



EURÓPAI UNIÓ  
STRUKTURÁLIS ALAPOK



V  
A  
S  
Ú  
T  
I  
  
P  
Á  
L  
Y  
Á  
K

BMEEOUVAT22 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére

*„Az építés- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése”*

HEFOP/2004/3.3.1/0001.01

## Tartalomjegyzék

<b>TARTALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>2</b>
<b>1. A VASÚTI KÖZLEKEDÉS I .....</b>	<b>7</b>
1.1.1. <i>Mottó .....</i>	<i>7</i>
1.1.2. <i>Alapfogalmak.....</i>	<i>7</i>
1.1.3. <i>A vasúti közlekedés megjelenési formái.....</i>	<i>8</i>
1.1.4. <i>Vasút a művészetekben .....</i>	<i>9</i>
1.1.5. <i>Vasút a reklámokban .....</i>	<i>9</i>
1.1.6. <i>A vasút kialakulása.....</i>	<i>9</i>
1.1.7. <i>A vasút megjelenése.....</i>	<i>11</i>
1.1.8. <i>Vasút fejlődése.....</i>	<i>11</i>
1.1.9. <i>A vasút jelenlegi helyzete.....</i>	<i>13</i>
1.1.10. <i>A vasút fejlődésének irányai .....</i>	<i>13</i>
1.1.11. <i>A magyar vasút története.....</i>	<i>16</i>
1.1.12. <i>A magyar vasút fejlődési irányai .....</i>	<i>16</i>
<b>2. A VASÚTI KÖZLEKEDÉS II.....</b>	<b>19</b>
2.1.1. <i>Energiafelhasználás.....</i>	<i>19</i>
2.1.2. <i>Biztonság .....</i>	<i>24</i>
2.1.3. <i>Szállítási kapacitás .....</i>	<i>24</i>
2.1.4. <i>Sebesség.....</i>	<i>25</i>
2.1.5. <i>Eljutási idő.....</i>	<i>25</i>
2.1.6. <i>Terhelés .....</i>	<i>26</i>
<b>3. A VASÚTI PÁLYÁKKAL KAPCSOLATOS ALAPFOGALMAK .....</b>	<b>27</b>
3.1.1. <i>A vasúti mintakeresztelvény fogalma.....</i>	<i>28</i>
3.1.2. <i>A vasúti keresztelvény fogalma.....</i>	<i>29</i>
3.1.3. <i>A földmunka koronaszintjének fogalma .....</i>	<i>29</i>
3.1.4. <i>Alépitmény.....</i>	<i>29</i>
3.1.5. <i>Felépitmény .....</i>	<i>29</i>
3.1.6. <i>Sínkoronaszint .....</i>	<i>30</i>
3.1.7. <i>Nyomtávolság .....</i>	<i>30</i>
3.1.8. <i>Rakszelvény.....</i>	<i>31</i>
3.1.9. <i>Űrszelvény .....</i>	<i>33</i>
3.1.10. <i>Földművek geometriai alapfogalmai.....</i>	<i>34</i>
3.1.11. <i>Vasútforgalmi létesítmények.....</i>	<i>35</i>

3.1.12. Egyebek.....	41
<b>4. A VASÚTI KÖZLEKEDÉS DINAMIKÁJÁNAK ALAPJAI.....</b>	<b>42</b>
4.1.1. A vasúti ellenállások csoportosítása.....	42
4.1.2. Gördülési ellenállás.....	43
4.1.3. Csapsúrlódási ellenállás.....	43
4.1.4. Sínütközési ellenállás.....	44
4.1.5. Levegőellenállás.....	44
4.1.6. A menetellenállás részellenállásainak összegzése.....	45
4.1.7. Gyakorlati menetellenállási képletek.....	46
4.1.8. Az emelkedési ellenállás.....	48
4.1.9. Ívellenállás.....	48
4.1.10. Kitérő ellenállás.....	49
4.1.11. Gépészeti ellenállás.....	49
4.1.12. Vonóerő.....	49
4.1.13. A vasúti pálya mértékadó emelkedőjének meghatározása.....	50
4.1.14. A vasúti pálya virtuális hosszának meghatározása.....	51
<b>5. A VASÚTI PÁLYA VÍZSZINTES- ÉS MAGASSÁGI VONALVEZETÉSE.....</b>	<b>52</b>
5.1.1. Túlemlés.....	52
5.1.2. Átmeneti ív.....	56
5.1.3. Pályageometriai feladatok.....	60
5.1.4. Átmenetiív nélküli körív főpontkitűzése.....	64
5.1.5. Átmenetiíves körív főpontkitűzése.....	65
5.1.6. vasúti körívkitűző kézikönyv táblázatai.....	66
5.1.7. Magassági vonalvezetés.....	71
<b>6. A VASÚTI PÁLYA NYOMOZÁSA NYOMJELZÉSE.....</b>	<b>73</b>
6.1.1. A vasúti pálya nyomozása.....	73
6.1.2. A vasúti pálya nyomvonalának tervezése.....	76
6.1.3. A vasúti pálya tervei.....	79
<b>7. A VASÚTI PÁLYA SZERKEZETI ELEMEI I.....</b>	<b>84</b>
7.1.1. A legfontosabb pályaszerkezeti megoldások.....	84
7.1.2. A vasúti pálya szerkezeti felépítése.....	85
7.1.3. Sínek feladatai.....	86
7.1.4. sínek rendszerezése.....	87
7.1.5. A sínek kialakulása és fejlődése.....	87
7.1.6. Napjainkban használatos sínszelvények.....	88
7.1.7. A sínek anyaga.....	90

7.1.8. A sínek geometriai jellemzői.....	91
7.1.9. A sínek gyártása .....	93
7.1.10. A sínek felhasználása.....	94
7.1.11. A sínek elhasználódása.....	94
7.1.12. A sínleerősítések feladatai és velük szemben támasztott követelmények.....	94
7.1.13. A legfontosabb gyakorlatban használt sínleerősítések .....	97
7.1.14. Különleges sínleerősítések.....	101
7.1.15. Sínillesztések.....	101
7.1.16. Hevederes sínillesztések .....	101
7.1.17. Dilatációs sínillesztések.....	102
7.1.18. Szigetelt sínillesztések.....	103
7.1.19. Sínhegesztések .....	105
7.1.20. A vasúti aljak feladatai .....	106
7.1.21. Aljak típusai.....	106
7.1.22. Faaljak.....	107
7.1.23. Vasaljak.....	108
7.1.24. Y acélaéjak.....	109
7.1.25. Beton-aljak.....	111
7.1.26. Kitérő aljak.....	114
7.1.27. Az ágyazat feladatai.....	115
7.1.28. Az ágyazattal szemben támasztott követelmények.....	115
7.1.29. Az ágyazat anyaga .....	115
7.1.30. Az ágyazat geometriája .....	116
7.1.31. Az alépitményi védőréteg feladatai.....	116
7.1.32. Az alépitményi védőréteg főbb típusai .....	117
<b>8. A VASÚTI PÁLYA SZERKEZETI ELEMEI II .....</b>	<b>118</b>
8.1.1. Vezetősínes felépitmény.....	118
8.1.2. Terelősínes felépitmény .....	119
8.1.3. Útátjáró szerkezetek .....	119
8.1.4. Hidak felépitménye .....	122
8.1.5. Vágányzáró szerkezetek.....	122
8.1.6. Betonlemez pályaszerkezetek.....	124
8.1.7. A vasúti pálya műtárgyai.....	127
8.1.8. Átereszek.....	128
8.1.9. Hidak .....	132
8.1.10. Gyalogos alul-, és felüljárók.....	137

8.1.11. Útátjárók.....	137
8.1.12. Védművek.....	139
<b>9. A VASÚTI PÁLYA IGÉNYBEVÉTELEI.....</b>	<b>144</b>
9.1.1. A vasúti pályaszerkezet erőjátéka.....	144
9.1.2. A hézag nélküli vágány erőjátéka.....	152
<b>10. KITÉRŐKKEL ÉS ÁTSZELÉSEKKEL KAPCSOLATOS ALAPFOGALMAK.....</b>	<b>156</b>
10.1.1. A kitértők fő részei.....	156
10.1.2. Az átszelések fő részei.....	156
10.1.3. Kitértők fő típusai.....	157
10.1.4. Az átszelések fő típusai.....	159
10.1.5. Kitértők tengelyábrái.....	161
10.1.6. Átszelések tengelyábrája.....	162
10.1.7. A MÁV ZRt. Szabványos kitérői.....	163
10.1.8. A kitértők szerkezeti kialakítása.....	163
<b>11. VÁGÁNYKAPCSOLÁSOK .....</b>	<b>170</b>
11.1.1. A vágánykapcsolások típusai.....	170
11.1.2. Szabványos vágánykapcsolások.....	172
11.1.3. Egyedi vágánykapcsolások.....	176
11.1.4. Ferdén hajló vágány bekötése egy kitérővel.....	176
11.1.5. Távolfekvő párhuzamos vágányok összekötése két kitérővel.....	177
<b>12. ÁLLOMÁSOK.....</b>	<b>178</b>
12.1.1. Nyíltvonali szolgálati helyek.....	178
12.1.2. Megállóhely.....	178
12.1.3. Megálló-rakodóhely.....	179
12.1.4. Megállóhely-fordulóállomás.....	179
12.1.5. Nyíltvonali elágazás.....	182
12.1.6. Nyíltvonalbeli keresztezés.....	184
12.1.7. Állomások.....	184
12.1.8. Forgalmi kitérő.....	184
12.1.9. Középállomás.....	185
12.1.10. Csatlakozó állomás.....	186
12.1.11. Elágazóállomás.....	187
12.1.12. Keresztező állomás.....	188
12.1.13. Vontatási telepek.....	190
12.1.14. Áruraktárak.....	191
12.1.15. Magasrakodók.....	192

12.1.16.	<i>Peronok</i> .....	195
12.1.17.	<i>Alul és felüljárók</i> .....	197
12.1.18.	<i>Állomásépületek</i> .....	198
12.1.19.	<i>Állomási előterek</i> .....	199
12.1.20.	<i>Víztelenítés</i> .....	199
12.1.21.	<i>Irány-, és lejtviszonyok</i> .....	200
12.1.22.	<i>Kitérők elhelyezése</i> .....	201
12.1.23.	<i>Vágányhosszak</i> .....	201
<b>13.</b>	<b>PÁLYAUDVAROK</b> .....	<b>202</b>
13.1.1.	<i>Személypályaudvar</i> .....	202
13.1.2.	<i>Személypályaudvarok forgalmi viszonyai</i> .....	202
13.1.3.	<i>Fej alakú személypályaudvar</i> .....	203
13.1.4.	<i>Átmenő alakú személypályaudvar</i> .....	204
13.1.5.	<i>üzemi pályaudvar</i> .....	205
13.1.6.	<i>Teherforgalmú pályaudvar</i> .....	206
13.1.7.	<i>Teherpályaudvar</i> .....	206
13.1.8.	<i>Darabárus pályaudvar</i> .....	206
13.1.9.	<i>Tömegárus pályaudvar</i> .....	206
13.1.10.	<i>Átrakó pályaudvar</i> .....	207
13.1.11.	<i>Konténer pályaudvar</i> .....	208
13.1.12.	<i>Körzeti állomás és pályaudvar</i> .....	208
13.1.13.	<i>Posta pályaudvar</i> .....	209
13.1.14.	<i>Rendezőpályaudvar</i> .....	209
13.1.15.	<i>Síktolatasos üzemű rendezőpályaudvar</i> .....	209
13.1.16.	<i>Gurításos üzemű rendezőpályaudvar</i> .....	210
<b>14.</b>	<b>KÜLÖNLEGES VASUTAK</b> .....	<b>211</b>
14.1.1.	<i>A különleges vasutak megjelenési formái</i> .....	211
14.1.2.	<i>Városi vasutak</i> .....	211
14.1.3.	<i>A városi vasutak megjelenési formái</i> .....	212
14.1.4.	<i>Közúti vasutak</i> .....	212
14.1.5.	<i>Közúti gyorsvasutak</i> .....	216
14.1.6.	<i>Földalatti vasutak</i> .....	216
14.1.7.	<i>Elővárosi vasutak</i> .....	221
14.1.8.	<i>Hegyi vasutak</i> .....	222
14.1.9.	<i>Különleges meghajtású vasutak</i> .....	222

# 1. A vasúti közlekedés I

## 1.1.1. Mottó

Széchenyi 1848. január 25.

„Javaslat a magyar közlekedésügy rendezéséről”

„Fenséges haza! Hosszú álmaink és több mint fél évszázados szónoklataink után elvégre tennünk is kellene valami nagyszerűt már, ha a nemzetek sorából dísztelenül kisodortatni nem akarunk.”

## 1.1.2. Alapfogalmak

### A közlekedés definíciója

A közlekedés személyeknek és dolgoknak olyan szabályszerűen ismétlődő tömeges helyváltoztatása, amely műszaki eszközök igénybevételével, a társadalom szükségletei alapján, termelő munka útján valósul meg.

### A közlekedés alapelemei

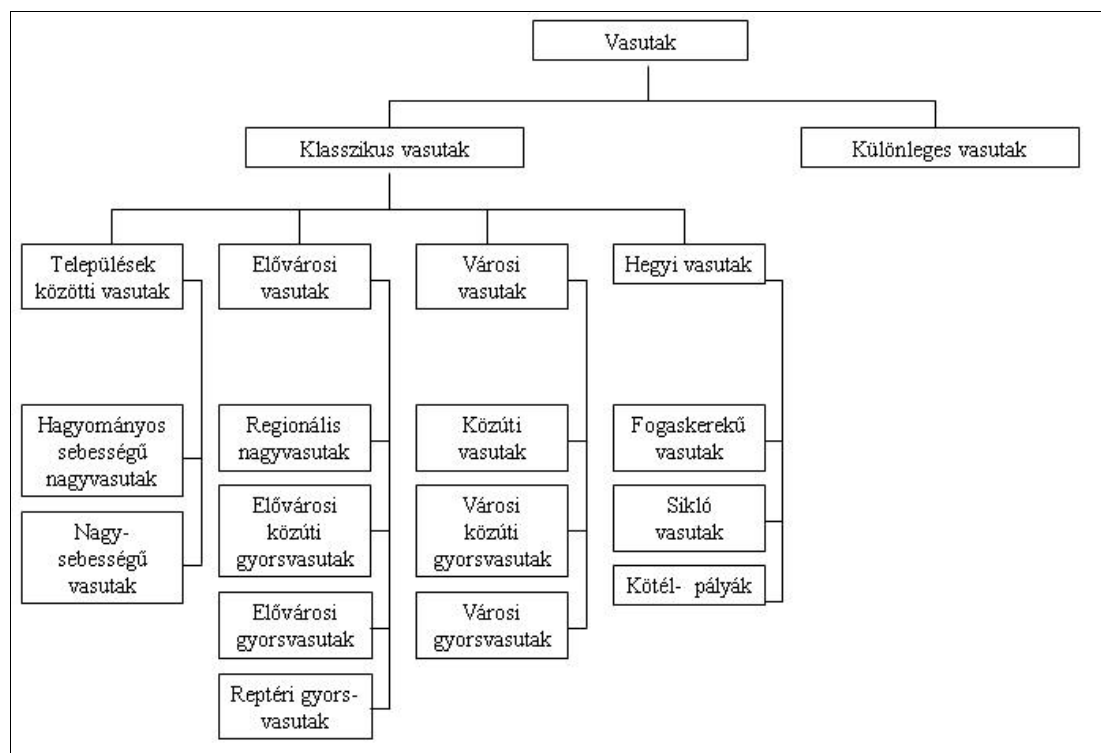
Alapelemek: - Pálya  
- Állomások  
- Jármű  
- Erőrendszer

### A közlekedés alapvető formái

Pálya jellege szerint: - Szárazföldi közlekedés  
- Vízi közlekedés  
- Légi közlekedés

### 1.1.3. A vasúti közlekedés megjelenési formái

#### Vasutak megjelenési formái



#### Példák:

- Hagyományos vasúti Üzem Németországban
- Nagysebességű jármű Japánban a Kyushu Shinkansenen
- Alacsony padlómagassággal kialakított közúti vasúti jármű Bécsben
- Közúti gyorsvasút Stuttgartban Földalatti gyorsvasúti jármű Koppenhágában
- Közúti gyorsvasút Karlsruhe-Rastatt között
- Elővárosi gyorsvasút (S-bahn) Hannover környékén
- Az „Arlanda Expressz” Stokholmban
- Fogaskerekű vasút Budapesten
- Síklóvasút Németországban
- Személyszállító kötelpálya
- TRANSRAPID 08 sorozatú mágnesvasút Németországban



### 1.1.4. Vasút a művészetekben

#### Festészet

- Monet
- Vincent van Gogh (1890)
- Thorma János: Október elsején(1903)
- Derkovits Gyula: Vasút mentén

#### Irodalom

Gyilkosság az Orient Expresszen

### 1.1.5. Vasút a reklámokban

Számos téli sporthoz, kikapcsolódáshoz szervesen hozzá tartoznak a hegyi vasutak, libegők. Ezek reklámjaival többfelé találkozhatunk. Nagyvasutakat reklámozó plakátokkal pedig már a 2 világháború között találkozhattunk.

2 konkrét példa napjainkból:

- a Die Bahn reklámja a Hannoveri Expo idején
- Az ÖBB reklámmondata: „Az ember ismét vasúton utazik”

### 1.1.6. A vasút kialakulása

#### A vasúti pálya, és a jármű fejlődése a közforgalmú vasút megjelenéséig

Srsz.	Műszaki esemény	Pálya	Jármű
1.	Fa nyompályák a bányákban	XV-XVI. sz.	
2.	Fa nyompályák a felszínen	XVIII. sz. eleje	
3.	Reynolds öntöttvaslemezi hosszgerendákra	a 1767	
4.	Cugnot közúti gőzkocsija		1770
5.	Curr szögvas sínjei	1777	
6.	Murdock gőzkocsija		1784
7.	Jessop gombafejű sínjei (nyomkari- más jármű)	1789	

8.	Az első közforgalmú lóvasút	1801	
9.	Nixon kovácsoltvas sínjei	1803	
10.	Trewithick gőzmozdonyai		1803-1808
11.	Blenkinsop és Murray fogaskerekű mozdonya		1812
12.	George Stephenson első gőzmozdonya		1814
13.	Birkinshaw hengerelt sínjei	1820	
14.	A világ első mozdonygyára Newcastle-ban		1823
15.	Az európai kontinens első lóvasútja	1825-1832	
16.	A Stockton-Darlington közötti vasútvonal megnyitása	1825	
17.	A Liverpool-Manchester közti vasútvonal megnyitása	1830	

### **Kezdetekben a bányavasutak terjedtek el:**

Néhány konkrét történelmi példa:

Az erdélyi brádi bányavasút (XV-XVI. sz.)

Szénszállító lóvasúti kocsi Newcastleban (1737)

### **Első járművek:**

Richard Trewithick 1804-ben Londonban bemutatott járműve a világ első vaspályán futó gőzmozdonya

John Blenkinsop és Matthew Murray által megépített fogaskerekű mozdony (1811-1812)

William Brunton által Newbottle-ban épített gőzmozdony a „Mechanikus vándor” (1813)

Christopher Blackett és William Hedley által közösen épített „Puffing Billy” (1813-1814)

Az európai kontinens első közforgalmú lóvasútja (Linz-Budweis közötti lóvasút - 1825)

1841-1872 között a Linz-Budweis Vasúton vontatott személykocsi („Hannibal”)

**Sínek:**

Richard Reynolds öntöttvas sínje hosszgerendán (1767)

Benjamin John Curr szögvas keresztmetszetű öntöttvas sínje hosszgerendán, kőalapon (1777)

William Jessop gombafejű sínje (1789)

Robert Livingston Stevens (1787-1856) sínszelvénye 1830-ból

**1.1.7. A vasút megjelenése**

George Stephenson (1781-1848)

Stephenson „Lokomotion” elnevezésű mozdonya a Stockton-Darlington Vasúton (1824)

A Stockton-Darlington Vasút megnyitása 1825-ben

A Liverpool-Manchester közötti vasútvonal megnyitása (1830. szeptember 15.)

Személyszállító vonat indulása Nürnberg állomásról (1835)

Az „Adler” nevű mozdony és szerelvénye Németországban (1835)

**1.1.8. Vasút fejlődése**

A vasútvonalak hosszának változása a különböző kontinenseken 1830-1877 között

Földrész	1830	1840	1850	1860	1865	1870	1875	1877
Európa	215	3 057	23 766	51 544	75 149	103 747	142 807	153 198
Amerika	87	5 534	14 256	53 235	62 735	96 398	133 914	146 939
Ázsia	-	-	-	1 397	5 568	8 132	12 302	13 096
Afrika	-	-	-	446	837	1 773	2 279	3 255
Ausztrália	-	-	-	264	825	1 812	2 820	4 784
Összesen	302	8 591	38 022	106 886	145 114	211 859	294 122	321 272

## Európai államok vasúthálózatainak hossza, és sűrűsége 1875-ben

Srsz.	Ország	A vasútvonalak hossza [km]		
		Hossz	[ Hossz/100 km <sup>2</sup> ]	[Hossz/10000 lakos]
1.	Németország	27 981	5,2	5,4
2.	Franciaország	21 596	4,0	5,6
3.	Anglia	26 819	7,0	5,9
4.	Oroszország	18 906	0,4	1,9
5.	Ausztria-Magyarország	16 766	2,5	3,9
6.	Olaszország	7 709	2,7	2,5
7.	Belgium	3 409	2,7	2,5
8.	Hollandia	1 619	4,6	3,4
9.	Románia	1 233	0,9	2,5

## A földrészek vasútsűrűségi mutatói (1900)

Földrész	Vonalhossz [km]	Vonalsűrűség/	
		[ /100 km <sup>2</sup> ]	[ /10 000 km]
Európa	283 878	2,73	7,20
Amerika	402 171	0,96	30,94
Ázsia	60 301	0,14	0,07
Afrika	20 114	0,07	0,13
Ausztrália	24 014	0,27	40,70
Összes	790 478	0,58	5,21

## A nagysebességű vasúti közlekedés megindulásának legfontosabb időpontjai

Japán, 1964.11.01, SHINKANSEN;

Franciaország, 1981.09.27, TGV;

Olaszország, 1988.05.25, ETR;

Németország, 1991.06.02, ICE;

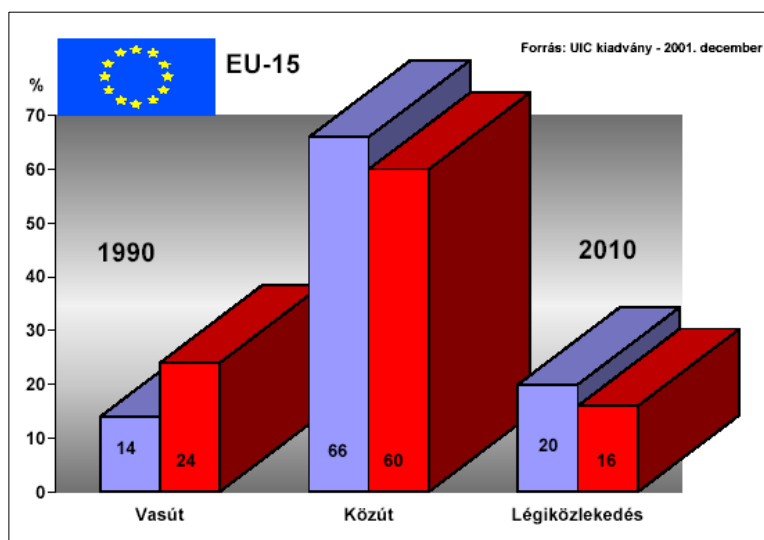
Spanyolország, 1992.04.21, AVE

### 1.1.9. A vasút jelenlegi helyzete

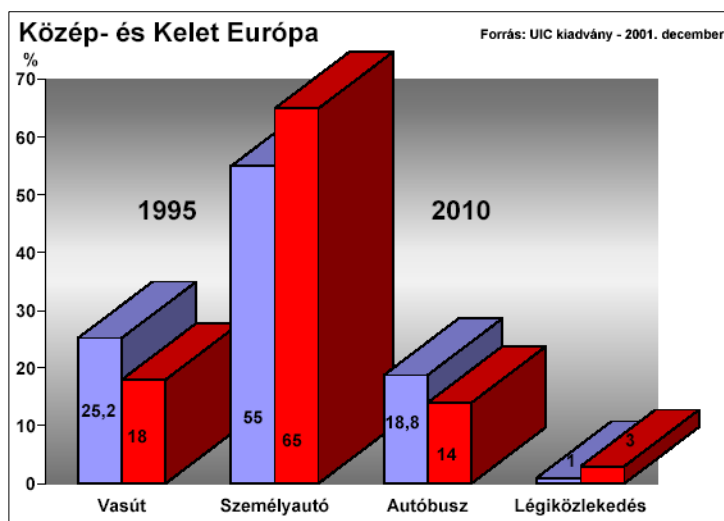
-

### 1.1.10. A vasút fejlődésének irányai

A szállítási arányok alakulása 1990 és 2010 viszonylatában a nyugat európai országok esetében



A szállítási arányok alakulása 1990 és 2010 viszonylatában a közép- és kelet európai országok esetében



### Nagysebességű vasútvonalak Európában

Ország	Üzemben [km]	Építés alatt [km]	Tervezés alatt [km]	Összesen [km]
Anglia	0	74	38	112
Anglia- Franciaország	52	0	0	52
Belgium	88	100	33	221
Dánia	15	0	0	15
Dánia-Svédország	18	0	0	18
Franciaország	1541	320	937	2798
Hollandia	0	120	0	120
Németország	577	303	0	880
Olaszország	246	493	167	906
Spanyolország	471	949	559	1979
Svájc	0	57	0	57
Svédország	31	140	0	171
Összesen	3039	2556	1734	7329

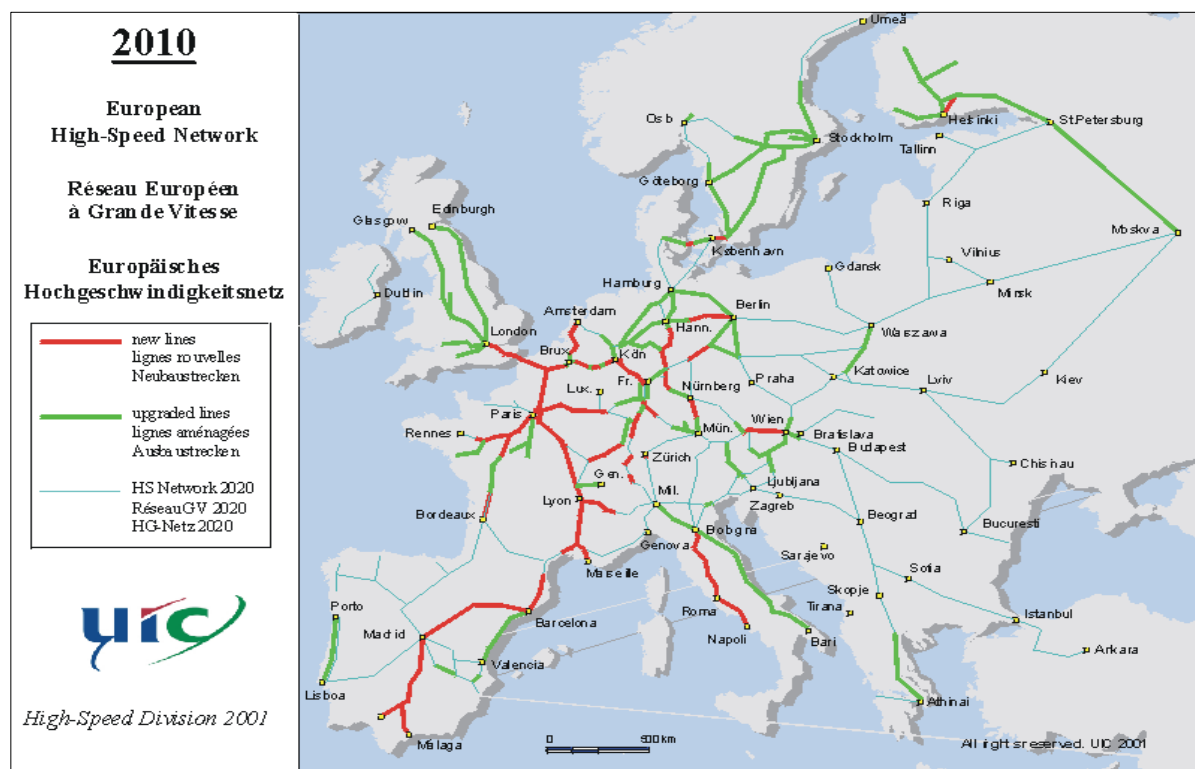
**A világ nagysebességű vasútvonalainak hossza**

Földrész	Üzemben lévő [km]	Építés alatt [km]	Tervezés alatt [km]	Összesen [km]
Európa	3039	2556	1734	7329
Ázsia	2175	273	2363	4811
Összesen	5214	2680	3846	11740

**Európa tervezett nagysebességű vasúti hálózata:**

Zöld - 2010re

Kék: - 2020ra



### **1.1.11.A magyar vasút története**

A Pozsony-Nagyszombat között épített (1832) lóvasút

Az 1836.évi országgyűlés határozta meg a közlekedési főirányokat.

A Pest-Vác közti vasútvonal ünnepélyes megnyitása 1846-ban

Az első magyar gőzüzemű vasút pesti pályaudvara (1846)

Pest-szolnoki vasút megnyitására (1847)

Gróf Széchenyi István „Javaslat a magyar közlekedési ügy rendezéséül” című tanulmánya(1848)

### **1.1.12.A magyar vasút fejlődési irányai**

#### **Jelenlegi tervek: A IV. és V. korridort érintő tervek**

#### **Az EU támogatások alakulása**

A 2007-2013as időszakban a Kohéziós Alapból közlekedésre szánt keret 50%-át a MÁV beruházásokra fordítják majd. Ez a keret 750 Mrd Ft.

#### **A vasútvonalak kategóriái Magyarországon az OVSZ (Országos Vasúti Szabályzat) szerint**

- Nemzetközi törzshálózati fővonalak
- Hazai törzshálózati fővonalak
- Egyéb fővonalak
- Mellékvonalak

#### **Az NFT II. projekt tervezés 2007 – 2020 időszávú kitekintéssel került összeállításra:**

A vasúti fejlesztési javaslatok összértéke 5500 Mrd Ft



**Az EU támogatással tervezett vasúti projekt csoportok:**

- TEN-T hálózat fejlesztési programja
- Országos törzshálózati vonalak fejlesztési programja

Együttesen 850 Mrd Ft forrásfelhasználási lehetőség

- Regionális közlekedés fejlesztés

40 Mrd Ft várható forrásfelhasználási lehetőség

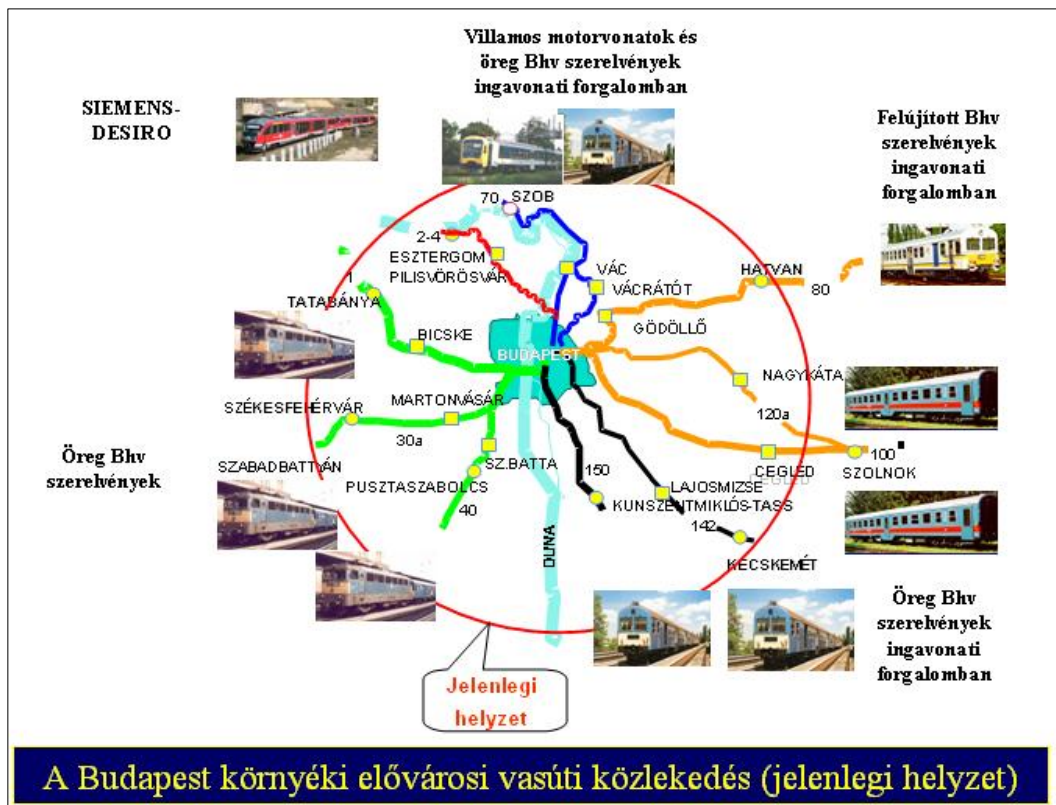
- Elővárosi vasúti forgalom fejlesztése

Budapesti és vidéki elővárosi fejlesztésre együttesen 500 Mrd Ft forrásfelhasználási lehetőség várható.

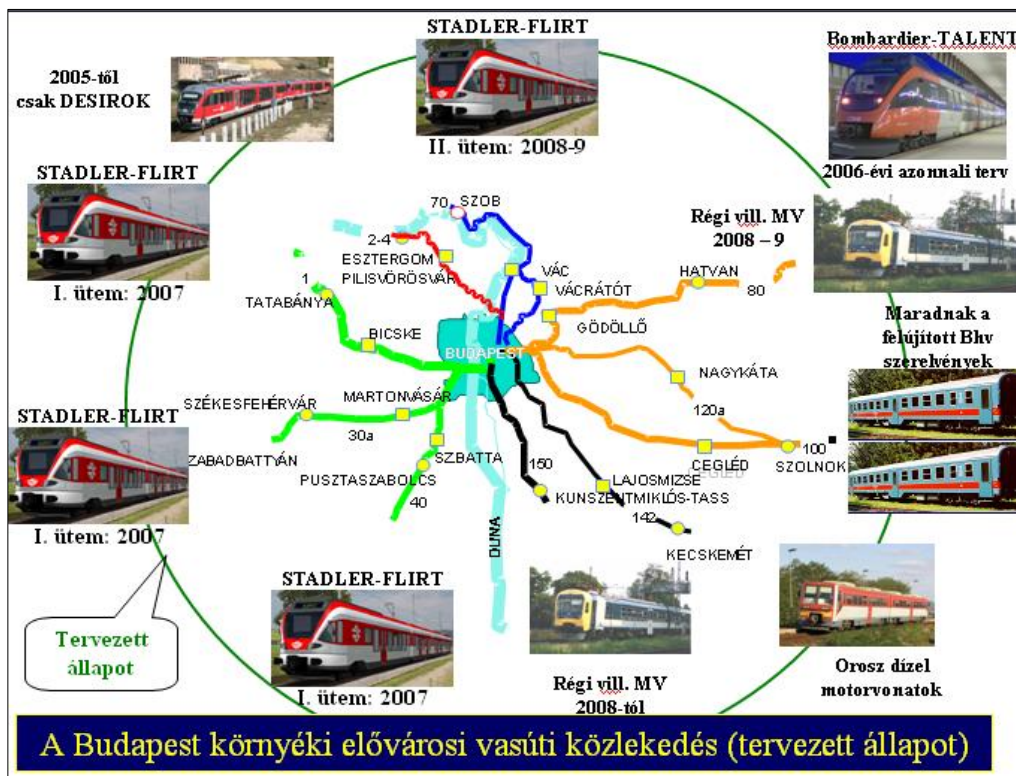
**Folyosók Magyarországon:**

- Páneurópai folyosók magyar szakaszai
- TINA vasúti folyosók
- MO.-t érintő Helsink-i folyosók

**Elővárosi közlekedés**



Tervezett állapot:



## 2. A vasúti közlekedés II

Energiafelhasználás,

Károsanyag kibocsátás

Területfelhasználás

Biztonság

Szállítási kapacitás

Sebesség

Eljutási idő

Terhelés

### 2.1.1. Energiafelhasználás

#### A közlekedés energiafelhasználására vonatkozó legfontosabb adatok

A megtermelt energia 50 % –át a közlekedés használja fel.

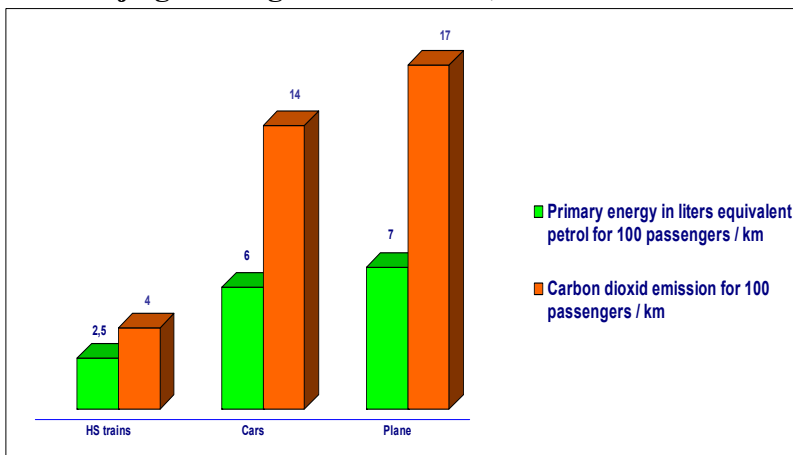
A közlekedés által felhasznált energia:

- 82 % -a a közúti közlekedés,
- 13 % -a a légi közlekedés,
- 5 % -a a vasúti-, és a vízi közlekedés

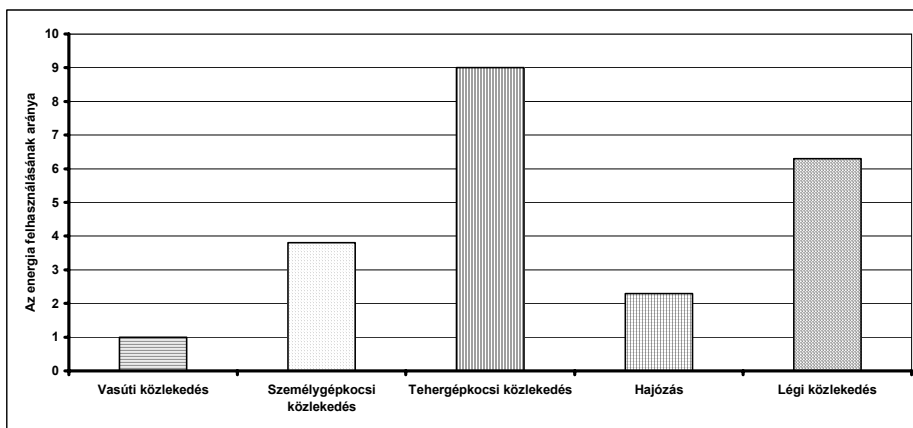
Az összes energiafelhasználás hatásfoka: 45 %

A közlekedés energiafelhasználásának hatásfoka: 28 %

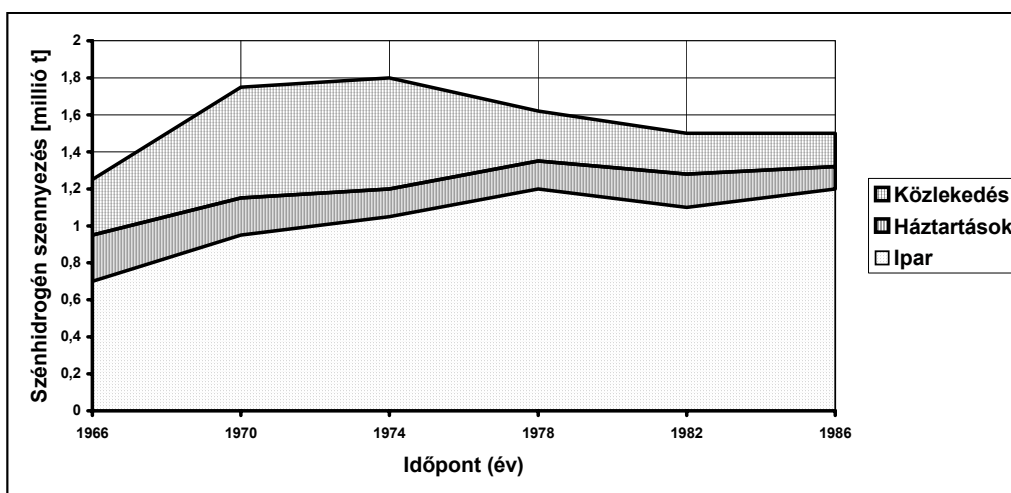
**Közlekedési eszközök fajlagos energiafelhasználása, és széndioxid kibocsátása**



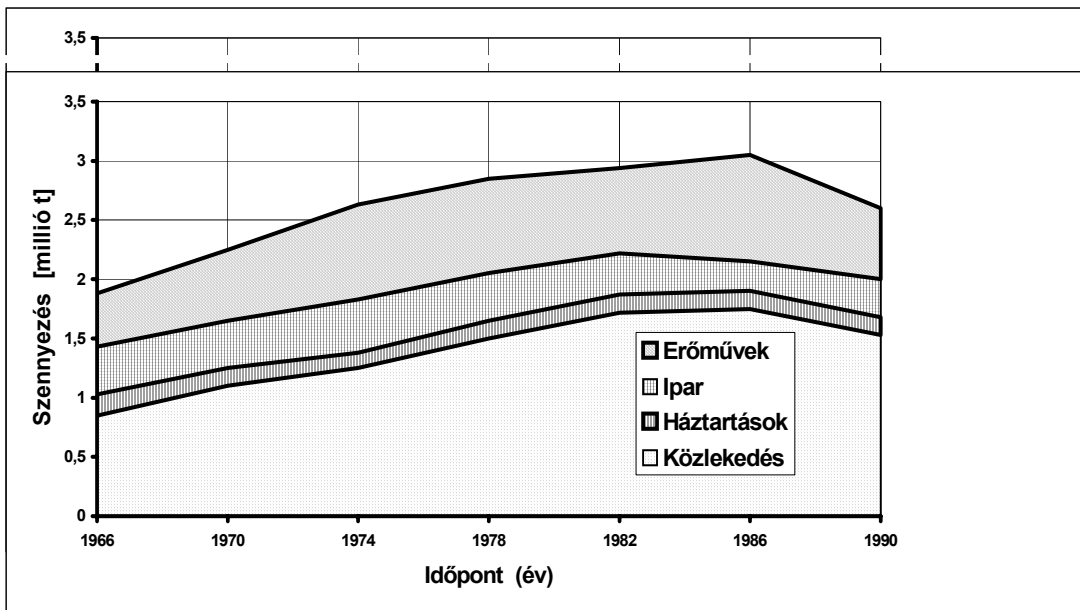
**A különböző közlekedési ágak energiafelhasználásának aránya**



**Károsanyag kibocsátás**

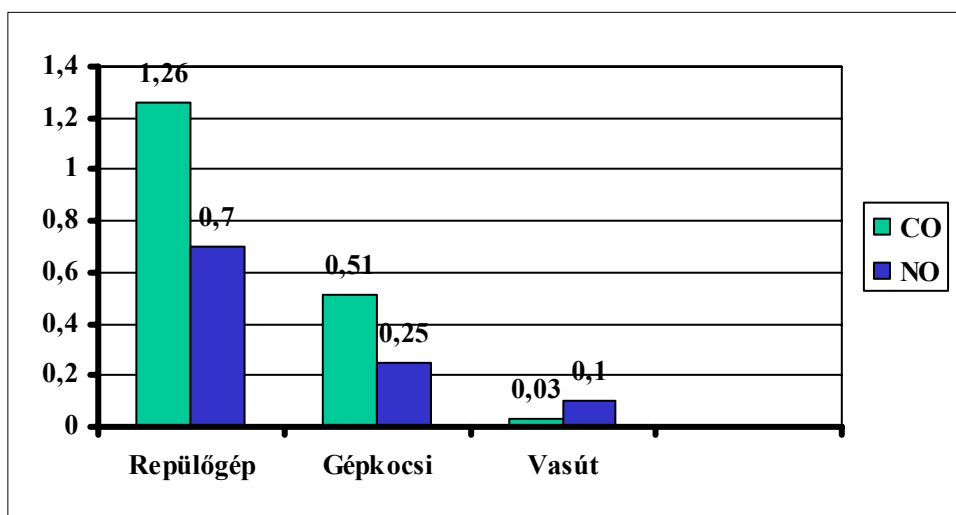


*szénhidrogén-szennyezés források szerinti megoszlása Németországban*



*Az NOx -szennyezés források szerinti megoszlása Németországban*

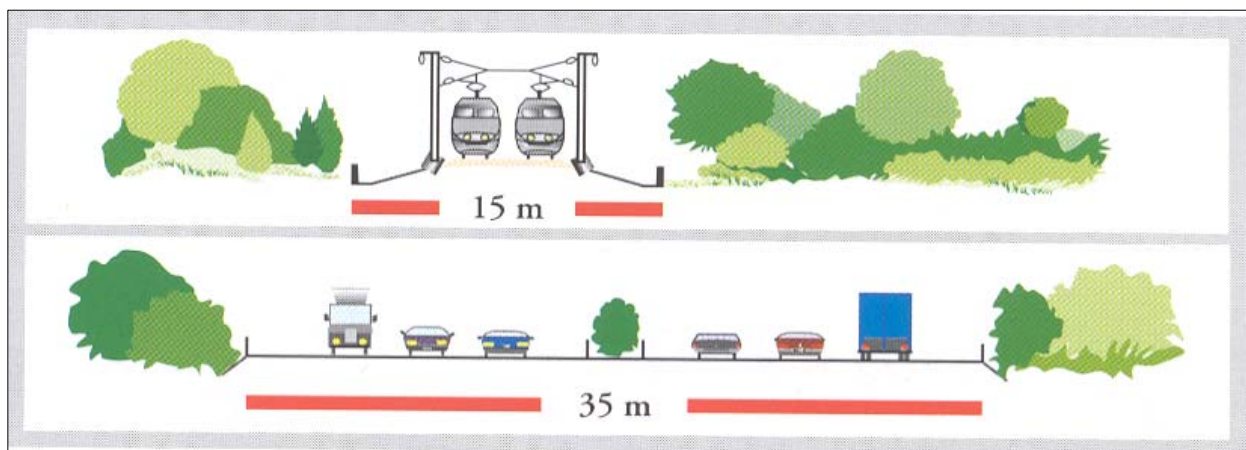
**A közúti-, a vasúti közlekedés, valamint a hajózás fajlagos károsanyag kibocsátása áruszállítás során :**



Közlekedési típus / Szennyező anyag	Vasúti közlekedés	Közúti közlekedés
<b>Személyközlekedés</b> (g/személykm)		
Szén-monoxid (CO)	0,06	9,30
Nitrogén-oxidok (NO <sub>x</sub> )	0,43	1,70
Szénhidrogének (CH)	0,03	1,10
Korom (por)	0,04	0,07
<b>Teherszállítás</b> (g/tkm)		
Szén-monoxid (CO)	0,03	3,70
Nitrogén-oxidok (NO)	0,20	3,26
Szénhidrogének (CH)	0,01	1,62
Korom (por)	0,04	0,07

*Fajlagos káros-anyag kibocsátás (emisszió/utas/km)*

### Területfelhasználás



*Autópálya és nagysebességű vasúti pálya keresztmetszeti mérete*

**Közúti és vasúti pályák összehasonlítása területfoglalásuk alapján**

A közlekedési pálya megnevezése	Felületfoglalás	Vonalhossz	Fajlagos területfoglalás
A61 Krefeld-Ludwigshafen (1975)	2 924	327	8.9
A81 Stuttgart-Singen (1978)	1 150	126	9.1
A45 Giessen-Aschaffenburg (1978)	789	72	11.0
A6 Heilbronn-Würzburg (1979)	1 638	153	10.7
A3 Regensburg-Passau (1984)	1 230	123	10.0
A29 Wilhelmshaven-Cloppenburg (1984)	1 070	91	11,8
A7 Würzburg-Ilm (1987)	1 410	168	8.4
<b>Összes autónálva</b>	<b>10 211</b>	<b>1 060</b>	<b>9.6</b>
NBS Hannover-Würzburg (vasútvonal)	979	327	3.0
NBS Mannheim-Stuttgart (vasútvonal)	398	99	4.0
<b>Összes vasúti nálva</b>	<b>1 377</b>	<b>426</b>	<b>3.2</b>

**A Transrapid és az ICE járművek által igényelt pálya fajlagos területfoglalása**

- ICE: 14 m<sup>2</sup>/m
- TR ebenerdig: 12 m<sup>2</sup>/m
- TR aufgeständert: 2 m<sup>2</sup>/m

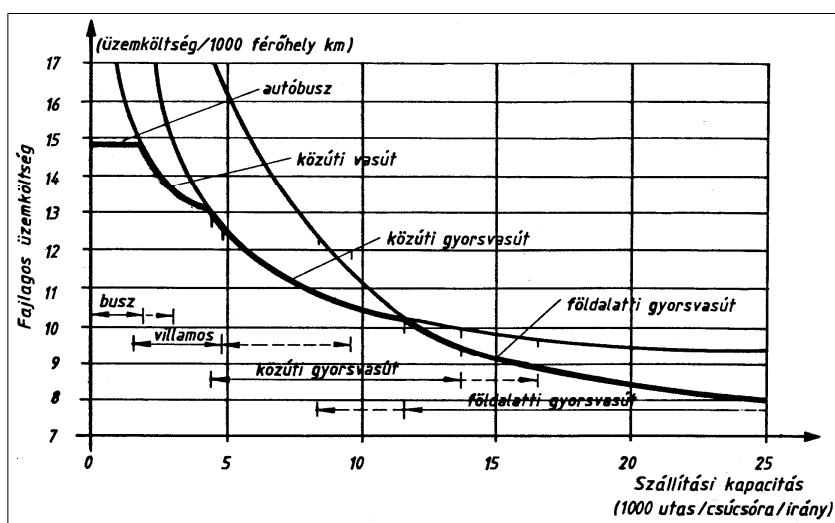
### 2.1.2. Biztonság

A közúti és a vasúti közlekedés baleseti mutatóinak összehasonlítása

Baleset megnevezése	Vasúti közlekedés / Közúti közlekedés
Balesetek száma	1 : 83
Személy sérüléssel járó balesetek száma	1 : 43
Balesetet szenvedettek száma	1 : 40
Sébesültek száma	1 : 52
Halottak száma	1 : 9

### 2.1.3. Szállítási kapacitás

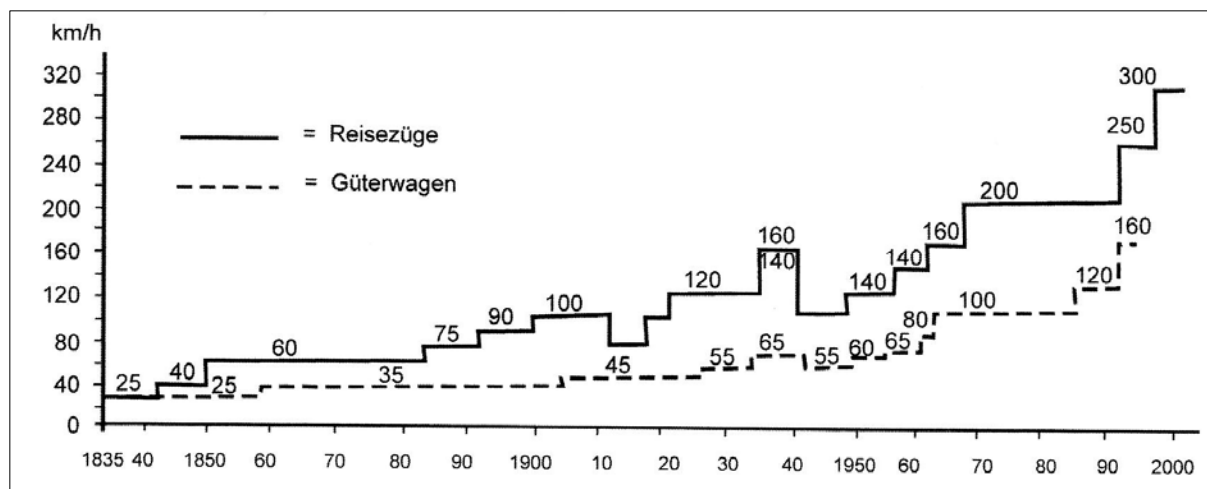
A városi tömegközlekedési eszközök szállítási kapacitása, és fajlagos üzemeltetési költsége





### 2.1.4. Sebesség

#### A személy-, és a teherszállító vonatok sebességének fejlődése



#### Vasúti járművek által elért sebességi rekordok 1890-1990 között

1890-144 km/h

1893-165 km/h

1903-210 km/h

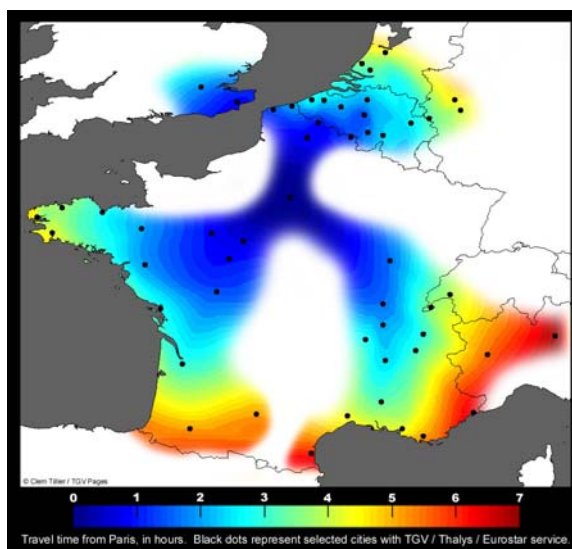
1955-331 km/h

1988-406 km/h

1991-515 km/h

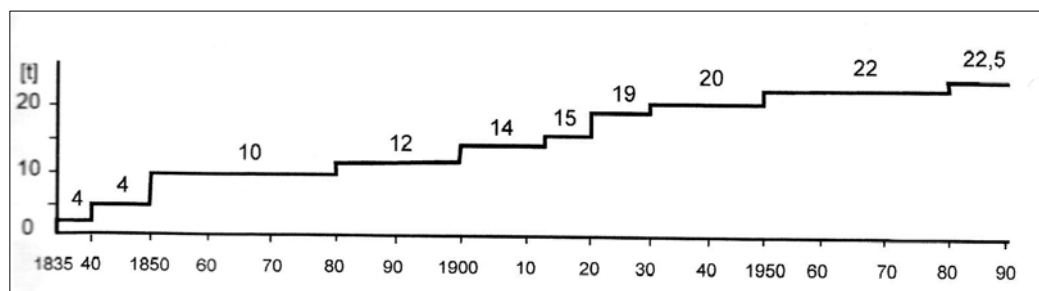
### 2.1.5. Eljutási idő

#### Az eljutási idők alakulása Párizsból kiindulva TGV járműveken



## 2.1.6. Terhelés

### A vasúti tengelyterhelés fejlődése



### A függőleges tengelyteher nagysága különböző jellegű vasúti forgalomnál :

- Közúti vasúti forgalom: max 100 kN
- Földalatti gyorsvasúti forgalom: max. 160 kN;
- Nagysebességű vasúti forgalom: max. 200 kN;
- Vegyes üzemű vasúti forgalom: max. 225 kN;
- Nagyterhelésű vasúti forgalom: max. 360 kN;

### **3. A vasúti pályákkal kapcsolatos alapfogalmak**

**Mintakeresztshelvény**

**Keresztshelvény**

**Koronaszint**

**Felépítmény**

**Sínkoronaszint**

**Nyomtávolság**

**Rakshelvény**

**Űrshelvény**

**Alépítmény**

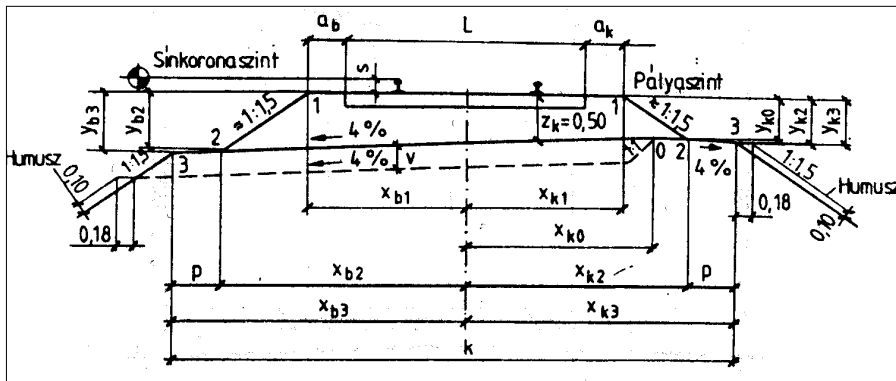
**Földművek geometriai fogalmai**

**Emelkedés, esés**

**Vasútforgalmi létesítmények**

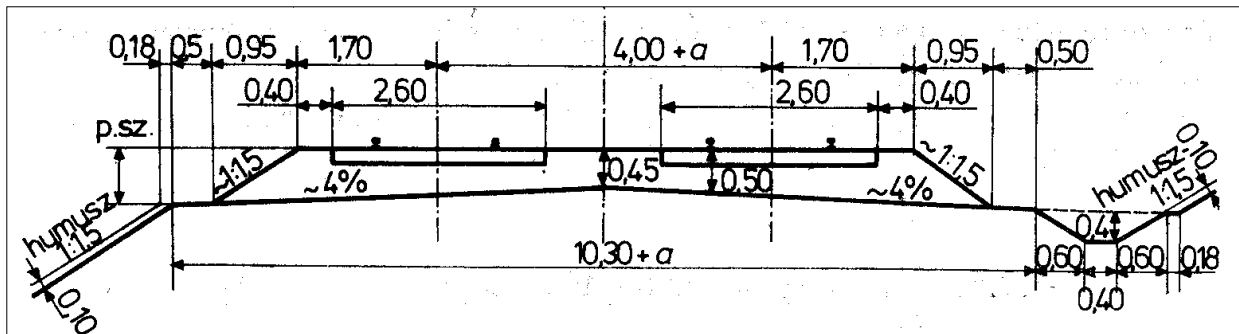
**Egyebek**

### 3.1.1. A vasúti mintakeresztelvény fogalma



A vasúti mintakeresztelvény a vasúti pálya keresztmetszeti kialakítását tünteti fel a szükséges méretek megadásával.

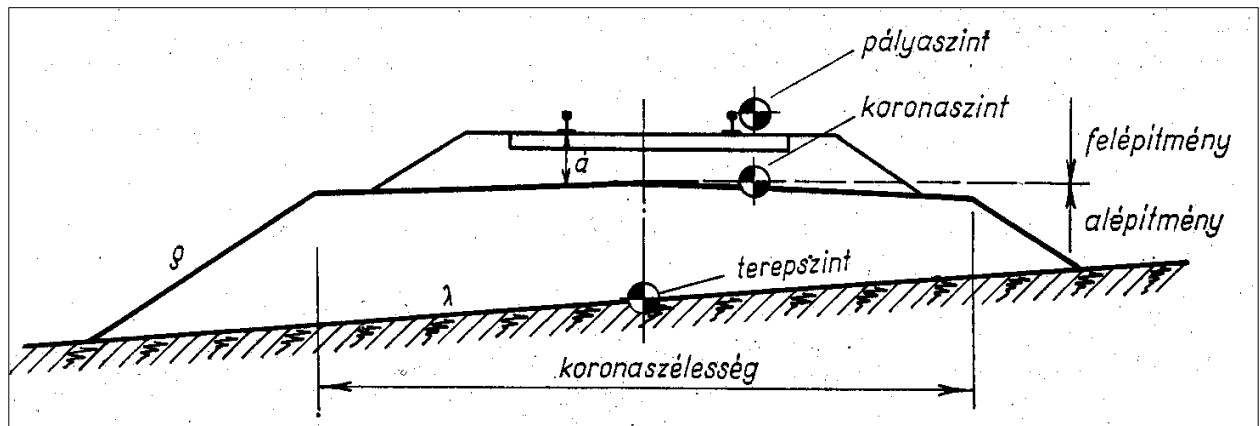
Méreteit a nyomtávolság, a vágányok száma, az aljak hossza, az ágyazat vastagsága és túlnyúlása, a padka szélessége, a rézsű hajlása határozzák meg.



### 3.1.2. A vasúti keresztmetszvény fogalma

A vasúti pályatest, és a környezetében lévő terep vágánytengelyre merőleges irányú metszete.

Vasútépítési tervekben általában 50 m-ként készül keresztmetszvény.



Keresztmetszvény – fogalmak értelmezéséhez

### 3.1.3. A földmunka koronaszintjének fogalma

A földmunka felső síkjának - azaz az ágyazat felfekvési felületének – szintje a pálya tengelyében mérve.

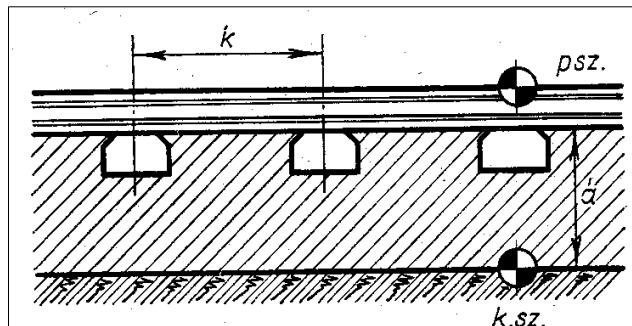
### 3.1.4. Alépítmény

A vasúti alépítmény a pályatest koronaszint alatti része.

### 3.1.5. Felépítmény

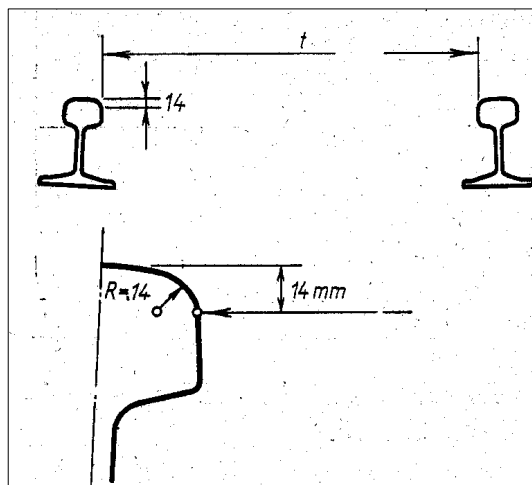
**A vasúti felépítmény fogalma:**

A vasúti pályatest koronaszint feletti része (sín, sínleerősítések, keresztaljak, ágyazat)

**A keresztaljak távolsága:***A vágány keresztaljainak távolsága.***3.1.6. Sínkoronaszint****A vasúti pályaszint (sínkoronaszint) fogalma:**

A vasúti pályaszint a sín felső érintősíkjának szintje.

A pályaszint egyenesben bármely sínszálon, körívben pedig a belső sínszálon mérendő.

**3.1.7. Nyomtávolság****A nyomtávolság értelmezése:***Nyomtávolság*

- 20 kg/m feletti tömegű Vignol síneknél 14 mm-rel,
- ez alatti tömegű Vignol síneknél 10 mm-rel,
- vályús (Phónix és tömb) síneknél 9 mm-rel
- mérve értendő.
-

## Nyomtávolságok tájékoztató értékei

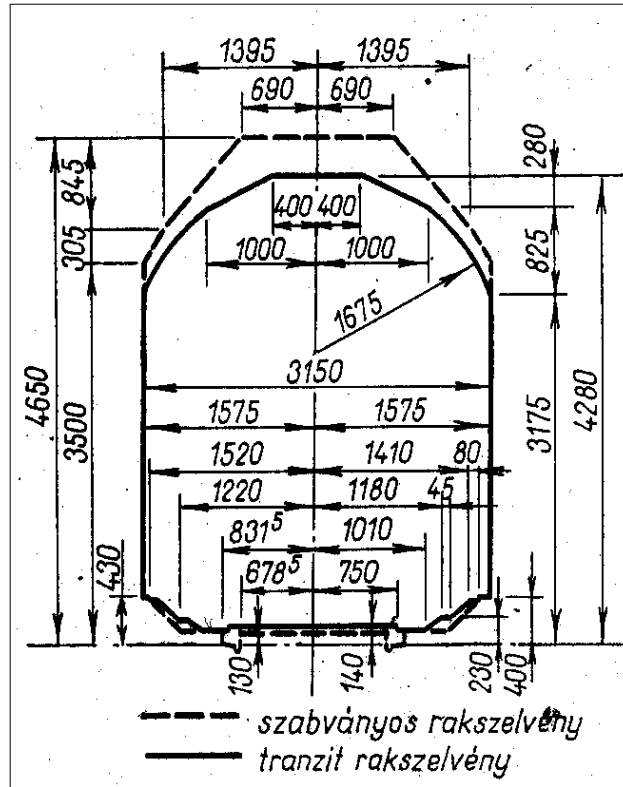
Nyomtávolság [mm]		Fontosabb alkalmazási terület
Rendes nyomtávolság (64,3%)	1435	Európa (az alábbi 2. rovatban felsorolt szélesnyomtávolságú vasutak kivételével) Kína, Korea, Mongólia Algéria, Egyiptom, Irak, Izrael, Marokkó, Szíria, Tunisz
	1448	Amerikai Egyesült Államok, Kanada, Kuba
Széles nyomtávolság (18,0%)	1524	Finnország, Irán, Szovjetunió
	1600	Ausztrália, Brazília, Írország
	1674	Portugália, Spanyolország
	1676	Argentína, Chile, India, Pakisztán
Kisvasutak (17,7%)	600	Kisvasutak a legtöbb rendes- és szélesnyomtávolságú vasúttal rendelkező államban
	750	Finnország, Lengyelország, Németország, Norvégia, Románia, Szovjetunió, Törökország
	760	Ausztria, Bulgária, Csehszlovákia, Jugoszlávia, Magyarország
	1000	Kisvasutak a legtöbb rendes- és szélesnyomtávolságú vasúttal rendelkező államban
	1067	Ausztrália, számos afrikai állam, Japán

## 3.1.8. Rakszelvény

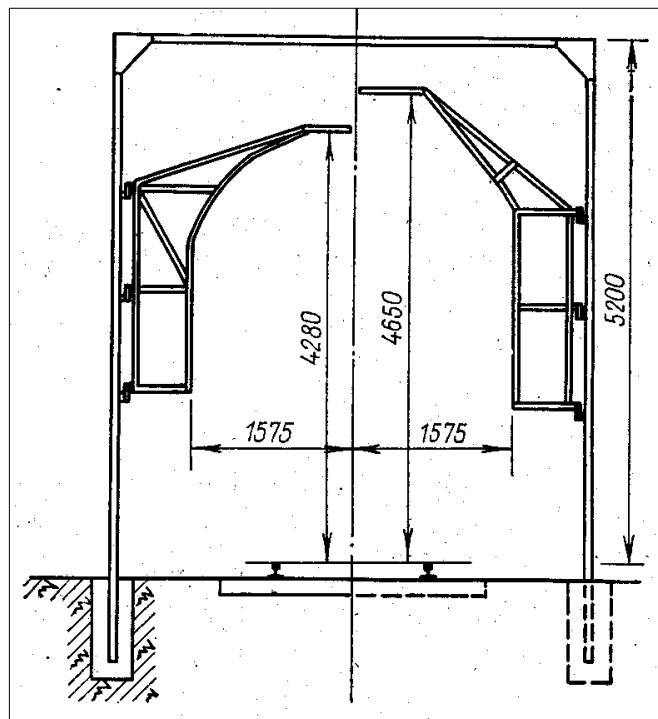
A rakszelvény (járműszerkesztési szelvény) fogalma:

A rakszelvény, vagy járműszerkesztési szelvény azt a keresztmetszeti szelvényt jelenti, amelyet a jármű és annak rakománya elfoglalhat, kitölthet.

A jármű, vagy a rakomány részei legfeljebb a rakszelvény által meghatározott határvonalig nyúlhat.



A tranzit és a szabványos rakszelvény (járműszerkesztési szelvény)



A rakminta

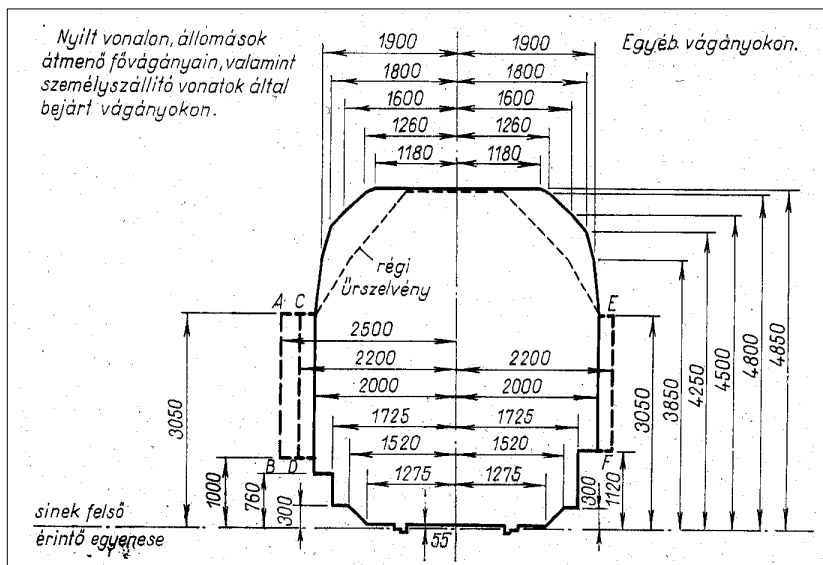


### 3.1.9. Űrszelvény

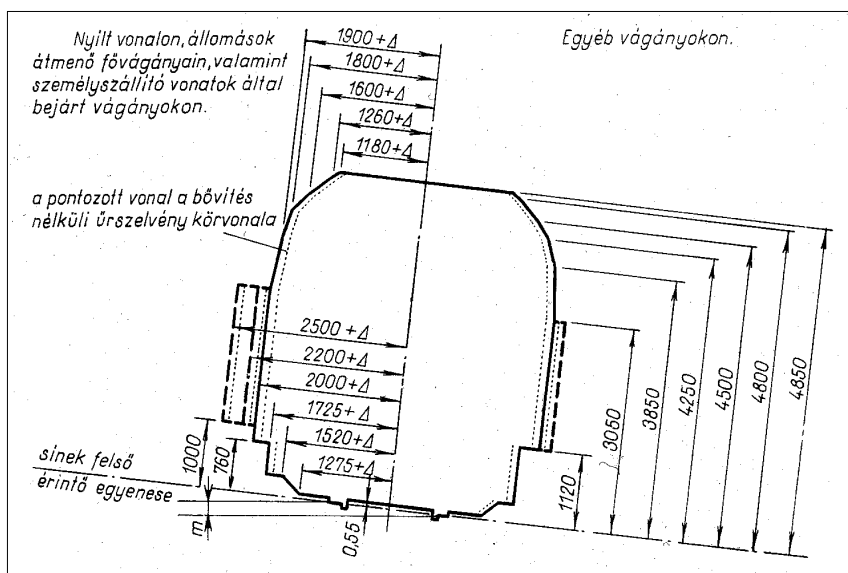
#### Az Űrszelvény fogalma:

Az Űrszelvény a vágány mentén a vasúti járművek és a rajtuk lévő rakományok akadálytalan áthaladásához szükséges tér vágánytengelyre merőleges, ívben fekvő vágányoknál - sugárirányú keresztmetszete. Az Űrszelvénybe, illetve a szabadon tartandó térbe semmiféle tárgynak, vagy létesítménynek benyúlnia nem szabad.

#### Szabványos („A” jelű) Űrszelvény nem villamosított vonalakra



#### Az Űrszelvény bővítése túlemelt körívben fekvő pályán



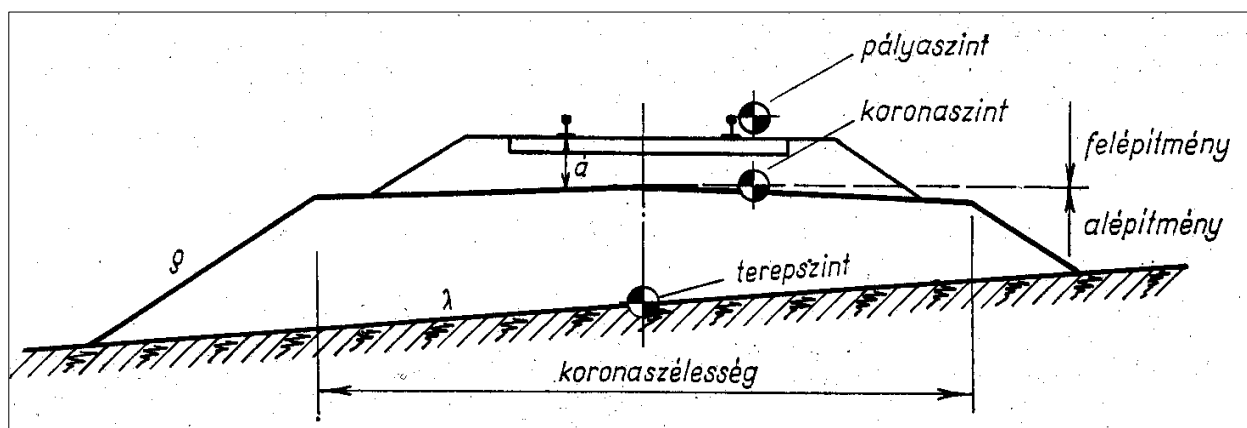
### 3.1.10. Földművek geometriai alapfogalmai

A földmunka koronaszélessége a földmunka szélesség a koronaszinten mérve.

A rézsúhajlás fogalma: a mesterséges földmunkát határoló ferde síkok hajlása, amit a hajlásszög kotangensével mérünk ( $\rho = \text{ctg } \alpha$ ).

A terepszint a természetes terep szintje a pálya tengelyében mérve.

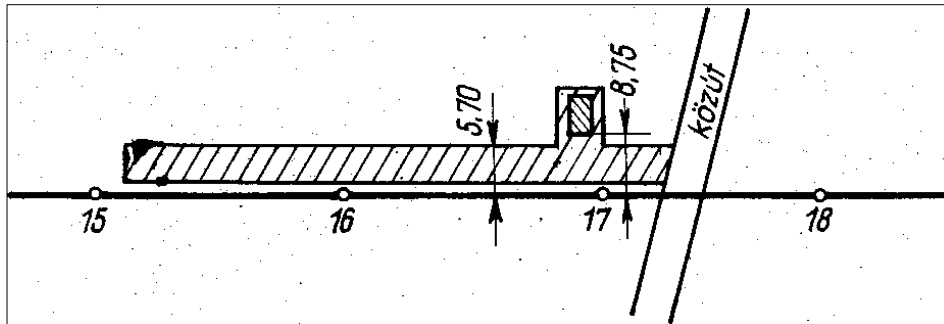
A terephajlás a természetes terep hajlása, amit a hajlásszög tangensével mérünk ( $\lambda = \text{tg } \alpha$ ).



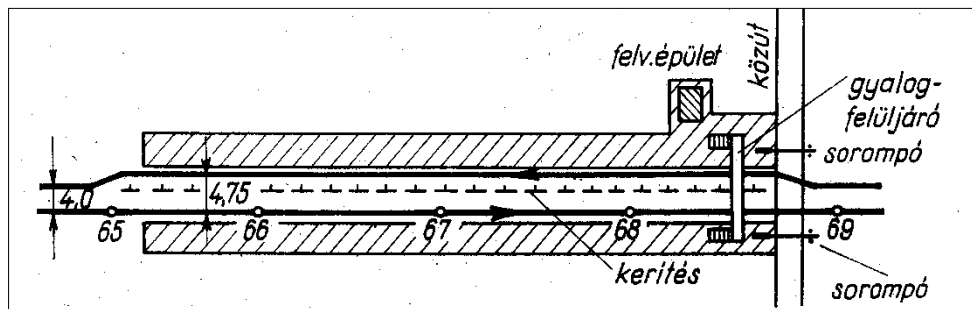
### 3.1.11. Vasútforgalmi létesítmények

#### A vasúti megállóhely fogalma

A megállóhelyen az átmenő fővágányon (vagy fővágányokon) kívül több vágány nincs, és csak a személyszállító vonatok megállására alkalmas.



Megállóhely egyvágányú vonalon



Megállóhely kétvágányú vonalon

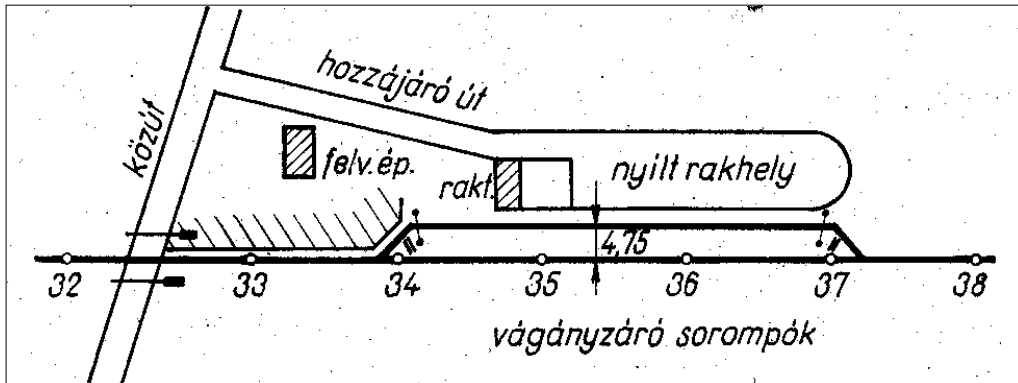
#### A vasúti rakodóhely fogalma

A rakodóhelyen személyforgalom nincs, viszont a nyílt vonalból egy vagy több mellékvágány ágazik ki teherkocsik ki- és megrakása céljából.

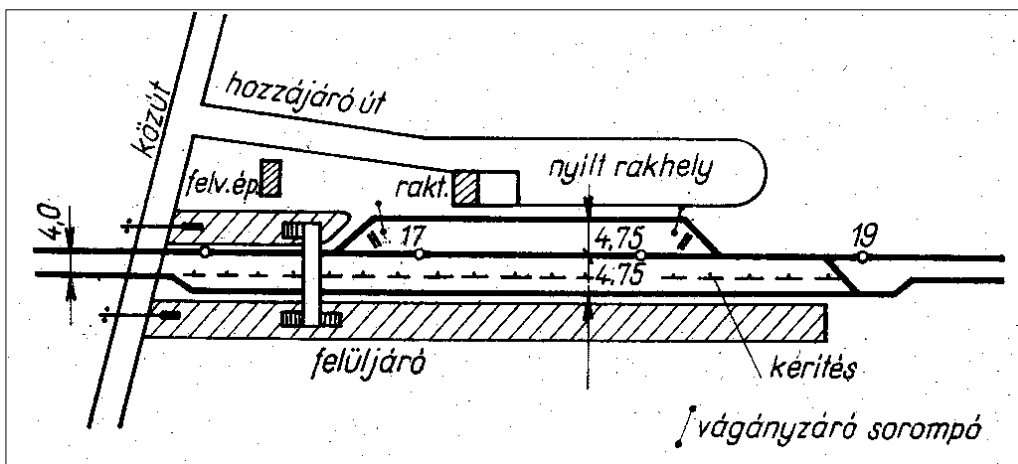
Vonattalálkozásra nem alkalmas.

**A vasúti megálló-rakodóhely fogalma**

A megállóhely és a rakodóhely egyesítése. Vonattalálkozásra nem alkalmas.



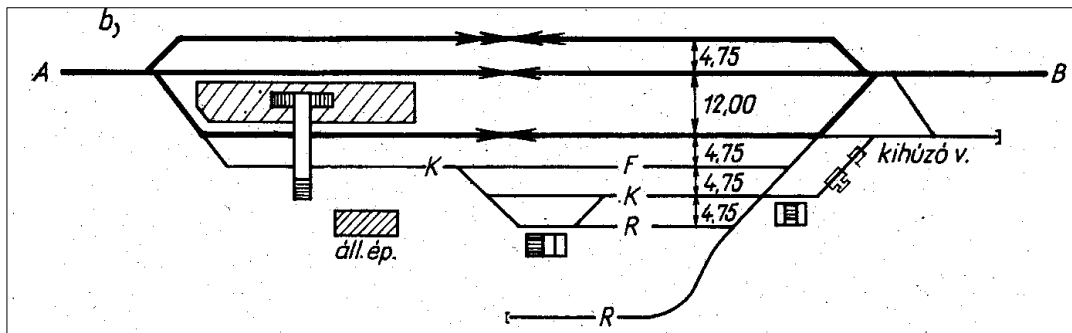
Megálló rakodóhely egyvágányú pályán



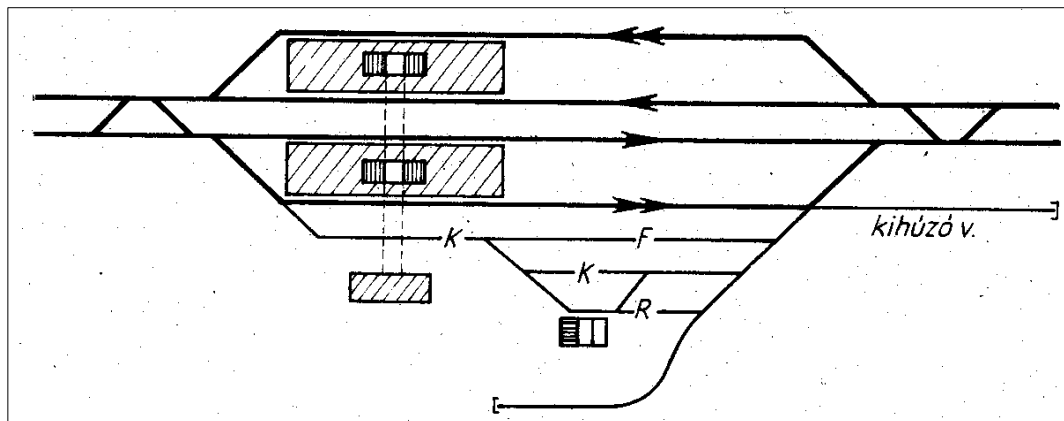
Megálló rakodóhely kétvágányú pályán

### A vasúti állomás fogalma

Vasútvonalak vonatok találkozására alkalmas helye, amely személy- és áruforgalomra van berendezve.



*Közbenső állomás egyvágányú pályán*



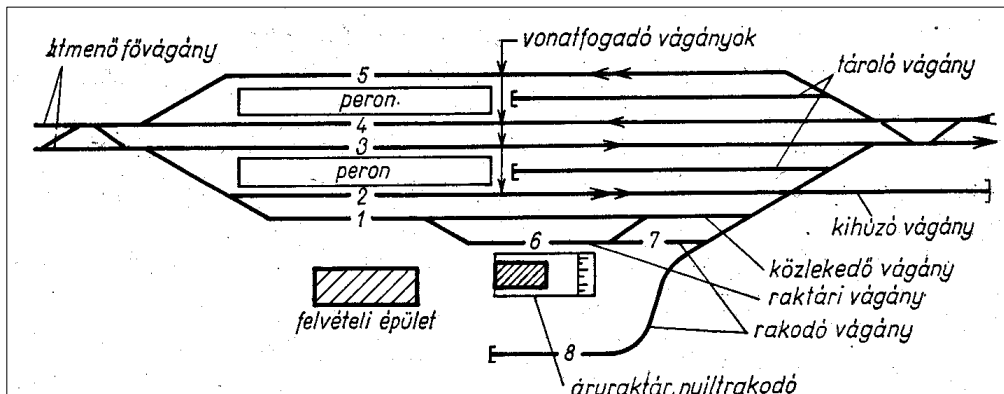
*Közbenső állomás kétvágányú pályán*

### Az állomási vágányokkal kapcsolatos fogalmak

Az állomási vágányok közül azokat, amelyek vonatfogadásra szolgálnak – fővágányoknak (átmenő fővágány, megelőző fővágány), a többit mellékvágányoknak (raktári-, rakodó-, mérleg-, tároló-, kihúzó-, stb., vágány) nevezzük.

A nyílt pálya folytatásában lévő fővágányt átmenő fővágánynak nevezzük.

Tervezési szempontból (sebesség, körívek stb.) az átmenő fővágányokat illetően a nyílt pályára megállapított előírások érvényesek.

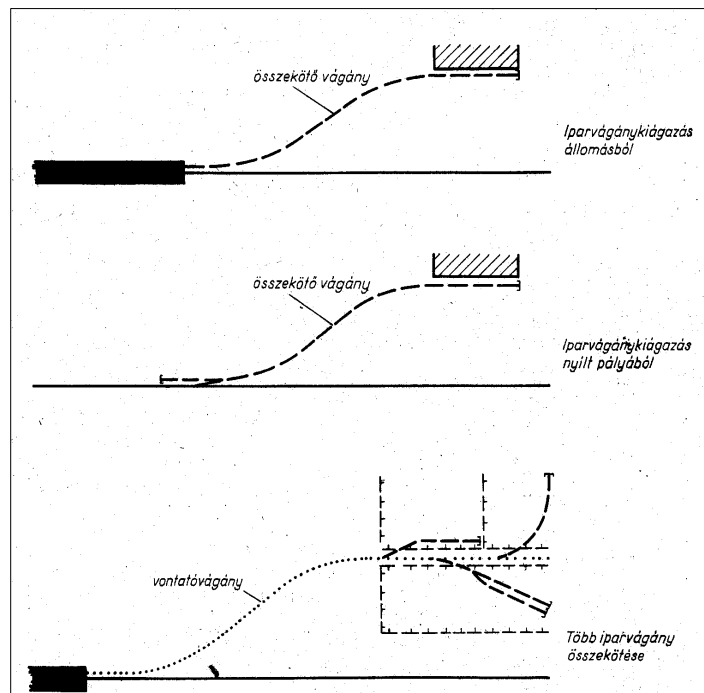


Állomási vágányok

### Az iparvágány fogalma

Egyes szállító felek (üzemek) kizárólagos vasúti forgalmának lebonyolítására szolgáló vágányt iparvágálynak nevezünk. Az iparvágány állomásból, vagy nyílt pályából ágazhat ki.

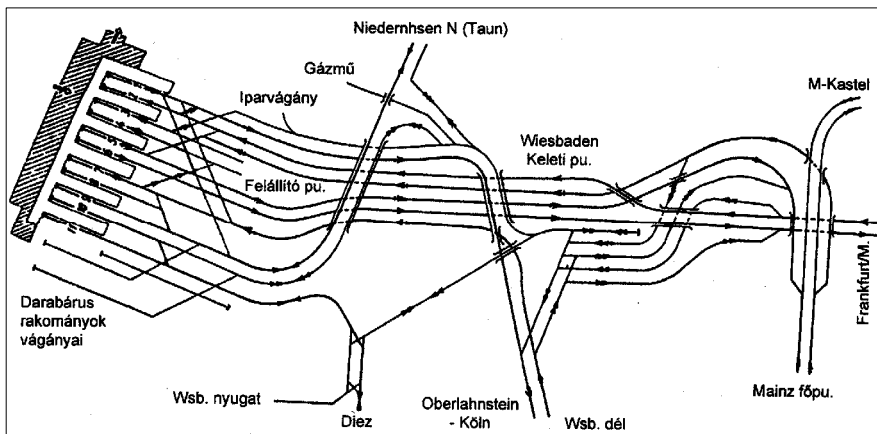
Az iparvágány kiszolgálását szolgálja az összekötő vágány, vagy több iparvágány esetén a vontatóvágány.



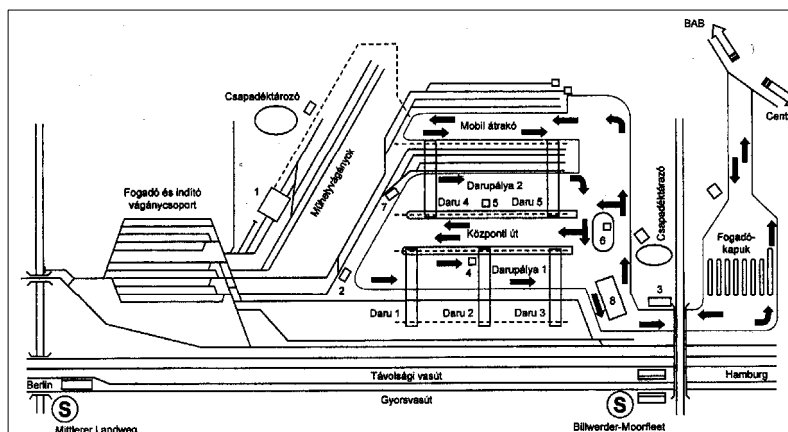
Iparvágány

**A vasúti pályaudvar fogalma**

A forgalmi nemek szerint (személyforgalom, teherforgalom) elkülönült állomások (személypályaudvar, teherpályaudvar).



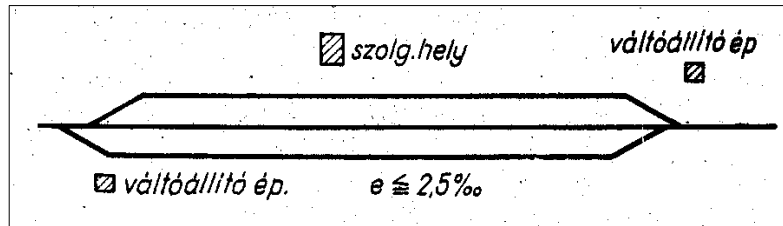
*Személypályaudvar*



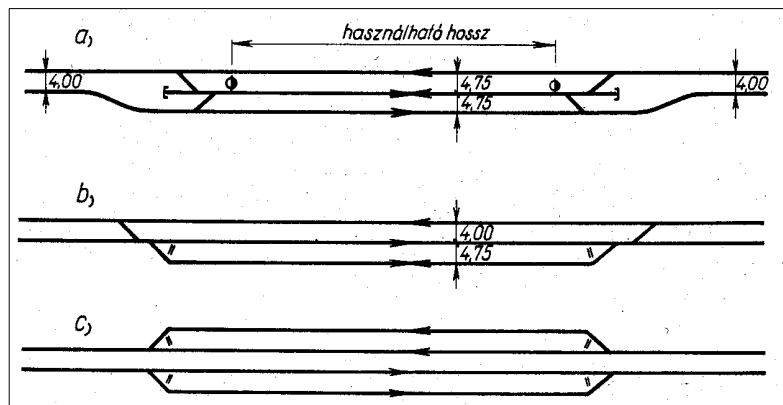
*Átrakópályaudvar*

### A forgalmi kitérő fogalma

A forgalmi kitérő a vonalnak olyan helye, amely vonattalálkozásra alkalmas, de személy és áruforgalomra nincs berendezkedve.



*Forgalmi kitérő egyvágányú pályán*



*Forgalmi kitérő kétvágányú pályán*



### 3.1.12. Egyebek

#### A nyílt pálya fogalma

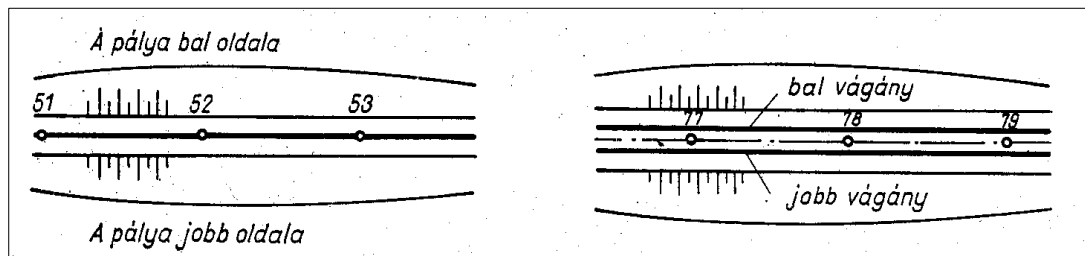
A vasútvonal állomásokból és a közöttük lévő ún. nyílt pályából áll.

Nyílt pályának a két szomszédos állomás bejárati kitérői közötti pályarészt nevezzük.

#### A vasúti pálya jobb-, illetve bal oldalának fogalma

A pálya jobb vagy bal oldalának meghatározására a szelvényezés iránya a mértékadó.

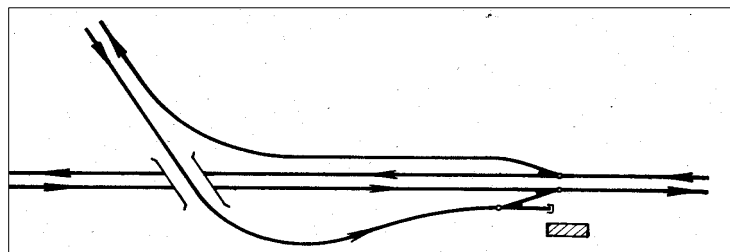
Ugyanígy határozzuk meg kétvágányú pályán a jobb-, és a bal vágányt is.



*Jobb-bal oldal*

#### A vasúti elágazás fogalma

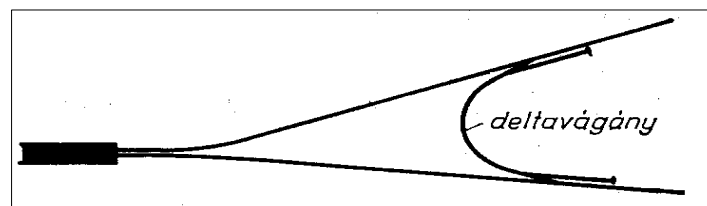
Az elágazásnál a nyílt vonalból egy másik vonal, vagy egy iparvágány ágazik ki.



*Vasúti elágazás*

#### A deltavágány fogalma

A deltavágány két vasútvonalat köt össze – rendszerint állomások közelében – a sarokforgalom kiküszöbölése céljából.



## 4. A vasúti közlekedés dinamikájának alapjai

Az ellenállások csoportosítása,

Menetellenállások,

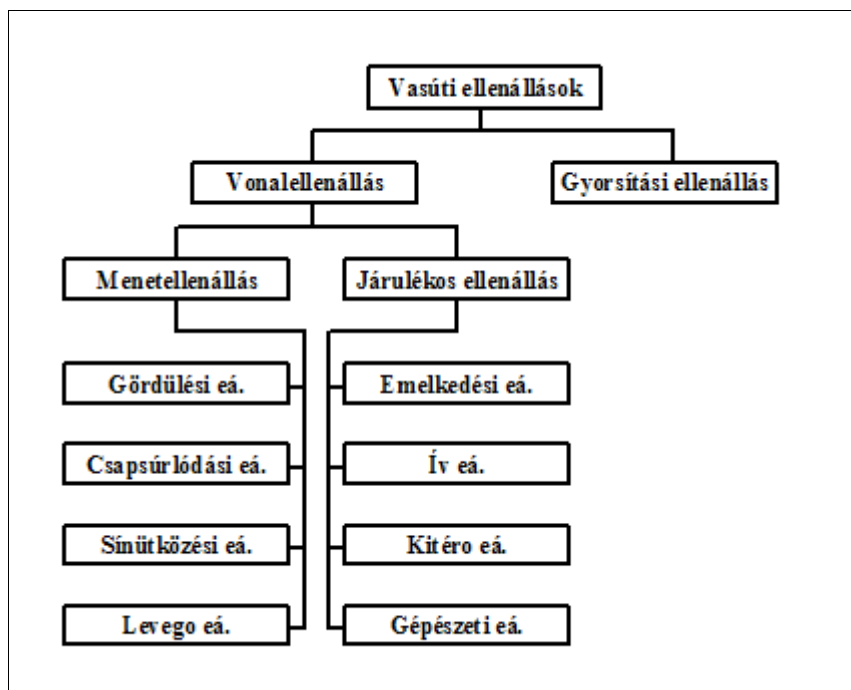
Járlékos ellenállások,

Vonóerő,

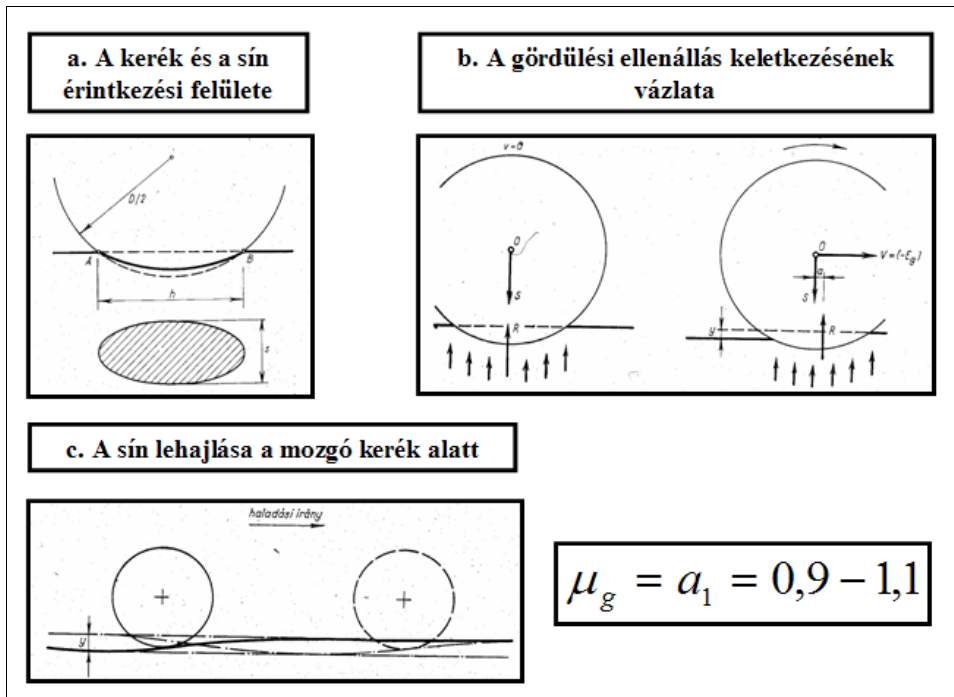
Közlekedésdinamikai vizsgálatok.

### 4.1.1. A vasúti ellenállások csoportosítása

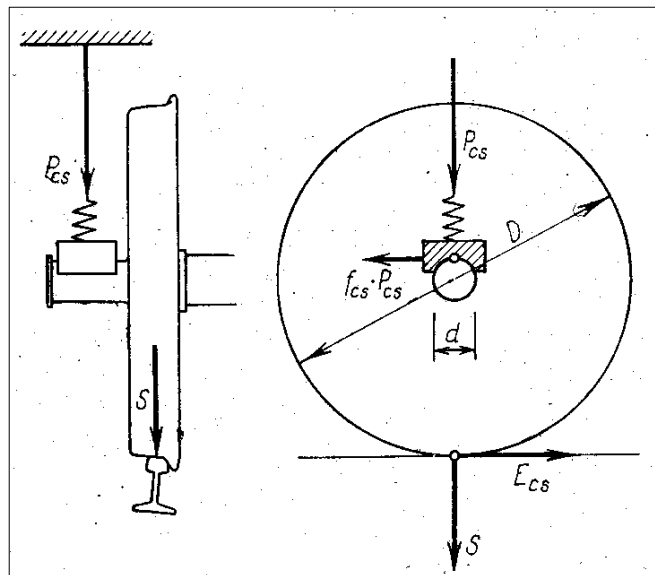
A vasúti ellenállások csoportosítása



4.1.2. Gördülési ellenállás



4.1.3. Csapsúrlódási ellenállás



A csapsúrlódás keletkezése

$$\mu_{csap} = a_2 + b \cdot V$$

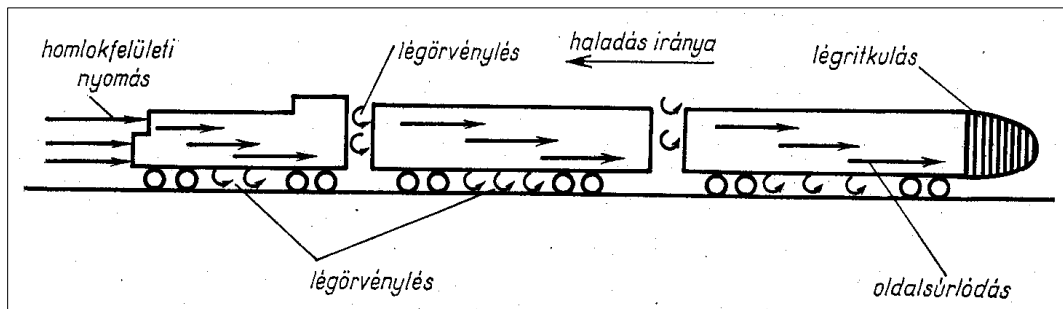
#### 4.1.4. Sínütközési ellenállás

**a. Sínvéglehajlás és sínvéglverődés**

**b. A függőleges lépcsőre felugró járműkerék**

$$\mu_{ü} = 0,008 \cdot \left(\frac{V}{10}\right)^2 = c_1 \cdot V^2$$

#### 4.1.5. Levegőellenállás



Légellenállás

$$F^{el} = c_2 \cdot F_{red} \cdot V^2$$

#### 4.1.6. A menetellenállás részellenállásainak összegzése

##### A menetellenállás részellenállásainak összegzése (1.)

$$F^{em} = (\mu_g + \mu_{csap} + \mu_{\ddot{u}}) \cdot G + F^{el}$$

$$\mu_g = a_1$$

$$\mu_{csap} = a_2 + b \cdot V$$

$$\mu_{\ddot{u}} = c_1 \cdot V^2$$

$$F^{el} = c_2 \cdot F_{red} \cdot V^2$$

$$F^{em} = (a_1 + a_2 + b \cdot V + c_1 \cdot V^2) \cdot G + c_2 \cdot F_{red} \cdot V^2$$

##### A menetellenállás részellenállásainak összegzése (2.)

$$F^{em} = (a_1 + a_2 + b \cdot V + c_1 \cdot V^2) \cdot G + c_2 \cdot F_{red} \cdot V^2$$

$$a_1 + a_2 = a$$

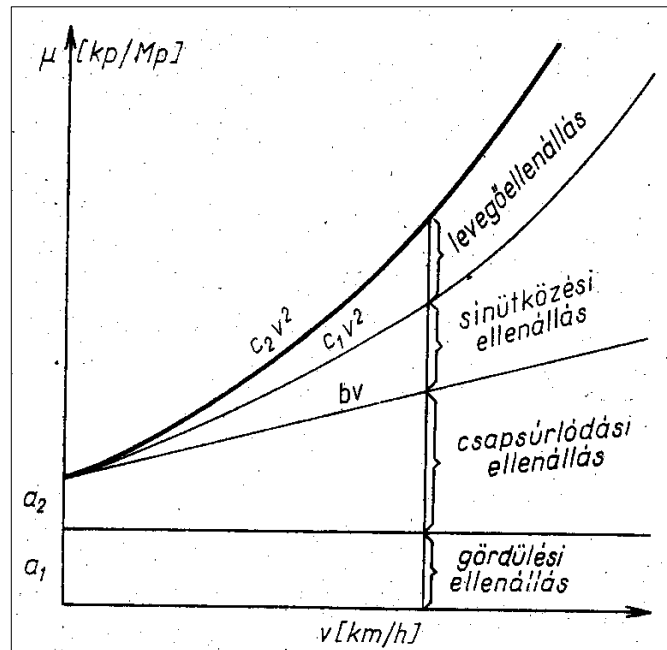
$$F^{em} = (a + b \cdot V + c_1 \cdot V^2) \cdot G + F_{red} \cdot V^2$$

$$\frac{F^{em}}{G} = \mu_m = a + b \cdot V + c_1 \cdot V^2 + c_2 \cdot \frac{F_{red}}{G} \cdot V^2$$

$$c = c_1 + c_2 \cdot \frac{F_{red}}{G}$$

$$\mu_m = a + b \cdot V + c \cdot V^2$$

$$\mu_m = a + c \cdot V^2$$



A menetellenállás alakulása a sebesség függvényében

#### 4.1.7. Gyakorlati menetellenállási képletek

##### Gyakorlati menetellenállási képletek

- Mozdonyellenállási képletek,
- Kocsiellenállási képletek,
- Vonatellenállási képletek
- 

##### Mozdonyellenállási képletek (MÁV villamosmozdonyok)

$$F_m^{em} = \left[ 2,5 + 0,067 \cdot \left( \frac{V}{10} \right)^2 \right] \cdot G_m$$

**MÁV által használatos kocsiellenállási képletek**

Négytengelyű személykocsi

$$F_k^{em} = \left[ 1,8 + 0,025 \cdot \left( \frac{V}{10} \right)^2 \right] \cdot G_k$$

Nyitott, üres teherkocsi

$$F_k^{em} = \left[ 2,0 + 0,00125 \cdot \left( \frac{V}{10} \right)^2 \right] \cdot G_k$$

Nyitott, rakott teherkocsi

$$F_k^{em} = \left[ 1,7 + 0,03 \cdot \left( \frac{V}{10} \right) + 0,018 \left( \frac{V}{10} \right)^2 \right] \cdot G_k$$

**MÁV által használatos vonatellenállási képletek**

$$\mu_{mv} = 2 + c \cdot \left( \frac{V}{10} \right)^2$$

Áramvonalas motorvonatnál: 0,022

Személyszállító vonatnál –

- négytengelyes kocsikkal: 0,032

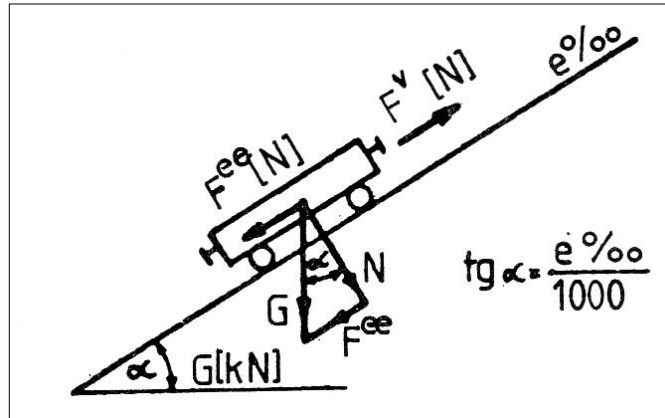
- kéttengelyes kocsikkal: 0,040

Gyorsvonatnál: 0,047

Tehervonatnál: 0,057

A járulékos ellenállás részellenállásai

**4.1.8. Az emelkedési ellenállás**



*Az emelkedési ellenállás értelmezése*

Az emelkedési ellenállás számítása

$$F^{ee} = G \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha \cong \operatorname{tg} \alpha = \frac{e}{1000}$$

$$F^{ee} = G \cdot \sin \alpha \cong G \cdot \operatorname{tg} \alpha = G \cdot \frac{e}{1000}$$

$$\mu_e = \frac{F^{ee}}{G} = e$$

**4.1.9. Ívellenállás**

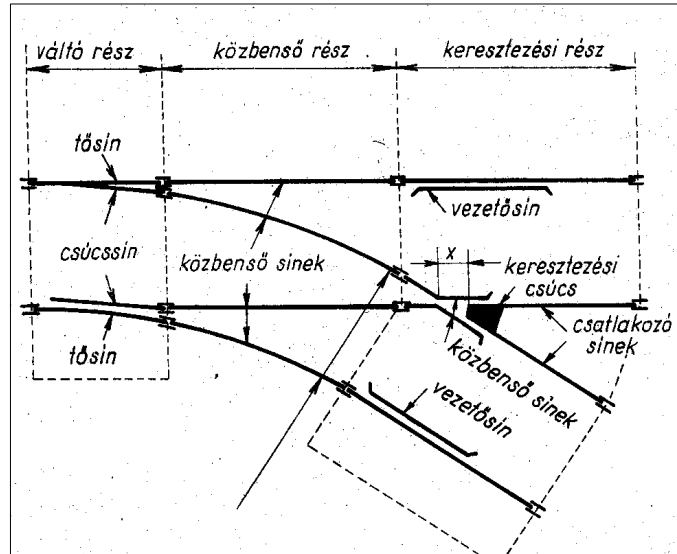
A „Röckl”- féle ívellenállás képlet

$$\kappa = \frac{k_1}{R - k_2}$$

Ívsugár	k1	k2
R > 350 m	650	55
R = 300 m	530	35
R < 200 m	500	30



**4.1.10. Kitérő ellenállás**



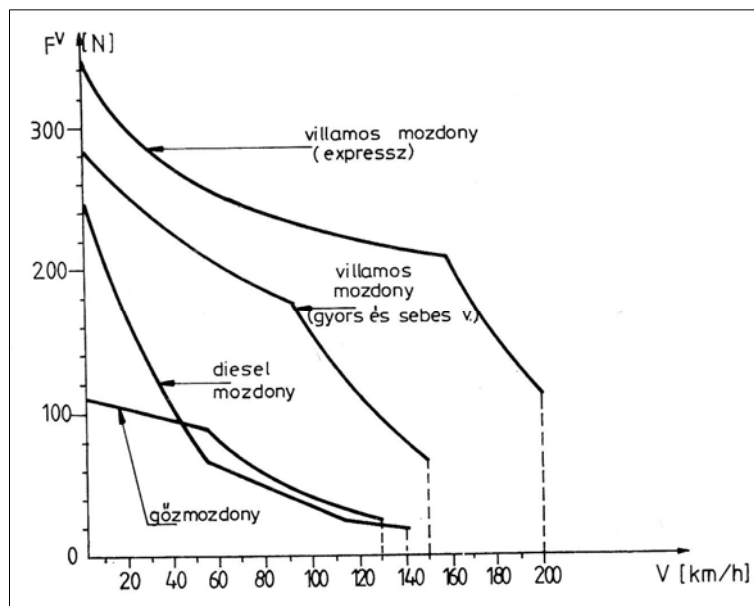
*Kitérő*

A kitérő ellenállás értéke:

$$\mu_{kitérő} = 0,2 - 1,9[N / kN]$$

**4.1.11. Gépészeti ellenállás**

**4.1.12. Vonóerő**



*Mozdony vonóerő görbék*

### 4.1.13.A vasúti pálya mértékadó emelkedőjének meghatározása

#### A pálya mértékadó emelkedőjének meghatározása (1.)

$$F^v = F^e$$

$$F^v = (\mu_{mm} + e_m) \cdot G_m + (\mu_{mk} + e_m) \cdot G_k$$

$$F^v = (\mu_{mm} \cdot G_m + \mu_{mk} \cdot G_k) + e_m \cdot (G_m + G_k)$$

$F^v$  – a mozdony vonóereje,

$F^e$  – a vonatra ható ellenállás,

$G_m$  – a mozdony súlya,

$G_k$  – a kocsik súlya,

$\mu_{mm}$  – a mozdony fajlagos menetellenállása,

$\mu_{mk}$  – a kocsik fajlagos menetellenállása,

$\mu_{mv}$  – a vonat fajlagos menetellenállása,

#### A pálya mértékadó emelkedőjének meghatározása (2.)

$$e_m = \frac{F^v}{G_m + G_k} - \frac{\mu_{mm} \cdot G_m + \mu_{mk} \cdot G_k}{G_m + G_k}$$

$$e_m = \frac{F^v}{G_m + G_k} - \mu_{mv}$$

Megjegyzés : - egyenes pályán :  $e_{\max} = e_m$   
 - íves pályán :  $e_{\max} = e_m - \mu_{iv}$

**4.1.14. A vasúti pálya virtuális hosszának meghatározása****A vasúti pálya virtuális hossza (1.)**

$$W_1 = 1000 \cdot G \cdot \sin \alpha \cdot u = 1000 \cdot G \cdot \sin \alpha \cdot \frac{m}{\sin \alpha} = 1000 \cdot G \cdot m$$

$$W_2 = \mu_m \cdot G \cdot \cos \alpha \cdot u = \mu_m \cdot G \cdot \cos \alpha \cdot \frac{h}{\cos \alpha} = \mu_m \cdot G \cdot h$$

**A vasúti pálya virtuális hossza (2.)**

$$W = W_1 + W_2 = 1000 \cdot G \cdot m + \mu_m \cdot G \cdot h$$

$$\text{I. } W = 1000 \cdot (G_m + G_k) \cdot m + (\mu_{mm} \cdot G_m + \mu_{mk} \cdot G_k) \cdot h$$

$$\text{II. } W_v = (\mu_{mm} \cdot G_m + \mu_{mk} \cdot G_k) \cdot h_v$$

**A vasúti pálya virtuális hossza (3.)**

$$1000 \cdot (G_m + G_k) \cdot m + (\mu_{mm} \cdot G_m + \mu_{mk} \cdot G_k) \cdot h = (\mu_{mm} \cdot G_m + \mu_{mk} \cdot G_k) \cdot h_v$$

$$1000 \cdot m = e \cdot h$$

$$h_v = h \cdot \left( 1 + e \cdot \frac{G_m + G_k}{\mu_{mm} \cdot G_m + \mu_{mk} \cdot G_k} \right) = h \cdot \left( 1 + \frac{e}{\mu_{mv}} \right)$$

$$h_v = h + 300 \cdot m$$

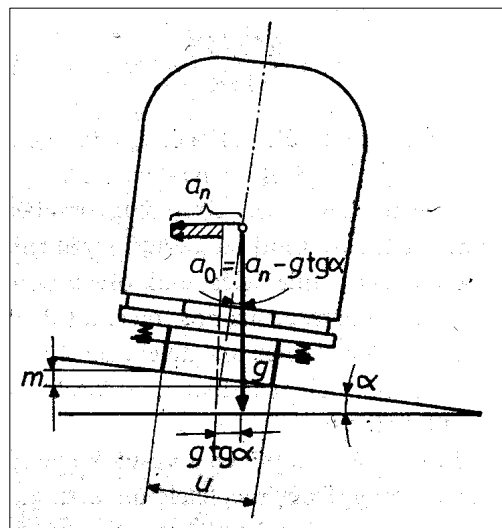
## 5. A vasúti pálya vízszintes- és magassági vonalvezetése

### VÍZSZINTES vonalvezetés

#### 5.1.1. Túlemelés

Az íves pályán haladó járműre ható gyorsulások

$$a_0 = a_n - g \cdot \operatorname{tg} \alpha$$



*Túlemelés*

**A szabványos túlemelés meghatározása**

$$a_0 = a_n - g \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot R} = \frac{V^2}{12,96 \cdot R}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \sin \alpha = \frac{m}{1500}$$

$$a_0 = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - 9,81 \cdot \frac{m}{1500} = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - \frac{m}{153}$$

$$m = \frac{153 \cdot V^2}{12,96 \cdot R} - 153 \cdot a_0 = 11,8 \cdot \frac{V^2}{R} - 153 \cdot a_0$$

**A megengedhető legnagyobb sebesség meghatározása a körívsugár függvényében**

$$a_0 = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - \frac{m}{153} \quad [\text{m/s}^2]$$

$$V = \sqrt{12,96 \cdot \left( a_0 + \frac{m}{153} \right)} \cdot \sqrt{R} \quad [\text{km/h}]$$

$$m_{\max} = 130 \text{ mm} \quad a_0 = 0,42 \text{ m/s}^2$$

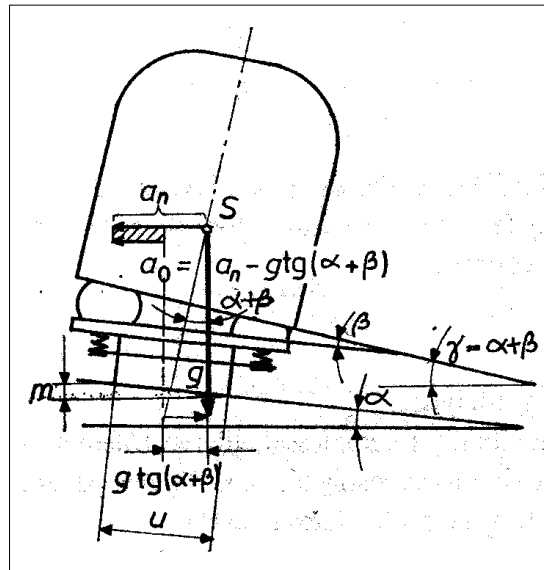
$$V = 4 \cdot \sqrt{R} \quad [\text{km/h}]$$

$$m_{\max} = 150 \text{ mm} \quad a_0 = 0,65 \text{ m/s}^2$$

$$V = 4,6 \cdot \sqrt{R} \quad [\text{km/h}]$$

**Íves pályán haladó járműre ható oldalgyorsulások vezérelt kocsiszekerénydöntés esetén**

$$a_0 = a_n - g \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta)$$



*Kocsiszekerénydőlés*

**Az optimális túlemlés meghatározása**

$$m_{opt} = \frac{1500 \cdot \sum G_i \cdot V_i^2}{3,6^2 \cdot g \cdot R \cdot \sum G_i}$$

$g$  a nehézségi gyorsulás,  
 $R$  a vizsgált körív sugara,  
 $G_i, V_i$  az azonos sebességgel közlekedő napi vonatsúly,

**A túlemlés átmenet függvénye**

Klotoid átmeneti ív esetén:

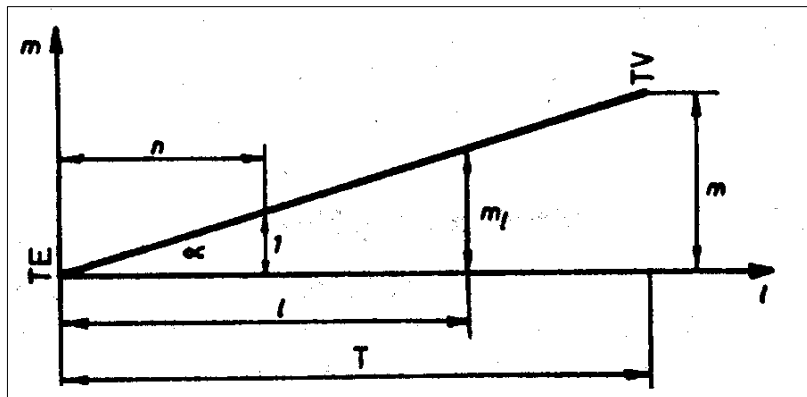
$$m_l = \frac{m}{L} \cdot l$$

Koszínusz átmeneti ív esetén:

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

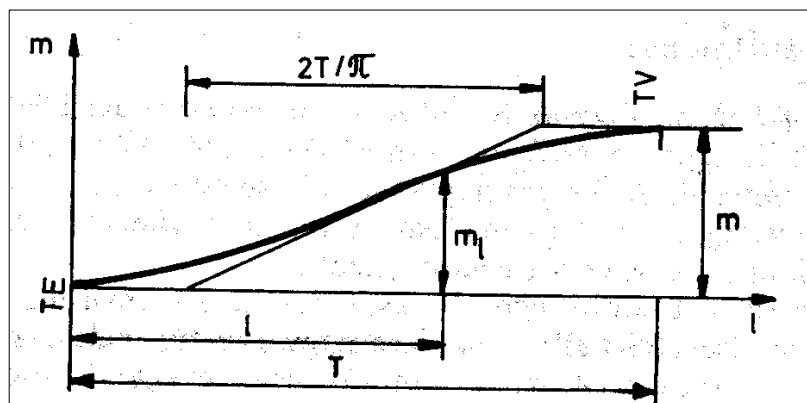
A túlemlési lejtő hajlása klotoid átmenetiív esetén

$$n = \operatorname{ctg} \alpha = 1000 \cdot \frac{L}{m}$$



A túlemelési lejtő hajlása koszinusz átmenetiív esetén

$$n = \operatorname{ctg} \alpha = \frac{2000 \cdot L}{\pi \cdot m} = 636,62 \cdot \frac{L}{m}$$

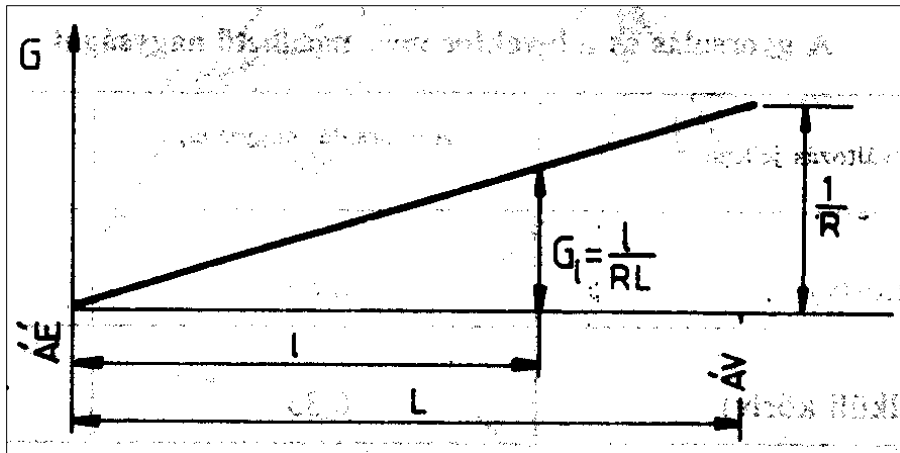


5.1.2. Átmeneti ív

Az átmenetiívek görbületátmenetei

A klotoid átmenetiív görbületváltozásának függvénye

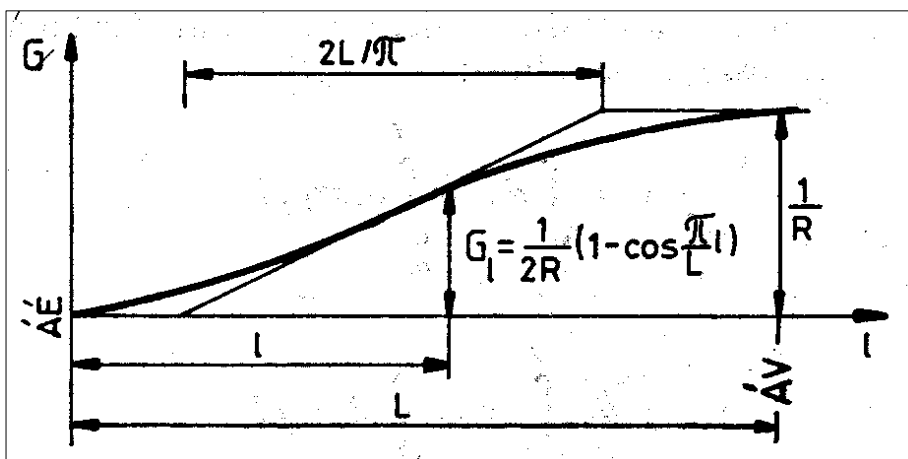
$$G = \frac{l}{R \cdot L}$$



A klotoid átmenetiív görbületváltozásának függvénye

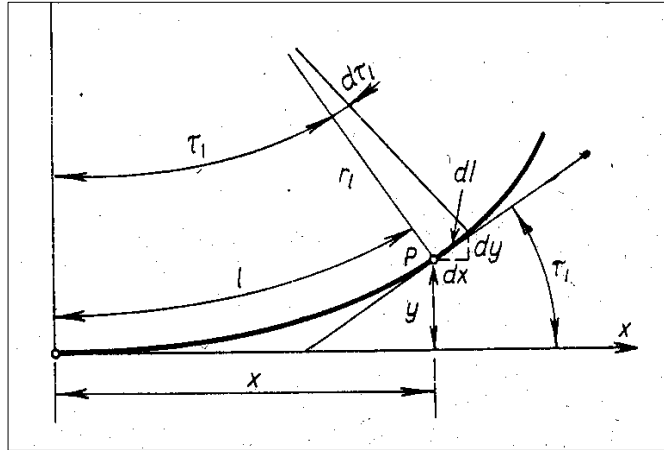
A koszinusz átmenetiív görbületváltozásának függvénye

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



A koszinusz átmenetiív görbületváltozásának függvénye



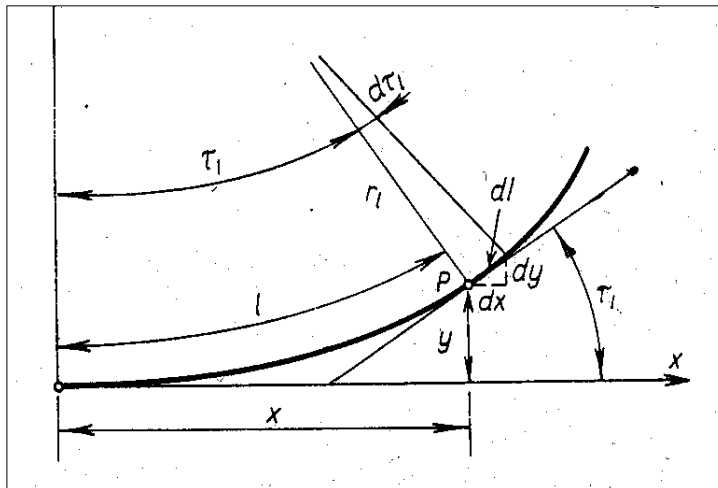


Az átmenetiív érintő-(középponti) szöge

$$dl = d\tau \cdot \rho$$

$$d\tau = \frac{1}{\rho} \cdot dl = g \cdot dl$$

$$\tau_l = \int_0^{\tau} d\tau = \int_0^l G dl$$



Az átmenetiív érintő-(középponti) szöge

**Az átmenetiív derékszögű kitűzési koordinátái**

$$dx = dl \cdot \cos \tau_l$$

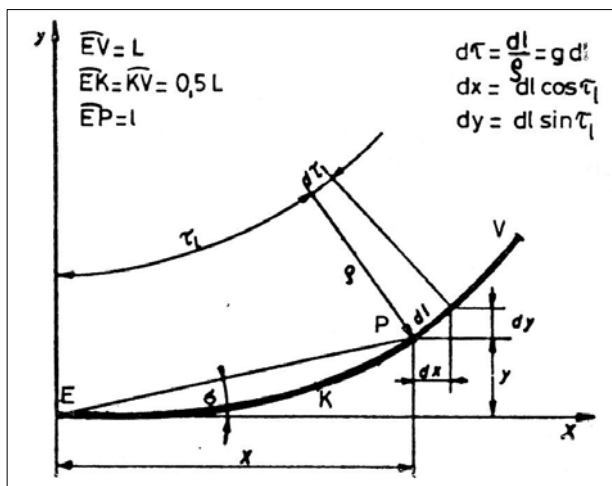
$$dy = dl \cdot \sin \tau_l$$

$$x = \int_0^x dx = \int_0^l \cos \tau_l dl$$

$$y = \int_0^y dy = \int_0^l \sin \tau_l dl$$

$$x = \int_0^l \cos \tau_l dl = \int_0^l \left( 1 - \frac{\tau_l^2}{2!} + \frac{\tau_l^4}{4!} - \dots \right) dl$$

$$y = \int_0^l \sin \tau_l dl = \int_0^l \left( \tau_l - \frac{\tau_l^3}{3!} + \frac{\tau_l^5}{5!} - \dots \right) dl$$



*Az átmenetiív derékszögű kitűzési koordinátái*

**Az átmenetiív jellemző kitűzési adatai**

A köríveltolás nagysága

$$f = Y - (R - R \cdot \cos \tau_L)$$

A köríveltolás abszcisszája:

$$x_0 = X - R \cdot \sin \tau_L$$

A t-metszék értéke:

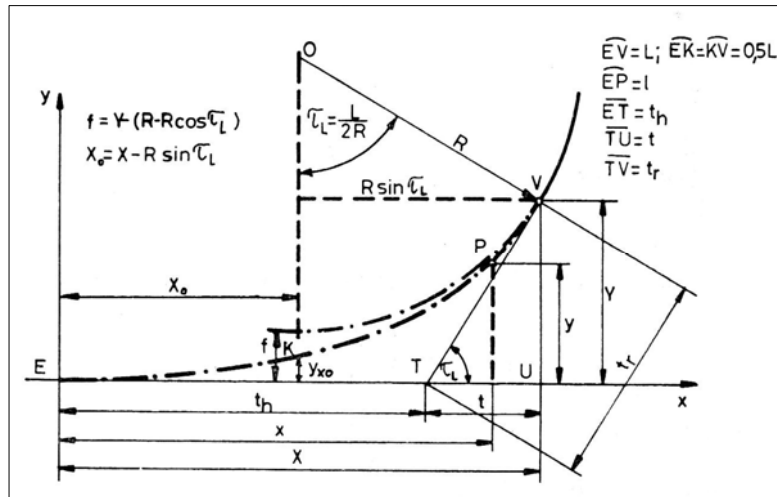
$$t = Y \cdot \text{ctg} \tau_L$$

A hosszú tangenshossz értéke:

$$t_h = X - t$$

A rövid tangenshossz értéke:

$$t_r = Y \cdot \text{cosec} \tau_L$$



Az átmenetiív jellemző kitűzési adatai

**Az átmenetiív végérintőjének meghatározása klotoid átmenetiív esetén**

$$\tau_l = \int_0^l \frac{l}{R \cdot L} = \frac{l^2}{2 \cdot R \cdot L} \quad \tau_l = \int_0^{\tau} d\tau = \int_0^l G_l dl \quad G = \frac{l}{R \cdot L}$$

$$\tau = \frac{L^2}{2 \cdot R \cdot L} = \frac{L}{2 \cdot R} \quad l = L$$

**A klotoid átmenetiív derékszögű kitűzési koordinátái**

$$x = \int_0^l dx = \int_0^l \cos \tau_l dl \quad y = \int_0^l dy = \int_0^l \sin \tau_l dl$$

$$x = \int_0^l dx = \int_0^l \cos \tau_l dl = \int_0^l \cos \left( \frac{l^2}{2C} \right) dl,$$

$$y = \int_0^l dy = \int_0^l \sin \tau_l dl = \int_0^l \sin \left( \frac{l^2}{2C} \right) dl.$$

### 5.1.3. Pályageometriai feladatok

#### A közlekedéskinematika alapösszefüggései

Gyorsulásszeglét esetén:

$$a = v^2 \cdot G = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot R}$$

Gyorsulásváltozást (h-vektort) figyelembevéve

- Átmenetiív esetén:

$$h \approx v^3 \cdot \frac{dG}{dl} = v^3 \cdot \frac{dl}{R \cdot L} = \frac{\alpha \cdot V^3}{3,6^3 \cdot R \cdot L}$$

- Átmenetiív nélkül:

$$h \approx \frac{v^3}{R \cdot d} = \frac{V^3}{3,6^3 \cdot R \cdot d}$$

A körívbe behaladó járművön ébredő oldalgyorsulás változás

$$h = \frac{a}{t} = \frac{v^2}{R} \cdot \frac{v}{d} = \frac{v^3}{R \cdot d} = \frac{V^3}{3,6^3 \cdot R \cdot d}$$

$$h = \frac{V^3}{3,6^3 \cdot R \cdot d}$$

- V [Km/h] sebesség
- R [m] körívsugár,
- d [m] mozgást érzékelő hossz

#### Az átmenetiív elhagyásának vizsgálata

A határsugár értéke

- Gyorsulás alapján:

$$a = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot R}$$

$$R_L^a = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot a}$$

$$a = 0,35 \text{ m/s}^2$$

$$R_L^a = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot 0,35} \cong 0,22 \cdot V^2$$

- h-vektor alapján:

$$h = \frac{V^3}{3,6^3 \cdot R \cdot d}$$

$$R_L^h \approx \frac{V^3}{3,6^3 \cdot h \cdot d}$$

$$\frac{h = 0,2 \text{ m/s}^3}{d = 17 \text{ m}}$$

$$R_L^h \approx \frac{V^3}{3,6^3 \cdot 0,2 \cdot 17} = 0,0063 \cdot V^3$$

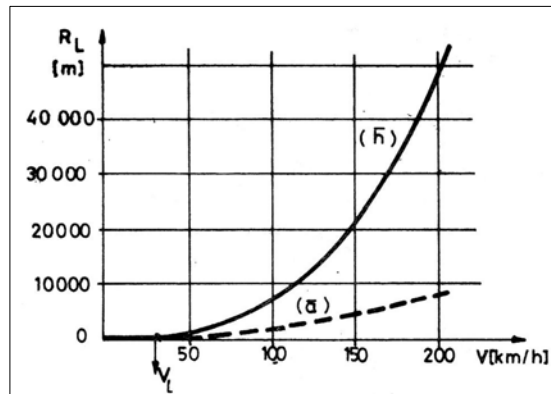
A határsebesség meghatározása:

$$R_L^a = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot 0,35} \cong 0,22 \cdot V^2$$

$$R_L^h \approx \frac{V^3}{3,6^3 \cdot 0,2 \cdot 17} = 0,0063 \cdot V^3$$

$$\frac{V_L^2}{3,6^2 \cdot \alpha} = \frac{V_L^3}{3,6^3 \cdot h \cdot d}$$

$$V_L = \frac{3,6 \cdot h \cdot d}{\alpha} = 3,6 \cdot 0,2 \cdot 17 \approx 35 \text{ km/h}$$



A határsebesség meghatározása

**A megengedett legnagyobb sebesség meghatározása nem túlemelt, átmenetiív nélküli körívben**

A megengedett legnagyobb sebesség

- Gyorsulás alapján:

$$a = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot R} \quad V^a = 3,6 \cdot \sqrt{a \cdot R} \quad a = 0,35 \text{ m/s}^2 \quad V^a = 3,6 \cdot \sqrt{0,35 \cdot R} \cong 2,13 \cdot \sqrt{R}$$

- h-vektor alapján:

$$h \approx \frac{V^3}{3,6 \cdot R \cdot d} \quad V^h \approx 3,6 \cdot \sqrt[3]{h \cdot d \cdot R} \quad h = 0,2 \text{ m/s}^3 \quad d = 17 \text{ m} \quad V^h \cong 3,6 \cdot \sqrt[3]{0,2 \cdot 17 \cdot R} = 5,41 \cdot \sqrt[3]{R}$$

A határsugár értéke

$$V^h \approx 3,6 \cdot \sqrt[3]{h \cdot d \cdot R}$$

$$V^h \approx 3,6 \cdot \sqrt[3]{h \cdot d \cdot R}$$

$$3,6 \cdot \sqrt{a \cdot R} = 3,6 \cdot \sqrt[3]{h \cdot d \cdot R}$$

$$a^{\frac{3}{2}} \cdot R^{\frac{3}{2}} = h \cdot d \cdot R$$

$$R^{\frac{1}{2}} = \frac{h \cdot d}{a^{\frac{3}{2}}} \quad R = \frac{h^2 \cdot d^2}{a^3}$$

$$h = 0,2 \text{ m/s}^3 \quad d = 17 \text{ m} \quad a = 0,35 \text{ m/s}^2$$

$$R = \frac{0,2^2 \cdot 17^2}{0,35^3} \cong 270 \text{ m}$$

### A megengedhető legkisebb körívsugár vizsgálata átmenetiíves körívnél

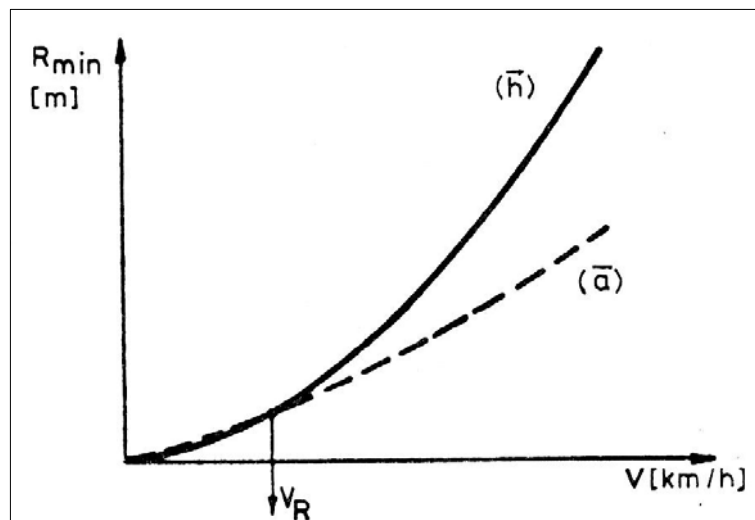
A megengedhető legkisebb körívsugár

- Gyorsulás alapján:

$$m = 11,8 \cdot \frac{V^2}{R} - 153 \cdot a_0 \quad R_{\min}^a = \frac{11,8 \cdot V^2}{m + 153 \cdot a}$$

- h-vektor alapján:

$$h = \frac{\alpha \cdot V^3}{3,6^3 \cdot R \cdot L} \quad R_{\min}^h = \frac{\alpha \cdot V^3}{3,6^3 \cdot h \cdot d}$$



**A megengedhető legnagyobb sebesség meghatározása átmenetiíves körív esetén**

A megengedhető legnagyobb sebesség

- Gyorsulás alapján:

$$V_{\max}^a = \sqrt{\frac{R}{11,8} \cdot (m + 153 \cdot a)}$$

$$m = 11,8 \cdot \frac{V^2}{R} - 153 \cdot a_0$$

- h-vektor alapján:

$$V_{\max}^h = 3,6 \cdot \sqrt[3]{\frac{h \cdot R \cdot L}{\alpha}}$$

$$h = \frac{\alpha \cdot V^3}{3,6^3 \cdot R \cdot L}$$

**Meglévő klotoid-átmenetiív átépítése koszinusz-átmenetiívre**

A koszinusz-átmenetiív megengedett legnagyobb hossza

$$f_{\cos} = \frac{L_{\cos}^2}{42,23}$$

$$\frac{L^2}{24 \cdot R} = \frac{L_{\cos}^2}{42,23}$$

$$L_{\cos} = \sqrt{\frac{42,23}{24}} \cdot L = 1,33 \cdot L$$

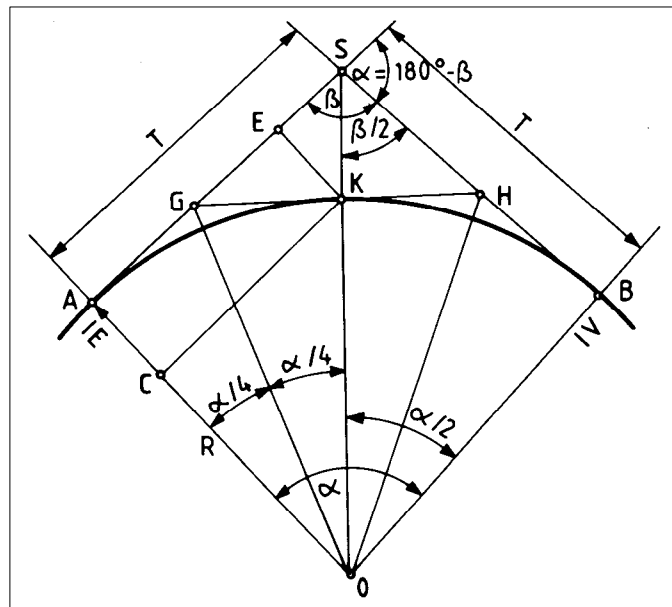
**5.1.4. Átmenetiív nélküli körív főpontkitűzése**

$$\overline{SK} = \overline{SO} - \overline{KO} = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R = R \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad m$$

$$\overline{AE} = R \sin \frac{\alpha}{2} \quad \text{és} \quad \overline{EK} = \overline{AO} - \overline{CO} = R \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$\overline{AG} = \overline{GK} = \overline{KH} = \overline{HB} = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4}$$

$$\overline{SK} = \overline{SO} - \overline{KO} = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R = R \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$



*Átmenetiív nélküli körív főpontkitűzése*



5.1.5. Átmenetiíves körív főpontkitűzése

$$\overline{SK} = R \sec \frac{\alpha}{2} + f \quad m$$

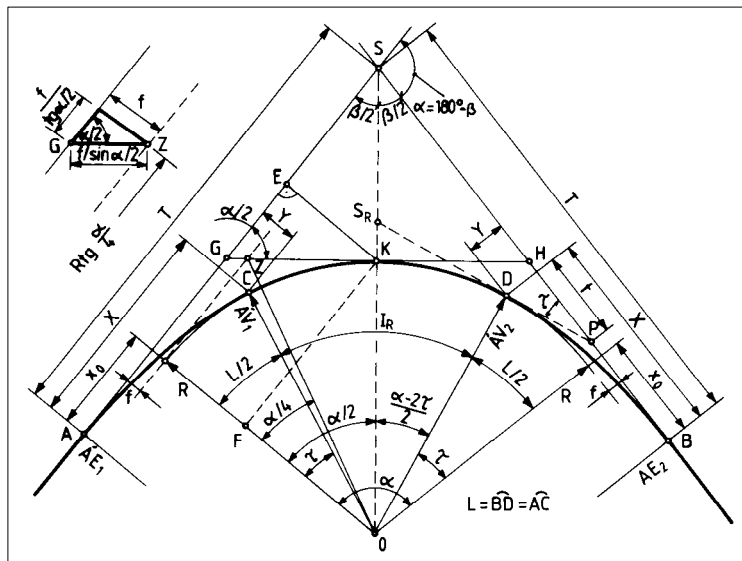
$$\overline{AE} = R \sin \frac{\alpha}{2} + x_0 \quad \text{és} \quad \overline{EK} = R \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) + f \quad m$$

$$\overline{AG} = \overline{BH} = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} - \frac{f}{\operatorname{tg} \alpha / 2} + x_0 \quad m$$

$$\overline{GK} = \overline{HK} = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} + \frac{f}{\sin \alpha / 2} \quad m$$

$$\overline{SK} = \overline{SO} - R = (R + f) \sec \frac{\alpha}{2} - R = (R + f) \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) + f \quad m$$

$$I_R = R \operatorname{arc}(\alpha - 2\tau) \quad m$$



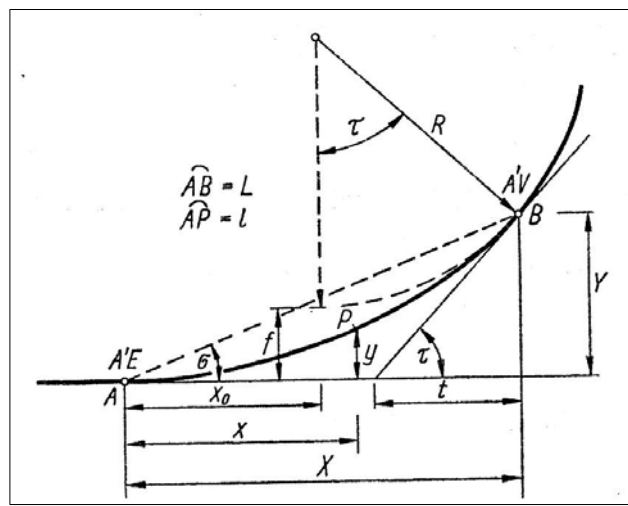
Átmenetiíves körív főpontkitűzése

5.1.6. vasúti körívkitűző kézikönyv táblázatai

Szabványos tüemelések																														
$V, \text{ km/h}$		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160
$C$	—	1875	2700	3800	5000	7200	9800	13000	16800	21400	27300	34500	40000	48000	57000	67100	78000	90000	105000	120000	135000	150000	170000	190000	213000	240000	264000	290000	320000	
$C_1$	—	—	—	—	—	—	—	—	13000	16800	21400	27300	34500	40000	48000	57000	67100	78000	90000	105000	120000	135000	150000	170000	190000	213000	240000	264000	290000	
$C_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$R, \text{ m}$																														
100	—																													
125	—	37																												
150	—	—	45																											
175	—	—	39	54																										
200	—	—	34	48	62																									
225	—	—	—	42	56	71																								
250	—	—	—	38	50	64	78																							
275	—	—	—	35	46	58	71	86																						
300	—	—	—	—	42	53	65	79	93																					
325	—	—	—	—	38	49	60	73	86	101																				
350	—	—	—	—	36	46	56	68	80	94	111																			
375	—	—	—	—	43	52	63	75	88	104	123	125																		
400	—	—	—	—	40	49	59	70	82	98	115	125	125																	
450	—	—	—	—	36	44	52	62	73	87	102	111	125	125																
500	—	—	—	—	—	39	47	56	66	78	92	100	113	127	127															
550	—	—	—	—	—	36	43	51	60	71	84	91	102	115	128	128														
600	—	—	—	—	—	39	47	55	65	77	83	94	105	117	128	130	120													
650	—	—	—	—	—	43	51	60	71	83	94	105	117	128	130	120	109	111												
700	—	—	—	—	—	40	47	56	66	72	81	91	101	111	122	122	114	127	127											
750	—	—	—	—	—	37	44	52	62	67	75	85	94	104	114	127	127	131	125	125										
800	—	—	—	—	—	35	41	49	58	62	71	79	88	98	107	119	131	125	125	120										
900	—	—	—	—	—	37	43	51	63	70	79	87	95	106	116	125	125	120	109	109										
1000	—	—	—	—	—	39	46	50	57	63	71	78	85	96	104	113	120	120	109	109	119	128								
1100	—	—	—	—	—	43	42	45	51	58	64	71	78	87	95	102	109	119	128	128	117	117	127							
1200	—	—	—	—	—	38	42	47	53	59	65	71	78	80	87	94	100	109	117	127	127	127	127							
1300	—	—	—	—	—	—	35	39	43	49	54	60	66	73	80	87	93	101	108	117	127	127	127	126						
1400	—	—	—	—	—	—	36	40	45	49	56	61	68	75	80	86	94	100	109	118	126	126	126	126	125					
1500	—	—	—	—	—	—	33	37	42	47	52	57	64	70	75	80	88	94	101	110	117	125	125	125	125					
1600	—	—	—	—	—	—	—	35	40	44	49	53	60	65	70	75	82	88	95	103	110	117	125	125	125					
1800	—	—	—	—	—	—	—	38	43	47	53	58	63	67	73	78	85	92	98	104	111	117	125	125	125					
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	35	39	43	47	53	58	63	67	73	78	85	92	98	104	111	117	125	125				
2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34	38	42	45	48	52	56	60	66	71	76	83	88	94	100	108					
3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	39	43	47	51	55	60	66	71	76	81	86	91	96	101					
4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	39	43	47	51	55	60	66	71	76	81	86	91	96	101				
5000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	39	43	47	51	55	60	66	71	76	81	86	91	96	101			
6000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	39	43	47	51	55	60	66	71	76	81	86	91	96	101		
7000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	39	43	47	51	55	60	66	71	76	81	86	91	96	101	

Közbenes sugaraknál a tüemelés mértékét a táblázati értékek közt beiktatással kell megállapítani

A szabványos tüemelések táblázata



szabványos klotoid-átmenetiív

6. táblázat

**C = 40 000 m<sup>2</sup> állandójú klotoid-átmenetív**

*Alkalmazható:*  
szabványos túlemeléssel 80 km/h sebességnél,  
helyszínrajzi nehézségek esetén szabványos túlemeléssel mint C<sub>1</sub> 85 km/h sebességnél, csökkentett túlemeléssel mint C<sub>0</sub> 90 km/h sebességnél, csökkentett túlemeléssel mint C<sub>01</sub> 95 km/h sebességnél.

Az átmenetív kitűzési adatai

R	L	f	x <sub>0</sub>	X	Y	t	τ			σ			R
							o	'	''	o	'	''	
1800	22,222	0,011	11,111	22,222	0,046	7,407	0	21	13	0	07	04	1800
1600	25,000	0,016	12,500	25,000	0,065	8,333	0	26	51	0	08	57	1600
1500	26,667	0,020	13,333	26,667	0,079	8,889	0	30	34	0	10	11	1500
1400	28,571	0,024	14,285	28,571	0,097	9,523	0	35	05	0	11	42	1400
1300	30,769	0,030	15,384	30,769	0,121	10,256	0	40	41	0	13	34	1300
1200	33,333	0,039	16,666	33,332	0,154	11,110	0	47	45	0	15	55	1200
1100	36,364	0,050	18,182	36,363	0,200	12,120	0	56	49	0	18	56	1100
1000	40,000	0,067	20,000	39,998	0,267	13,331	1	08	45	0	22	55	1000
900	44,444	0,091	22,222	44,441	0,366	14,811	1	24	53	0	28	18	900
800	50,000	0,130	24,999	49,995	0,521	16,660	1	47	26	0	35	49	800
750	53,333	0,158	26,665	53,326	0,632	17,769	2	02	14	0	40	45	750
700	57,143	0,194	28,570	57,133	0,777	19,035	2	20	19	0	46	46	700
650	61,538	0,243	30,767	61,524	0,971	20,494	2	42	44	0	54	15	650
600	66,667	0,309	33,330	66,646	1,234	22,195	3	10	59	1	03	40	600
550	72,727	0,401	36,358	72,695	1,602	24,199	3	47	17	1	15	46	550
500	80,000	0,533	39,991	79,949	2,132	26,598	4	35	01	1	31	40	500
450	88,889	0,731	44,430	88,802	2,924	29,513	5	39	32	1	53	10	450
400	100,000	1,041	49,974	99,844	4,162	33,123	7	09	43	2	23	13	400

A szabványos klotoid-átmenetiívek adatai

6. táblázat

C = 40 000 m<sup>2</sup>

A részletpontok adatai

l	x	Δx	y	Δy	σ			Δσ		
					o	'	''	o	'	''
5,000	5,000	5,000	0,001	0,001	0	00	21	0	00	21
10,000	10,000	5,000	0,004	0,004	0	01	26	0	01	04
15,000	15,000	5,000	0,014	0,010	0	03	13	0	01	47
20,000	20,000	5,000	0,033	0,019	0	05	44	0	02	30
25,000	25,000	5,000	0,065	0,032	0	08	57	0	03	13
30,000	30,000	5,000	0,112	0,047	0	12	53	0	03	56
35,000	34,999	5,000	0,179	0,066	0	17	33	0	04	39
40,000	39,998	4,999	0,267	0,088	0	22	55	0	05	22
45,000	44,997	4,999	0,380	0,113	0	29	00	0	06	05
50,000	49,995	4,998	0,521	0,141	0	35	49	0	06	48
55,000	54,992	4,997	0,693	0,172	0	43	20	0	07	31
60,000	59,988	4,996	0,900	0,207	0	51	34	0	08	14
65,000	64,982	4,994	1,144	0,244	1	00	31	0	08	57
70,000	69,974	4,992	1,429	0,285	1	10	11	0	09	40
75,000	74,963	4,989	1,757	0,328	1	20	34	0	10	23
80,000	79,949	4,986	2,132	0,375	1	31	40	0	11	06
85,000	84,931	4,982	2,557	0,425	1	43	29	0	11	49
90,000	89,908	4,977	3,035	0,478	1	56	01	0	12	32
95,000	94,879	4,971	3,569	0,534	2	09	16	0	13	15
100,000	99,844	4,965	4,162	0,593	2	23	13	0	13	58

A szabványos klotoid-átmenetiívek részletpontjainak derékszögű (x,y) kitűzési adatai

**Tümelések értékei nagysebességeknél (m, mm)** 7. táblázat

R, m	V, km/h										R, m
	120	130	140	150	160	180	200	220	250		
700	150	143									700
750	147	127									750
800	133	113	150								800
900	109	89	142	122							900
1 000	90	70	120	100	150	132					1 000
1 100	75	55	102	82	131	111	150	142			1 100
1 200	62	42	87	67	113	93	142	122			1 200
1 300	51	31	74	54	98	78	125	105	150	133	1 300
1 400	42	22	63	43	86	66	110	90	136	116	1 400
1 500	34	20	53	33	75	55	97	77	122	102	1 500
1 600	27	20	45	25	65	45	86	66	109	89	1 600
1 700	20	0	38	20	56	36	77	57	98	78	1 700
1 800	20	0	31	20	49	29	68	48	88	68	1 800
1 900	20	0	25	20	42	22	60	40	79	59	1 900
2 000	20	0	20	0	36	20	53	33	71	51	2 000
2 200			20	0	26	20	41	21	58	38	2 200
2 500					20	0	27	20	41	21	2 500
2 800					20	0	20	0	28	20	2 800
3 000							20	0	21	20	3 000
3 500							20	0	64	30	3 500
4 000							50	20	72	38	4 000
5 000							31	0	49	20	5 000
6 000							20	0	33	0	6 000
7 000							20	0	22	0	7 000
8 000							20	0	20	0	8 000
10 000									20	0	10 000
11 000									20	0	11 000
12 000									20	0	12 000
14 000										20	14 000
15 000										20	15 000

120 km/h ≤ V ≤ 160 km/h

$$m = 11,8 \frac{V^2}{R} - 80,$$

legalább:

$$m = 11,8 \frac{V^2}{R} - 100.$$

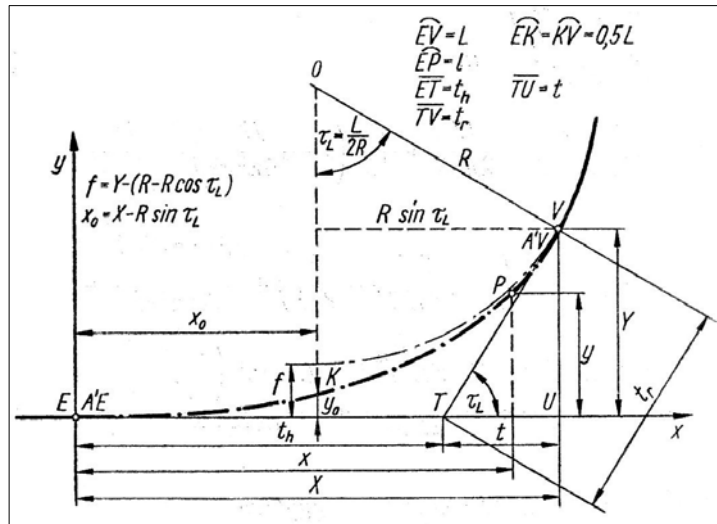
*A tümelések értékei nagysebességeknél*

9. táblázat

**Koszinusz-átmenetiívhosszak (L, m)**

R, m	V, km/h									R, m
	120	130	140	150	160	180	200	220	250	
700	222									700
750	206									750
800	193	246								800
900	170	217								900
1 000	152	195	244							1 000
1 100	138	176	221	272						1 100
1 200	126	161	201	248						1 200
1 300	116	148	185	229	278					1 300
1 400	108	137	172	212	257					1 400
1 500	100	128	160	197	240					1 500
1 600	94	119	149	184	224					1 600
1 700	88	112	140	173	210	301				1 700
1 800	83	106	132	163	198	283				1 800
1 900	79	100	125	154	188	268				1 900
2 000	75	95	119	146	178	254				2 000
2 200	68	86	108	133	161	230	317			2 200
2 500	60	76	95	117	142	202	278	371		2 500
2 800	53	67	84	104	126	180	247	330		2 800
3 000	51	63	79	97	118	168	230	307		3 000
3 500	55	55	67	83	100	143	197	262	386	3 500
4 000	58	58	59	72	88	125	172	229	337	4 000
5 000	65	65	65	65	70	100	137	182	268	5 000
6 000	71	71	71	71	71	83	114	152	223	6 000
7 000		77	77	77	77	77	98	130	191	7 000
8 000			83	83	83	83	85	113	167	8 000
10 000					92	92	92	92	133	10 000
11 000					97	97	97	97	121	11 000
12 000						101	101	101	111	12 000
14 000						109	109	109	109	14 000
15 000							113	113	113	15 000
17 000							120	120	120	17 000
20 000								130	130	20 000
21 000								133	133	21 000
25 000									146	25 000
27 000									151	27 000

*Koszinusz-átmenetiívhosszak nagysebességeknél*



Koszínusz átmenetív

10. táblázat

$R = 5000 \text{ m}, L = 100,000 \text{ m}$

$f = 0,047$   
 $x_0 = 50,000$   
 $y_0 = 0,024$   
 $t = 29,735$   
 $t_h = 70,265$   
 $t_r = 29,736$   
 $\tau = 0^\circ 34' 22''$

**Koszínusz-átmenetív**

l	x	$\Delta x$	y	$\Delta y$	$\sigma$			$\Delta \sigma$		
					°	'	''	°	'	''
5,000	5,000	5,000	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0
10,000	10,000	5,000	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0
15,000	15,000	5,000	0,000	0,000	0	0	2	0	0	1
20,000	20,000	5,000	0,001	0,000	0	0	6	0	0	3
25,000	25,000	5,000	0,002	0,001	0	0	12	0	0	6
30,000	30,000	5,000	0,003	0,002	0	0	22	0	0	9
35,000	35,000	5,000	0,006	0,003	0	0	34	0	0	12
40,000	40,000	5,000	0,010	0,004	0	0	51	0	0	16
45,000	45,000	5,000	0,016	0,006	0	1	12	0	0	20
50,000	50,000	5,000	0,024	0,008	0	1	37	0	0	25
55,000	55,000	5,000	0,034	0,010	0	2	7	0	0	30
60,000	60,000	5,000	0,047	0,013	0	2	42	0	0	35
65,000	65,000	5,000	0,064	0,017	0	3	22	0	0	40
70,000	70,000	5,000	0,084	0,020	0	4	7	0	0	45
75,000	75,000	5,000	0,108	0,024	0	4	57	0	0	49
80,000	80,000	5,000	0,137	0,028	0	5	52	0	0	54
85,000	85,000	5,000	0,170	0,033	0	6	51	0	0	59
90,000	90,000	5,000	0,207	0,038	0	7	55	0	1	3
95,000	94,999	5,000	0,250	0,043	0	9	2	0	1	7
100,000	99,999	5,000	0,297	0,048	0	10	13	0	1	10

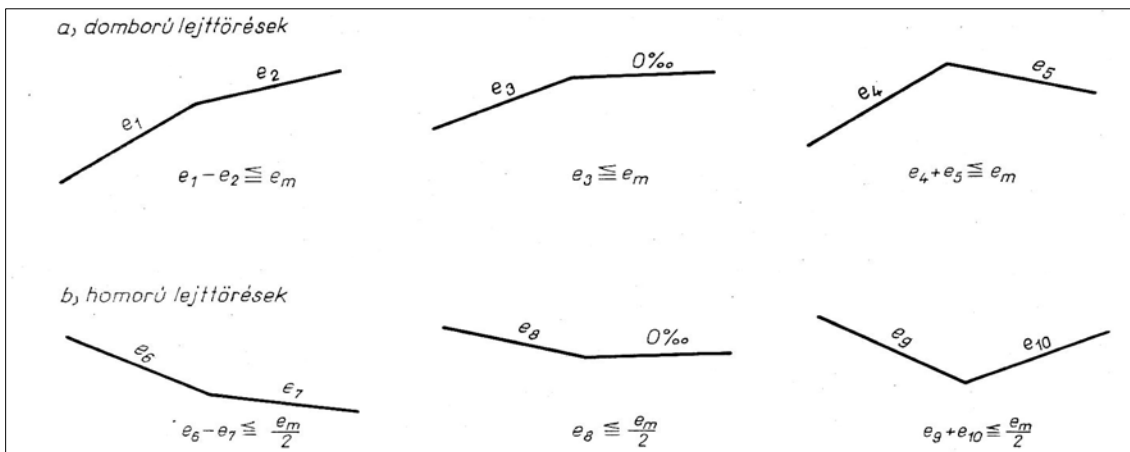
Koszínusz-átmenetívek adatai

### 5.1.7. Magassági vonalvezetés

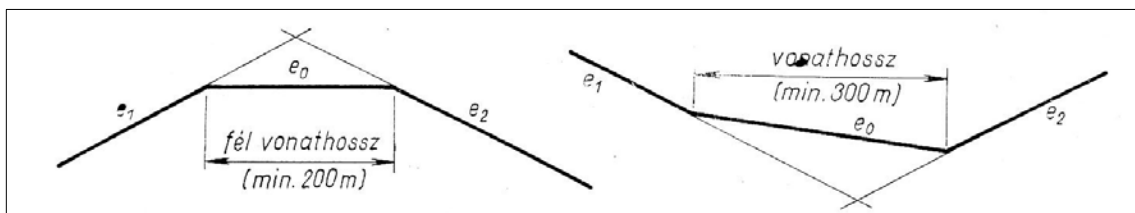
#### A normálnyomtávolságú vasutak csoportosítása a mértékadó emelkedő szerint

Terep jellege	Mértékadó emelkedő [‰]
Alföd:	0-5
Síkvidék:	0-7
Dombvidék:	7-15
Hegyvidék:	15-25

#### A lejtők csatlakoztatásának alapesetei



#### A lejtőrésnél beiktatandó átmeneti vonalszakasz



**A függőleges lekerekítő ív kitűzési adatainak számítása**

$$R_f = v^2$$

$$T = R_f \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = R_f \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1 \pm \alpha_2}{2}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha_1 \pm \alpha_2}{2} \cong \frac{\operatorname{tg}(\alpha_1 \pm \alpha_2)}{2}$$

$$T = \frac{R_f}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 \pm \alpha_2) = \frac{R_f}{2} \cdot \frac{e_1 \pm e_2}{1000}$$

$$T = \frac{R_f}{2000} \cdot (e_1 \pm e_2)$$

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot R_f}$$

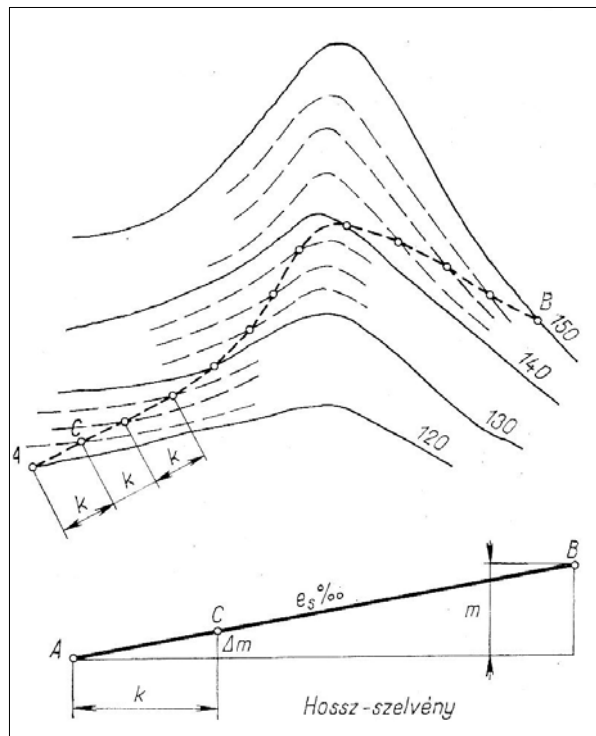
**Normálnyomtávolságú vasútvonalak legnagyobb emelkedői**

A vasút megnevezése	Legnagyobb emelkedő [%]
Semmering (Ausztria)	25
Brenner (Ausztria-Olaszország)	25
Tauern (Ausztria)	26
Gotthard (Svájc)	27
Lötschberg (Svájc)	27
Mont-Cenis (Olaszország)	30,2
Arlberg (Ausztria)	31,4
Schneeberg (Ausztria)	40

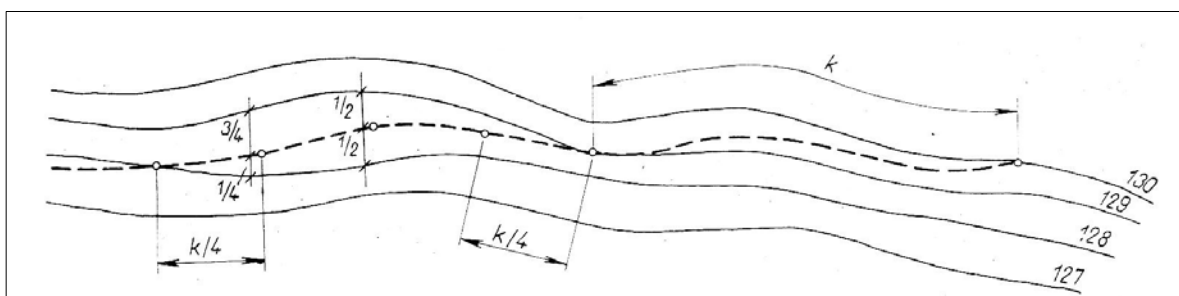


## 6. A vasúti pálya nyomozása nyomjelzése

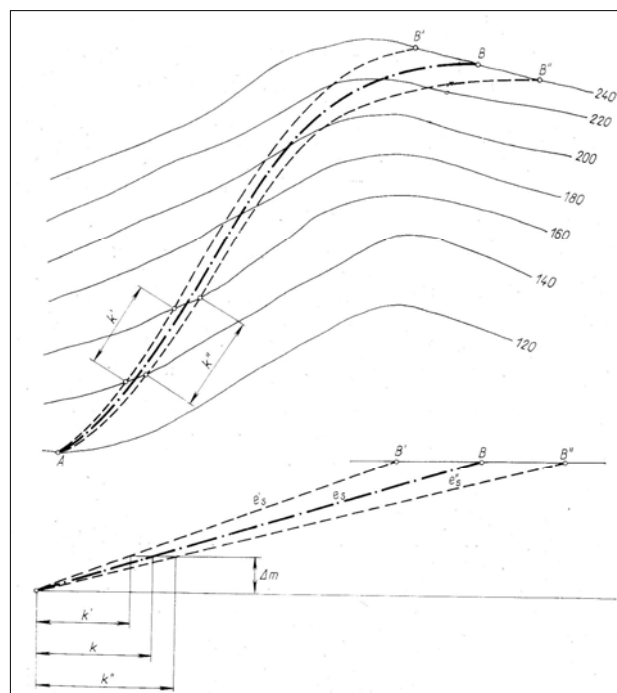
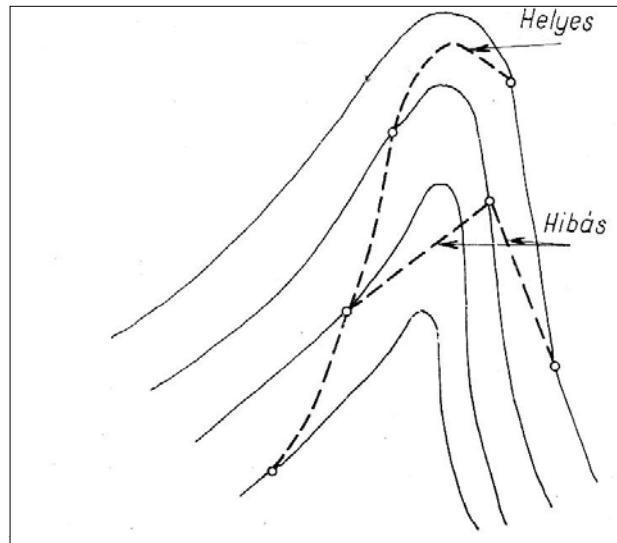
### 6.1.1. A vasúti pálya nyomozása



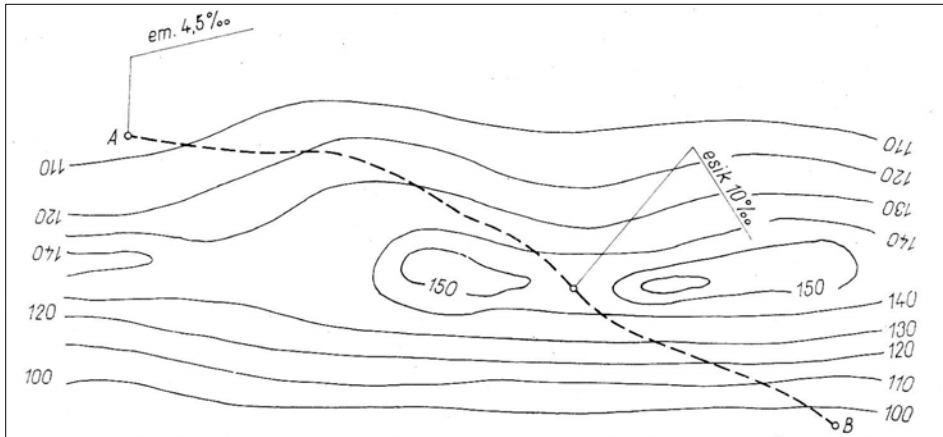
*A semleges vonal fogalma*



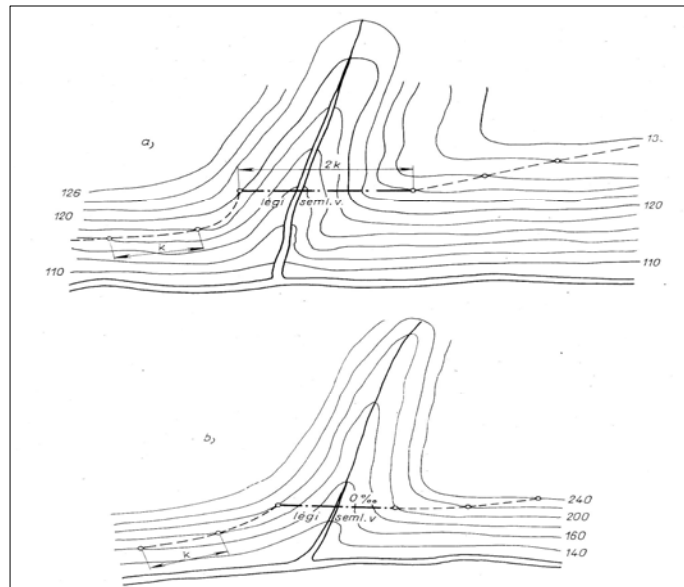
*Az osztóköz megosztása lankás terepen*



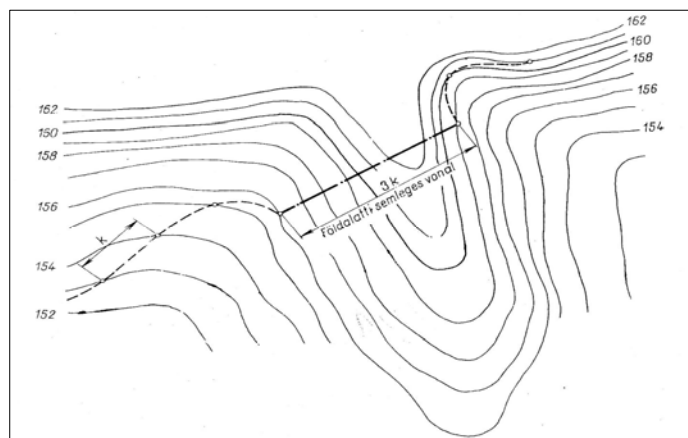
*A semleges vonal emelkedőjének módosítása*



*A semleges vonal emelkedőjének megváltoztatása a hágóponton*

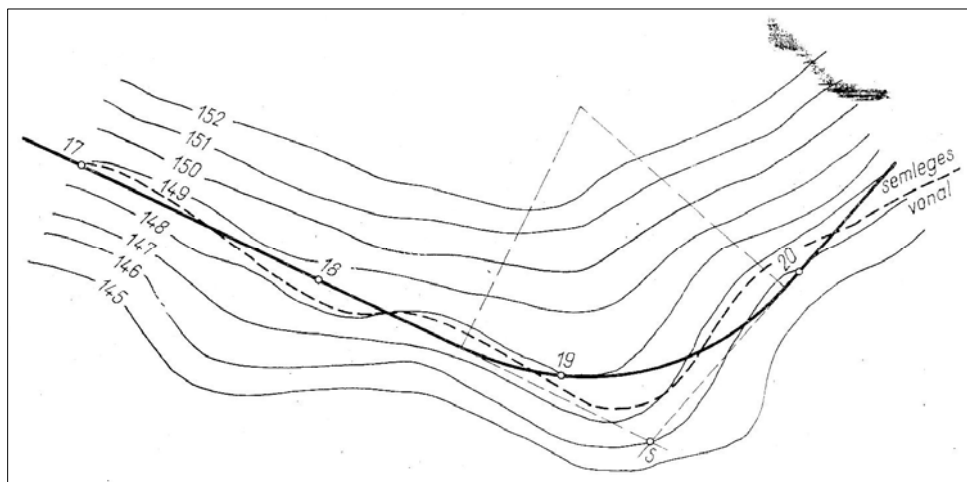


*A légi semleges vonal*

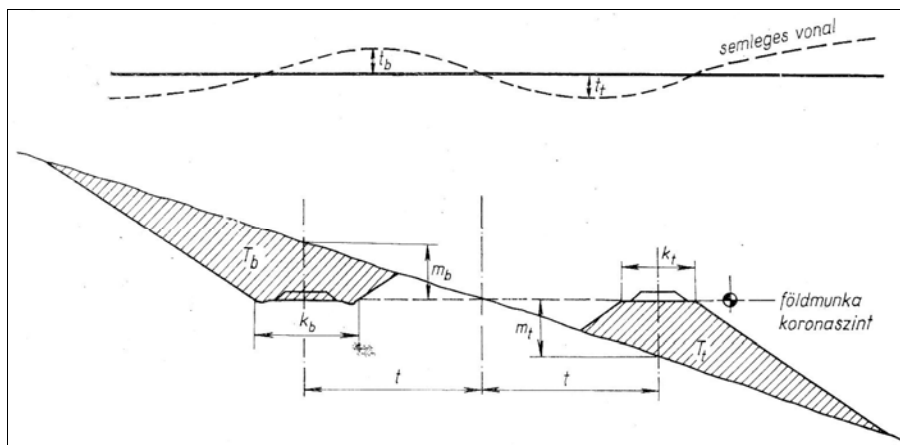


*A földalatti semleges vonal*

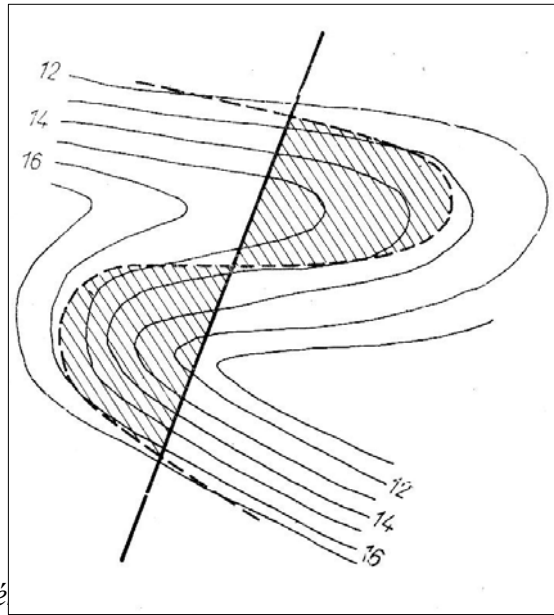
6.1.2. A vasúti pálya nyomvonalának tervezése



A vonaltengely befektetése



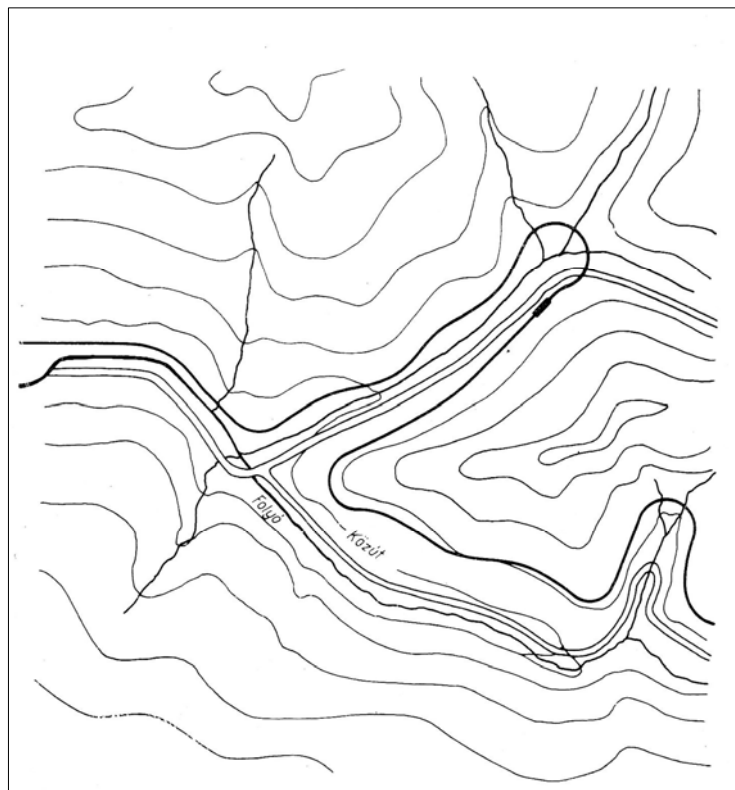
A semleges vonal és a vonaltengely viszonyának hatása a földmunka köbtartalmára



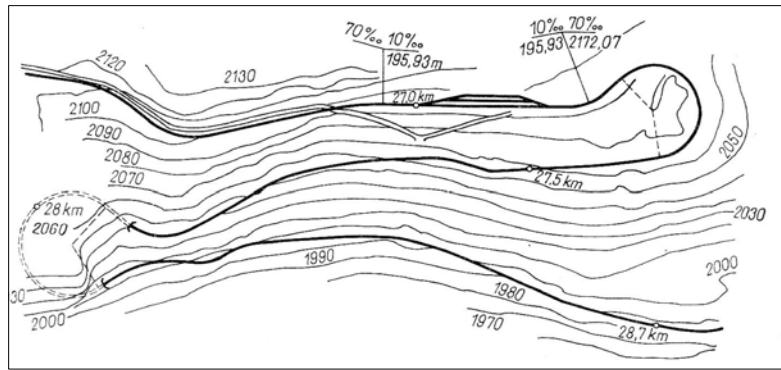
*A semleges vonal metszé*

*a a földmunka köbtartal-*

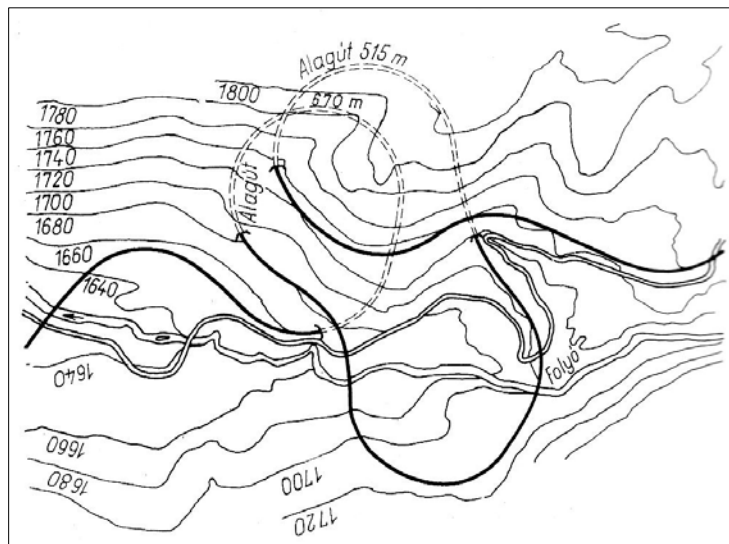
*mára*



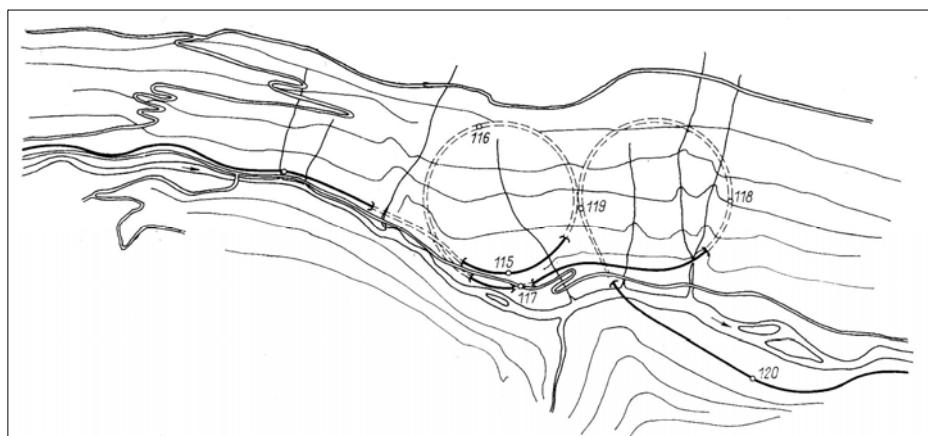
*Vonalkifejtés a mellékvölgy kihasználásával*



*A Bernina-vasút forduló alagútja Alp-Grüm mellett*

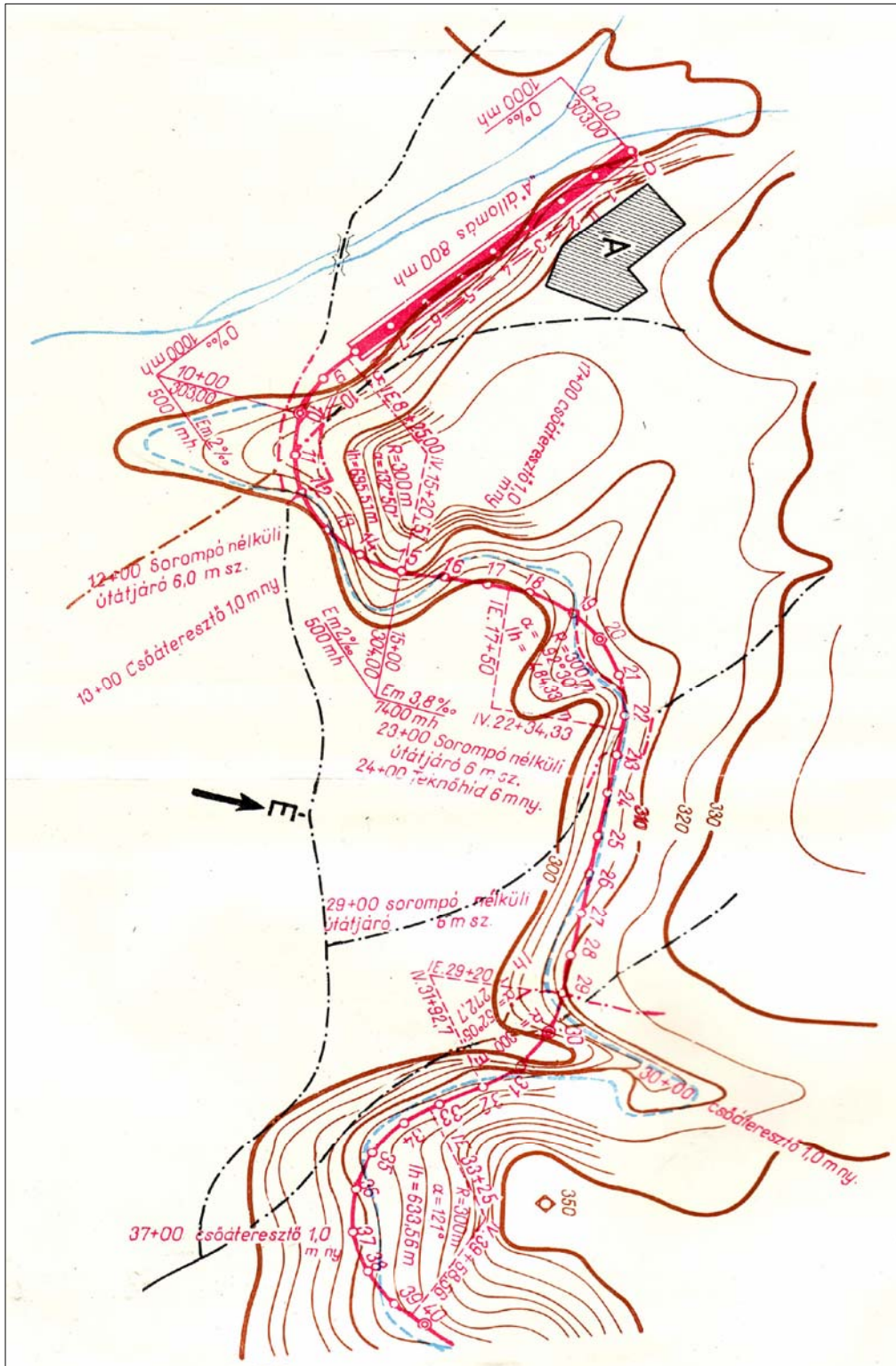


*Az Albula-vasút kettős hurokalagútja Breda mellett*

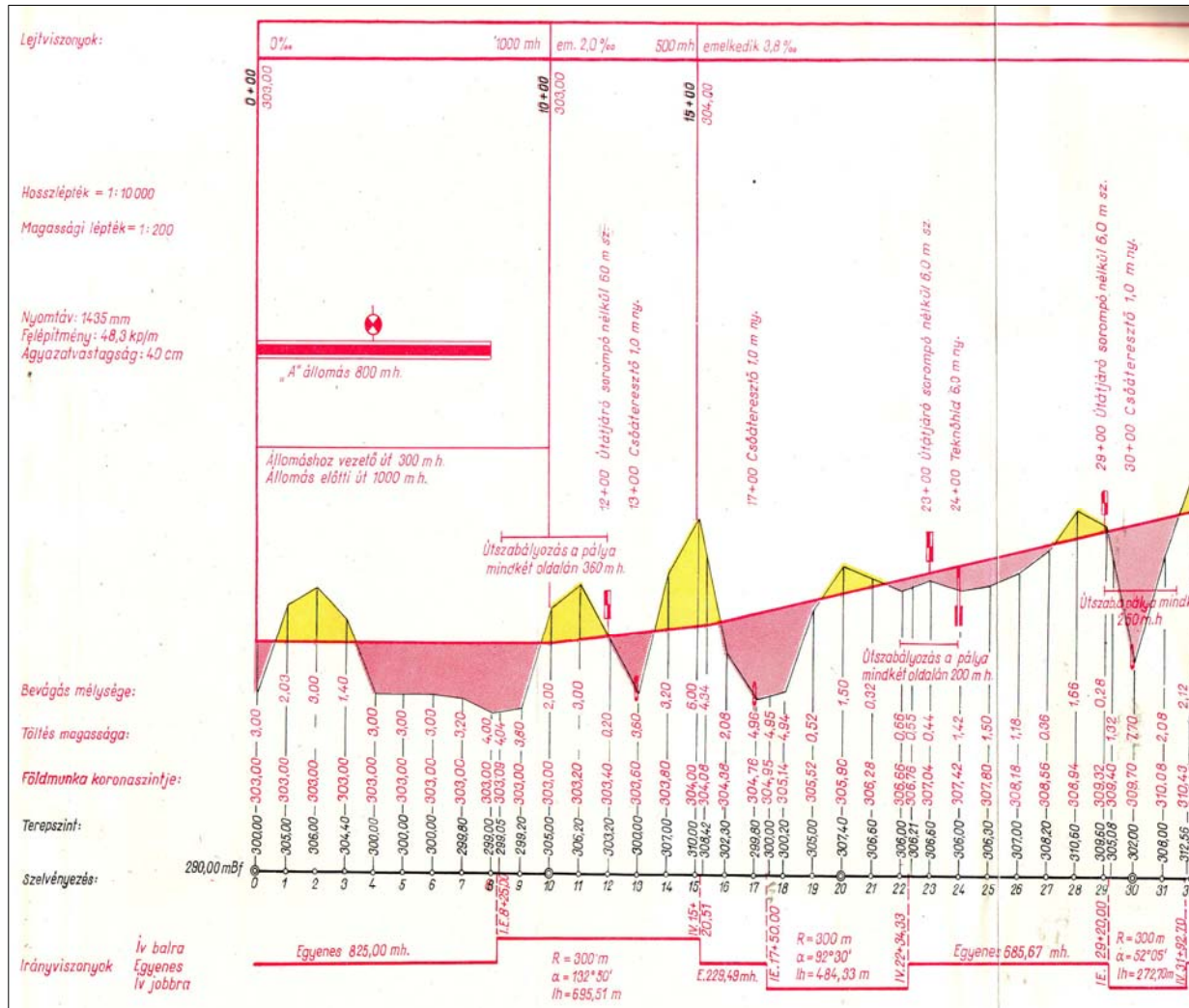


*A Gottgard-vasút déli lejtőjén lévő kettős hurokalagút Giornico mellett*

6.1.3. A vasúti pálya tervei

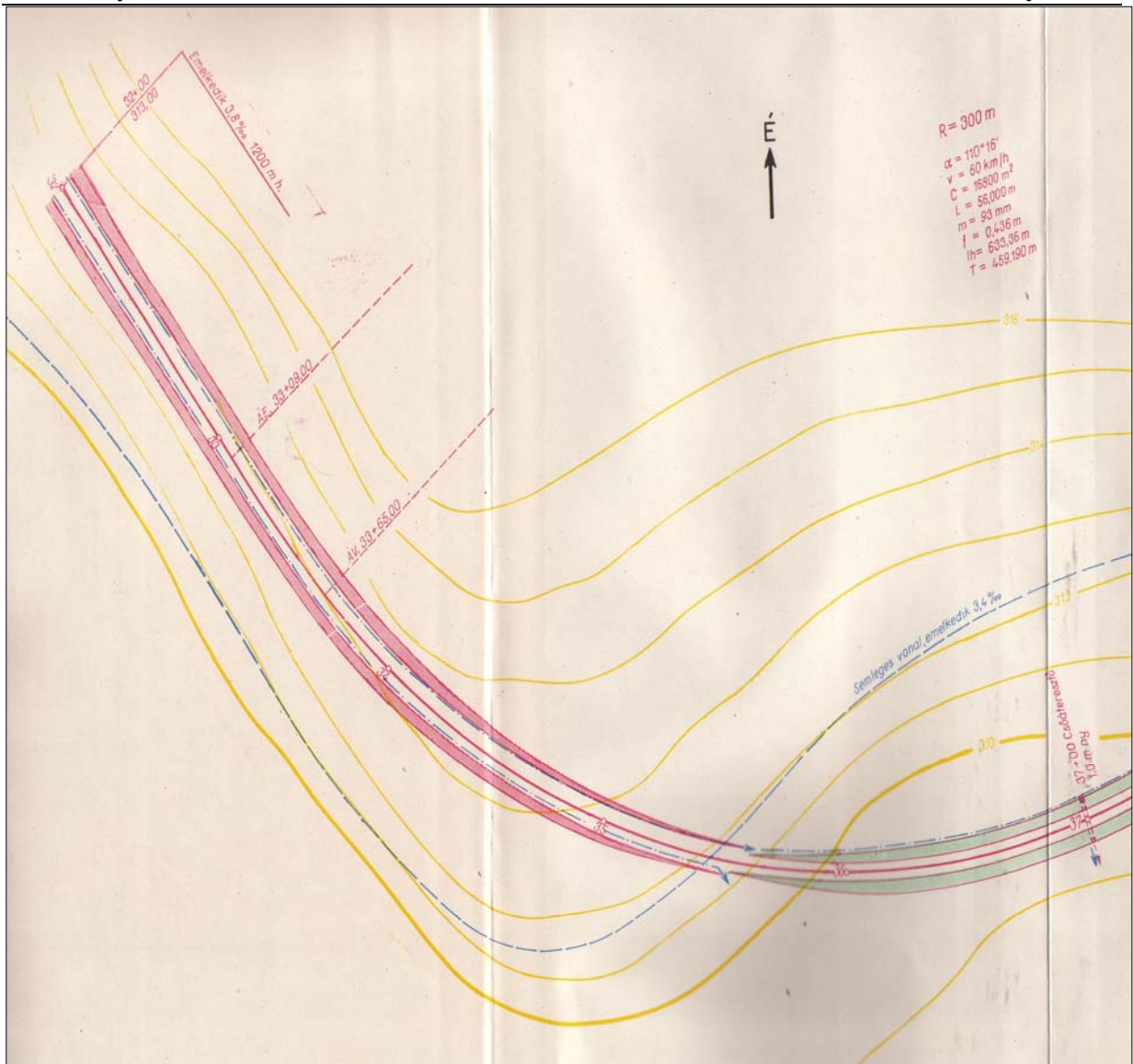


A vasúti pálya helyszínrajza (Engedélyezési terv)

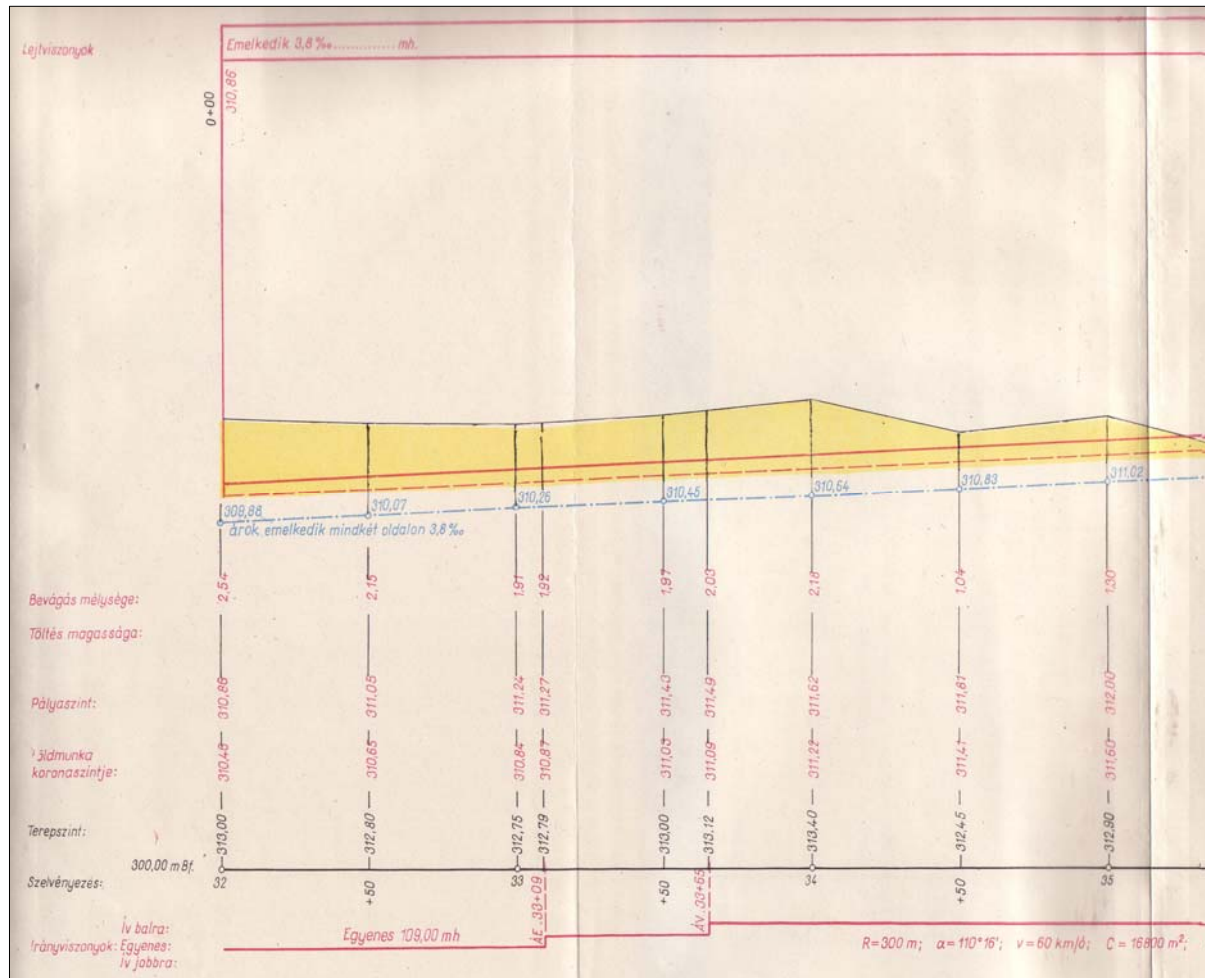


A vasúti pálya hossz-szelvénye (Engedélyezési terv)

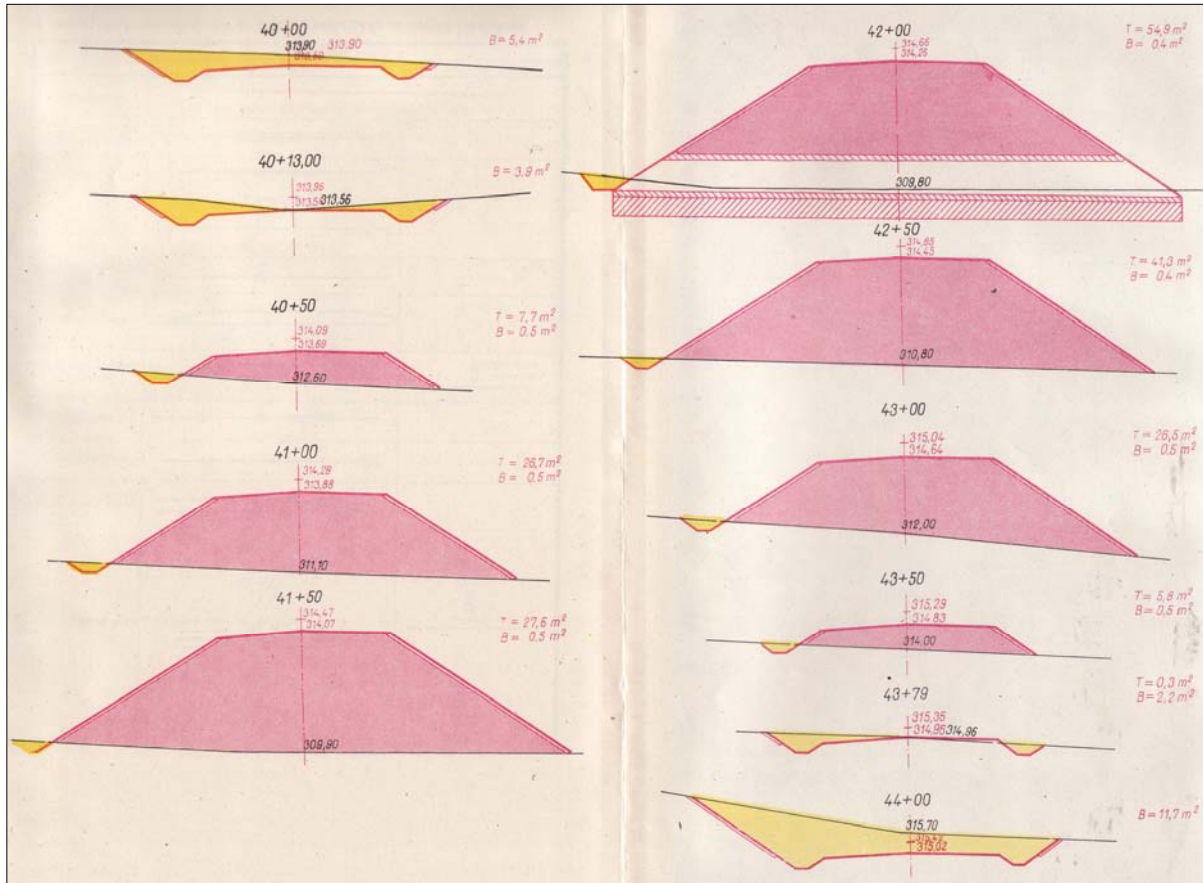




*A vasúti pálya helyszínrajza (Kivitelezési terv)*



A vasúti pálya hossz-szelvénye (Kivitelezési terv)

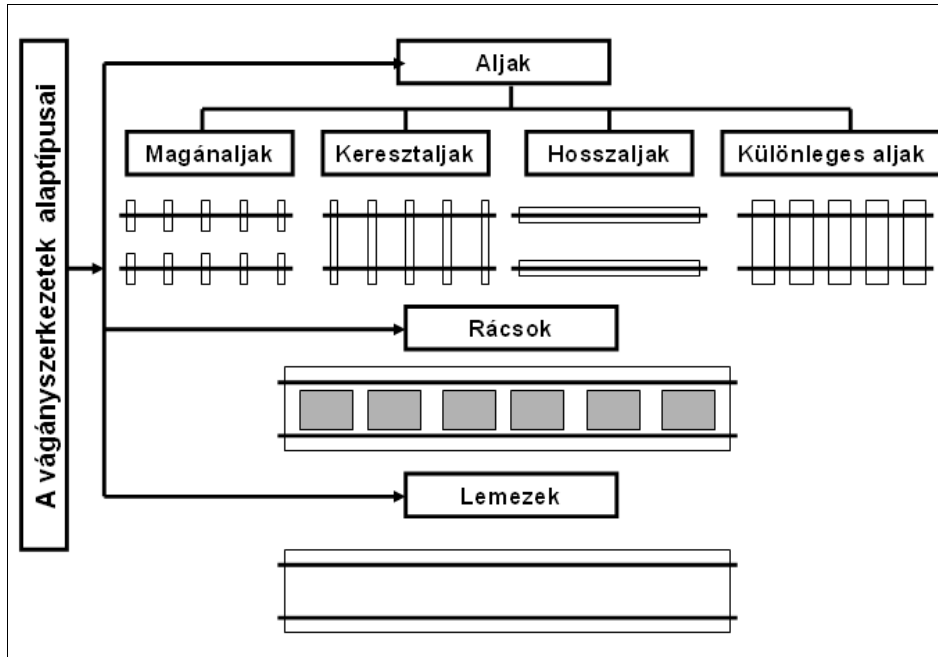


*A vasúti pálya keresztmetszénei (Kivitelezési terv)*

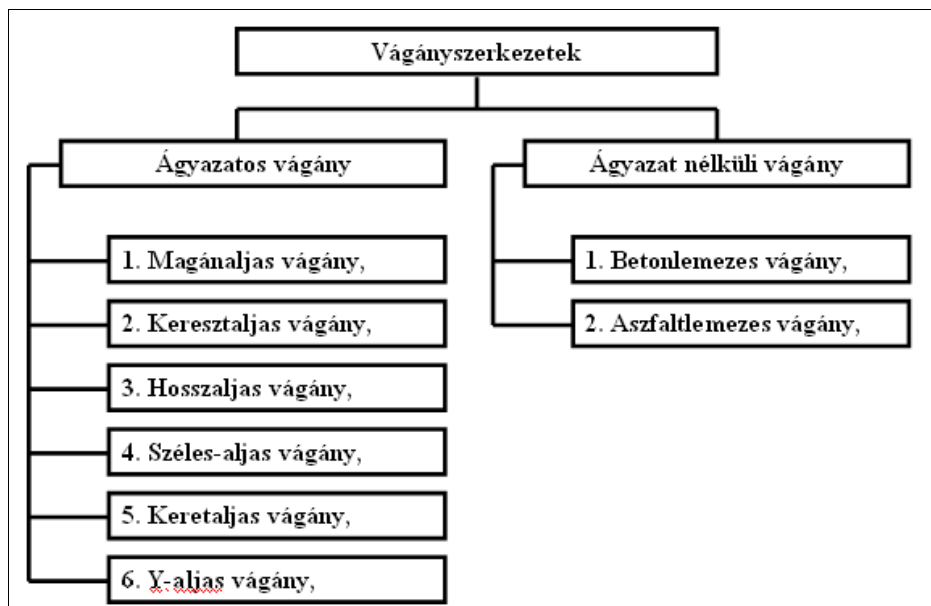
## 7. A vasúti pálya szerkezeti elemei I

### 7.1.1. A legfontosabb pályaszerkezeti megoldások

A vágányszerkezetek főbb típusai (a sín alátámasztása szerint)



A vágányszerkezetek főbb típusai (az aljzat alátámasztása szerint)



## Aljak típusai

Magánaljas vágány:

Keresztaljas vágány:

- Faaljas vágány
- Vasaljas vágány
- Betonljas vágány

Széles-aljas vágány

Y-aljas vágány

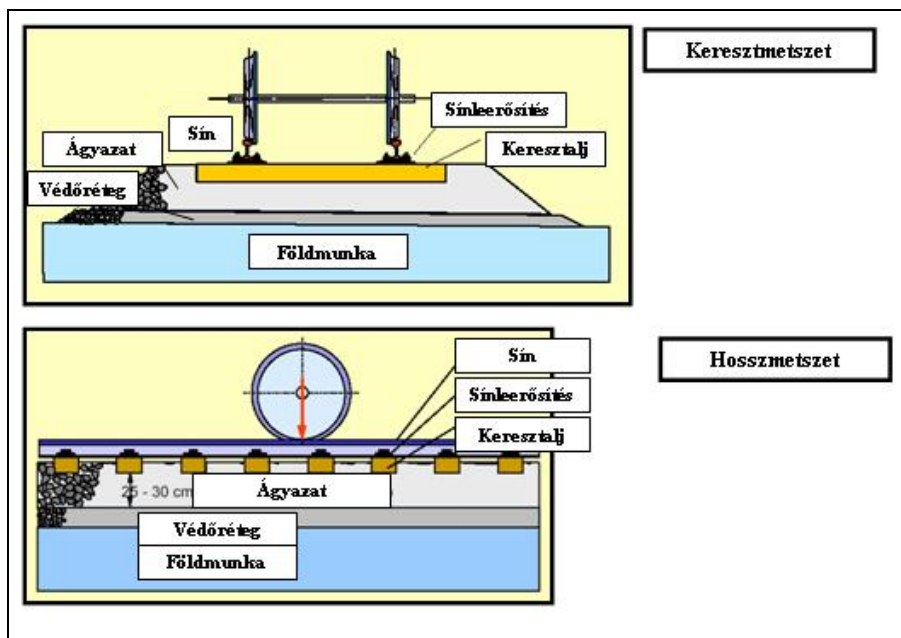
Hosszaljas vágány

Keretljas vágány

Betonlemez vágány

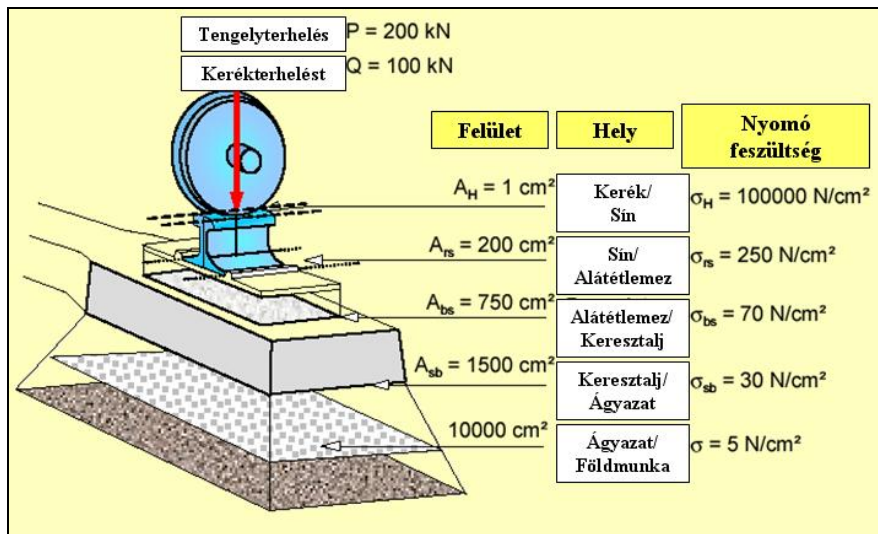
### 7.1.2. A vasúti pálya szerkezeti felépítése

#### A zúzottkő-ágyazatú keresztaljas pálya felépítése



*Keresztaljas pálya felépítése*

### Az igénybevételek alakulása a pályaszerkezetben a vasúti teher alatt



*Igénybevételek*

### 7.1.3. Sínek feladatai

#### A vasúti sín legfontosabb feladatai:

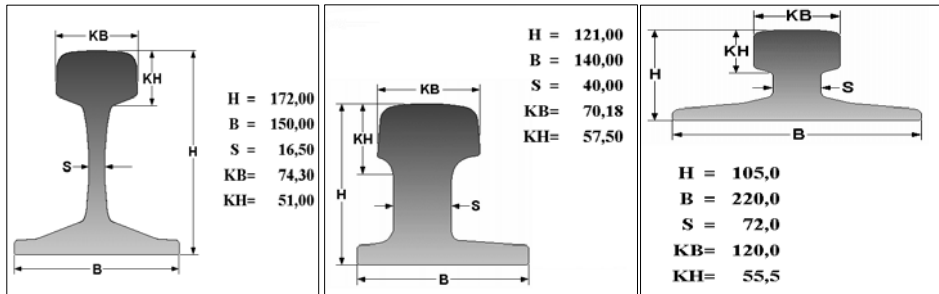
- Mint tartószerkezet - hordja és elosztja a vasúti járművek függőleges-, vízszintes- és hosszirányú terheit,
- Mint irányítószerkezet - a kényszerpályás közlekedés jellegének megfelelően, folyamatosan vezeti a nyomkarimás kerekű járműveket,
- Mint a pályaszerkezet legfelső, felületi eleme – biztosítja a vonóerő átadását.

#### A vasúti sín igénybevételei

- Járműteher hajlító hatása (húzó-nyomó feszültség),
- Járműteher felületi hatása (Hertz-féle kontakt feszültség, belső nyírás),
- Sínhőmérséklet dilatációs hatása (húzó-, nyomó feszültség),
- Gyártási feszültség,
- Ívbe történő hajlítás hatása (húzó-nyomó feszültség).

### 7.1.4. sínek rendszerezése

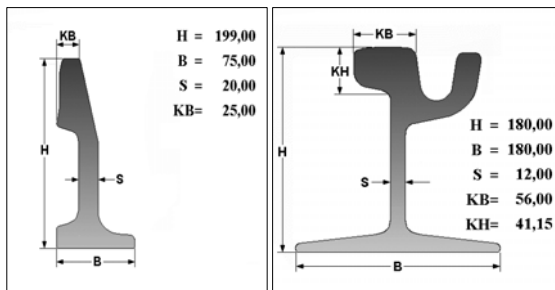
#### A sínek alapvető típusai:



Vignol-sín

Csúcs-sín

Darupálya-sín

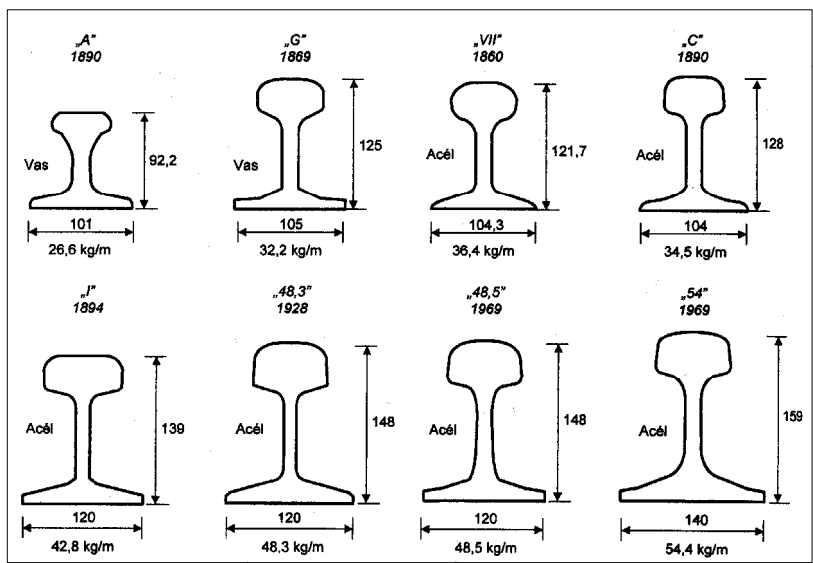


Vezető-sín

Vályús-sín

### 7.1.5. A sínek kialakulása és fejlődése

- Benjamin John Curr szögvas keresztmetszetű öntöttvas sínje hosszgerendán (1776)
- Curr-féle szögvas sín keresztgerendákon (1776)
- John Berkinshaw „halhas” alakú sínjei magánaljakon (1821)
- Robert Livingston Stevens (1787-1856) sínszelvénye 1830
- Kettősfejű („ökörfejű”, „bull headed”) sínszelvény
- Locke által javasolt kettősfejű sín (1835)
- Mathias Demmer háromfejű sínje (1878)



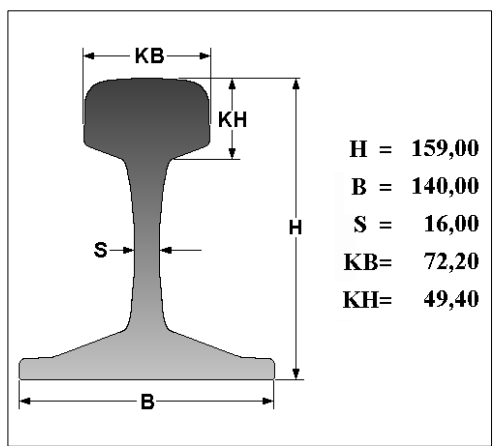
A magyar vasutak Vignol rendszerű sínszelvényeinek fejlődése

**A különböző sínrendszerek alkalmazásának kezdeti időpontja a MÁV vonalain**

- 34,5 kg/m 1890-től,
- 42,8 kg/m 1894-től,
- 48,3 kg/m 1929-től,
- 54,4 kg/m 1969-től,
- 60,0 kg/m 1987-től

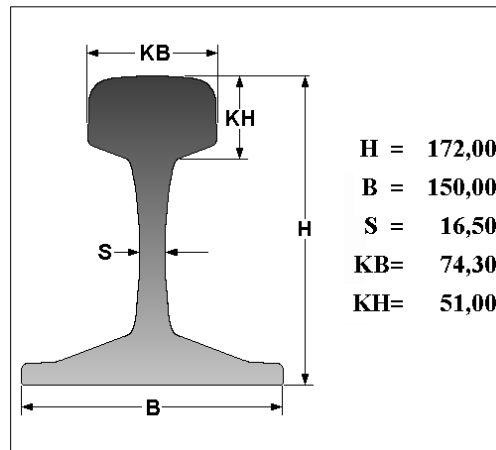
**7.1.6. Napjainkban használatos sínszelvények**

**UIC rendszerű Vignol sínszelvények**



UIC54





UIC 60

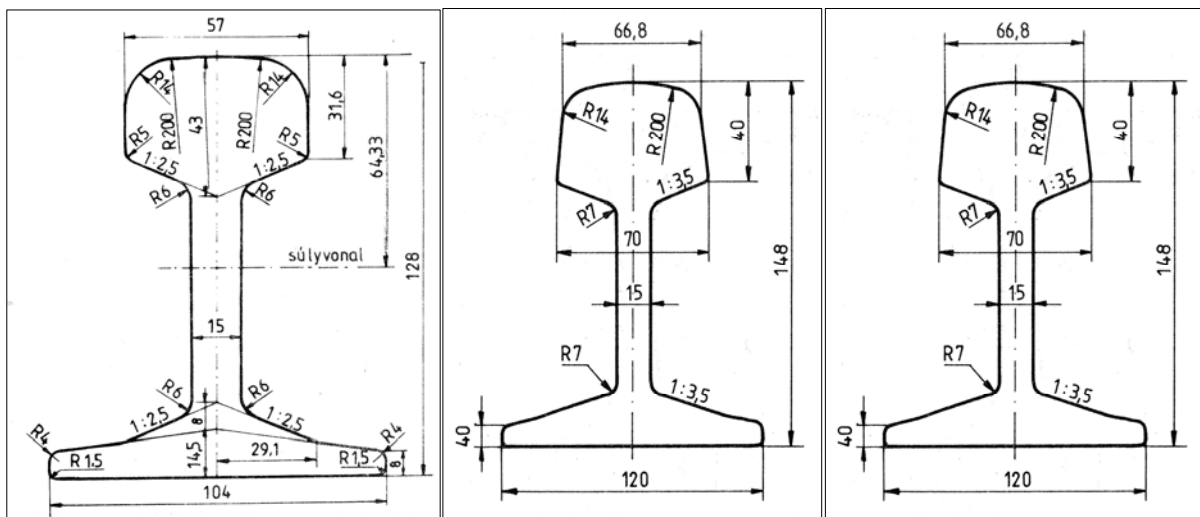
**Nemzeti tervezésű Vignol sínszelvények**

Németországban tervezett sínszelvények: S49,S54

**Az USA-ban tervezett sínszelvények**

AREA132,AREA133,AREA136

**Használatban lévő magyar tervezésű Vignol sínszelvények (MSZ):**



MÁV 34,5

MÁV 48,3

MÁV 48,5

**Darupálya sínszelvények:**

A45, A55, A65, A75, A100, A120

(jelölés: A utáni szám= KB)

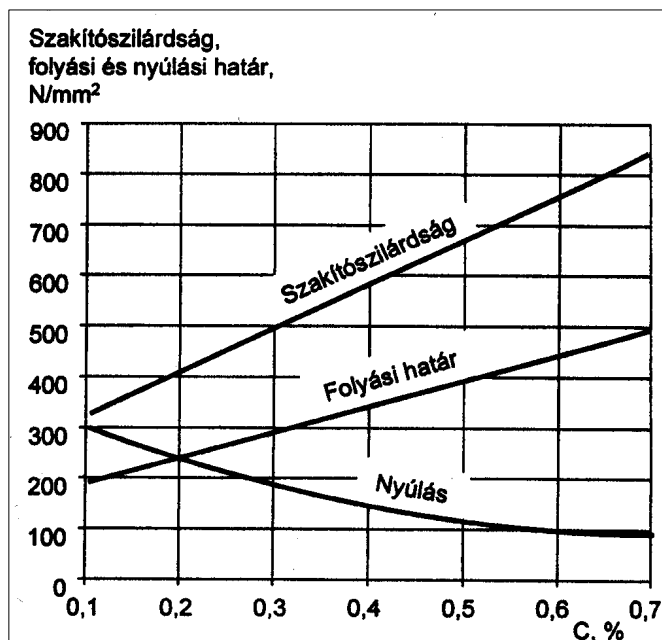
**7.1.7. A sínek anyaga**

**A sín szakítószilárdsága az anyagösszetétel függvényében**

Güte	Lieferzustand	Bezeichnung	Chemische Zusammensetzung					R <sub>m</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
			C	Si	Mn	Cr	V	
700	naturhart	Regelgüte	0,5	0,2	1	-	-	680
900A	naturhart	verschleißfeste Güte	0,7	0,3	1	-	-	860
1100	naturhart	Hochverschleißfeste Sondergüten (bainitisch)	0,72	0,6	1,1	0,9	0,1	1080
1200	naturhart		0,77	1	1,1	0,9	0,15	1180
1200HH	kopfgehärtet		0,77	0,3	0,9	0,1	-	1175
1400	naturhart		0,3	1,8	2	2-3		1400

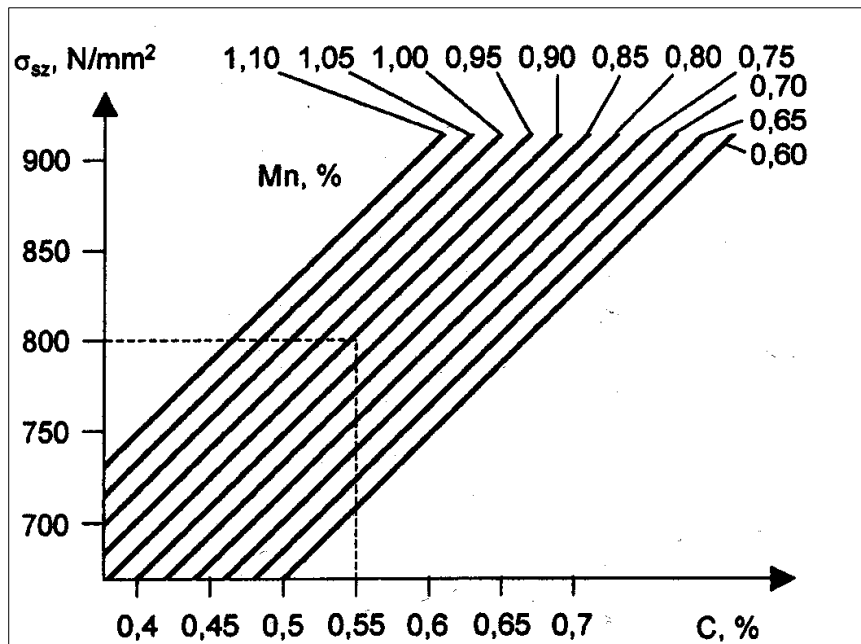
*Szakítószilárdság*

**Az acél szén tartalmának hatása a szakítószilárdság, a folyási határ, és a nyúlás értékére**



*Sigma-C diagram*

## sínacél szakítószilárdsága a szén (C) -, és a mangántartalom (Mn) függvényében



Szakítószilárdság - C,Mn

## 7.1.8. A sínek geometriai jellemzői

Sínrendszer Talpszélesség

s [mm] Sínmagasság

m [mm]

MÁV 34,5 104 128

MÁV 48,5 120 148

S 54 125 154

UIC 54 140 159

UIC 60 150 172

**Hazai és külföldi Vignol sínszelvények keresztmetszeti adatai**

Rendszer	Tömeg kg/m	Magasság mm	Fejszéleség mm	Gerincvastagság mm	Talpszéleség mm	Talpvastagság mm	Keresztmetszeti terület A mm <sup>2</sup>	Tehetlenségi nyomaték Ix·10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	Keresztmetszeti modulus Kx·10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	Tehetlenségi nyomaték Iy·10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	Keresztmetszeti modulus Ky·10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
i	23,6	107,5	47	11	88	7	3026	447,2	83,2	73,9	16,8
X	34,0	128	57	13	104	7,33	4370	934,1	143,5	186,0	35,8
c	34,5			15		8	4408	933,8	145,2	186,0	35,8
I	42,8	139	70	15	120	10	5487	1426,9	200,9	254,0	42,3
44	44,3	140	66,8	14		9,5	5649	1462,0	207,3	–	–
48	48,3	148		15		10	6156	1741,5	235,1	286,0	47,5
„új” 48	48,5	148		14			6178	1747	235,0	286,7	47,6
UIC 54	54,4	159		70	16	140	11	6934	2346	f 279,2 t 312,9	417,5
UIC 60E	60,34	175	16,5		12		7686	3055	f 335 t 377	513	68,4
UIC 60		172	72	16,5	150	11,5	7686	3055	f 335 t 377	513	68,4
R 65	64,64	180	75	18		11,25	8256	3548	f 336 t 359	569	76
140 RE (USA)	70,0	185,7	76,2	19,1	152,5	–	8840	4088	f – t 474	661	87
155 lbs (USA)	70,0	203,2		19	171,5	–	9806	5330	f – t 606	828	97
UIC 70 (A)	70,5	186	76,5	18	160	13,5	8979	4226,3	f 415,1 t 501,9	714,6	89,3
UIC 70 (B)	70,26	188	76				8950	4231,1	f 405,6 t 505,5	730,6	91,3

**A közúti vasutak burkolt vágányaiban fekvő fontosabb sínszelvények keresztmetszeti adatai**

Rendszer	Tömeg kg/m	Magasság mm	Fejszéleség mm	Gerincvastagság mm	Talpszéleség mm	Talpvastagság mm	Keresztmetszeti terület A mm <sup>2</sup>	Tehetlenségi nyomaték Ix·10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	Keresztmetszeti modulus Kx·10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	Tehetlenségi nyomaték Iy·10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	Keresztmetszeti modulus Ky·10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
36,3 Haa	36,3	190	45	10	90	7	4625	2383,7	228,1	–	–
Többsín	54	70	56	0	156	9,2	6880	276,19	88	–	–
Alacsony Phönix (A)	57,08	128		0	140	10	7272	1467,86	f 231,6 t 227,2	–	–
NP 4	57,9	180		12	180	8	7380	3202	342,5	–	–
NP 4/a	61,7						7860	3410	350	–	–
Ri 51,4	51,43	130		150	9,5	6551	1296,5	199,2	690,7	85,0	
Ri 59	58,96	180		180	8	7511	3250,4	f 372,3 t 350,6	878,1	b 51,6 j 104,4	
Ri 60	60,48					7704	3339,3	f 390,6 t 353,4	921,3	b 94,8 j 111,1	
Ri 210/95+80	59,48	210		58,4	11,5	175	7,5/8,0	7577	4714,0	f 486,5 t 416,8	834,7

### 7.1.9. A sínek gyártása

#### A sín előállításának fő lépései:

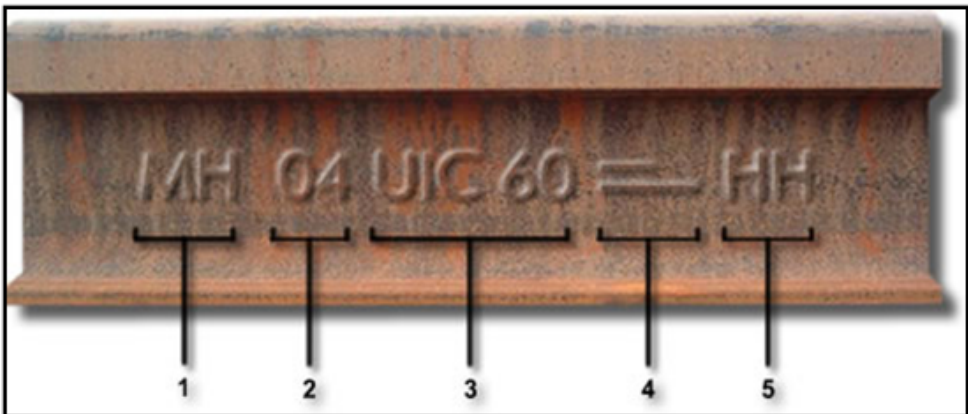
- Acélgyártás
- Sínhengerlés
- Minőségellenőrzés

A sínhengerlés általában két trió-hengerműben történik. A sínszálat több lépésben egy –az erre a célra gyártott- acéltömbből hengerlik ki. Fokozatos közelítésekkel érik el a végleges keresztmetszetet.

A kihengerelt sínfej szilárdsága nem állandó, különböző keményedési zónákra tagolódik. A perem mellett közvetlenül elérheti az 1400N/mm<sup>2</sup>- t, míg a belső”magban” 800N/mm<sup>2</sup>-ig csökkenhet.

A sín jelölését a gerincen helyezik el.PL:

- DIOSGYÖR.1911.B.A.
- MH 04 UIC 60 =-- HH



1. A gyártómű jele
2. A gyártás ideje
3. A sín rendszere
4. A sín minősége
5. Utókezelés fajtája

Jelölés	Minőség	Szilárdság [N/mm <sup>2</sup> ]
Nincs jelzés	700	680
Nincs jelzés	900	840-920
—	800	780
==	900 A	880
===	900 B	880
====	1100	1080
=====	900 A	1175 (fejen)

### 7.1.10. A sínek felhasználása

#### A sínrendszerek felhasználása a MÁV előírások szerint

Sebesség V km/h	Terhelés, T millió elegytonna/év				
	T<7	7–11	11–18	18–25	T>25
	Sínrendszer				
V≤60	48 48 II	48 54 II	48 60 II	–	–
V≤80	48 h 48	48 h 54	48 h 60	54	54
80<V≤100	48 h 54	48 h 60	54 h 60		54*
100<V≤120	48 h 60	54	54	54*	60
120<V≤140	54		54*	60	60*
140<V≤160	–	–	60	60*	60*

### 7.1.11. A sínek elhasználódása

#### A sín elhasználódásának formái

- A sínfej magassági-, és oldalkopása;
- A sínfej hullámos kopása;
- A sínfejben kialakuló ún. vese alakú törés;
- A sín törése;
- A sínvég elverődése

-

### 7.1.12. A sínleerősítések feladatai és velük szemben támasztott követelmények

#### A sínleerősítések feladatai

- A járműterhek felvétele a sínszalakról és továbbadása az aljakra,
- A hőerők felvétele a sínszalakról és továbbadása az aljakra,
- A sínszalak tartós rögzítése az aljakon,
- Vágánykivetődés megakadályozása,
- Az előírt nyomtávolság biztosítása.

#### A sínleerősítésekkel szemben támasztott követelmények jellege

- Mechanikai jellegű követelmények;
- Építési és fenntartási követelmények;
- Gazdasági követelmények

**A sínleerősítésekkel szemben támasztott mechanikai jellegű követelmények**

- Biztonságosan vegye fel a járműkerékről a sínre ható függőleges és vízszintes erőket,
- Vegye fel a sínszál hossz tengelyének irányába ható erőket,
- Akadályozza meg a vágány kivetődését, megfelelő keretmerevség biztosításával,
- Nyújtson megfelelő rugalmasságot a sínre hatóerőkkel szemben,
- Biztosítsa a nyomtávolságot.

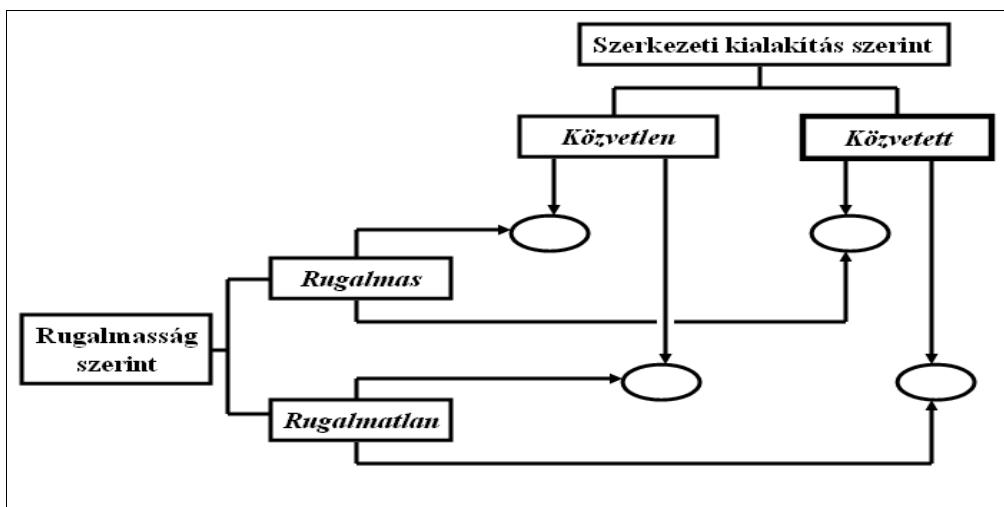
**A sínleerősítésekkel szemben támasztott építési és fenntartási követelmények**

- Univerzálisan alkalmazható legyen (egyenesben és ívben, folyópályában és műtárgyon, nyílt pályán és állomáson, stb.),
- Tegye lehetővé a vágány villamos szigetelését,
- Építése és fenntartása egyszerű, gyors és gépesíthető legyen,
- Egyes elemei könnyen és gyorsan cserélhetők legyenek, ugyanakkor illetéktelenek ne tudják egyszerűen oldani,
- Tegye lehetővé az alj és a sín cseréjét,
- Kímélje a sínt és az alátámasztó szerkezetet,

**A sínleerősítésekkel szemben támasztott gazdasági követelmények**

- Legyen alkalmas a tömeggyártásra,
- Kevés alkatrészből álljon,
- Előállítás legyen viszonylag olcsó,
- Fenntartást csak minimális mértékben, illetve egyáltalán ne igényeljen,
- Élettartama haladja meg a sínekét és közelítse meg az aljakát.

**A sínleerősítések csoportosítása a szerkezeti kialakítás és a rugalmasság alapján**

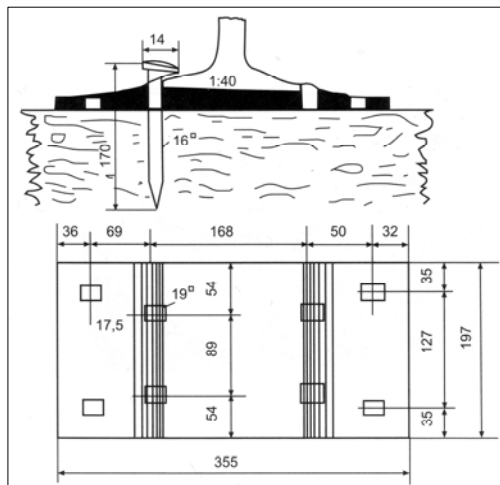




### 7.1.13. A legfontosabb gyakorlatban használt sínleerősítések

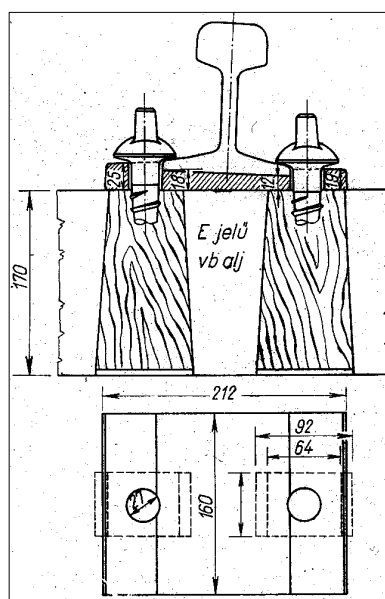
#### Közvetlen rendszerű, rugalmatlan sínleerősítések

- Sínszeges sínleerősítések
- Síncsavaros sínleerősítések



*Közvetlen rendszerű, alátétlemezes, sínszeges sínleerősítés (USA)*

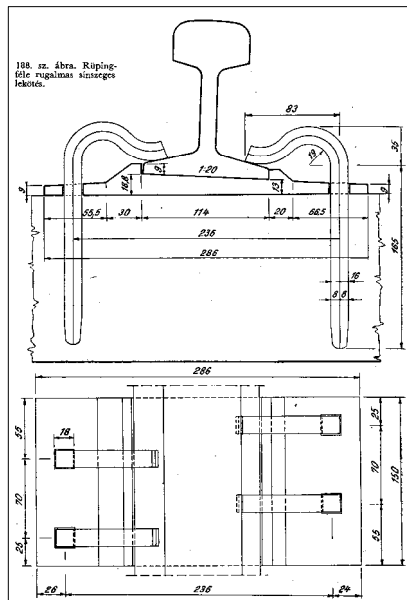
Közvetlen rendszerű, MÁV mellékvonali-, síncsavaros sínleerősítés betonraljon, két fabetéttel:  
A talpfára fekszik fel az ékes-bordás alátétlemez, erre fektetik fel a sínszálat. A rendszert kúpos vállú (H-jelű) síncsavarok rögzítik az aljhoz, melyeket fa betétekbe hajtanak be.



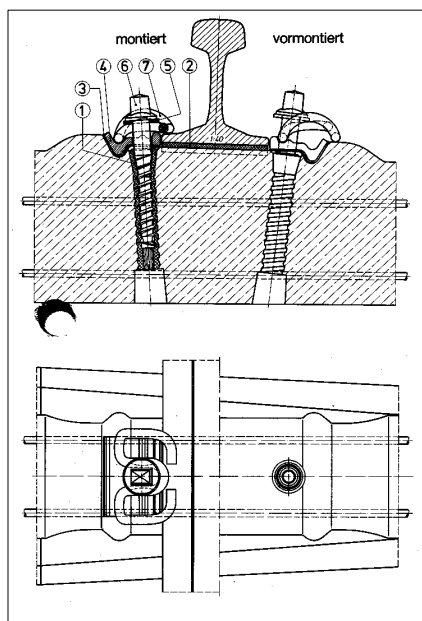
*Közvetlen rendszerű, MÁV mellékvonali-, síncsavaros sínleerősítés*

### Közvetlen rendszerű, rugalmas sínleerősítések

- Sínszeges leerősítések
- Feszítőrugós leerősítések



*Rüping-féle rugalmas sínszeges leerősítés*



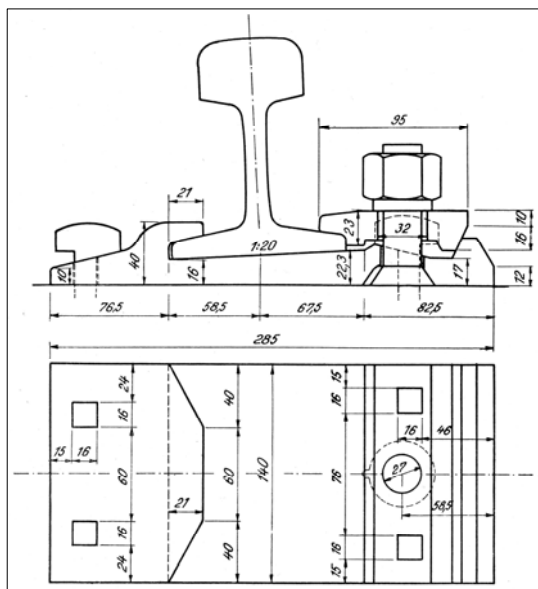
*Machbeth-féle rugalmas sínszeg*

További példák:

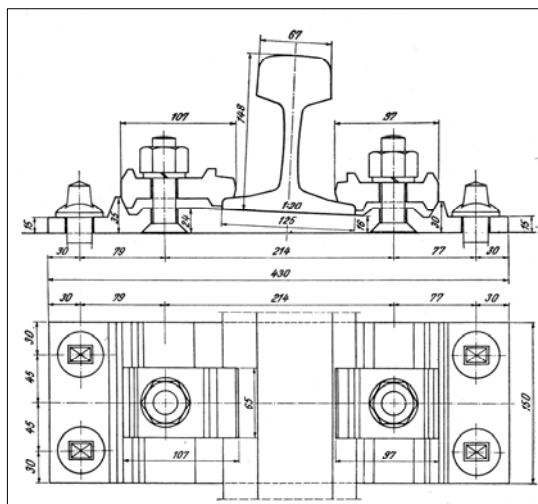
- A német VOSSLOH cég Skl-1 típusú szorítórugóval kialakított sínleerősítése
- Az angol PANDROL cég „Fastclip” elnevezésű sínleerősítése

### 3. Közvetett rendszerű, rugalmatlan sínleerősítések

- Szimmetrikus leerősítés
- Aszimmetrikus leerősítés



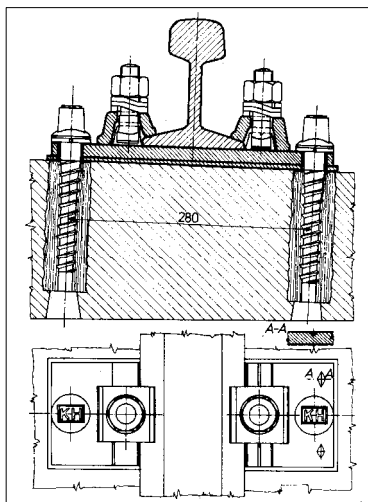
*A Déli Vasút sínleerősítése*



*Osztrák szövetségi vasutak sínleerősítése*

### Szétválasztott rendszerű, rugalmas sínleerősítések

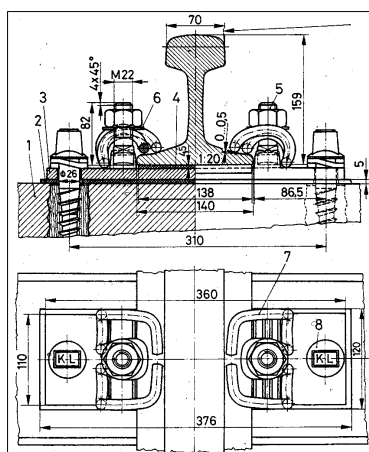
- Részben rugalmas sínleerősítés
- Teljesen rugalmas sínleerősítés



*Geo rendszerű, MÁV fővonalai sínleerősítés betonraljon*

**Használatban lévő szerelvények:**

- 110 ,150 mm széles bordás-, Geo alátétlemez
- 150 mm széles ékes-bordás Geo alátétlemez
- Geo szorító lemez (48 és 54 rendszerű sínekhez)
- Kettős,hármas csavarbiztosító- (Grower-) gyűrű
- Geo csavarszár anyával
- Lapos vállú (V-jelű) síncsavar
- Skl-2,3,12 típusú szorítórugóval kialakított sínleerősítés
- Skl-3 típusú szorítórugóval kialakított sínleerősítés



*Skl-3 típusú szorítórugóval kialakított sínleerősítés*

### **7.1.14. Különleges sínleerősítések**

#### **Alkalmazási területek:**

- Nagyvasút nagyterhelésű pályái( nagysebességű vasutak)
- Nagyvasút különleges pályaszakaszai (hídszerkezetek, útátjárók)
- Városi vasutak pályaszerkezetei
- Nagyterhelésű darupályák

#### **Példák:**

- DFF 300 jelzésű-, VOSSLOH gyártmányú sínleerősítés, Skl-15 típusú szorítórugóval (német betonlemezes, nagysebességű vasúti pályák sínleerősítése)
- EDILON Corkelast beágyazott sínrendszer
- A „Kölni tojás” elnevezésű sínleerősítés
- ORTEC DELTALAGER Metró 1. és 2. típusú sínleerősítések (Budapesti kelet-nyugati gyorsvasúti vonal új sínleerősítései)
- A GANTRY cég darupálya sínleerősítése

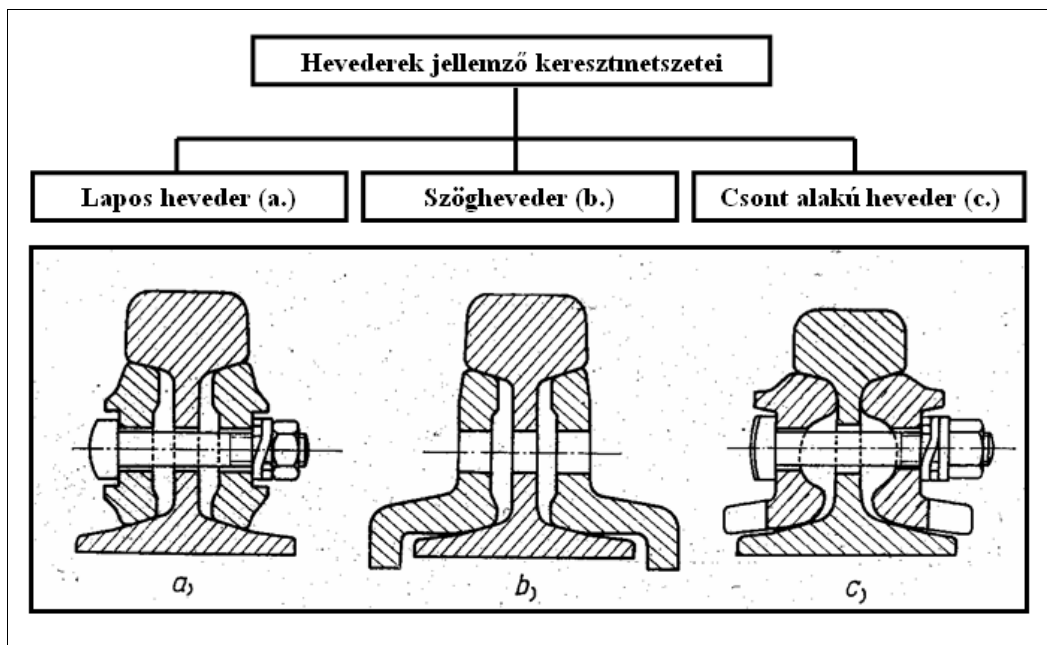
### **7.1.15.Sínillesztések**

#### **Típusai:**

- Hevederes sínillesztés
- Dilatációs sínillesztés
- Szigetelt sínillesztés
- Sínhegesztés

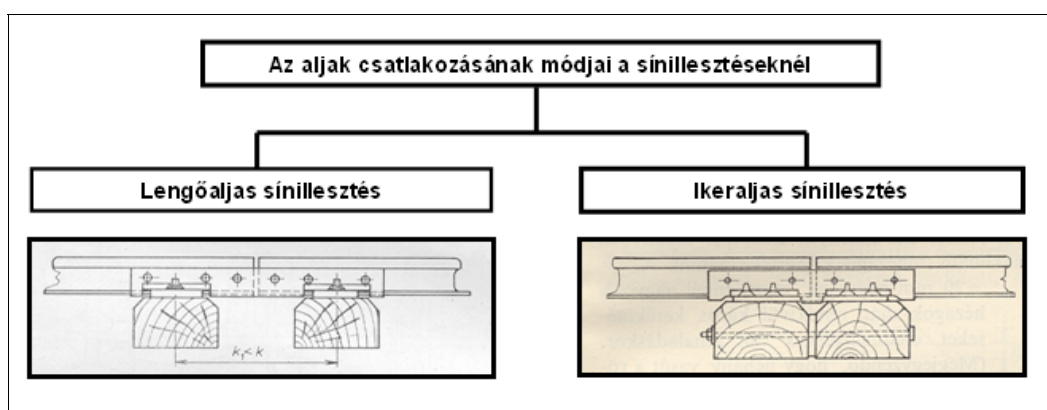
### **7.1.16.Hevederes sínillesztések**

## A hevederek tipikus keresztmetszetei



Hevederek

## Csatlakozás módja:

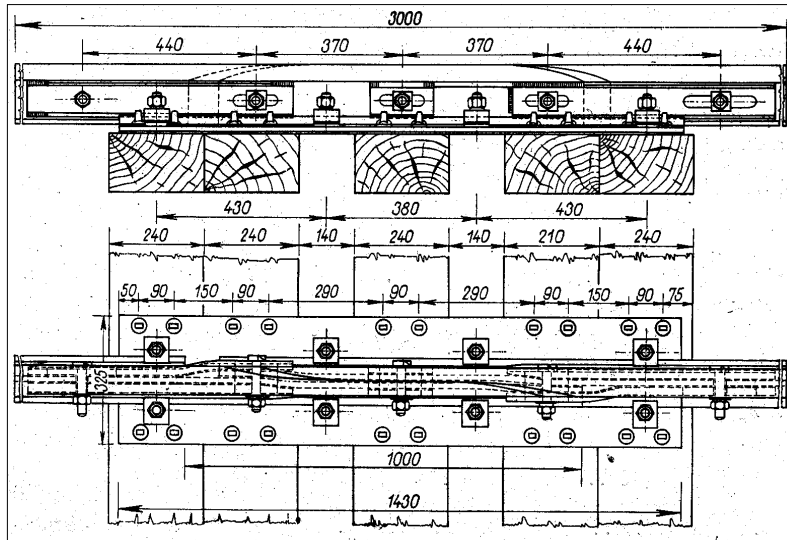


Csatlakozás az aljhoz hevedereknél

## 7.1.17. Dilatációs sínillesztések

## Típusok:

- Régi típusú, kis nyitású sín-dilatációs készülék
- A MÁV hálózatában elterjedten alkalmazott Csilléry-féle dilatációs berendezés ( $\pm 80$  mm nyitású)



*Csiléry-féle dilatációs berendezés*

- A MÁV nagynyitású ( $\pm 200$  mm) dilatációs készüléke

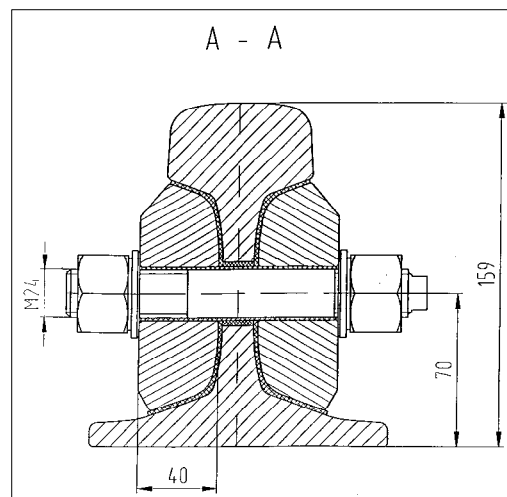
Utóbbira példa a Az 1400 m hosszú nagyrákosi völgyhíd

### 7.1.18. Szigetelt sínillesztések

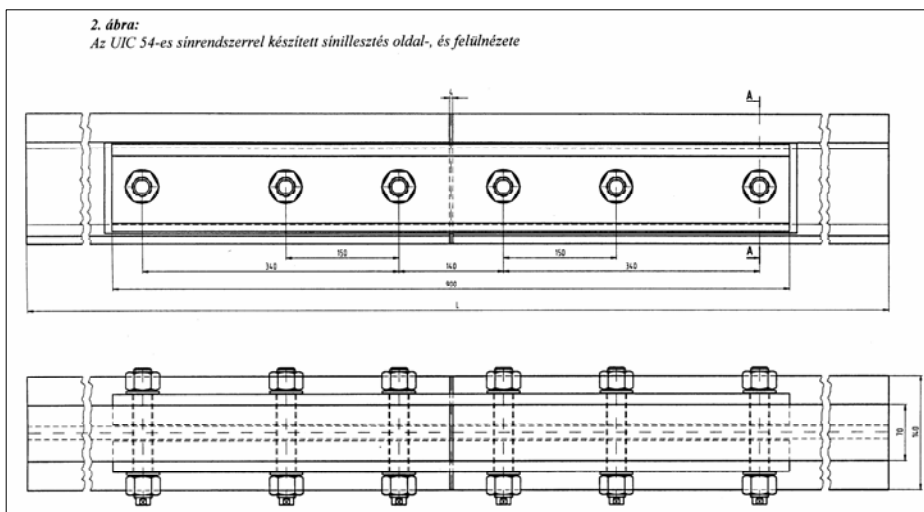
2 alapvető típusa van: a gyárban vagy a pályában készített.

#### **Példák:**

UIC 54-es sínrendszerű gyárban készített szigetelt sínillesztés

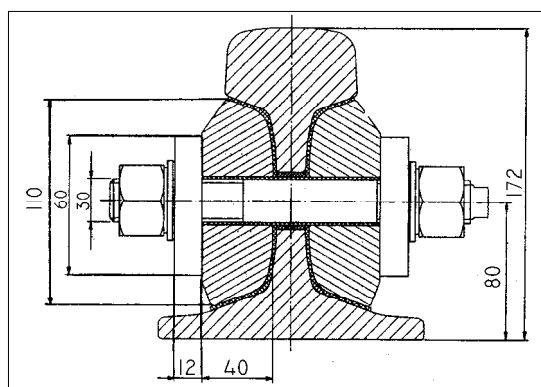


*UIC 54-es sínrendszerrel, gyárban készített szigetelt sínillesztés metszete*

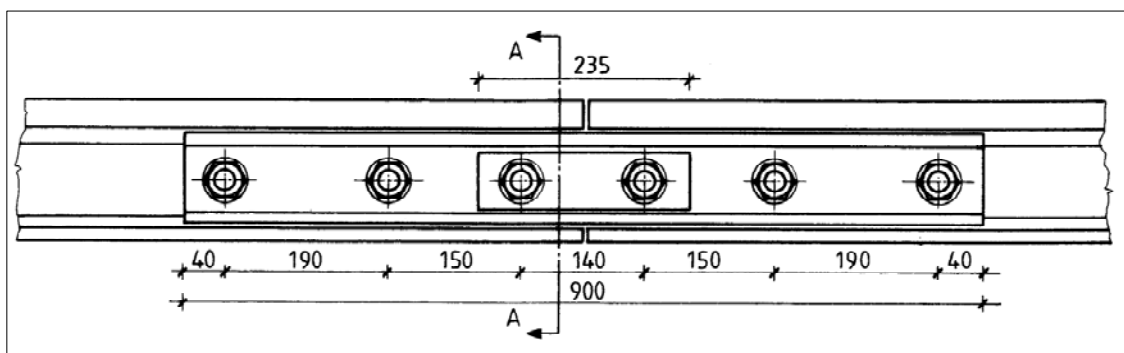


*UIC 54-es sínrendszerrel, gyárban készített szigetelt sínillesztés oldal-, és felülnézete*

Az MTH-P típusú, UIC 60-as sínrendszerrel helyszínen készített ragasztott, szigetelt sínillesztés



*Az MTH-P típusú UIC 60-as sínrendszerrel helyszínen készített ragasztott, szigetelt sínillesztés keresztmetsze*

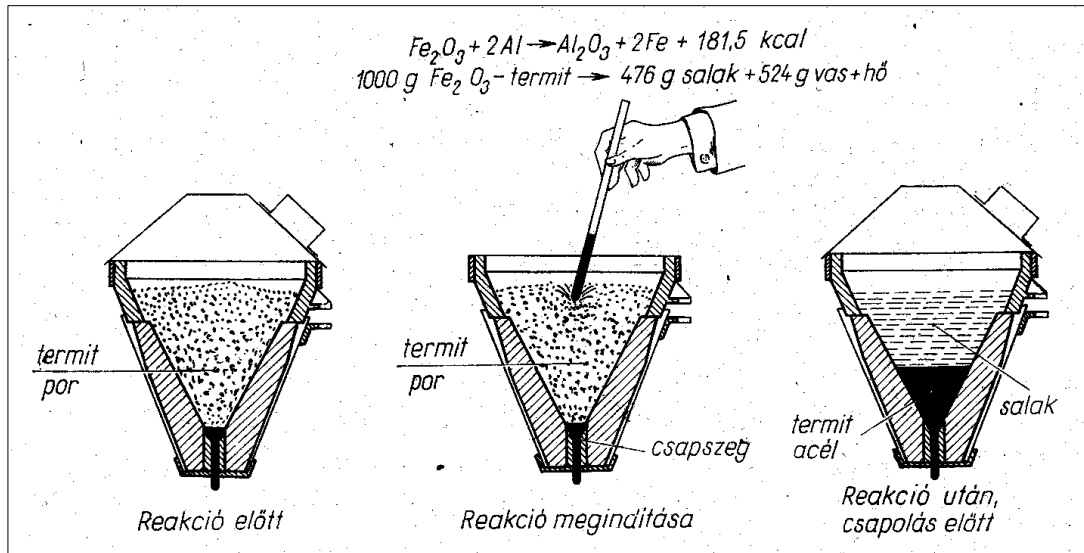


*Az MTH-P típusú, UIC 60-as sínrendszerrel helyszínen készített ragasztott, szigetelt sínillesztés oldalnézete*

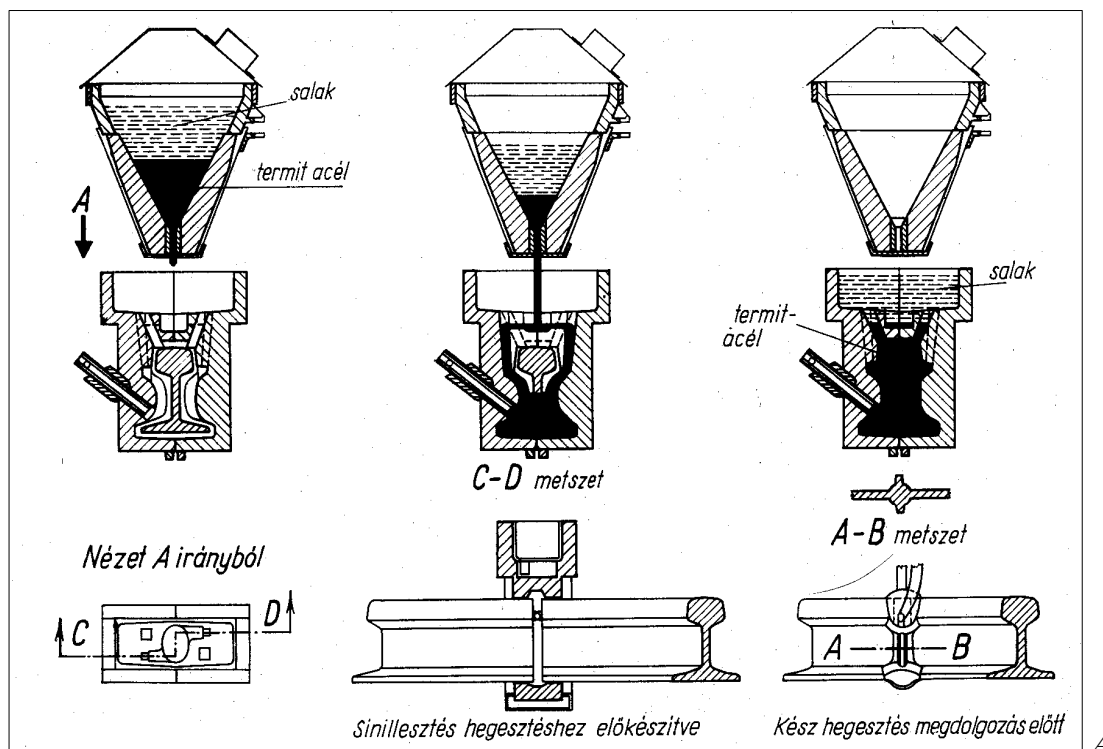


### 7.1.19. Sínhegesztések

#### Termit hegesztés

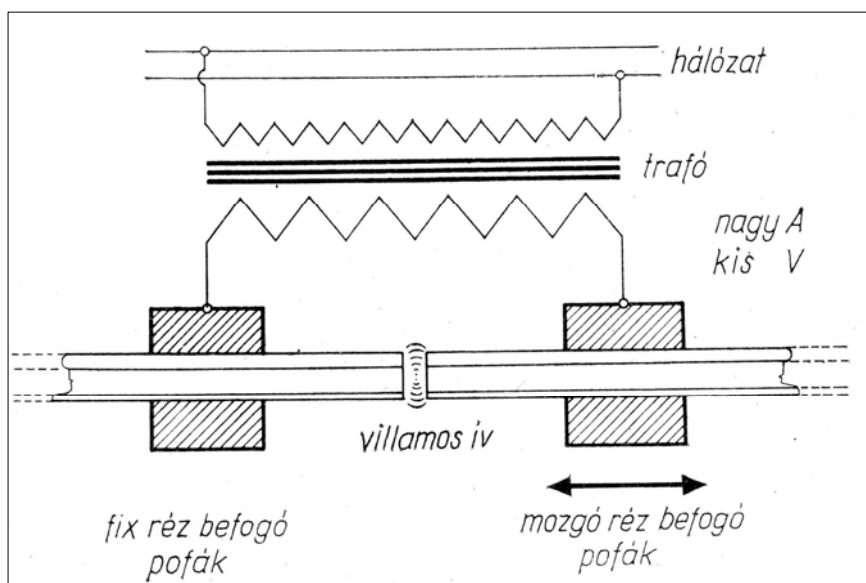


*A hegesztés folyamata I*



*hegesztés folyamata II*

## Villamos ellenállás-hegesztés



Villamos ellenállás-hegesztés

## Gáz ellenállás hegesztés

Vasúti aljak

### 7.1.20.A vasúti aljak feladatai

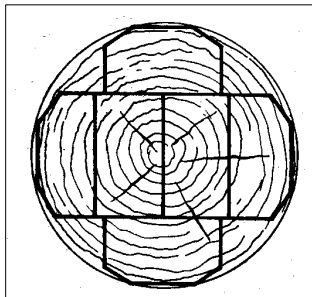
- A sín rögzítése,
- A nyomtávolság biztosítása,
- A sínról átadódó (függőleges-, kereszt- és hosszirányú) terhek felvétele,
- A terhek vágánytengelyre merőleges irányú elosztása, és átadása az ágyazatra

### 7.1.21. Aljak típusai

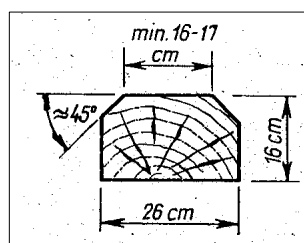
- Faaljak
- Vasaljak
- Betonajlak
- Acélaljak

### 7.1.22. Faaljak

Az aljak alapanyaga lehet keményfa (bükk,tölgy) vagy puhafa (erdeifenyő, feketefenyő, vörösfenyő).



*A fatörzs felosztása a faaljak kivágása során*

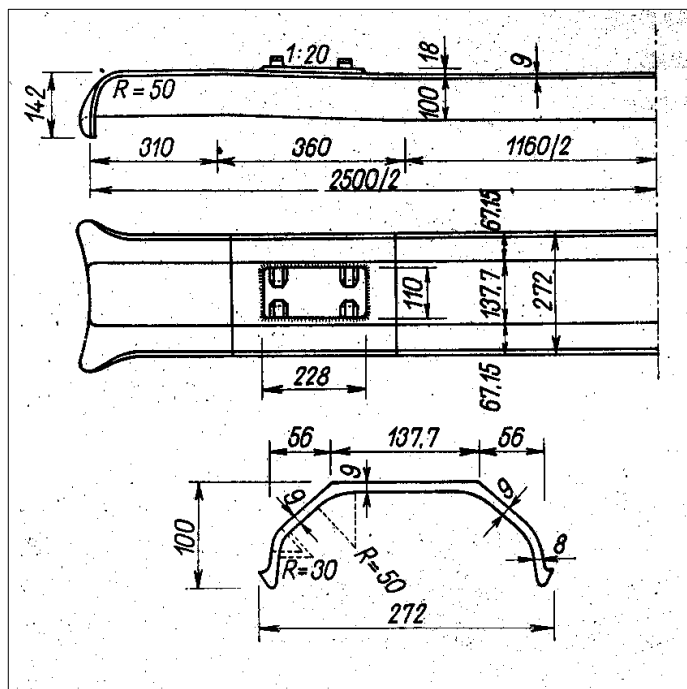


*A faaljak keresztmetszeti kialakítása*

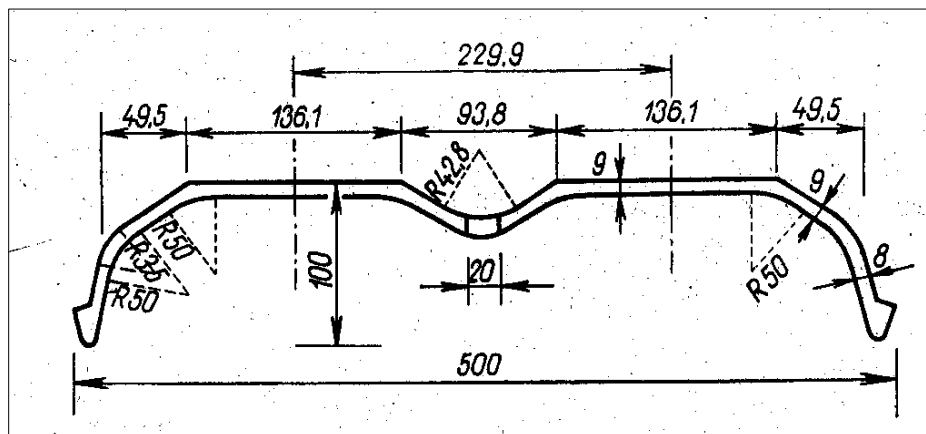
A hazai faaljak szabványos mérete:

A FAALJ ANYAGA	Hossz [m]	Magasság [mm]	Szélesség		Tömeg [kg]
			Alul [mm]	Felül [mm]	
BÜKK, Tölgy	2,60	160	260	160	104
	2,50	150	260	160	100
	2,40	140	210	150	88
	2,30	140	210	140	68
Fenyő	2,60	160	260	170	75
	2,50	160	260	170	72
	2,40	150	240	170	65
	2,30	150	210	160	55

7.1.23. Vasaljak

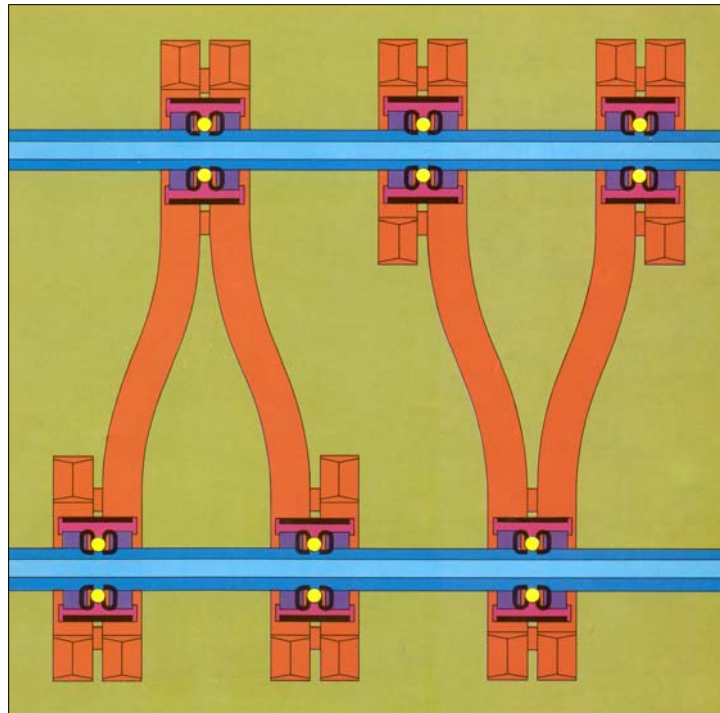


Vasalj geometriai kialakítása

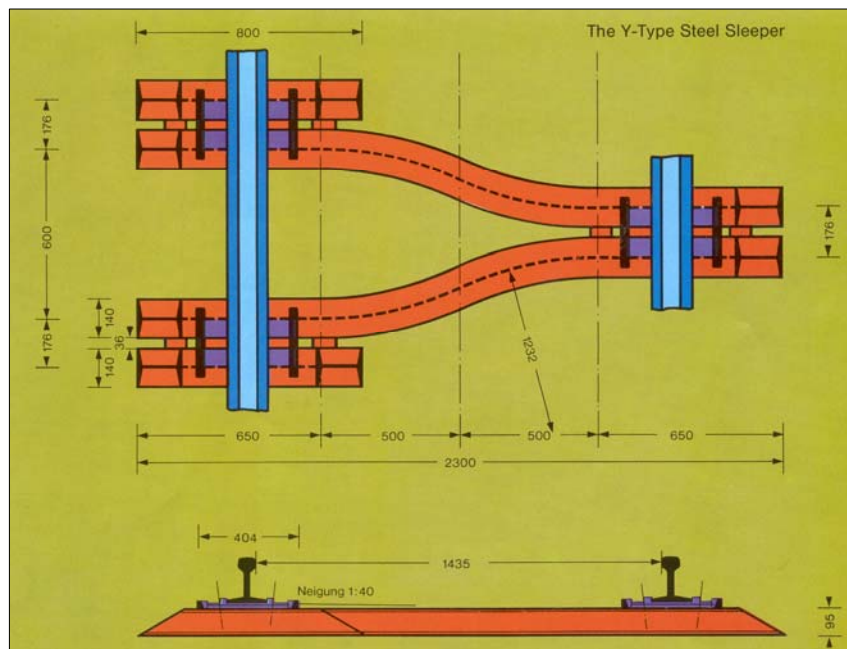


Iker vasalj keresztmetszete

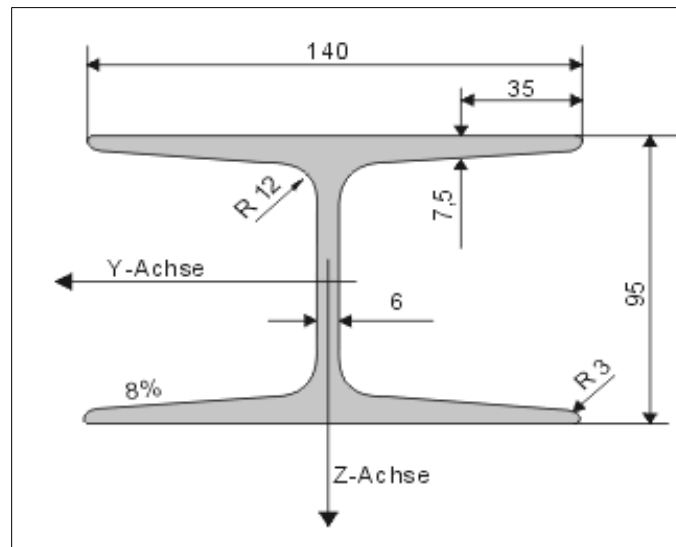
### 7.1.24. Y acélaéjak



*Az Y-aljas vágányrács alaprajza*



*Az Y-alj legfontosabb geometriai jellemzői  
(600 mm belső aljtávolság esetében)*



*Az IB 100S típusú tartó keresztmetszete*

IB 100S paraméterek:

F - 26,40 cm<sup>2</sup>

G - 20,80 kg/m

I<sub>y</sub> - 432,00 cm<sup>4</sup>

W<sub>y</sub> - 91,00 cm<sup>3</sup>

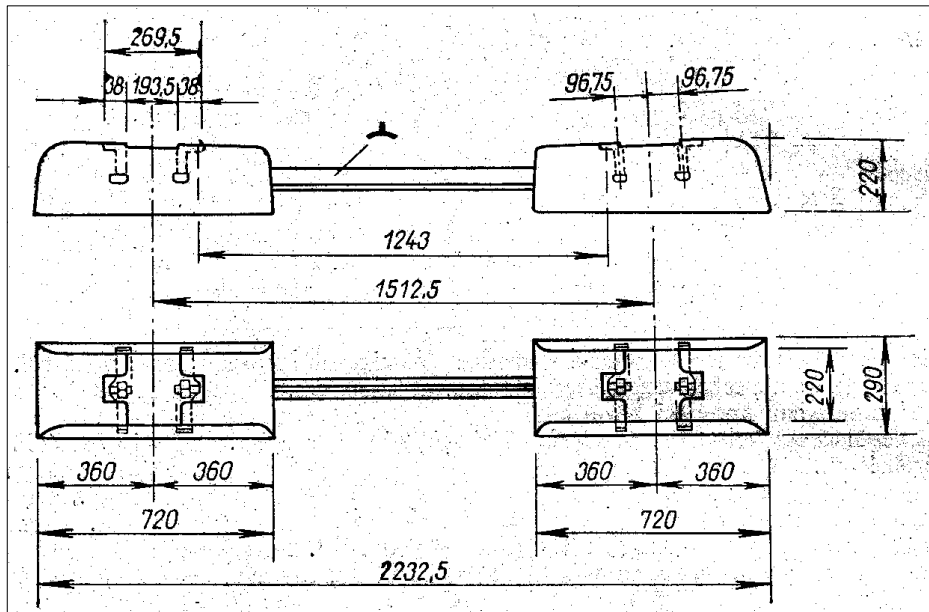
I<sub>z</sub> - 276,00 cm<sup>4</sup>

W<sub>z</sub> - 39,50 cm<sup>3</sup>

### 7.1.25. Betonaljok

#### Kétblokkos aljak (ikeraljak)

- RS-jelű francia magánalj



RS-jelű francia magánalj

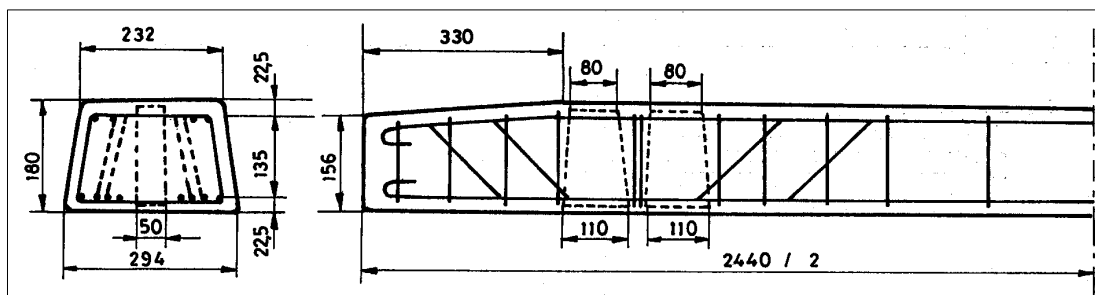
#### Egyblokkos aljak

- A MÁV „U”-jelű vasbeton alja (1957-1964)

Tömeg: 270 kg,

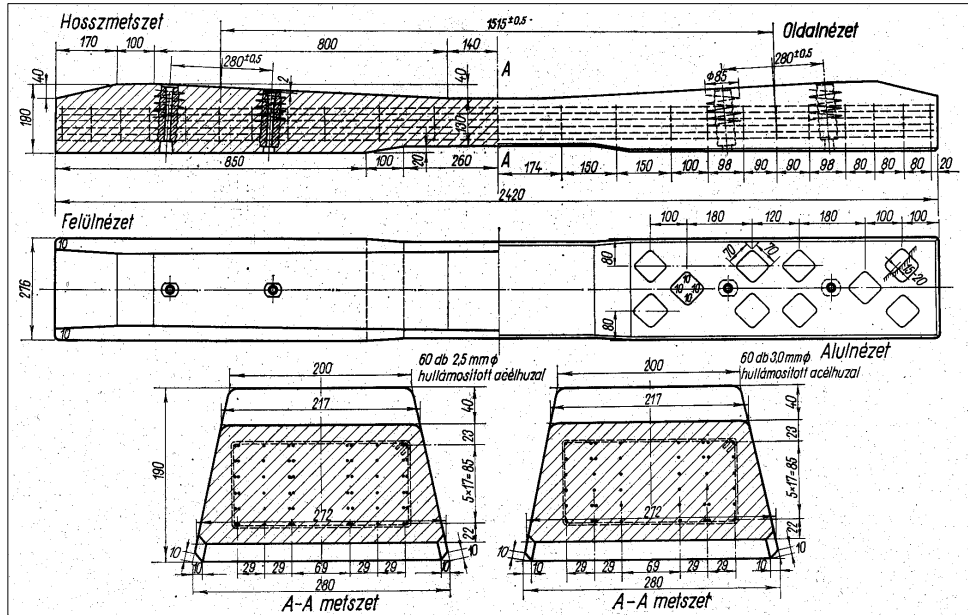
Betonminőség: B 400,

Teherbírás: 25,6 t (V=60 km/h, MÁV 48; 21,6 t (V=100 km/h, MÁV 48)



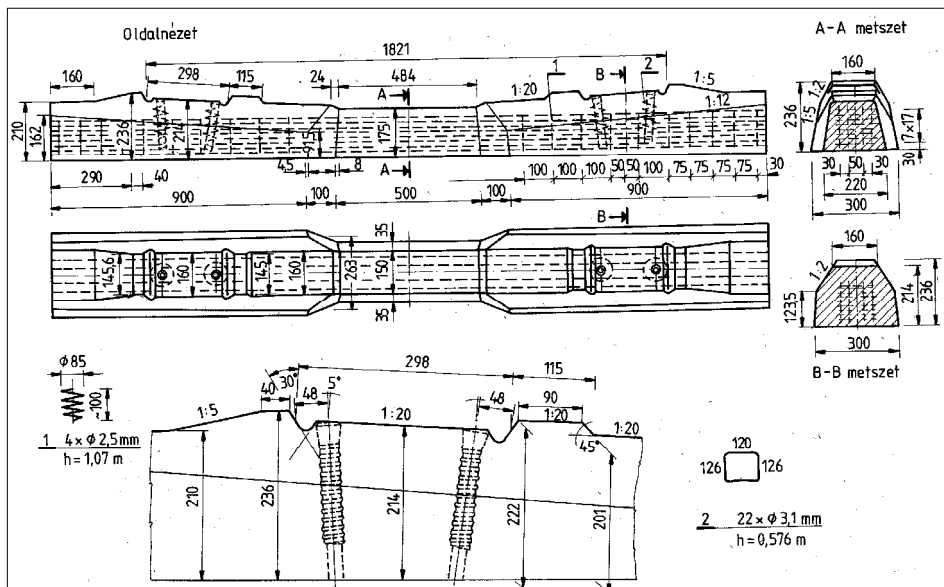
MÁV „U”-jelű vasbeton alja

A MÁV „L”-jelű feszített betonalj (1963)



A MÁV „L”-jelű feszített betonalj

A MÁV „LW”- jelzésű betonolja

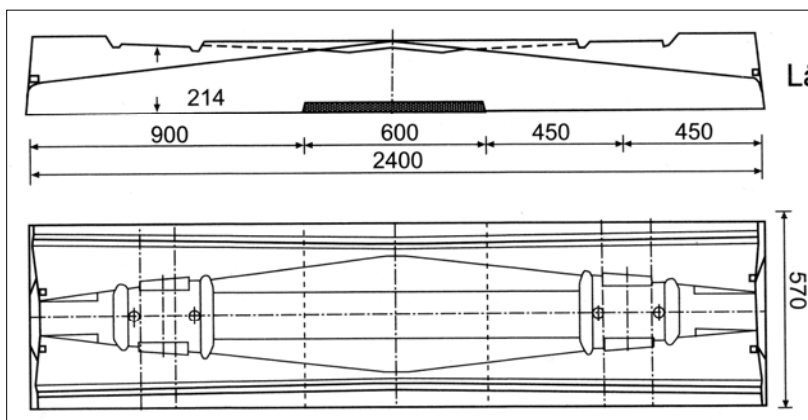


A MÁV „LW”- jelzésű betonolja



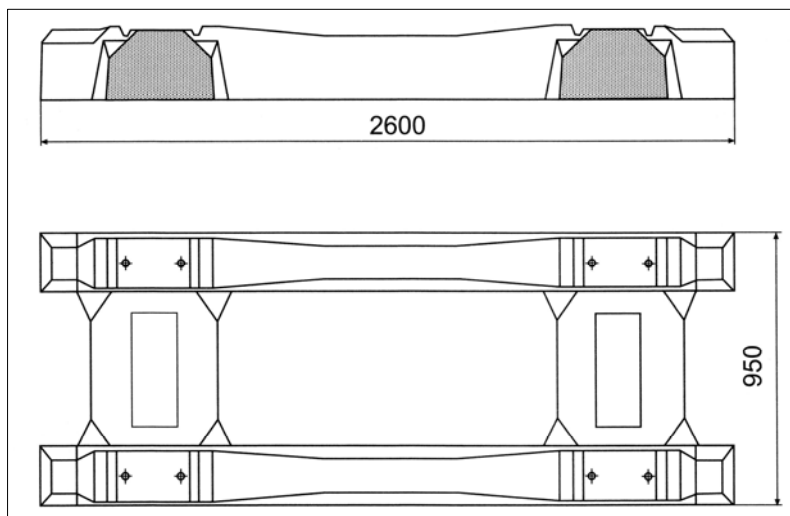
**Különleges formájú aljak**

- Széles alj (A,B)



*Széles alj (A)*

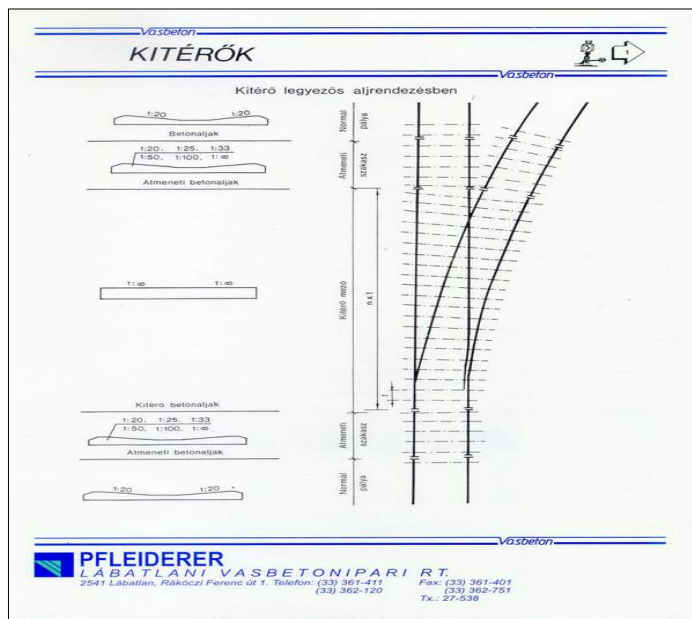
- Osztrák gyártmányú rácsos alj (A)



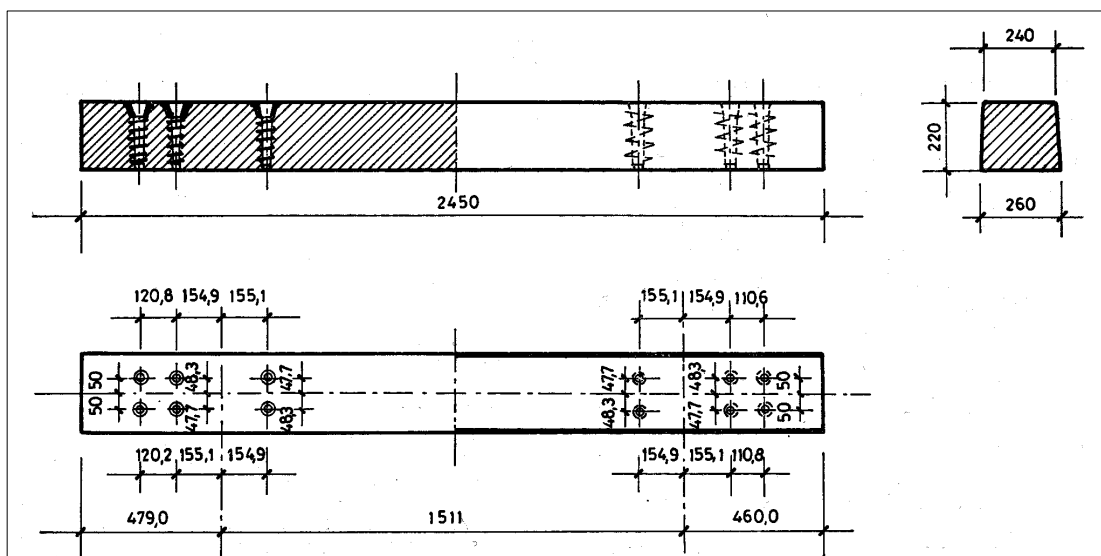
*Osztrák gyártmányú rácsos alj oldal-, és felülnézete (A)*

- Rácsos alj

7.1.26. Kitérő aljak



A kitérőkbe fektetett betonaljak típusai



A MÁV részére gyártott kitérő betonalj

### 7.1.27. Az ágyazat feladatai

- Alátámasztás
- Teherelosztás és átadás
- Rugalmas ágyazás
- Állékonyság biztosítása
- Vízelvezetés

### 7.1.28. Az ágyazattal szemben támasztott követelmények

#### A zúzottkő-ágyazattal szemben támasztott követelmények

- Megfelelő tömörség
- Megfelelő rugalmasság
- Szennyeződés mentesség
- Megfelelő ellenállás biztosítás

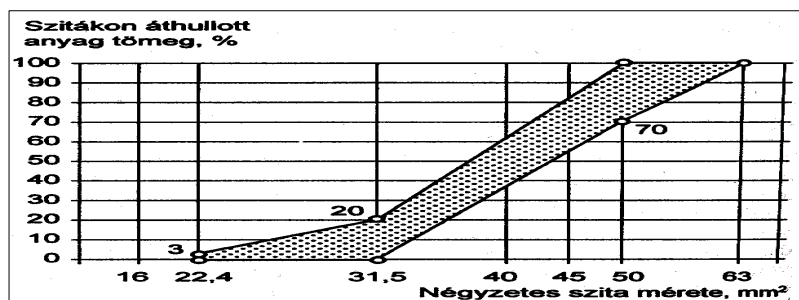
#### A zúzottkővel szemben támasztott követelmények

- Megfelelő szilárdság (vulkanikus kőzetek: bazalt, andezit, gránit stb.)
- Megfelelő szemeloszlás (szabvány által szabályozva)
- Fagyállóság,
- Éles élek, zömök szemcsealakok

### 7.1.29. Az ágyazat anyaga

#### A zúzottkő szemcseméretének alakulása a MÁV előírásokban

- 1965-ig: Z 40-65 (talpfás v.), Z 20-40 (betonaljas v.),
- 1965 után: Z 20-55, 1995-től: Z 32-50

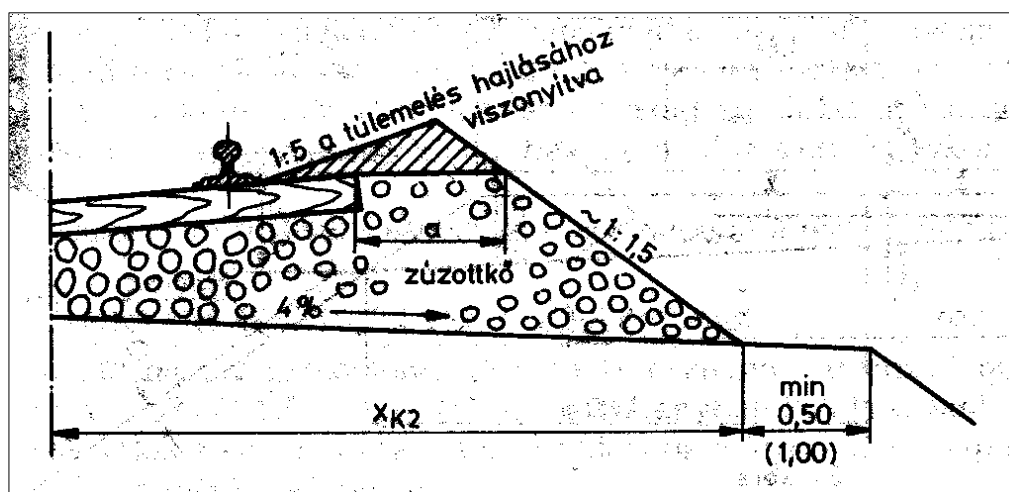


*A zúzottkő szemeloszlására vonatkozó MÁV előírások*

### 7.1.30. Az ágyazat geometriája

A zúzottkő-ágyazat túlérése az alj végétől

Felépítmény	Ívsugár [m]	Külső oldalon [mm]	Belső oldalon [mm]
Hevederes	-	400	400
Hézag nélküli	$R > 3000$	400	400
	$3000 > R \geq 600$	450	450
	$600 > R \geq 500$	550	450
	$500 > R \geq 360$	650	450



*Az ágyazat felpúpozásának kialakítása ( $R < 600m$ )*

#### ALÉPÍTMÉNYI VÉDŐRÉEGEK

### 7.1.31. Az alépítményi védőréteg feladatai

A terhelés egyenletes elosztása

A rétegek elválasztása

Az alépítmény védelme a csapadékvíztől

Vízvezetés

Szűrés

A teherviselő rétegrendszer megerősítése

Fagyvédelem

Rezgéscsökkentés

### **7.1.32. Az alépítményi védőréteg főbb típusai**

Homokos kavics védőréteg

Geoműanyagok

Aszfalt védőréteg

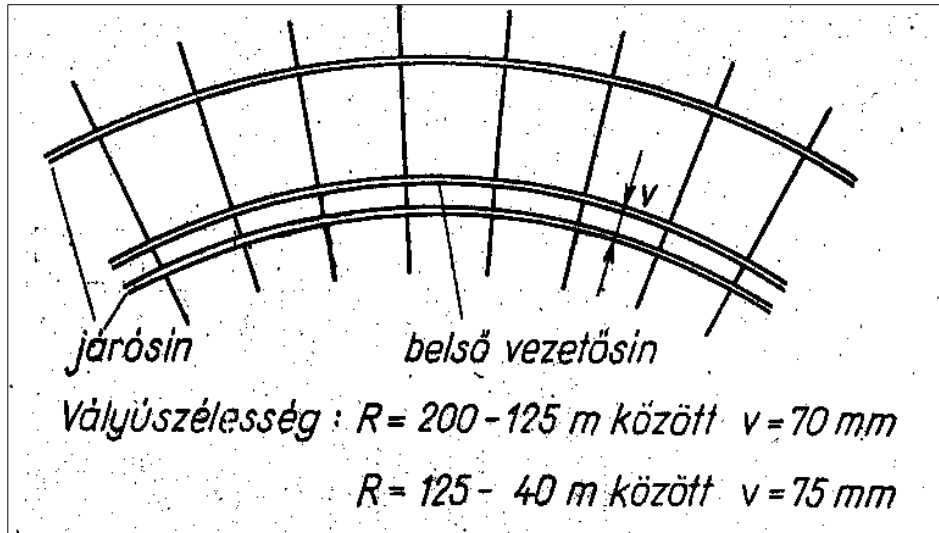
Extrudált polisztirol lemez védőréteg

Sabilizációk

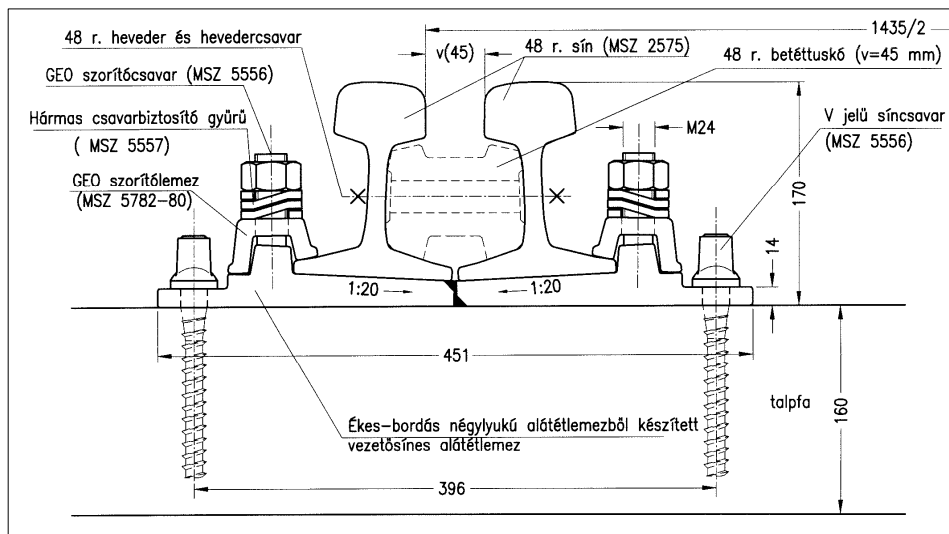
Consolid rendszer

## 8. A vasúti pálya szerkezeti elemei II

### 8.1.1. Vezetősínes felépítmény

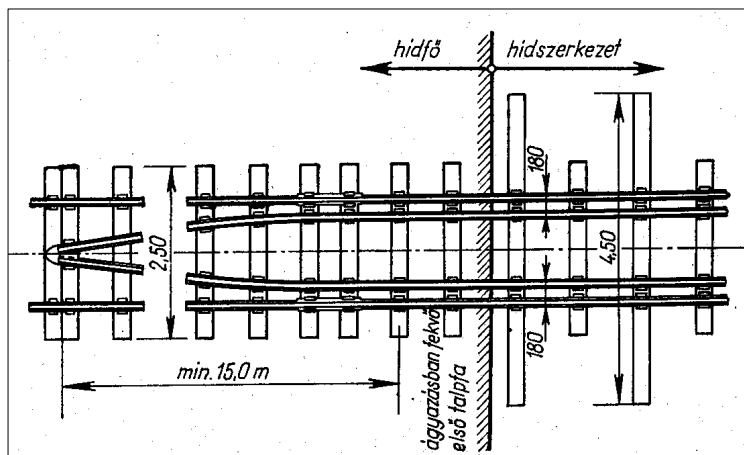


*Vezetősín elhelyezése kissugarú ívekben*

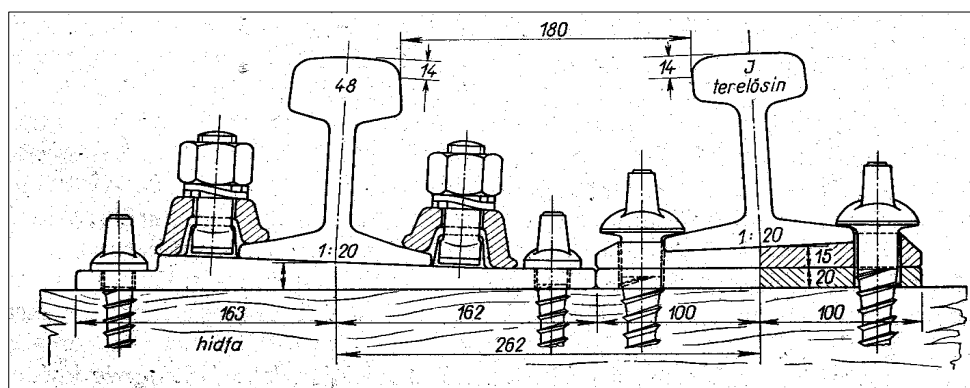


*Vezetősínes sínlerősítés talpfán*

### 8.1.2. Tereľősínes felépítmény



*A tereľősín elhelyezése hídszerkezeten*



*A tereľősín lekötésének módja*

### 8.1.3. Útátjáró szerkezetek

**A szintbeni útátjárók felépítmény-szerkezetét meghatározó vasúti követelmények**

- Biztosítsa a vasúti járművek zökkenőmentes áthaladását,
- Biztosítsa a vasúti járműkerék nyomkarimája számára az előírt nyomcsatornát,
- Ne bontsa meg a folyópálya felépítményének egyöntetűségét,
- Ne legyen érzékeny a vasúti pálya geometriai változásaira,
- Az előregyártott szerkezeti elemek méreteikben alkalmazkodjanak a vasúti felépítmény szerkezetéhez,
- Feleljen meg a jelző és biztosítóberendezések szigetelési követelményeinek,
- Tegye lehetővé a sínleerősítések könnyű elérhetőségét,
- Fenntartásának anyag-, idő-, munkaerő szükséglete igazodjék a vasúti pálya fenntartásának ciklusához.

## Az útátjáró szerkezetek alaptípusai

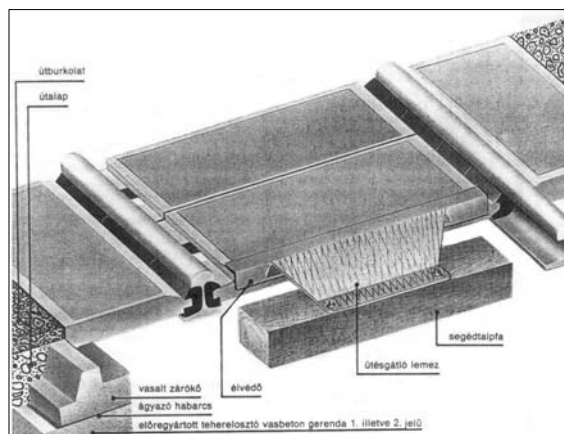
1. Helyszíni építésű, vezetősínes útátjáró szerkezetek
2. Előregyártott, kiselemes útátjáró szerkezetek
3. Előregyártott, nagyelemes útátjáró szerkezetek

### I. HAGYOMÁNYOS VEZETŐSÍNES ÚTÁTJÁRÓK

Nagykockakő burkolatú vezetősínes útátjáró

Aszfalt burkolatú vezetősínes útátjáró

### II. ELŐREGYÁRTOTT KISELEMES ÚTÁTJÁRÓ SZERKEZETEK



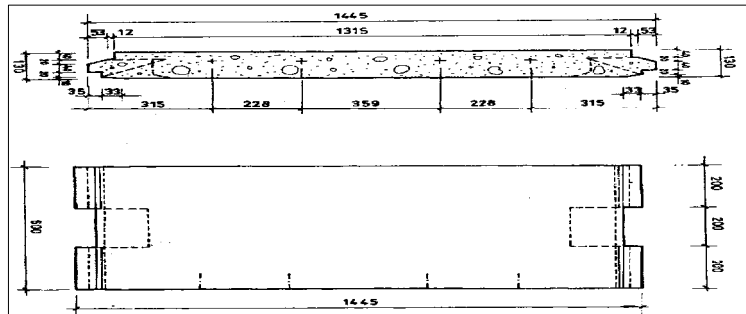
*BODAN rendszerű betonelemes útátjáró (II.A.)*



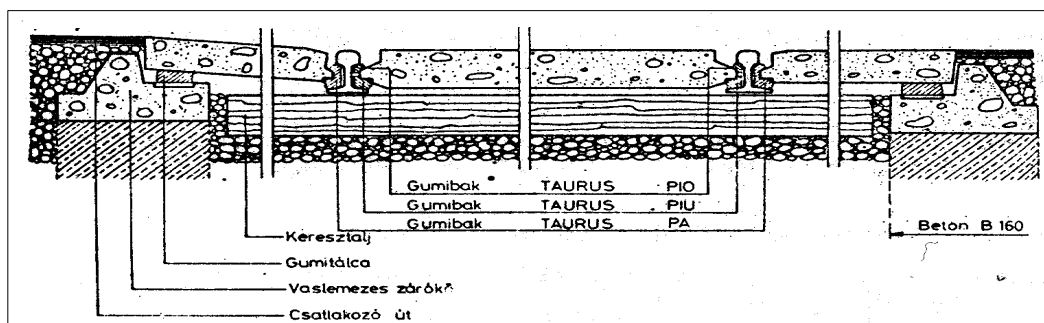
*STRAIL rendszerű gumielemes útátjáró (II.B.)*



### Egyvágányú vasúti pálya belső és külső burkoló eleme talpelemes alátámasztású útátjáró esetében.



- „A” osztályú közúti terhelésre (100 kN kerékterher),
- „B” osztályú közúti terhelésre (60 kN kerékterher),
- Gyalogos- és targoncaforgalomra (10 kN/m<sup>2</sup> terhelés)

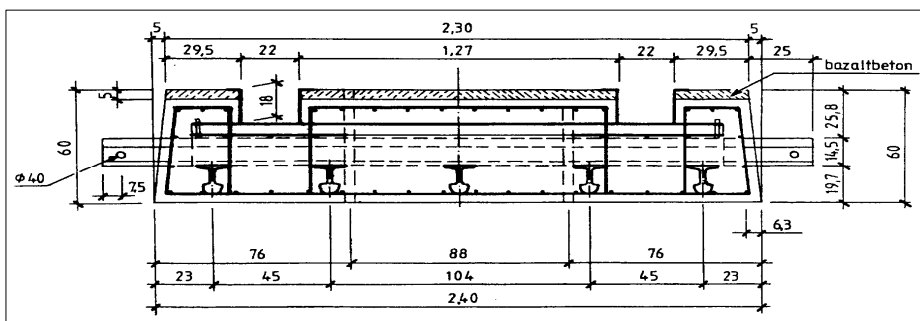


*BODAN rendszerű útátjáró keresztmetszeti kialakítása*

### A STRAIL termékcsalád alkalmazásának körülményei

1. STRAIL: Alkalmazható a nagyforgalmú közutakon
2. pedeSTRAIL: Alkalmazható önálló gyalogos és kerékpáros útátjárókban, valamint STRAIL burkolathoz csatlakozó gyalogos, illetve kerékpáros sávként,
3. induSTRAIL: Alkalmazható a kisebb forgalmú közutakon, ipartelepeken
4. STRAIL-profilgumi: A vezetősínes útátjárók vezetősínjeinek kiváltásánál alkalmazható,

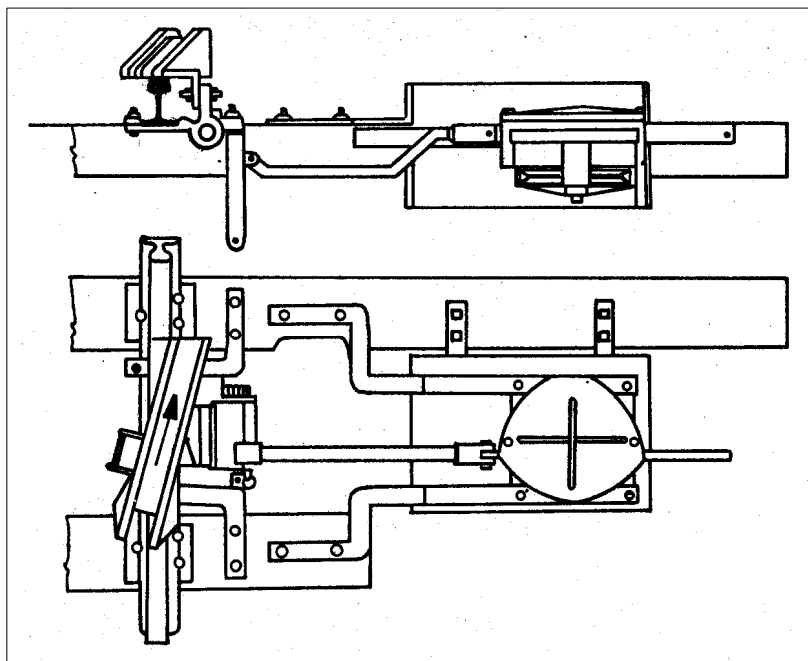
### III. ELŐREGYÁRTOTT NAGYELEMES ÚTÁTJÁRÓ SZERKEZETEK



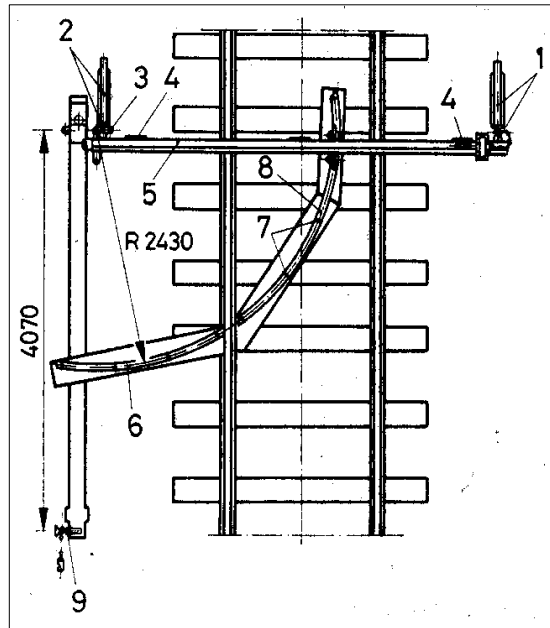
*A Porrogszentkirály megállóhelyénél beépített EDILON rendszerű útátjáró*

#### 8.1.4. Hidak felépítménye

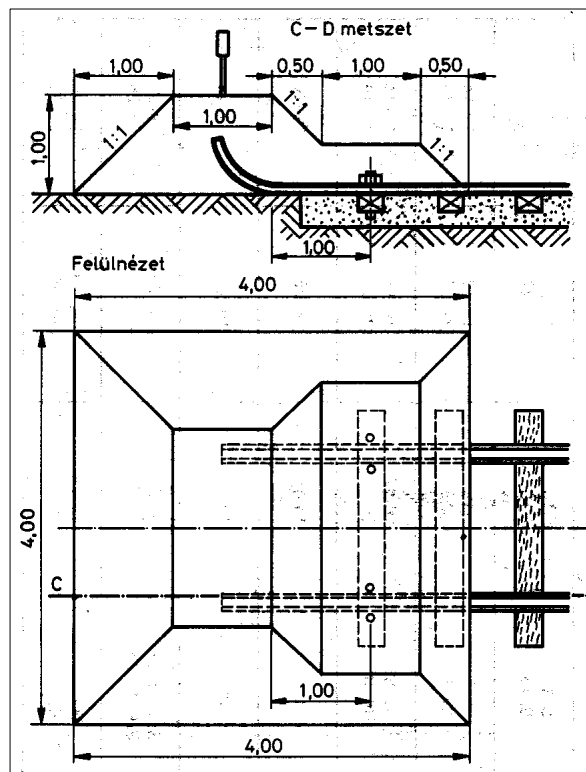
#### 8.1.5. Vágányzáró szerkezetek



*Kisiklasztó saru*



*Vágányzáró sorompó*



*Vágányzáró földkúp*

Hazai példák:

- Energia-emésztő rendszerű ütközőbak a Keleti pályaudvaron
- Energia-emésztő rendszerű ütközőbak a HÉV Boráros téri végállomásán

## 8.1.6. Betonlemezés pályaszerkezetek

### A betonlemezés vasúti pályaszerkezetek előnyei

- Maradandó pályageometria;
- Nagymértékű vágánystabilitás;
- Minimális fenntartási igény;
- Vékonyabb pályaszerkezet;

### Városi vasúti alkalmazás:

Előregyártott, betonlemezés, tömbsínes közúti vasúti pályaszerkezet

### Nagyvasúti alkalmazás:

A Köln-Frankfurt közötti nagysebességű vasúti pályaszerkezet

### A betonlemezés pályaszerkezetek alaptípusai

#### 1. Pontonkénti sínalátámasztás

##### 1.1. Ajakkal

1.1.1. Betonlemezbe beágyazott aljakkal („RHEDA”, „ZÜBLIN”, „HEITKAMP”);

1.1.2. Betonlemezen felfekvő aljakkal („WALTER”);

##### 1.2. Aljak nélkül

1.2.1. Előregyártott betonlemez („ÖBB-PORR”);

1.2.2. Monolitikus betonlemez („FFC”, „BME VT”);

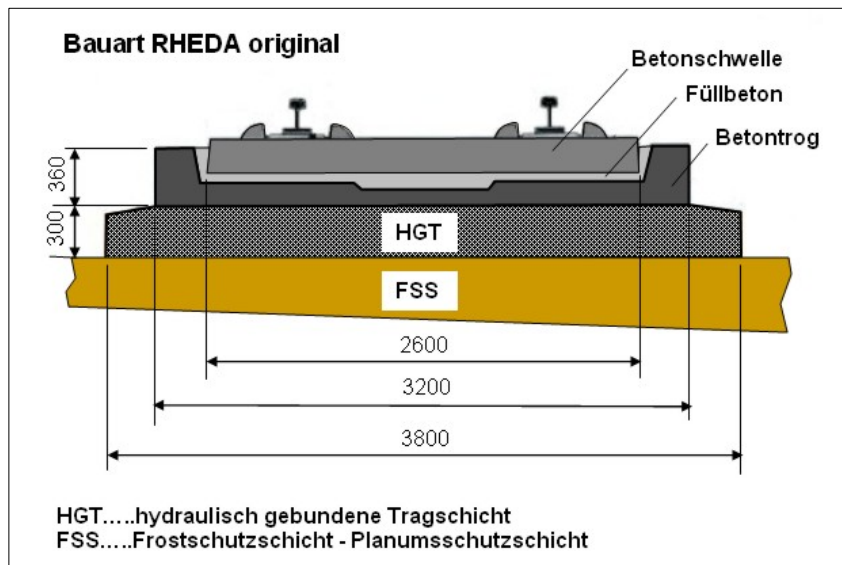
#### 2. Folyamatos sínalátámasztás

##### 2.1. Szorítórugós sínrögzés

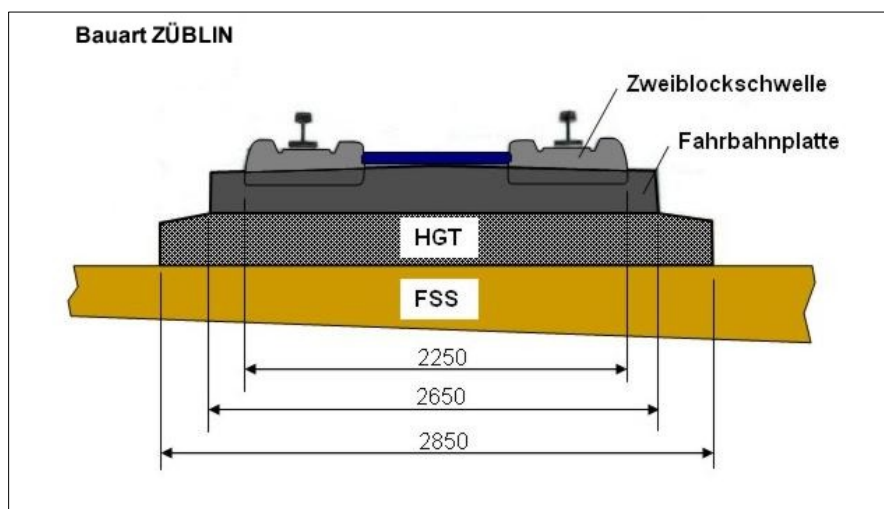
##### 2.2. Kiöntőanyagossal sínrögzés

2.2.1. Előregyártott betonlemez („EDILON”);

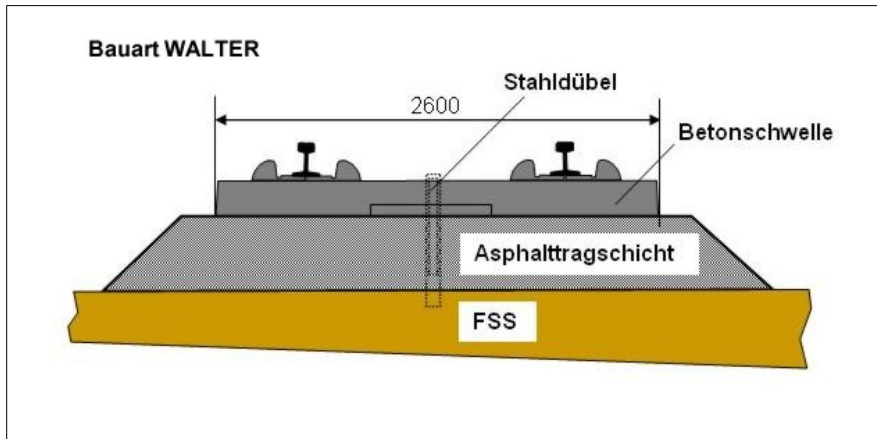
2.2.2. Monolitikus betonlemez („EDILON”)



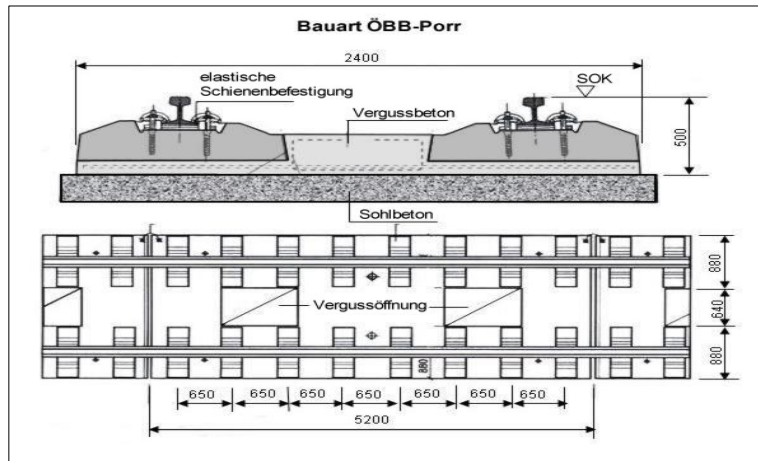
„RHEDA CLASIC” rendszerű betonlemezés pályaszerkezet  
(beágyazott aljak)



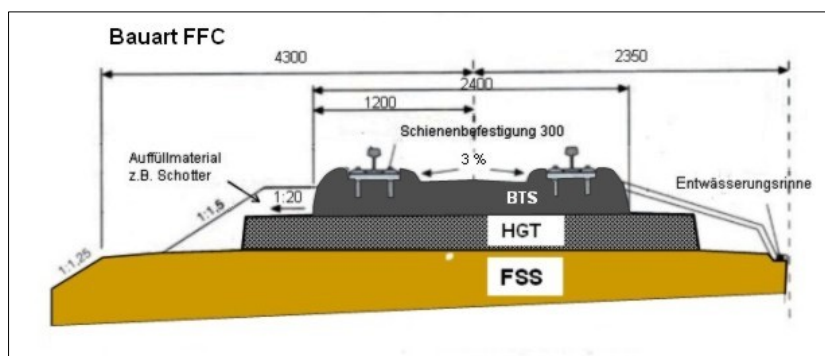
„ZÜBLIN” típusú betonlemezés pályaszerkezet  
(beágyazott aljak)



„WALTER” típusú betonlemez pályaszerkezet  
(felfekvő aljak)

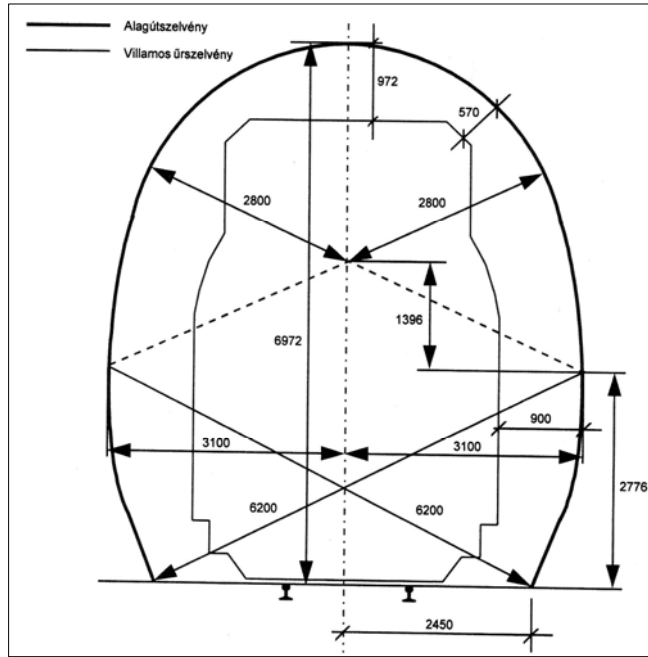


ÖBB-PORR típusú betonlemez pályaszerkezet  
(előregyártott betonlemez)

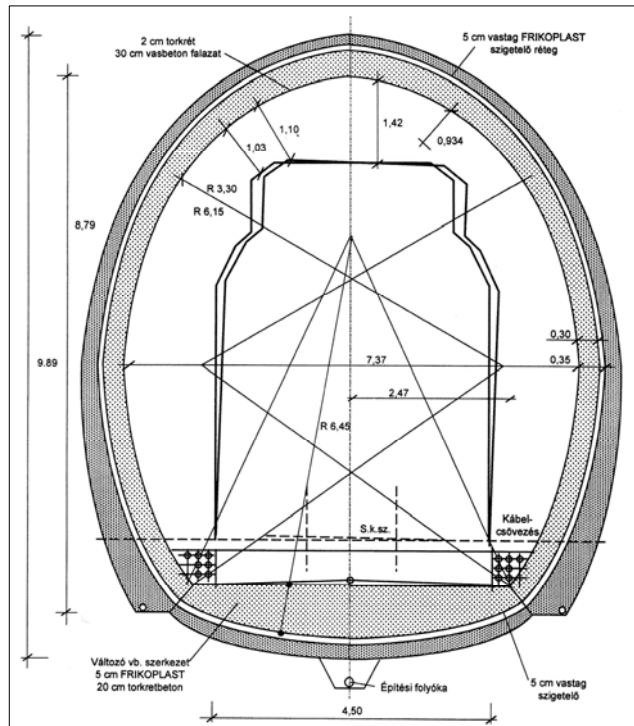


„FFC” típusú betonlemez pályaszerkezet  
(monolitikus betonlemez)

**8.1.7. A vasúti pálya műtárgyai**



*A MÁV alagútszelvénye 120 km/h kiépítési sebességig*

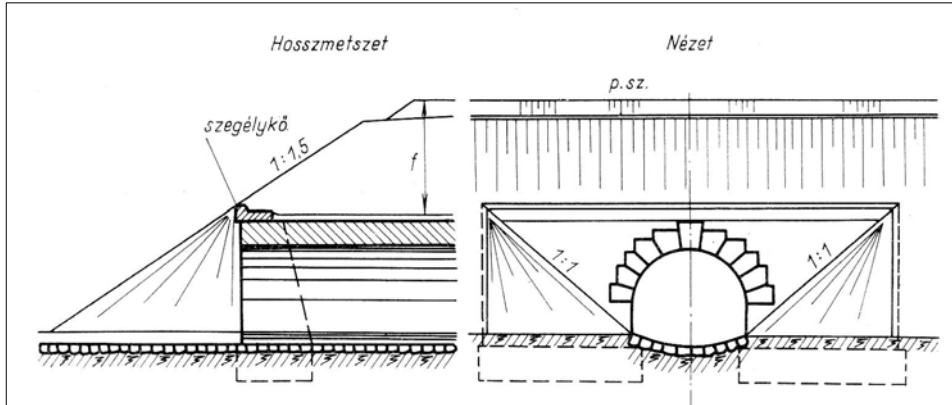


*A nagyrákosai alagút keresztmetszévénye*

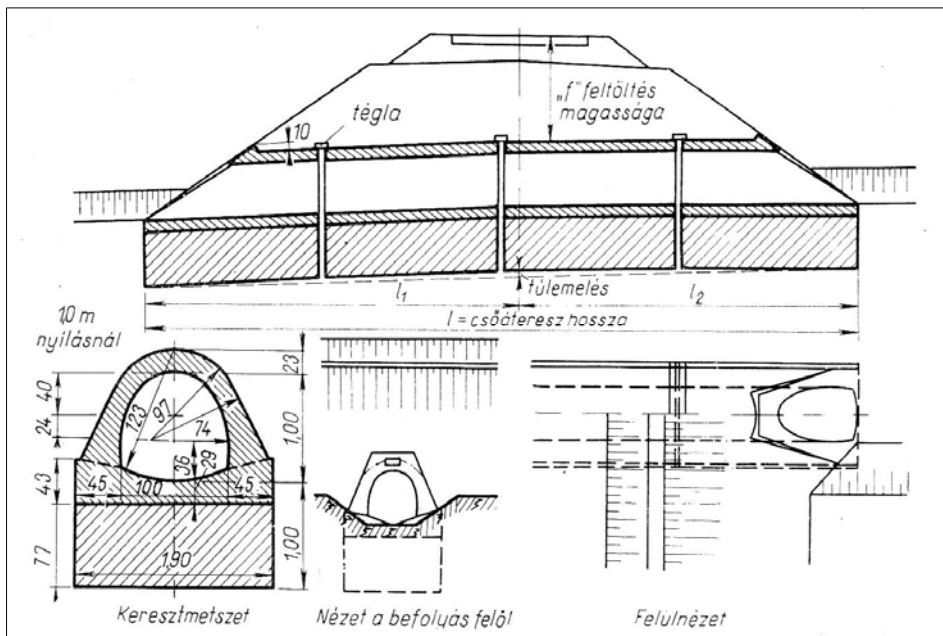
### 8.1.8. Átereszek

Nyílt átereszek

Zárt átereszek

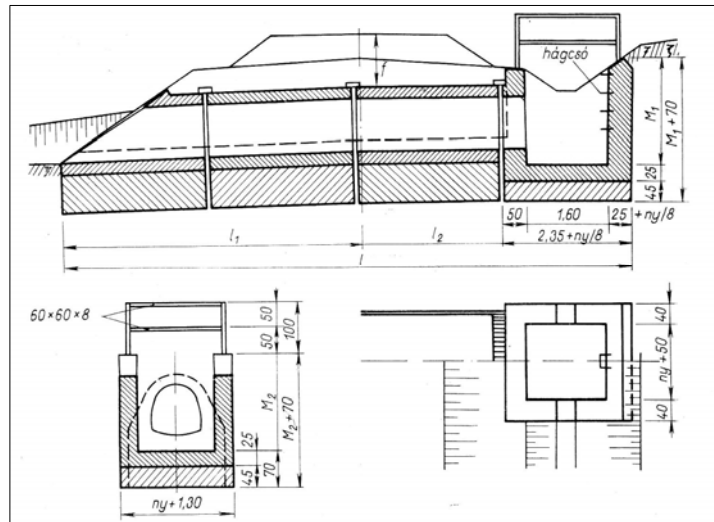


*Boltozott áteresz*



*Békaszáj szelvényű vasúti csőáteresz*



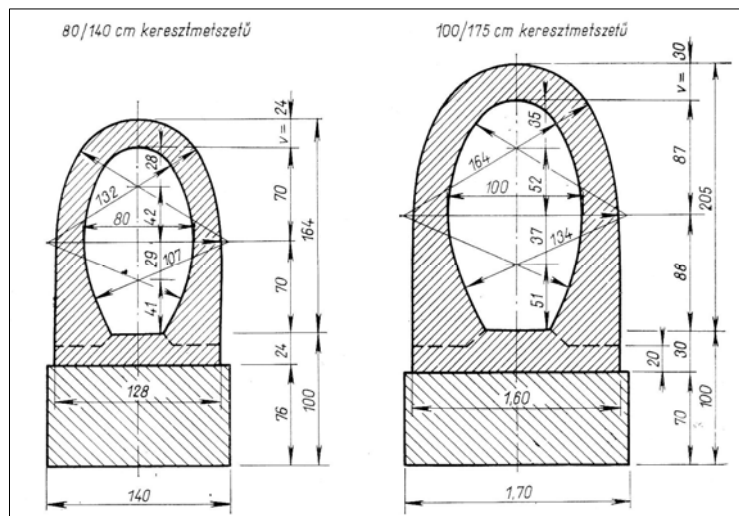


Aknás csőáteresz

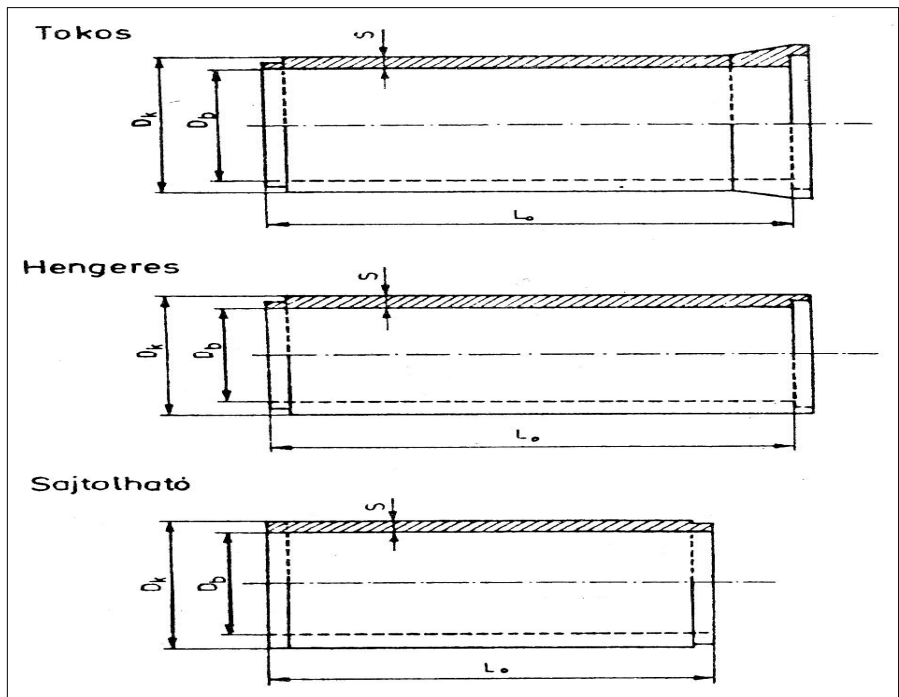
Nyílás ny. (m)	Átfolyási szelv. (m <sup>2</sup> )	a (min)	b	c	d	e (min)	f
		méter					
<b>A) Békaszáj szelvényű csőáteresz:</b>							
0,60*	0,30	1,00	0,15	0,60	1,00	1,75	1,20
0,80*	0,53	1,00	0,19	0,80	1,00	1,99	1,60
1,00	0,78	1,00	0,23	1,00	1,00	2,23	1,90
1,50	1,97	1,00	0,32	1,50	1,00	2,82	2,80
2,00	3,44	1,00	0,42	2,00	1,00	3,42	3,70
<b>B) Magasított szelvényű csőáteresz:</b>							
0,80*	0,90	1,50	0,25	1,40	1,00	3,14	1,40
1,00	1,40	1,50	0,30	1,75	1,00	3,55	1,70

\* Beépítésre nem ajánlott szelvény.

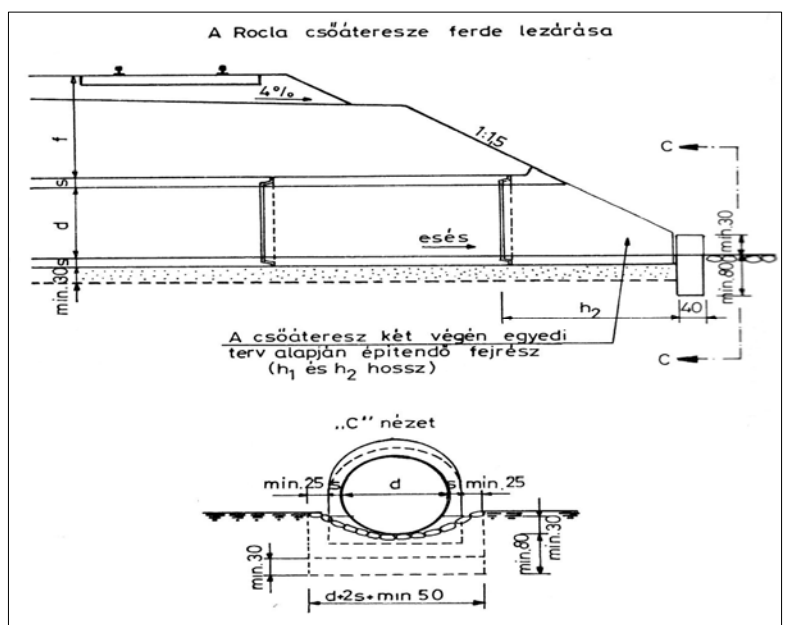
Békaszáj-, illetve magasított szelvényű csőátereszek fontosabb adatai



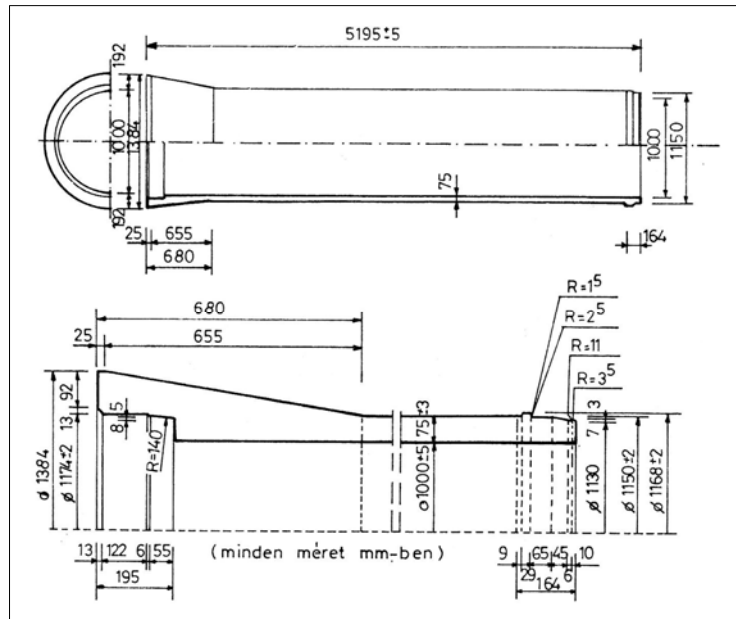
Magasított szelvényű csőáteresz



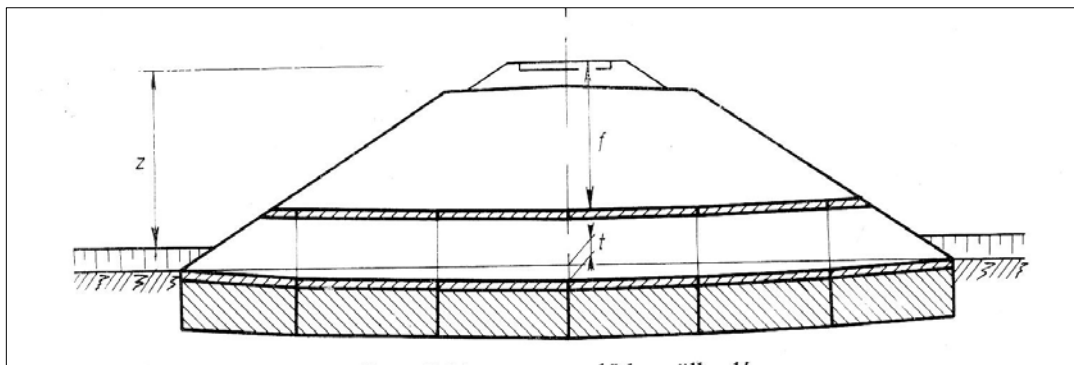
ROCLA rendszerű csőelemek



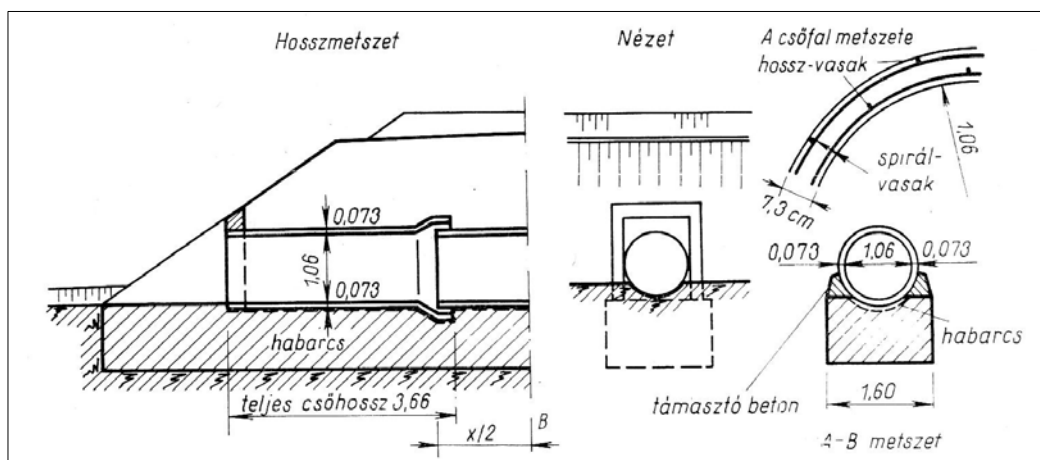
ROCLA rendszerű, ferde lezárású csőáteresz metszete



SENTAB rendszerű csőelem



A csőátereszt egyenlőtlen süllyedése



Vasbeton csőátereszt

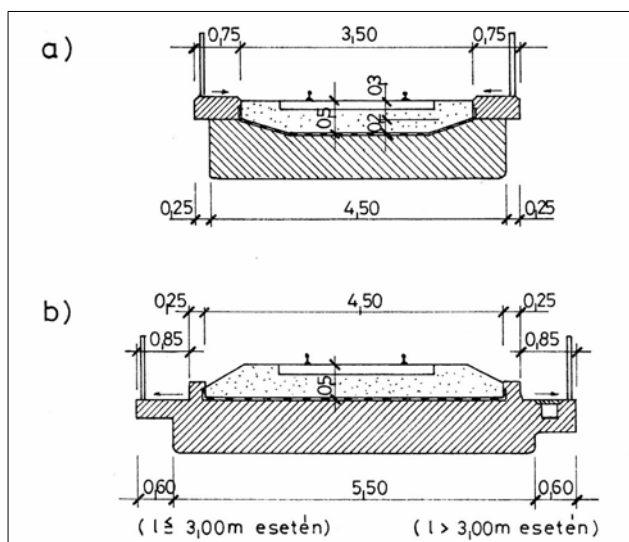
### 8.1.9. Hidak

#### Boltozott hidak

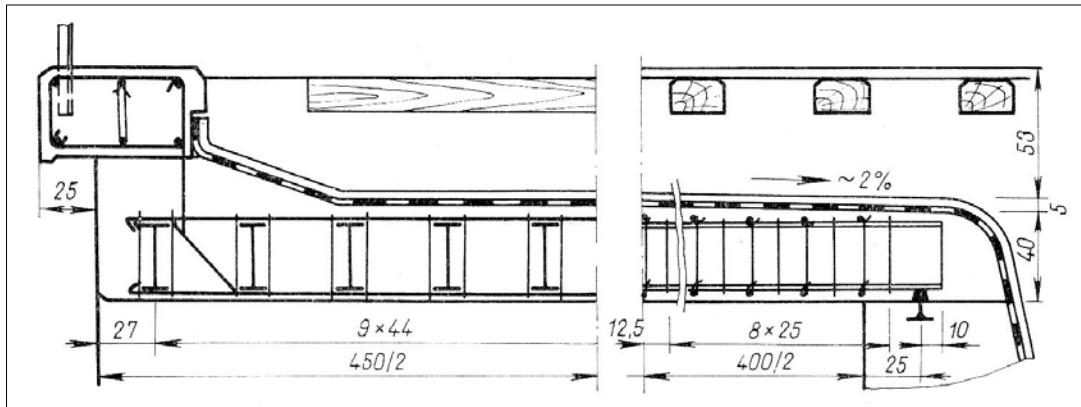
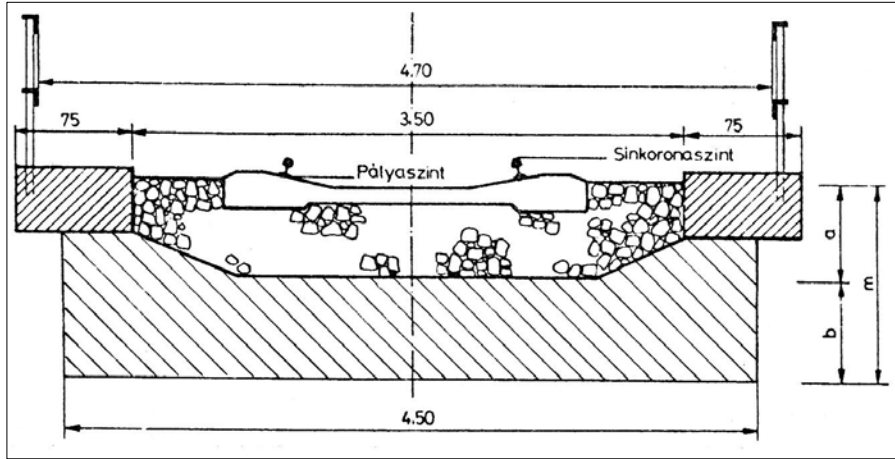
Kőhidak és téglahidak



#### Teknőhidak

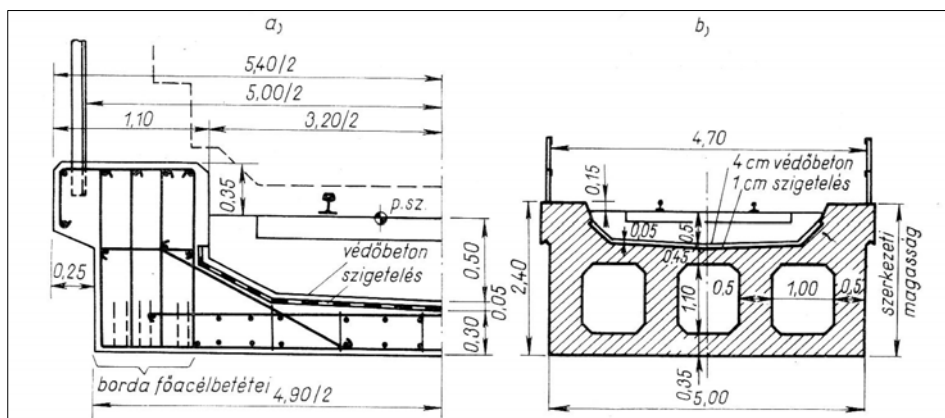


*Ágyazat átvezetéses hidak*

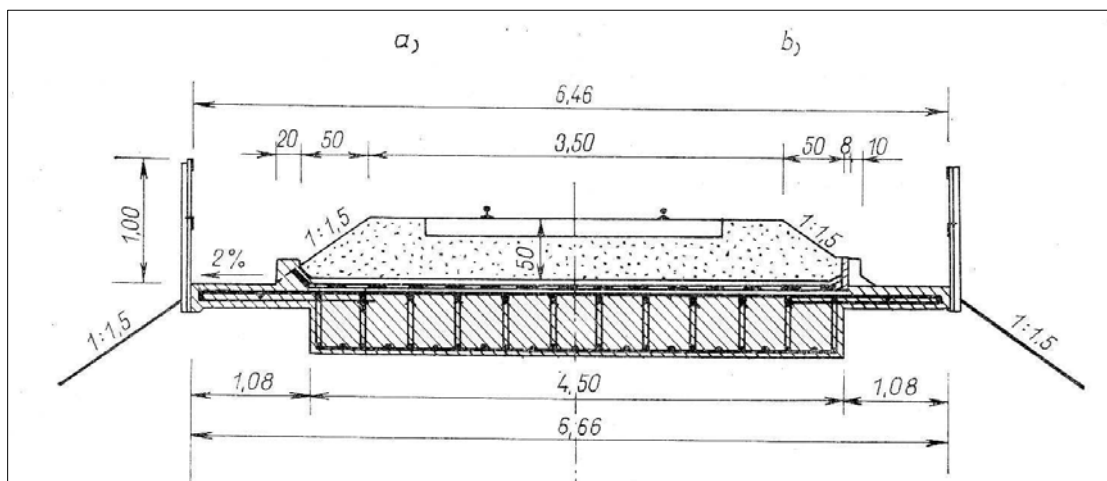
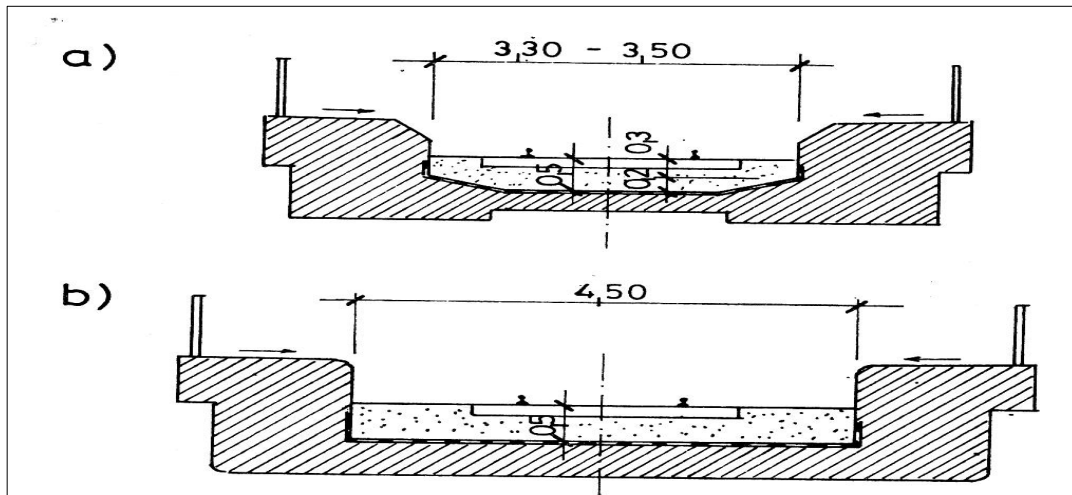


Tartóbetétes teknőhid

### 3. Vasbeton hidak



Betszerkezetű vasúti hidak

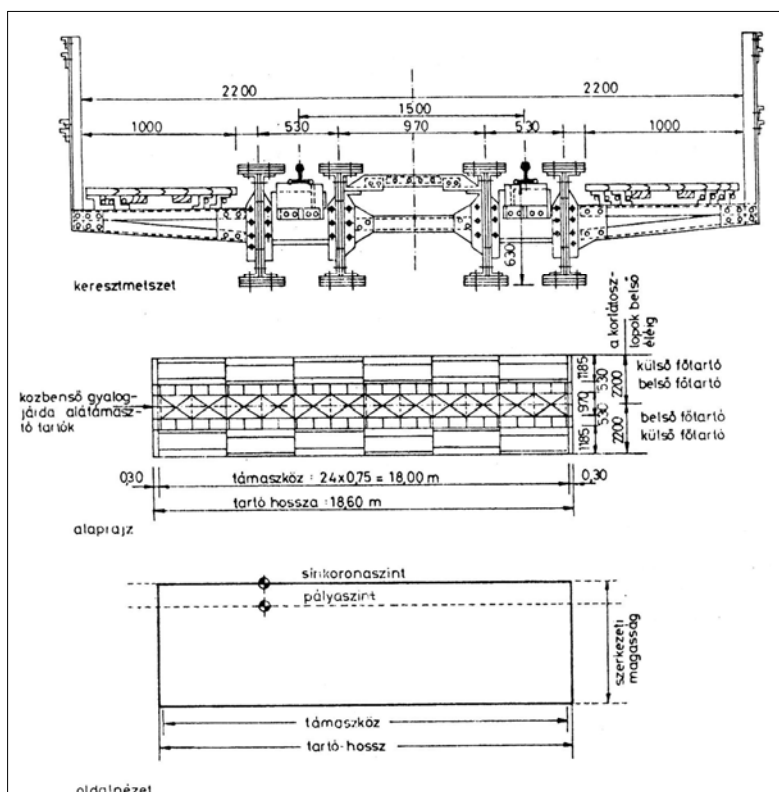


Szegélyborda nélküli betonlemezhid

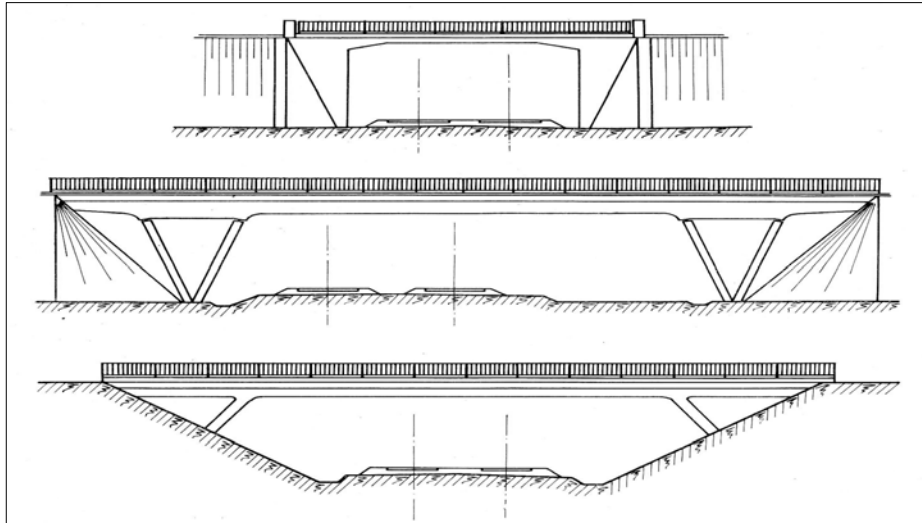


*Biatorbágyi híd*

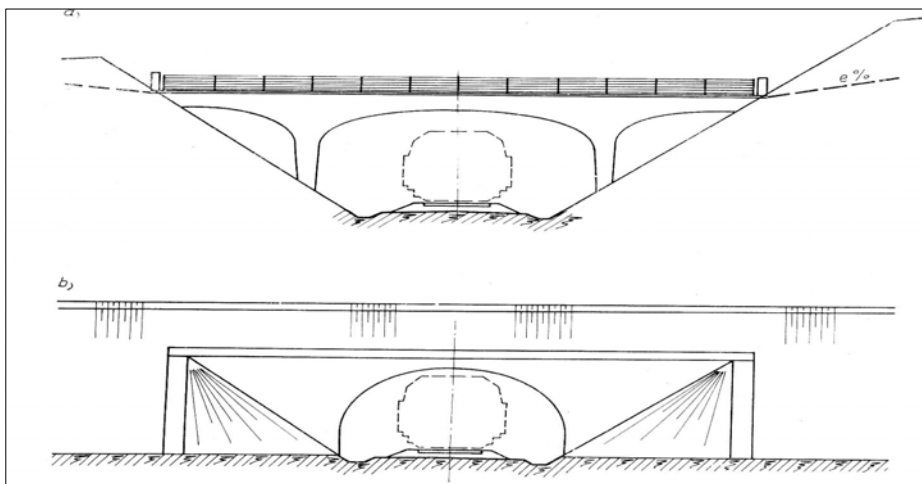
**Provizóriumok**



*P-18 jelű hidprovizórium*



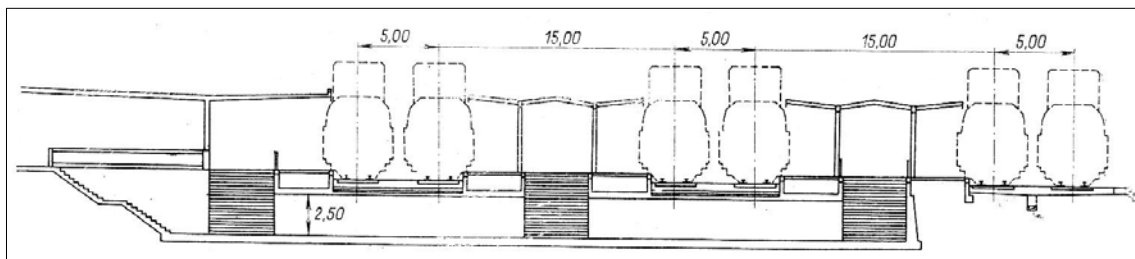
*Közúti felüljáró megoldások*



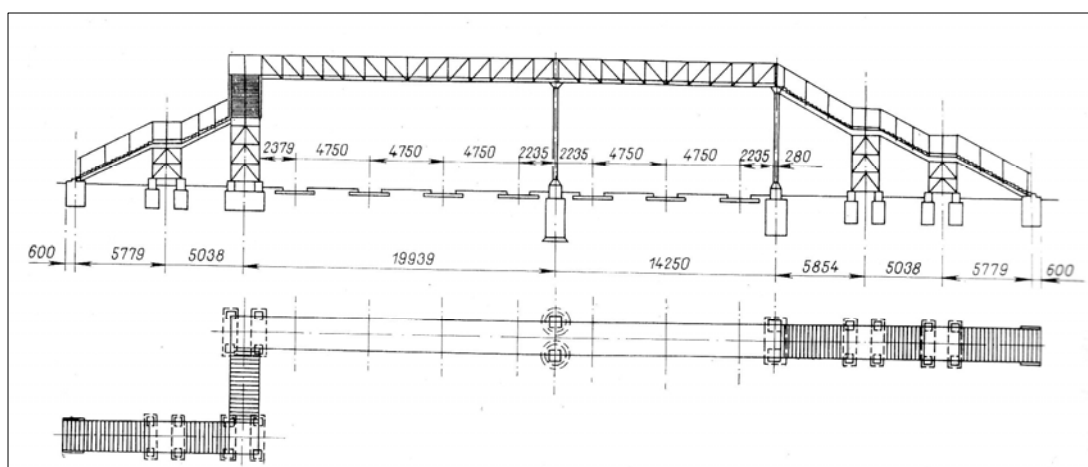
*A közút magassági helyzetének befolyása a közúti felüljáró kialakítására*



**8.1.10. Gyalogos alul-, és felüljárók**

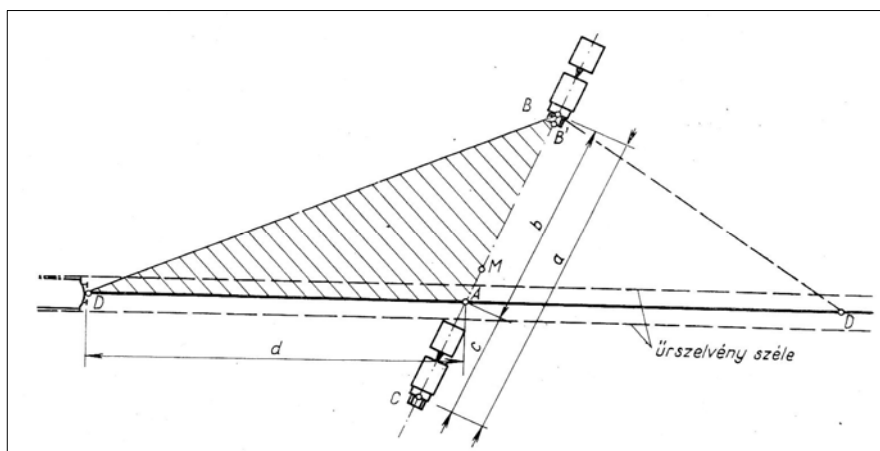


*Gyalogos aluljáró*

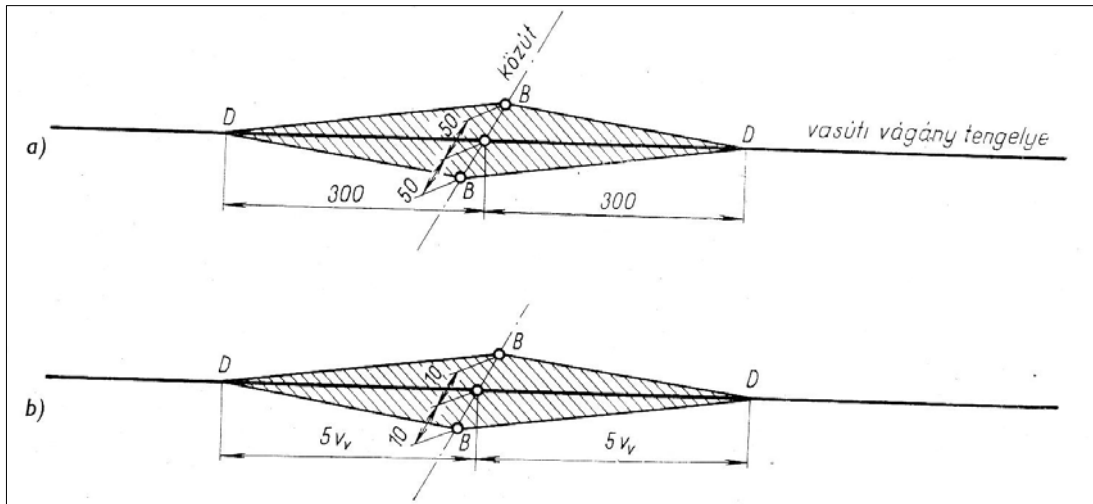


*Gyalogos felüljáró*

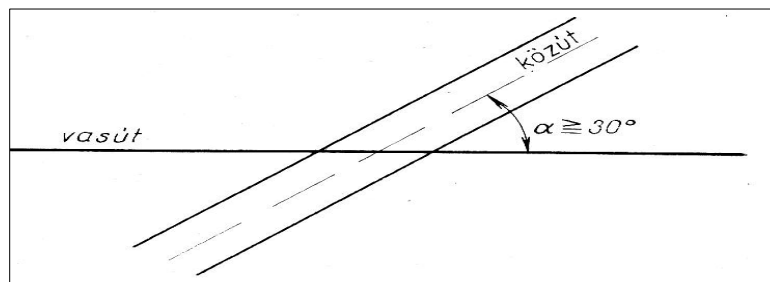
**8.1.11. Útátjárók**



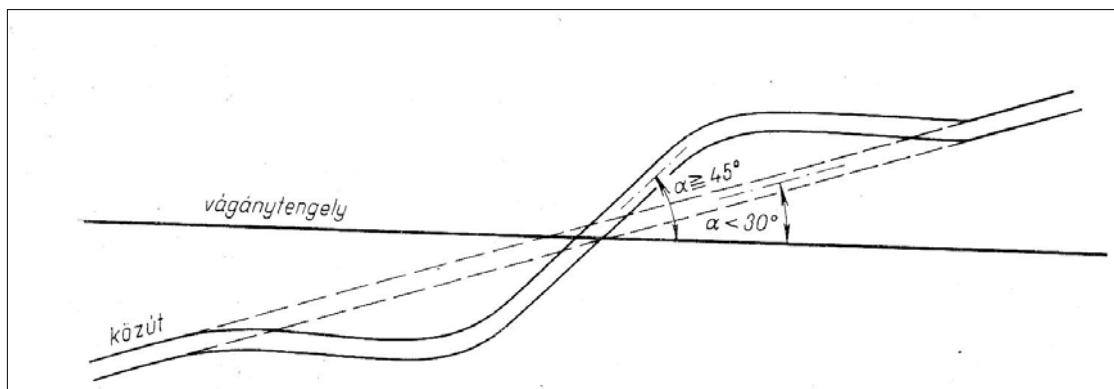
*A szabad kilátás biztosítása*



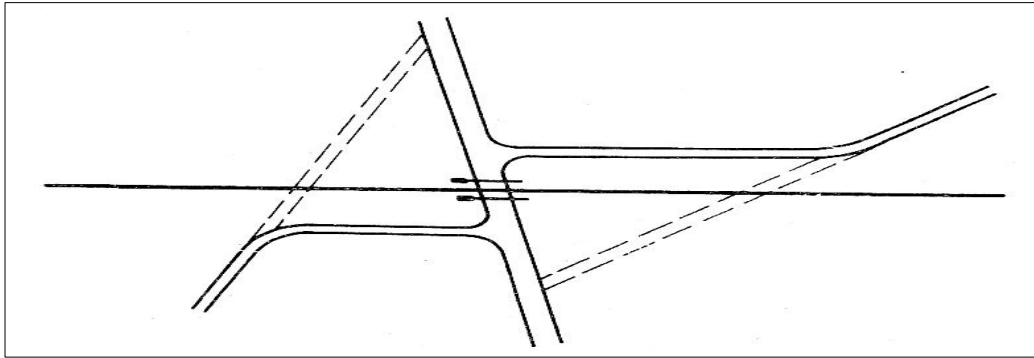
A szabad kilátási háromszög méretei



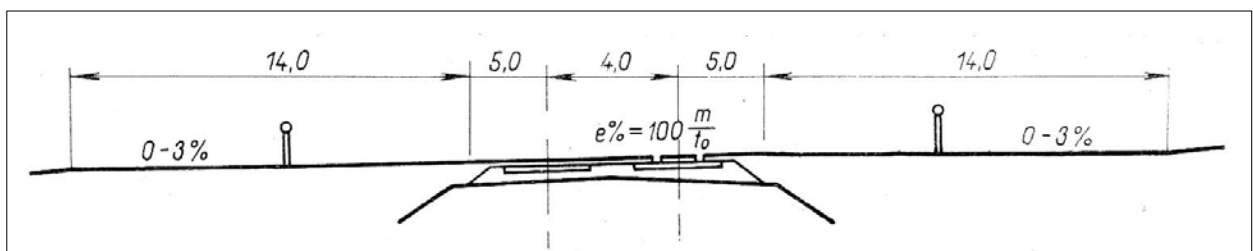
Az útátjárók metszési szöge



A közút vonalvezetésének javítása az útátjáró környezetében



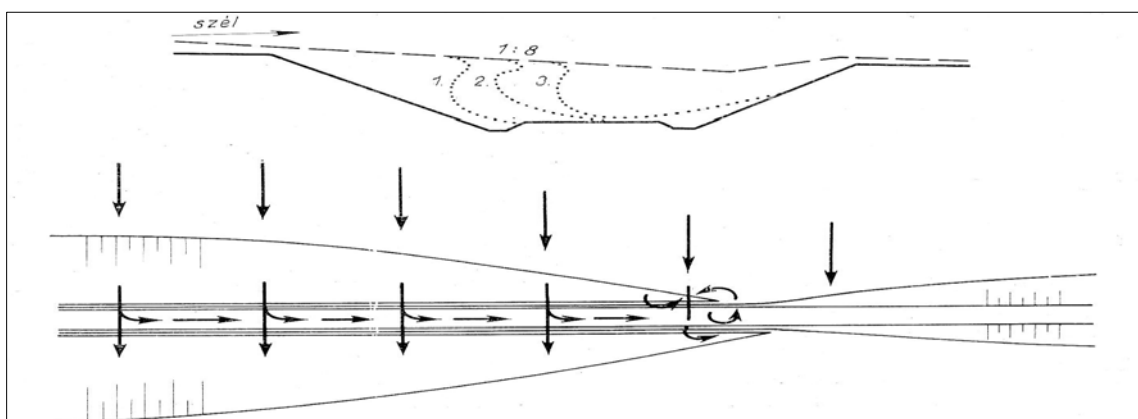
*Útkorrekciók az útátjárók számának csökkentése érdekében*



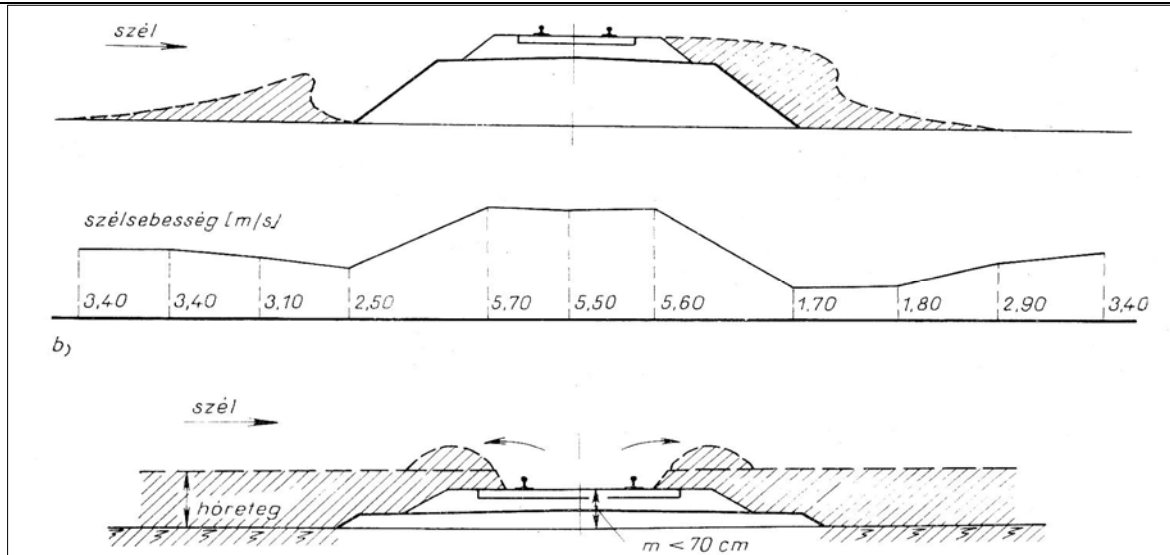
*A közút magassági vonalvezetése kétvágányú vasútvonal útátjárójában*

### 8.1.12. Védművek

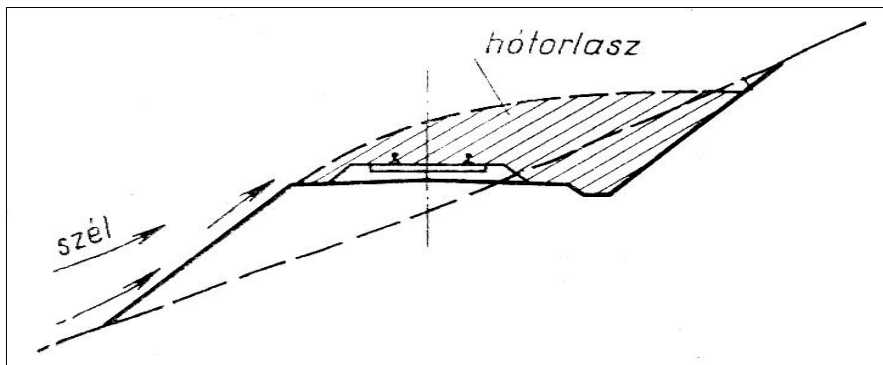
- Hóvédmű
- Lavinavédmű
- Sziklavédmű



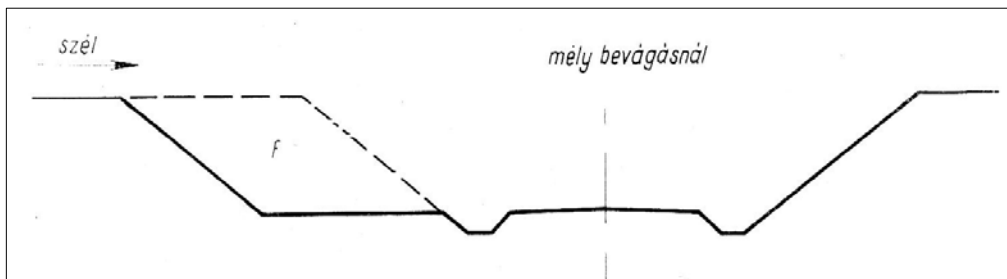
*Hólerakódás bevágásban*



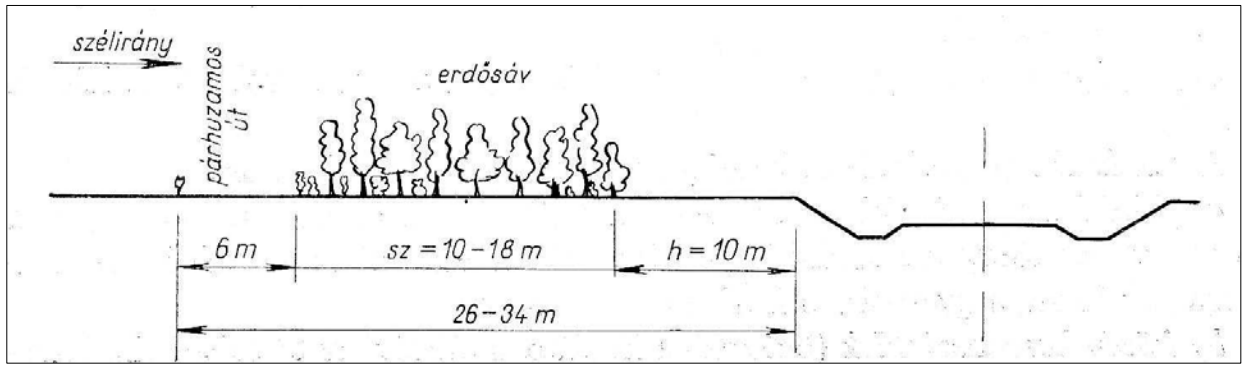
Hólerakódás töltésben



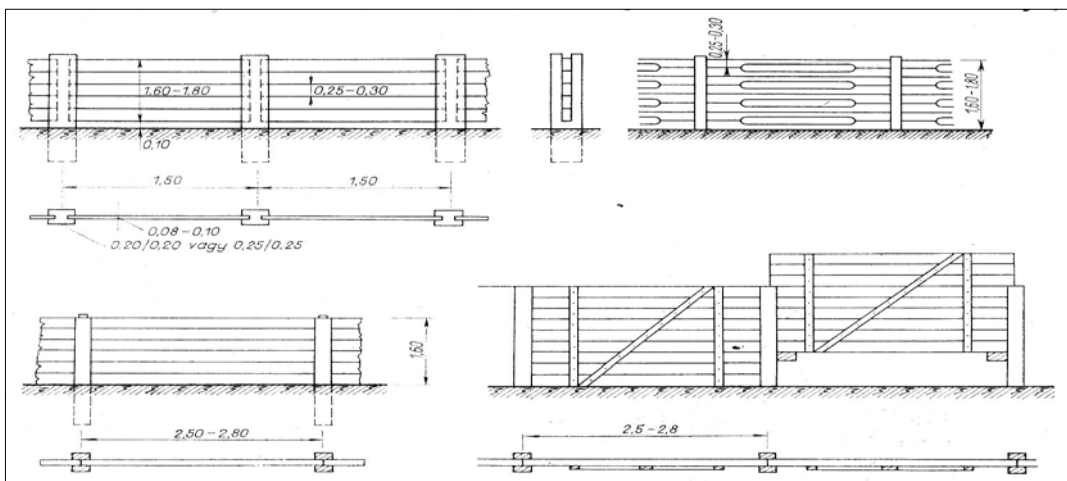
Hólerakódás vegyesszelvényben



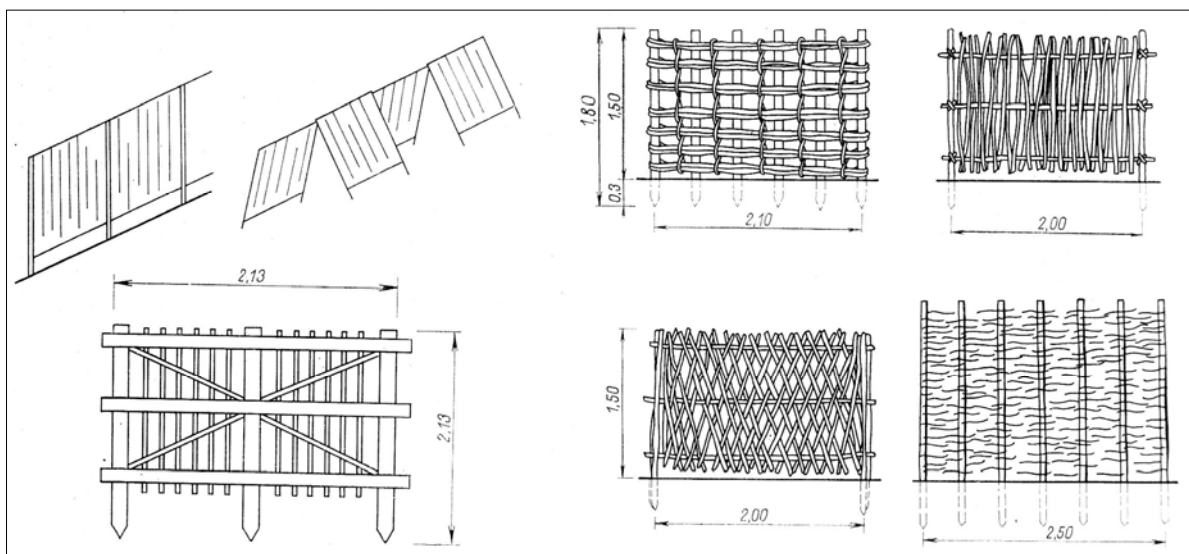
A hólerakódás felfogása bevágásszélesítéssel



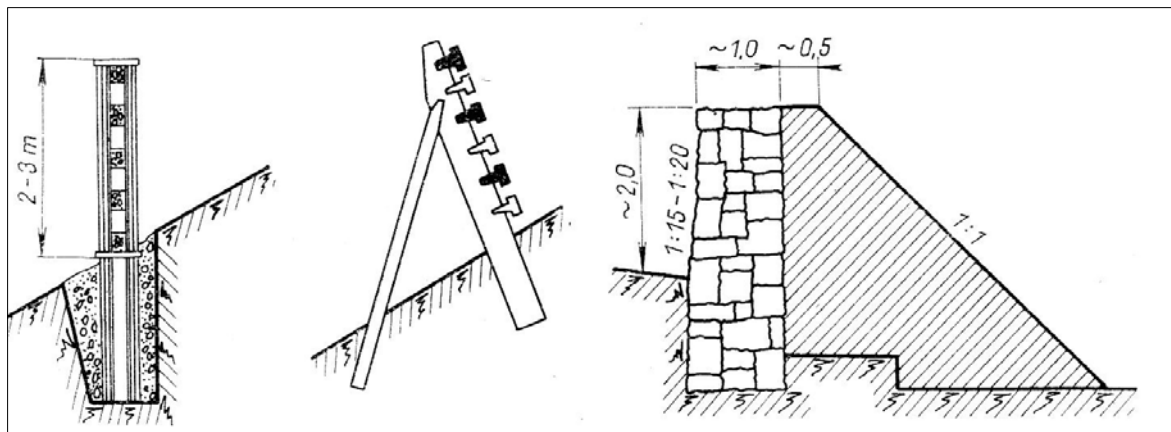
*Erdősáv*



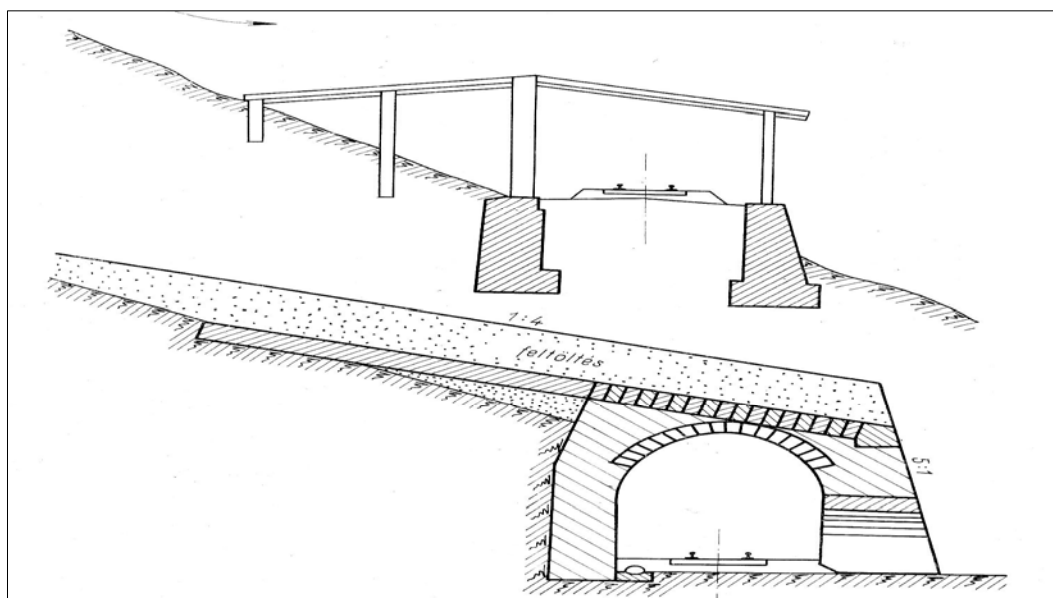
*Hóvédő palánkok fából és betonból*



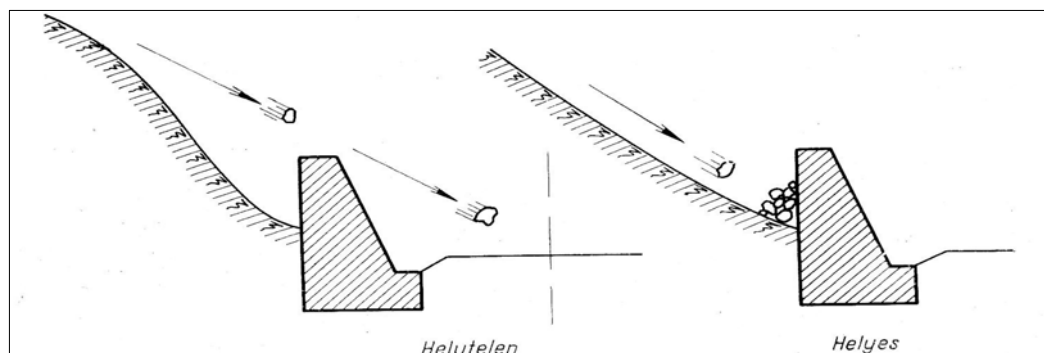
*Mozgathatókönnyű hóvédművek*



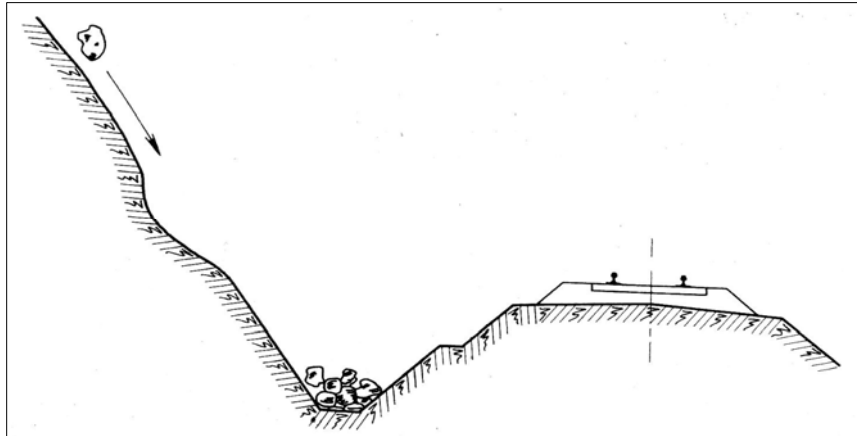
Lavinafogó falak



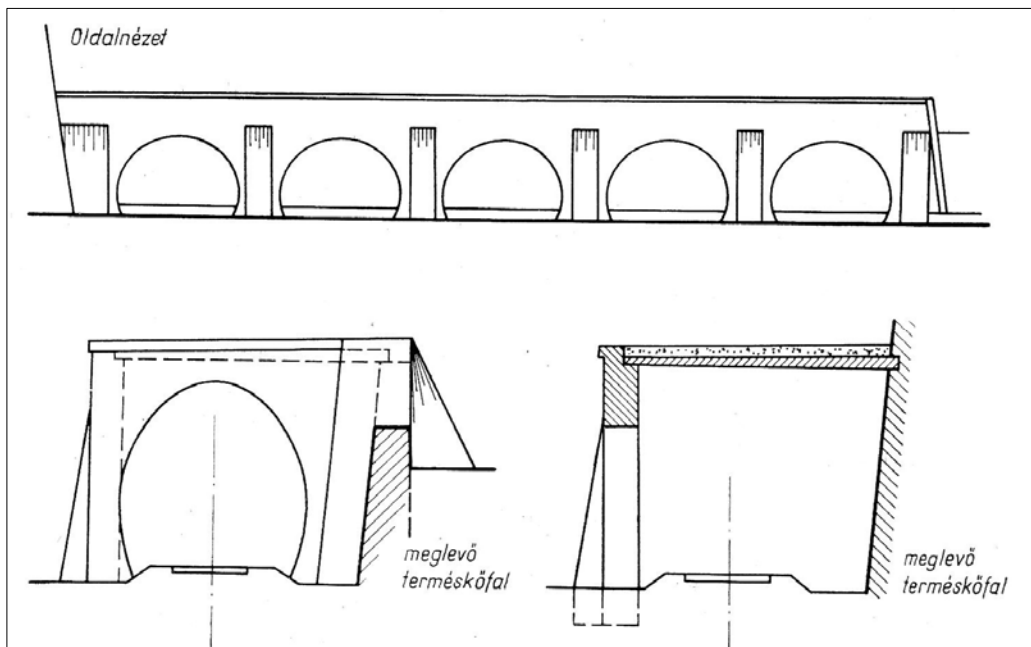
Galériák



A kőgöreteg-fogó fal elhelyezése



*Görgetegfogó árok*

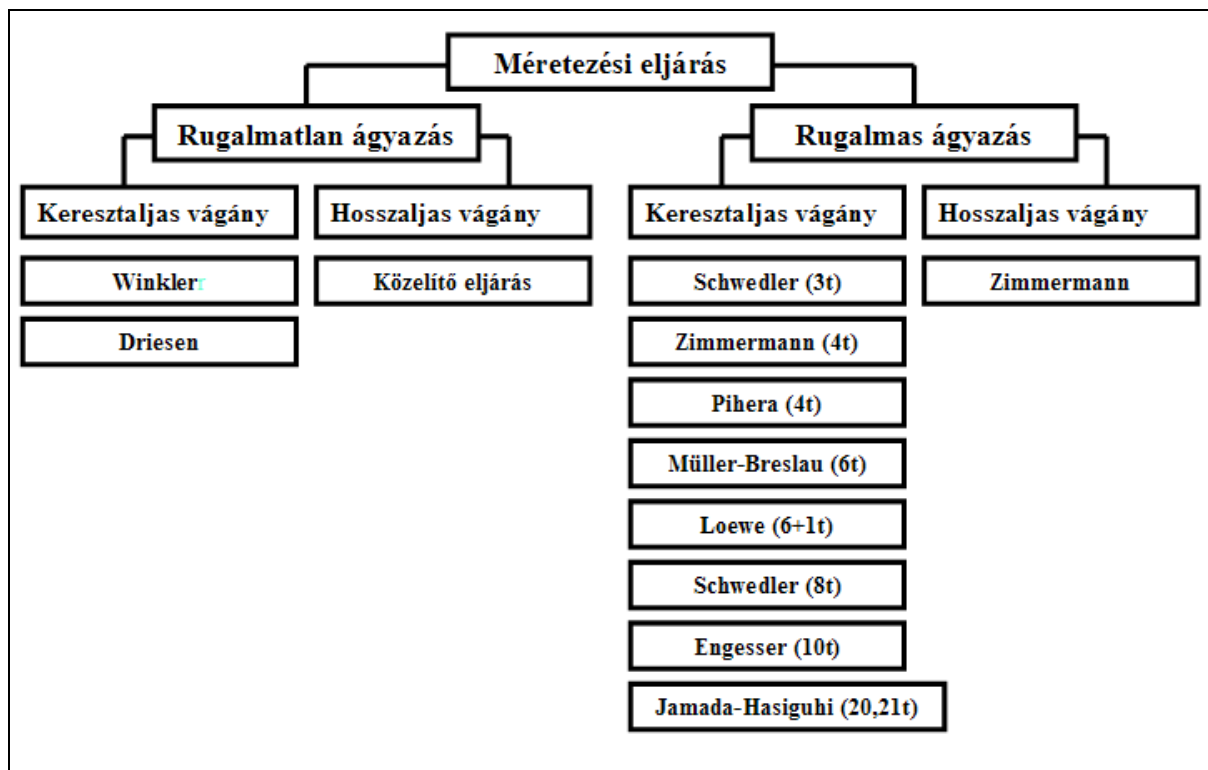


*kőgörceteg elleni védőgaléria a MÁV győr-veszprémi vonalán*

## 9. A vasúti pálya igénybevételei

### 9.1.1. A vasúti pályaszerkezet erőjátéka

A vasúti felépítmény méretezésének eljárásai

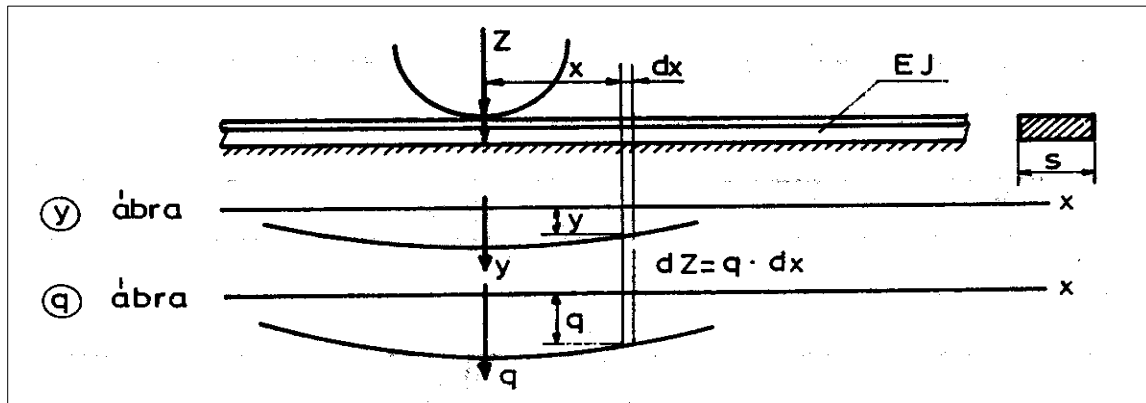
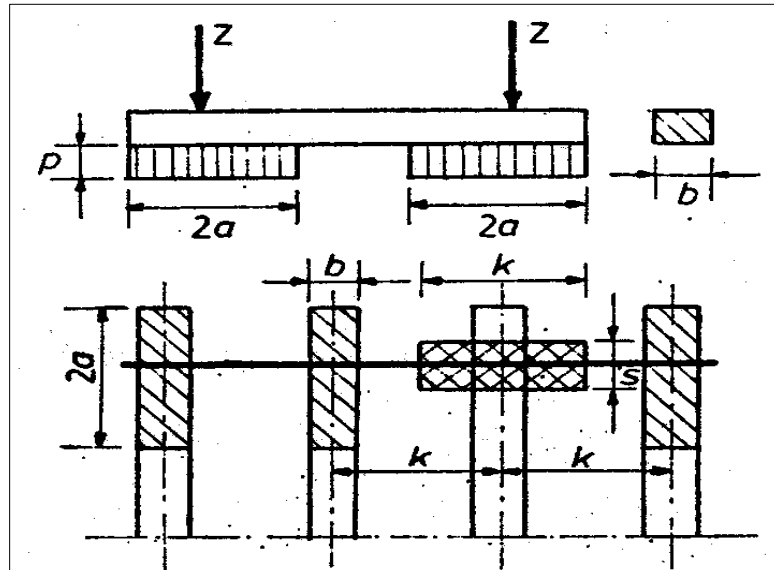


A keresztaljas felépítmény helyettesítése hosszaljas felépítménnyel

$$s = \frac{A}{k}$$

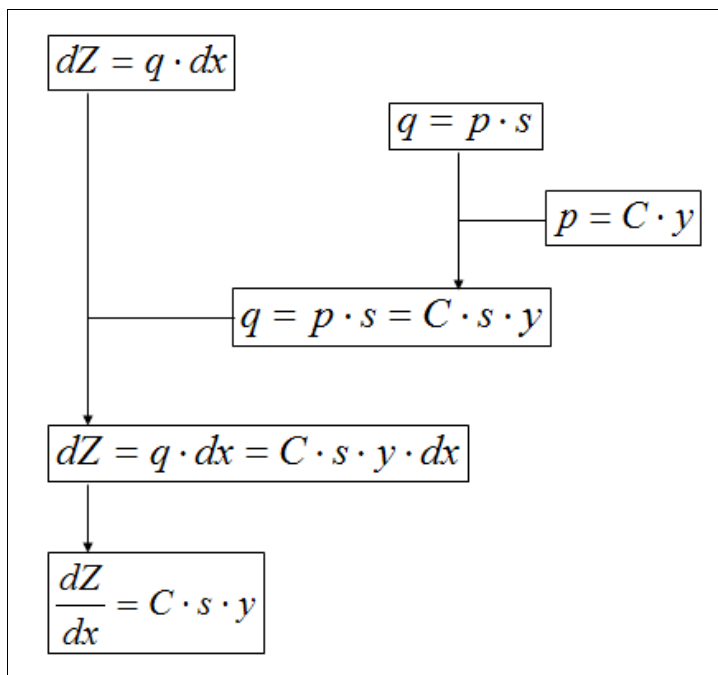
$$s \cdot k = A$$



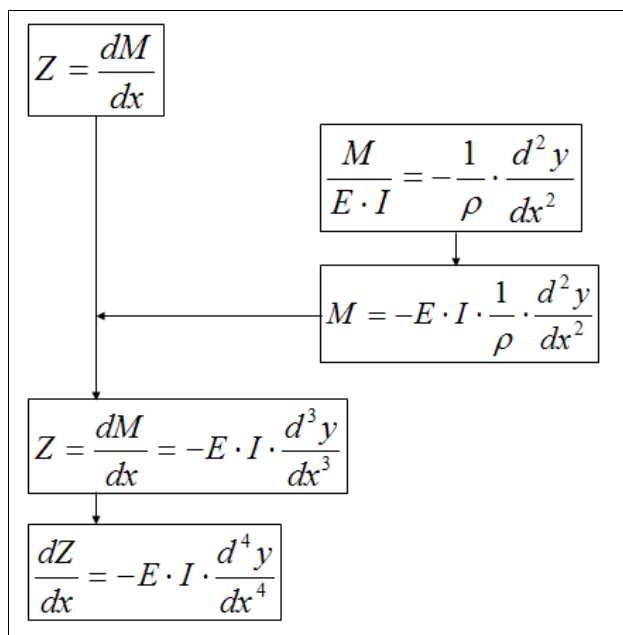


*A Zimmermann-féle elmélet számítási alapja*

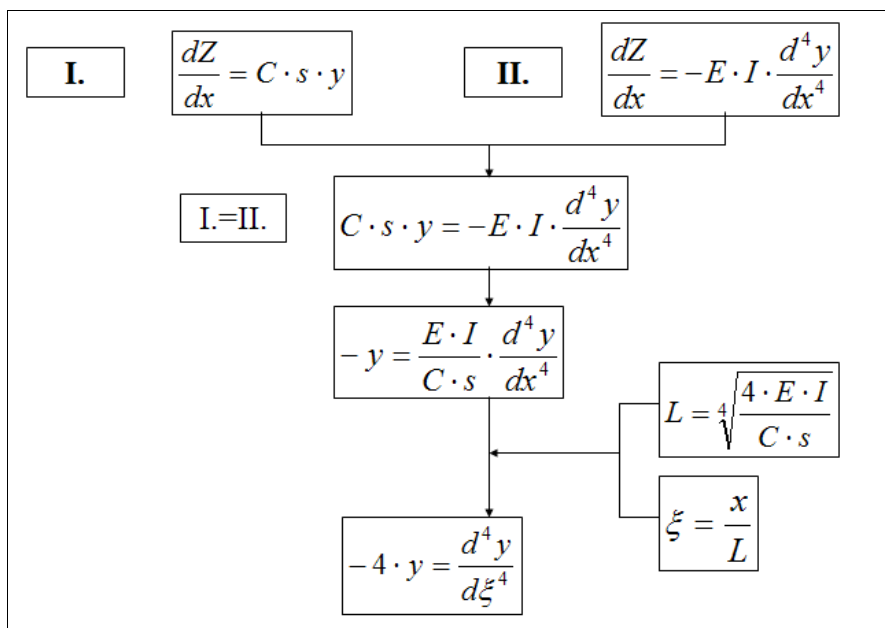
**A Zimmermann-féle helyettesítő hosszaljas számítási eljárás (1.)**



**A Zimmermann-féle helyettesítő hosszaljas számítási eljárás (2.)**



**A Zimmermann-féle helyettesítő hosszaljas számítási eljárás (3.)**



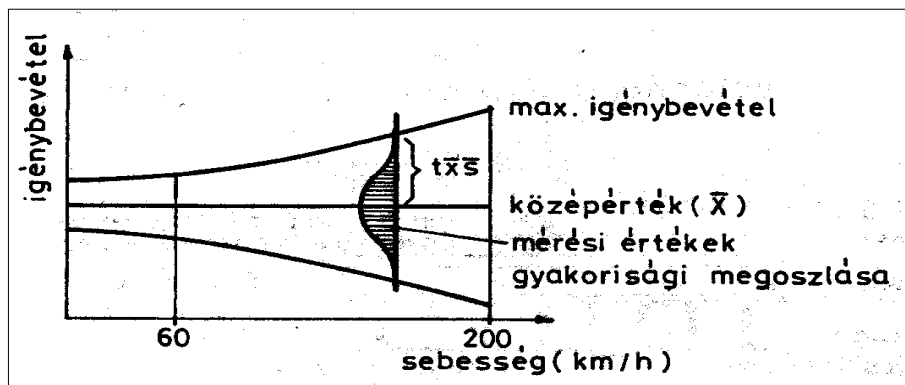
**A Zimmermann-féle helyettesítő hosszaljas számítási eljárás (4.)**

<b>Sín-süllyedés</b>	$y = \frac{Z}{2 \cdot C \cdot s \cdot L} \eta$	
<b>Ágyazati reakció</b>	$q = C \cdot s \cdot y = C \cdot s \cdot \frac{Z}{2 \cdot C \cdot s \cdot L} \cdot \eta = \frac{Z}{2 \cdot L} \cdot \eta$	
<b>Támaszreakció</b>	$F = k \cdot q = \frac{k \cdot Z}{2 \cdot L} \cdot \eta$	
<b>Hajlítónyomaték</b>	$M = \frac{Z \cdot L}{4} \cdot \mu$	
$\eta = e^{-\xi} \cdot (\sin \xi + \cos \xi)$	$\mu = e^{-\xi} \cdot (-\sin \xi + \cos \xi)$	$\xi = \frac{x}{L}$

**A Zimmermann-féle helyettesítő hosszaljas számítási eljárás (5.)**

Sin-süllyedés	$y = \frac{1}{2 \cdot C \cdot s \cdot L} \cdot \sum Z \cdot \eta$
Ágyazati reakció	$q = \frac{1}{2 \cdot L} \cdot \sum Z \cdot \eta$
Támaszreakció	$F = \frac{k}{2 \cdot L} \sum Z \cdot \eta$
Hajlítónyomaték	$M = \frac{L}{4} \cdot \sum Z \cdot \mu$
$\eta = e^{-\xi} \cdot (\sin \xi + \cos \xi) \qquad \mu = e^{-\xi} \cdot (-\sin \xi + \cos \xi) \qquad \xi = \frac{x}{L}$	

**A mértékadó igénybevételek meghatározása az Eisenmann féle elmélet alapján**



**Az Eisenmann-féle elmélet valószínűség számítási alapjai**

Átlagérték	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$
Szórás	$s = \pm \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum (x_i - \bar{x})^2}$
Középpértékre vonatkoztatott szórás	$\bar{s} = \frac{s}{\bar{x}}$

Mértékadó igénybevétel

$$x_M = \bar{x} + t \cdot s = \bar{x} + t \cdot \bar{s} \cdot \bar{x} = \bar{x} \cdot (1 + t \cdot \bar{s})$$

**A mértékadó igénybevételek meghatározása Eisenmann szerint**

$$I_M = I_E \cdot (1 + t \cdot s) = I_E \cdot \beta$$

$I_E$  – az igénybevételek középértéke (a Zimmermann féle rugalmas ágyazású gerenda modell igénybevételei)

$t$  – a megkívánt valószínűségtől függő tényező:

$t = 1$  0,683 – as valószínűségnél,

$t = 2$  0,955 – ös valószínűségnél,

$t = 3$  0,997 – es valószínűségnél (a vasúti felépítmény méretezésénél  $t = 3$ )

$s$  – az igénybevételek középértékére vonatkoztatott szórás:

**Az igénybevételek szórásának meghatározása Eisenmann szerint**

$$S = \alpha \cdot \varphi$$

$$\varphi = 1 + \frac{V - 60}{140}$$

$\alpha$  - a felépítmény állapotától függő tényező:

$\alpha = 0,1$  kiváló állapotú pálya esetén,

$\alpha = 0,2$  jó állapotú pálya esetén,

$\alpha = 0,3$  rossz állapotú pálya esetén.

**A jármű sebességének és a pálya állapotának hatása a dinamikus igénybevételekre**

	V=60	V=80	V=100	V=120	V=140	V=160	V=180	V=200
	km/h							
$\alpha = 0,1$	1,30	1,34	1,39	1,43	1,47	1,51	1,56	1,60
$\alpha = 0,2$	1,60	1,69	1,77	1,86	1,94	2,03	2,11	2,20
$\alpha = 0,3$	1,90	2,03	2,16	2,29	2,41	2,54	2,67	2,80

**A mértékadó oldalerő értéke pályamérések alapján**

$$Y_{\max} = 0,54 \cdot \left( 10 + \frac{2}{3} \cdot Z \right)$$

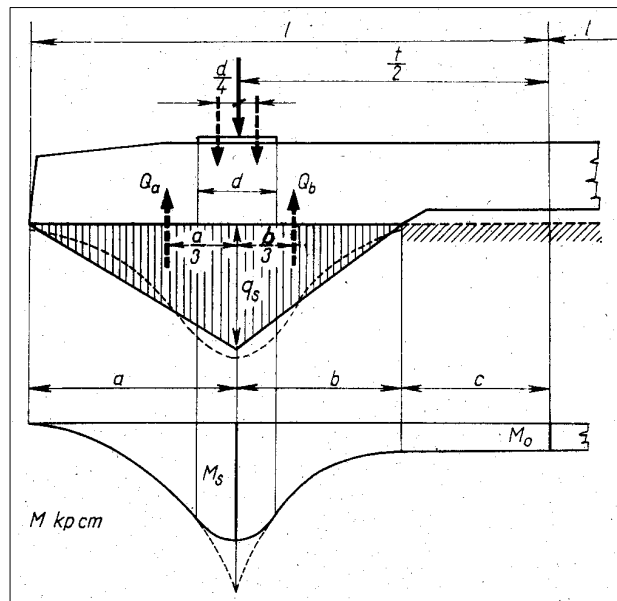
$Z$  [kN] – statikus kerékteher

**Keresztalj sín alatti-, és középső keresztmetszetének nyomatéka egyenletesen megoszló-, és háromszög alakú ágyazatreakció egyidejű feltételezésével esetén**

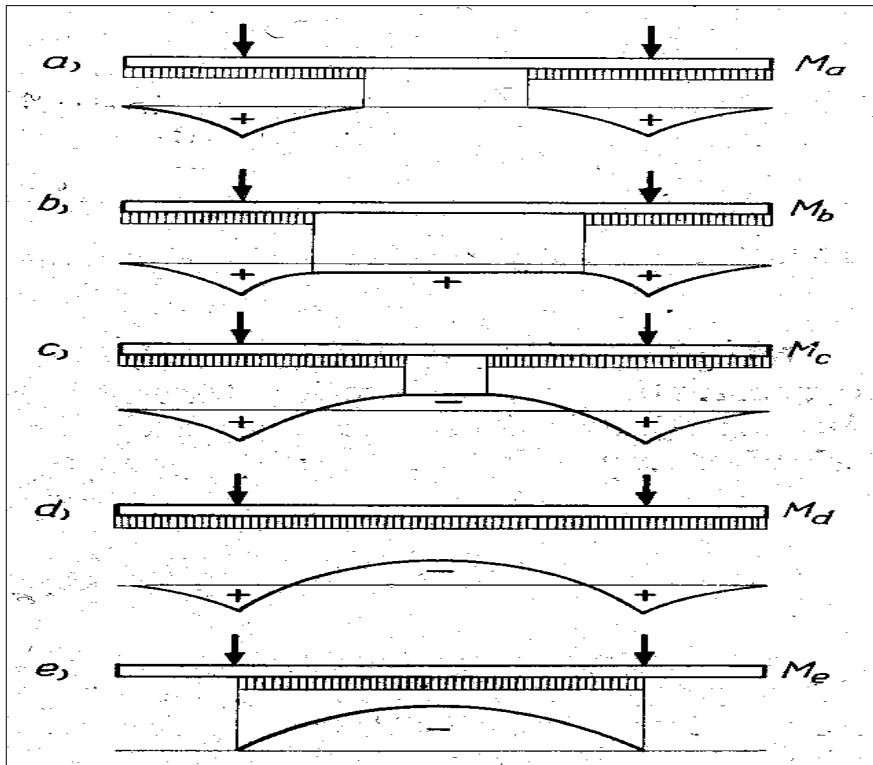
$$M_s = \frac{M_{s1} + M_{s2}}{2} = F \cdot \left( \frac{a^2}{2,4 \cdot (a+b)} - \frac{d}{8} \right)$$

$$M_0 = \frac{M_{01} + M_{02}}{2} = F \cdot \frac{a-b}{2,4}$$

$$M_0 = F \cdot \frac{l-t}{2,4}$$



A keresztalj nyomatéki ábrái az alj felfekvési módjának függvényében

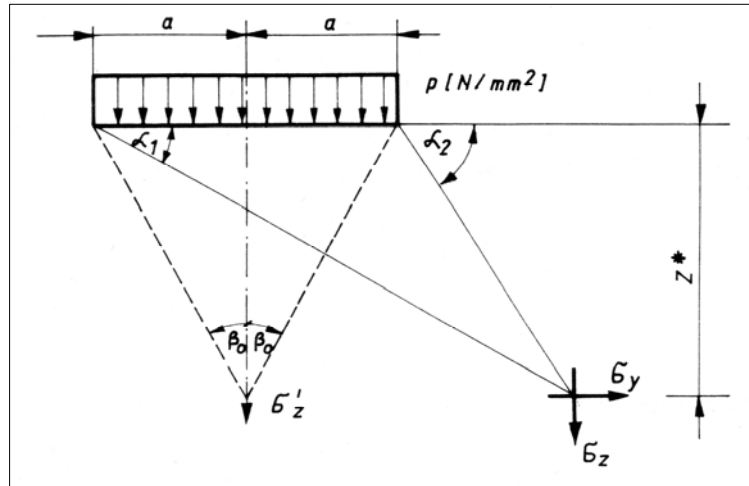


Sávterhelés alatti feszültség eloszlás Boussinesq szerint

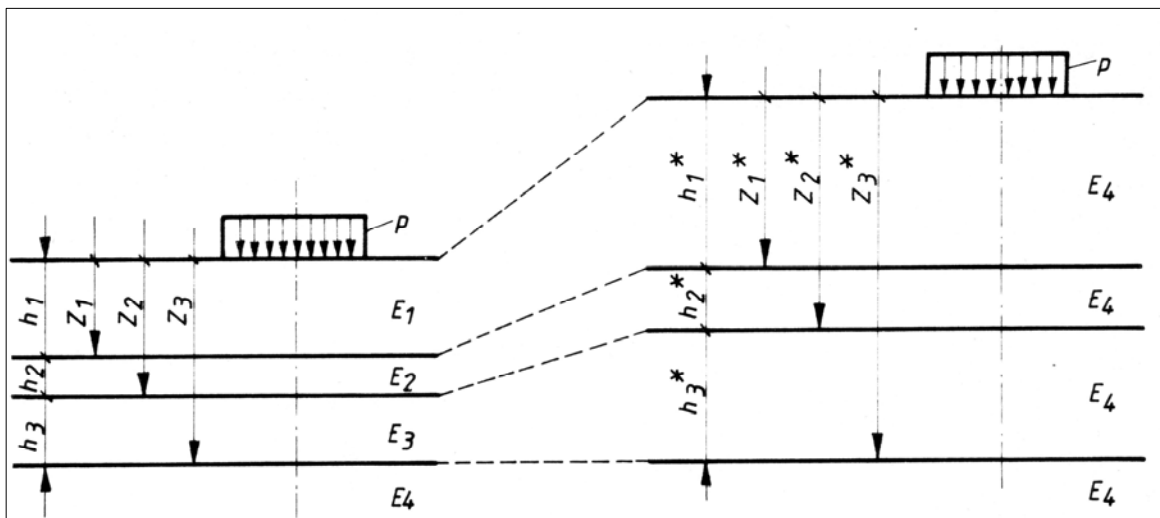
$$\sigma_z = -\frac{p}{\pi} \cdot \left[ \alpha_2 - \alpha_1 - \frac{1}{2} \cdot (\sin 2 \cdot \alpha_2 - \sin 2 \cdot \alpha_1) \right] \quad \sigma_y = -\frac{p}{\pi} \cdot \left[ \alpha_2 - \alpha_1 + \frac{1}{2} \cdot (\sin 2 \cdot \alpha_2 - \sin 2 \cdot \alpha_1) \right]$$

$$\sigma_z = -\frac{p}{\pi} \cdot [2 \cdot \beta_0 + \sin 2 \cdot \beta_0] \quad \sigma_y = -\frac{p}{\pi} \cdot [2 \cdot \beta_0 - \sin 2 \cdot \beta_0]$$

$$\tau_{\max} = 0,5 \cdot (\sigma_z - \sigma_y)$$



**A talajrétegek homogenizálása**



**9.1.2. A hézagnélküli vágány erőjátéka**

**A sín hőmérsékletei**

Legmagasabb sínhőmérséklet:  $t_{max} = +60\text{ °C}$

Legalacsonyabb sínhőmérséklet:  $t_{min} = -30\text{ °C}$

Legnagyobb sínhőmérséklet változás:  $\Delta t_{max} = (+60\text{ °C}) - (-30\text{ °C}) = 90\text{ °C}$

Közéhhőmérséklet a legnagyobb hőmérsékletváltozás esetén:

$$t_{közép} = t_{max} - (\Delta t_{max}/2) = +60\text{ °C} - (90\text{ °C}/2) = +15\text{ °C}$$



**A sínszálaban hőmérsékletváltozás hatására keletkező hőfeszültség, és dilatációs erő**

A sínszálaban ébredő hőfeszültség:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta l}{l} = E \cdot \frac{\alpha \cdot l \Delta t}{l} = \alpha \cdot E \cdot \Delta t$$

A sínszálaban ébredő dilatációs erő:

$$F = A \cdot \sigma = \alpha \cdot E \cdot A \cdot \Delta t$$

**Semleges hőmérséklet**

A semleges hőmérséklet a MÁV Rt. érvényben lévő előírása szerint:

$$t_s = 20^{\circ}C$$

A semleges hőmérsékleti intervallum a MÁV Rt. érvényben lévő előírása szerint:

$$t_s = 20_{-5}^{+3}{}^{\circ}C$$

**A lélegző szakasz hossza**

$$F_e = F_t$$

$$z_0 \cdot p + H = \alpha \cdot E \cdot A \cdot \Delta t$$

$$z_0 = \frac{\alpha \cdot E \cdot A \cdot \Delta t - H}{p}$$

$z_0[mm]$	a lélegző szakasz hossza;
$p[N/mm]$	az ágyazat hosszirányú ellenállása;
$H[N]$	a heveder ellenállása;
$\alpha[1/^{\circ}C]$	az acél lineáris <u>hőtágulási</u> tényezője;
$E[N/mm^2]$	az acél rugalmassági modulusa;
$A[mm^2]$	a sín keresztmetszeti területe;
$\Delta t[^{\circ}C]$	a sín hőmérsékletváltozása;

**A kivetődést okozó kritikus nyomóerő különböző fekvéshiba alakoknál**

$$F_{kr}^E = 10 \cdot \frac{E \cdot I}{l^2} + \frac{2 \cdot r}{k} + \frac{l^2}{8 \cdot f} \cdot q$$

$$F_{kr}^A = 40 \cdot \frac{E \cdot I}{l^2} + \frac{2 \cdot r}{k} + \frac{l^2}{10 \cdot f} \cdot q$$

$$F_{kr}^B = 80 \cdot \frac{E \cdot I}{l^2} + \frac{2 \cdot r}{k} + \frac{l^2}{39 \cdot f} \cdot q$$

$E[N/mm^2]$

a sínacél rugalmassági modulusa;

$I[mm^4]$

a két sinszál függőleges tengelyre vonatkoztatott inercianyomatéka;

$l[mm]$

a fekvéshiba hossza;

$r[Nmm/rad]$

a sínleerősítés elforgás ellenállása;

$k[mm]$

a sínleerősítések távolsága;

$f[mm]$

a fekvéshiba húrmagassága;

$q[N/mm]$

a vágány oldalirányú ellenállása;

**Vágánykivetődési képletek Meier elmélete szerint**

**EGYENES VÁGÁNY**

**ÍVESES VÁGÁNY**

Kritikus húr hossz

$$l_k = 3 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E \cdot I}{F}}$$

$$l_k = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E \cdot I}{F}}$$

Kritikus ívmagasság

$$f_k = 8,7 \cdot q \cdot \frac{E \cdot I}{F^2}$$

$$f_k = \left( q - \frac{F}{R} \right) \cdot \frac{16 \cdot E \cdot I}{F^2}$$

Kritikus hőmérséklet-változás

$$\Delta t_k = \sqrt{\frac{8,7 \cdot I \cdot q}{\alpha^2 \cdot A^2 \cdot E \cdot f}}$$

$$\Delta t_k = -\frac{8 \cdot I}{\alpha \cdot A \cdot R \cdot f} + \sqrt{\left( \frac{8 \cdot I}{\alpha \cdot A \cdot R \cdot f} \right)^2 + \frac{16 \cdot I \cdot q}{\alpha^2 \cdot A^2 \cdot E \cdot f}}$$

---

**A jelölések értelmezése**

I – a vágánymező tehetetlenségi nyomatéka [mm]

q – az ágyazat oldalirányú ellenállása [N/mm<sup>2</sup>]

$\alpha$  – a sín vonalas hőtágulási tényezője [1/C]

A – a két sín keresztmetszeti területe [mm<sup>2</sup>]

E – a sín rugalmassági modulusa [N/mm<sup>2</sup>]

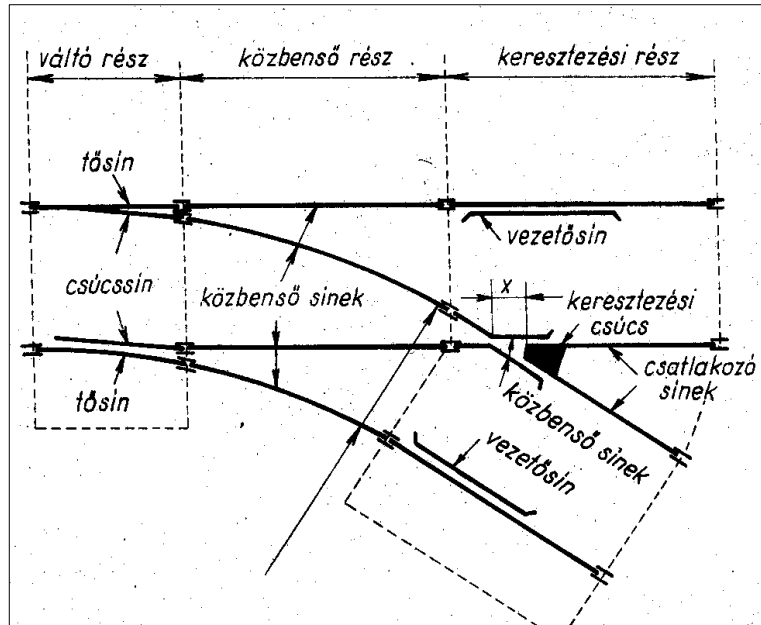
f – a fekvéshiba felvett ívmagassága [mm]

R – a körív sugara [mm]

F – a dilatációs erő [N]

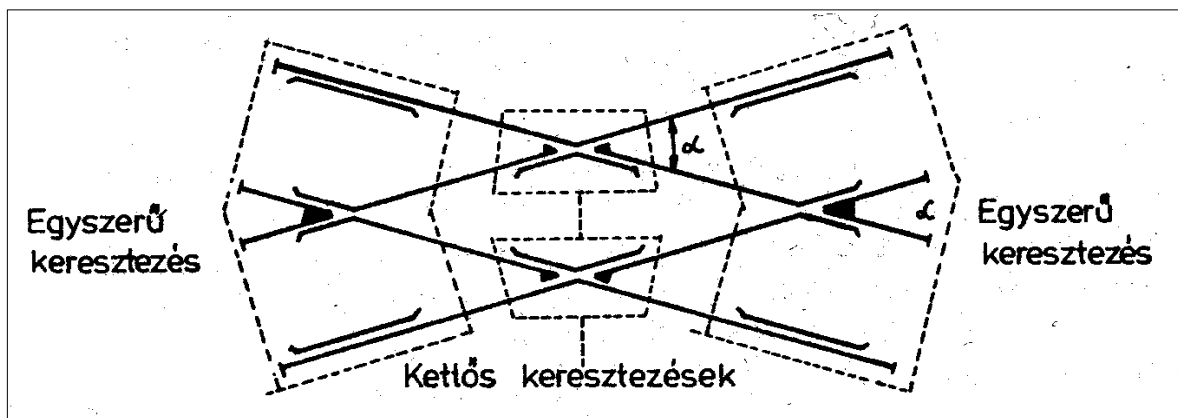
## 10. Kitérőkkel és átszelésekkel kapcsolatos alapfogalmak

### 10.1.1. A kitértők fő részei



*Kitértő fő részei*

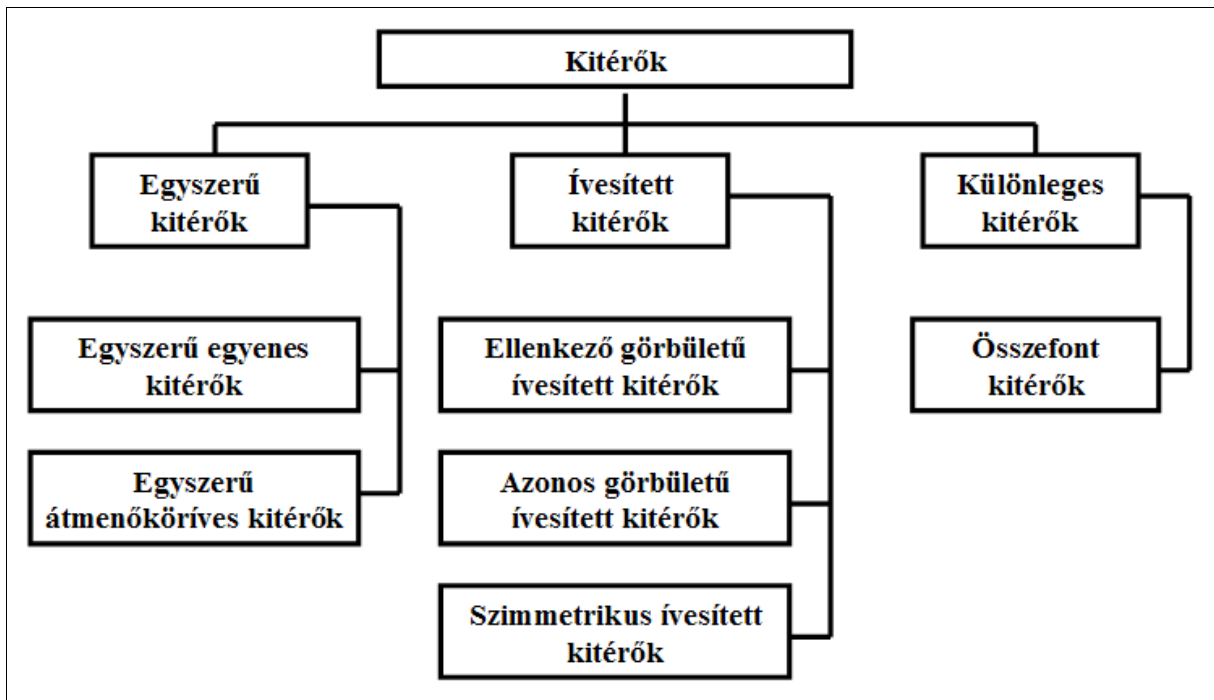
### 10.1.2. Az átszelések fő részei



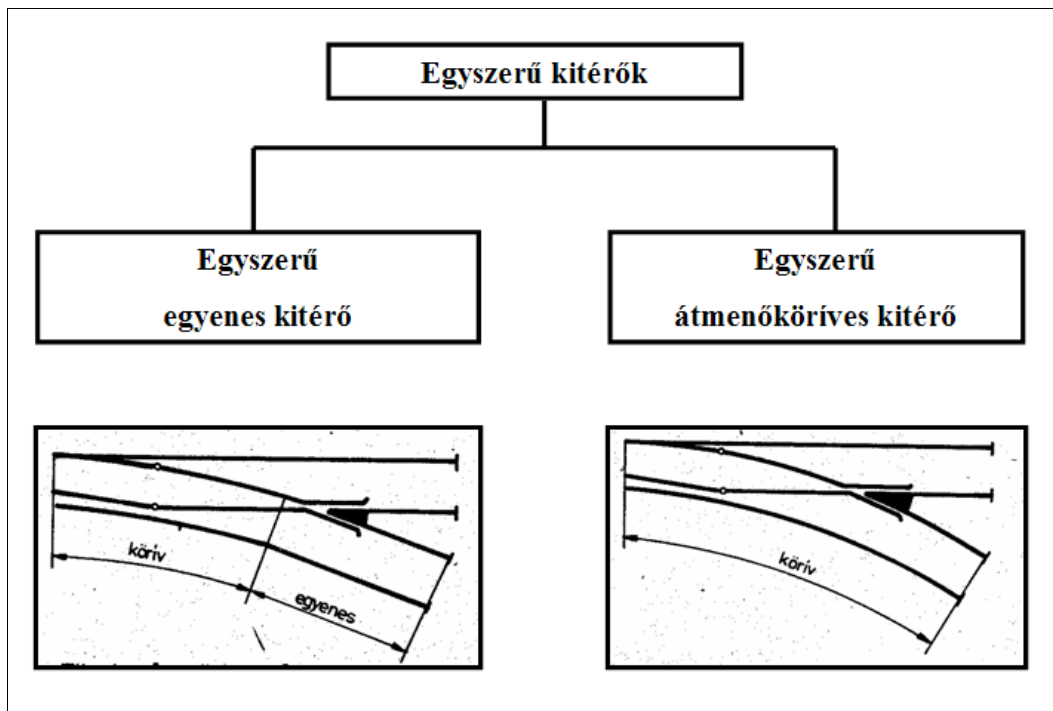
*Átszelés fő részei*

### 10.1.3. Kitérők fő típusai

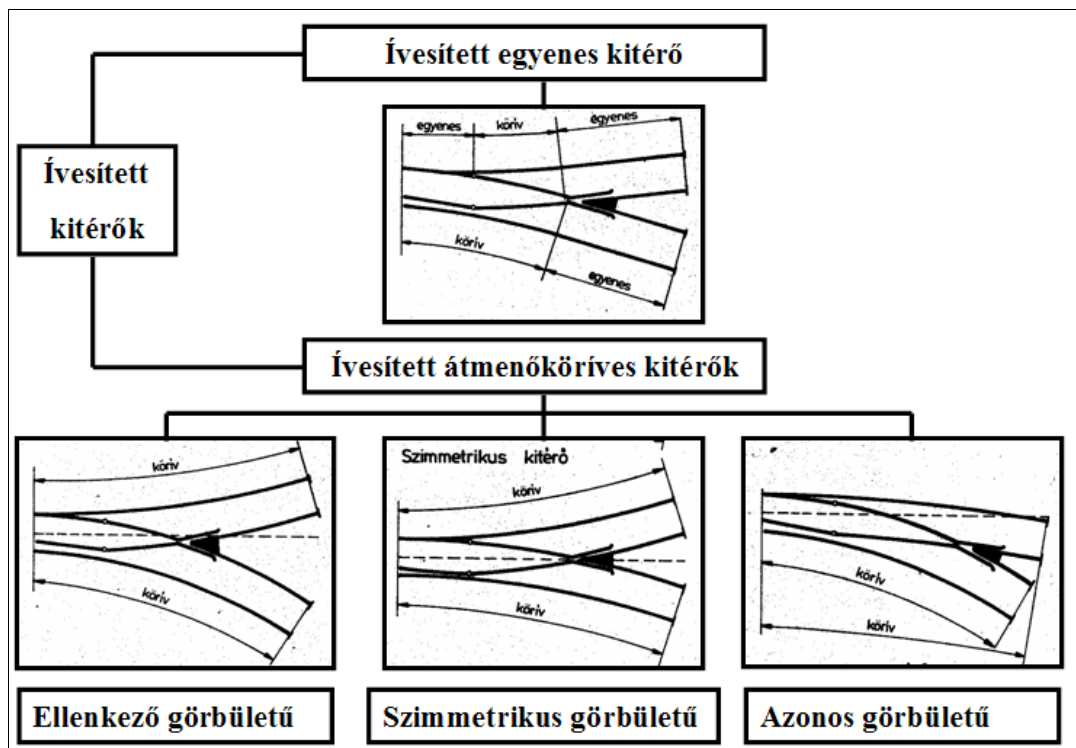
#### Kitérők csoportosítása



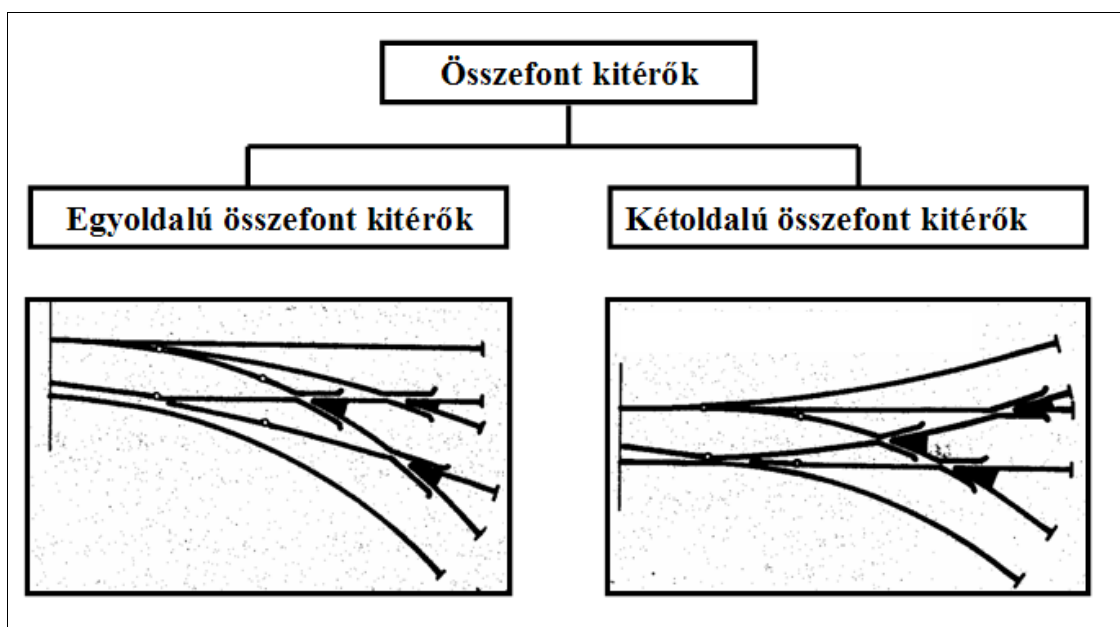
#### Egyszerű kitérők csoportosítása



**Ívesített kitérők csoportosítása**

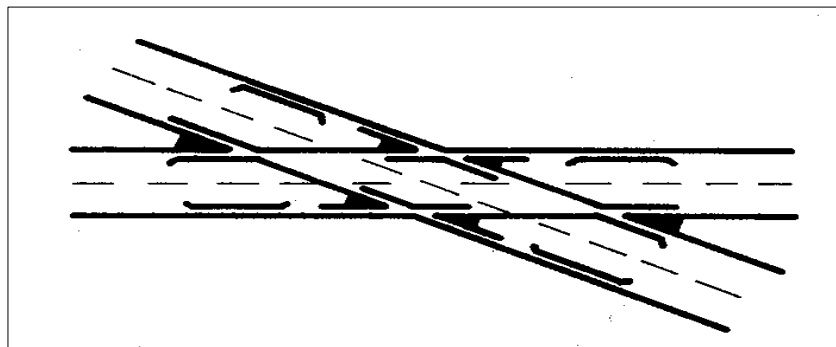
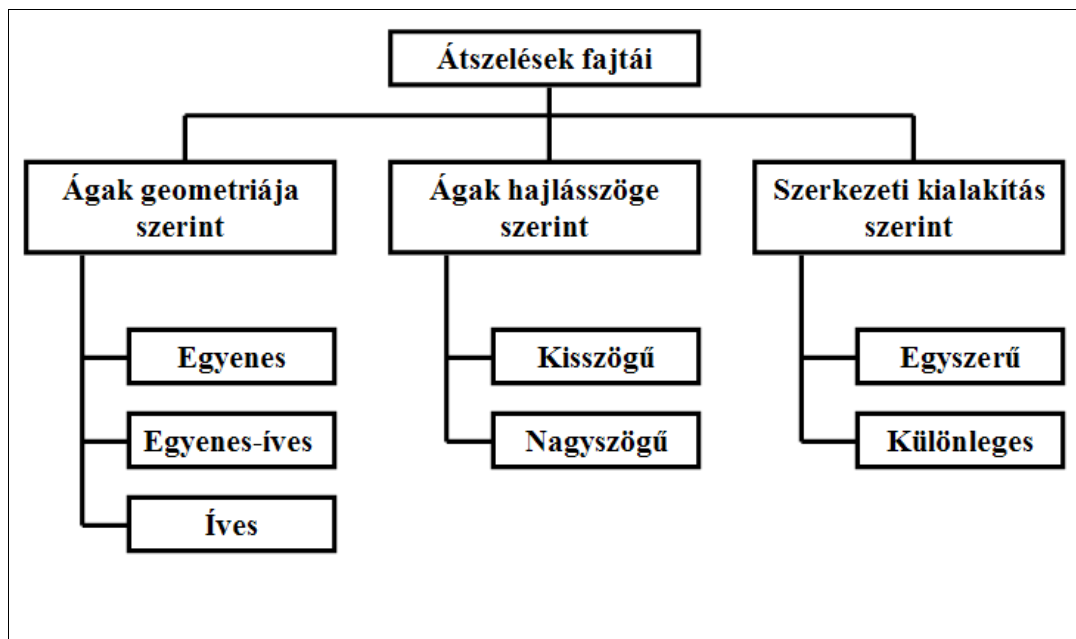


**Összefont (különleges) kitérők csoportosítása**

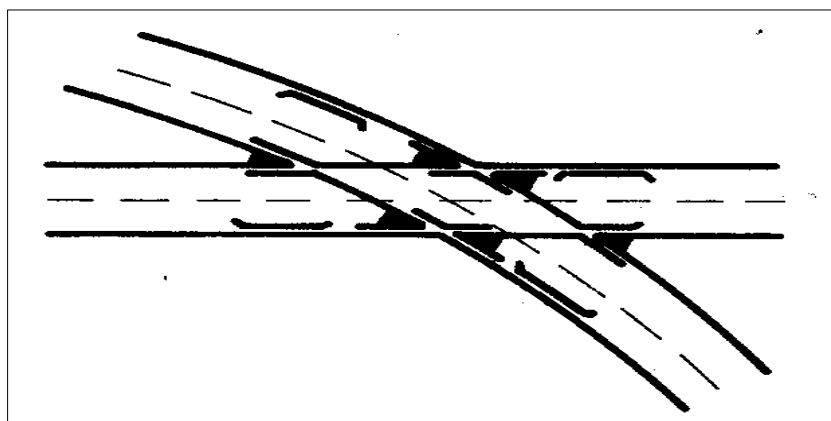


### 10.1.4. Az átszelések fő típusai

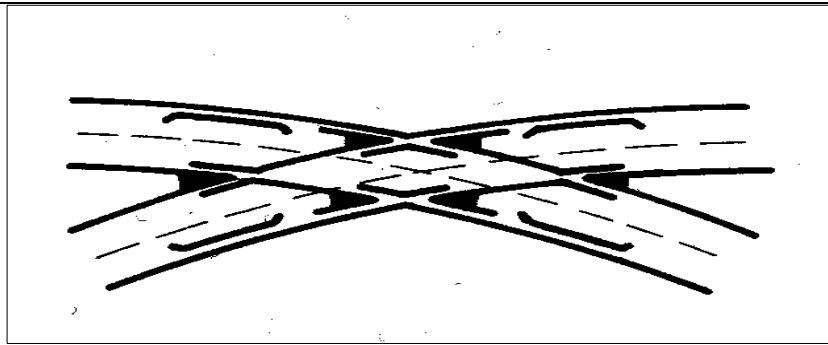
#### Átszelések csoportosítása



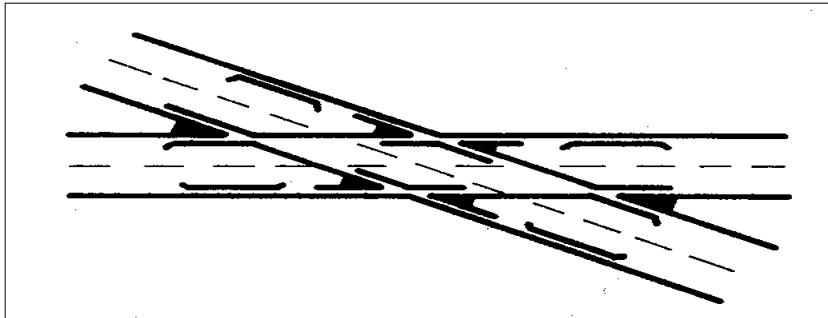
*Egyenes átszelés*



*Egyenes-íves átszelés*

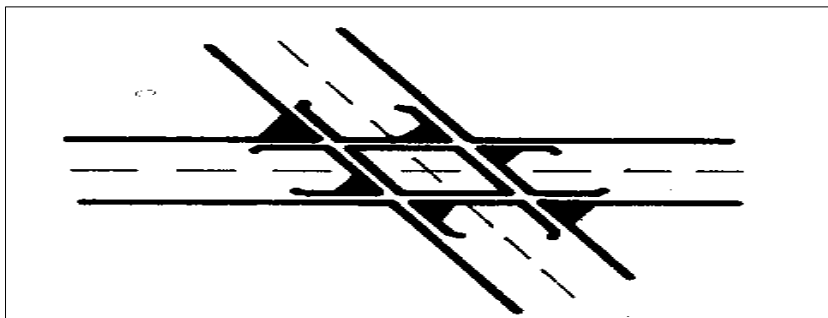


*Íves átszelés*



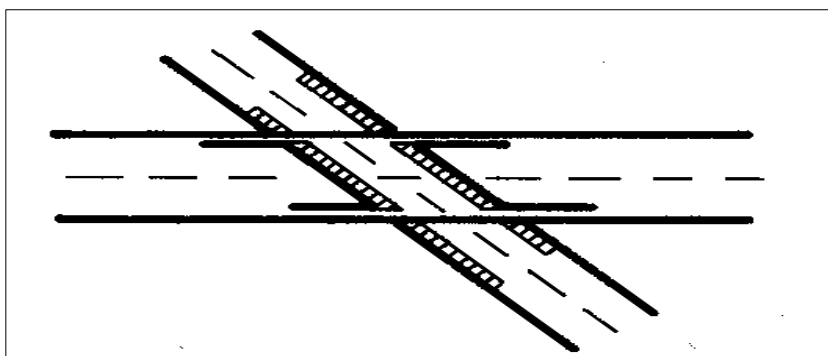
*Kisszögű átszelés*

$\alpha = 6-20-25$ ;  $2\alpha = 12-40-50$ ;  $3\alpha = 19-01-15$



*Nagyszögű átszelés*

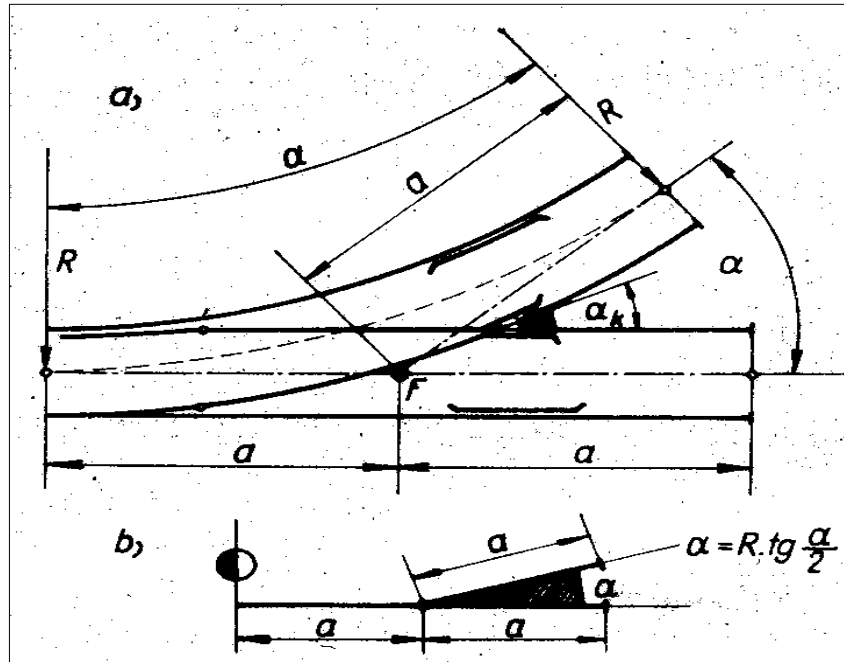
$\alpha = 30^\circ$ ;  $\alpha = 45^\circ$ ;  $\alpha = 60^\circ$ ;  $\alpha = 70^\circ$



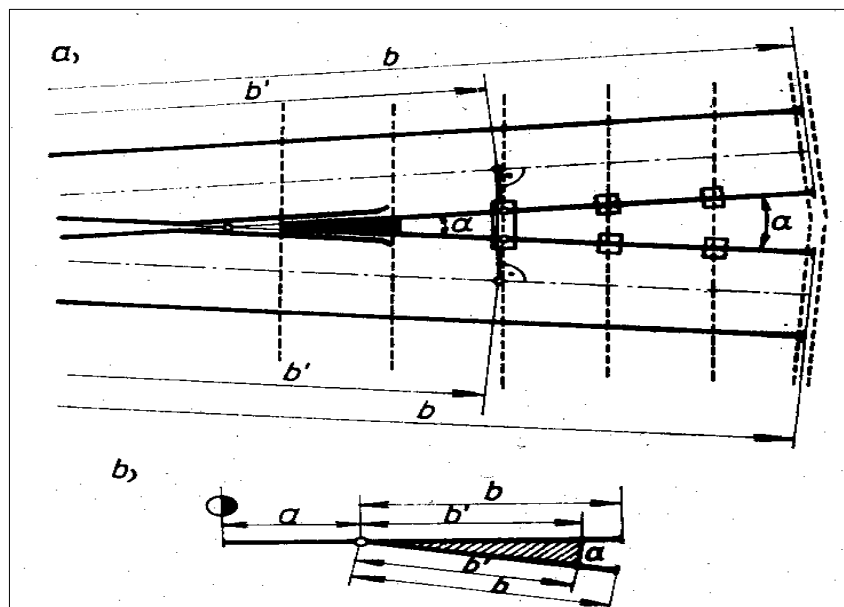
*Különleges (megszakítás nélküli) átszelés*



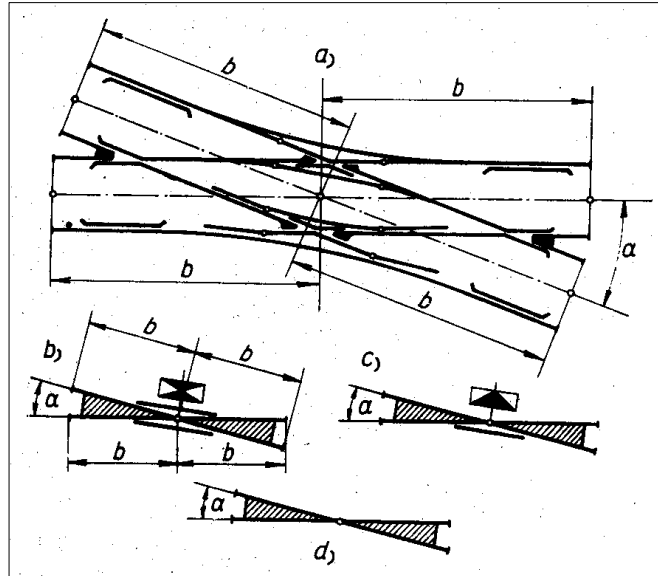
10.1.5. Kitérők tengelyábrái



Átmenő köríves kitérő tengelyábrája

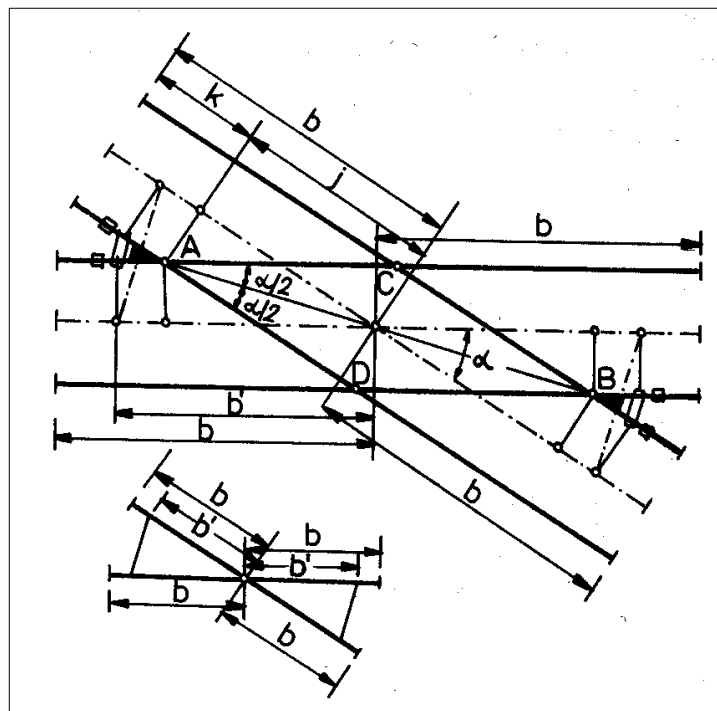


A tengelyábra „b'” méretének értelmezése



*Átszelési kitérő, illetve átszelés tengelyábrája*

**10.1.6. Átszelések tengelyábrája**

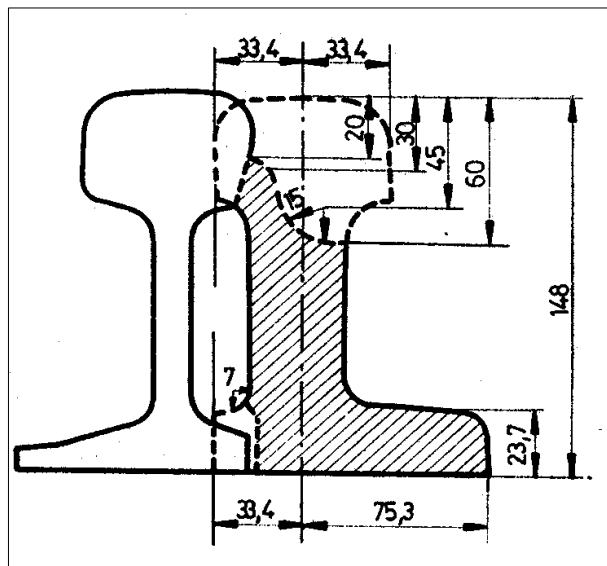


*Átszelés tengelyábrája*

### 10.1.7. A MÁV ZRt. Szabványos kitérői

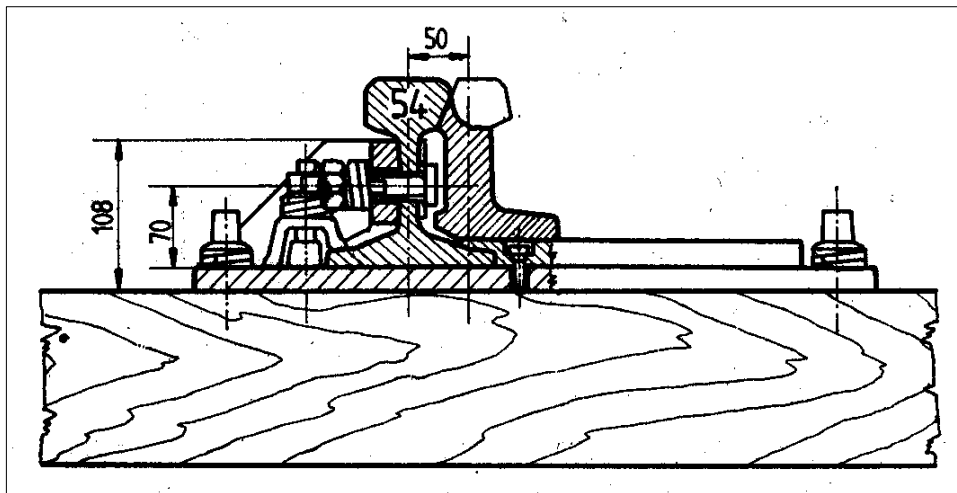
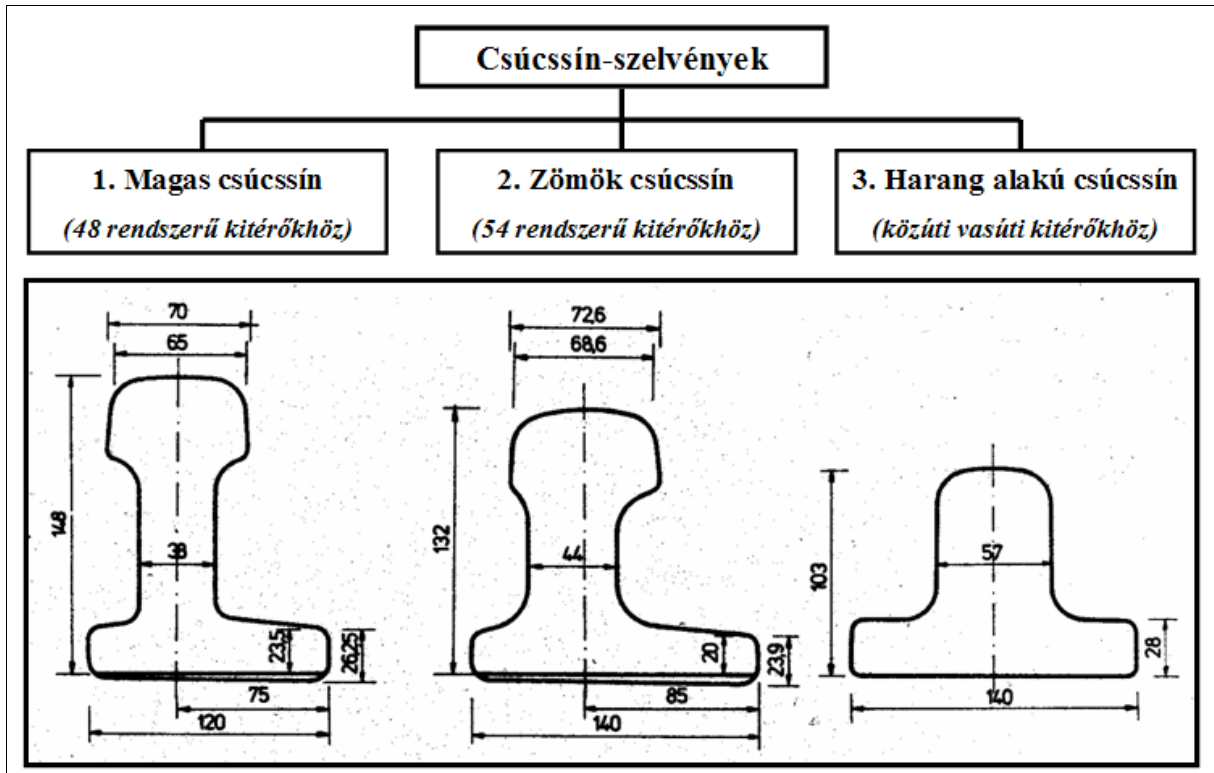
A kitérő jele	Ívsugár [m]	Hajlás	Hajlásszög	Hossz [m]
XI	300	1:9	6-20-25	34,141
XII. e.g.	200	1:9	6-20-25	26,067
XIII	192	1:9	6-20-25	28,150
XIV	200	1:9	6-20-25	35,050
XVI	200	1:7,1	8-03-04	28,150
XVII	150	1:5,7	10-00-00	26,246
XVIII	100	1:4,7	12-00-00	21,020
800	800	1:14,3	4-00-00	55,872
2200	2200	1:27,4	2-05-27	78,800

### 10.1.8.A kitérők szerkezeti kialakítása

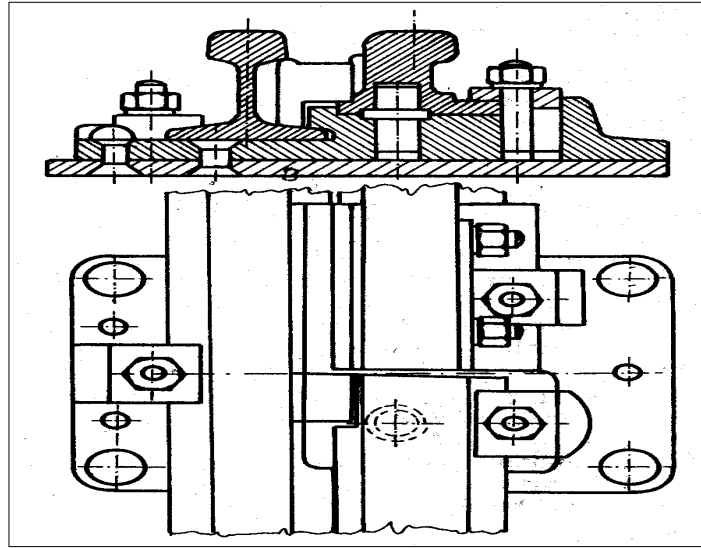


*Tősin megmunkálása*

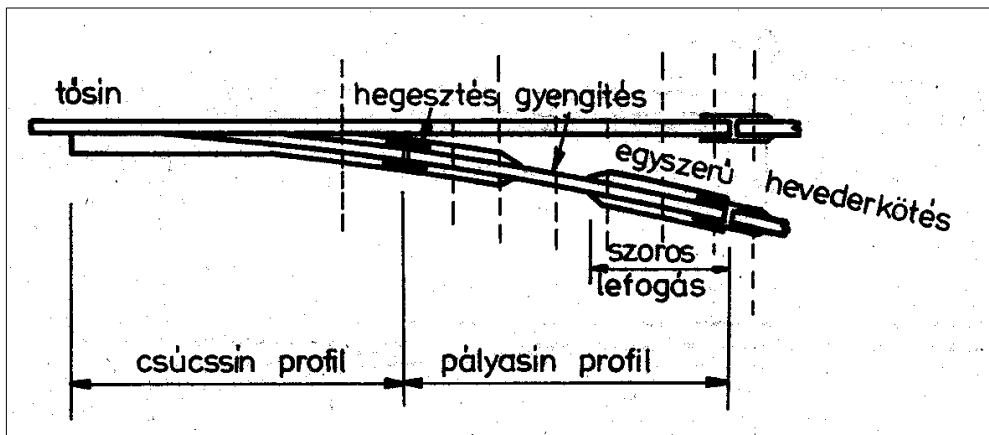
A csúcssín szelvények alaptípusai



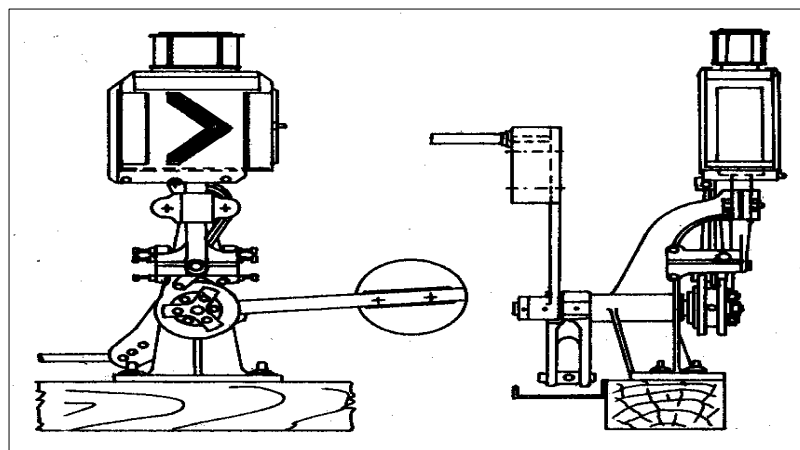
*54 rendszerű tősinhez 48 rendszerű csúcssín alkalmazása*



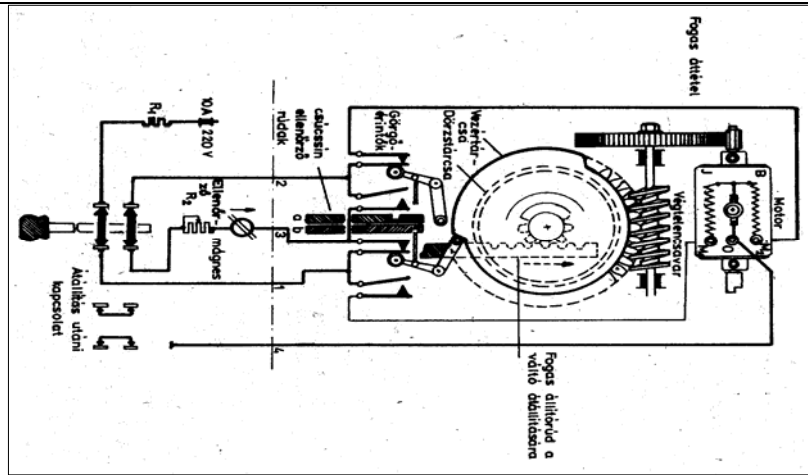
*Forgócsapos gyökkötés*



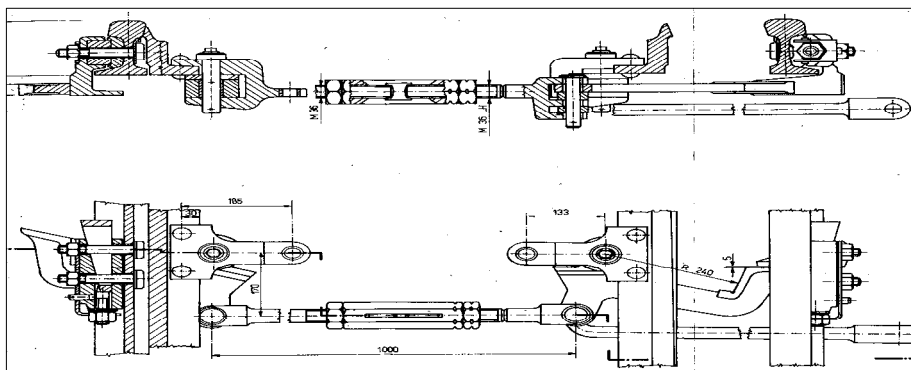
*A rugalmas csúcscsín kialakítása*



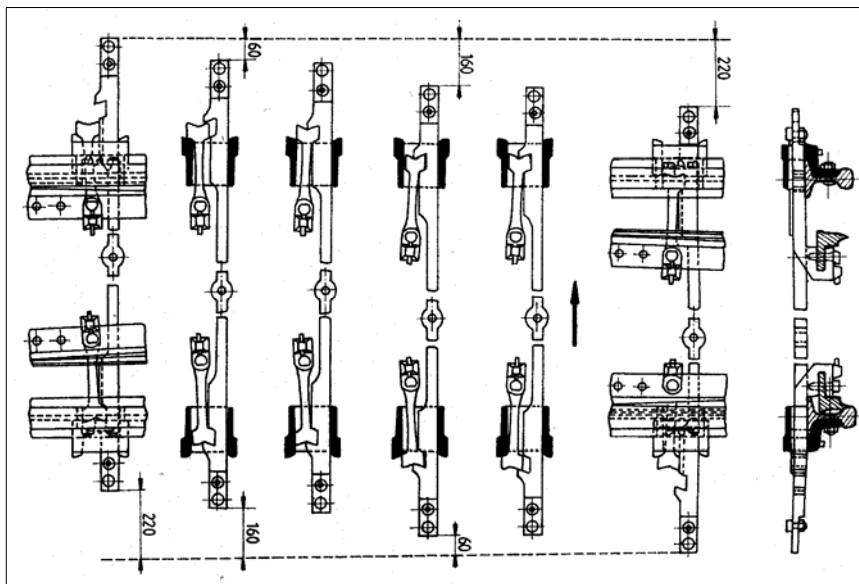
*A váltóállító készülék*



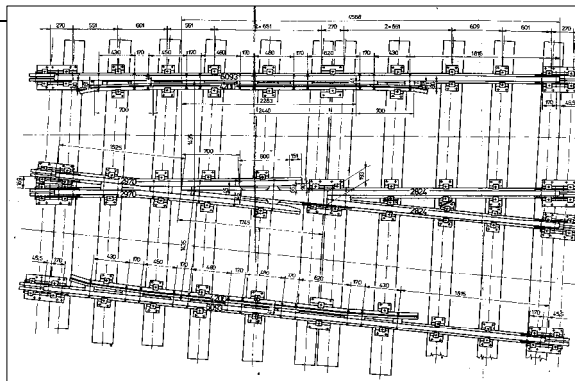
A villamos váltóhajtómű



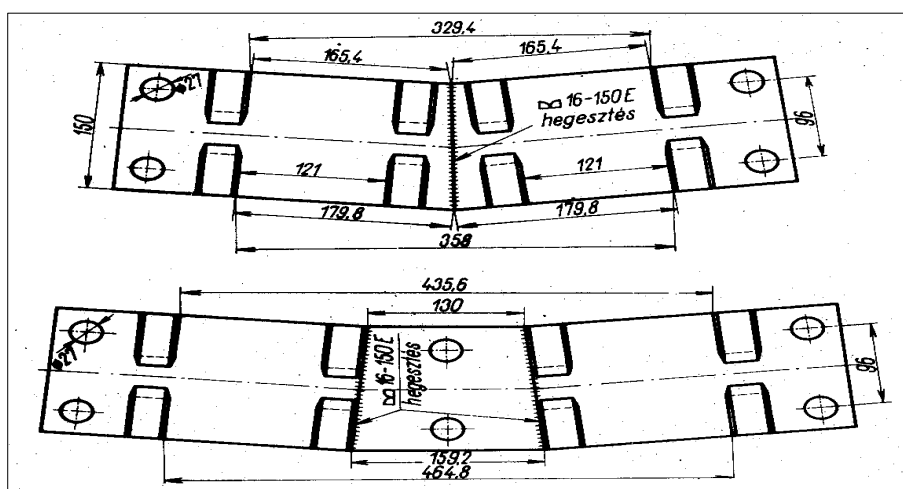
A kampózár nézetei



A tolórudas csúcssínrögzítő készülék átállítási ütemei



*Kitérő keresztelési része*



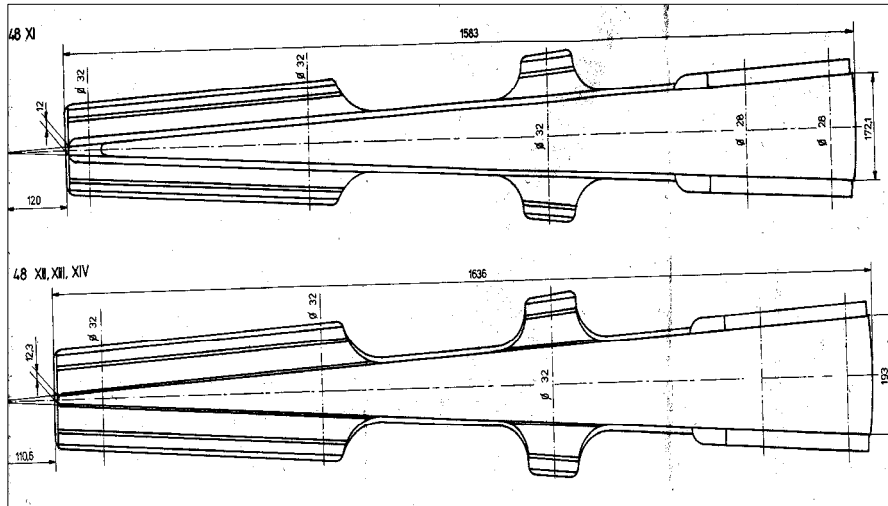
*Különleges hegesztett alátételemezek*

### A kitérő keresztelési részének legfontosabb elemei

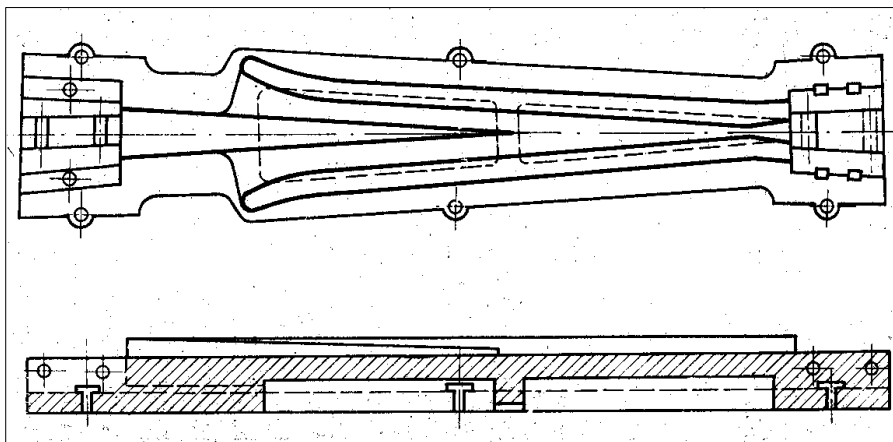
- Keresztelési csúcs
- Könyöksínek
- Vezetősínek

### A keresztelési csúcs szerkezeti megoldásai

- Csúcsbetétes keresztelés
- Egybeöntött keresztelés
- Sínekből készített keresztelés



*Keresztelési csúcsbetétek*

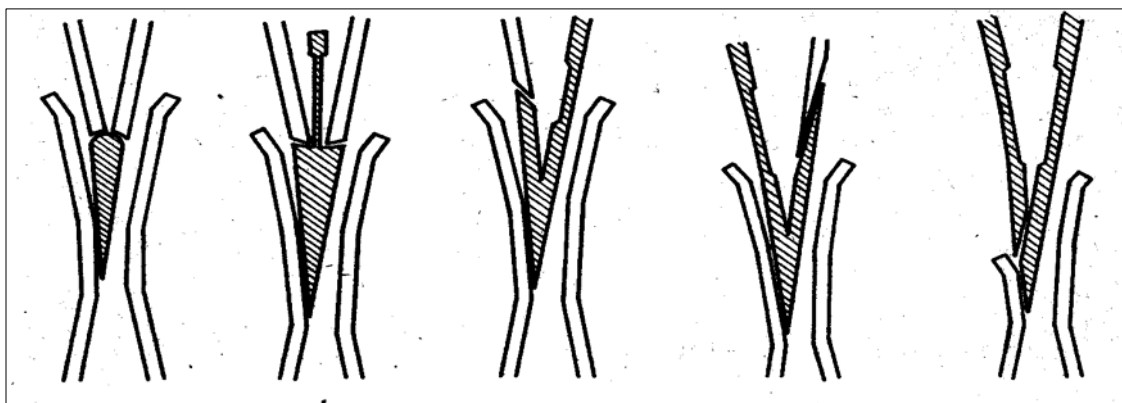


*Egybeöntött keresztelés*

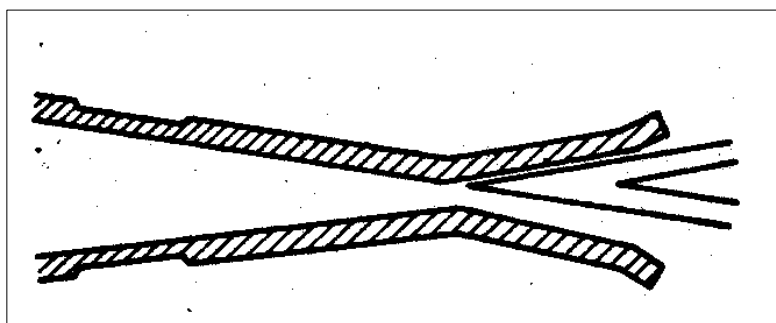


**A mozgó-keresztezés szerkezeti megoldásai**

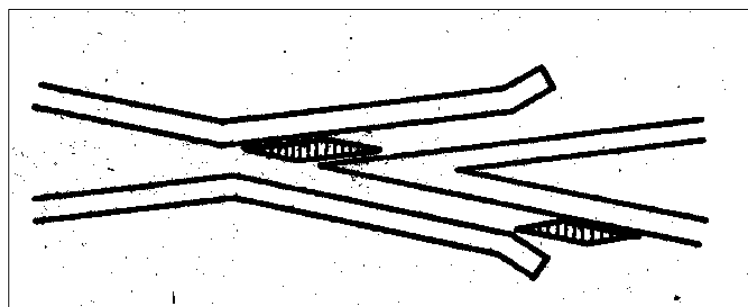
- Mozgó csúcsos megoldás
- Mozgó könyöksínes megoldás
- Reteszkes megoldás



*Mozgó-keresztezés mozgó csúcsos megoldással*



*Mozgó-keresztezés mozgó könyöksínes megoldással*

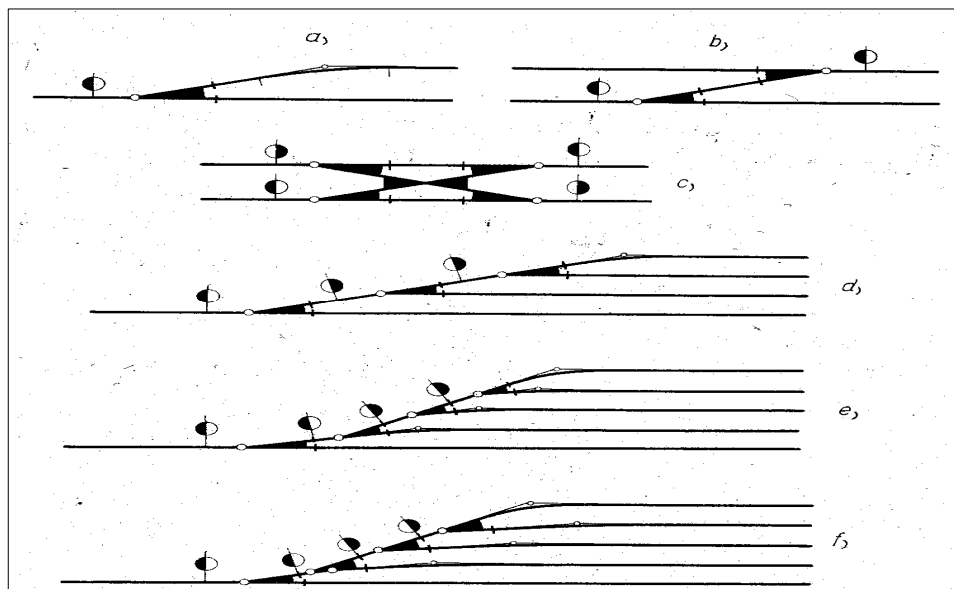


*Mozgó-keresztezés reteszkes megoldással*

# 11. Vágánykapcsolások

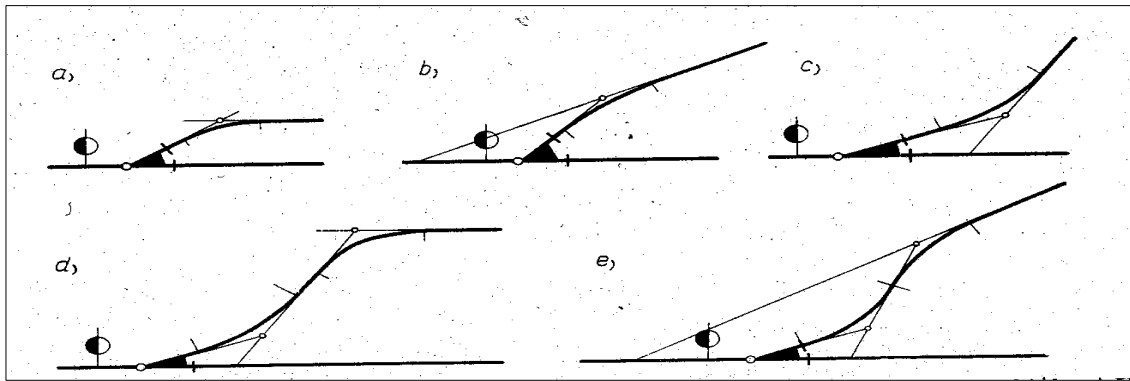
## 11.1.1.A vágánykapcsolások típusai

### Szabványos vágánykapcsolások



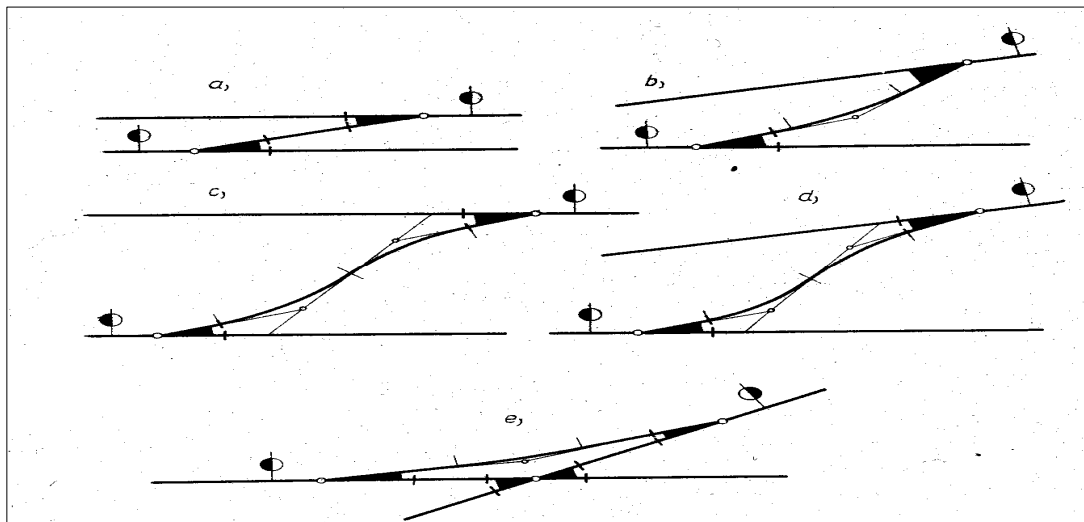
- a. Egyszerű vágányelágazás
- b. Egyszerű vágánykapcsolás
- c. Kettős vágánykapcsolás
- d. Egyalfás líra
- e. Kétalfás líra
- f. Kétalfás líra

**Egyedi vágánykapcsolások – vágánybekötés egy kitérővel**



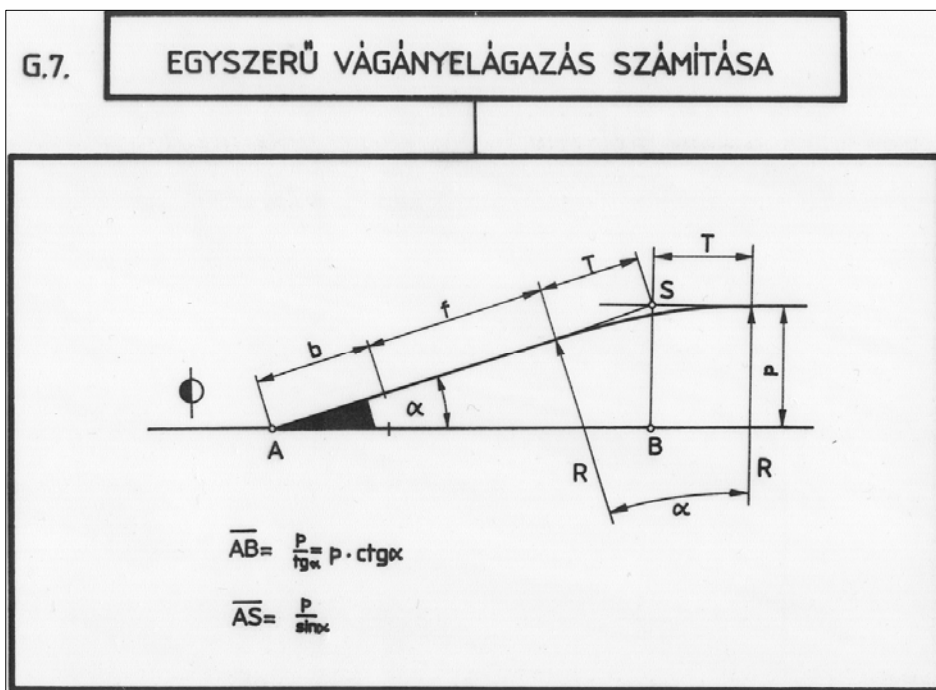
- a. Közalfekvő párhuzamos vágány bekötése
- b. Ferdén hajló vágány bekötése ( $\beta < \alpha$ )
- c. Ferdén hajló vágány bekötése ( $\beta > \alpha$ )
- d. Távolfekvő párhuzamos v. bekötése
- e. Távolfekvő ferdén hajló v. bekötése

**Egyedi vágánykapcsolások – két vágány összekötése két kitérővel**

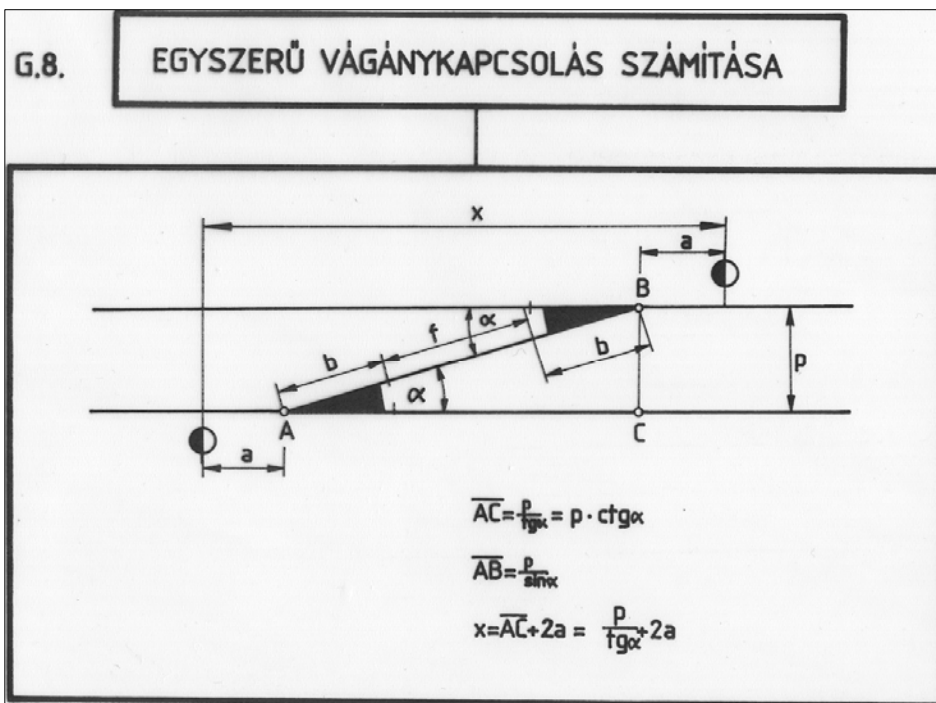


- a. Közalfekvő párhuzamos vágányok között
- b. Közalfekvő, szögben hajló vágányok között
- c. Távolfekvő, párhuzamos vágányok között
- d. Távolfekvő, szögben hajló vágányok között
- e. Egymást szögben metsző vágányok között

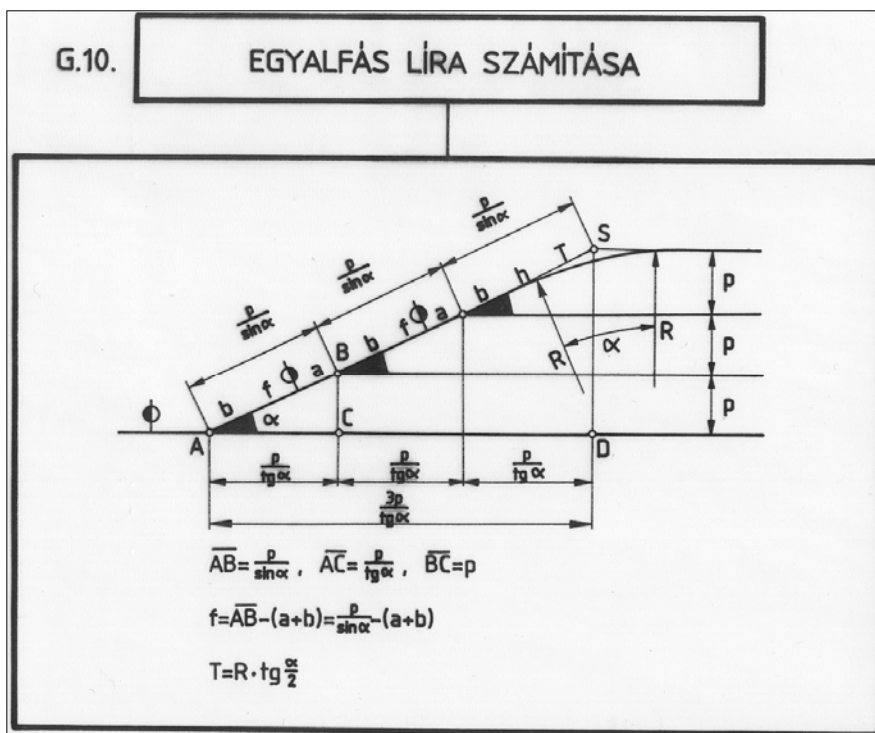
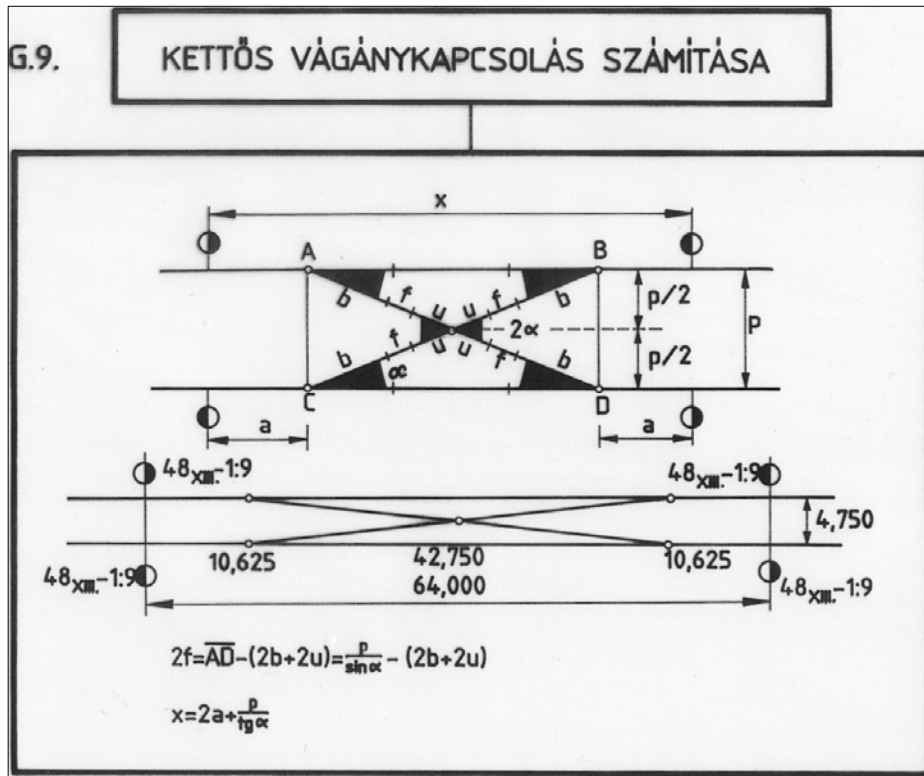
11.1.2. Szabványos vágánykapcsolások



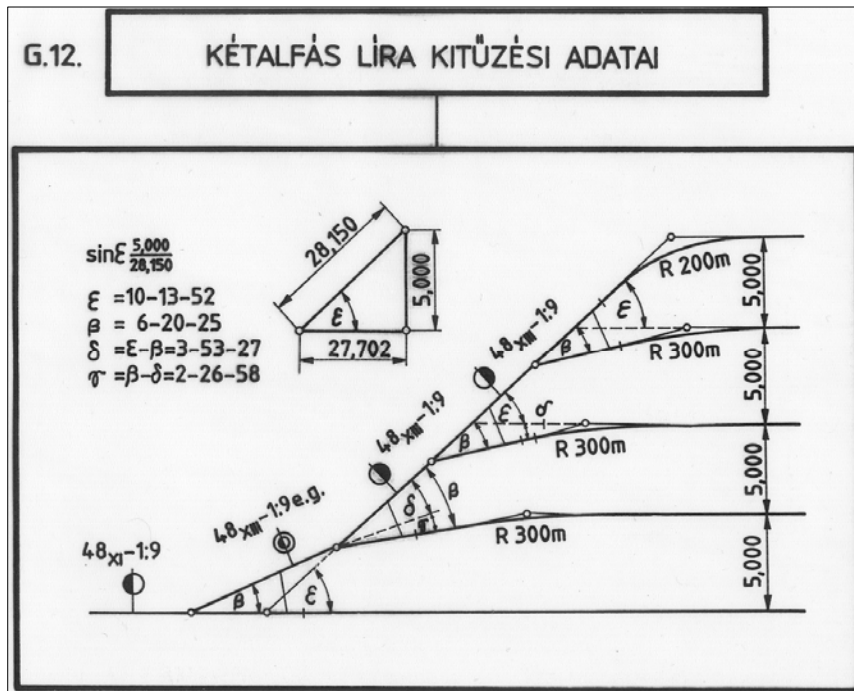
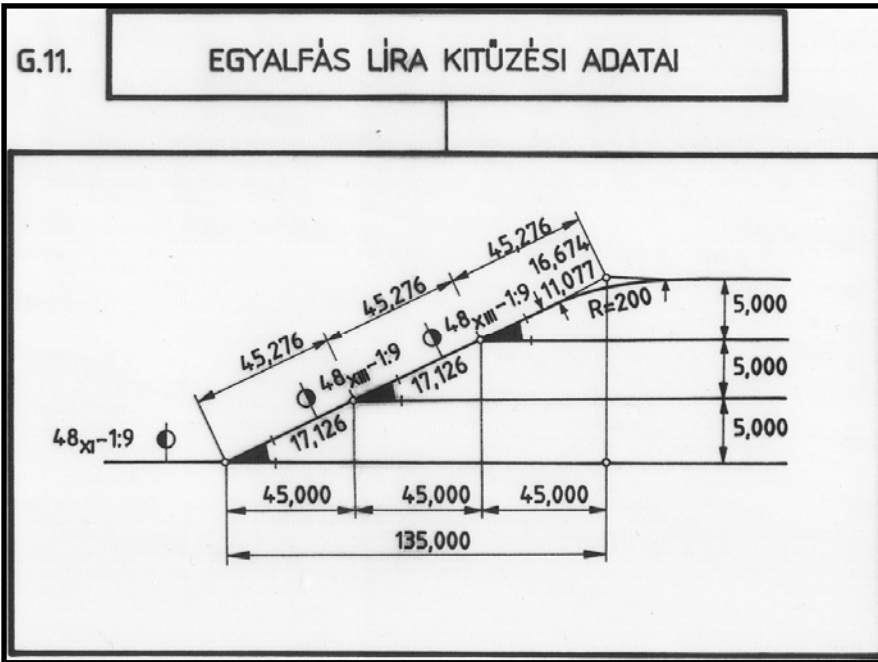
Egyszerű vágányelágazás számítása



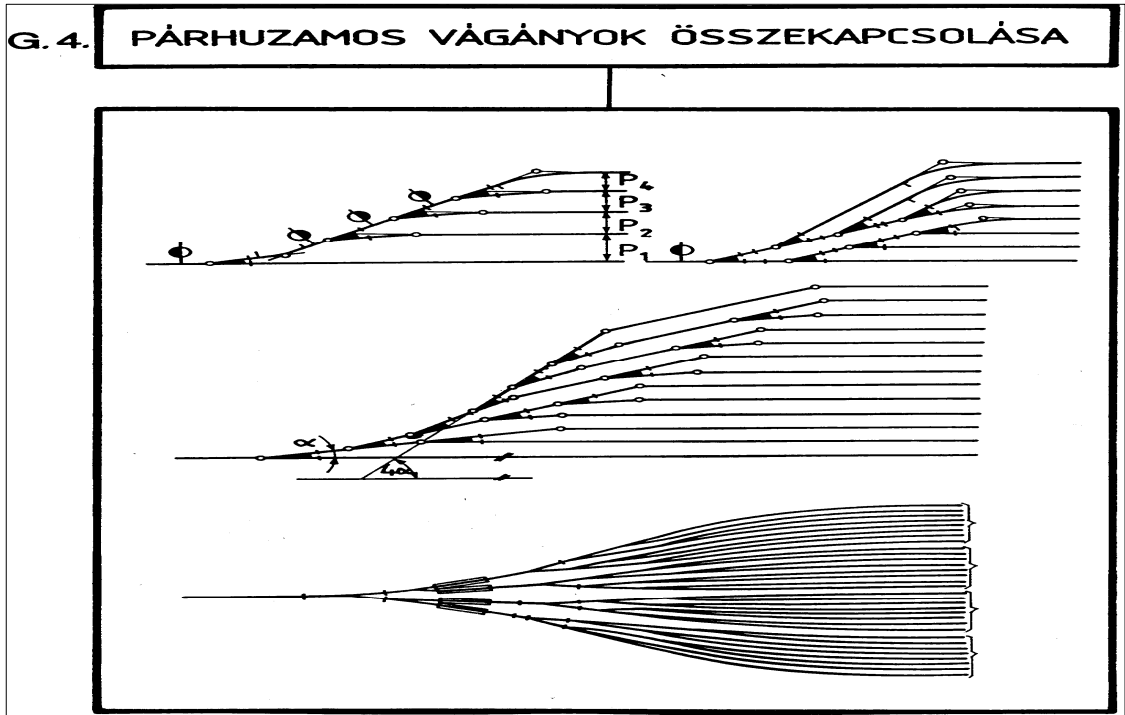
Egyszerű vágánykapcsolás számítása



Egyalfás lóra kitűzési adatainak számítása

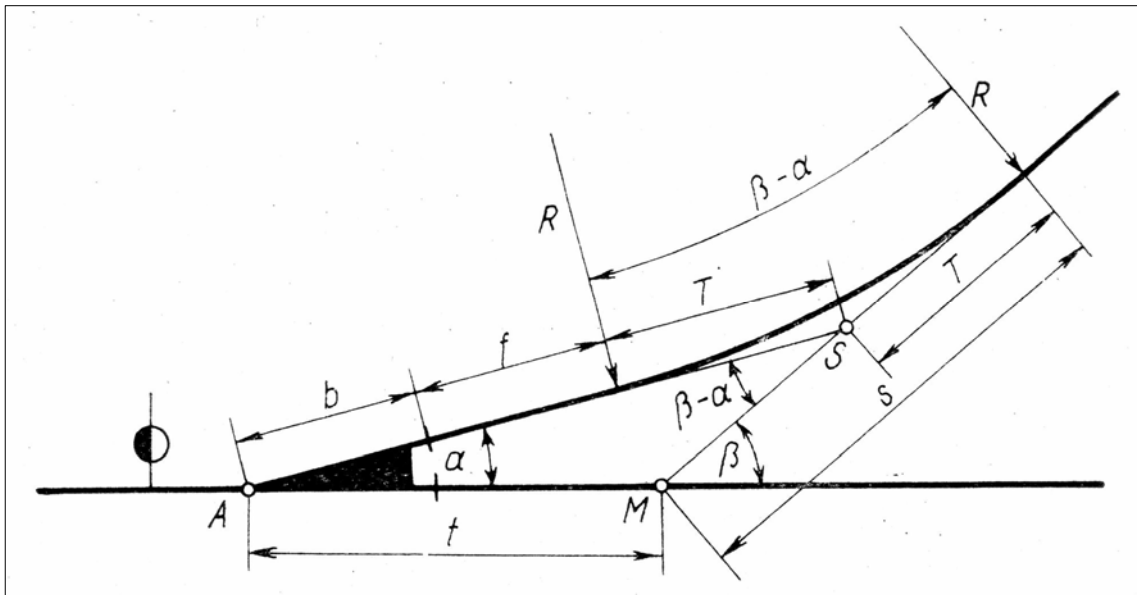


Kétalfás lóra kitűzési adatai



11.1.3. Egyedi vágánykapcsolások

11.1.4. Ferdén hajló vágány bekötése egy kitérővel



Kitűzési vázlat

Adott:

$t, a, b, \alpha, \beta, R,$

Számítandó:

$T, \overline{MS}, \overline{AS}, f, x_i, y_i,$

Számítás:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta - \alpha}{2}$$

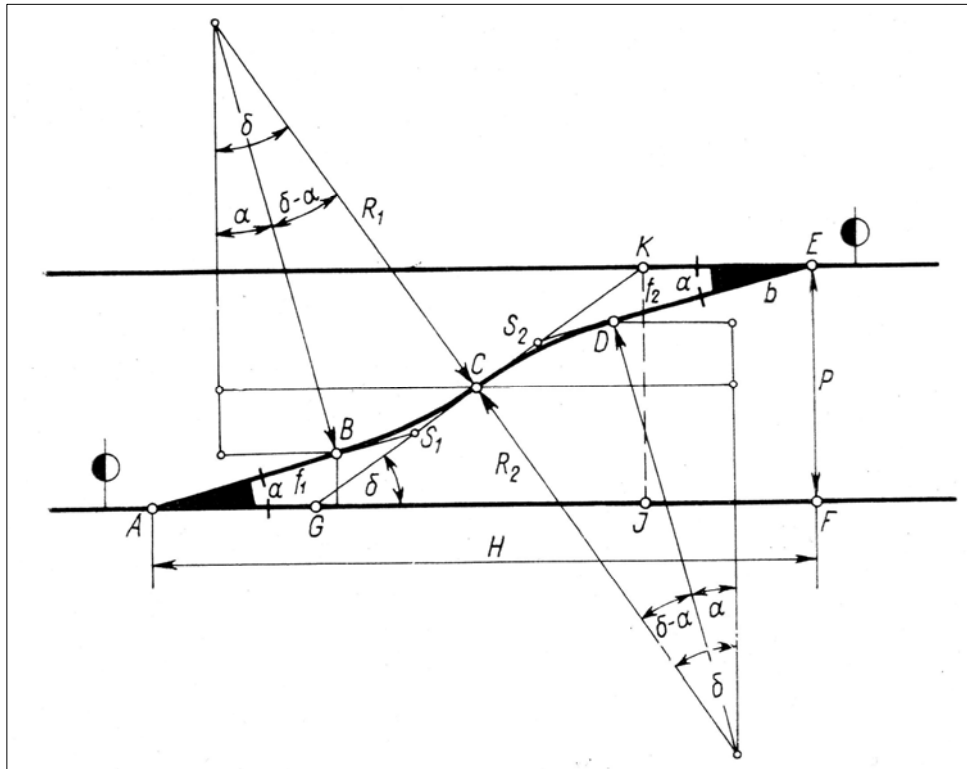
$$\overline{MS} = t \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin(\beta - \alpha)}$$

$$\overline{AS} = t \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta - \alpha)}$$

$$f = \overline{AS} - b - T$$



**11.1.5. Távolfekvő párhuzamos vágányok összekötése két kitérővel**



*Kitűzési vázlat*

Adott:

$$p, a, b, \alpha, f_1, f_2, R_1, R_2,$$

Számítandó:

$$\delta, x_i, y_i,$$

Számítás:

$$(b + f_1) \cdot \sin \alpha + (R_1 \cdot \cos \alpha - R_1 \cdot \cos \delta) + (R_2 \cdot \cos \alpha - R_2 \cdot \cos \delta) + (b + f_2) \cdot \sin \alpha - p = 0$$

$$(2 \cdot b + f_1 + f_2) \cdot \sin \alpha + (R_1 + R_2) \cdot \cos \alpha - p = (R_1 + R_2) \cdot \cos \delta$$

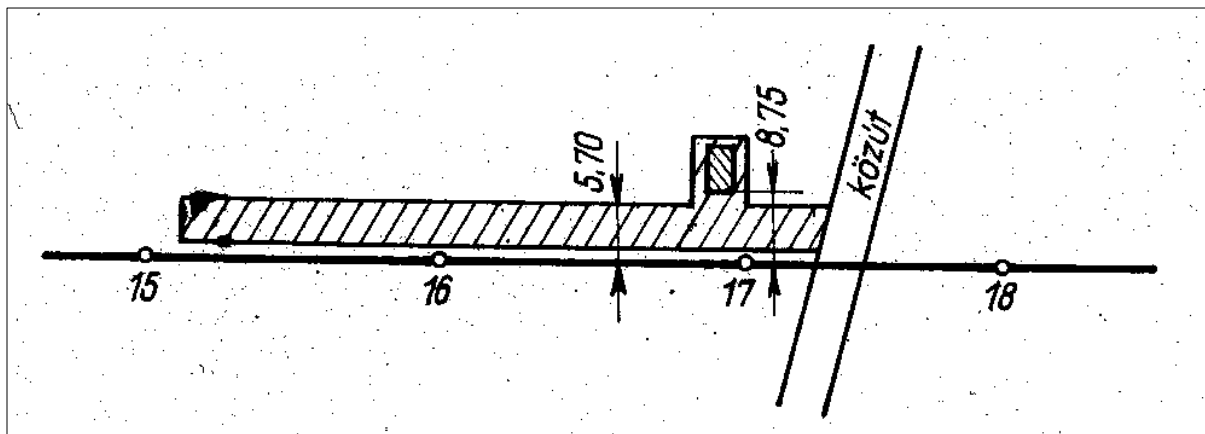
$$\cos \delta = \frac{(2 \cdot b + f_1 + f_2) \cdot \sin \alpha + (R_1 + R_2) \cdot \cos \alpha - p}{R_1 + R_2}$$

## 12. Állomások

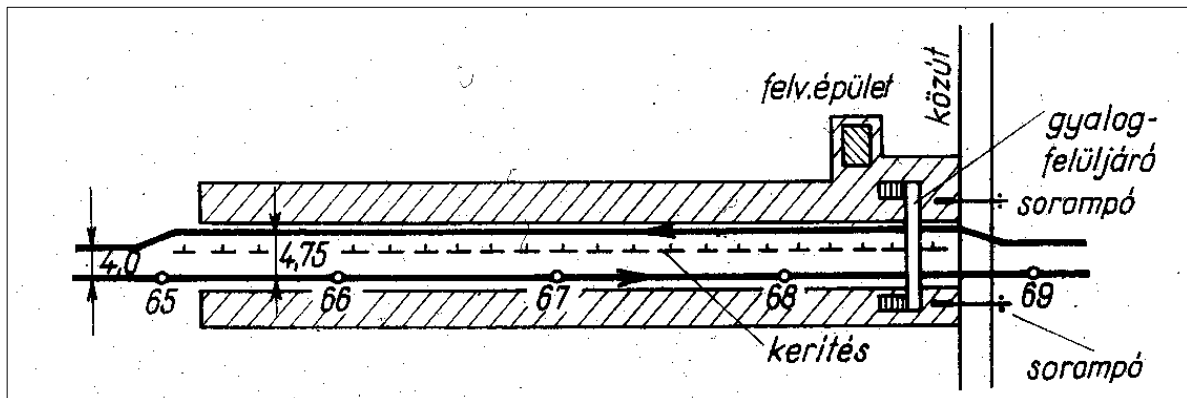
### ALAPFOGALMAK

#### 12.1.1. Nyíltvonalai szolgálati helyek

#### 12.1.2. Megállóhely

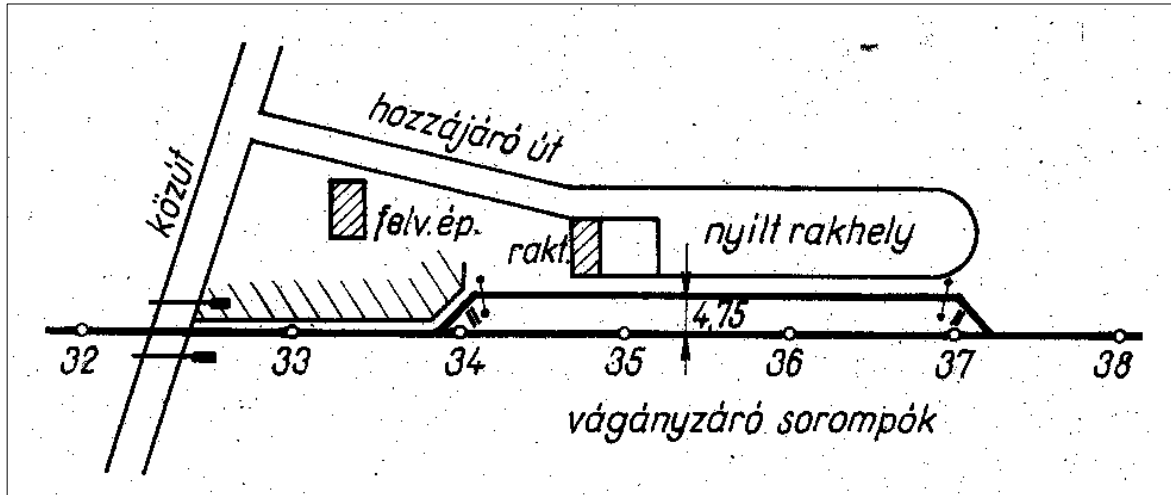


Megállóhely egyvágányú pályán

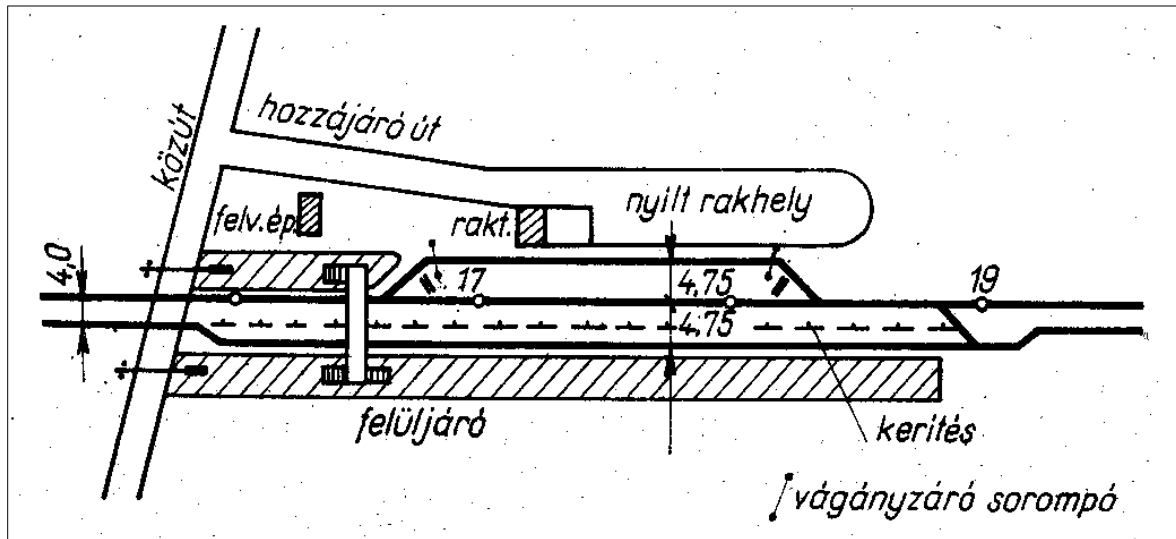


Megállóhely kétvágányú pályán,  
egymással szemben fekvő peronokkal, felüljáróval

**12.1.3. Megálló-rakodóhely**

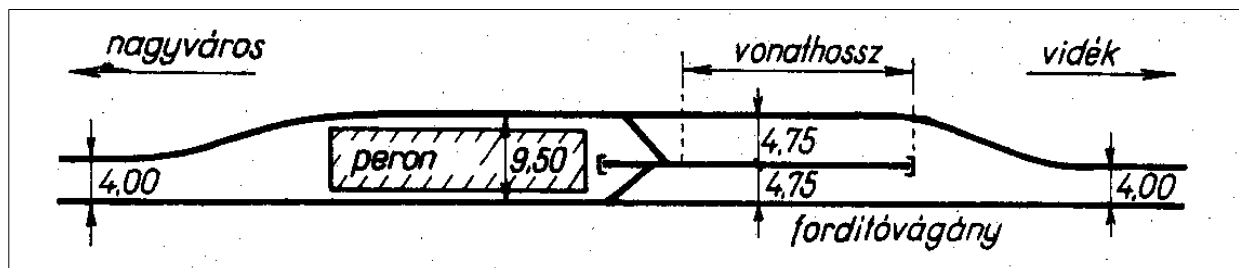


Megálló-, rakodóhely egyvágányú pályán

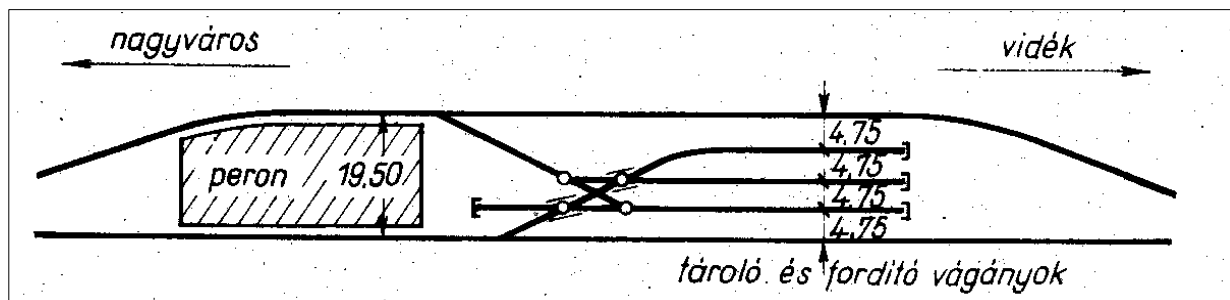


Megálló-, rakodóhely kétvágányú pályán

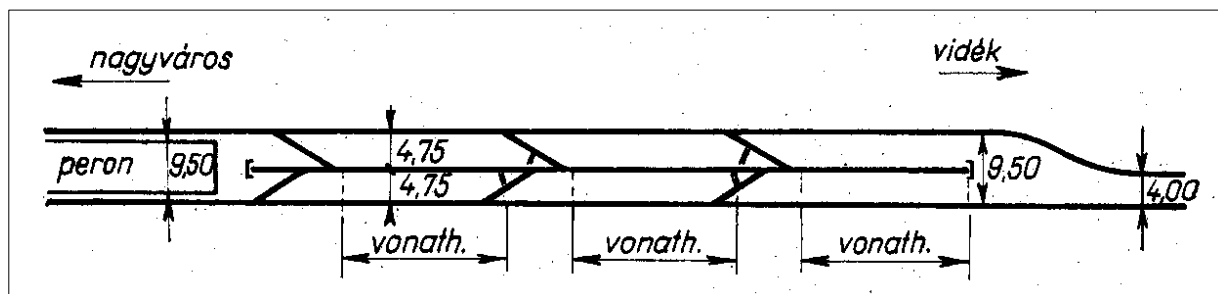
**12.1.4. Megállóhely-fordulóállomás**



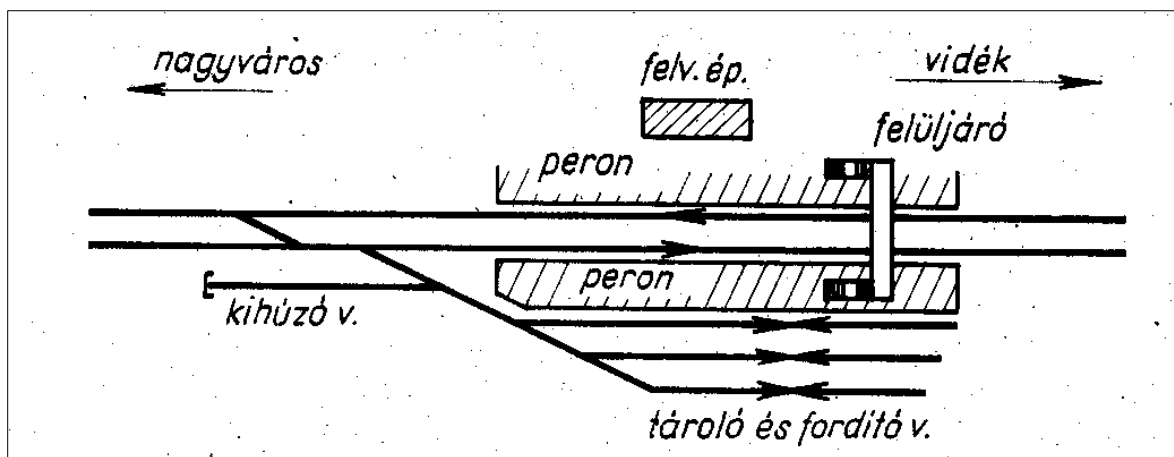
Megállóhely-fordulóállomás közbenső fekvésű, fordítóvágánnyal



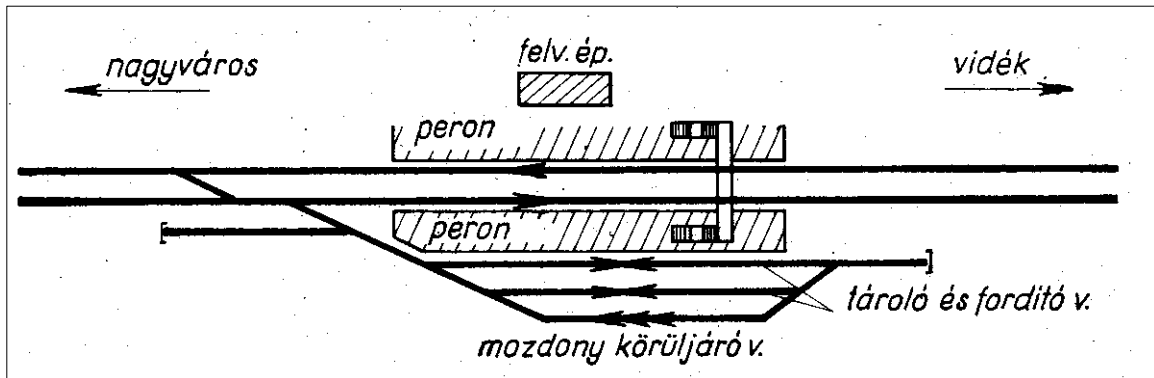
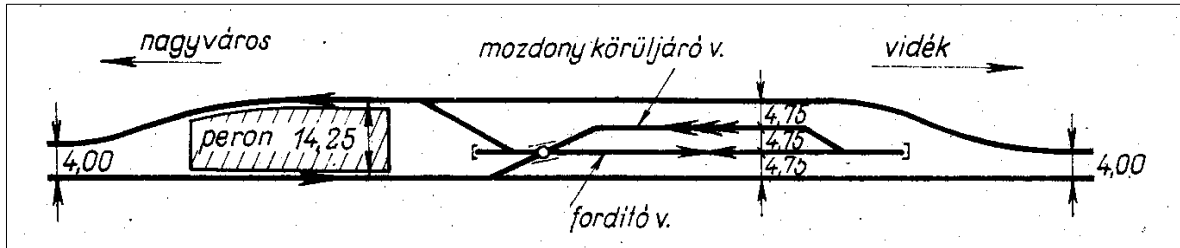
Megállóhely-fordulóállomás közbenső fekvésű, párhuzamos elrendezésű tároló- és fordítóvágányokkal



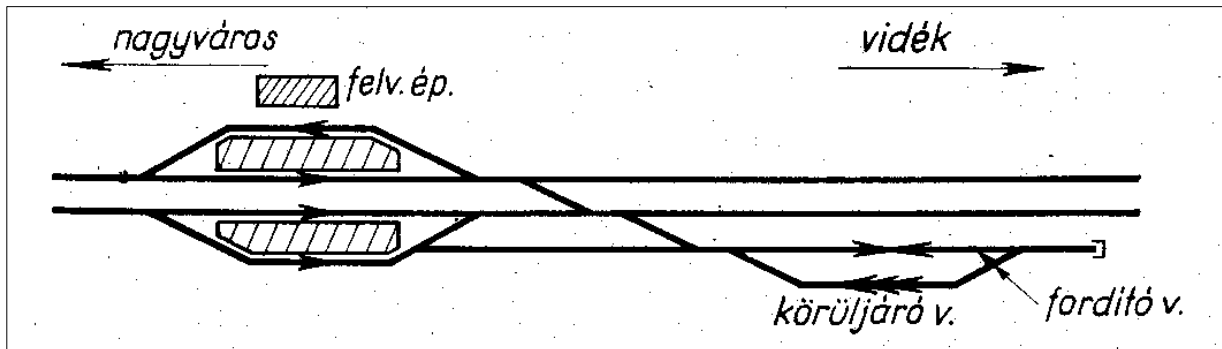
Megállóhely-fordulóállomás közbenső fekvésű, hosszanti elrendezésű tárolóvágányokkal



Megállóhely-fordulóállomás oldalfekvésű, párhuzamos elrendezésű tároló- és fordítóvágányokkal

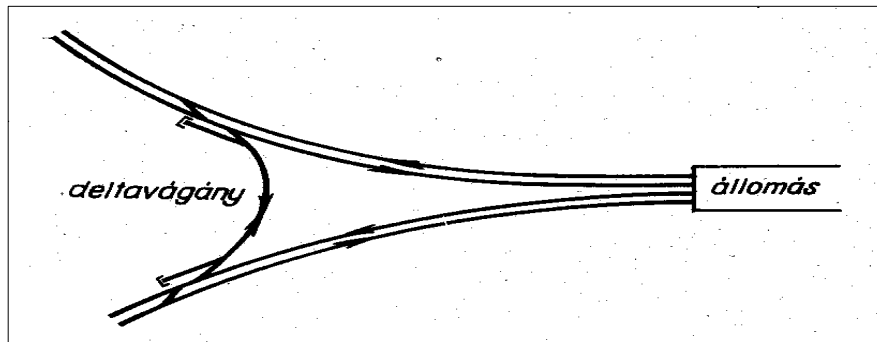


Megállóhely-fordulóállomás szélső fekvésű, párhuzamos elrendezésű tároló-, fordító-, és mozdonykörüljáró vágányokkal

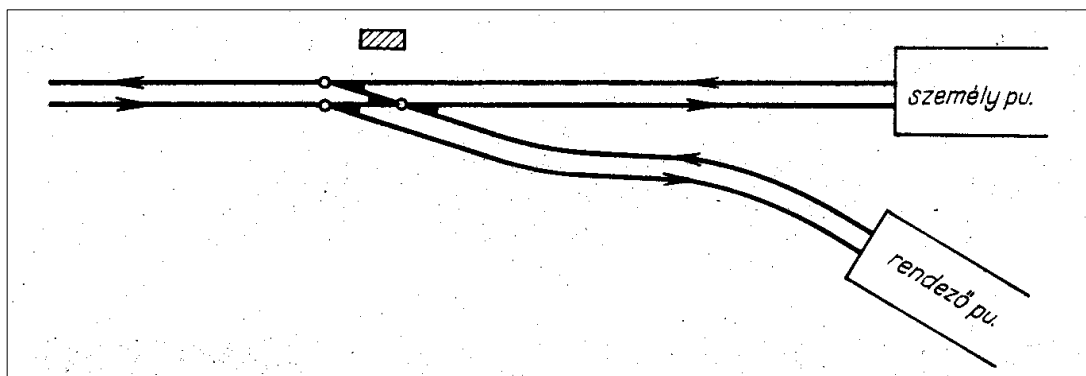


Megállóhely-fordulóállomás megelőző vágányokkal, oldalfekvésű körüljáró- és fordítóvágányokkal

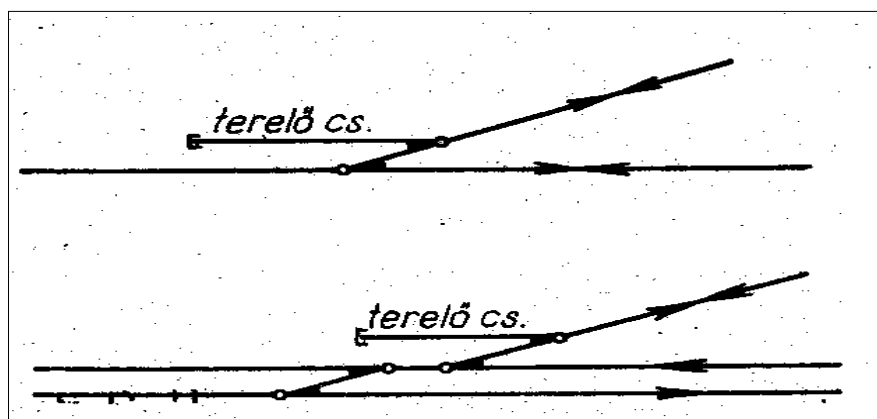
12.1.5. Nyíltvonalis elágazás



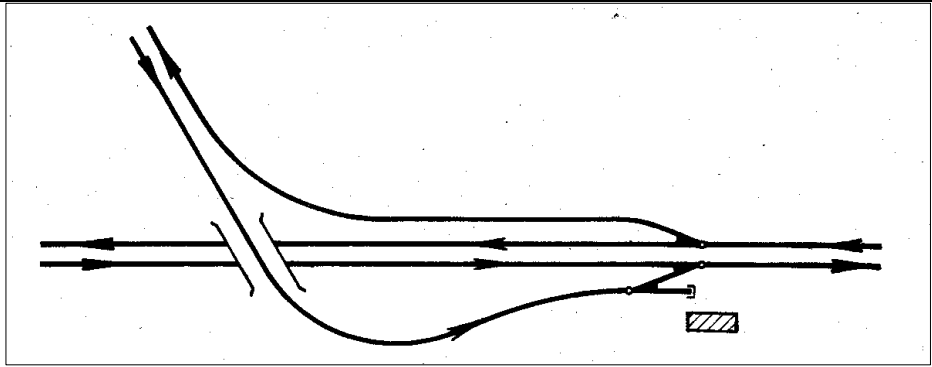
Állomás elkerülését biztosító nyílt vonali delta-vágány



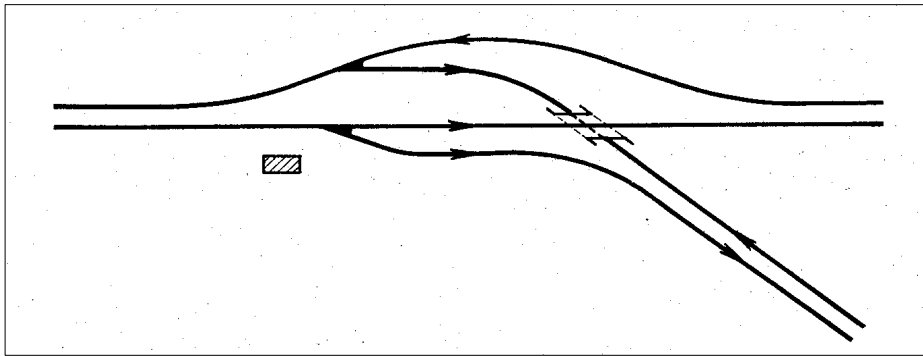
Nyíltvonalis elágazás a személy-, és a tehervonatok szétválasztására



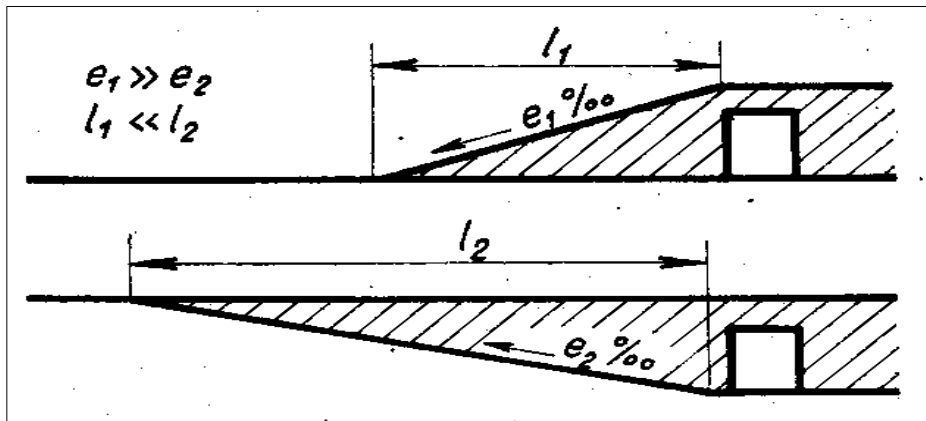
Nyíltvonalis iparvágány elágazás, terelő-csonkákka



*Keresztezésmentes kétvágányú elágazás, érintetlen átmenő fővágányokkal*



*Nyíltvonalai elágazás*



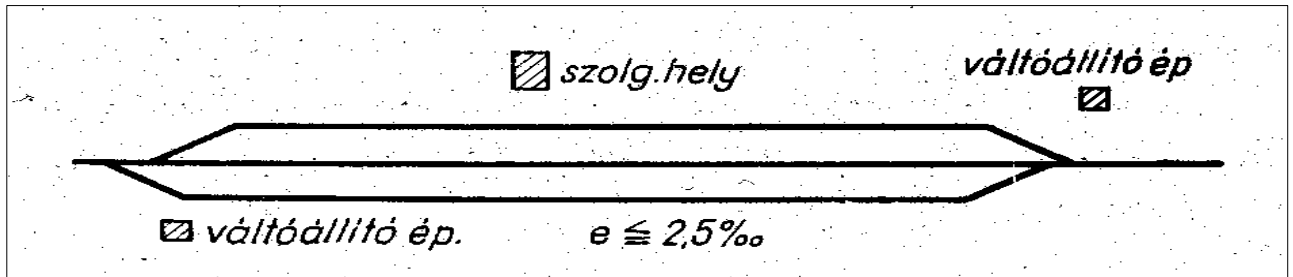
*A rámpa hosszának rövidítési módja*

Egyirányú közlekedés esetén a lejtős rámpa rövidebb lehet, mint az emelkedő rámpa.

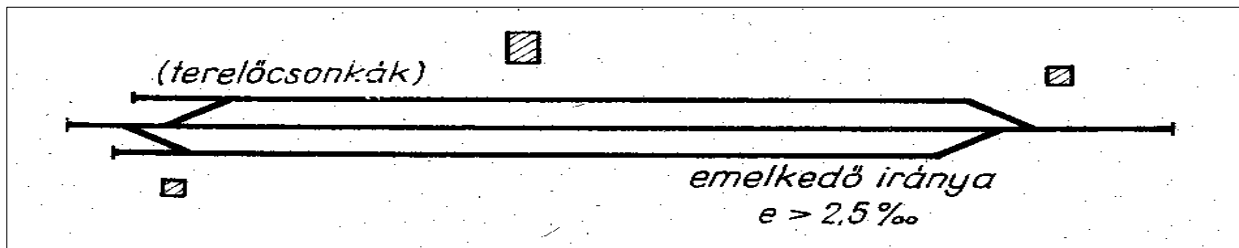
12.1.6. Nyíltvonalbeli keresztezés

12.1.7. Állomások

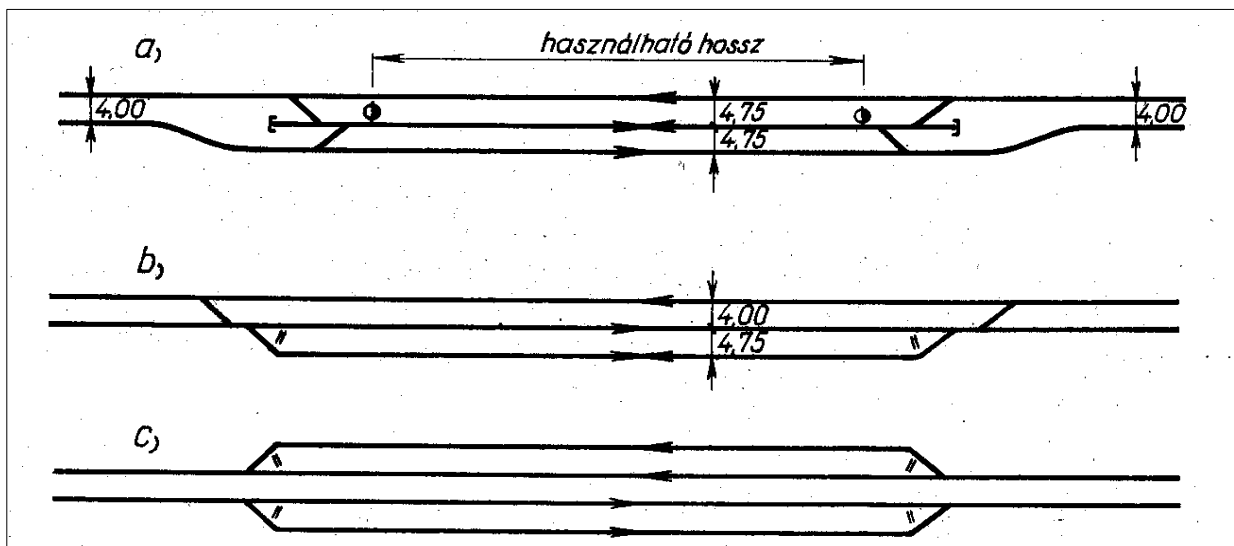
12.1.8. Forgalmi kitérő



Forgalmi kitérő közel vízszintes pályán



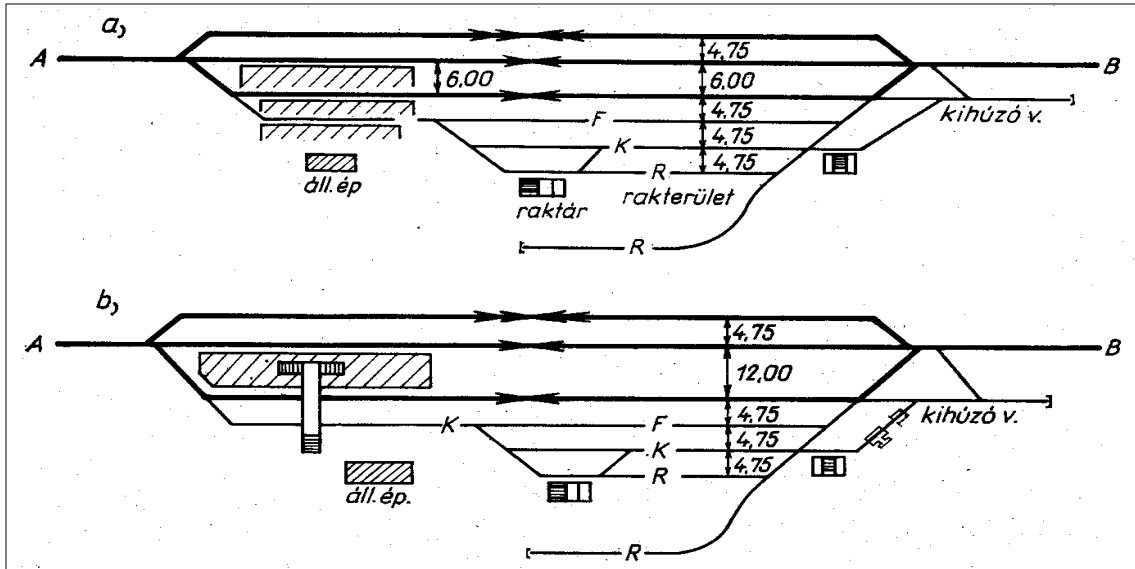
Forgalmi kitérő kis emelkedőben lévő pályán



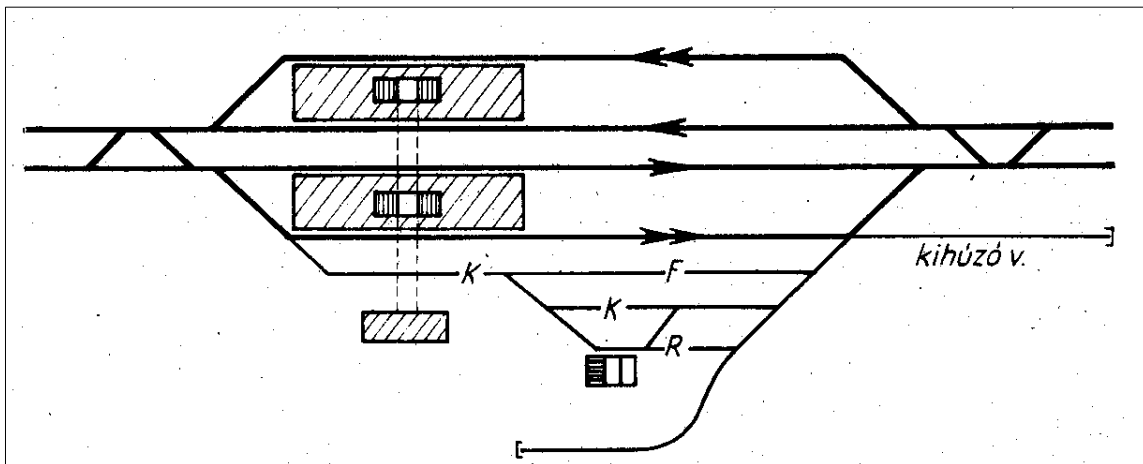
Forgalmi kitérők elrendezései kétvágányú pályán



12.1.9. Középállomás

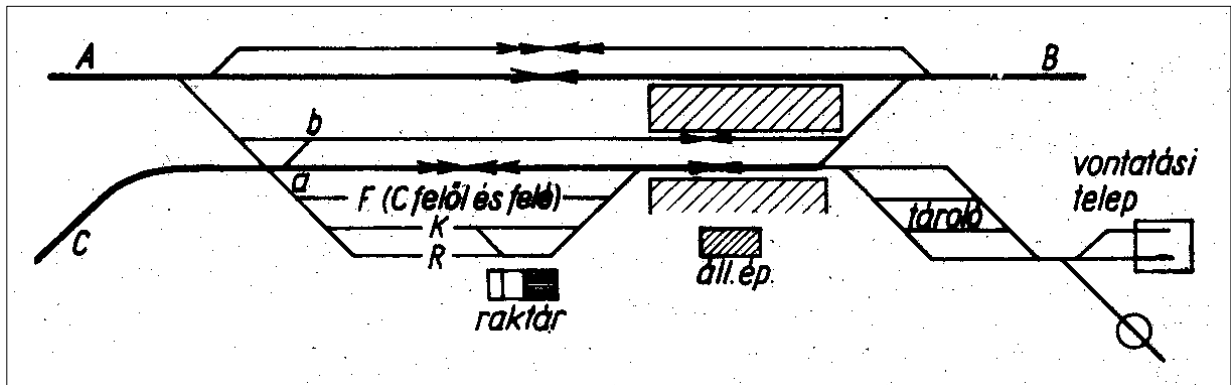


Egyvágányú vasútvonal közepes forgalmú középállomása szintbeli (a)-, illetve felüljárós szigetperon (b) megközelítéssel

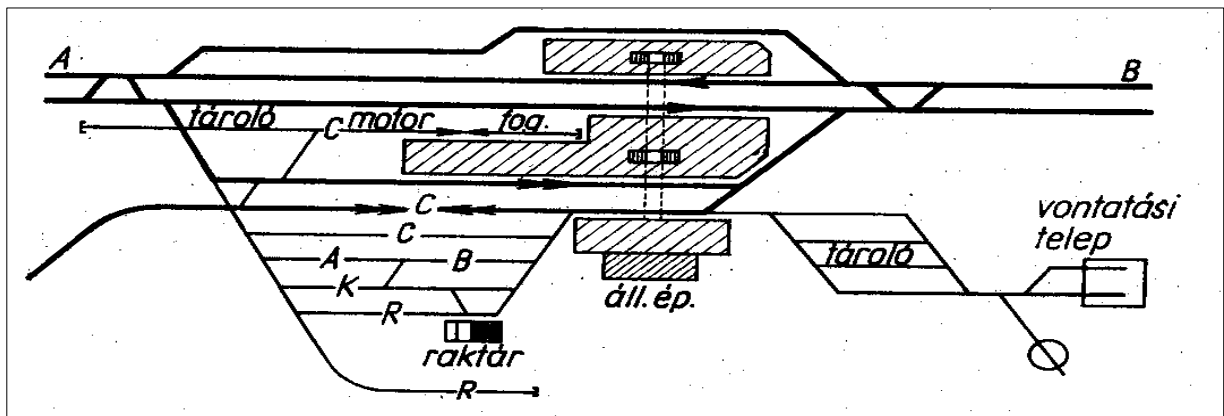


Középállomás kétvágányú vasútvonalon, irány szerinti elrendezéssel, szigetperonokkal és aluljáróval, kissé nagyobb teherforgalom mellett

12.1.10. Csatlakozó állomás

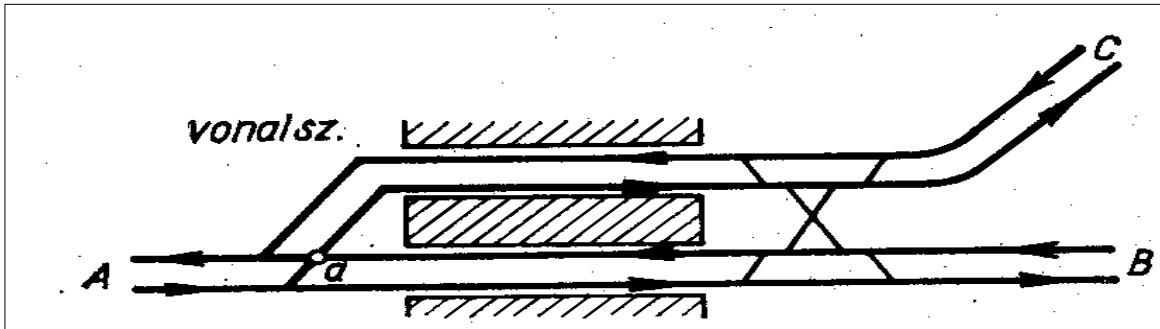


*Kisforgalmú csatlakozó állomás egyvágányú fővonal mellett*

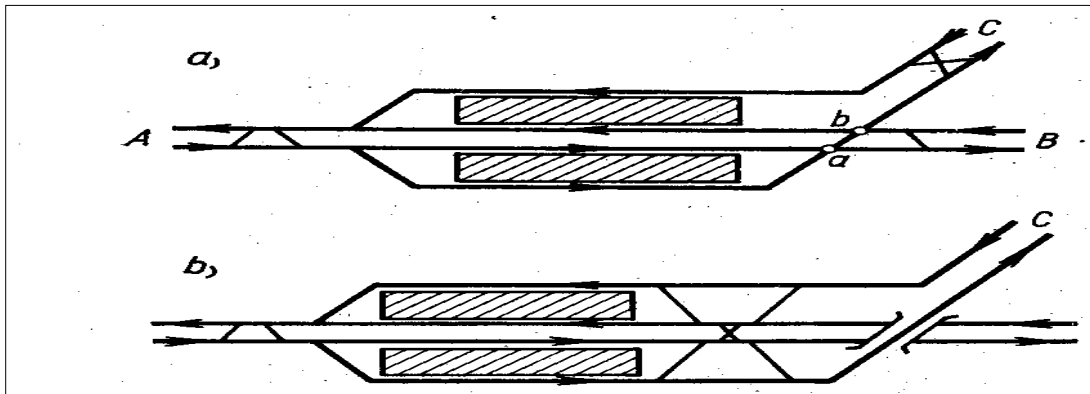


*Irány szerint elrendezett csatlakozó állomás kétvágányú fővonalon, a mellékvonal az állomásépület oldalán csatlakozik, szigetperonokkal, aluljáróval*

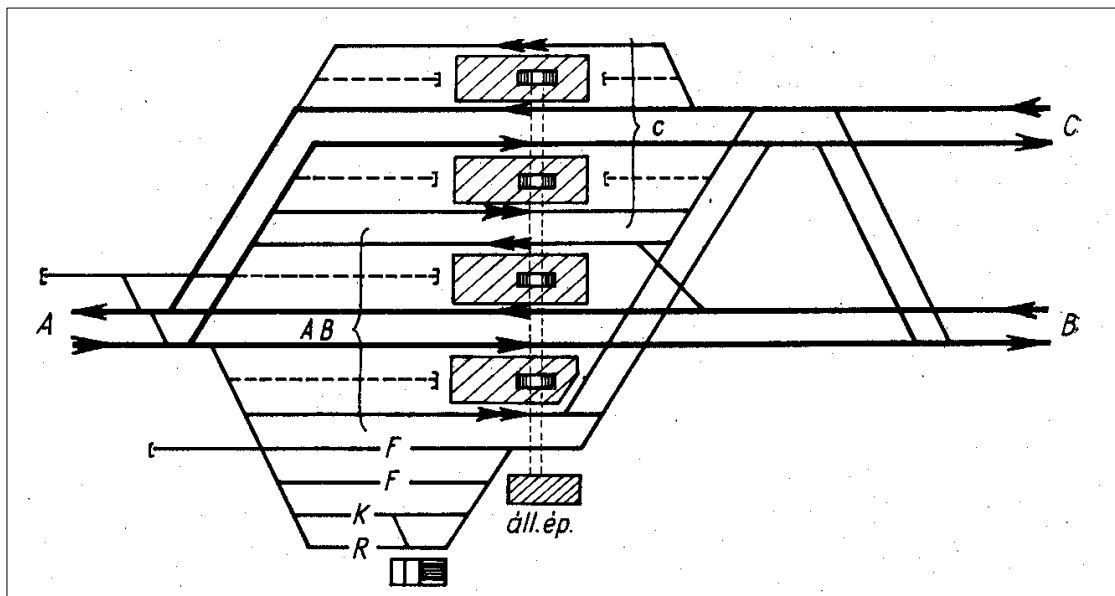
12.1.11. Elágazóállomás



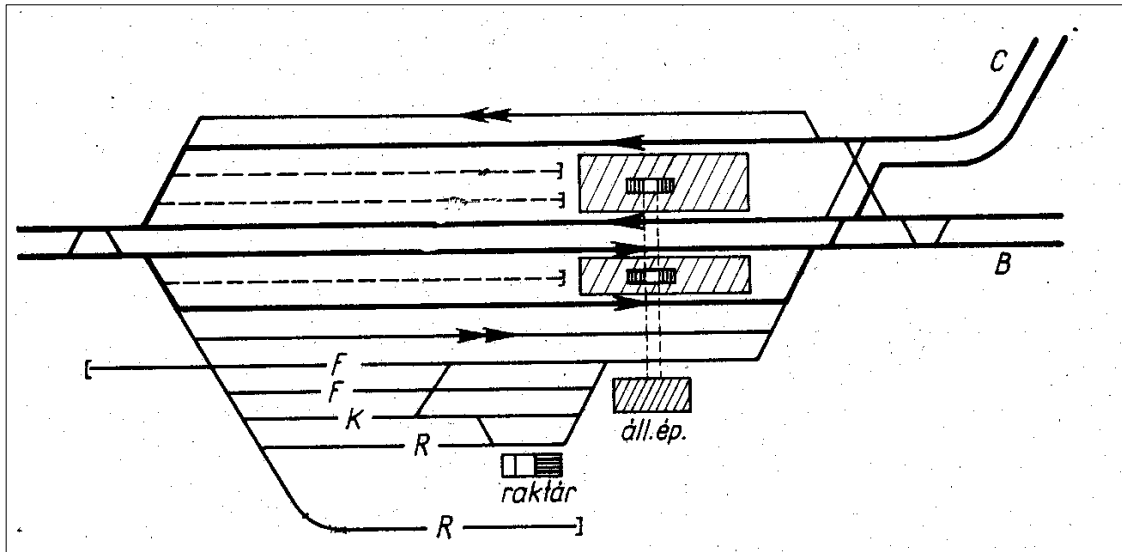
Kétvágányú elágazó vonal elrendezése  
vonal szerinti üzemmél



Kétvágányú elágazó vonal elrendezése  
irány szerinti üzemmél

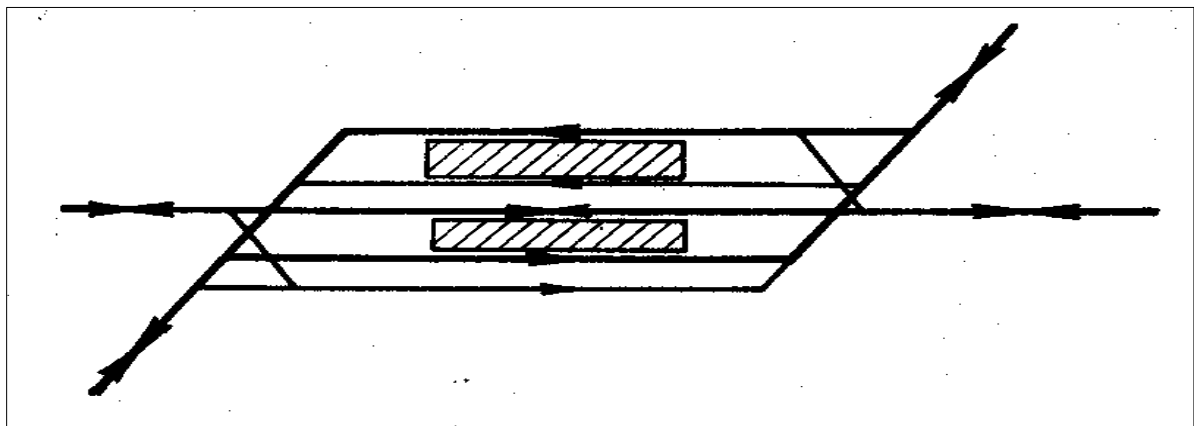


Kétvágányú vonalak elágazóállomása, vonal szerinti üzemmél

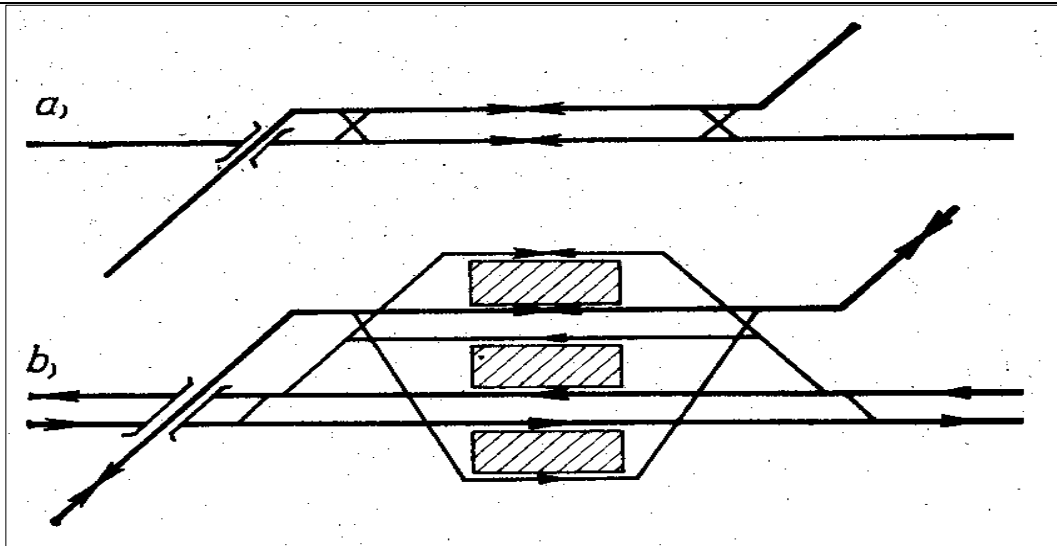


*Kétvágányú vonalak elágazó állomása, irány szerinti elrendezéssel, szintbeli keresztezéssel*

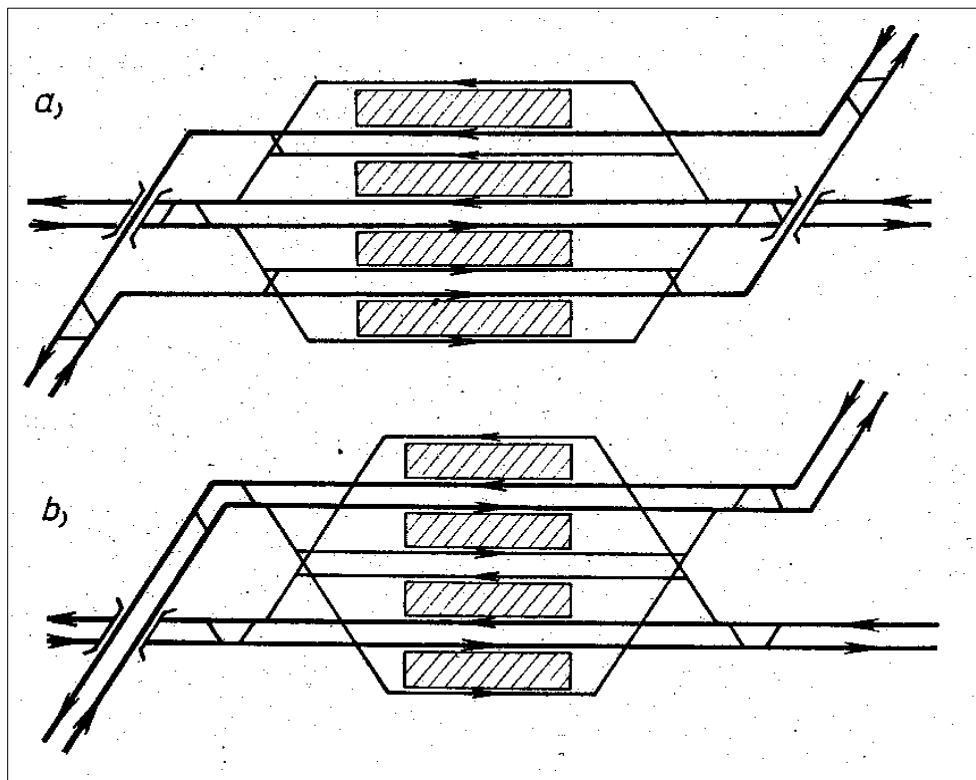
**12.1.12. Keresztező állomás**



*Egyvágányú vonalak keresztezésének helyes elrendezései, az érkező vonatok elterelésével, peronokkal és megelőző vágányokkal kiegészítve*



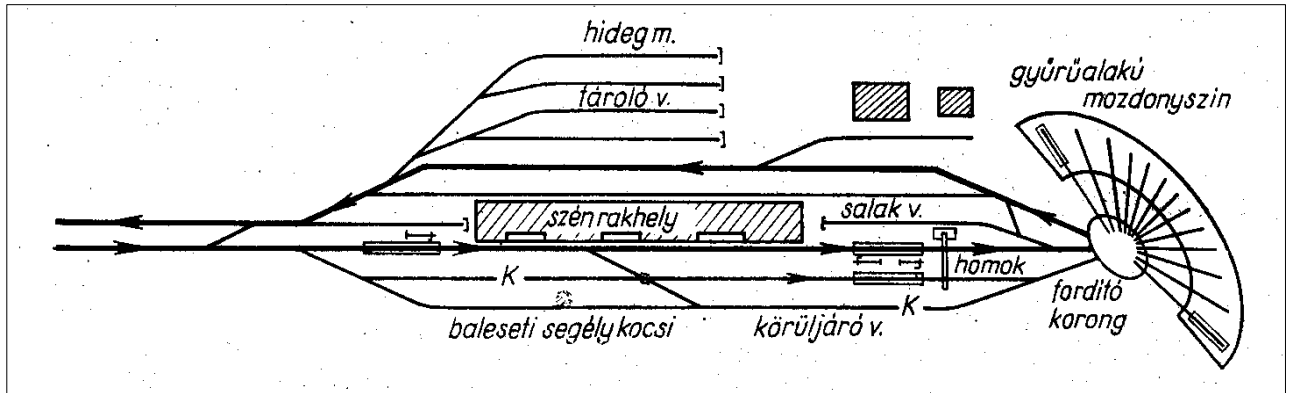
*Egyvágányú vonal keresztezése vágánybújtatással*



*Két kétvágányú vonal keresztezése vágánybújtatásokkal*

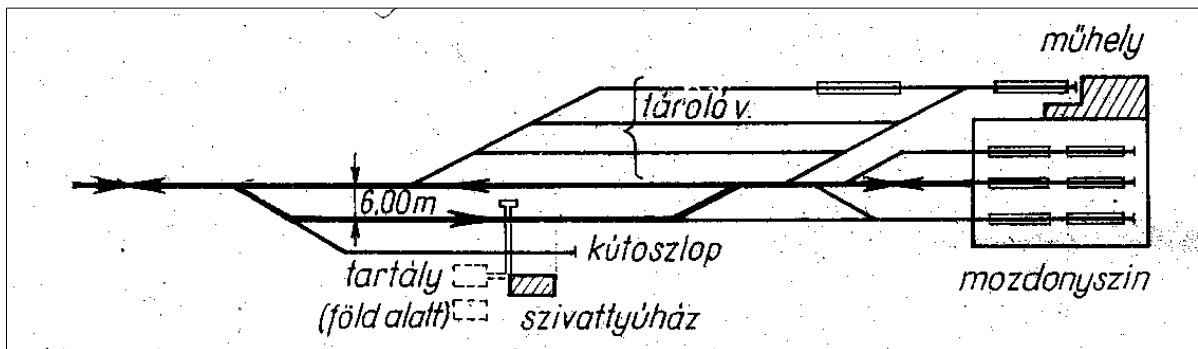
**12.1.13. Vontatási telepek**

**Gőzmozdony üzemre berendezett vontatási telep**



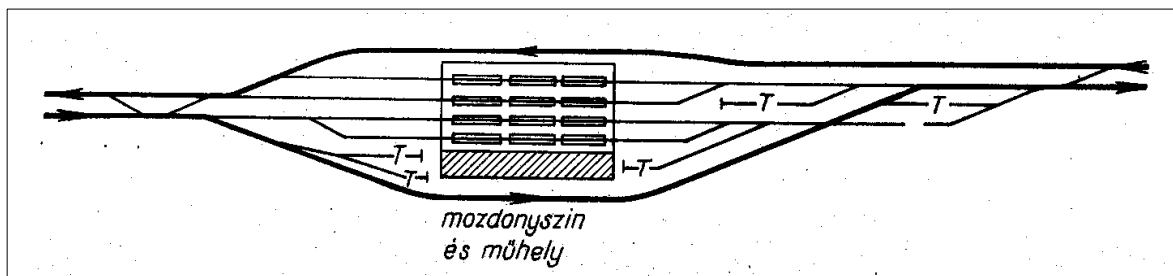
*Közepes kapacitású vontatási telep*

**Dízelvontatásra berendezett vontatási telep**



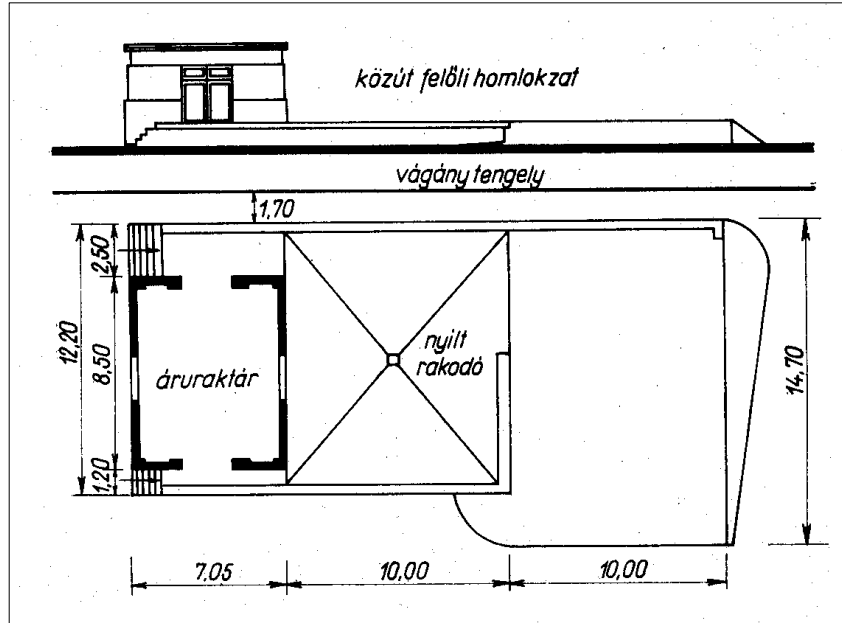
*Kiseb fe alakú dízel-üzemű vontatási telep, oldalt fekvő töltővágányokkal*

**Villamosvontatásra berendezett vontatási telep**

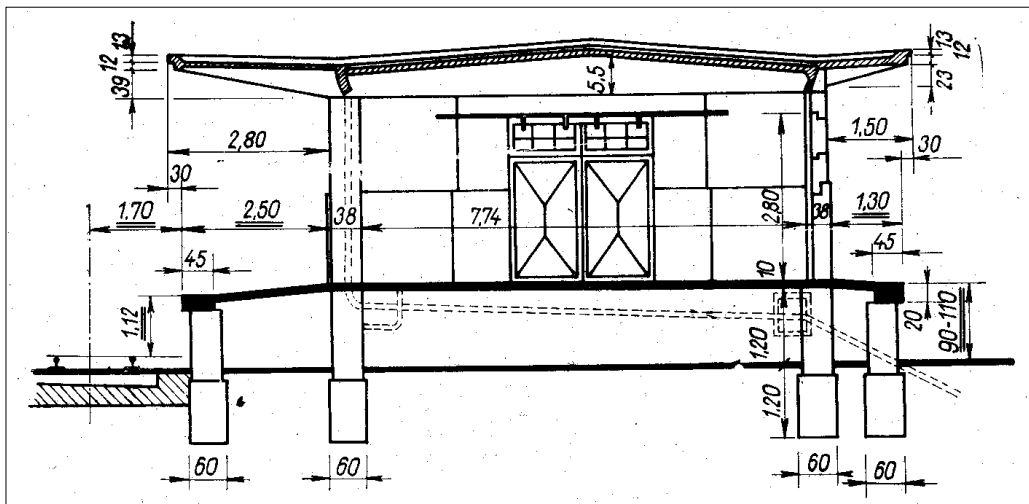


*Nagyobb kapacitású vontatási telep villamos vontatásra*

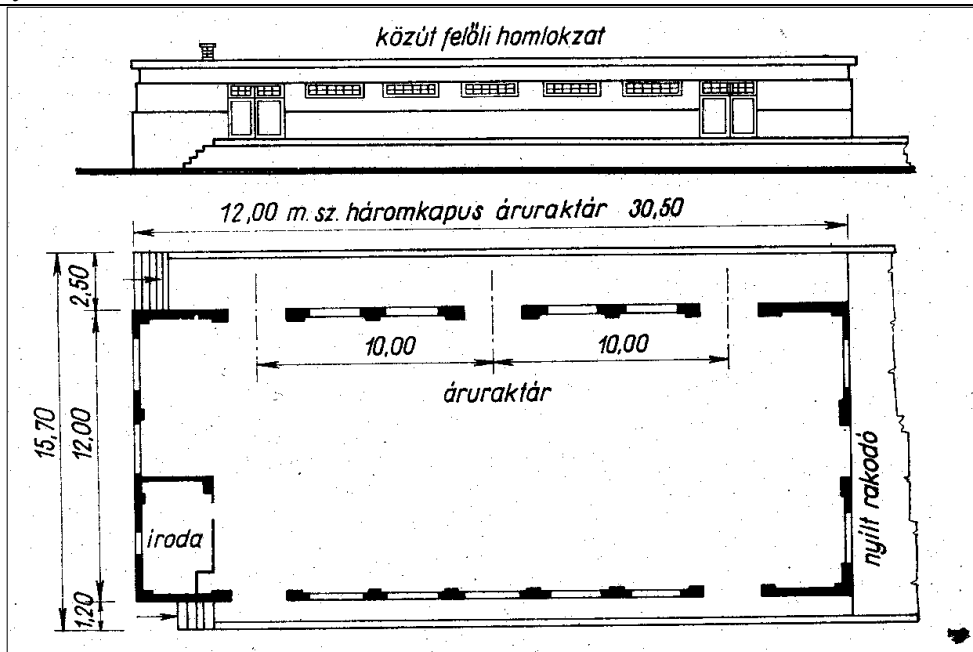
12.1.14. Áruraktárak



Egykapus áruraktár

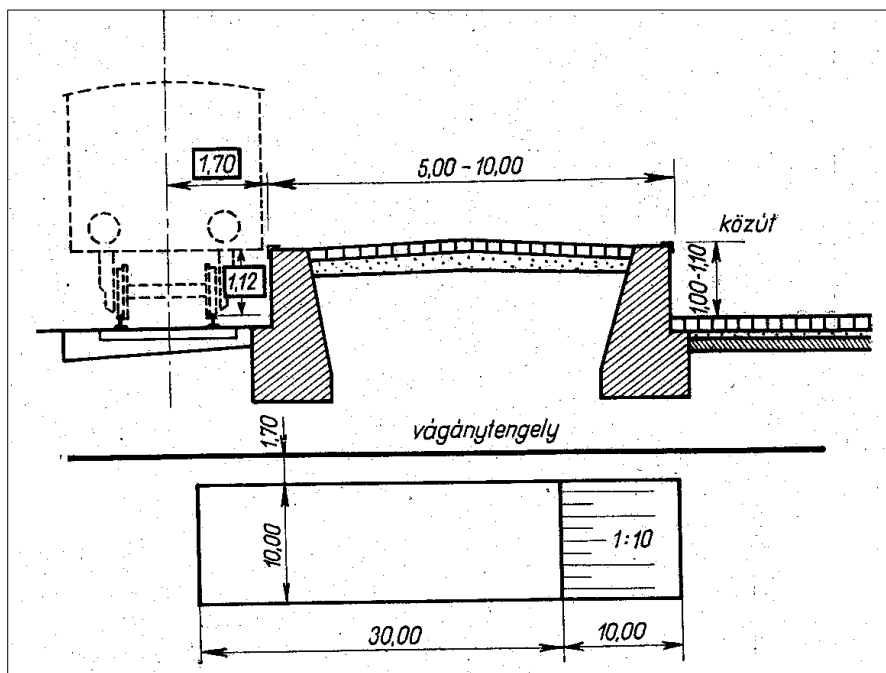


Áruraktár keresztmetszete



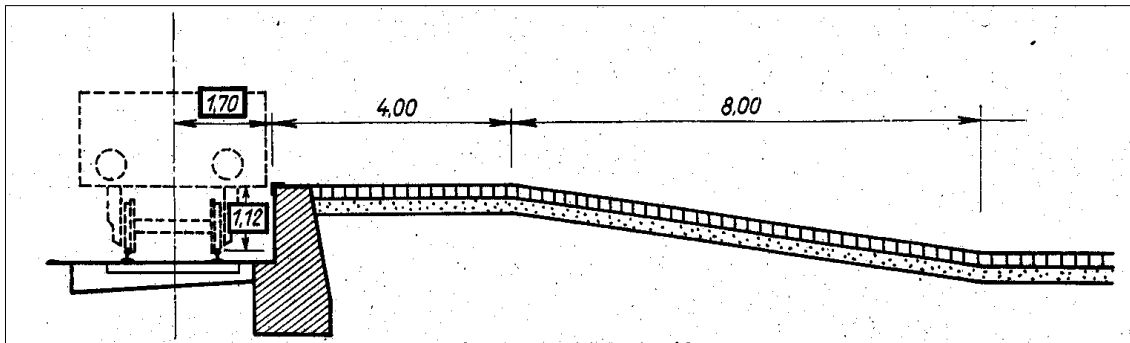
Háromkapus áruraktár

12.1.15. Magasrakodók

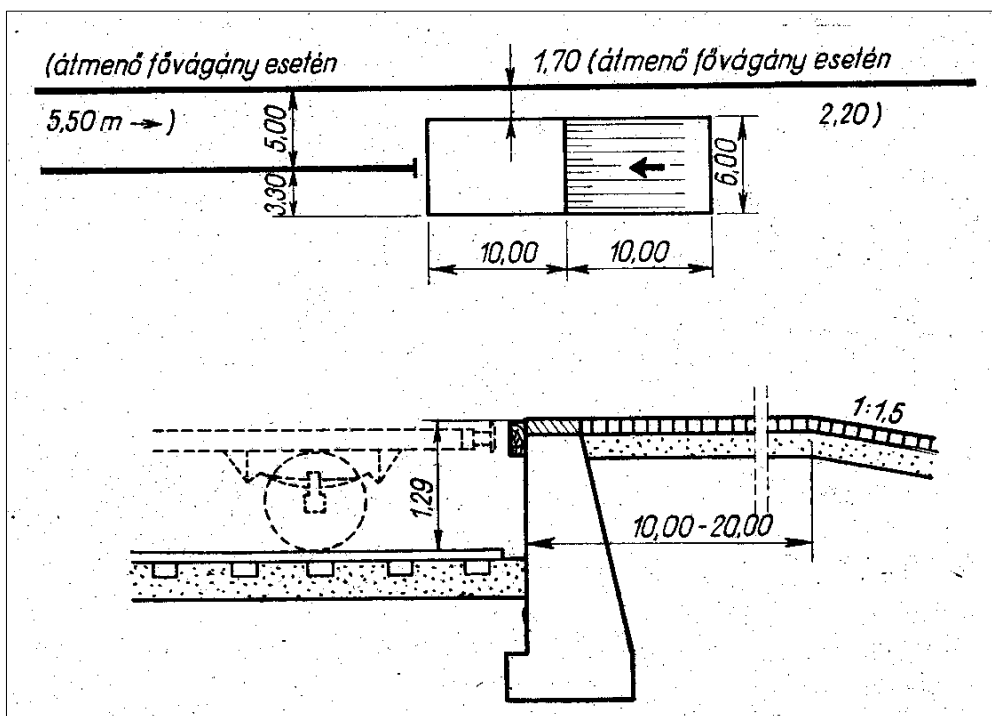


Nyílt rakodó

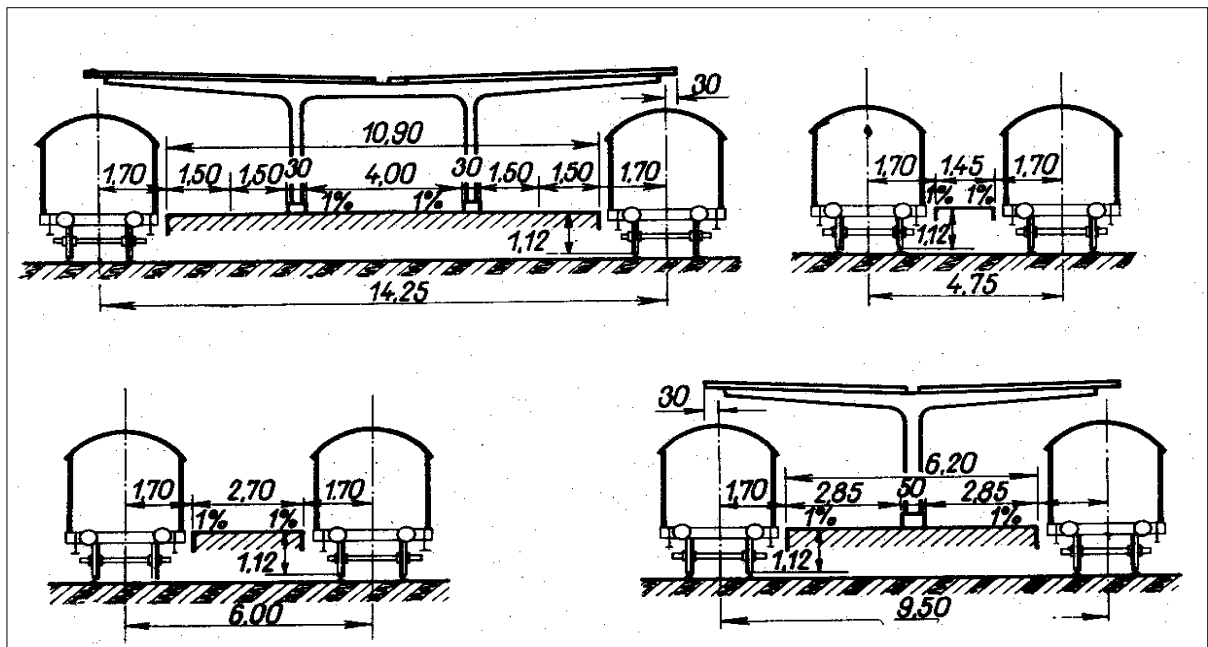
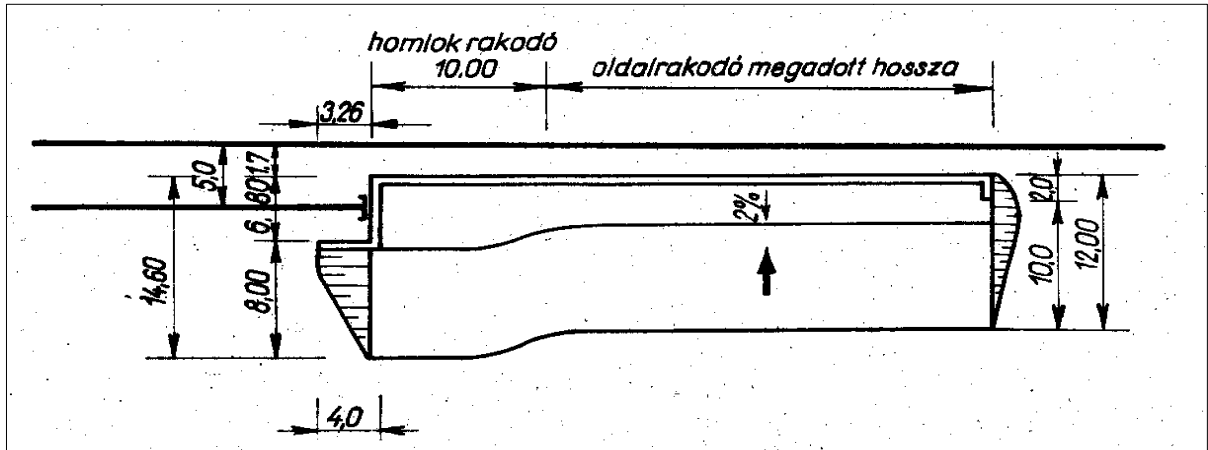




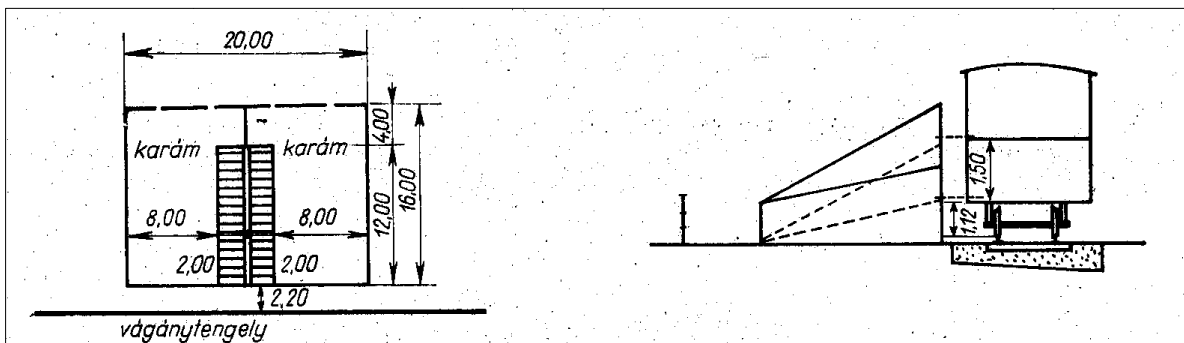
2. Oldalrakodó (különleges rakodó)



3. Homlokrakodó



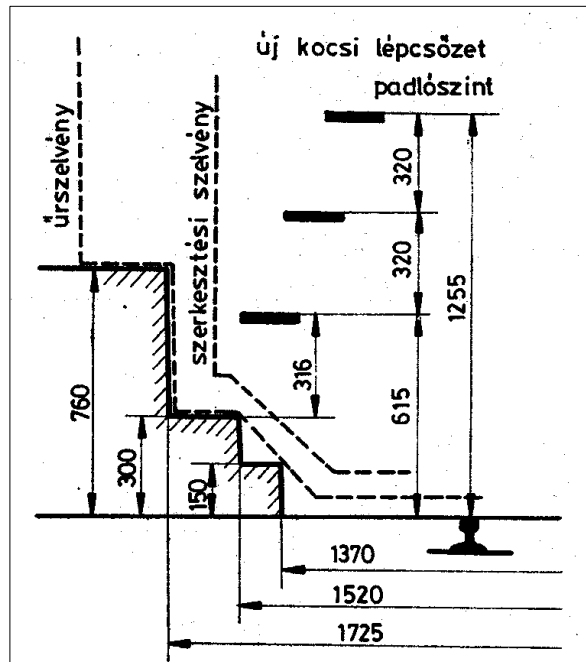
5. Átrakóponkok (különböző vágánytengely-távolságok esetén)



6. Állatrakodó

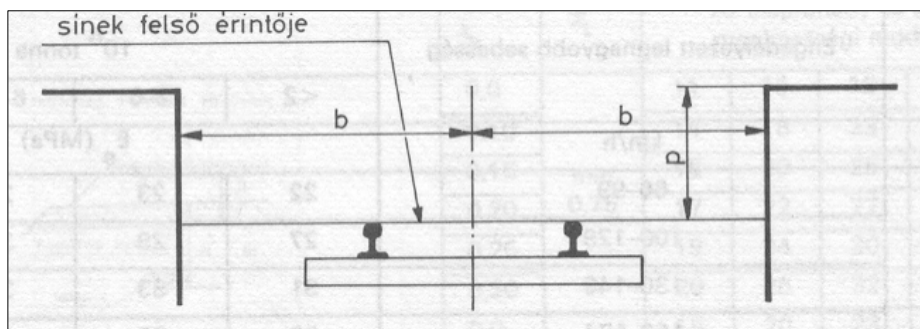
SZEMÉLYFORGALMI LÉTESÍTMÉNYEK

12.1.16. Peronok

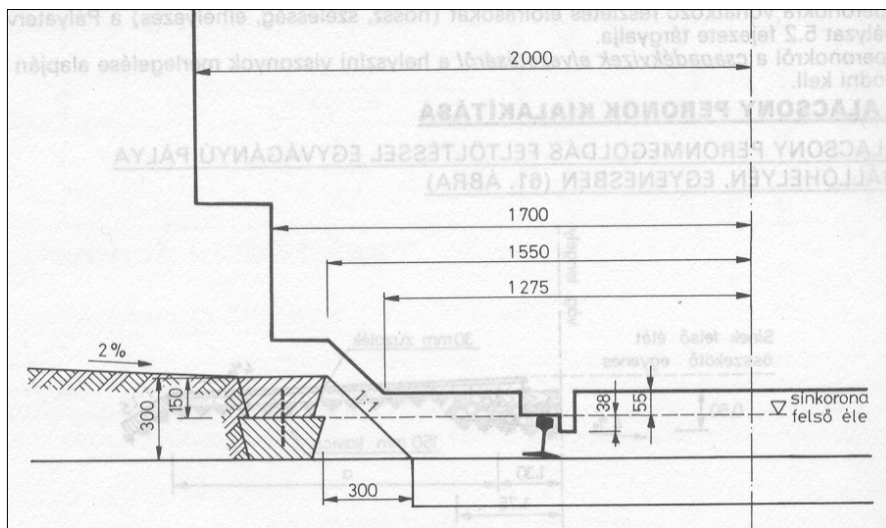
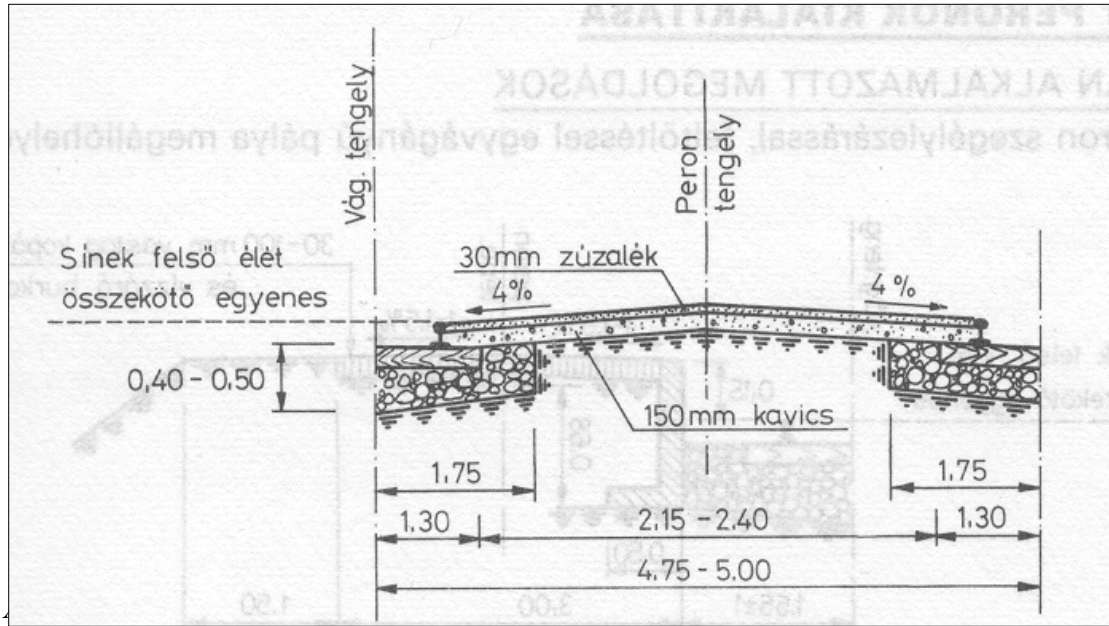


A vasúti személykocsi lépcsőzetének helyzete

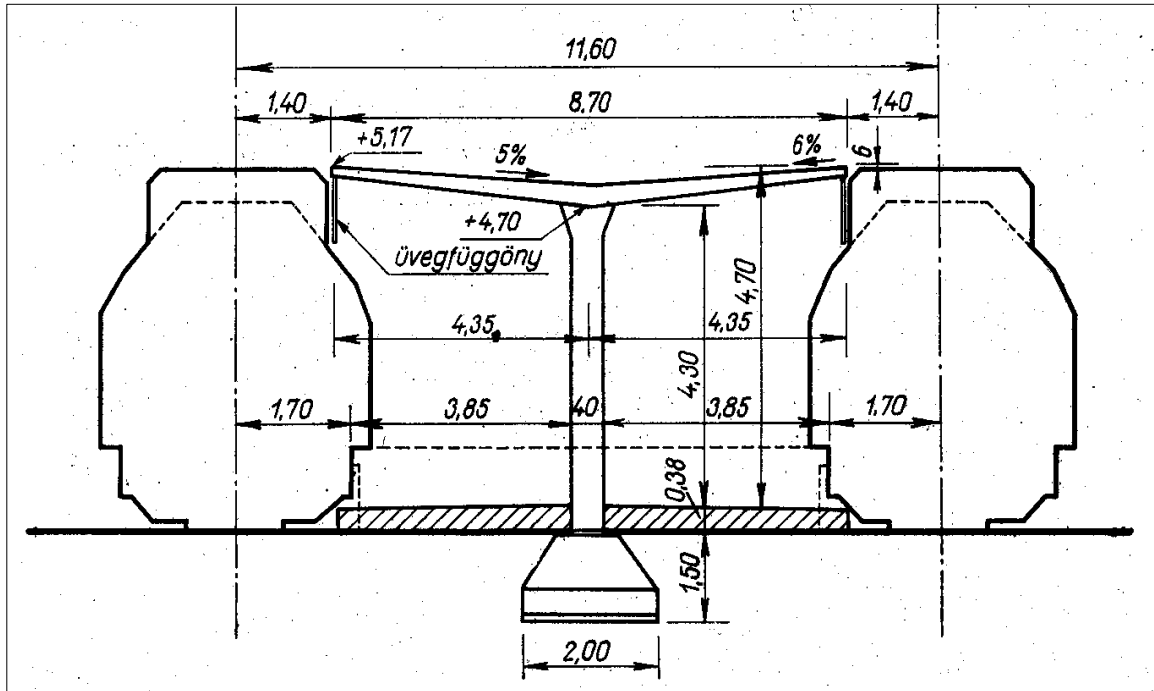
A peron jellege	„a” magasság a sínkorona felett [m]	„b” oldalirányú távolság a vágányközpéttől [m]
Alacsony peron	0	1,40
	0,15	1,40
Emelt peron meglévőnél	0,30	1,55
	0,30	1,52
	6,60	1,75
	0,60	1,725



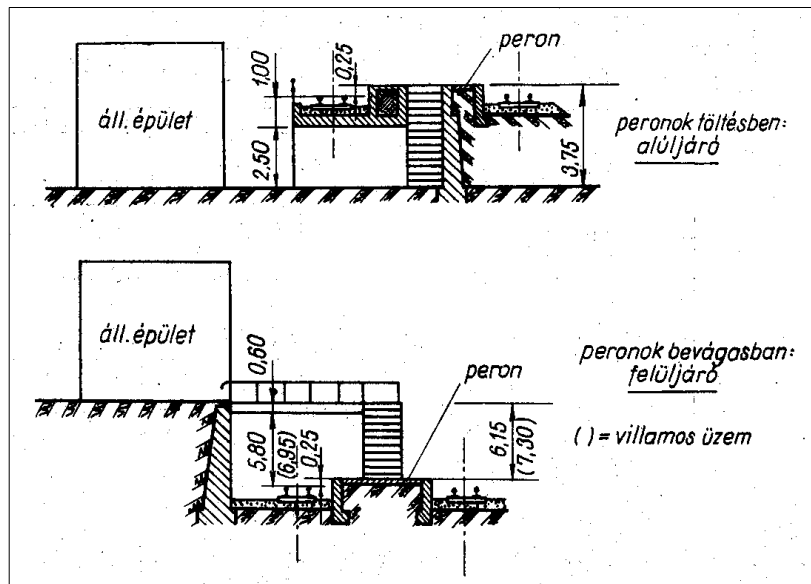
A peronszegélyek vasúti vágányhoz viszonyított helyzete



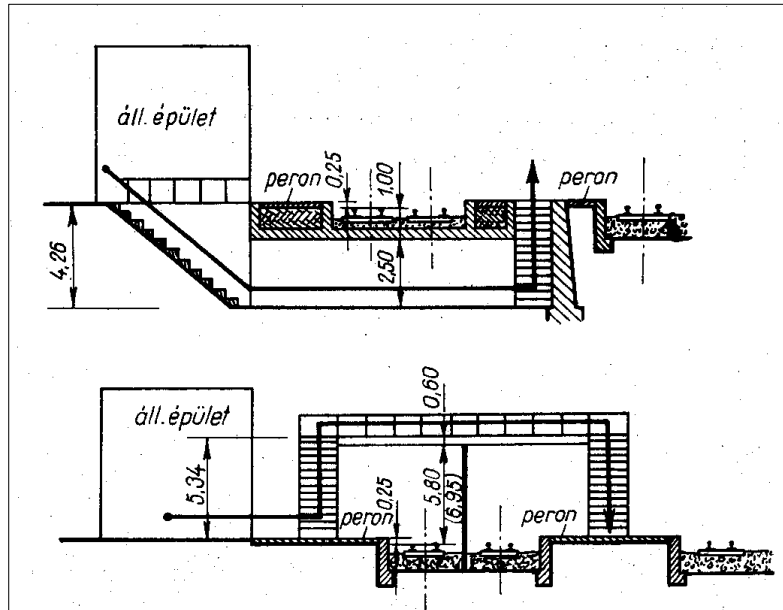
*Peronszél kialakítása használt betonajakkal*



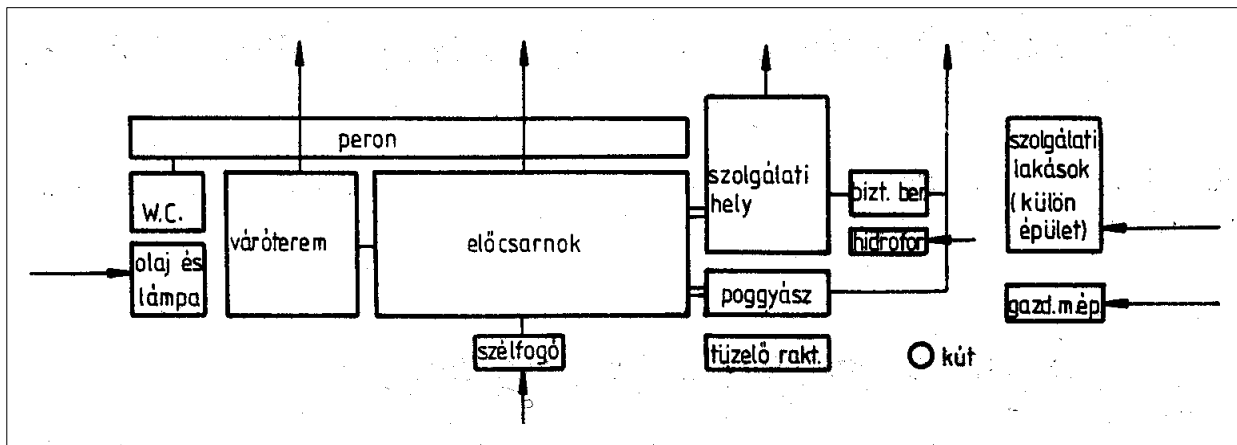
12.1.17. Alul és felüljárók



Az alul-, illetve a felüljáró egyértelmű alkalmazási esetei

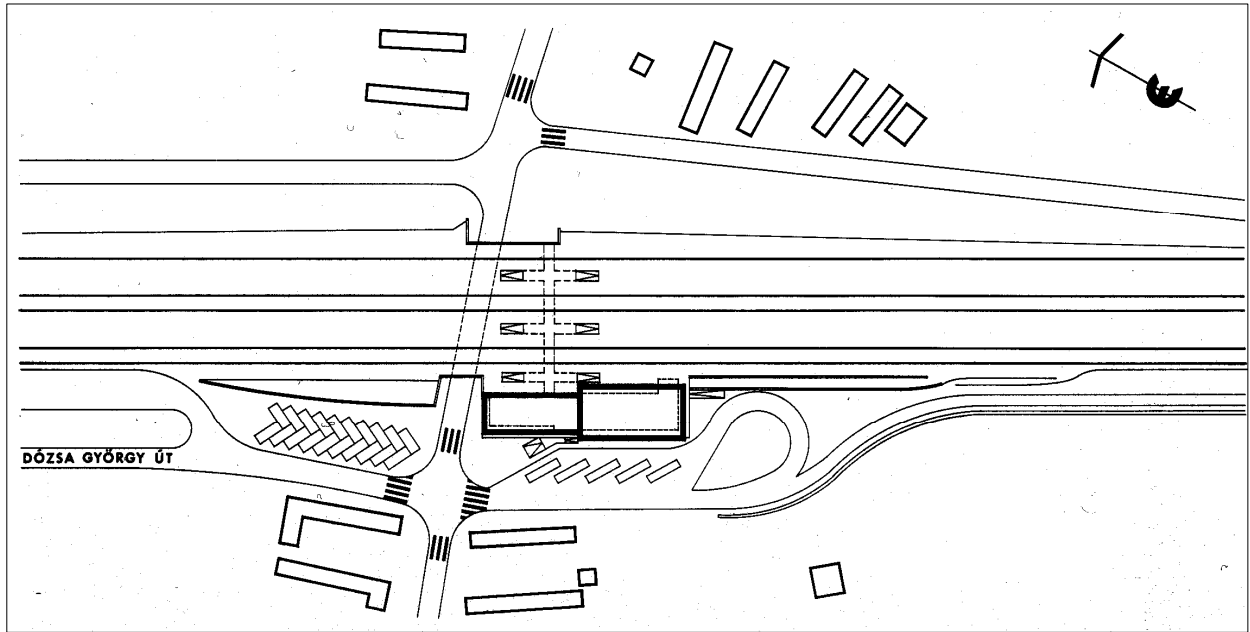


12.1.18. Állomásépületek



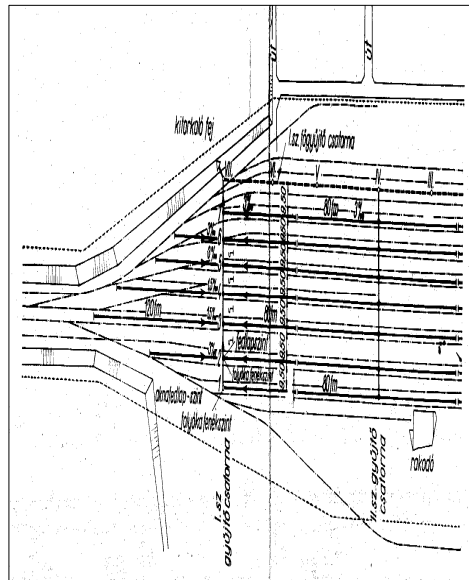
*Kisebb méretű állomás felvételi épületének üzemi vázlata*

### 12.1.19. Állomási előterek

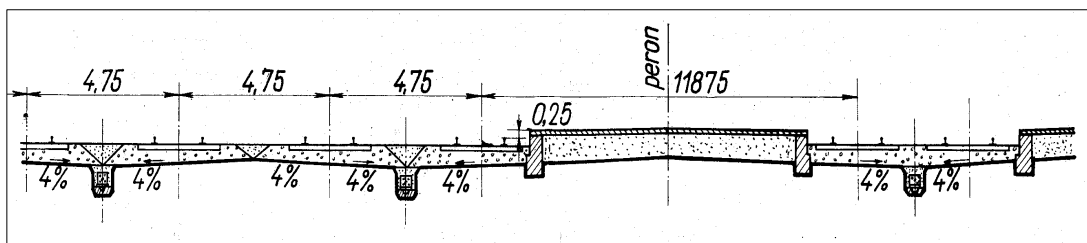


*Biatorbágy állomás előtere*

### 12.1.20. Víztelenítés



*A hossz-, és a keresztzivárgók alaprajzi elrendezése*



*Állomási hossz-szivárgók keresztmetszeti elrendezése*

## PÁLYATERVEZÉSI ELŐÍRÁSOK

**12.1.21. Irány-, és lejtviszonyok****Körívek csatlakoztatása**

Állomások vonattal járt fogadóvágányaiban:

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \leq \frac{1}{200}$$

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq 200$$

Állomások mellékvágányaiban:

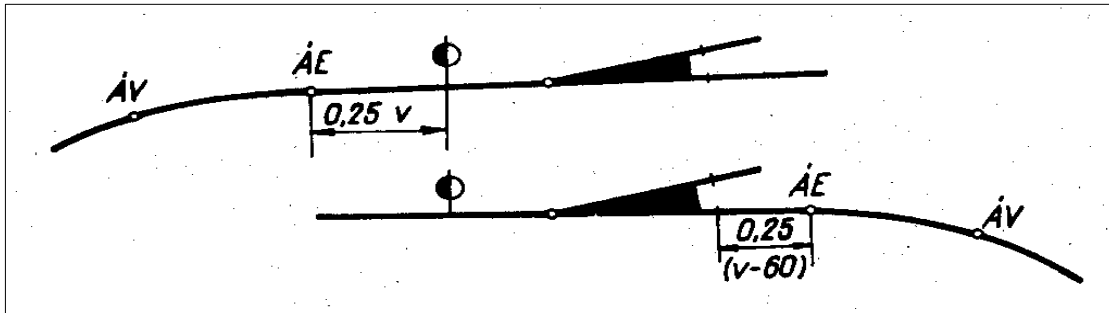
$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \leq \frac{1}{100}$$

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq 100$$



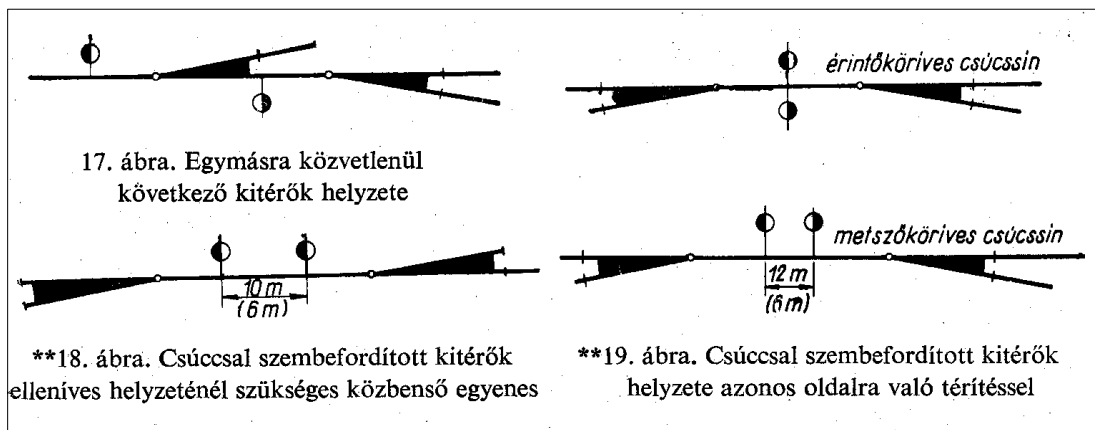
**12.1.22. Kitérők elhelyezése**

Minimális egyenes hosszak kitérők előtt és után



a kitérők előtt:  $e_1 = 0,25 v$   
 a kitérők után:  $e_2 = 0,25 (v - 60)$

Kitérők egymáshoz viszonyított helyzete



*Kitérők egymáshoz viszonyított helyzete*

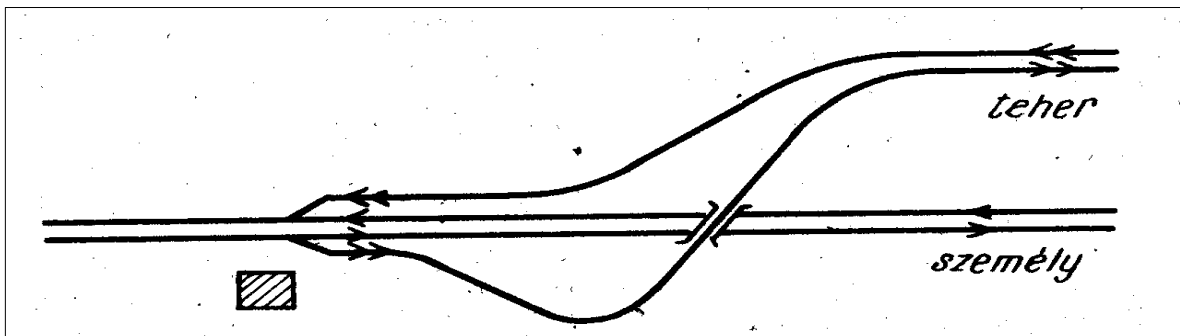
**12.1.23. Vágányhosszak**

### 13. Pályaudvarok

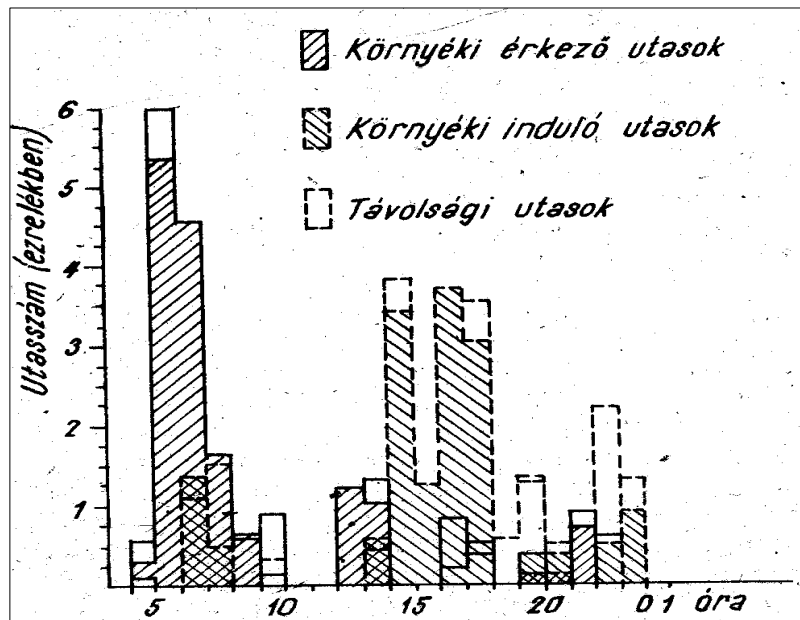
#### SZEMÉLYFORGALMÚ PÁLYAUDVAR

##### 13.1.1.Személypályaudvar

##### 13.1.2.Személypályaudvarok forgalmi viszonyai

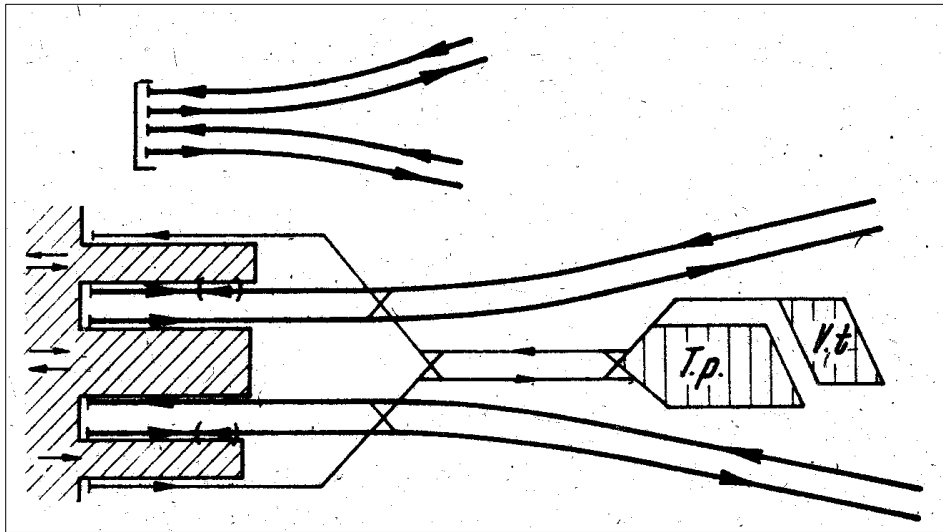


A személy-, és a teherforgalom szétválasztása a város előtt

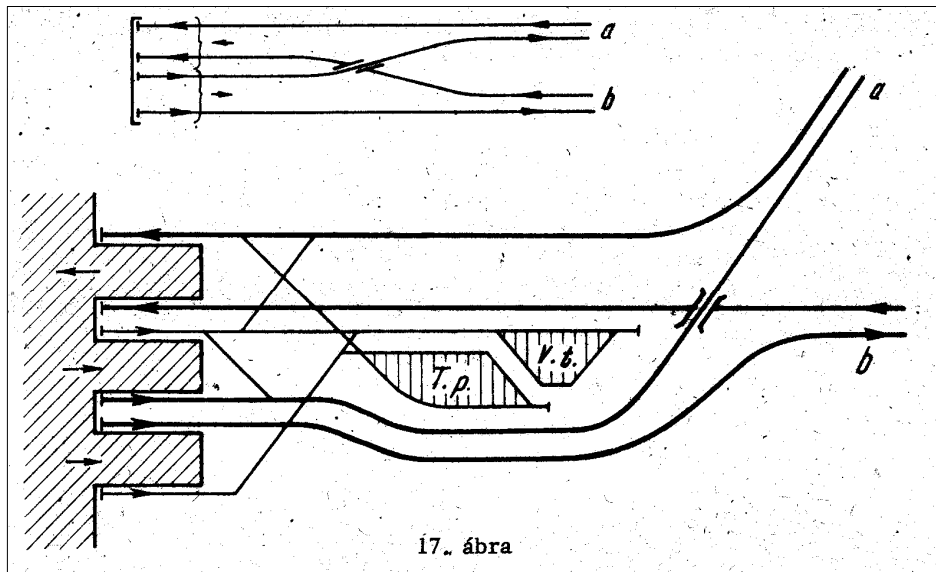


Személypályaudvar utasforgalmának alakulása

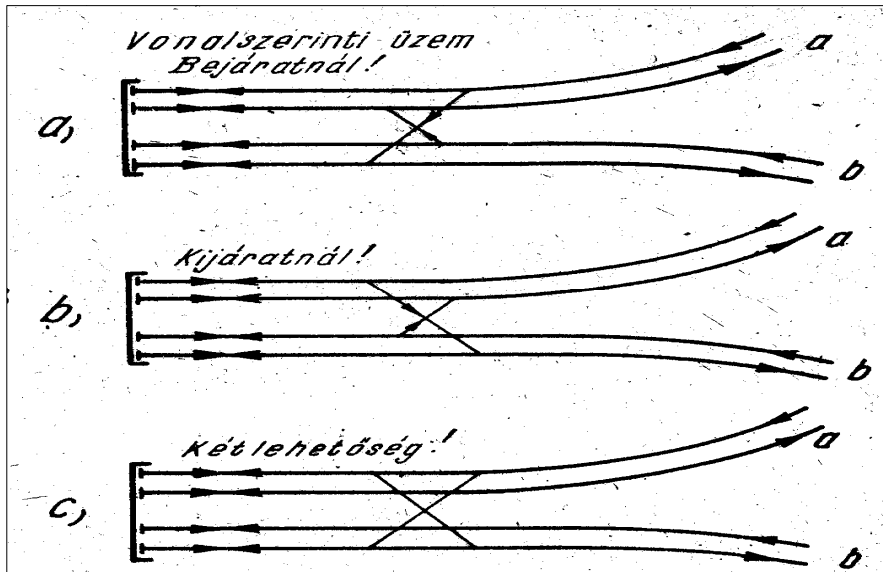
13.1.3. Fej alakú személypályaudvar



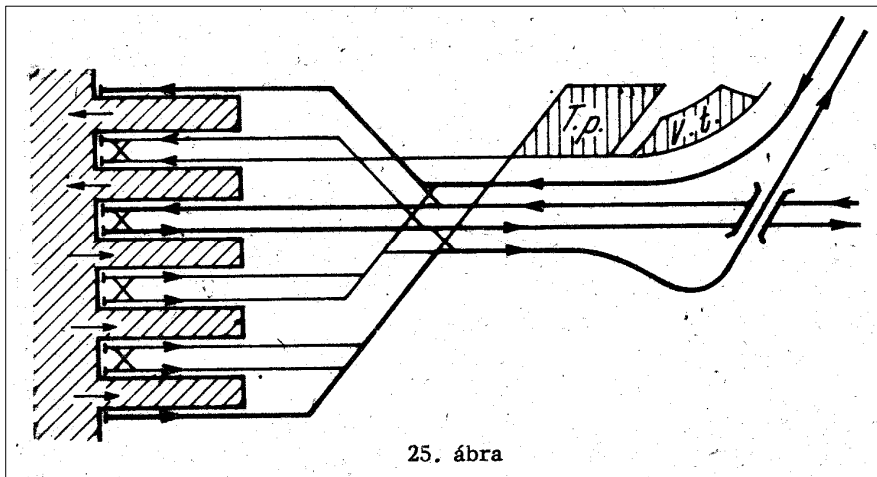
Fejpályaudvar két kétvágányú vonal végződésében, vonal szerinti kialakítással (átmenő forgalom nélkül)



Fejpályaudvar két kétvágányú vonal végződésében, irány szerinti elrendezéssel (átmenő forgalom nélkül)

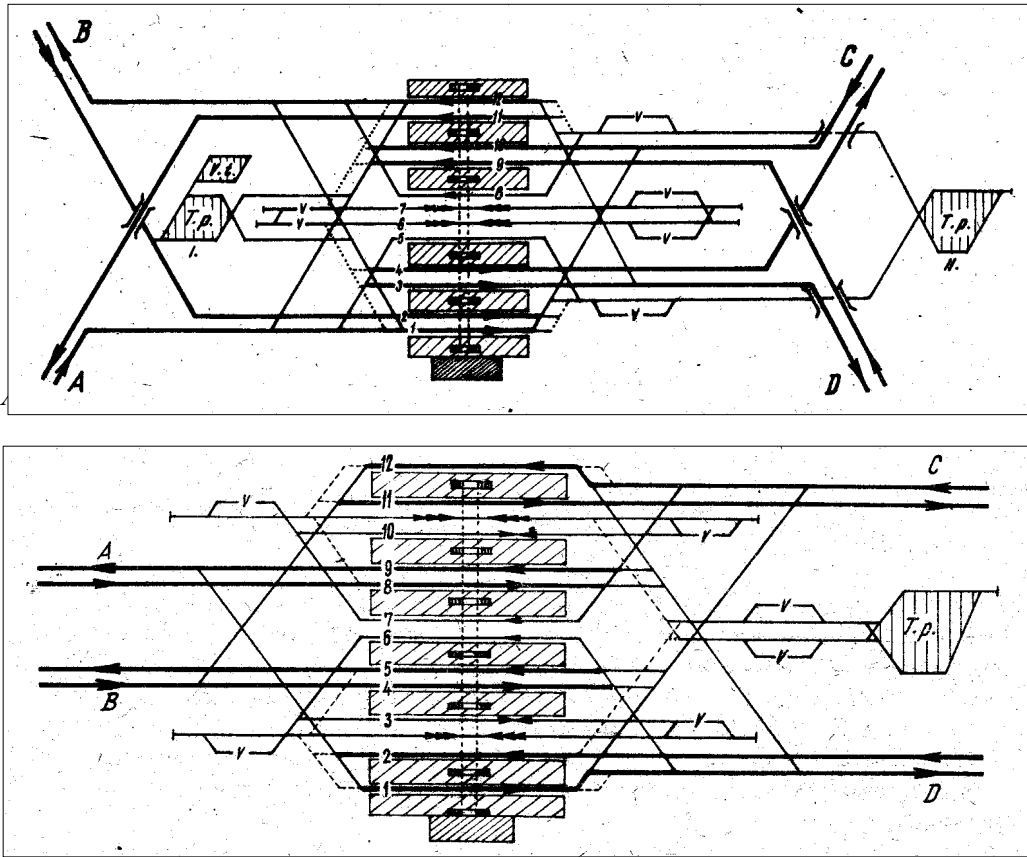


*Fejpályaudvar két kétvágányú vonal végződésében, vonal szerinti elrendezéssel*



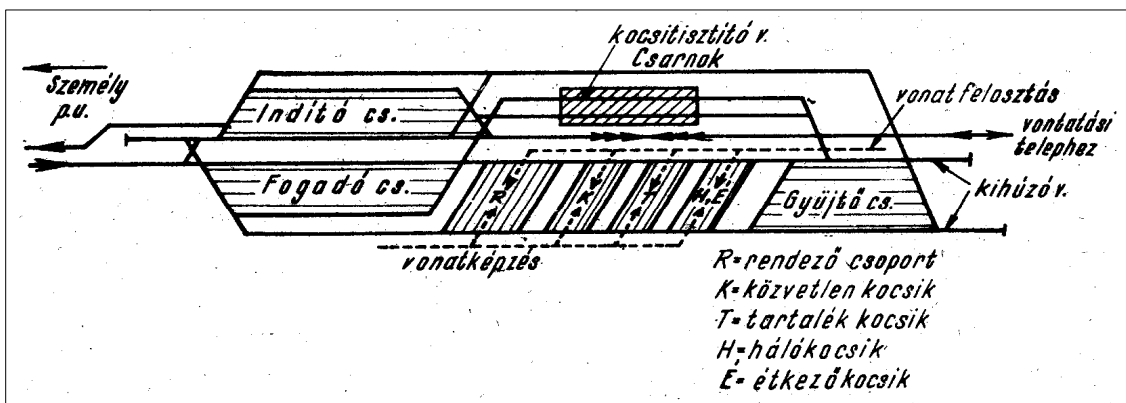
*Fejpályaudvar gyakorlati kialakítása két kétvágányú vonal végződésében, irány szerinti elrendezéssel (átmenő forgalommal)*

### 13.1.4. Átmenő alakú személypályaudvar



Átmenő alakú személypályaudvar, vonal szerinti elrendezéssel

### 13.1.5.üzemi pályaudvar

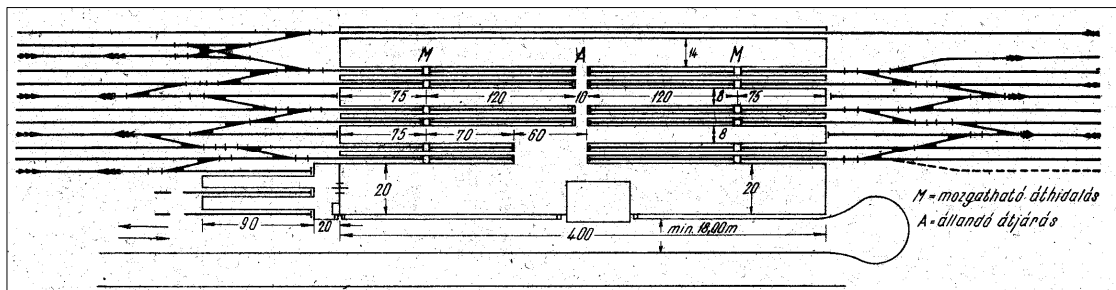


Siktolatásos üzemi pályaudvar

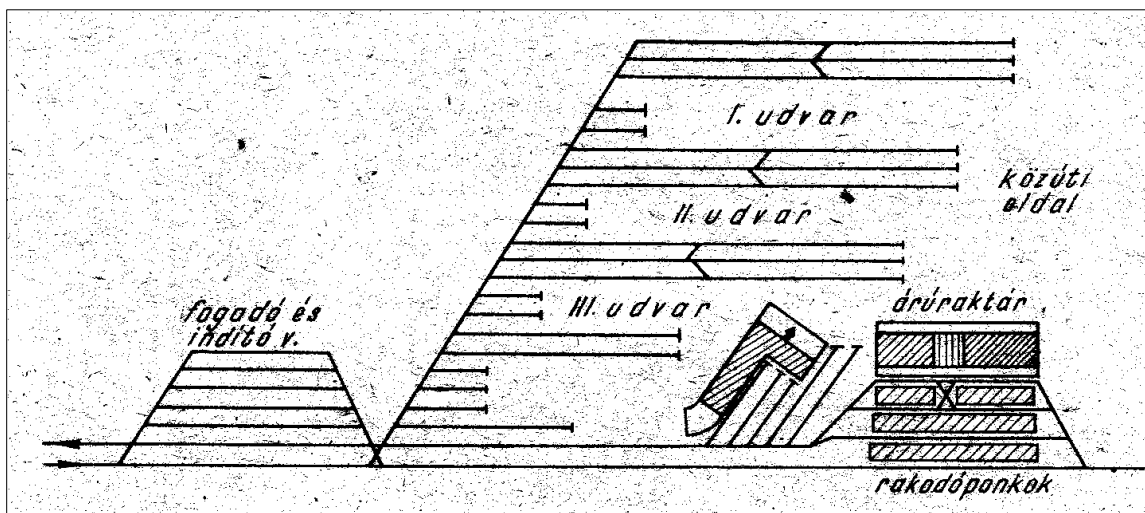
**13.1.6. Teherforgalmú pályaudvar**

**13.1.7. Teherpályaudvar**

**13.1.8. Darabárus pályaudvar**

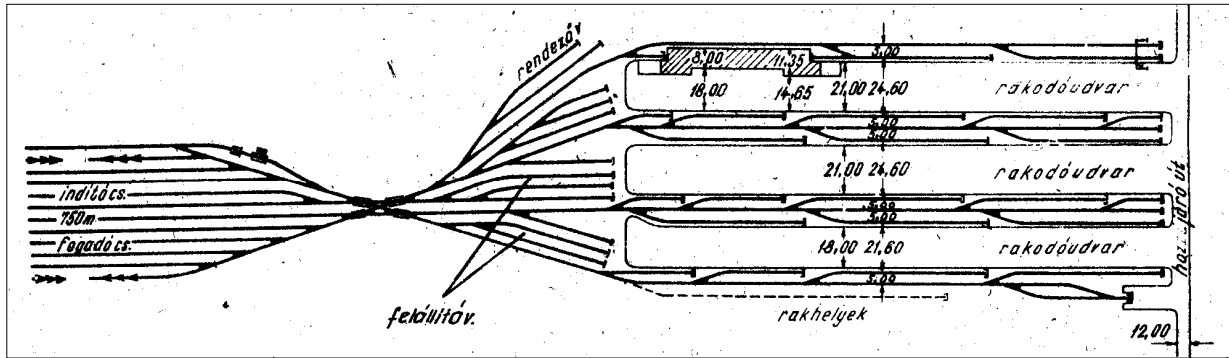


*Hosszanti elrendezésű darabárus pályaudvar  
(állandó áthidalókkal)*

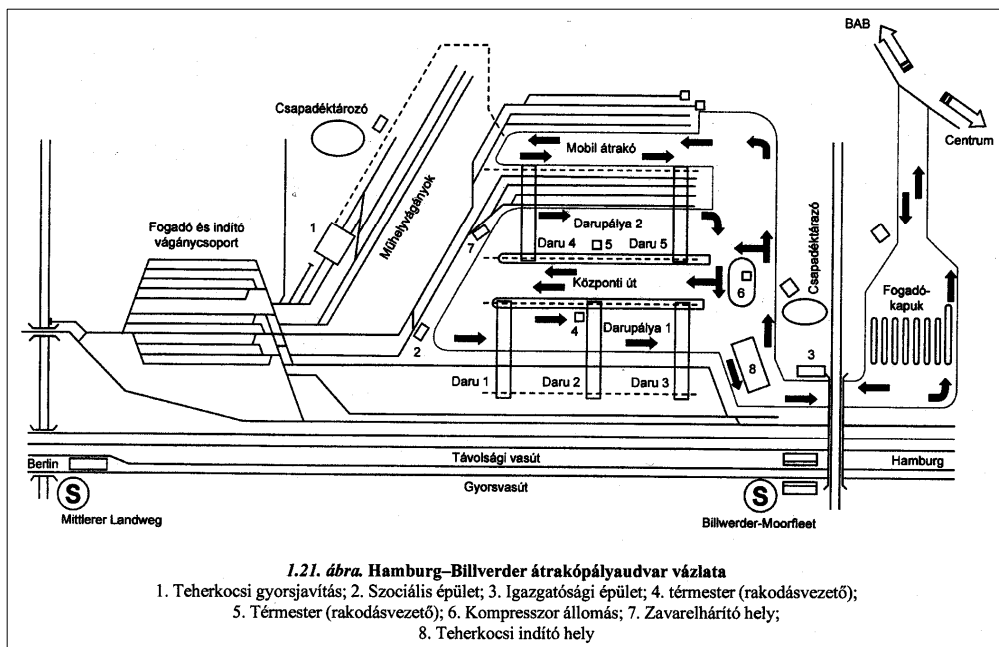


*Keresztirányban fejlesztett tömegárus pályaudvar*

**13.1.9. Tömegárus pályaudvar**

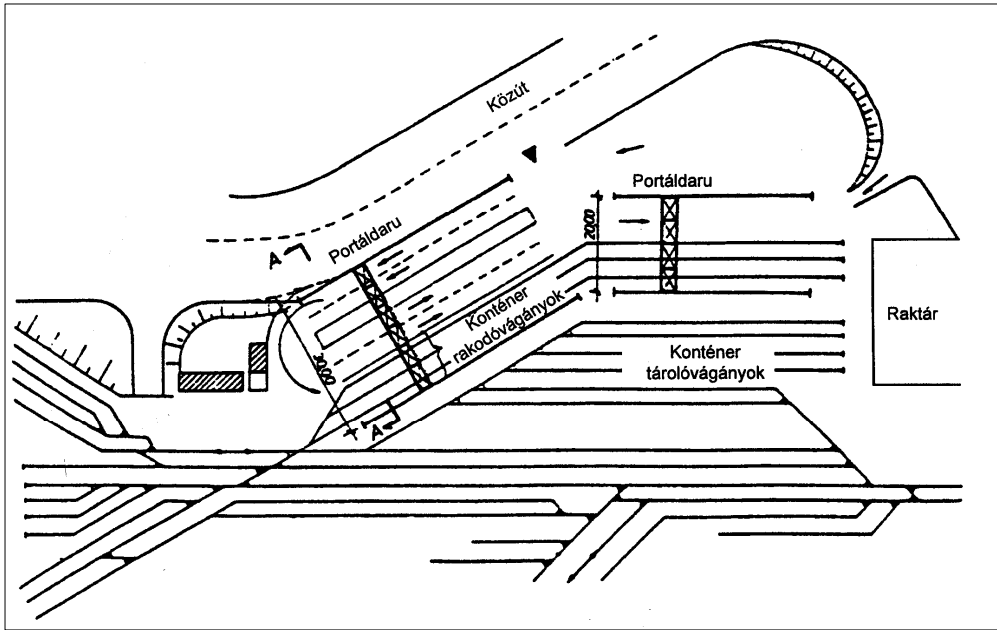


13.1.10. Átrakó pályaudvar



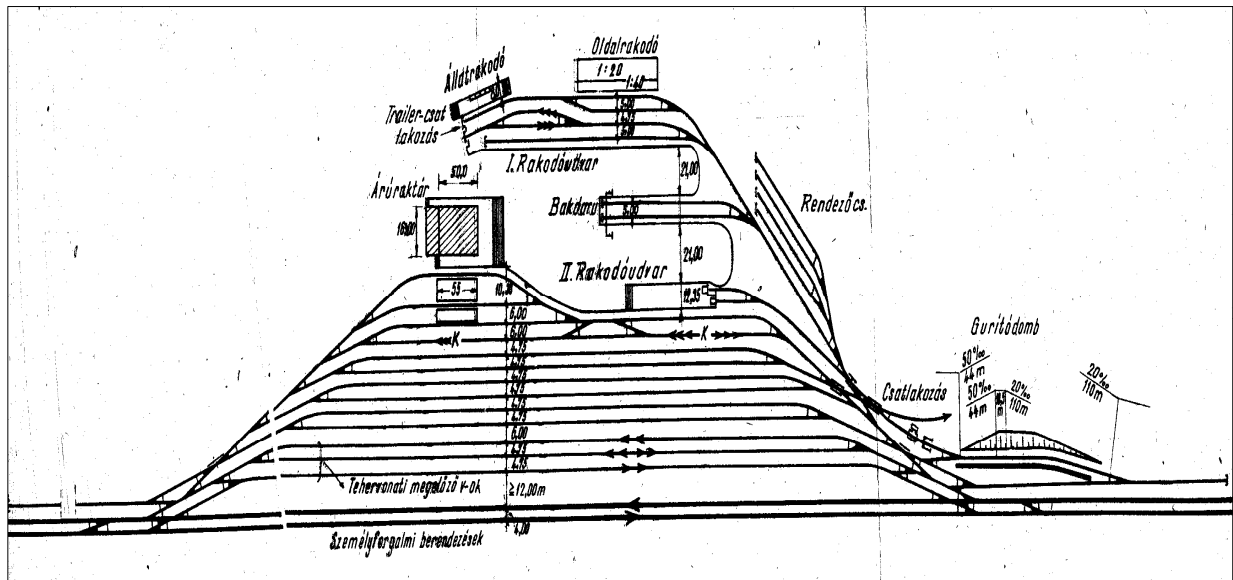
Átrakópályaudvar helyszínrajza (Hamburg-Billverder)

13.1.11. Konténer pályaudvar



Konténer pályaudvar torzított helyszínrajza

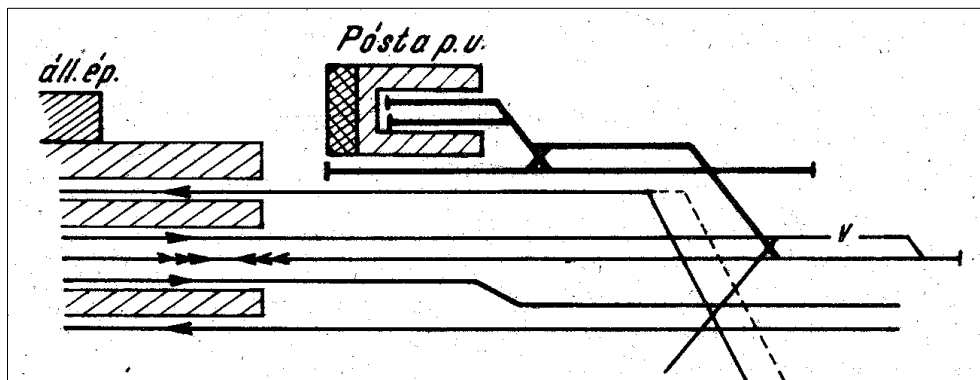
13.1.12. Körzeti állomás és pályaudvar



Körzeti állomás (pályaudvar)



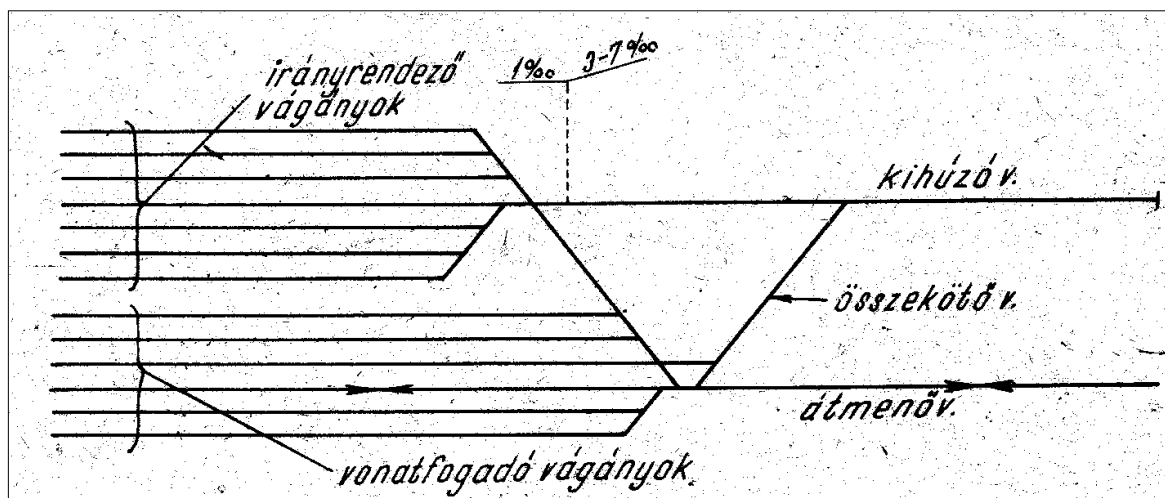
**13.1.13. Posta pályaudvar**



*Kis forgalmú postapályaudvar*

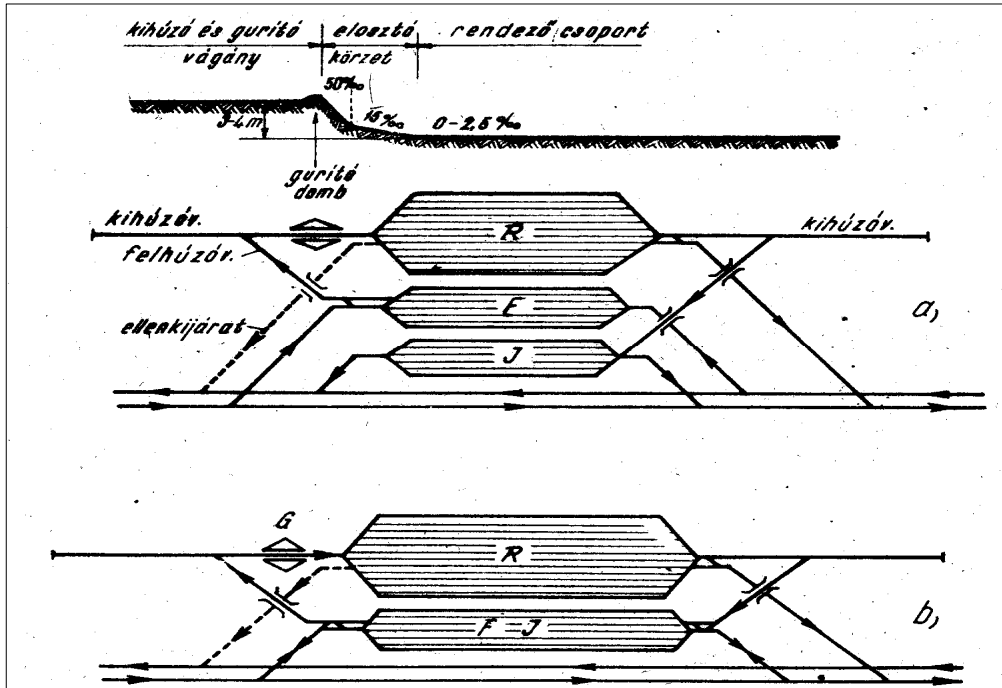
**13.1.14. Rendezőpályaudvar**

**13.1.15. Síktolatásos üzemű rendezőpályaudvar**

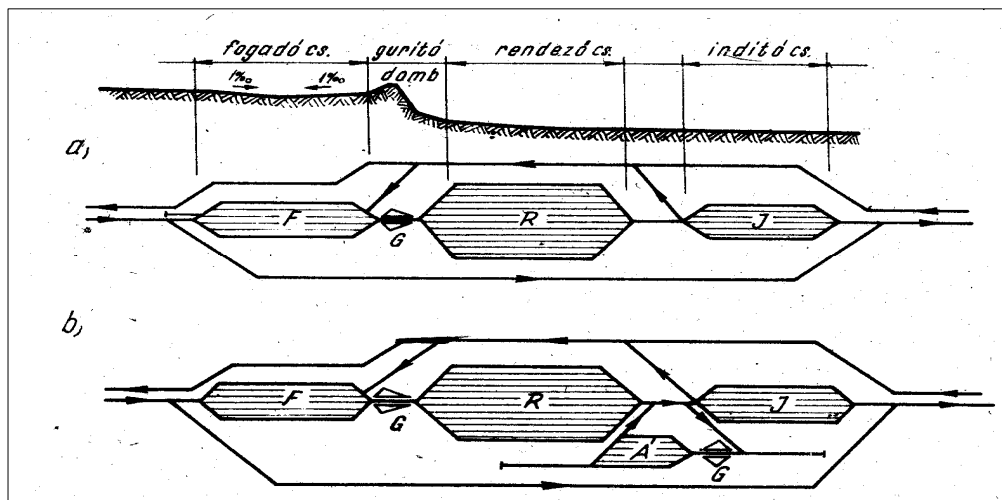


*Korszerű kialakítású síktolatásos berendezett rendezőpályaudvar*

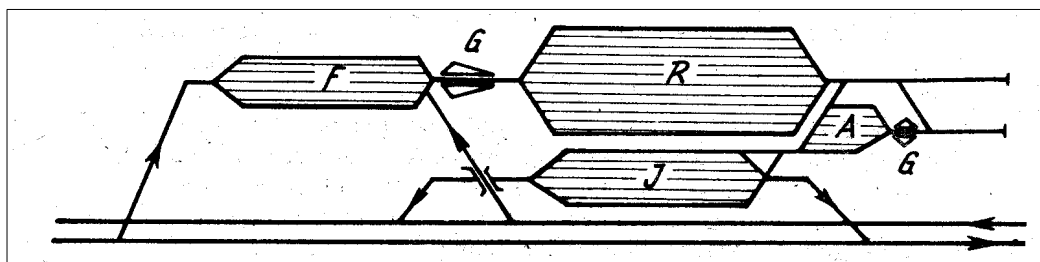
13.1.16. Gurításos üzemű rendezőpályaudvar



Párhuzamos elrendezésű gurítódombos rendezőpályaudvar



Soros elrendezésű gurítódombos rendezőpályaudvar



Vegyes elrendezésű gurítódombos rendezőpályaudvar

## 14. Különleges vasutak

### 14.1.1.A különleges vasutak megjelenési formái

### 14.1.2. Városi vasutak

#### A városi vasutak megjelenési formái:

##### Közúti vasutak

- Hagyományos közúti vasút
- Modern közúti vasút

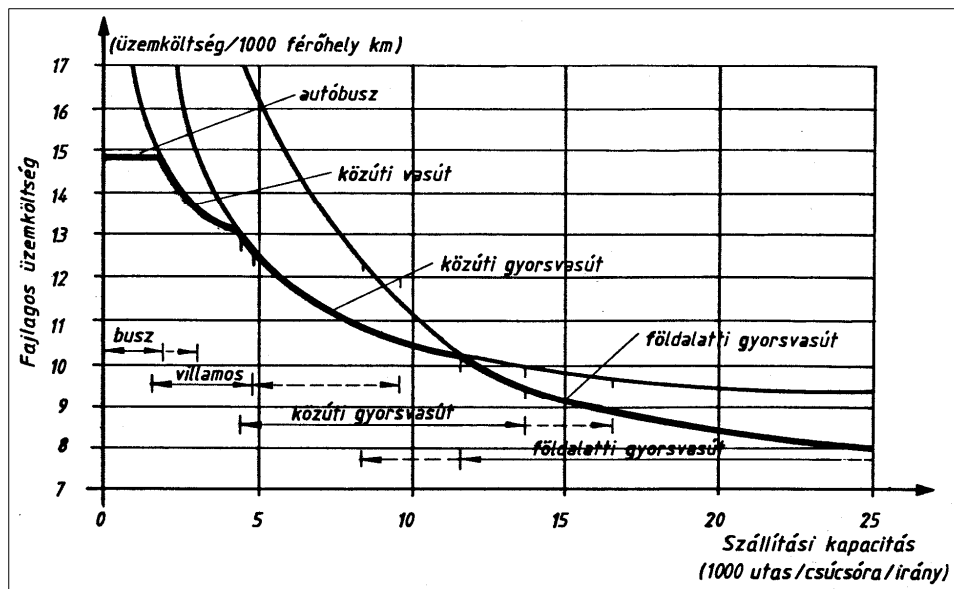
##### Közúti gyorsvasutak

- Városi közúti gyorsvasút
- Elővárosi közúti gyorsvasút

##### Gyorsvasutak

- Városi gyorsvasút
- Elővárosi gyorsvasút

#### A városi vasutak legfontosabb műszaki jellemzői



A városi tömegközlekedési eszközök szállítási kapacitása, és fajlagos üzemeltetése

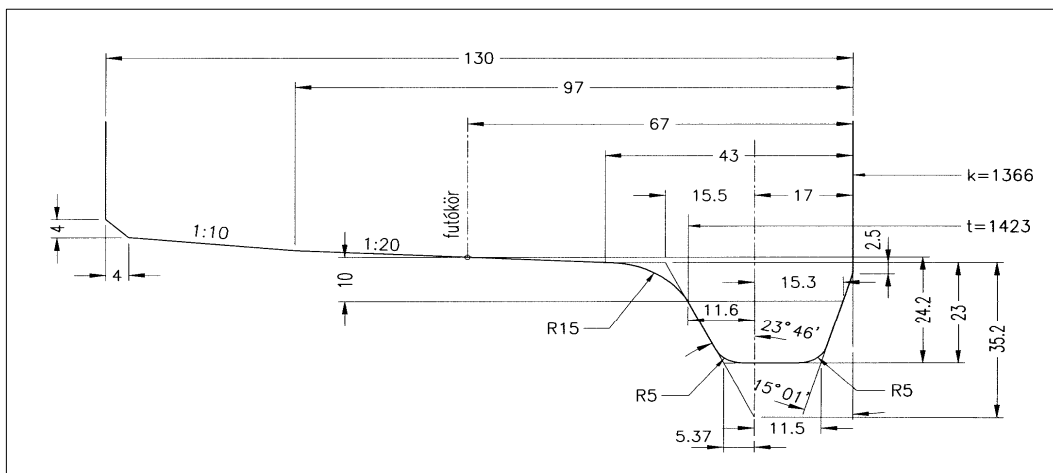
### 14.1.3.A városi vasutak megjelenési formái

### 14.1.4. Közúti vasutak

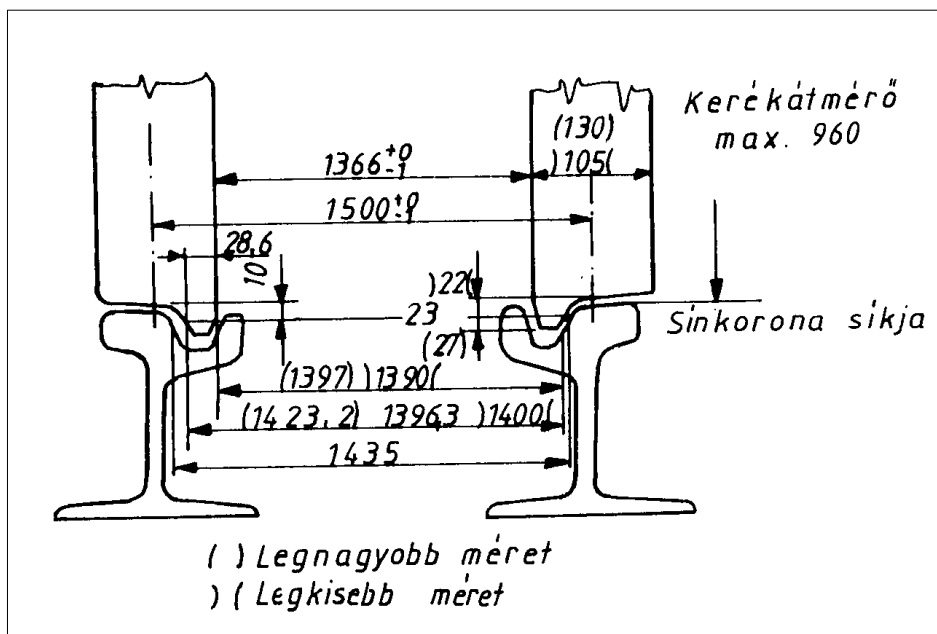
A közúti vasutak típusai:

- Hagyományos közúti vasutak
- Modernizált közúti vasutak
- Modern közúti vasutak

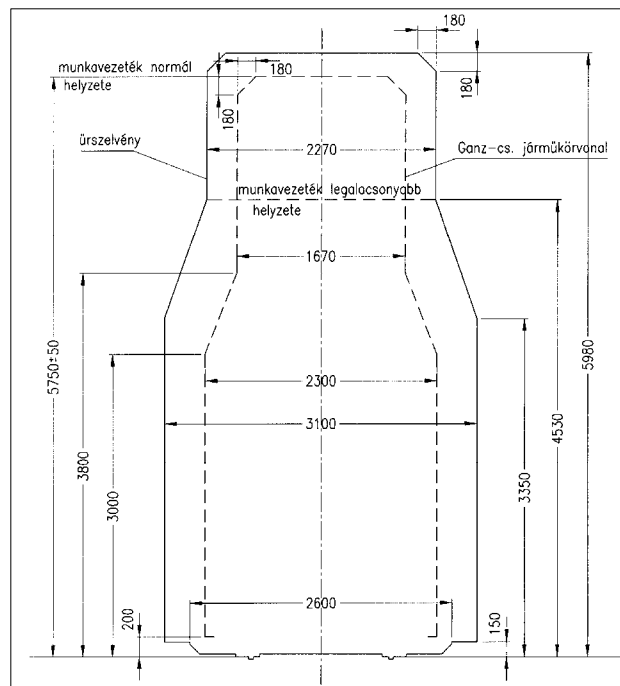
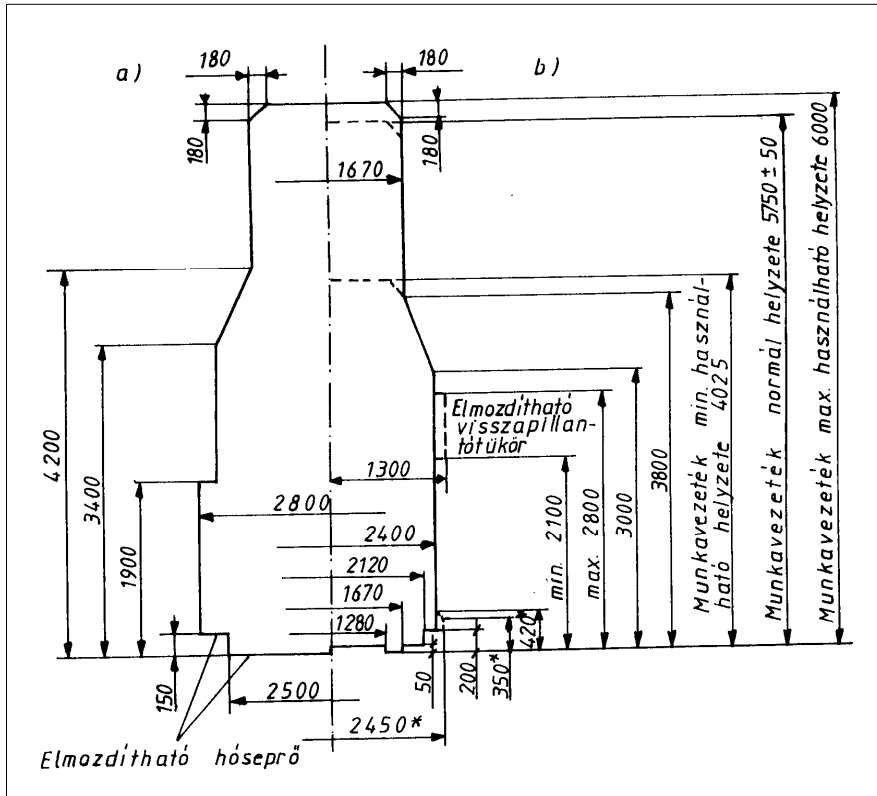
Legfontosabb műszaki jellemzők



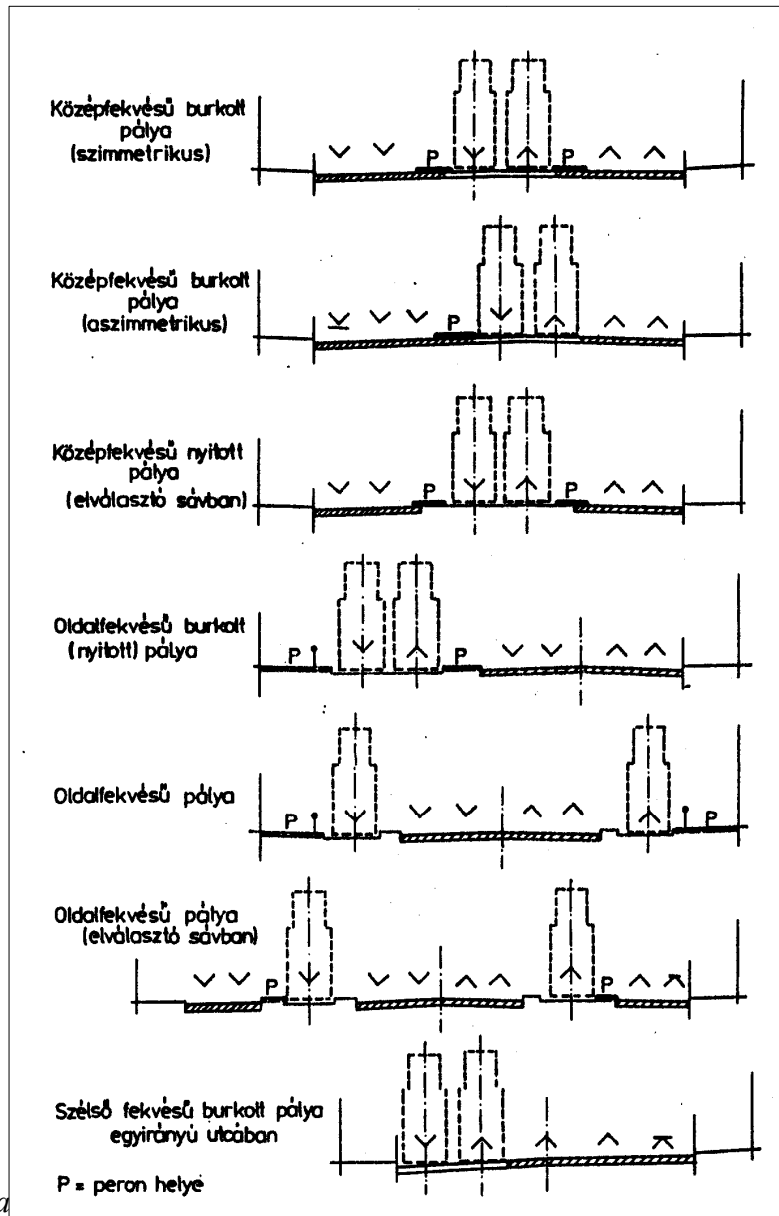
Közúti vasúti kerékabroncs profil



Közúti vasúti kerékpár



Űrszelvény kizárólag 2300 mm szélességű járművek által járt pályaszakaszokra



A közúti villa

tmetszetében

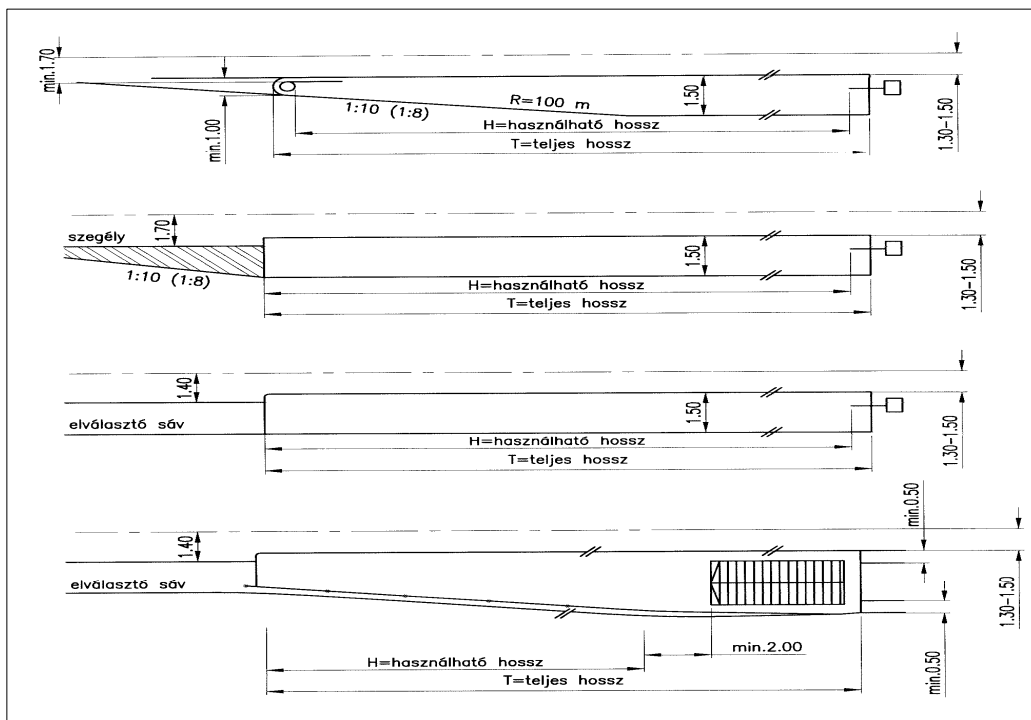
Alkalmazható legkisebb körívsugár:

- kivételes esetben 20 m,
- elkülönített pályán nyíltvonalon 250 m,
- közúti csomópontban 60 m

A közúti vasutak nyíltvonalai fejlesztési sebességei:

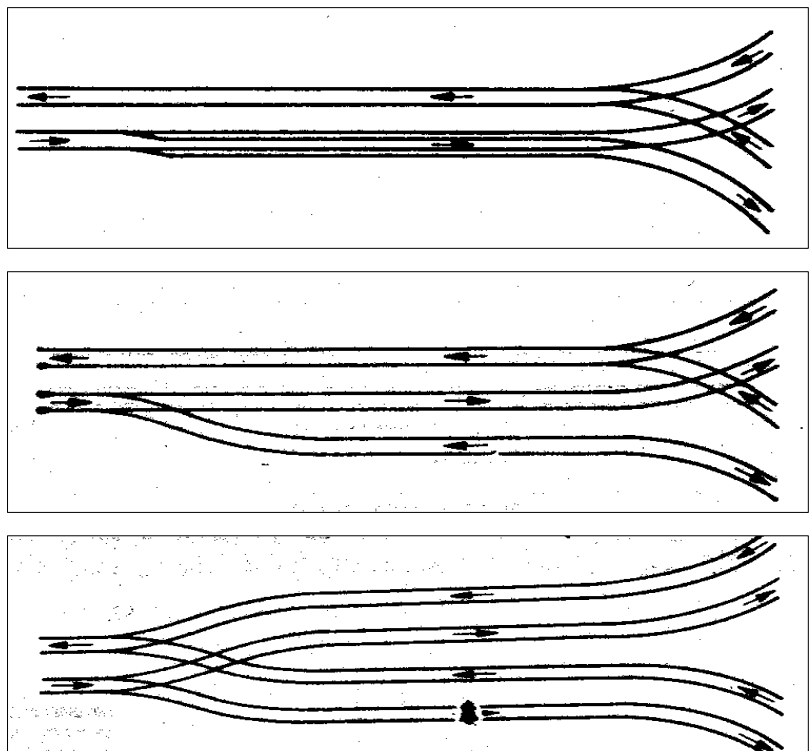
- végállomási vágányokon 20 km/h,

- burkolt pályaszerkezet esetében 50 km/h,
- nyitott pályaszerkezet esetében 60 km/h,
- elkülönített pályatest esetén 70 km/h,



*Közúti villamosvasúti megállósínek kialakítása egyenesben*

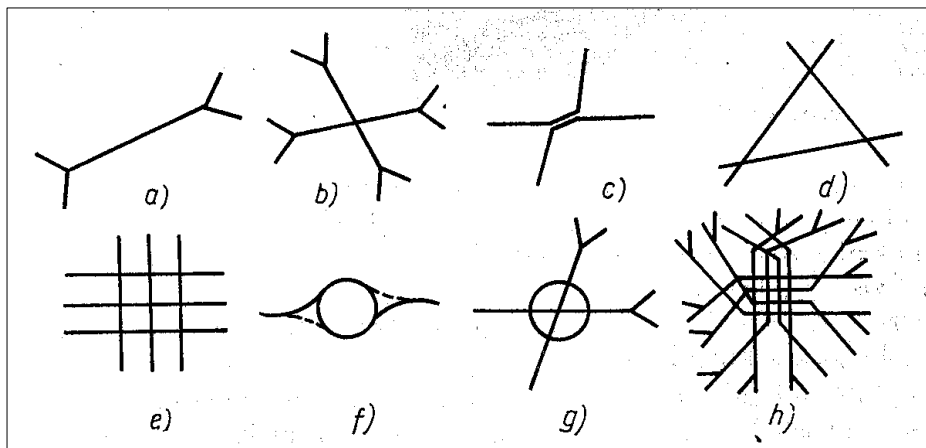
**Osztályozás lehetőségei vonalelágazás esetén**



*Osztályozások*

**14.1.5. Közúti gyorsvasutak**

**14.1.6. Földalatti vasutak**

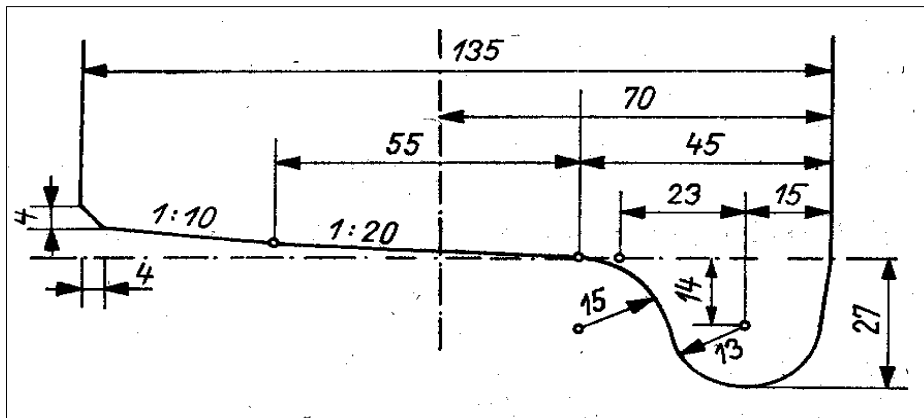


*A földalatti gyorsvasúti hálózatok alaptípusai*

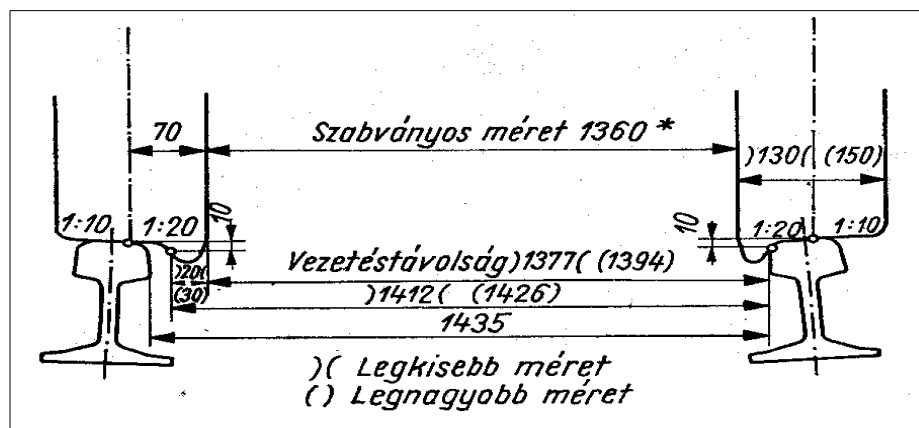


- a. Egy átlós vonal (esetleges elágazások)
- b. Két átlós vonal keresztezése
- c. Két átlós vonal érintkezése
- d. Három átlós vonal háromszög alakban
- e. Rácsszerű hálózat
- f. Körforgalom leágazásokkal
- g. Átlós vonalak körforgalommal
- h. Átlós vonalak rácsszerű hálózatban

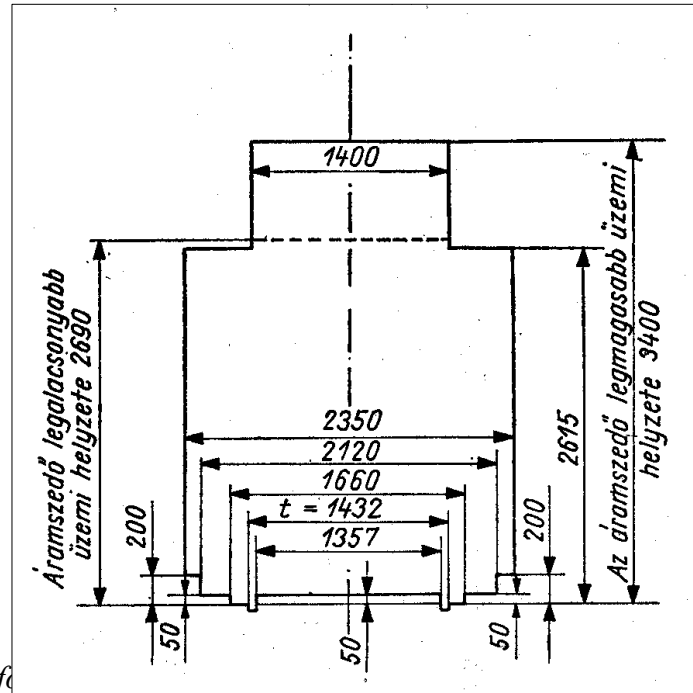
**Kerékabroncs-, kerékpár méretek**



*Az M2-, és az M3-as földalatti gyorsvasúti vonalakon érvényes kerékméret*

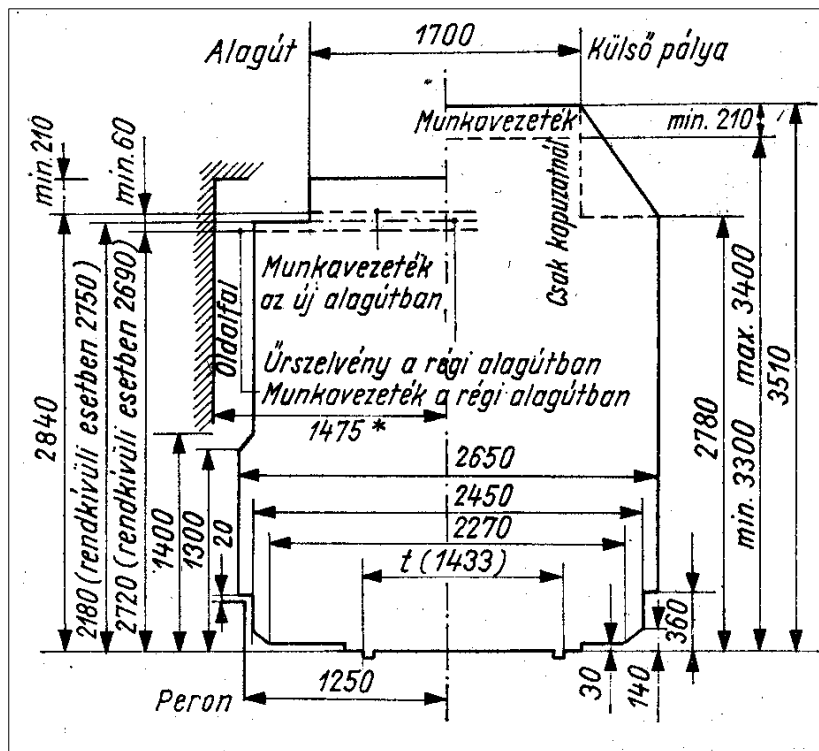


*Az M2-, és az M3-as földalatti gyorsvasúti vonalakon érvényes járműkerékpár méretek*

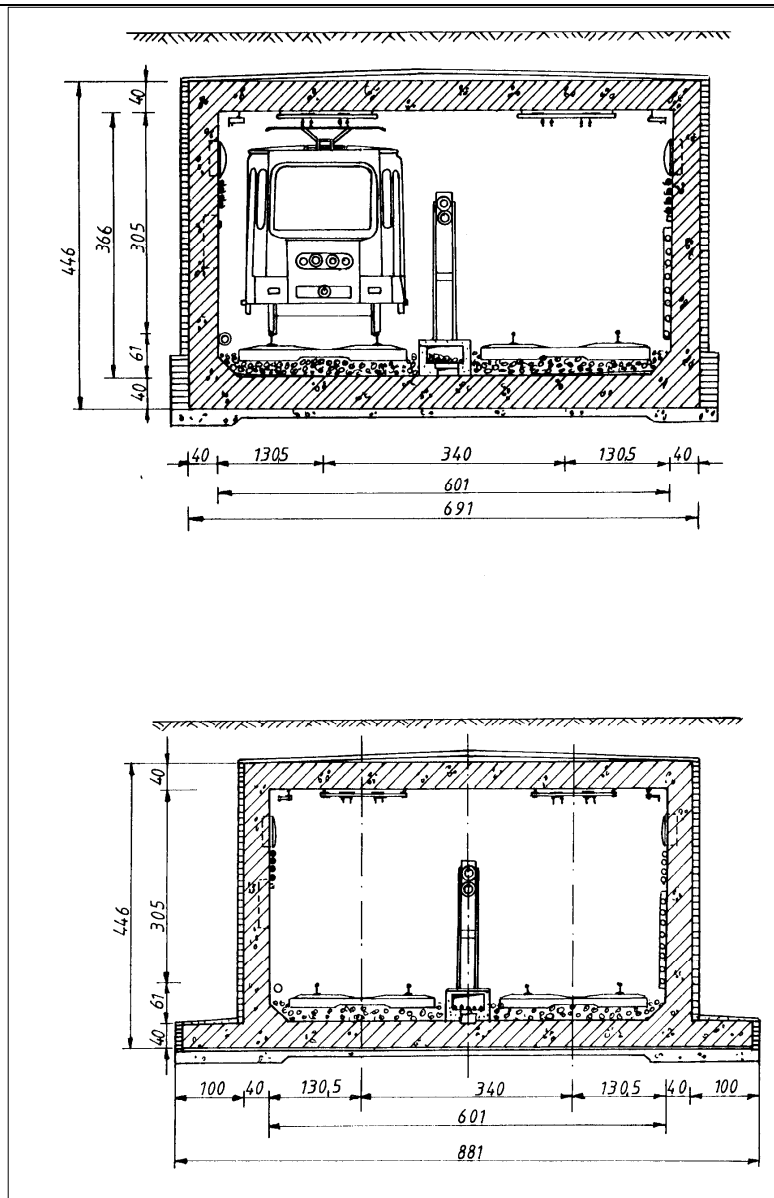


Az M1-es földalatti

űrszelvény

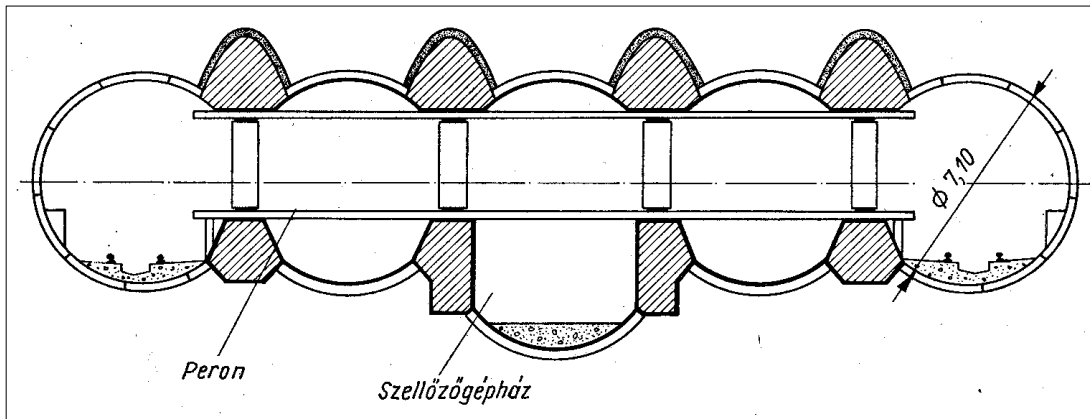
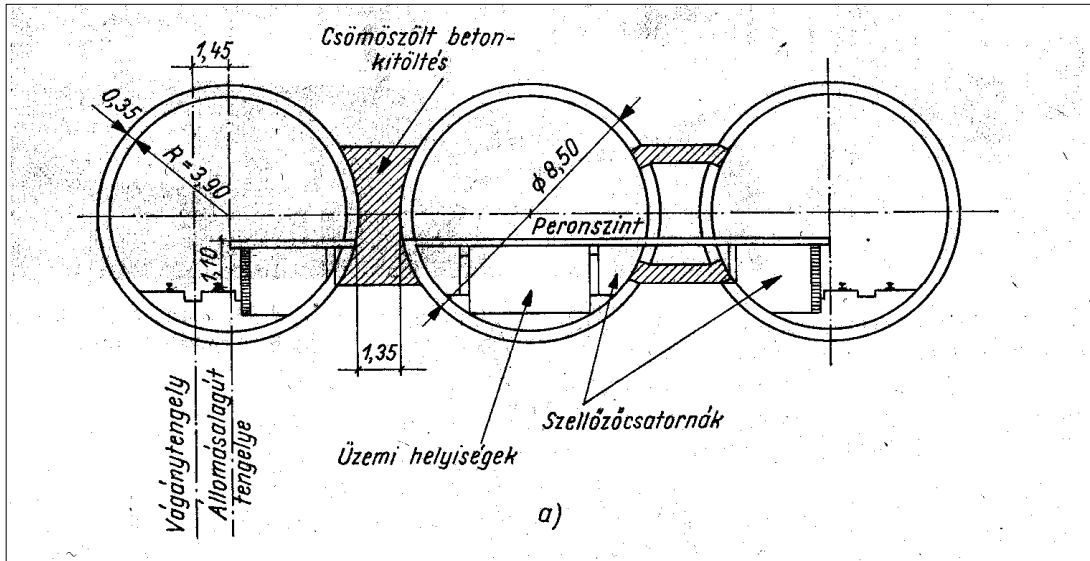


Az M1-es földalatti gyorsvasúti vonalon érvényes pályáűrszelvénye



*A millenniumi földalatti gyorsvasút (M1) mintakeresztmetszévénye a Hősök tere – Mexikói út megállóhelyek között*

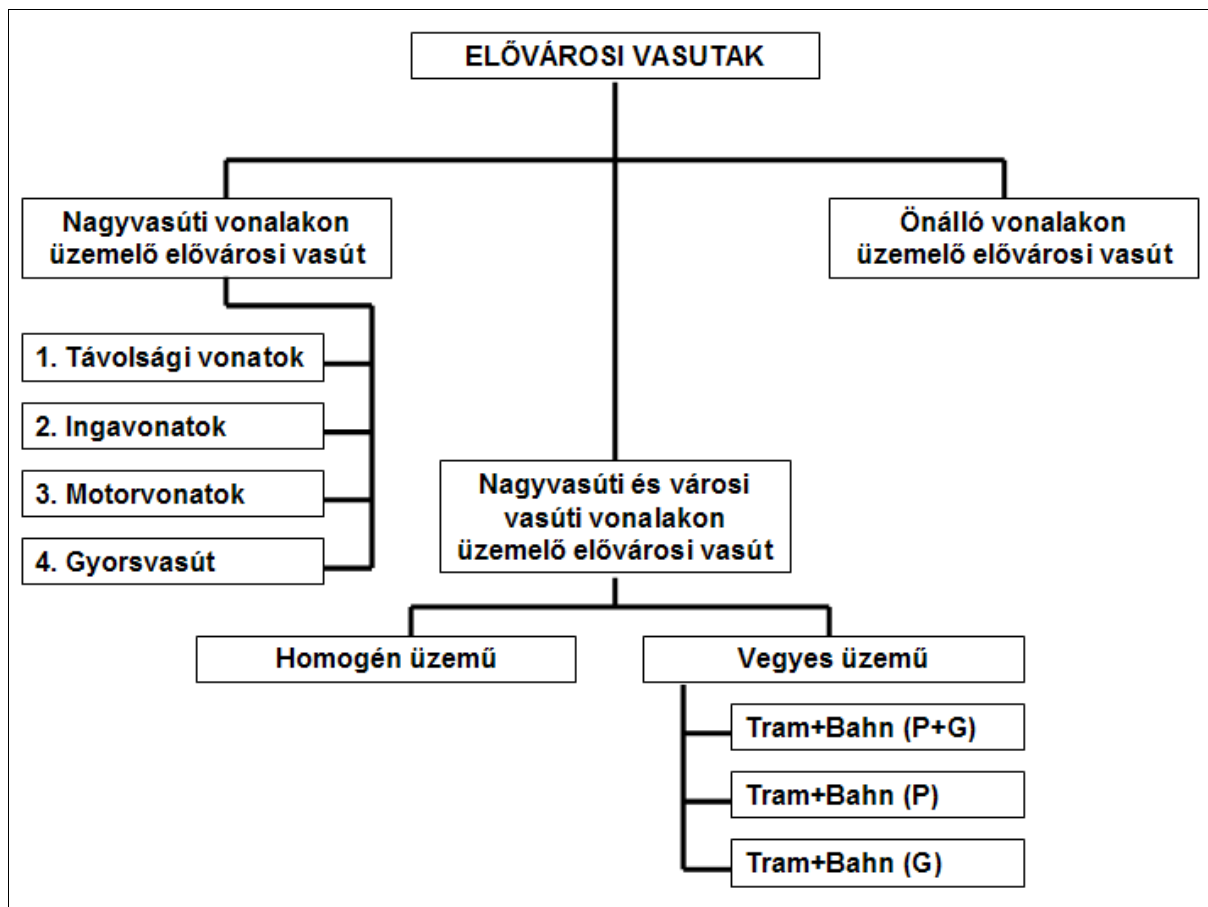
**Jellemző állomás-keresztmetszetek az M2-, M3-as földalatti gyorsvasúti vonalakon**



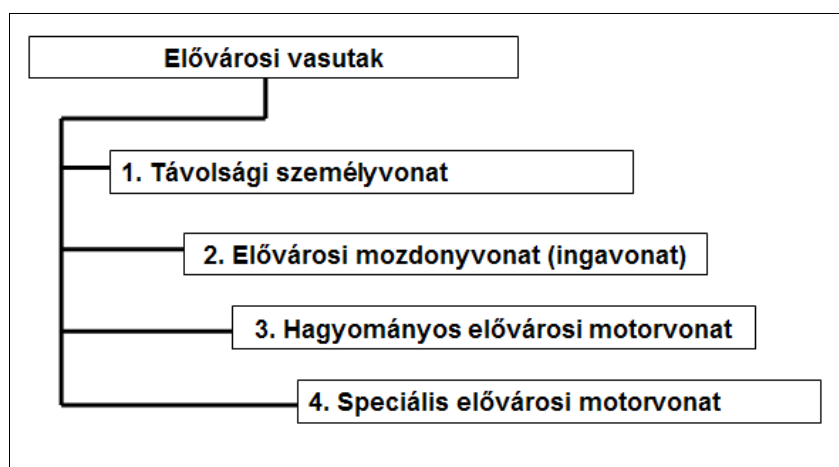
Öttagutas állomás

### 14.1.7. Elővárosi vasutak

Elővárosi vasutak megjelenési formái:



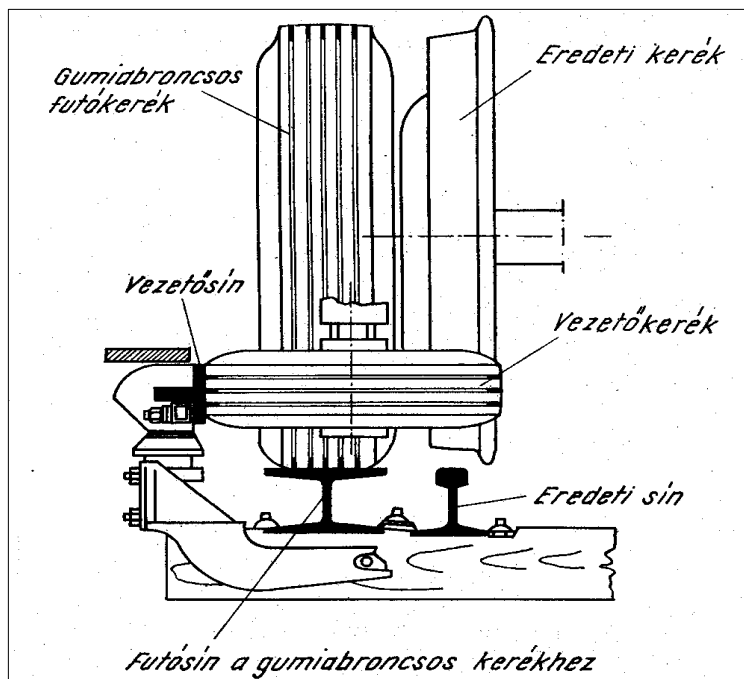
A nagyvasúttal közös pályán közlekedő elővárosi vasutak típusai:



### 14.1.8. Hegyi vasutak

### 14.1.9. Különleges meghajtású vasutak

#### Gumikerekű, egysínű közúti vasút



*Gumiabroncsos gyorsvasúti járművek különleges felépítménye Párizsban*