

## **3. ELŐADÁS:**

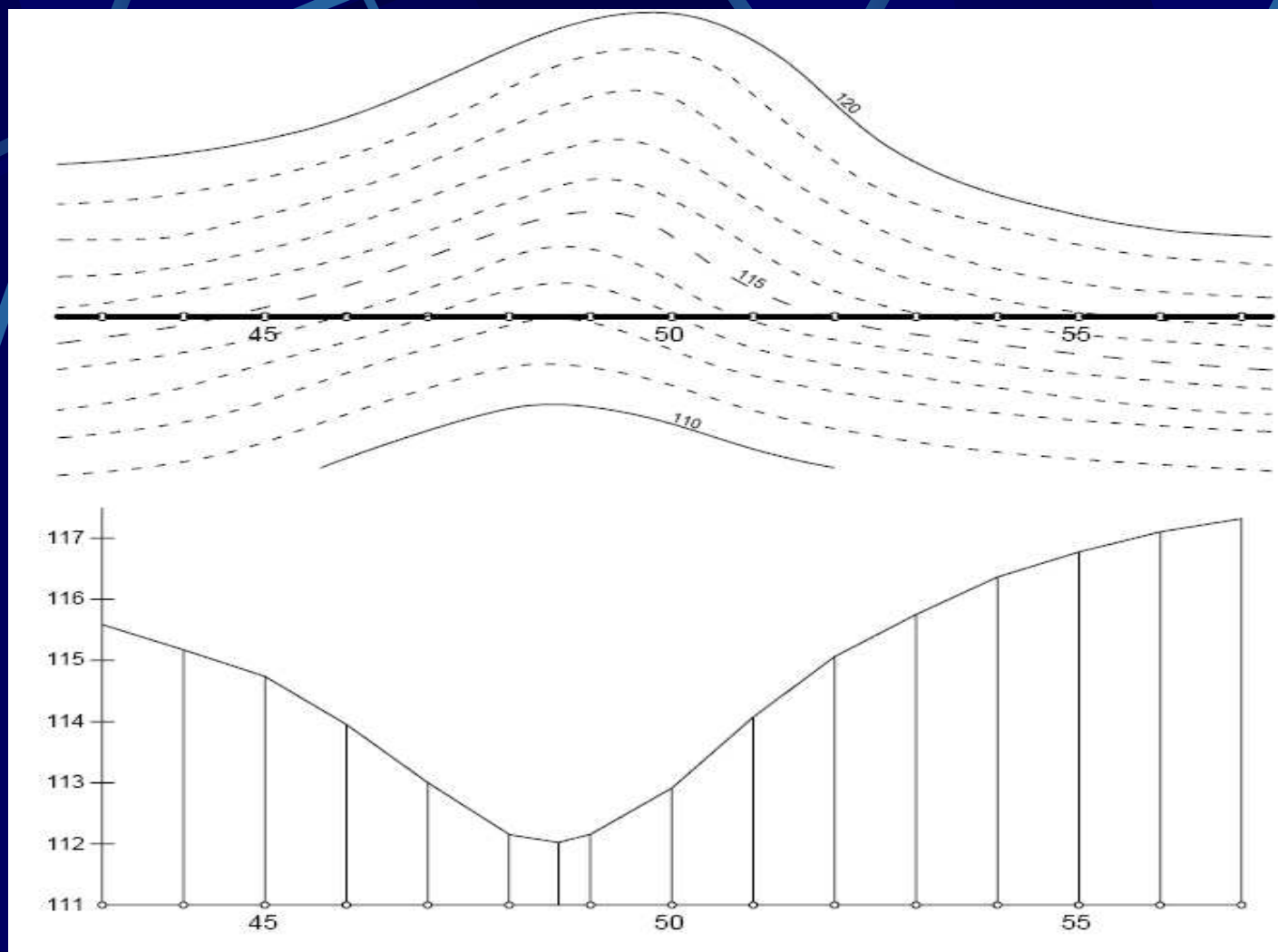
# **A FÜGGŐLEGES ÉS VÍZSZINTES VONALVEZETÉS ELEMEI, ÖSSZEHANGOLÁSUK, KERESZTMETSZETI KIALAKÍTÁS**

**Dr. Lindenbach Ágnes**  
**egyetemi tanár**  
**PTE MIK**

# A vonalvezetés elemei

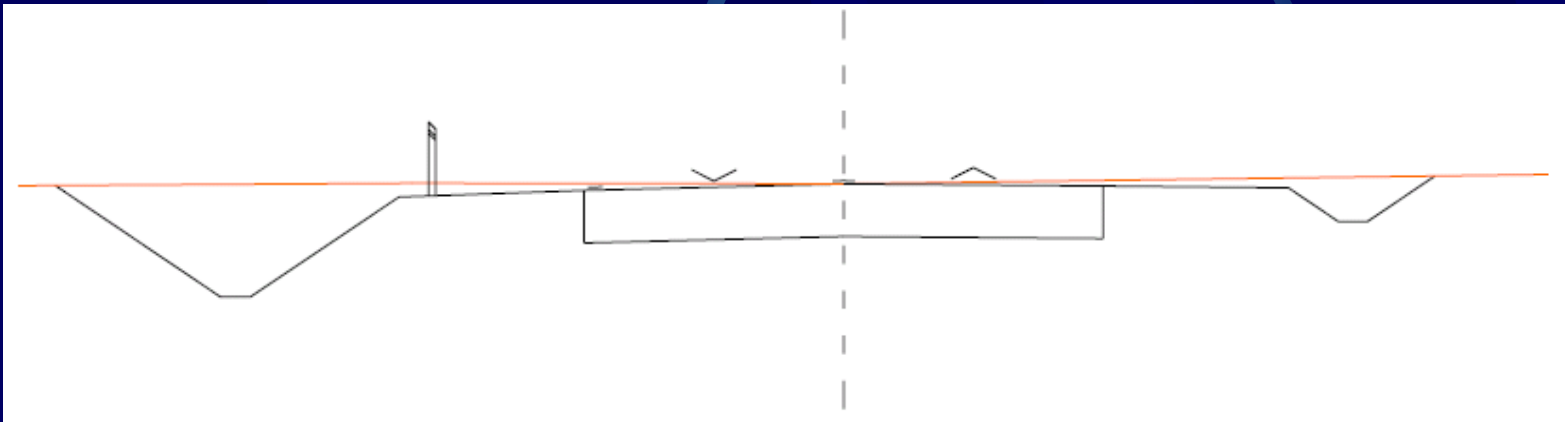
- ❖ **Vonalvezetés során az út térbeli helyzetét tervezzük meg, a vonalvezetést a 2 síkvetület határozza meg (vízszintes / magassági vonalvezetés).**
- ❖ **Az út vonalvezetése legyen:**
  - **dinamikai szempontból biztonságos (tervezési sebesség!!),**
  - **a vonal térbeli hatását tekintve esztétikai / optikai szempontból (térbeillesztés, beláthatóság) kedvező,**
  - **gazdaságos: építési és közlekedési szempont összehangolása.**
  - ***Tervezési sebesség:* út tervezési osztálya és a környezeti körülmények határozzák meg, kis forgalom mellett mindenhol, nedves burkolaton is kifejthető.**
- ❖ **Összetevői:**
  - ***vízszintes vonalvezetés* (egyenes, körív, átmeneti ív (klotoid)), ábrázolása *helyszínrajzon*,**
  - ***magassági vonalvezetés* (emelkedő, esés/lejtő, homorú és domború lekerekítés), ábrázolása *hossz-szelvényben*.**

# Helyszínrajz és hossz-szelvény

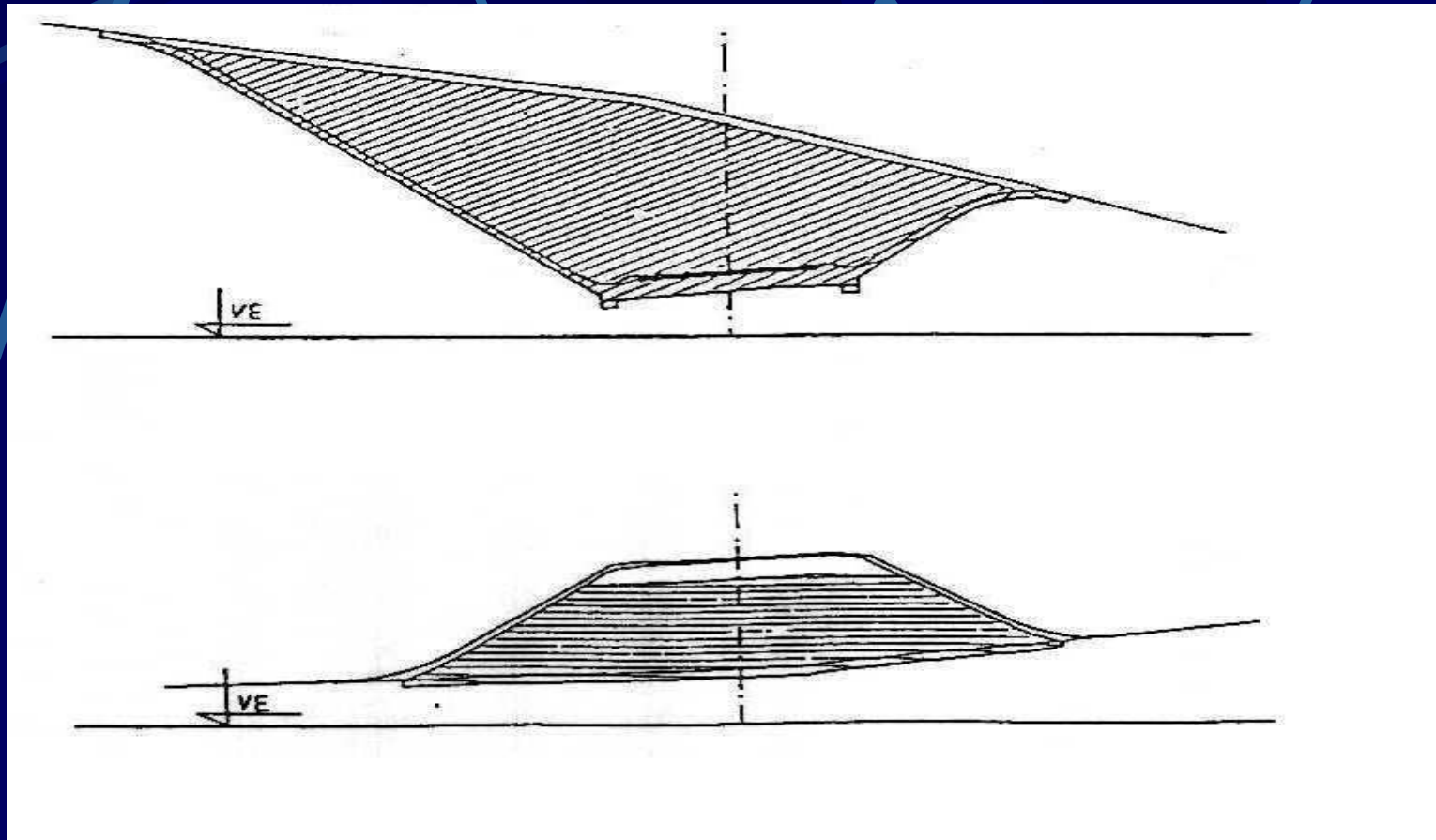


# Keresztszelvény

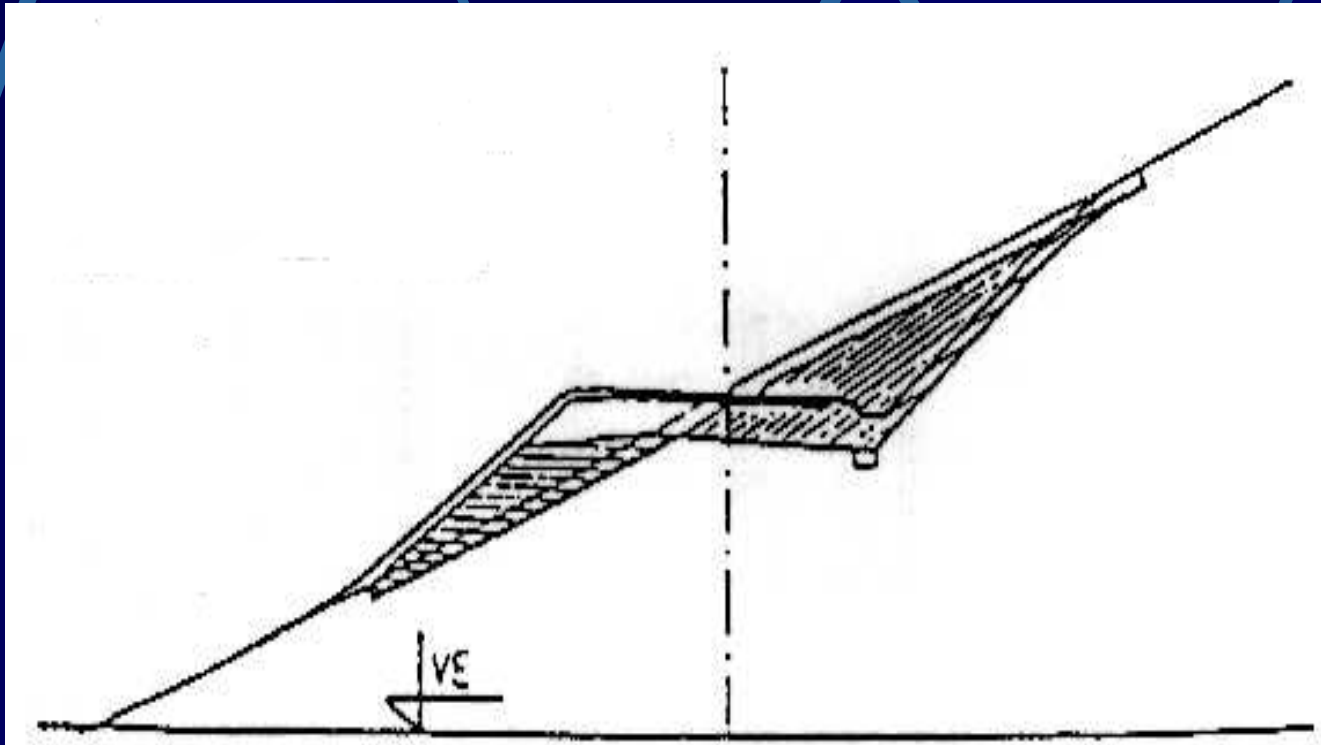
- ❖ **Az útnak a hossztengetyre merőleges síkmetszete, ez alapján tervezzük a burkolatszélék vonalvezetését.**
  - töltés,
  - bevágás,
  - vegyes szelvény.



# Keresztszelvények: bevágás és töltés



# Keresztszelvény – vegyes szelvény



# Vízszintes vonalvezetés - egyenesek

## ❖ *Egyenesek:*

- jól belátható elem, itt lehetséges az előzés,
- ide tervezik a kereszteződések,
- sík területen kedvező, dombvidéken tájidegen, esztétikailag merev elem,
- biztonsági szempontból hátrányos (fáradás, fényszóró éjszakai vakítása), hátrányai a hosszukkal nőnek,
- minimális hossz:  $6 v_t$  (előzési látótávolság!),
- maximális hossz:  $20 v_t$ .

# Vízszintes vonalvezetés - körívek

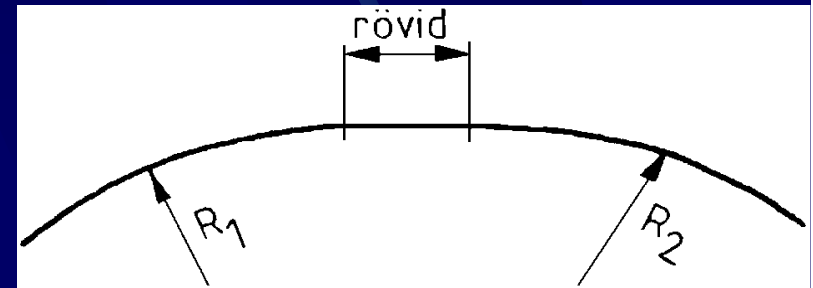
## ❖ *Körívek:*

- legkisebb alkalmazható ívsugár :

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127 \cdot \left( f_2 + \frac{q}{100} \right)} \quad [\text{m}]$$

(ívben haladó járműre ható erők!)

- minimális értéknél nagyobbak alkalmazására törekszünk,
- egymást követő ívek sugara ne legyen nagyon eltérő:  $R_1/R_2 \leq 1/3$ ,
- azonos irányú ívek közötti rövid egyenesek kerülendők (min. 500 m).





# $R_{\min}$ és $L_{\max}$ a $v_t$ függvényében

Tervezési sebesség, $v_t$ (km/h)	$R_{\min}$ (m)	Egyenes hossza $L_{\max}$ (m)
130	900	2600
100	500	2000
80	300	1600
70	200	1400
60	150	1200
50	100	1000
40	60	800
30	30	600

A legkisebb vízszintes körívsugár és a leghosszabb egyenes értékei a tervezési sebesség függvényében

# Vízszintes vonalvezetés - átmeneti ívek

## ❖ *Átmeneti ívek hossza megválasztásának szempontjai:*

- *dinamikai okok* miatt legrövidebb hossz ( $k=0,4 \text{ m/s}^3$  érték figyelembe vételével):

$$L_{\min} \geq \frac{v^3}{23,3 \cdot R}$$

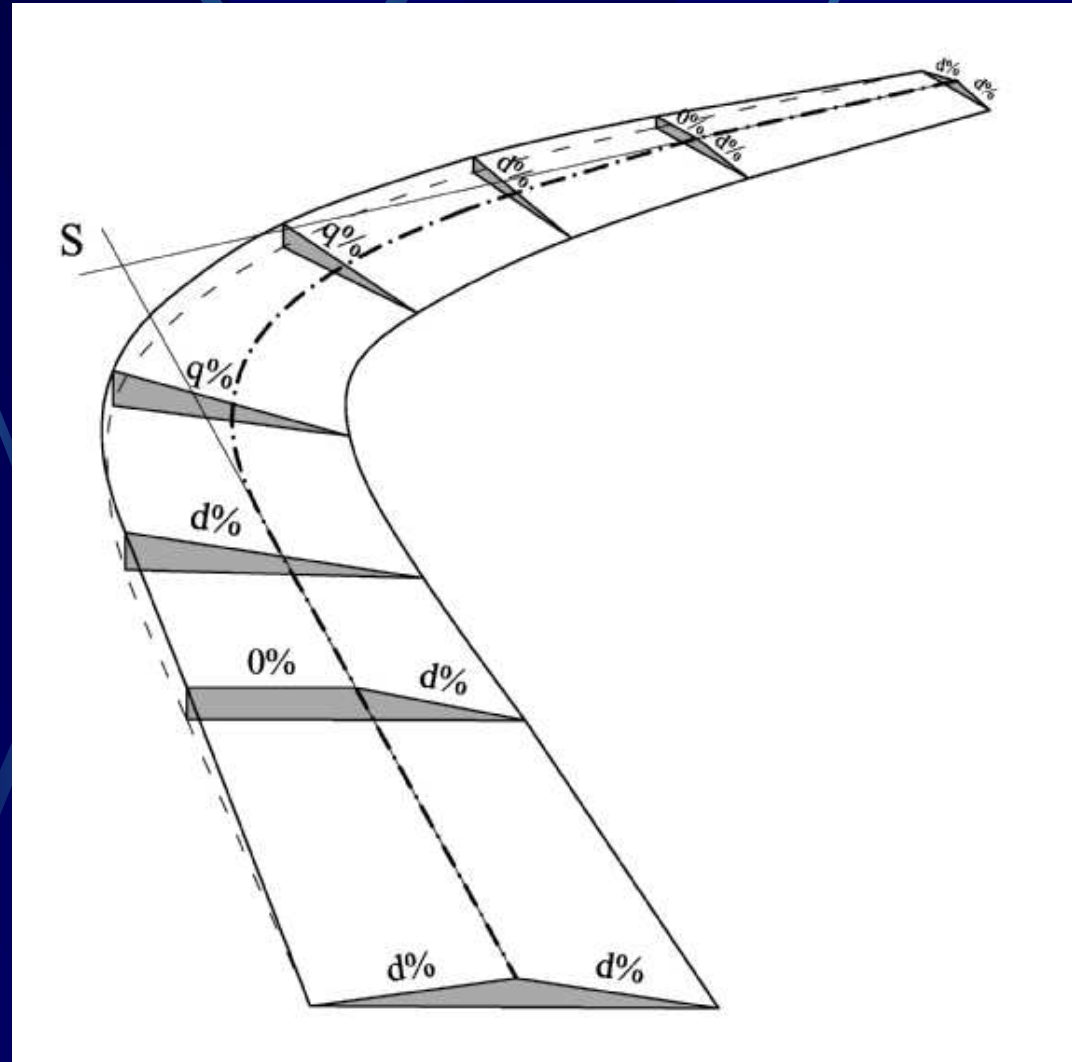
- *a túlemelés-kifuttatás* az átmeneti ívben elhelyezhető legyen (lásd ábra),
- *az észrevehetőségi határ* a következő összefüggés szerinti alsó (hossz) határérték:  $R \geq L \geq 0,1 \cdot R$  [m]; az ehhez tartozó  $p$  klotoid paraméter pedig:

$$p = \sqrt{R \cdot L} = \sqrt{R \cdot 0,1 \cdot R} = 0,3 R \text{ [m]}$$

- *esztétikai szempontból* arra törekszünk, hogy az átmeneti ív és a körív hossza közel azonos legyen (lásd ábra).

# Túlemelés-átmenet

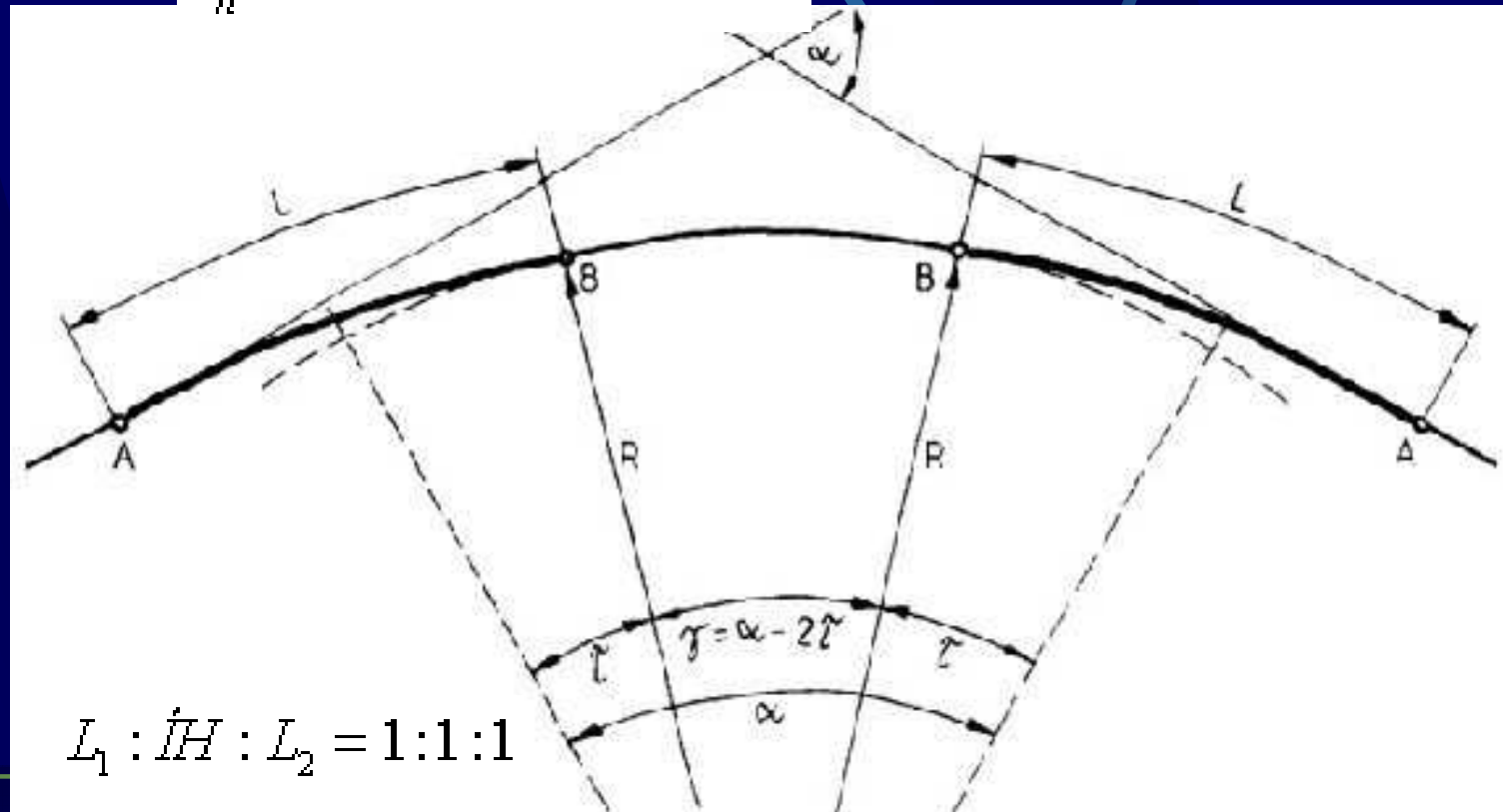
- ❖ A túlemelés-átmenet az egyenes szakasz oldalesése és az ív túlemelt oldalesése közötti geometriát jelenti.
- ❖ Az átmeneti ív olyan hosszú legyen, hogy a túlemelés-átmenetet el lehessen helyezni benne.



# Az átmeneti ív és a körív hosszának esztétikus aránya

Esztétikai szempontból cél, hogy az átmeneti ív és a körív hossza közel azonos legyen.

Ih [m] ívhossz:  $I_h = R \cdot \text{arc}\alpha \geq 500 \text{ m}$



# A (klotoid) átmeneti ív

- ❖ A vonatkozó előírások szerint az alkalmazható legkisebb paraméter ( $p_{\min}$  [m]) a  $v_t$  [km/h] tervezési sebesség függvényében például:

Tervezési elemek		Tervezési sebesség, $v_t$ , km/h									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	130
Helyszín-rajz	Legkisebb átmenetiív-paraméter, $P_{\min}$ , m	21	32	48	64	85	130	165	180	220	300

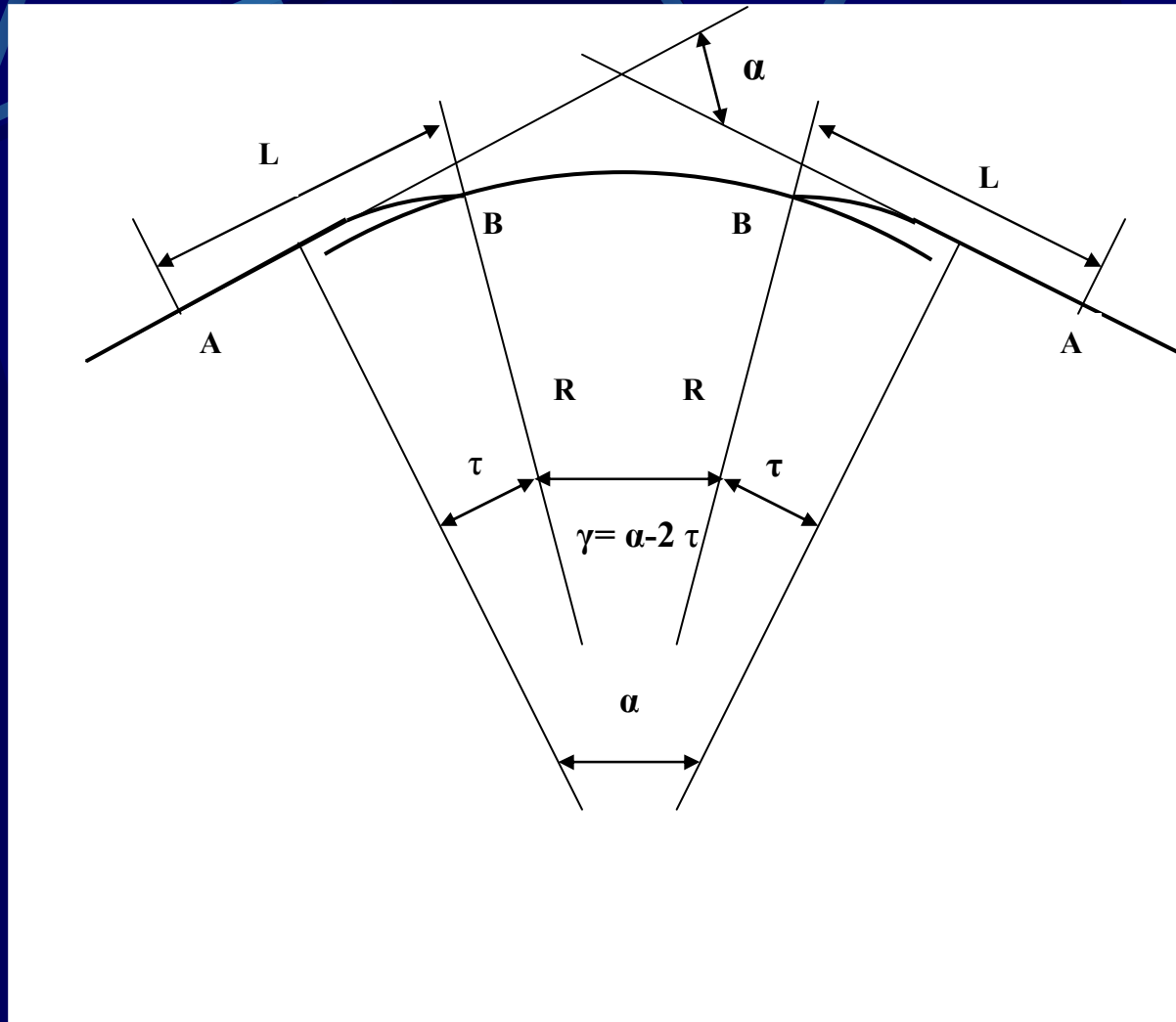
- ❖ Nem kell átmeneti ívet alkalmazni például, ha

$v_t$ [km/h] és	$R$ [m] $\geq$
100	3000
80	1500
60	1000

# Vízszintes vonalvezetés – átmeneti ívek

- ❖ *Az átmeneti íves körív: két egyenes között használjuk.*
- ❖ Szimmetrikus, ha a két oldalról hozzá csatlakozó átmeneti ívek paramétere azonos.
- ❖ Ilyenek alkalmazása utazáskényelmi és tervezési szempontból is előnyös.
- ❖ Ha az egyenesek közötti törésszög túl kicsi, akkor a tiszta körív hossz nem fér be. Ilyenkor az összetett ív *csak klotoidból (átmenetívekből) áll.*  
 $\gamma = 0^\circ$ , vagyis  $\alpha = 2\pi$   
(Az ilyen, csak átmeneti ívekből álló ívek alkalmazása kerülendő!)

# Vízszintes vonalvezetés – szimmetrikus átmeneti íves körív



# Vízszintes vonalvezetés – összetett ívek

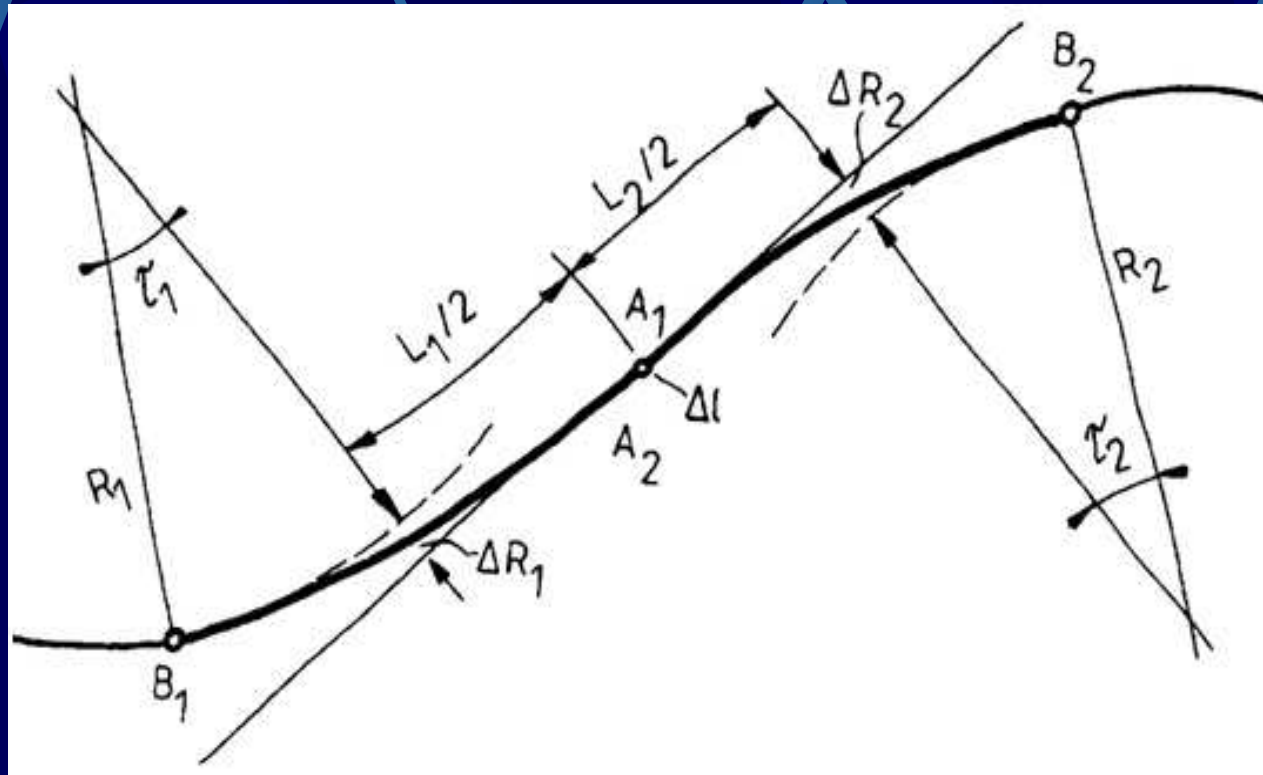
- ❖ **Összetett ívek:** egymáshoz csatlakozó körívek:
  - *azonos irányú ívek között mindig legyen egyenes,*
  - *inflexiósan csatlakozó ellenívek esetében  $\Delta l$  „rész” megengedett:*

$$\Delta l \leq 0.03 \cdot (p_1 + p_2) \text{ [m]}$$

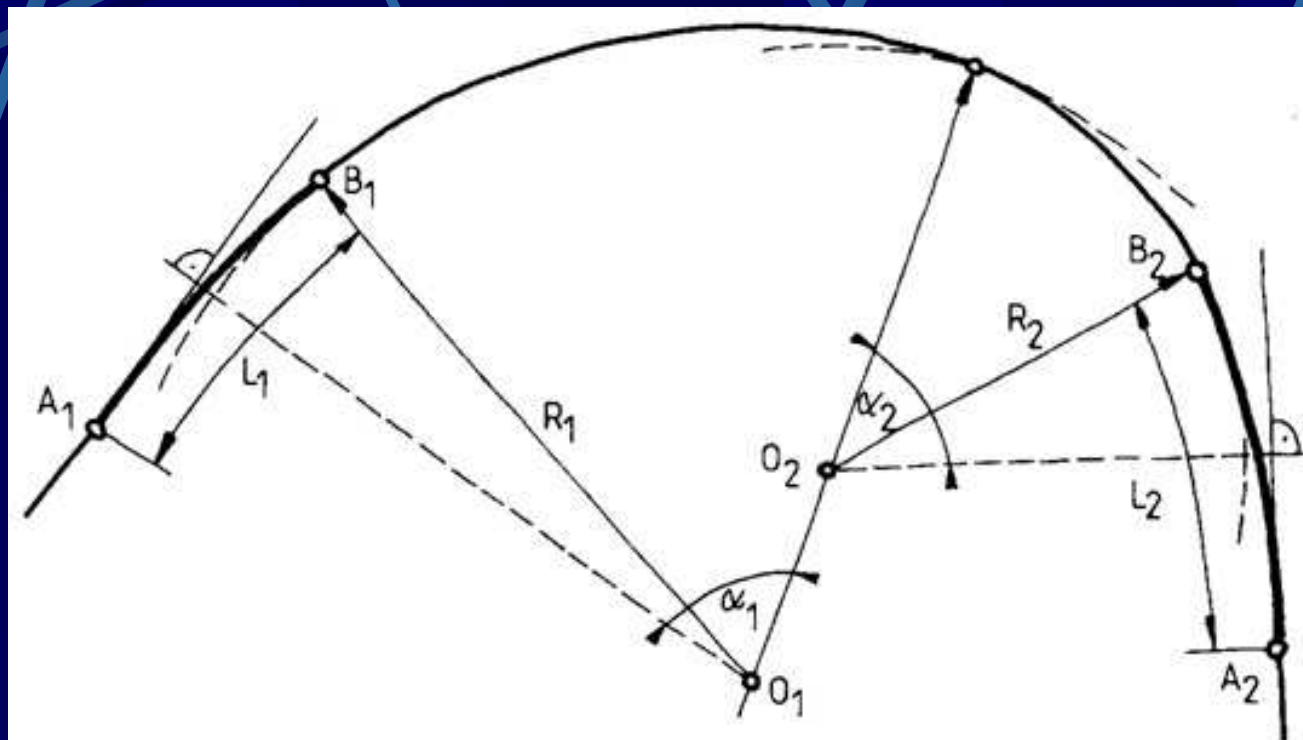
**de a két egymáshoz csatlakozó átmeneti ív paraméterének eltérése  $(p_1 : p_2) < 2$  legyen.**



# Vízszintes vonalvezetés - inflexiósan csatlakozó ellenívek



# Vízszintes vonalvezetés - kosárív



# Vízszintes vonalvezetés – kosárív

- ❖ ***Kosárív***: ha azonos irányú ívek közvetlenül (egyenes és átmeneti ív nélkül) csatlakoznak egymáshoz.
- ❖ **Körívek csatlakozásánál a görbület ugrásszerűen változik: *balesetveszély!!***
- ❖ **Kerülendő, de esetleges alkalmazásának feltétele:**
  - **kisebbik sugár  $R_2 \geq 2500\text{m}$ ,**
  - **$R_1/R_2 \leq 2$  legyen.**

# Magassági vonalvezetés 1.

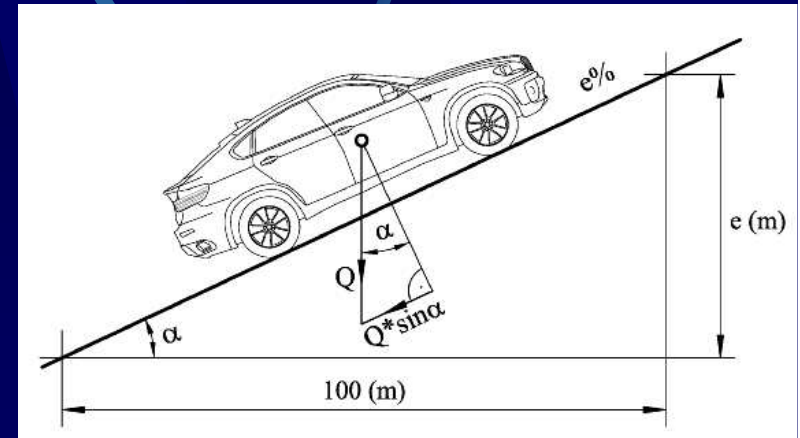
A magassági vonalvezetést a *hossz-szelvényben* ábrázoljuk, *egyenesek és lekerekítések* alkotják.

**Emelkedő** (beleértjük a *lejtőket* is):

az emelkedők vagy lejtők a magassági vonalvezetés meghatározó szakaszai.

Az emelkedők esését az emelkedő hajlásszögének tangensével adjuk meg, százalékos formában ( $e\%$ ).

**Lekerekítés:** a magassági vonalvezetésben az íveket az egyenesek közötti törések lekerekítésére használjuk.



# Magassági vonalvezetés 2.

- ❖ **A magassági vonalvezetés tervezésénél figyelembe veendő szempontok:**
  - biztonsági,
  - esztétikai,
  - menetdinamikai,
  - közlekedési költségek optimalizálása.
- ❖ **Arra törekszünk, hogy minél kevesebb törésből álló, minél kisebb emelkedésű szakaszokat tartalmazó vonalvezetést tervezzünk.**

# Emelkedők, lejtők 1.

- ❖ A vonatkozó előírások szerint a megengedett  $e_{max}$  [%] legnagyobb emelkedők a  $v_t$  [km/h] tervezési sebesség függvényében a következők:

Tervezési elemek			Tervezési sebesség, $v_t$ , km/h								
			30	40	50	60	70	80	90	100	110
Hossz-szelvény	Legnagyobb hosszesés, $e_{max}$ , %	Külterület	11	10	9	8	7	6	5,5	5	4
		Belterület	15	14	12	10	8	7	6	5,5	5

**Az  $e_{max}$  [%] csak kivételesen alkalmazható, enyhébb emelkedők alkalmazására kell törekedni.**

- ❖ **Ábrázolása hossz-szelvényben: egyenesek alkotják.**

## Emelkedők, lejtők 2.

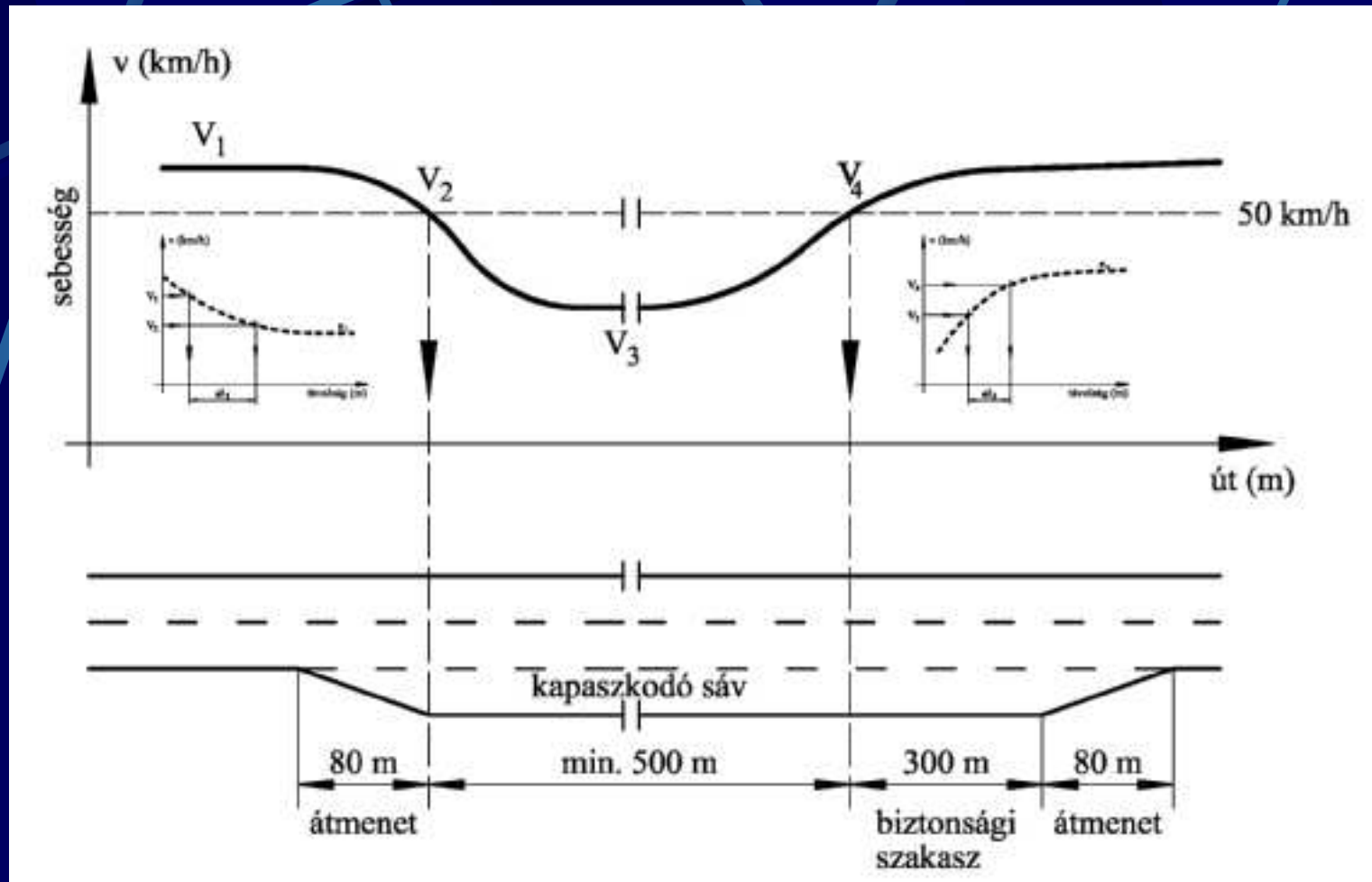
- ❖ **Biztonsági és esztétikai szempontok mellett a menetdinamika és az építési költségek szerepelnek.**
- ❖ **Hegyvidéki terepen, ívekben, ha a vízszintes ív sugara  $R < 100$  m, akkor  $e_{\max}$  [%]-ot 30 %-kal csökkenteni kell. (A kissugarú ívekben lassabban lehet haladni, ezért a jármű nem tud lendületből felmenni az emelkedőn.)**
- ❖ **A legkisebb emelkedés  $e_{\min}$  [%] 0,3 %-nál nagyobb kell, hogy legyen vízvezetési okok miatt.**

# Emelkedők, lejtők 3.

- ❖ **3 %-nál meredekebb emelkedők esetén a kapaszkodósáv szükségességét meg kell vizsgálni.**
- ❖ **Létesítésének feltétele:**
  - **menetdinamikai szempontból**
    - **az érkezési sebesség 70 km/h,**
    - **az emelkedő hossza min. 300 m,**
    - **a kritikus sebesség (300 m hosszú emelkedőnél a jellemző nehéz tehergépjármű sebessége) 50 km/h alá csökken,**
  - **forgalmi szempontból a MOF  $\geq$  megfelelő forgalomnagyság.**
- ❖ **Kapaszkodósáv kialakítására példa (az előbb ismertetettől eltérő adatokkal) a köv. ábrán.**



# Kapaszkodósáv kialakítása



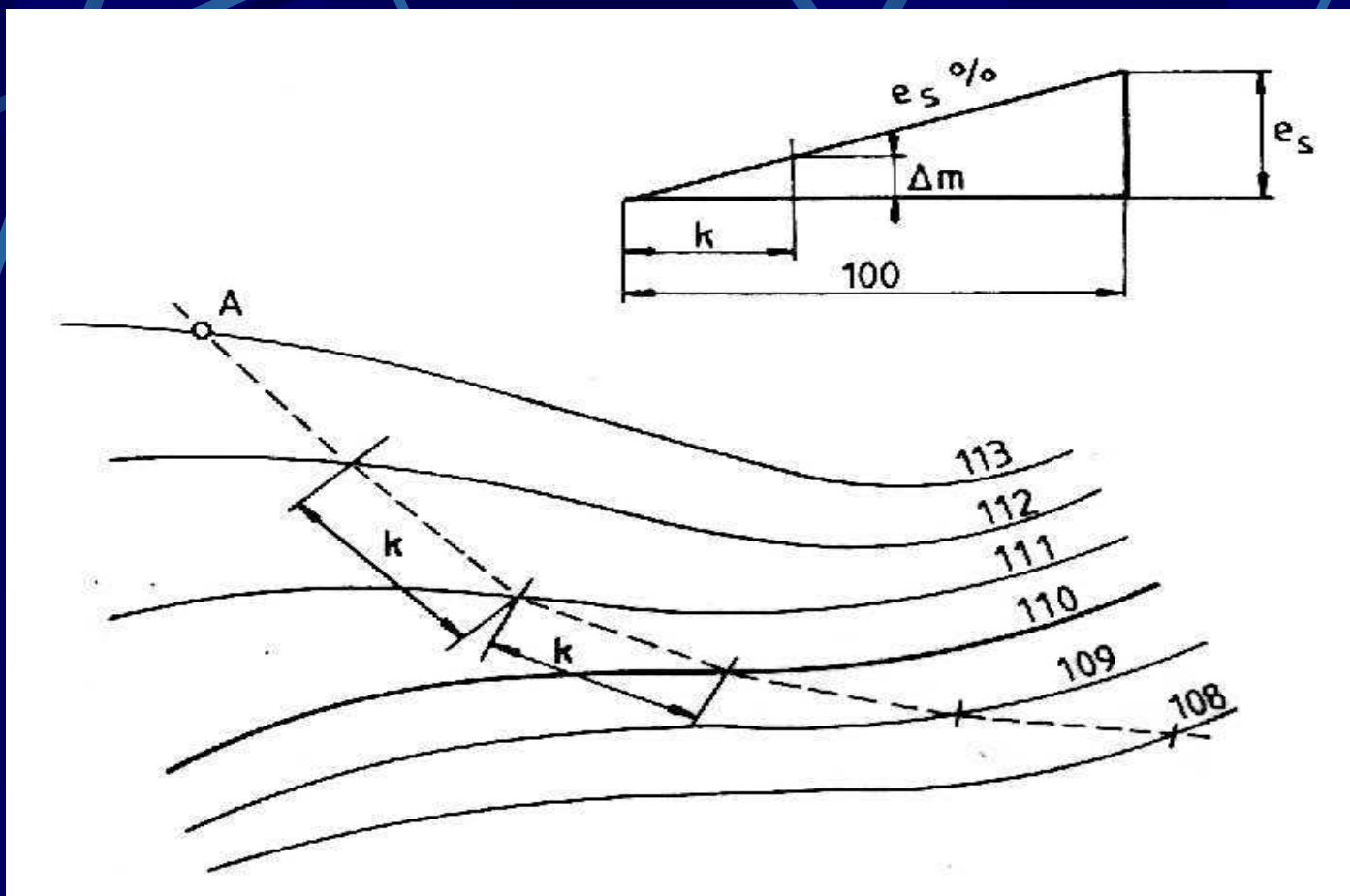
# Semleges vonal 1.

- ❖ *Semleges vonal a vonalas létesítmények nyomvonalának kijelölésének segédeszköze.*
- ❖ *Semleges vonal: állandó lejtésű, folyamatosan a terepen fekvő, képzeletbeli vonal.*
- ❖ *Emelkedése/esése mindig kisebb, mint a megengedett legnagyobb emelkedő:*

$$e_{smax} = 0,85 e_{max}$$

- ❖ *Semleges vonal esése:  $e_s = 100 \Delta M / \Delta H$ , ahol  $\Delta M$  a magasságkülönbség,  $\Delta H$  a becsült távolság, a kiinduló- és a végpont között.*

# Semleges vonal 2.



# Függőleges lekerekítések

- ❖ A magassági vonalvezetésben az íveket az egyenesek közötti törések lekerekítésére használjuk.
- ❖ A lekerekítés lehet *domború* vagy *homorú*.
- ❖ A *minimális sugarú lekerekítő ív* meghatározásánál a következő 3 szempontból kell kiindulni:
  - az előrelátás (minimum: megállási látótávolság),
  - az esztétika és
  - az utazáskényelem.

# Domború lekerekítés – előzési látótávolság

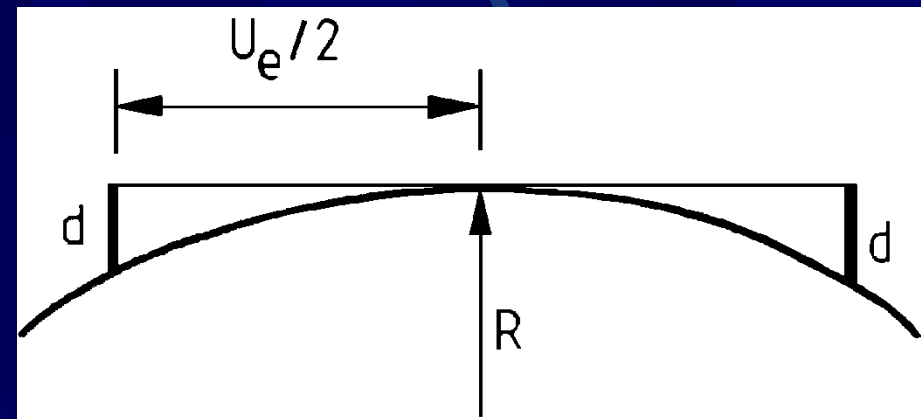
- ❖ A domború lekerekítés tervezésénél figyelembe veendő egyik előrelátási feltétel, hogy az  $U_e$  [m] *előzési látótávolságra* kell  $d$  [m] magasságot előrelátni, ahol

$$U_e = 6 \cdot v_t \text{ [m]}; \quad d \text{ (szemmagasság)} = 1,0 \text{ [m]}$$

$$d = \frac{(U_e / 2)^2}{2 \cdot R} \quad [y = x^2 / (2 \cdot R) \text{ „parabolaképletből”}]$$

**innen:**

$$R = \frac{9 \cdot v_t^2}{2 \cdot d} \text{ [m]}$$



# Domború lekerekítés – megállási látótávolság

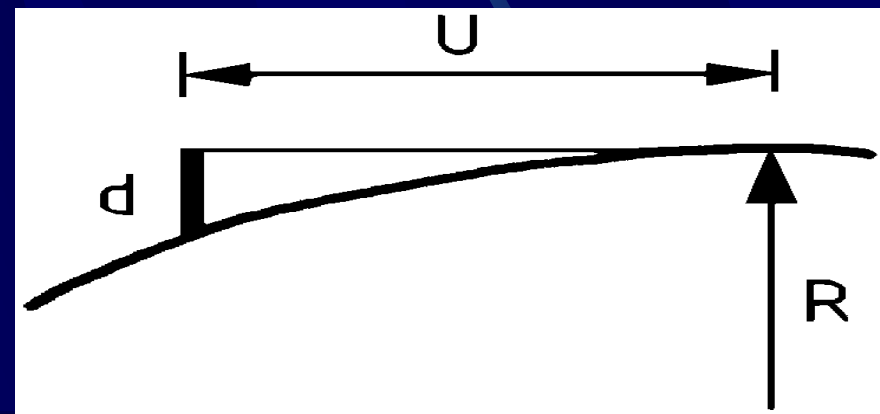
- ❖ A *domború lekerekítés* tervezésénél figyelembe veendő másik előrelátási feltétel, hogy az  $U$  [m] *megállási látótávolságra* kell  $d$  [m] magasságot előrelátni:

[ $y = x^2/(2 \cdot R)$  „parabolaképlet”-ből]

$$d = \frac{U^2}{2 \cdot R}$$

így

$$R = \frac{U^2}{2 \cdot d}$$



# Domború lekerekítés – esztétikai szempontok

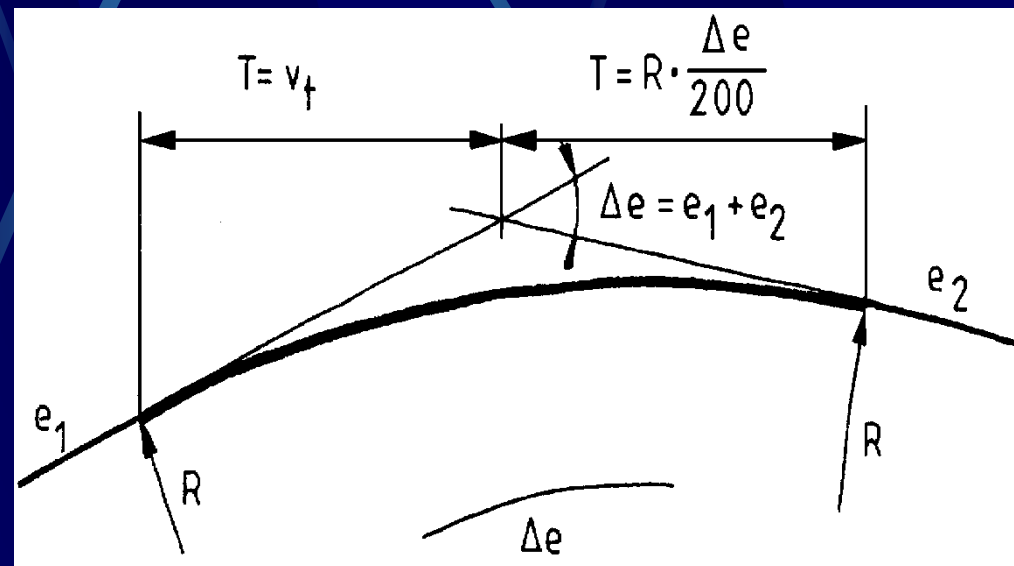
❖ Domború lekerekítés tervezésekor figyelembe veendő *esztétikai* feltétel, hogy a lekerekítőív  $T$  [m] tangens hossza egyenlő legyen a  $v_t$  [km/h] tervezési sebességgel (töredezettség!):

❖ Az ábrából:

$$T = v_t = R \cdot \frac{\Delta e}{200}$$

**innen**

$$R = \frac{200 \cdot v_t}{\Delta e}$$



# Domború lekerekítés – a legkisebb domború lekerekítő ívsugár ( $R_{min}$ )

- ❖ A lekerekítőívek lényegesen nagyobbak, mint a vízszintes ívek.

Tervezési elemek			Tervezési sebesség, $v_r$ , km/h									
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	130
Hosszszelvény	Legkisebb domború lekerekítő ívsugár, $R_{d min}$ , m	Megállási látótávolság alapján	160	350	700	1200	2100	3500	5500	8500	9200	15 500
		Előzési látótávolság alapján	11 000	13 500	16 500	20 000	25 000	30 000	40 000	50 000	65 000	–



# Homorú lekerekítés – megállási látótávolság

- ❖ *Homorú lekerekítés tervezésénél a gépkocsi fényszórója az  $U$  [m] megállási látótávolságra világítsa meg előre a pályát:*

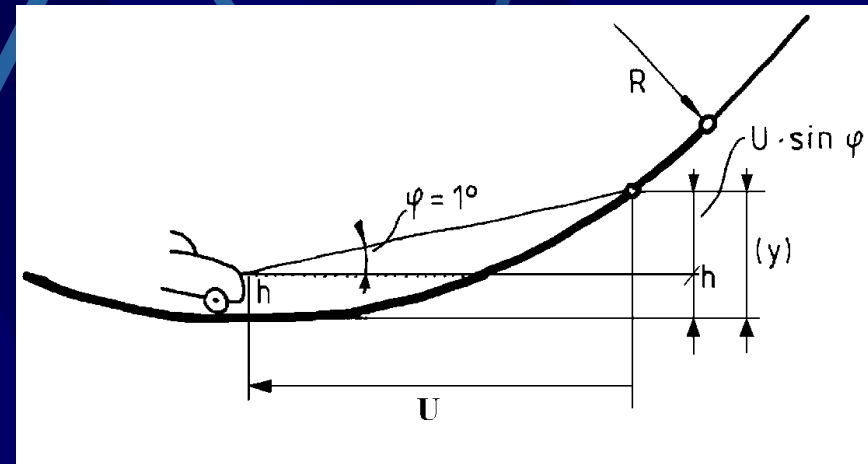
Az  $y = x^2/(2 \cdot R)$  „parabola-képlet”-nek megfelelően:

$$h + U \cdot \sin \varphi = \frac{U^2}{2 \cdot R}$$

( $h$  értéke  $\approx 0,6$  m),

$h$ : fényszórómagasság;

$\varphi$ : a fényszóró fénycsóvájának a nyílásszöge.



# Függőleges lekerekítés – kényelmi és biztonsági szempontok

- ❖ A lekerekítő ívben haladva az  $a_v$  [m/s<sup>2</sup>] függőleges irányú gyorsulás ne haladjon meg egy *kényelmi és biztonsági szempontból* megengedett értéket.

Felhasználjuk itt az

- $a_v = 0,5$  m/s<sup>2</sup> értéket és az ismert

- $a_v = \frac{s^2}{R} = \frac{v^2}{3,6^2 \cdot R}$  összefüggést (gyorsulás ívben)

A  $v$  helyére a  $v_t$  tervezési sebességet írva kapjuk,

hogy:

$$R = \frac{v_t^2}{13 \cdot 0,5} = 0,15 \cdot v_t^2$$





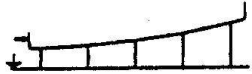




# Homorú lekerekítés - legkisebb homorú lekerekítő ívsugár ( $R_{min}$ )

Tervezési elemek		Tervezési sebesség, $v_n$ , km/h									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	130
Hossz-szelvény	Legkisebb homorú lekerekítő ívsugár, $R_{h min}$ , m	250	500	800	1100	1600	2300	3000	3900	5000	8000

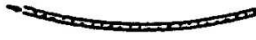
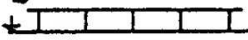

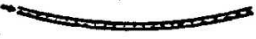



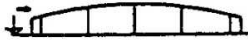

# Térbeli vonalvezetés

- ❖ Az út tengelye egy térben elhelyezkedő vonal, amit helyszínrajzon és hossz-szelvényben ábrázolunk.
- ❖ A kívánatos hatások (biztonság, esztétika) elérése céljából a helyszínrajzot és hossz-szelvényt együtt (összehangoltan) kell tervezni.
- ❖ A legfontosabb szabályok:
  - vízszintes és függőleges ívek a vonal azonos szakaszain egybe essenek,
  - a helyszínrajzi egyenesbe domború hossz-szelvény lekerekítés nem eshet (ha igen, akkor az út „eltűnik” a vezető elől),
  - homorú hossz-szelvény lekerekítés eshet ugyan helyszínrajzi egyenesbe, de sugara nagy legyen.
- ❖ A belterületi közutaknál fentiektől eltekinthetünk.
- ❖ A térbeli vonalvezetés helyességét *perspektív* képen ellenőrizhetjük.

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 1.

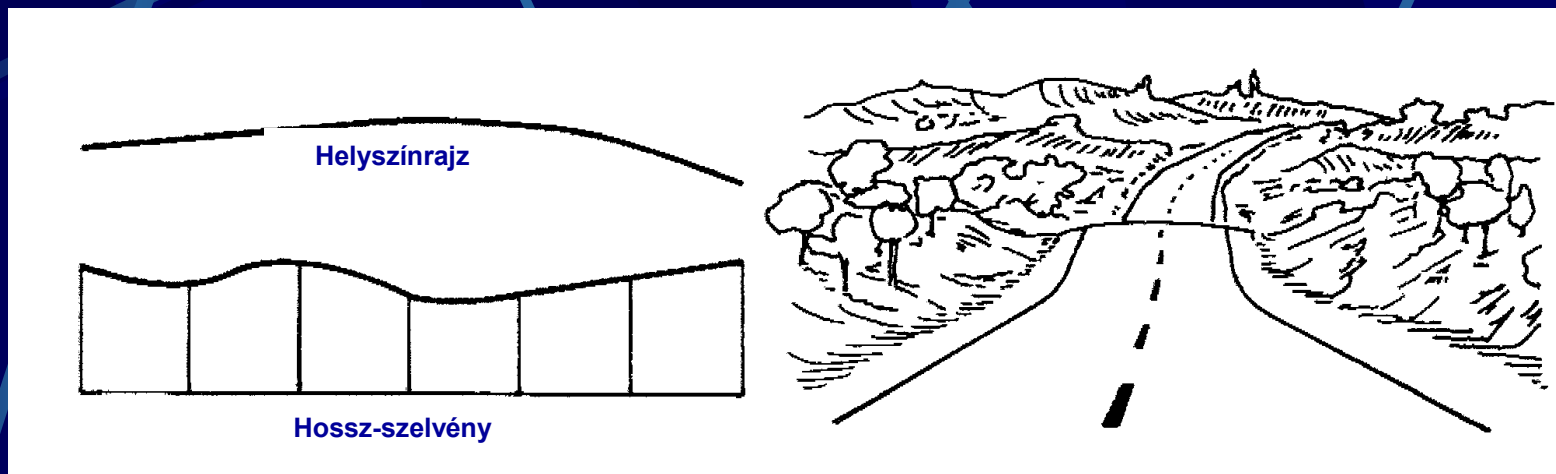
Helyszínrajz	Hossz-szelvény	Térben
 <p>Egyenes</p>	 <p>Egyenes</p>	 <p>Egyenes állandó hosszúsággal</p>
 <p>Egyenes</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Egyenes völgyben</p>
 <p>Egyenes</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Egyenes hegytetőn</p>

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 2.

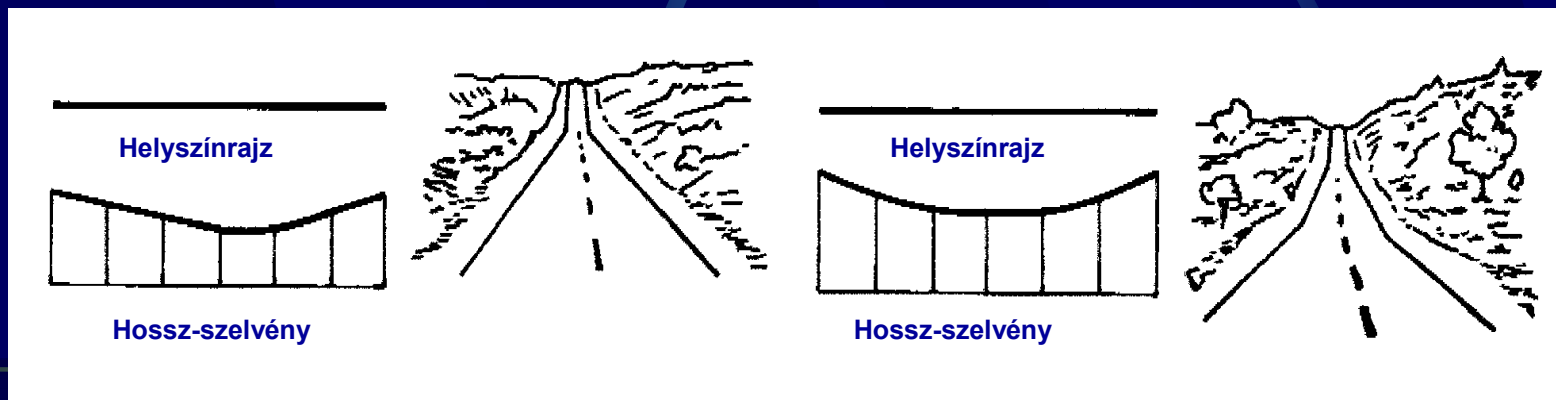
Helyszínrajz	Hossz-szelvény	Térben
 <p>Ív</p>	 <p>Egyenes</p>	 <p>Ív állandó hosszeséssel</p>
 <p>Ív</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Ív völgyben</p>
 <p>Ív</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Ív hegytetőn</p>

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 3.

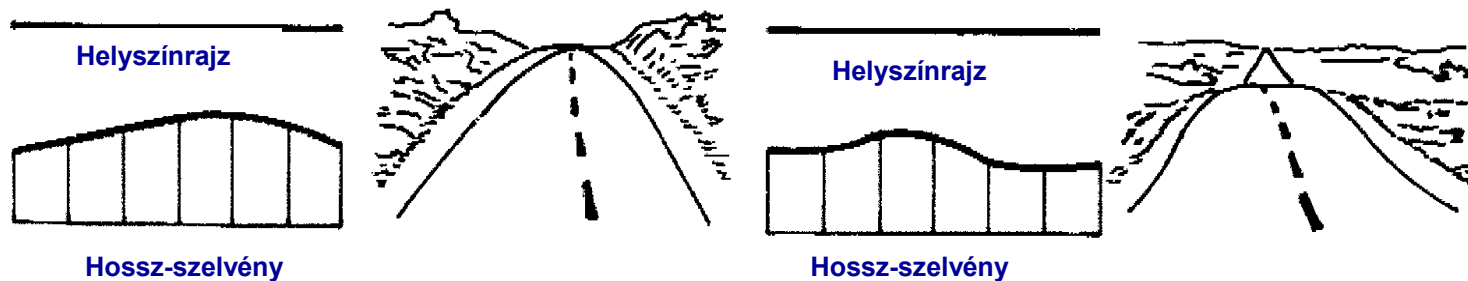
Példa rossz összehangolásra: az út eltűnik, vízszintes ívek „gerinctöröttek”



Az egyik síkbeli tengelymozgatás a másikban ne változatlansággal essék egybe

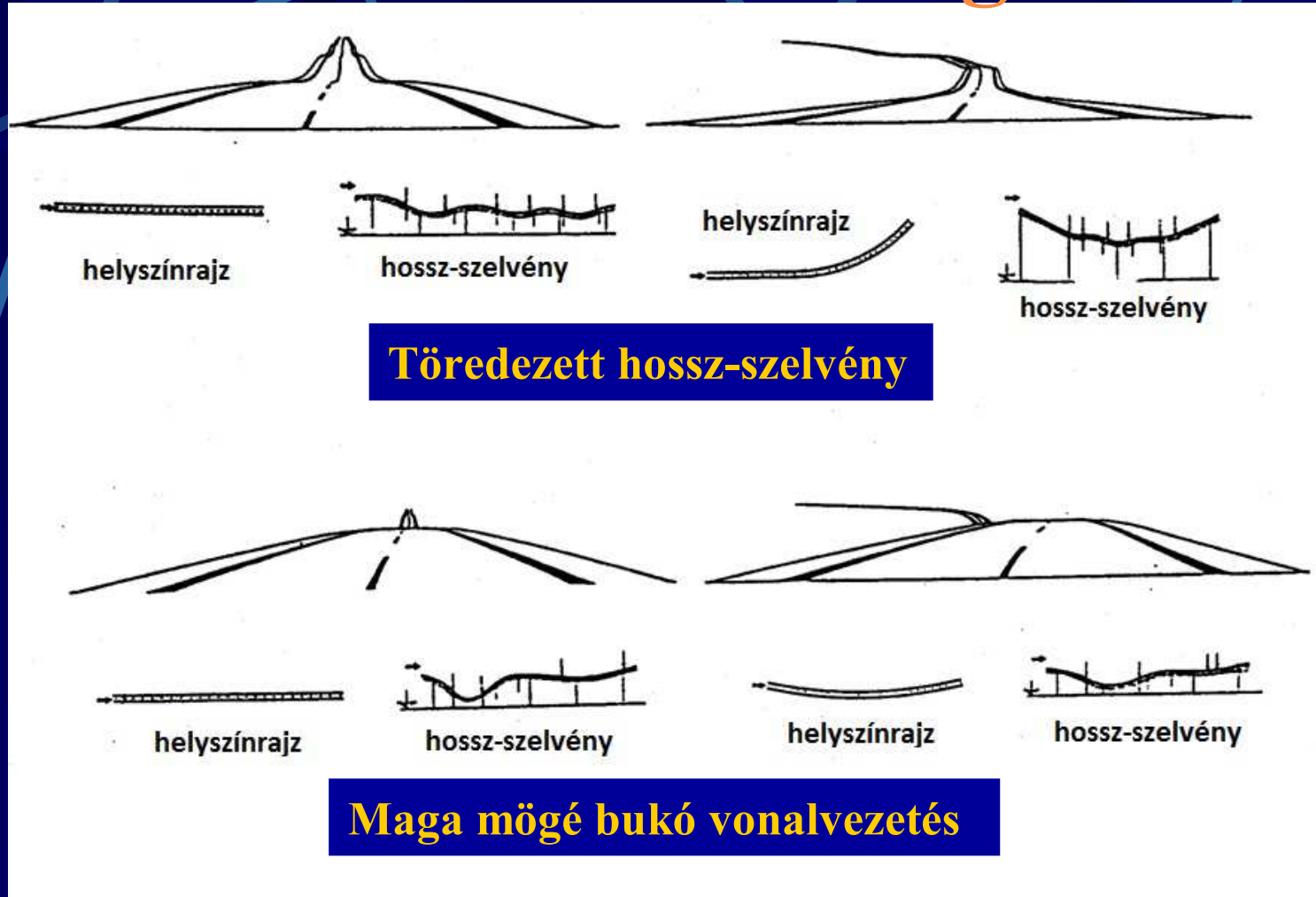


# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 4.





# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 5.



# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 6.



Domború lekerekítés  
egyenesben: eltűnik az út

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 7.



# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 8.



# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 9.



# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 10.



Domború lekerekítés egyenesben, amelyet kissugarú ív követ

Forrás: Universitas-Győr Nonprofit Kft. Közúti biztonsági auditor tanfolyam 2012

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 11.



Forrás: Universitas-Győr Nonprofit Kft. Közúti biztonsági auditor tanfolyam 2012

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 12.



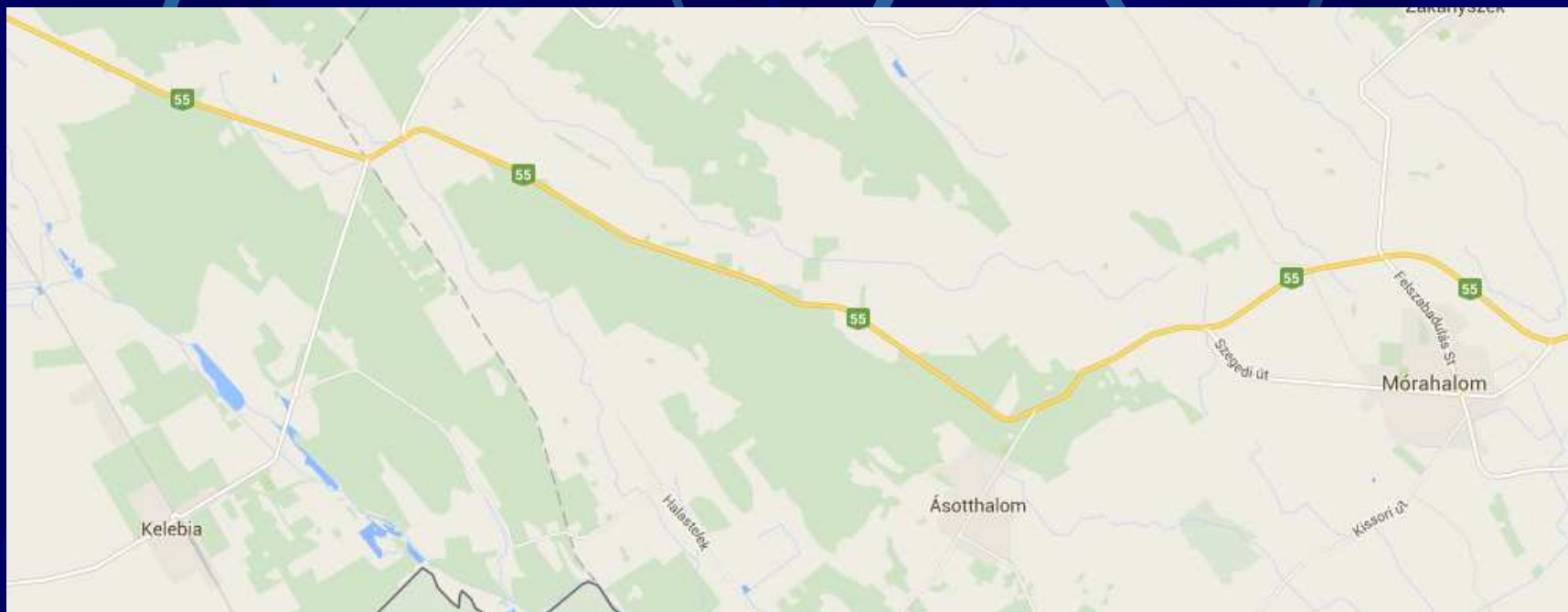
Észlelhetőség javítása

Forrás: Universitas-Győr Nonprofit Kft. Közúti biztonsági auditor tanfolyam 2012

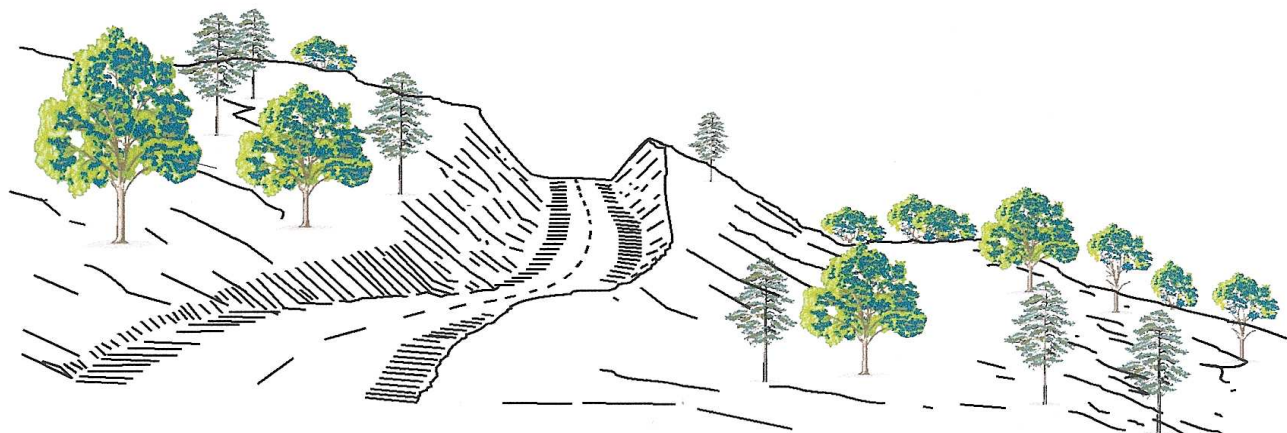


# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 13.

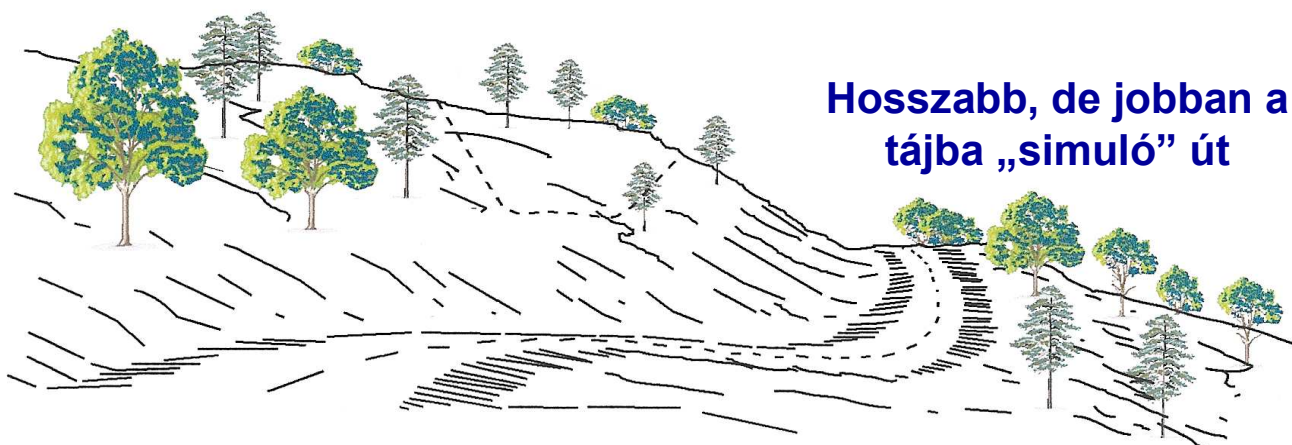
Hosszú egyenes szakaszokat követő kissugarú ív →  
pályaelhagyásos balesetek  
pl.: 55. sz. főút Mórahalom – Kelebia szakasz



# Tájba illesztés 1.



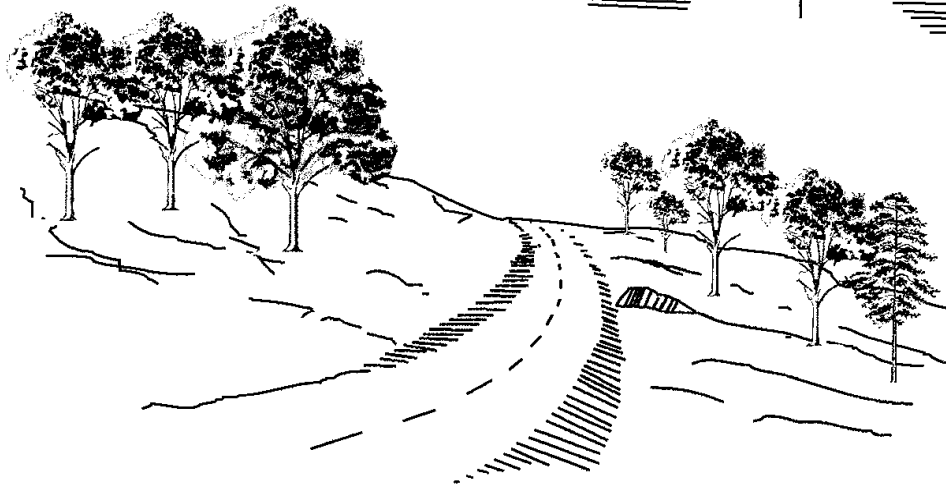
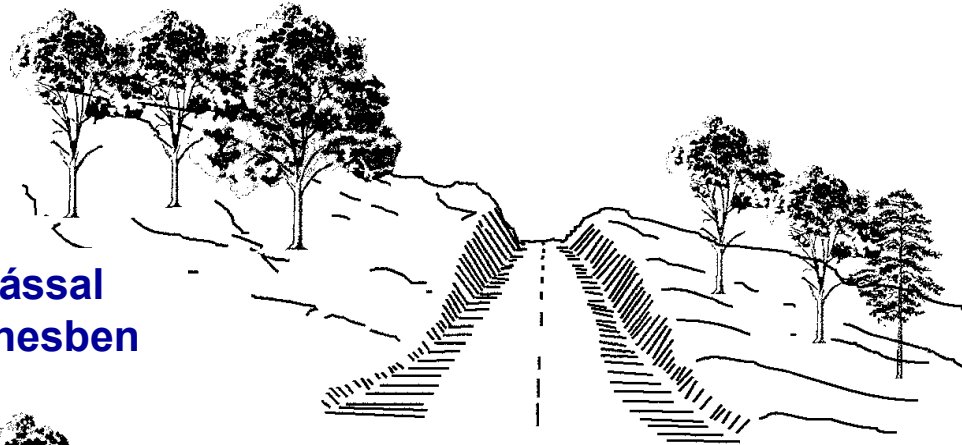
Rövidebb út, de szaggatottabb tájkép



Hosszabb, de jobban a tájba „simuló” út

# Tájba illesztés 2.

Látkép bevágással  
megtörve egyenesben



Javítva: pályaszint  
töltésre emelve,  
vízszintes ívben

# Útmenti fásítás 1.

- ❖ **A szakszerűen végzett, előre megtervezett *útmenti fásítás* eredménye *esztétikai élményt* nyújt és növeli a *forgalombiztonságot* is.**
  - **Hóvédő erdősávokat hófúvósos helyekre telepítenek.**
  - **A *kétoldali sorfásítás* megfelelő, ha a fasorok a pályától kellő távolságra kerülnek.**
  - **A *ligetszerű fásítás* nagyon szép lehet (a vonal-vezetéssel együtt tervezendő).**
  - **A helyszínrajzi ívek külső oldalán elhelyezett *fák* az ív veszélyességére hívják fel a figyelmet.**
  - **Nagy bevágások rézsűire *cserjék, facsoportok* telepítésével kellemes látvány teremthető.**
  - **Pihenő-parkolóhelyek esetében a *fásításra* mindig gondolni kell.**

# Útmenti fásítás 2.

Optikai vezetés segítése fásítással  
a helyszínrajzi ív külső oldalán:



Helyszínrajz



Hossz-szelvény

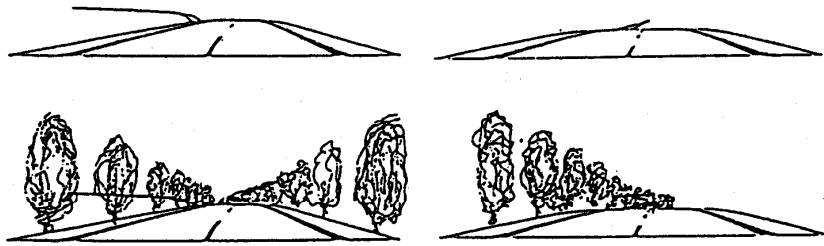


Helyszínrajz



Hossz-szelvény

# Útmenti fásítás 3.



Vergleich einer tauchenden und springenden Straße mit und ohne Bepflanzung  
(Deiss F., Litzka J., Misch J.: "Grundlagen für die Bepflanzung des  
Straßenbereiches und aus verkehrstechnischer Sicht", 1978)



Hóvédő erdősáv



Ligetszerű fásítás az ív  
külső oldalán

# Keresztmetszeti tervezés általános előírásai

- ❖ A keresztmetszvény *külterületen az útkoronából és az útkoronán kívüli részből áll.*
- ❖ *Belterületen a közút szabályozási szélességén belül a teljes közterületet meg kell tervezni.*
- ❖ A műtárgyakon az út keresztmetszvényét a közúti hidakra, illetve alagutakra vonatkozó előírások szerint kell kialakítani.
- ❖ Műtárgyak alatt, műtárgyak előtt és után a közút keresztmetszvényi kialakítása a kapcsolódó folyópályaszakaszokéval megegyező legyen.

# Keresztmetszeti tervezés – az útkorona elemei

*A forgalmi sávok szélességi méretébe a forgalmi sávok közötti terelő- és záróvonal beleszámít, a forgalmi sáv melletti biztonsági sáv és az erre felfestett optikai vezetősáv, valamint a kettős záróvonal nem számít bele.*

*Különleges és többlet forgalmi sávok szakaszok:*

*kapaszkodószakaszok,  
tömegközlekedési sáv és kerékpársáv,  
előzési szakaszok,*

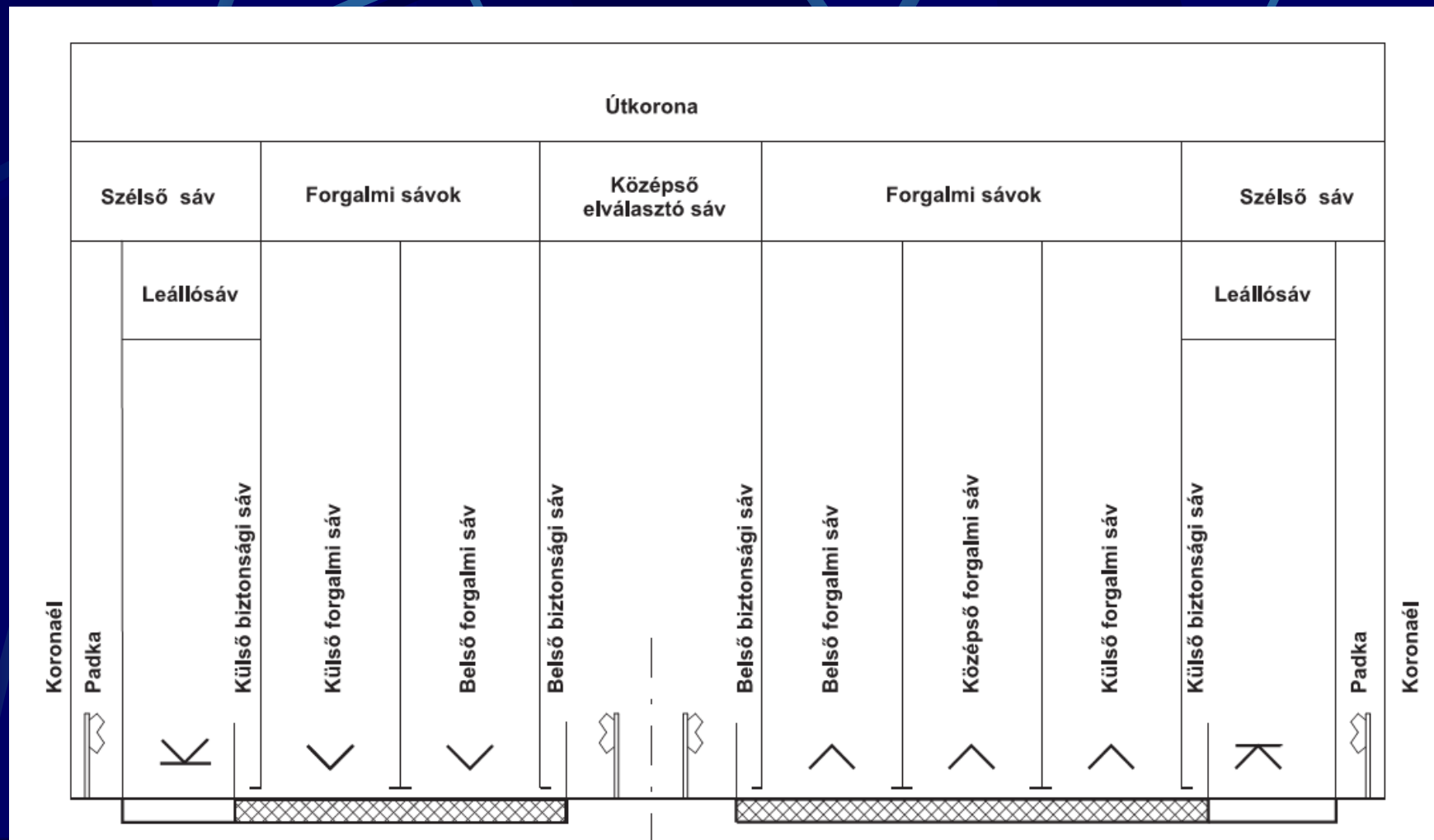
*folyópályán*

*csomópontokban*

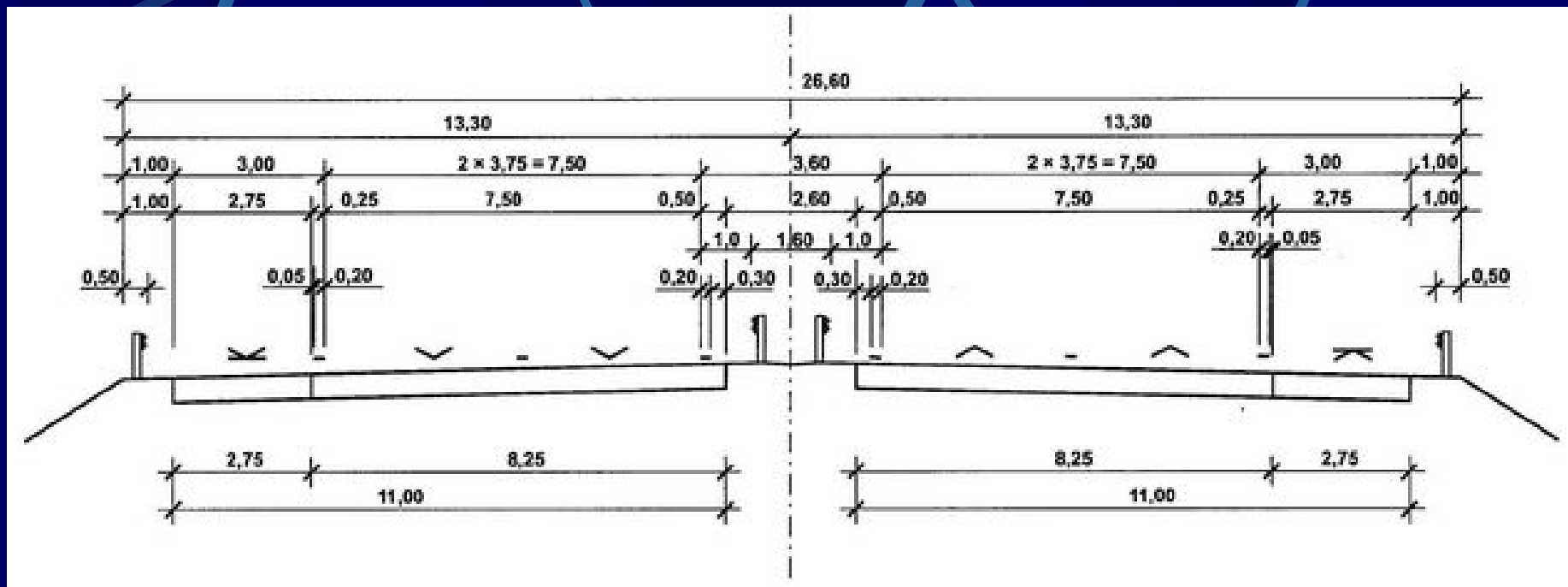
*irányrendező sáv,  
gyorsító sáv, lassító sáv,  
balra kanyarodó sáv,  
jobbra kanyarodó sáv,  
felálló-befogadó sáv,  
tömegközlekedési sáv és  
kerékpársáv.*



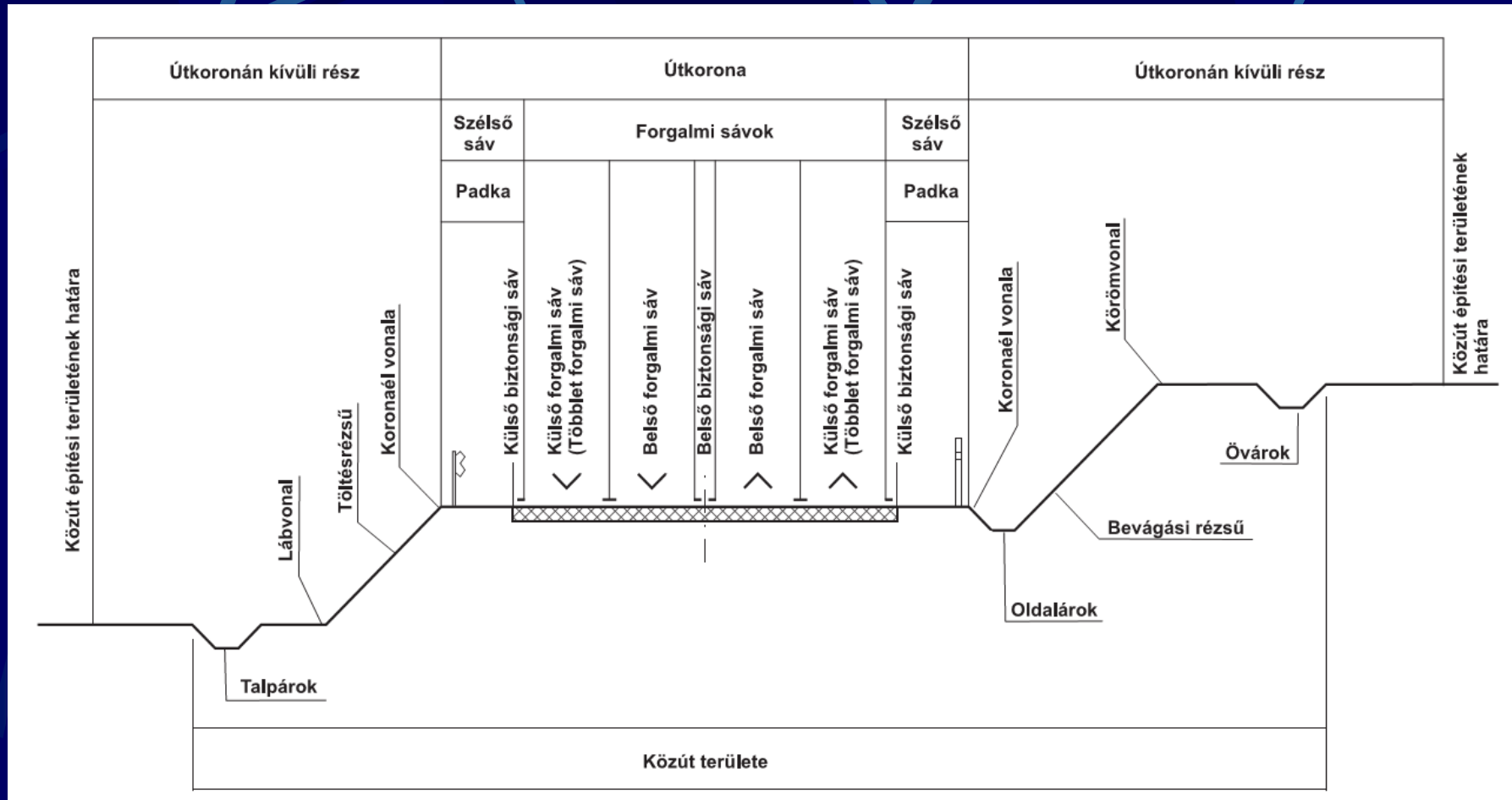
# Keresztszelvény elemek – autópálya (útkoronán belül)



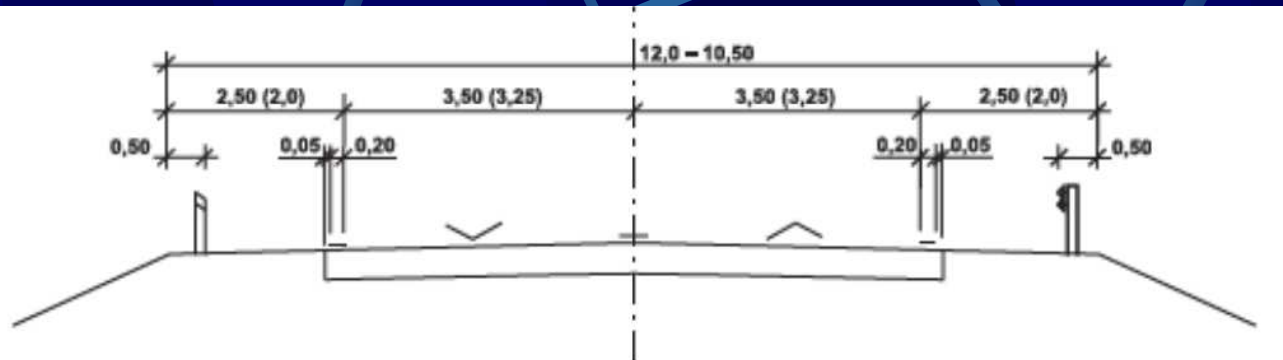
# Mintakeresztmetszvény 2x2 forgalmi sávossal 26,6 m korona-szélességgel



# Keresztszelvény elemek – külterületi osztatlan pályás közút

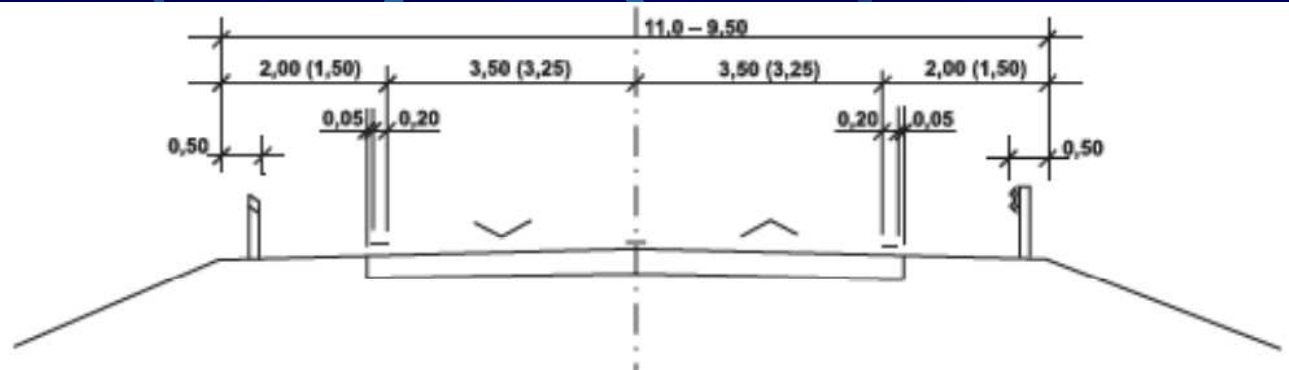


# Két forgalmi sávos külterületi utak mintakeresztmetszésvényei



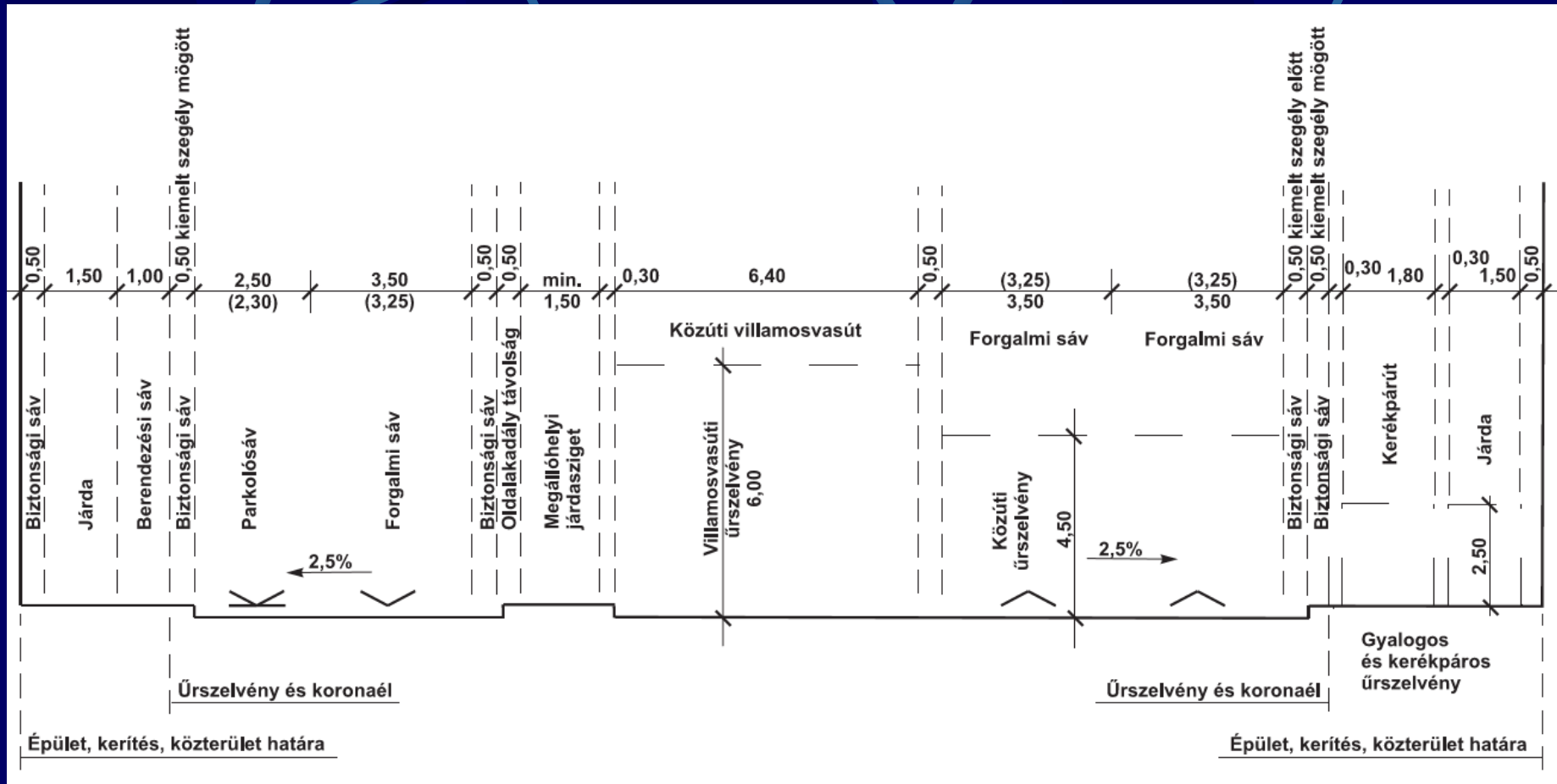
I. és II. rendű főút

Mellékút



Egyéb közút  
(kivételesen egy forgalmi sávval, 7,0 m korona-szélességgel tervezhető)

# Keresztszelvény elemek – belterületi közút



**Köszönöm figyelmüket!**

**Dr. Lindenbach Ágnes**  
**egyetemi tanár**

**Pécsi Tudományegyetem, MIK**  
**e-mail: [interut21@tvnetwork.hu](mailto:interut21@tvnetwork.hu)**