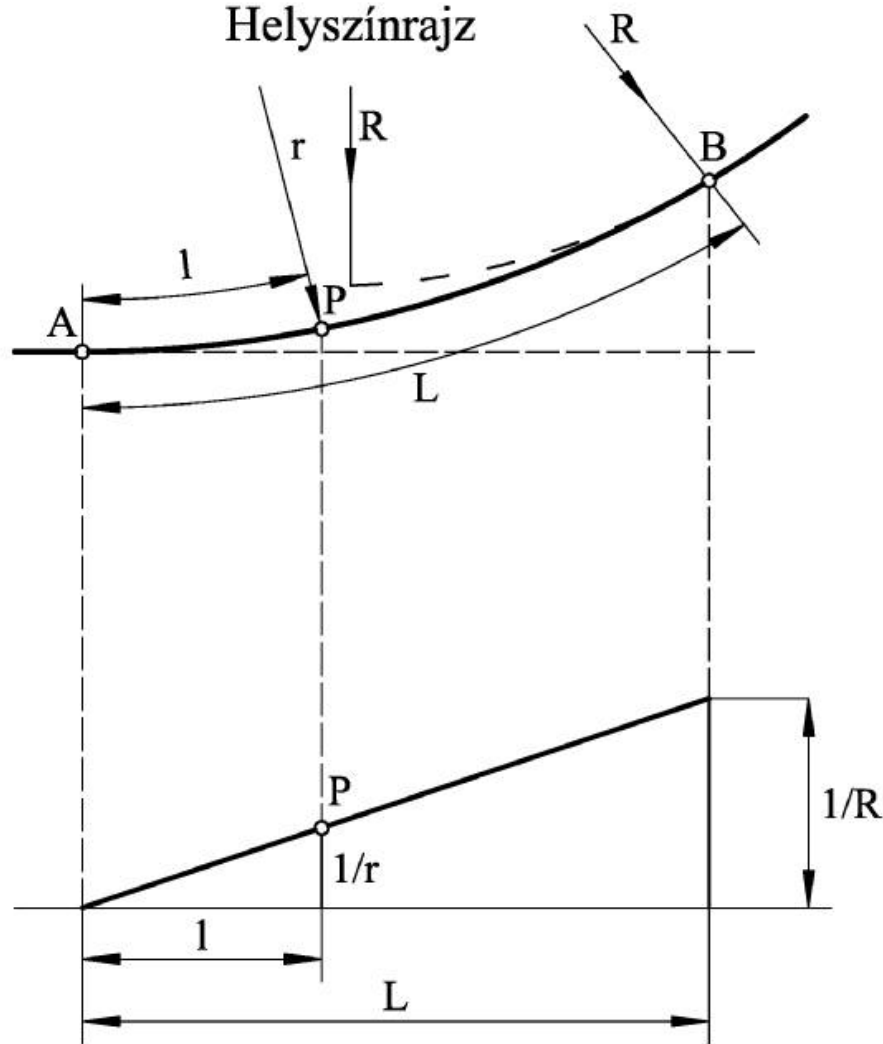


Görbületi ábra klotoid átmenetív esetén

$$G_l = \frac{l}{L \cdot R}$$

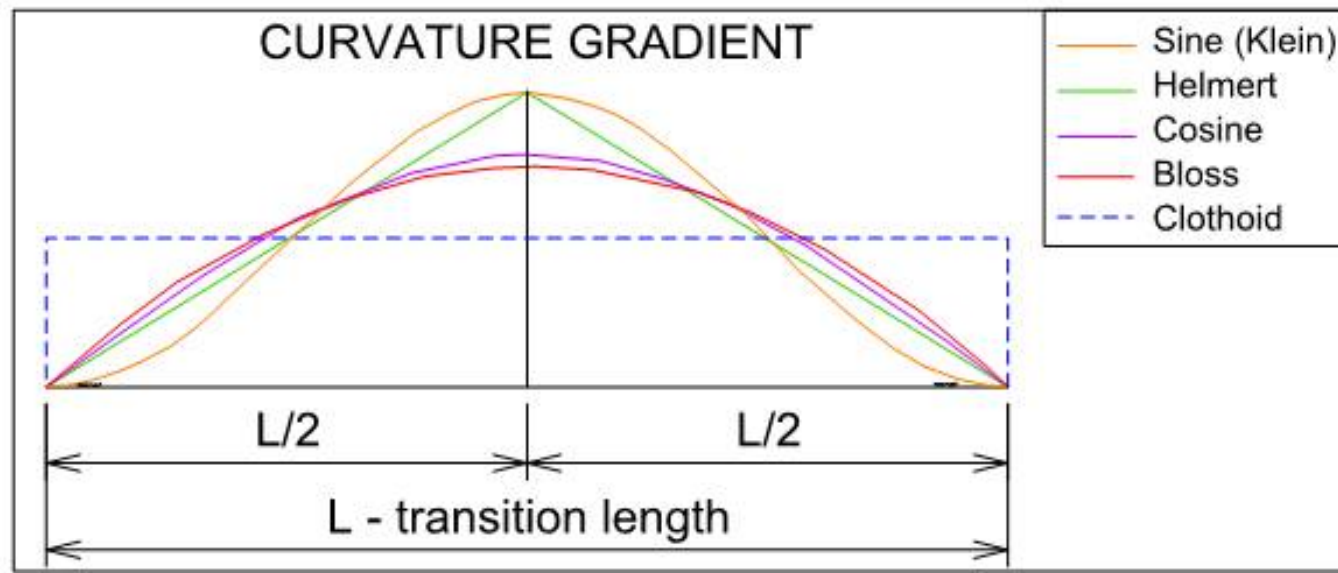
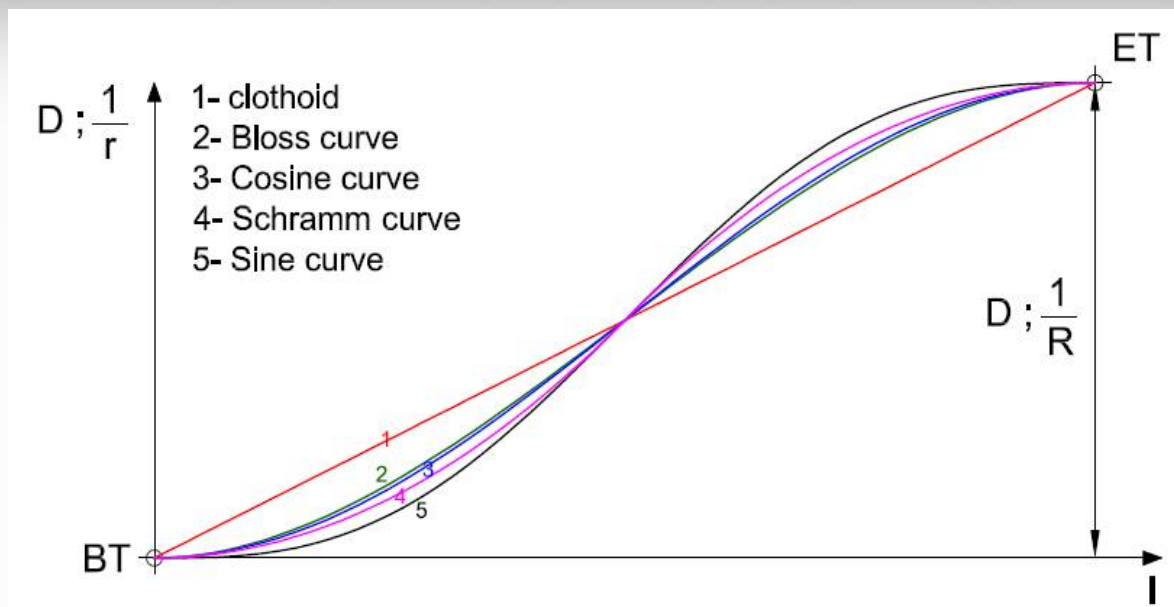


Helyszínrajz



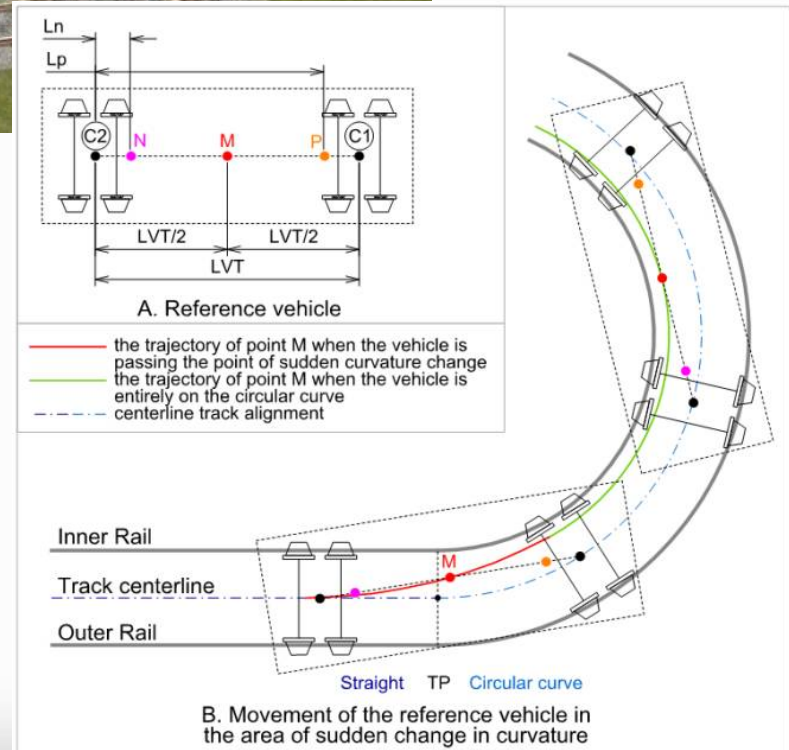
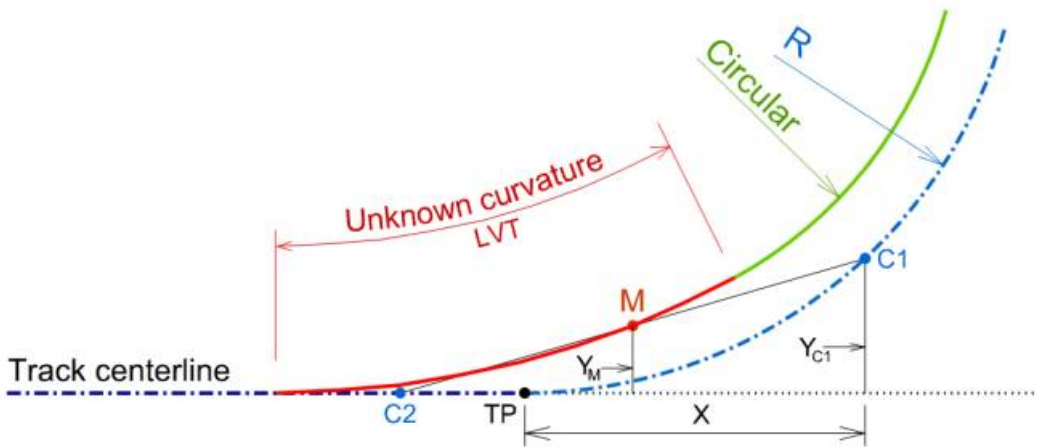
Görbületi ábra

# Görbületátmenetek



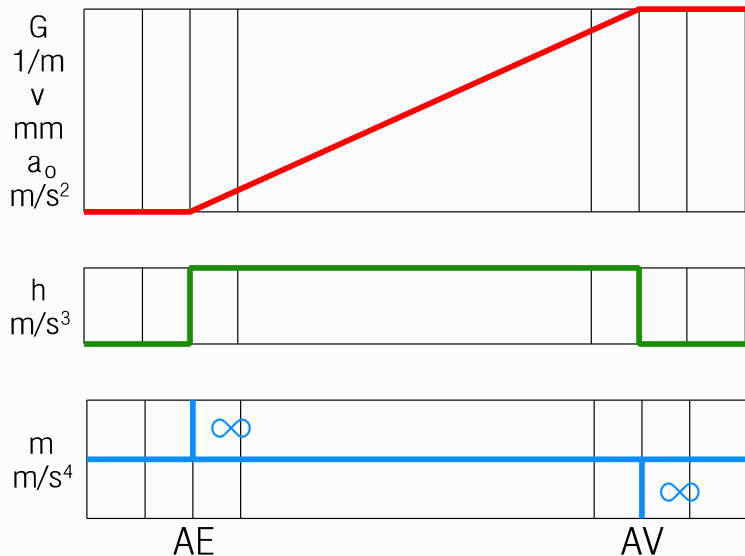


# A jármű mozgása átmeneti ívben

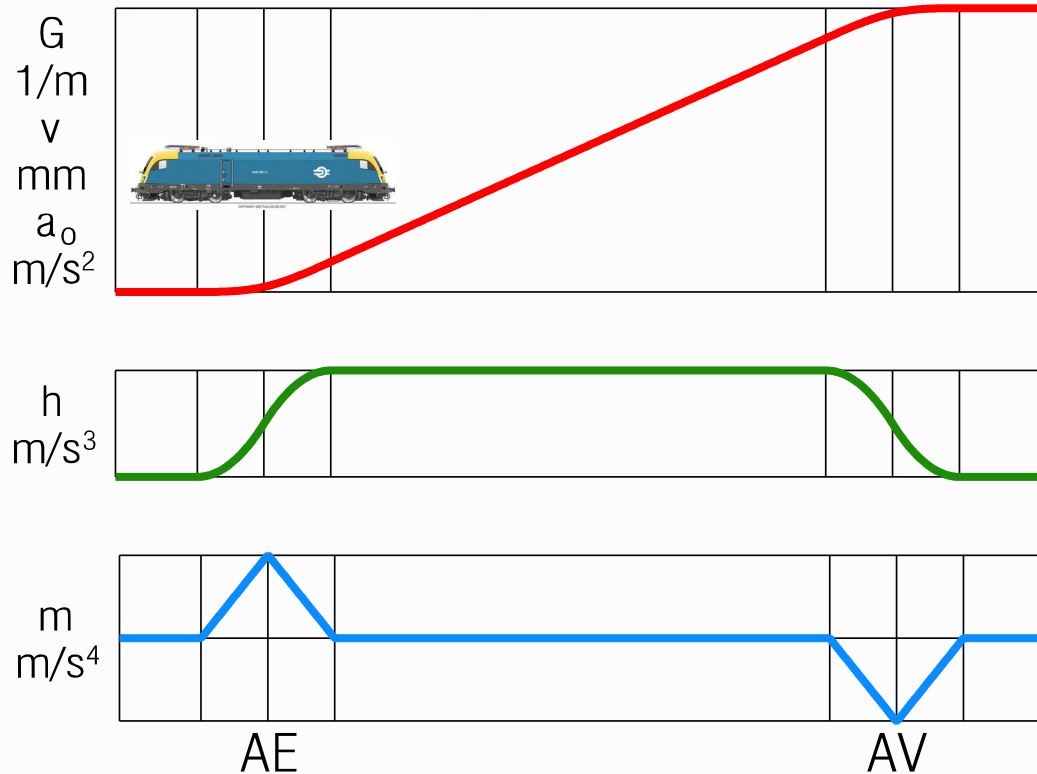


# Klotoid átmeneti ív gyorsulás diagramja

Elméleti görbék  
(pl. Megyeri Jenő)

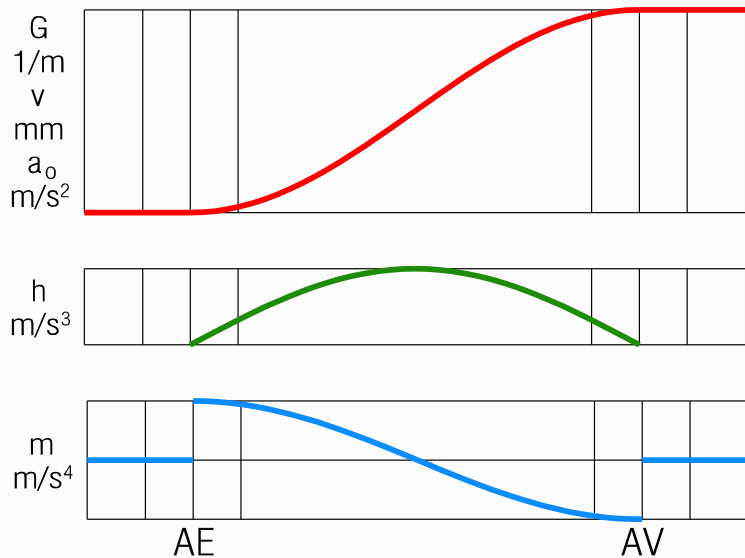


Valós mozgáshoz kapcsolódó görbék  
(Weinreich)

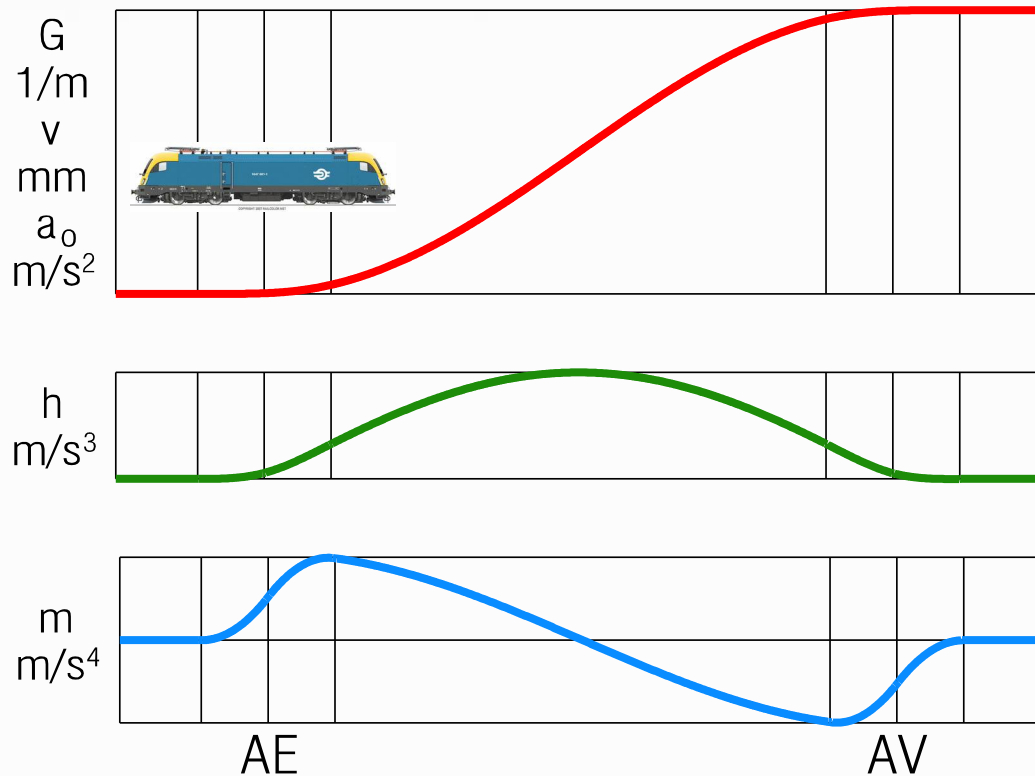


# Koszinusz átmeneti ív gyorsulás diagramja

Elméleti görbék  
(pl. Megyeri Jenő)



Valós mozgáshoz kapcsolódó görbék  
(Weinreich)





# A gyorsulásváltozás változása [m/s<sup>4</sup>] - klotoid

80 km/h

120 km/h

160 km/h

300 km/h

AE

AV=IE

AV=IE

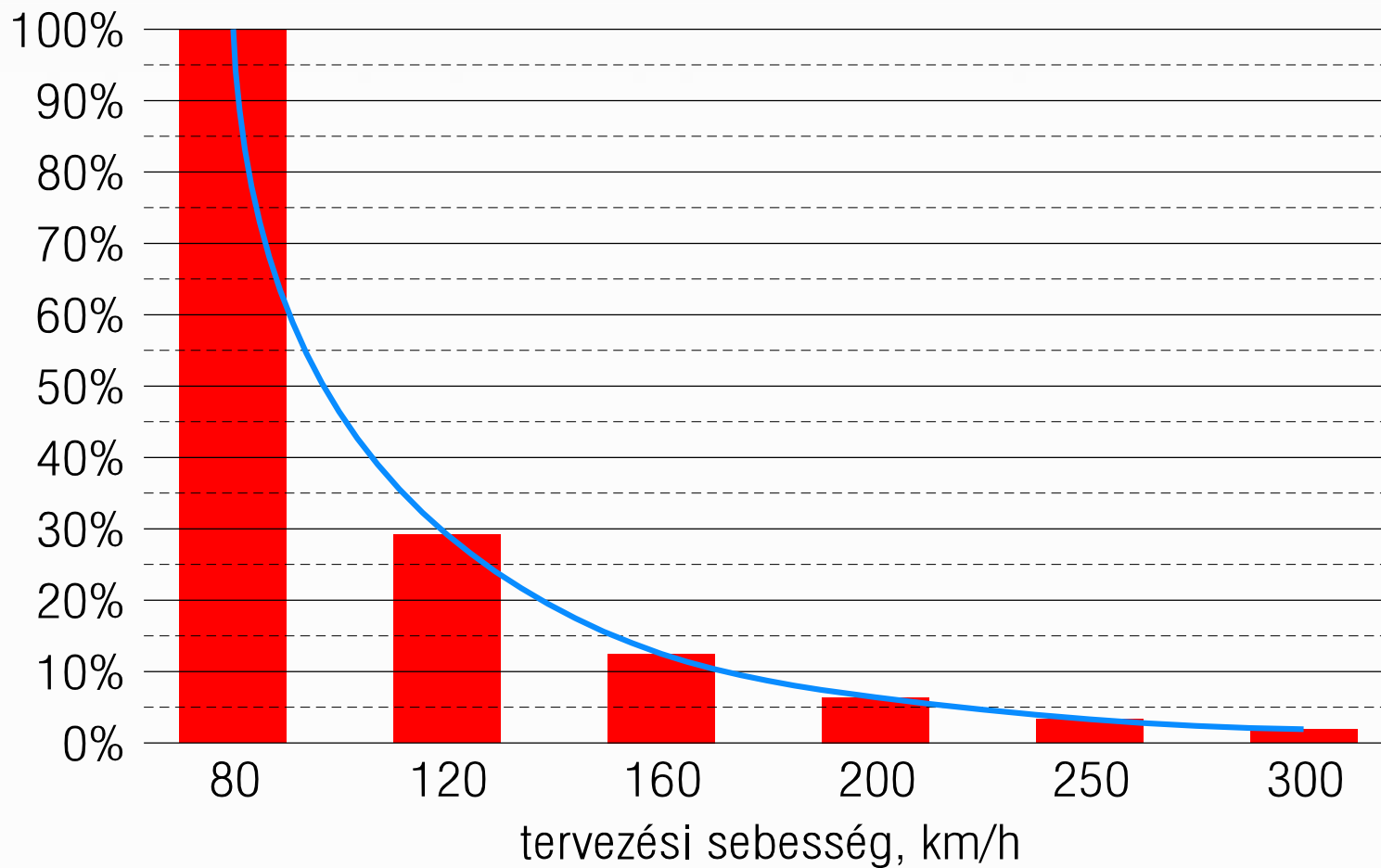
AV=IE

AV=IE

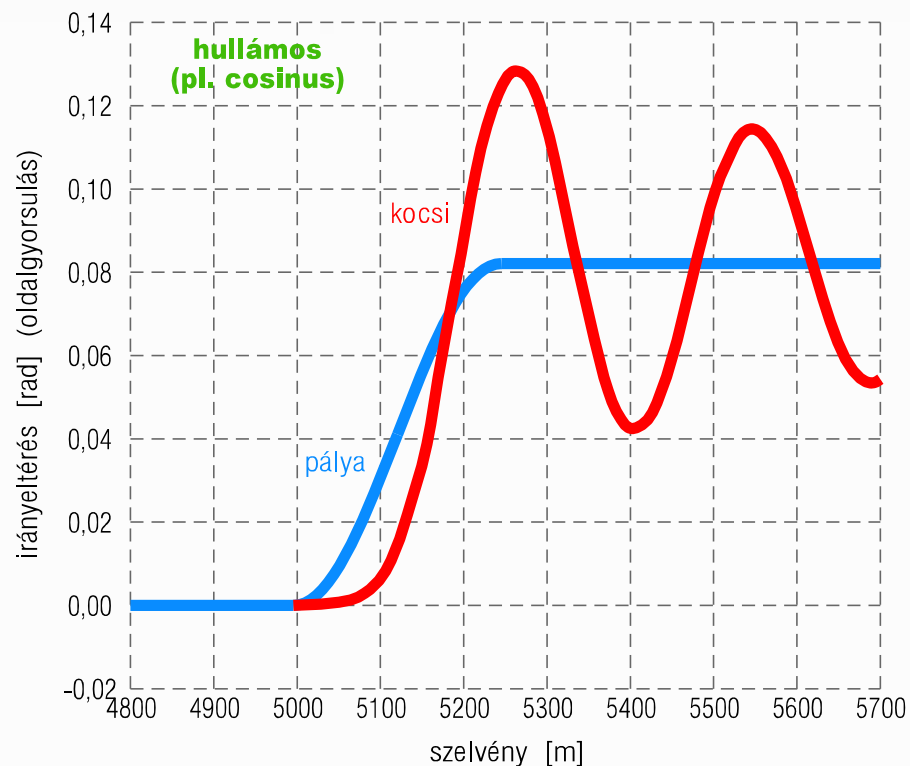
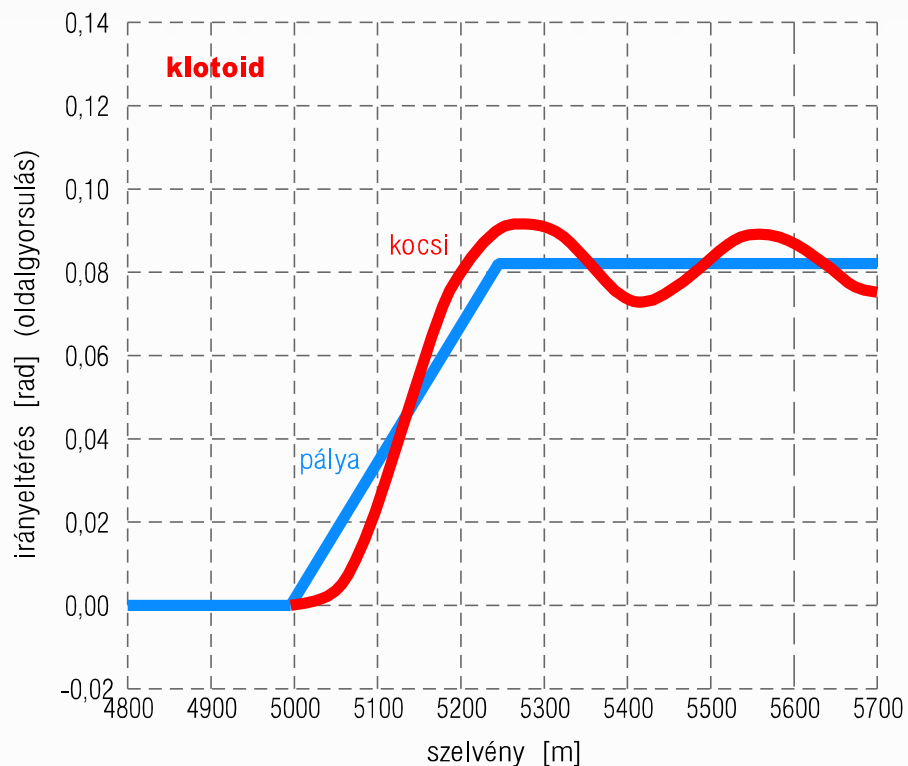
V, km/h	R, m	L, m	10 <sup>6</sup> / RL
80	400	100	25,0
120	800	165	7,4
160	1600	200	3,1
300	6000	400	0,4



# A gyorsulásváltozás változása [m/s<sup>4</sup>] - klotoid



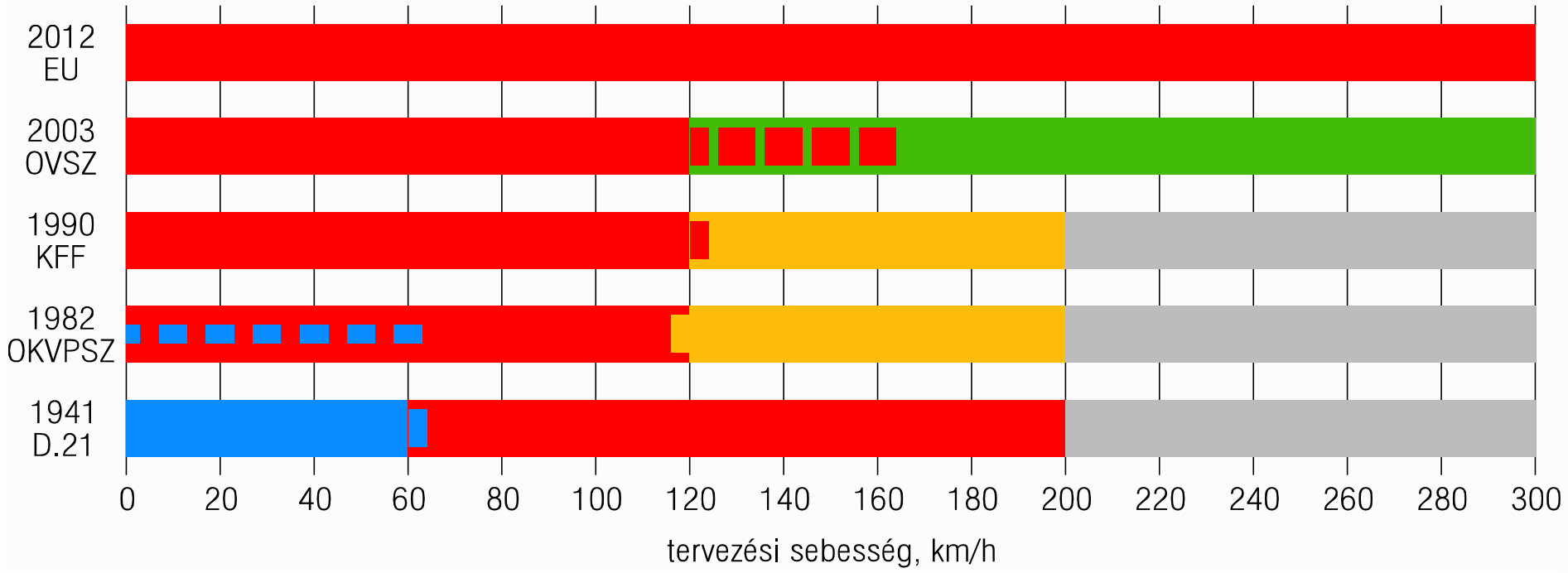
# A jármű dinamikus viselkedése



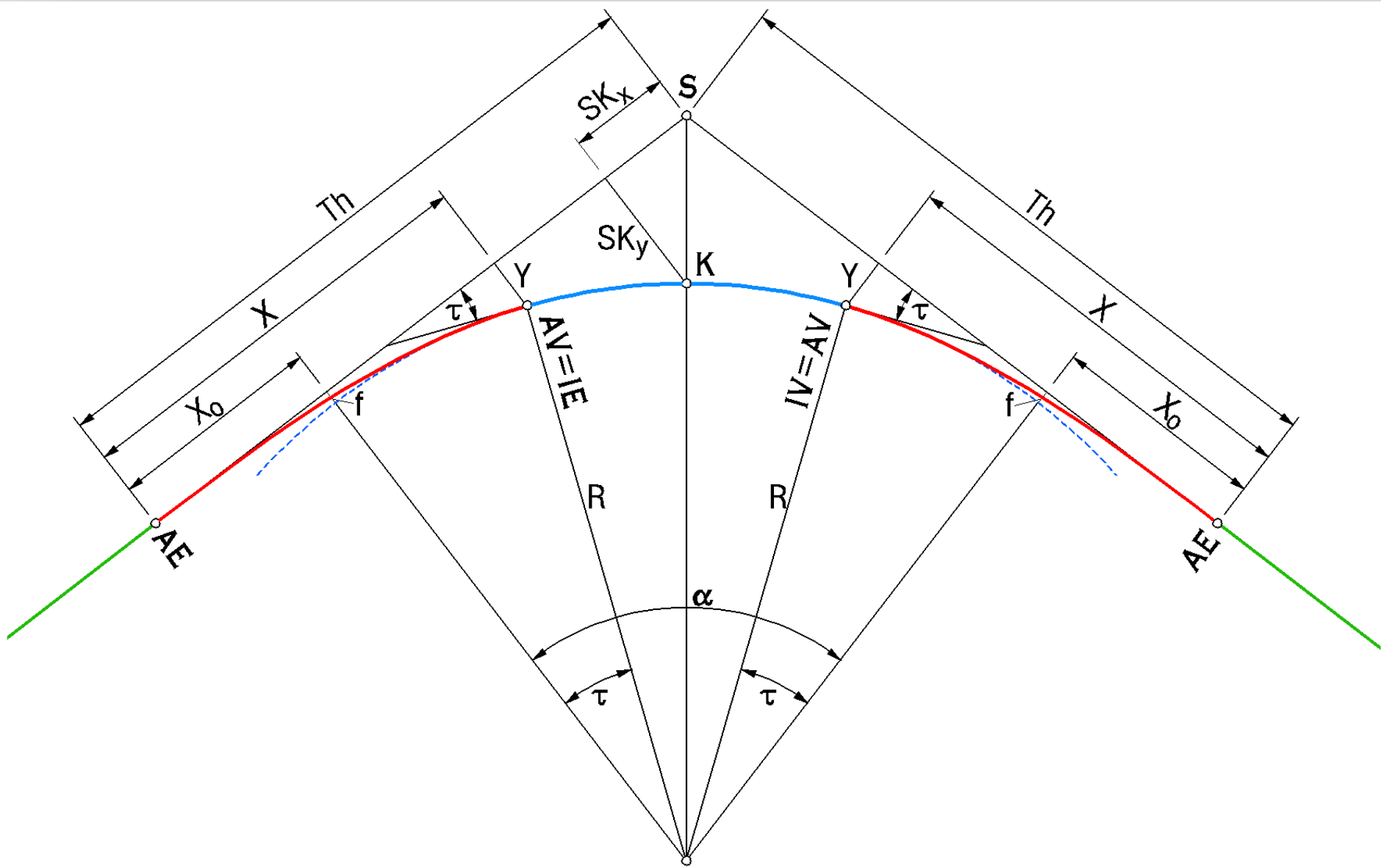
A jármű (vasúti kocsi) dinamikus viselkedése átmeneti ívben

# Az átmenet ív alkalmazásának előírásai

harmadfokú parabola    klotoid    cosinus    hullámos (pl. cosinus)    nem volt szabályozva



# Szimmetrikus átmenetiíves körív





# Szimmetrikus átmenetiíves körív

$$\tau = \frac{L}{2 \cdot R}$$

$$X = L - \frac{L^3}{40 \cdot R^2} + \frac{L^5}{3456 \cdot R^4} - \frac{L^7}{599040 \cdot R^6} + \dots$$

$$Y = \frac{L^2}{6 \cdot R} - \frac{L^4}{336 \cdot R^3} + \frac{L^6}{42240 \cdot R^5} - \frac{L^8}{9676800 \cdot R^7} +$$

$$X_0 = X - R \cdot \sin \tau$$

$$f = Y - R \cdot (1 - \cos \tau)$$

$$Th = X_0 + (R + f) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$ih = R \cdot (\alpha - 2\tau)$$

$$SK = (R + f) \cdot \sec \frac{\alpha}{2} - R = (R + f) \cdot (\sec \frac{\alpha}{2} - 1) + f$$

1. Bevezető. Alapfogalmak. Vasúttörténet
2. Vasúti tervek. Tartalmi és alaki előírások. Jogszabályok, szabályzatok, szabványok
3. Vasúti pálya felépítése, pályaszerkezetek alapjai. Vasútépítés- és fenntartás alapjai
4. Vasútépítés- és fenntartás alapjai. Vasúti pálya építésének előkészítése
5. Menetdinamika. Előírások. Vágánygeometria alapjai
- 6. Vágánygeometriai tervezés**
7. Vasúti pályában lévő szerkezetek, vasúti építmények
8. Kitérők, vágánykapcsolatok
9. Állomások, megállóhelyek és egyéb szolgálati helyek
10. Szintbeni keresztezések
11. Különszintű keresztezések, műtárgyak
12. Vasúti pálya víztelenítése
13. Vasúti pálya biztonsága