

## **3. ELŐADÁS:**

# **A FÜGGŐLEGES ÉS VÍZSZINTES VONALVEZETÉS ELEMELI, ÖSSZEANGOLÁSUK**

**2016. február 19.**

**Dr. Tímár András professor emeritus**

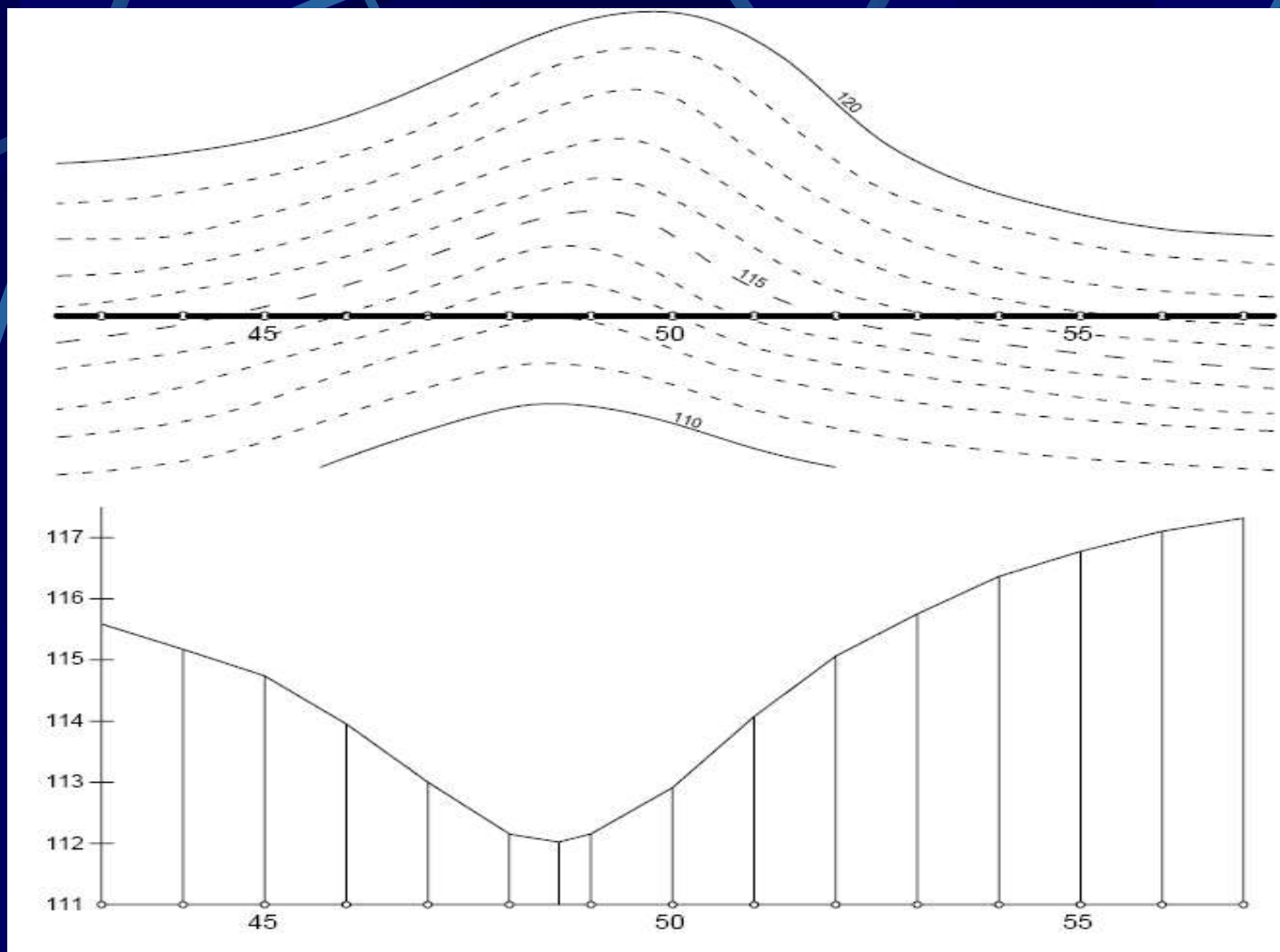
**Dr. Lindenbach Ágnes egyetemi tanár**

**PTE MIK**

# A vonalvezetés elemei

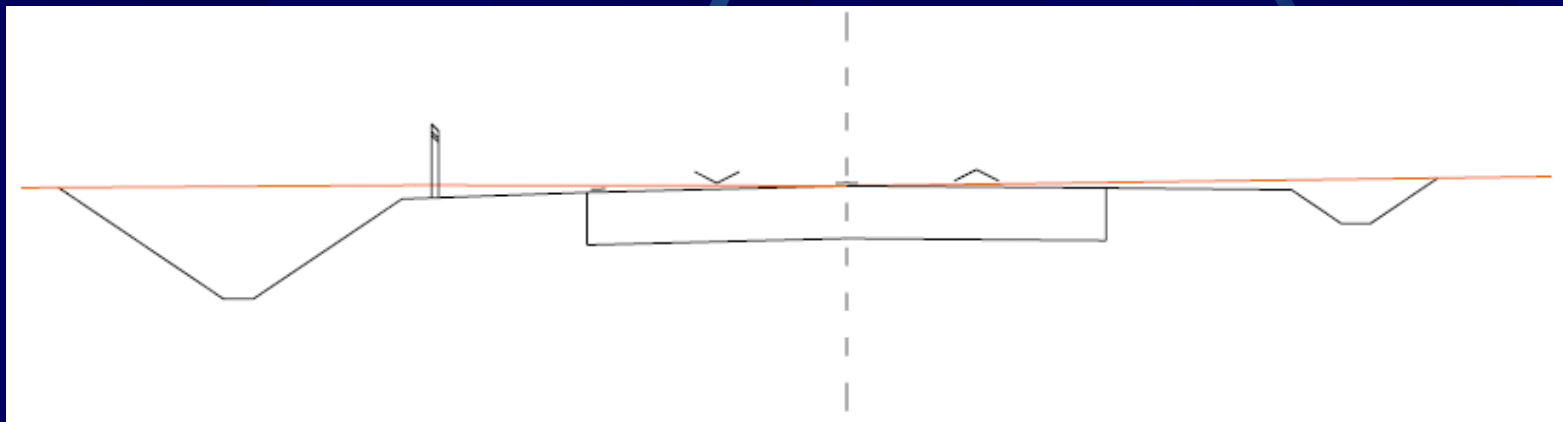
- ❖ **Vonalvezetés során az út térbeli helyzetét tervezzük meg, a vonalvezetést a 2 síkvetület határozza meg (vízszintes / magassági vonalvezetés).**
- ❖ **Az út vonalvezetése legyen:**
  - **dinamikai szempontból biztonságos (tervezési sebesség!!),**
  - **a vonal térbeli hatását tekintve esztétikai / 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

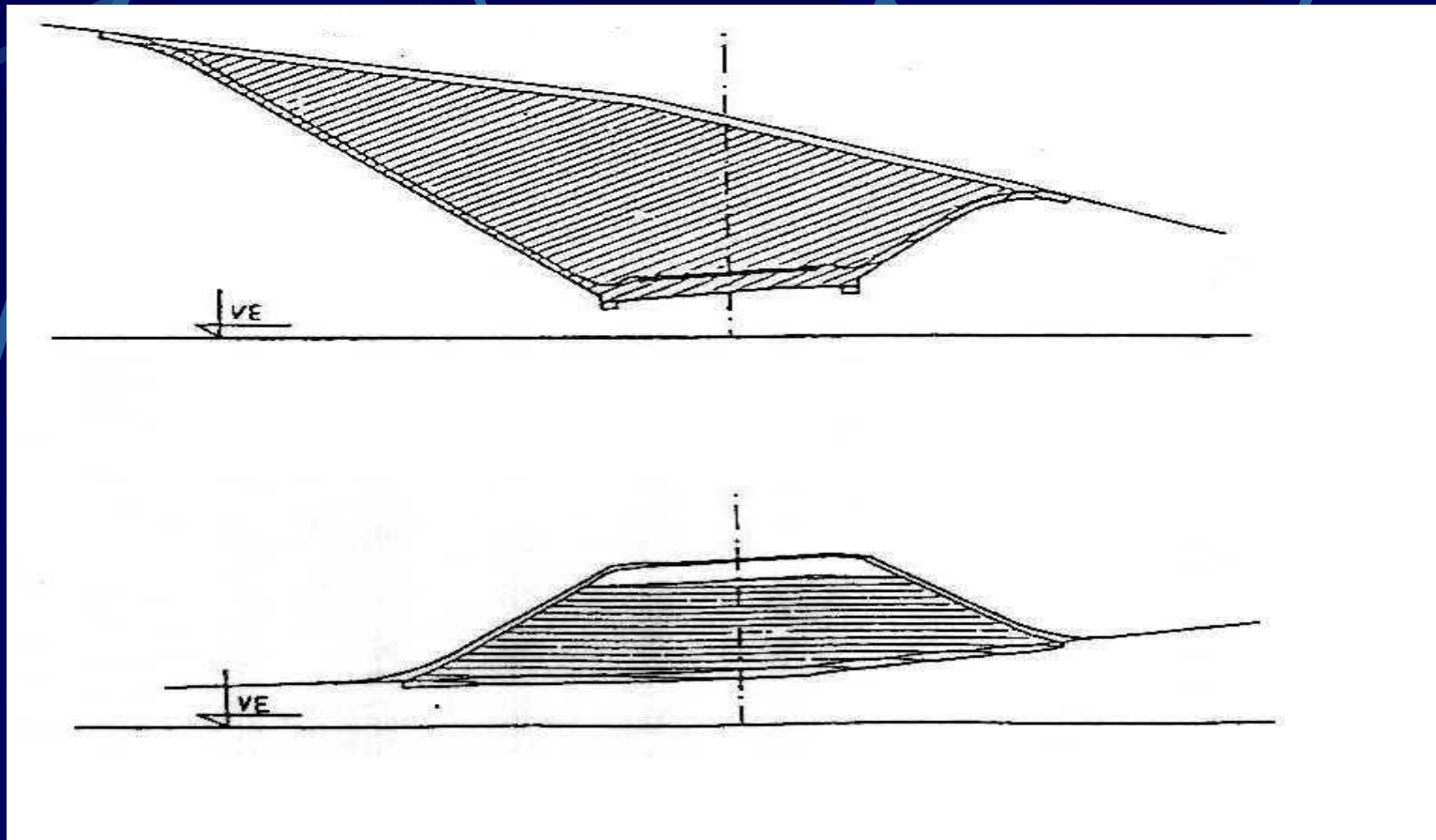


# Keresztszelvény

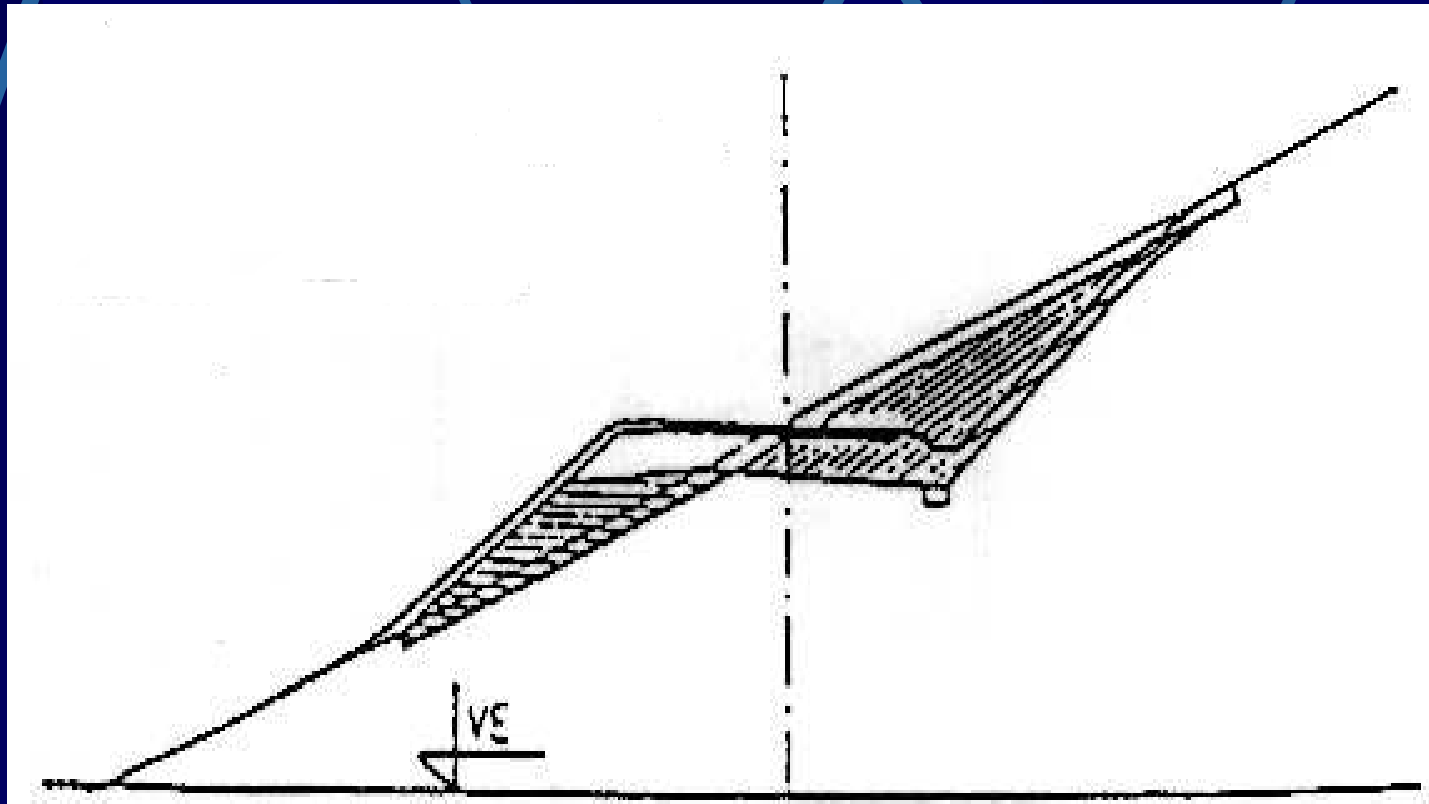
- ❖ **Az útnak a hossz tengelyre merőleges síkmetszete, ez alapján tervezzük a burkolatszélek vonalvezetését.**
  - töltés,
  - bevágás,
  - vegyes szelvény.



# 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

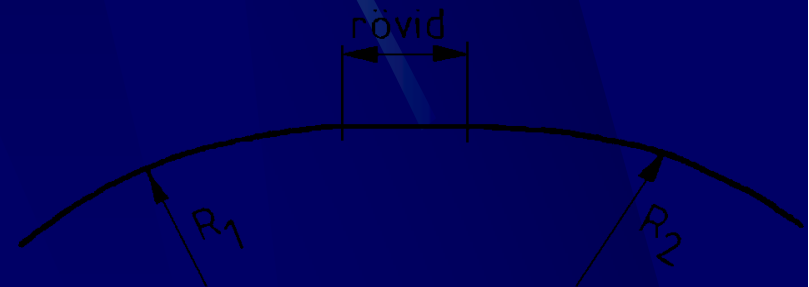
## ❖ *Körívek:*

- 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)
120	750	2400
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,**
- **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:**

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

# A (klotoid) átmeneti ív

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

$v_t$ [km/h]	$p_{\min}$ [m]
100	175
80	130
70	85
60	64

- ❖ Nem kell átmeneti ívet alkalmazni például, ha

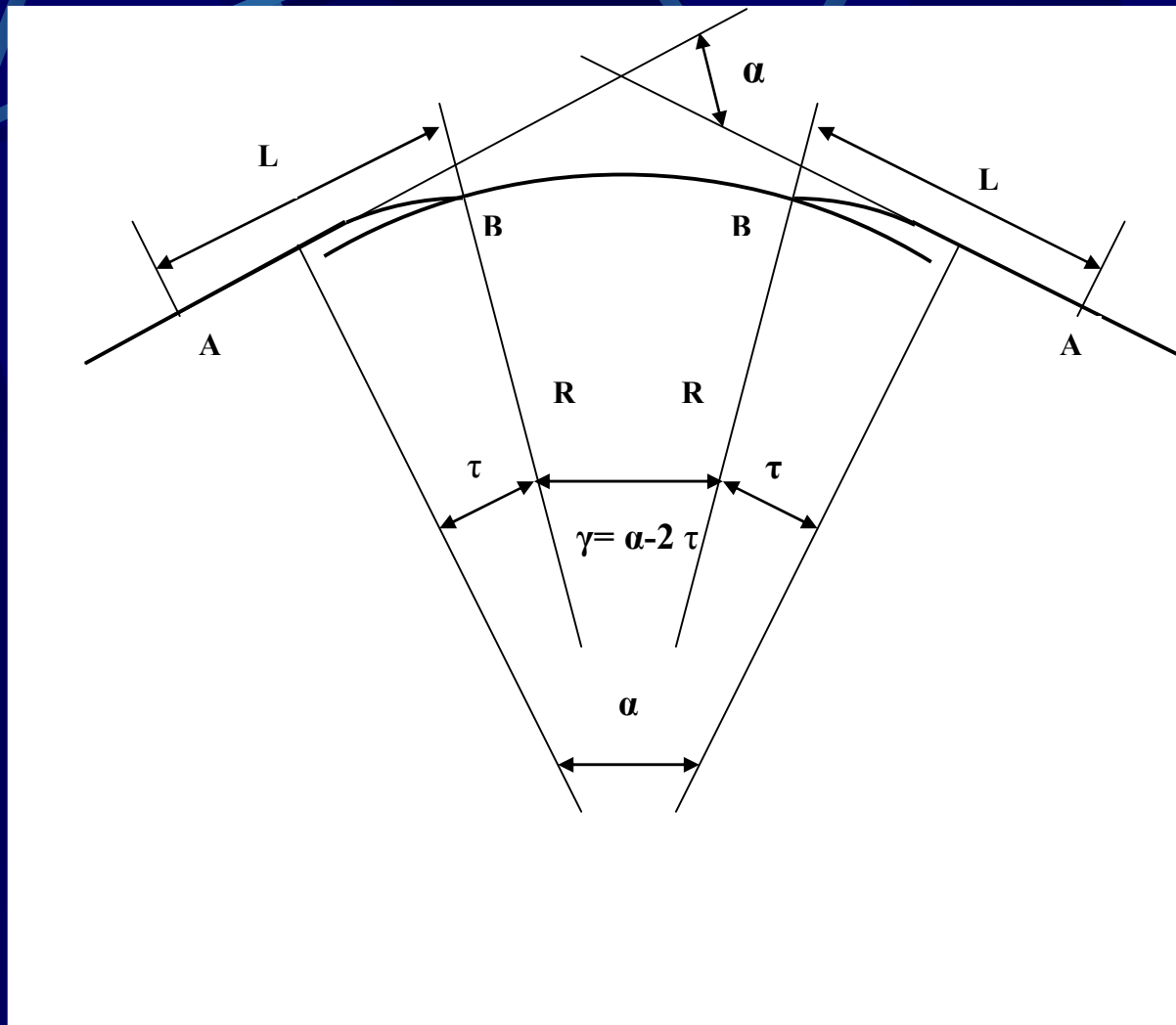
$v_t$ [km/h] és	$R$ [m] $\geq$
100	3000
80	1500
60	1000

# 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.
- ❖ *Csak klotoidból álló ív keletkezik, ha*  
 $\gamma = 0^\circ$ , vagyis  $\alpha = 2\pi$
- ❖ Átmeneti ív és a körív hossza közel azonos legyen, az  $I_h$  [m] ívhossz (esztétikai szempont) :

$$I_h = R \cdot \arccos \alpha \geq 500 \text{ m}$$

# Vízszintes vonalvezetés – szimmetrikus átmeneti íves körív



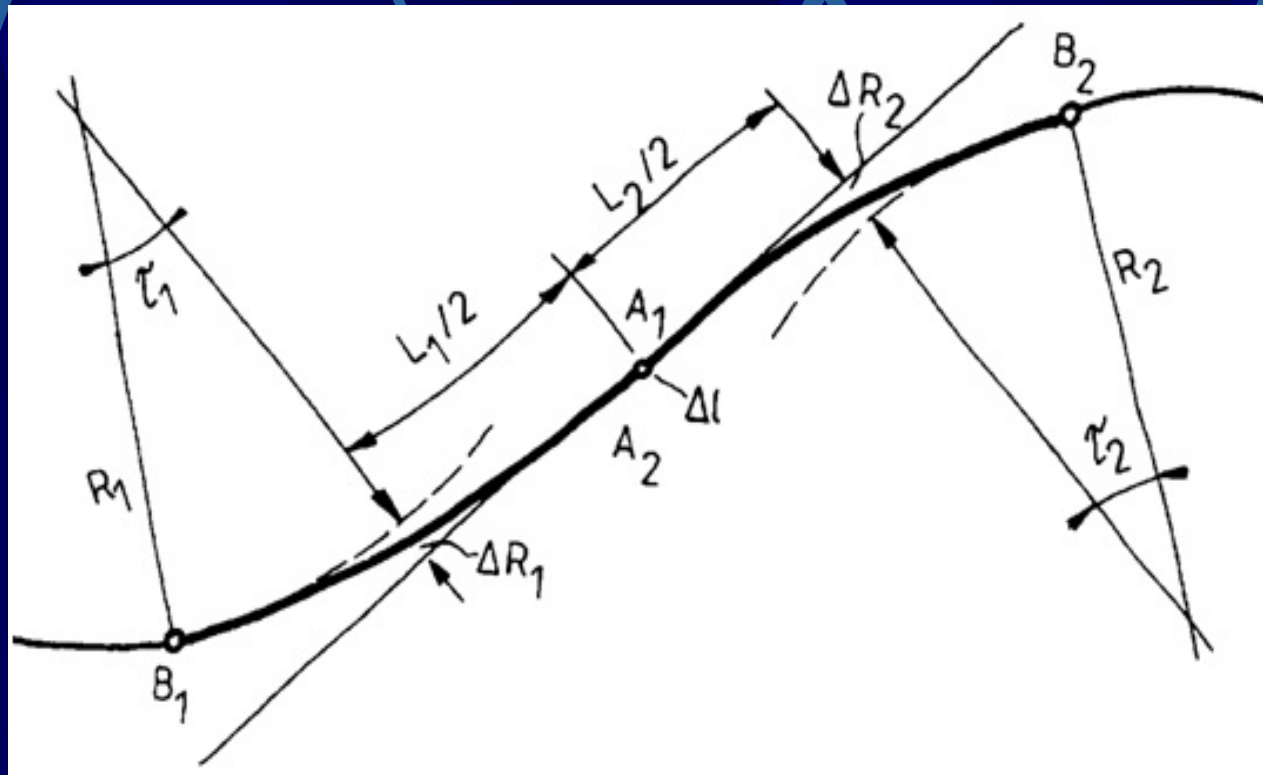
# Vízszintes vonalvezetés – összetett ívek

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

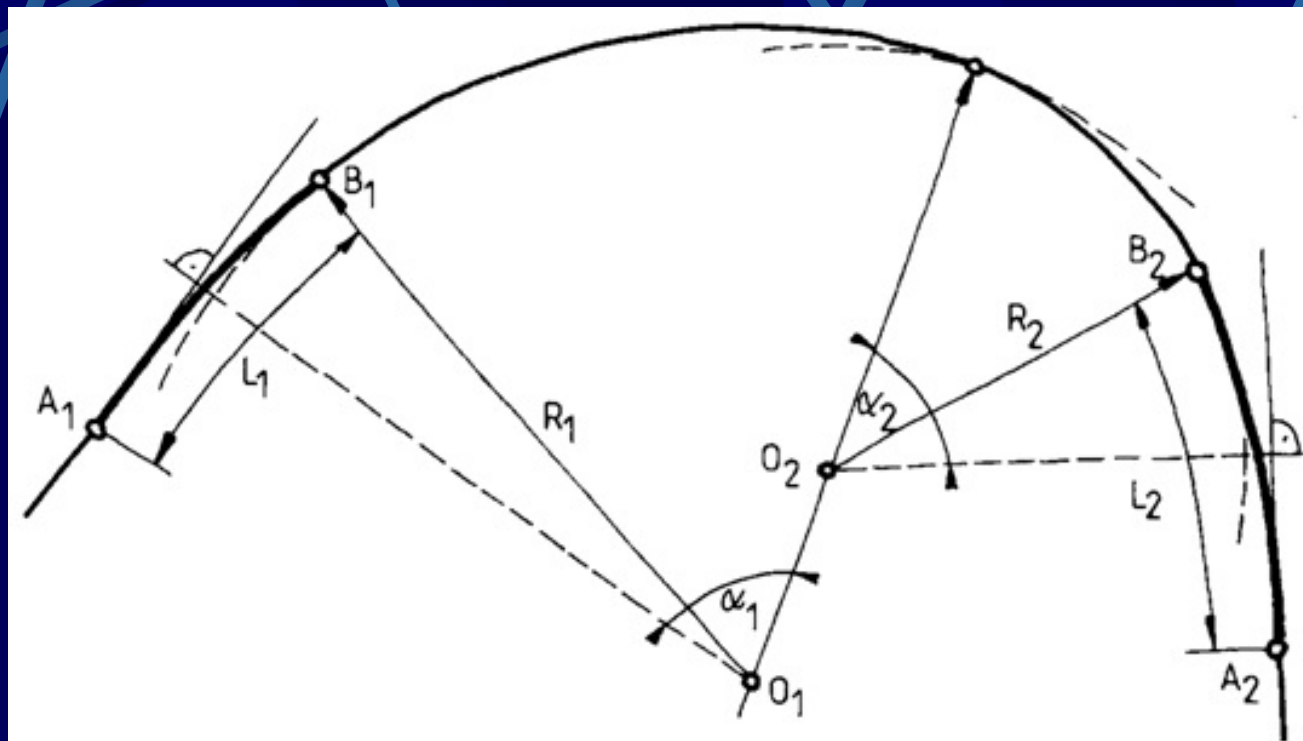
$$\Delta l \leq 0.03 \cdot (p_1 + p_2) \text{ [m]}$$

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

$v_t$ [km/h]	$e_{\max}$ [%]
100	4,5
80	6
60	8

- ❖ Az  $e_{\max}$  [%] csak kivételesen alkalmazható, enyhébb emelkedők alkalmazására kell törekedni.
- ❖ Ábrázolása hossz-szelvényben: egyenesek alkotják.

## Magassági vonalvezetés 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 25 %-kal csökkenteni kell.
- ❖ A legkisebb emelkedés  $e_{\min}$  [%] 0,7 %-nál nagyobb kell, hogy legyen vízvezetési okok miatt ( $e - \Delta e_r = 0,2$  feltétel mellett).
- ❖ Mellékutakon  $e_{\max}$  15 % is lehet.

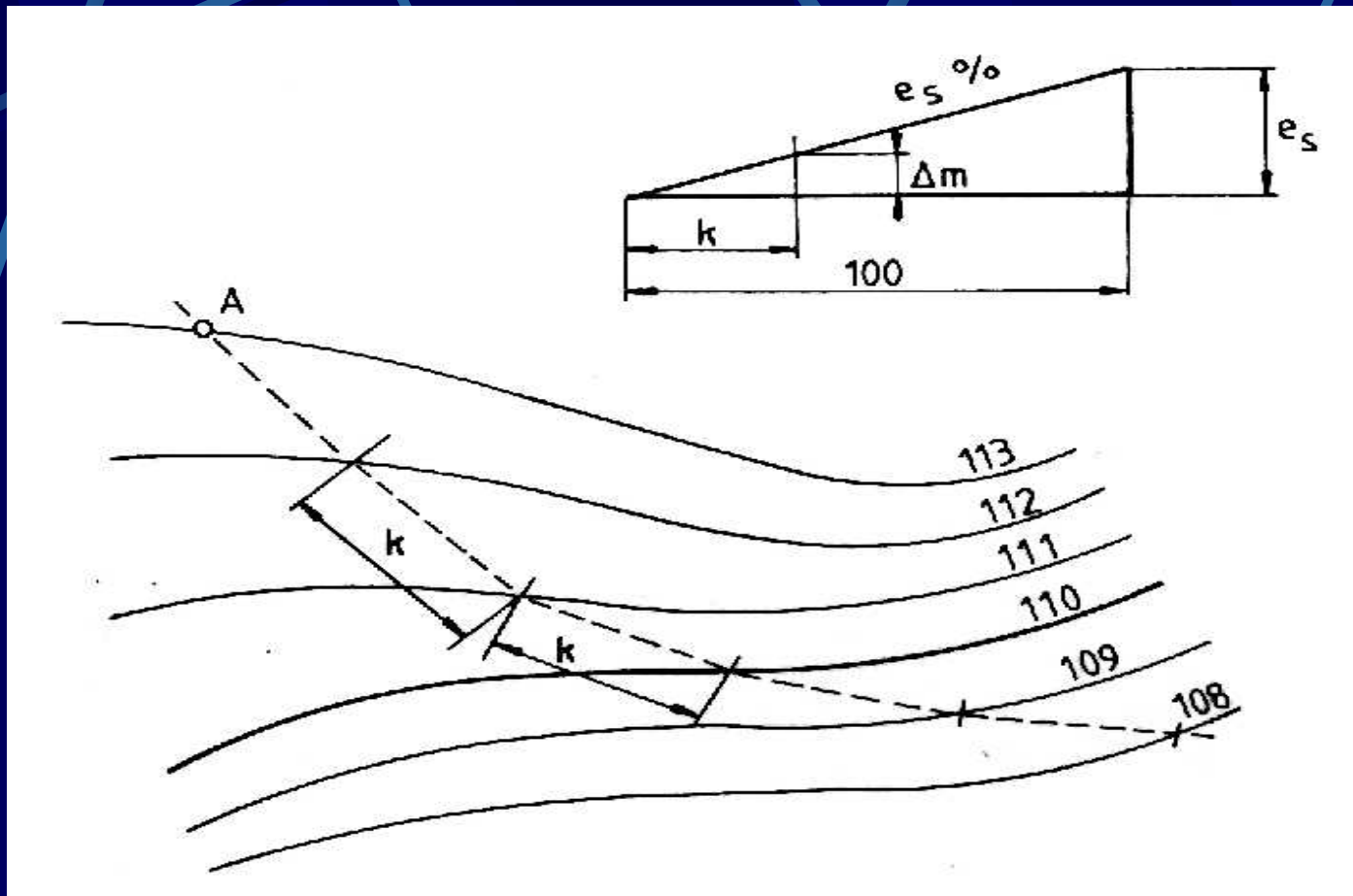
# Magassági vonalvezetés 3.

- ❖ *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:

$$e_{s\max} = 0,85 e_{\max}$$

- ❖ *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.*

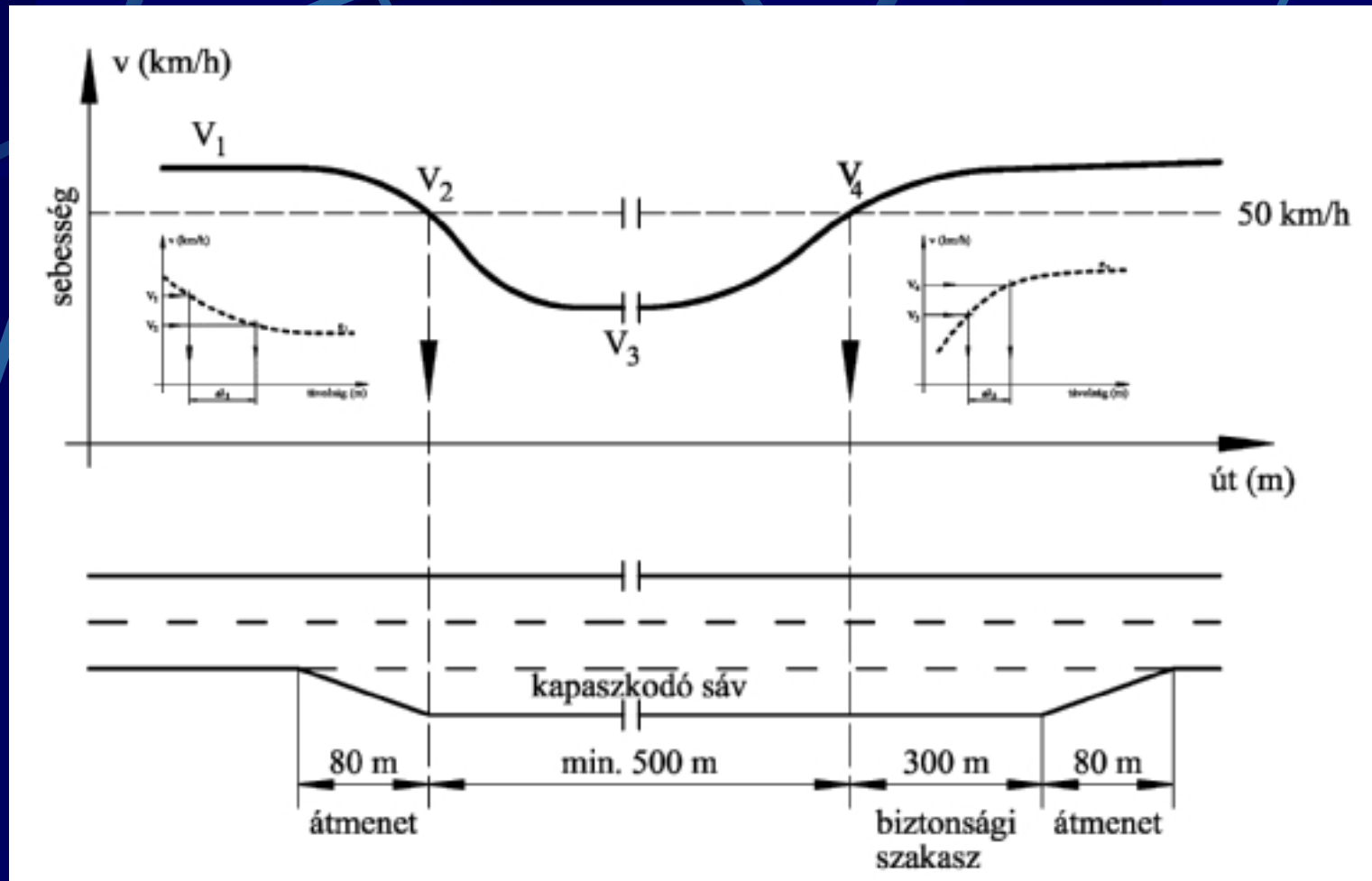
# Semleges vonal



# Magassági vonalvezetés 4.

- ❖ **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



# Lekerekítések

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



# Domború lekerekítés 1.

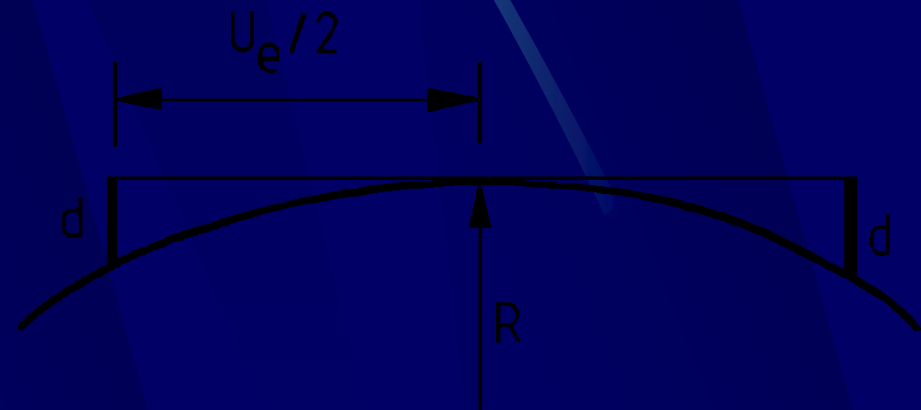
- ❖ A domború lekerekítés tervezésénél figyelembe veendő egyik előrelátási feltétel, hogy az  $U_e$  [m] *előzési látótávolságra* kell  $d$  [m] magasságot előrelátani, ahol

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

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

**innen:**

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



## Domború lekerekítés 2.

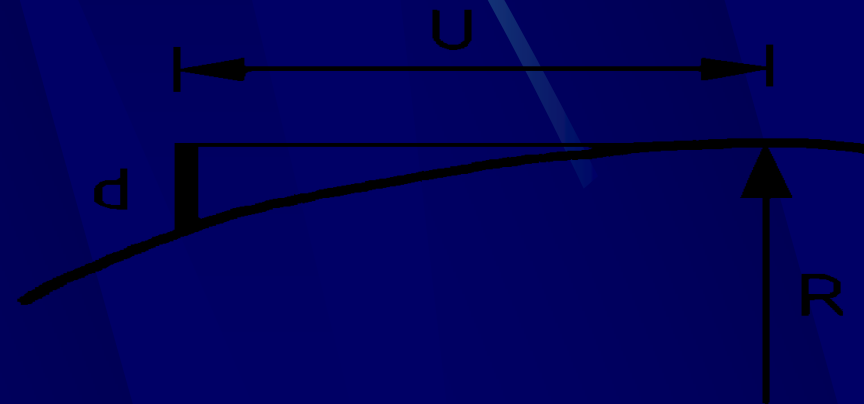
- ❖ A *domború lekerekítés* tervezésénél figyelembe veendő másik előrelátási feltétel, hogy az  $U$  [m] *megállási látótávolságra* kell  $d$  [m] magasságot előrelátani:

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

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

így

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



## Domború lekerekítés 3.

- ❖ A lekerekítőívek lényegesen nagyobbak, mint a vízszintes ívek.
- ❖ Előzési látótávolsághoz tartozó ívsugár  $v_t=90$  km/h esetén 40.000 m.
- ❖ Ha nincs meg az előzési látótávolság, az előzést meg kell tiltani.

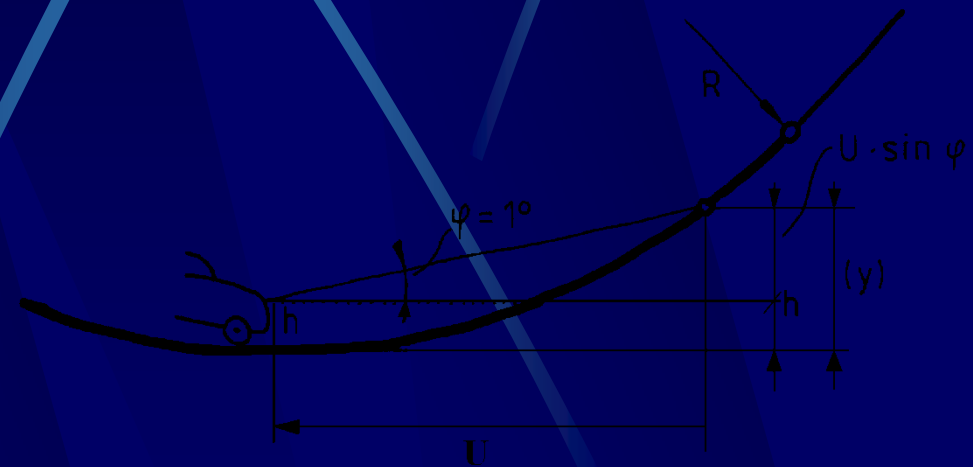
# Homorú lekerekítés 1.

- ❖ *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 fénycsónájának a nyílásszöge. Ha  $v_t = 90$  km / h;  $R = 3500$  m



# Domború lekerekítés 3.

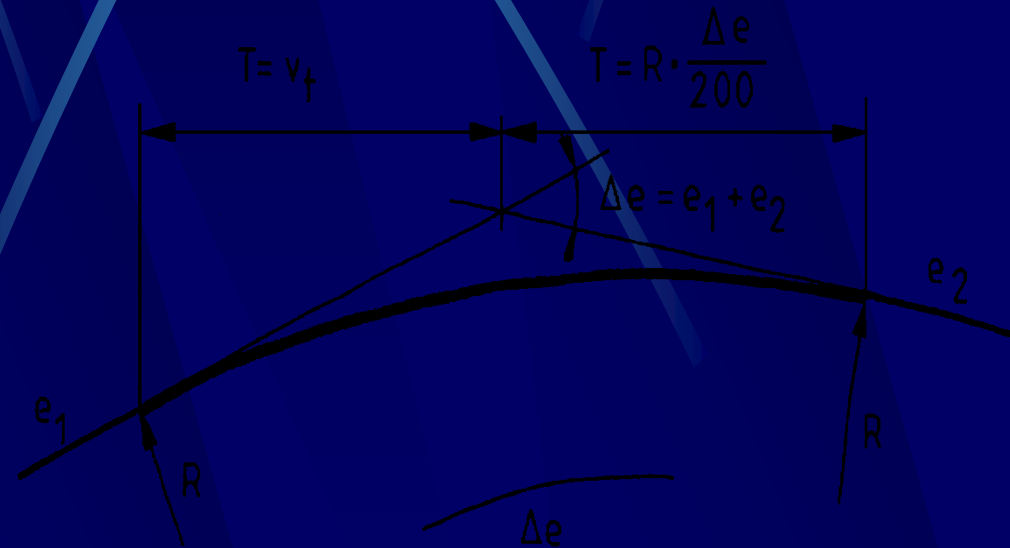
❖ Domború lekerekítés tervezésekor figyelembe veendő *esztétikai* feltétel, hogy a lekerekítő ív  $T$  [m] tangens hossza egyenlő legyen a  $v_t$  [km/h] tervezési sebességgel (töredezettség!):

❖ Az ábrából:

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

innen

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



# Kényelem és biztonság

❖ 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)

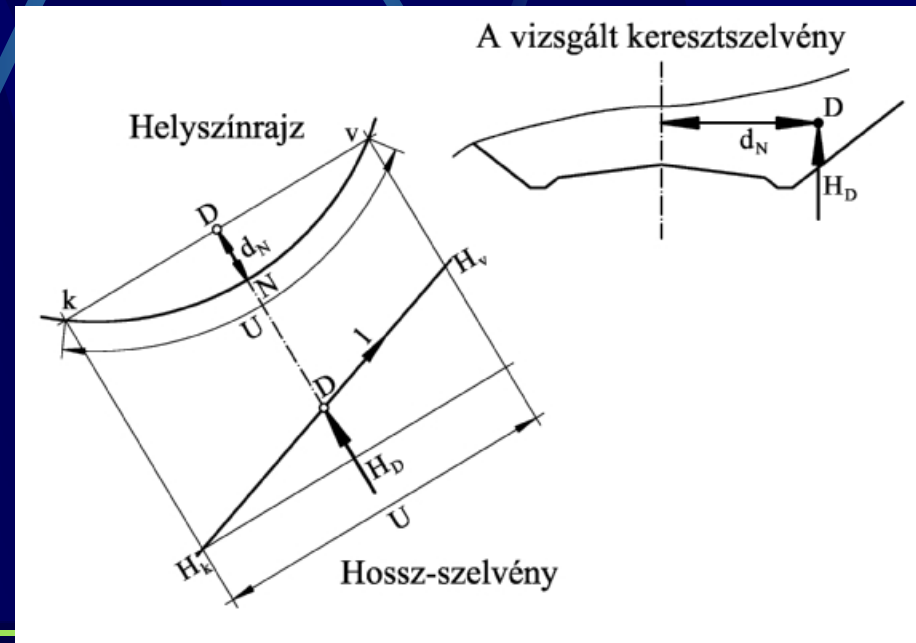
❖ A  $v$  helyére a  $v_t$  tervezési sebességet írva kapjuk,

hogy:

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

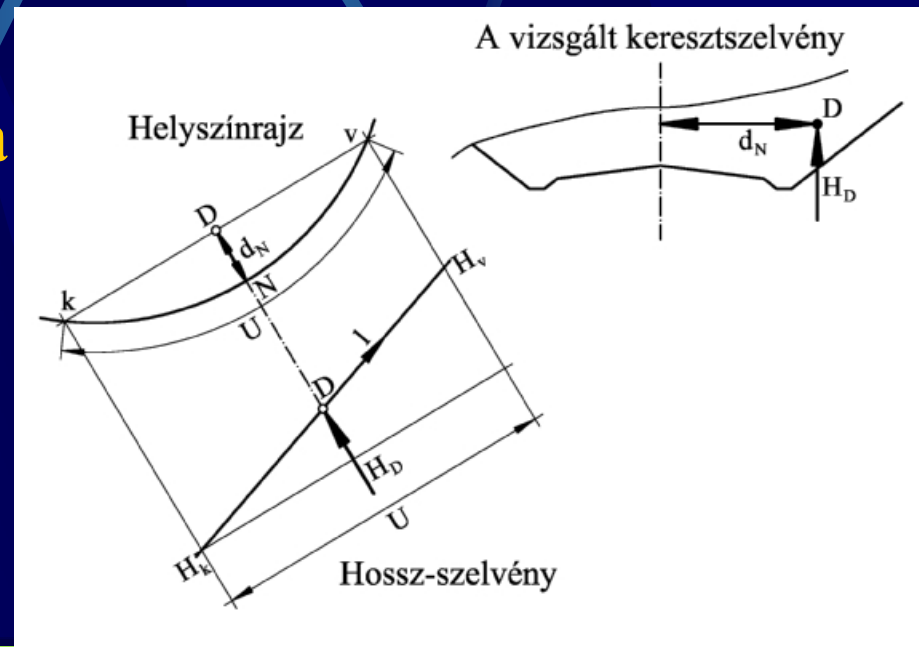
# Látótávolság ellenőrzése 1.

- ❖ A látótávolság ellenőrzésének elve az ábrán látható: eszerint a *helyszínrajz* és a *hossz-szelvény* alapján (figyelembe véve a gépkocsi-vezető szemmagasságát) meg kell szerkeszteni a vizsgált kereszt-szelvényben az  $l$  látó-vonal  $D$  töréspontját.
- ❖ A jármű vezetőjének a  $k$  pontból  $U$  [m] távolságra kell előre látnia.



## Látótávolság ellenőrzése 2.

- ❖ A hossz-szelvényben a  $H_k$  a tengely magasságának és a rendszerint 1,0 m-es, vagy 1,20 m-es szemmagasságnak az összegét jelenti.
- ❖ A  $H_v$  a tengely magassága a hossz-szelvényben a  $v$  pontban.


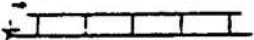

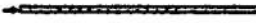
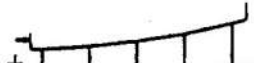


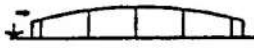






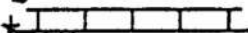


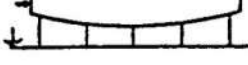


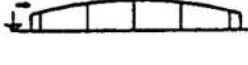

# Térbeli vonalvezetés

- ❖ **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.

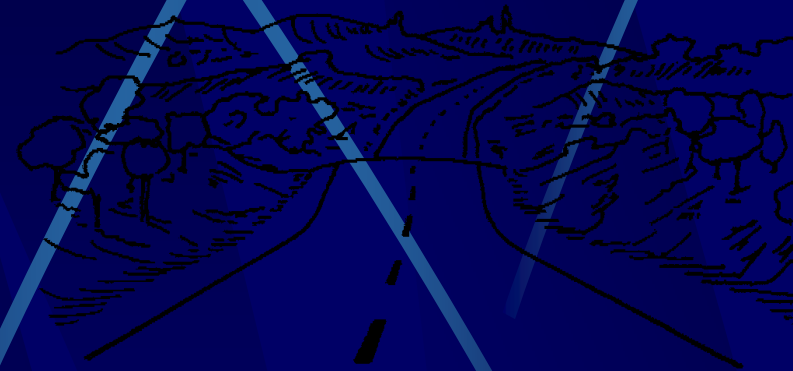
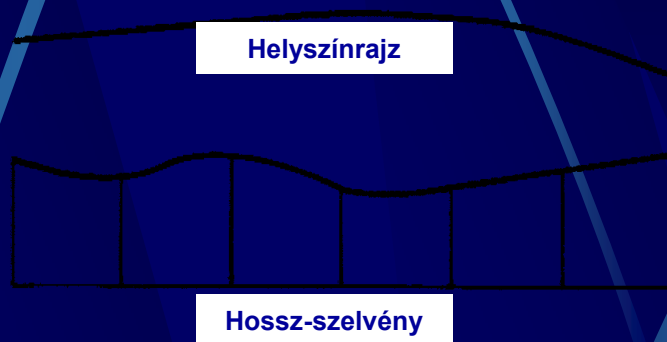
Helyszínrajz	Hossz-szelvény	Térben
 <p>Egyenes</p>	 <p>Egyenes</p>	 <p>Egyenes állandó hosszeséssel</p>
 <p>Egyenes</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Egyenes völgyben</p>
 <p>Egyenes</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Egyenes hegytetőn</p>

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 2.

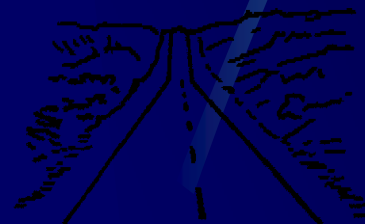
Helyszínrajz	Hossz-szelvény	Térben
 <p>Ív</p>	 <p>Egyenes</p>	 <p>Ív állandó hosszeséssel</p>
 <p>Ív</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Ív völgyben</p>
 <p>Ív</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Ív hegytetőn</p>

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 3.

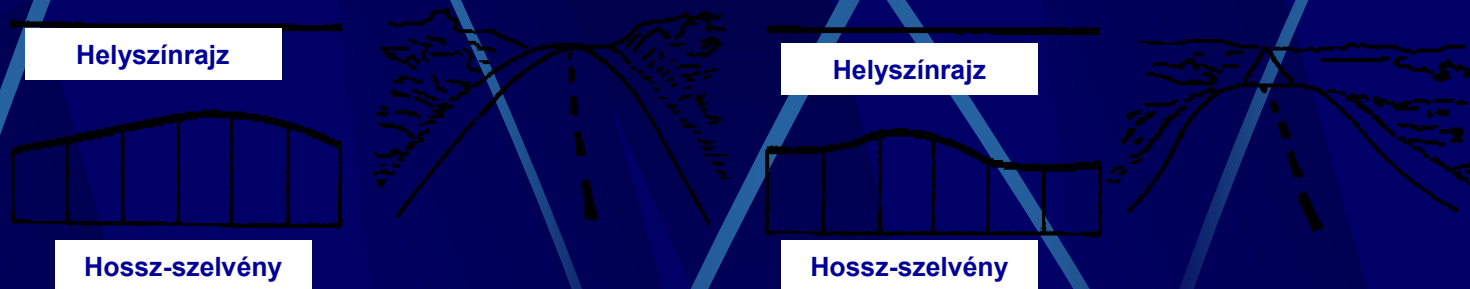
Példa rossz összehangolásra: az út eltűnik, vízszintes ívek „gerinctöröttek”



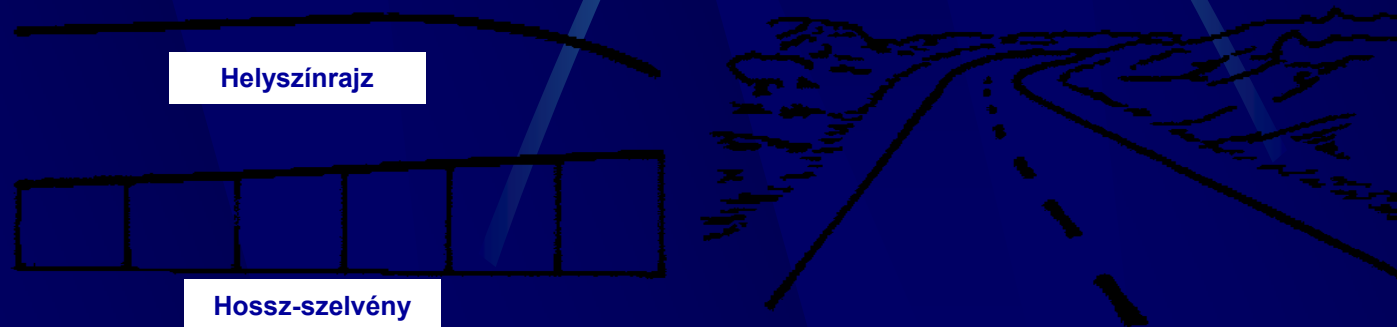
Az egyik síkbeli tengelymozgatás a másikban ne változatlansággal essék egybe



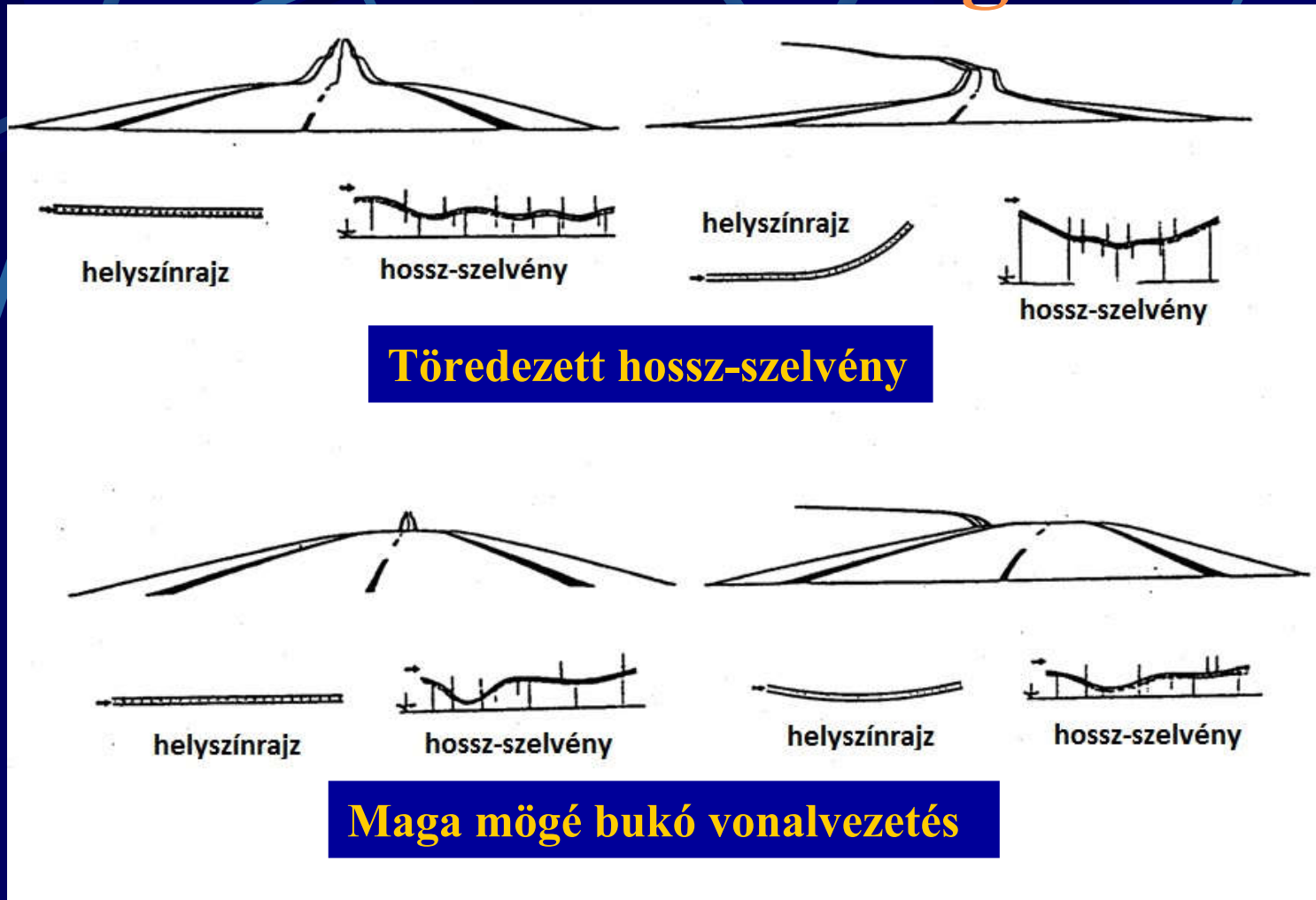
# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 4.



**Az egyik síkbeli tengelymozgatás a másikban ne változatlansággal essék egybe**



# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 5.



# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 6.



Domború lekerekítés  
egyenesben: eltűnik az út

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 7.



Példa kerülendő  
magassági  
vonalvezetésre



# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 8.



# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 9.

Domború lekerekítés egyenesben:  
merre tovább?



# 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.

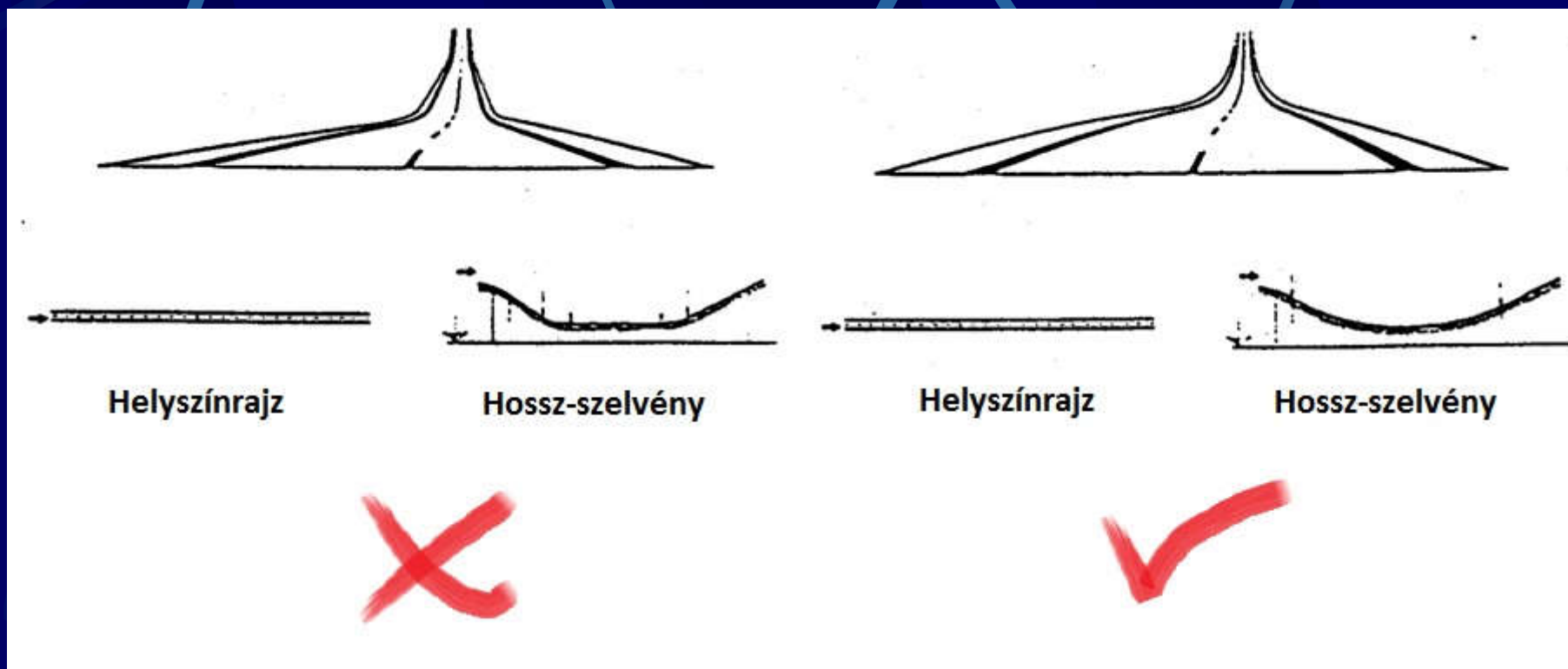


Észlelhetőség javítása

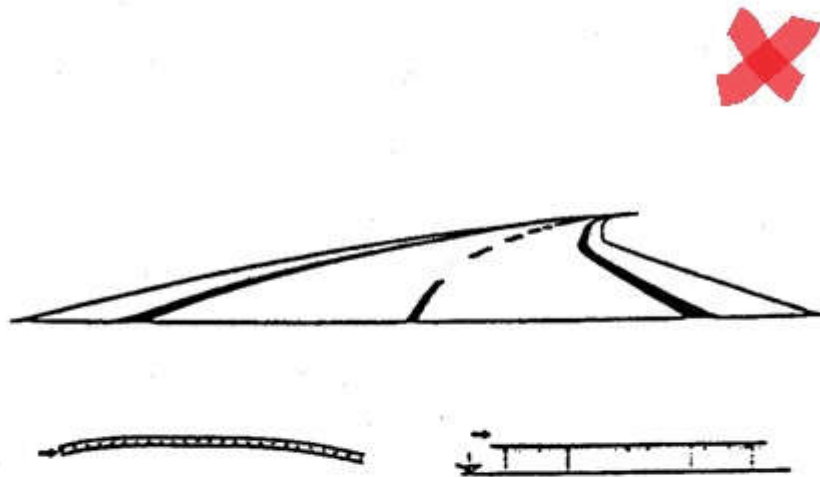
Forrás: Universitas-Győr Nonprofit Kft. Közúti biztonsági auditor tanfolyam 2012

# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 13.

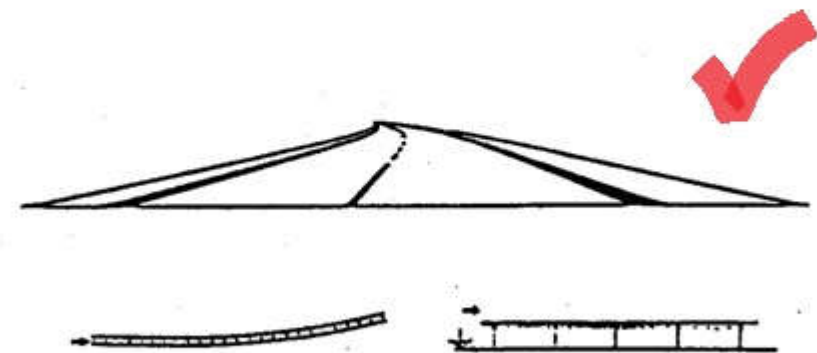
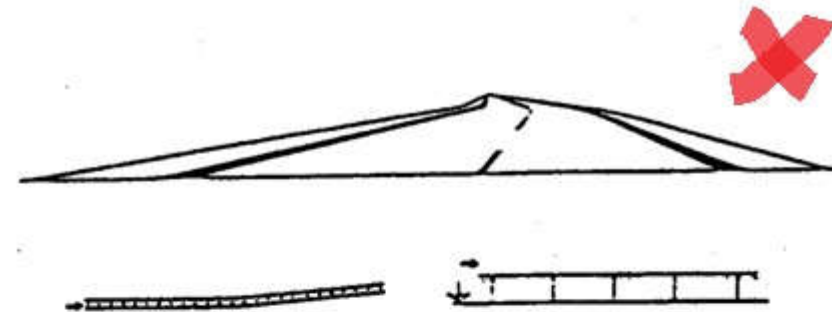
Homorú lekerekítés egyenesben:



# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 14.



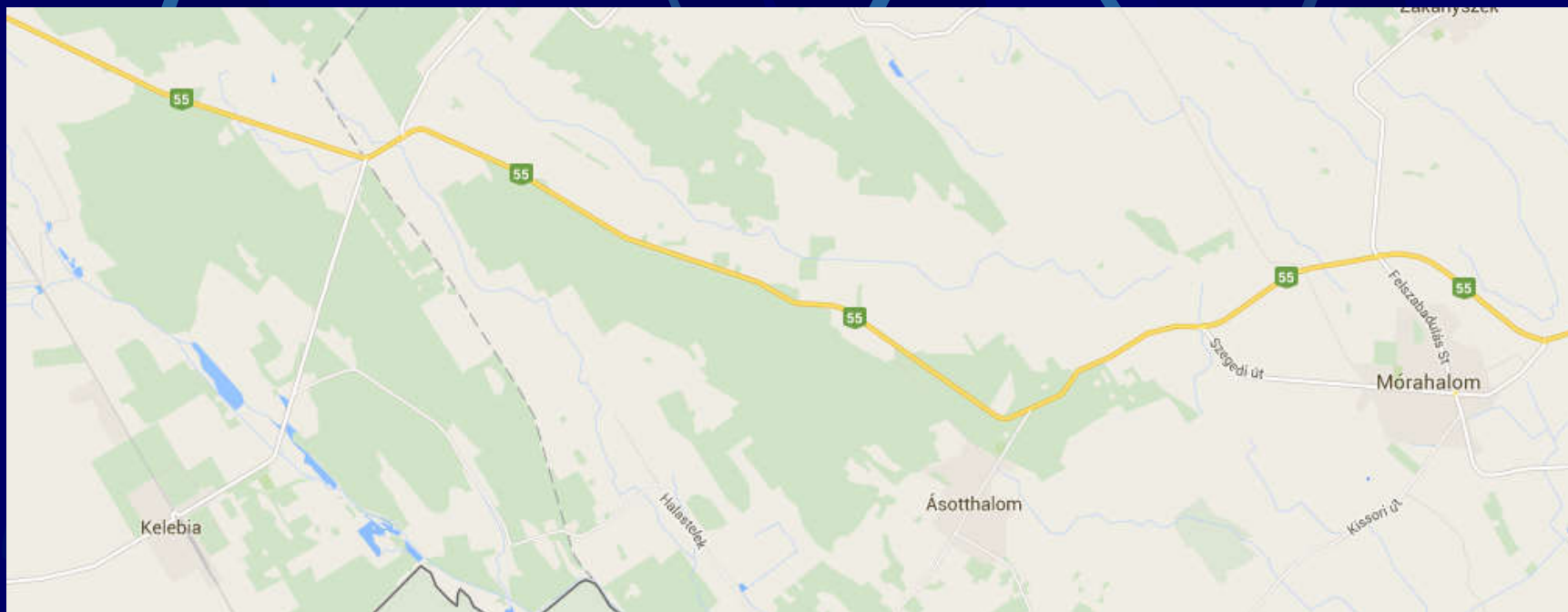
Kerülendők a rövid egyenes szakaszok helyszínrajzi ívek között



A kissugarú helyszínrajzi ív optikailag törésnek hat (ld. fent)

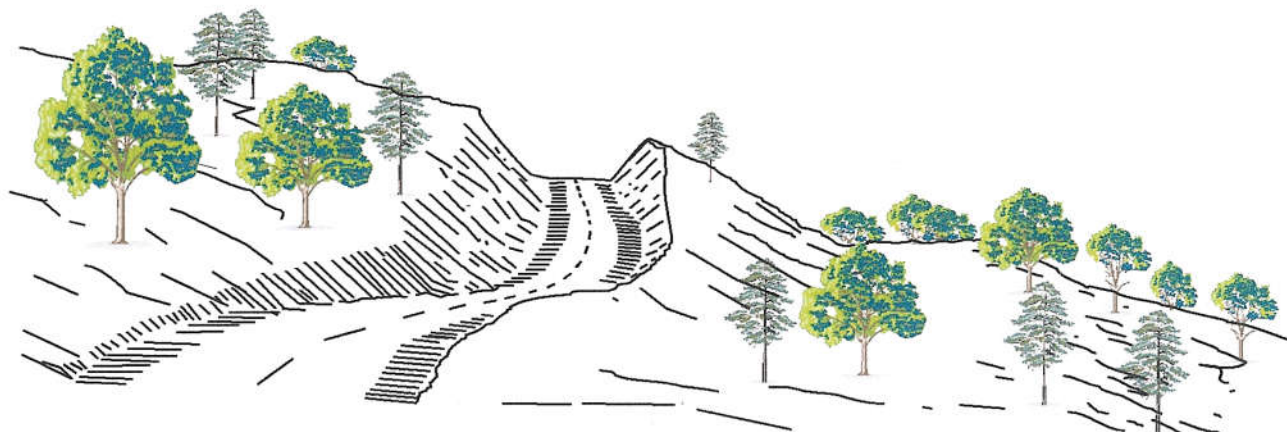
# Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 15.

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

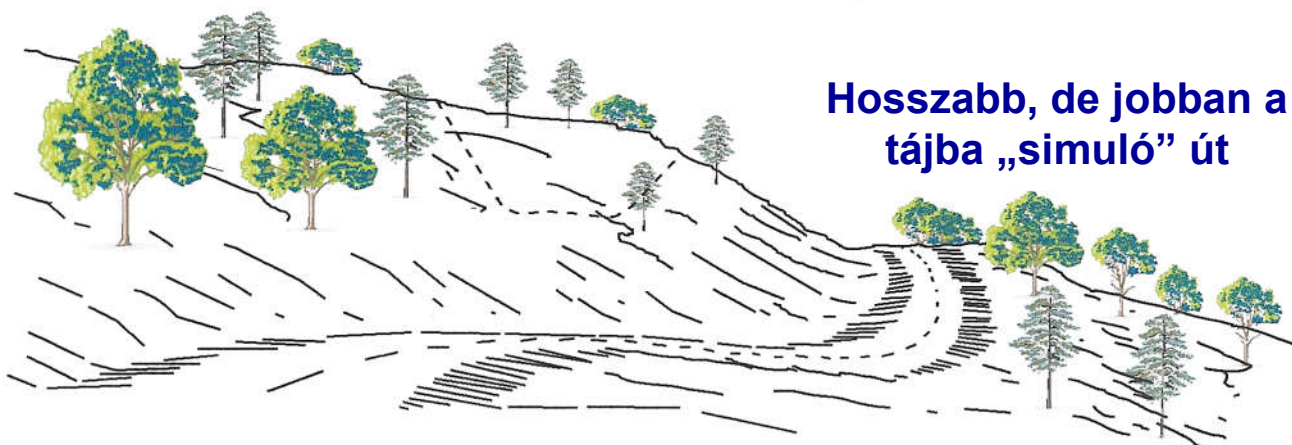




# Tájba illesztés 1.




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

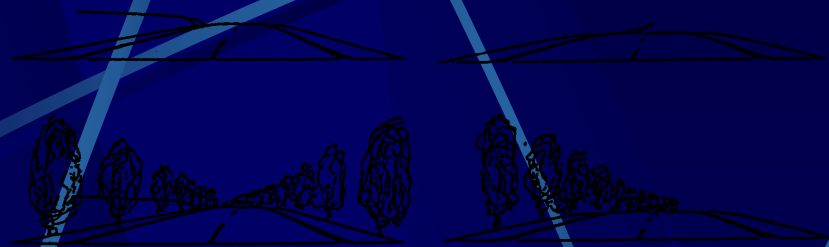


Helyszínrajz



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

**Köszönöm figyelmüket!**

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

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