

3. ELŐADÁS:

A FÜGGŐLEGES ÉS VÍZSZINTES VONALVEZETÉS ELEMELI, ÖSSZEHANGOLÁSUK

2016. február 19.

Dr. Lindenbach Ágnes

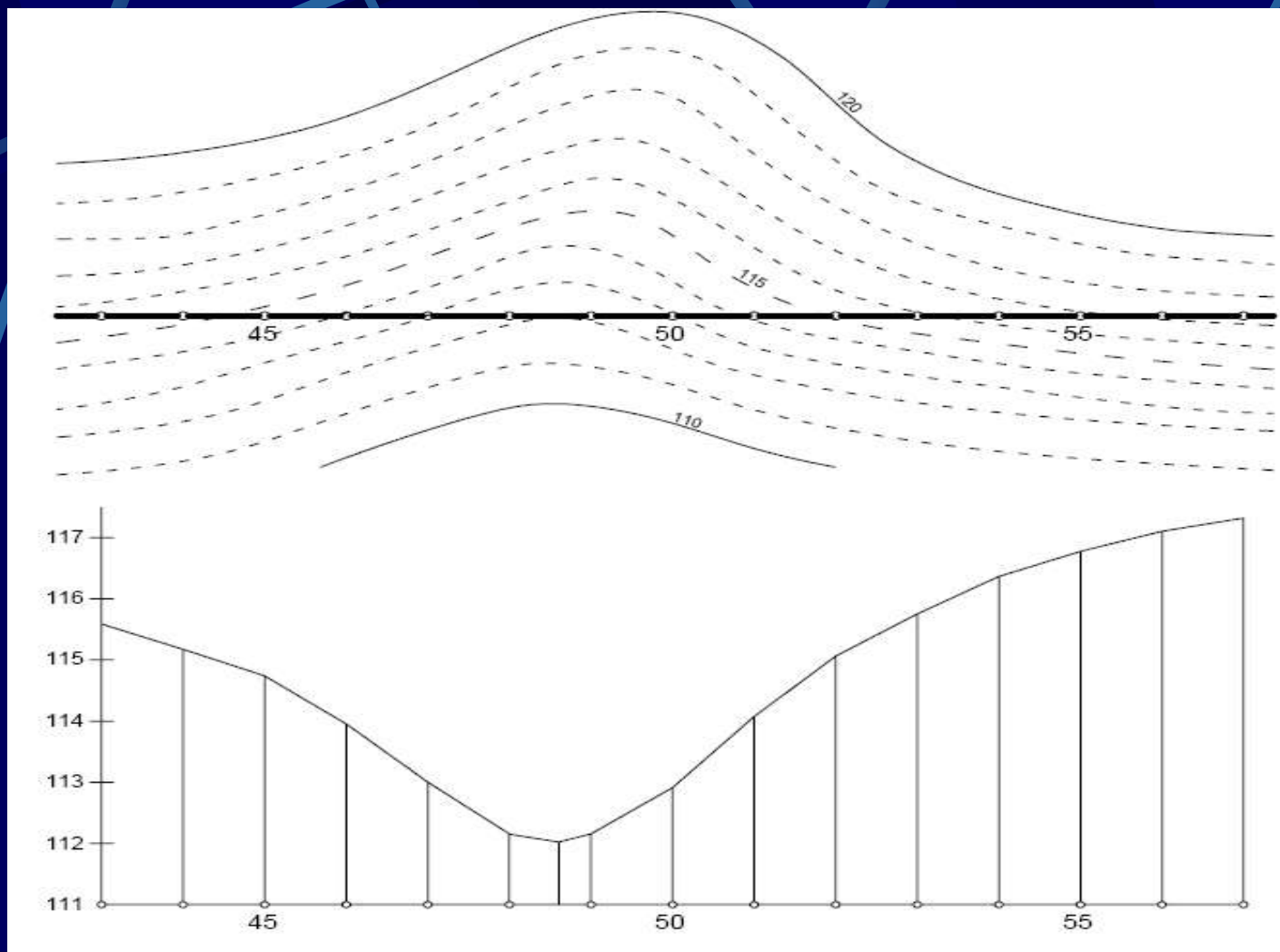
egyetemi tanár

PTE MIK

A vonalvezetés elemei

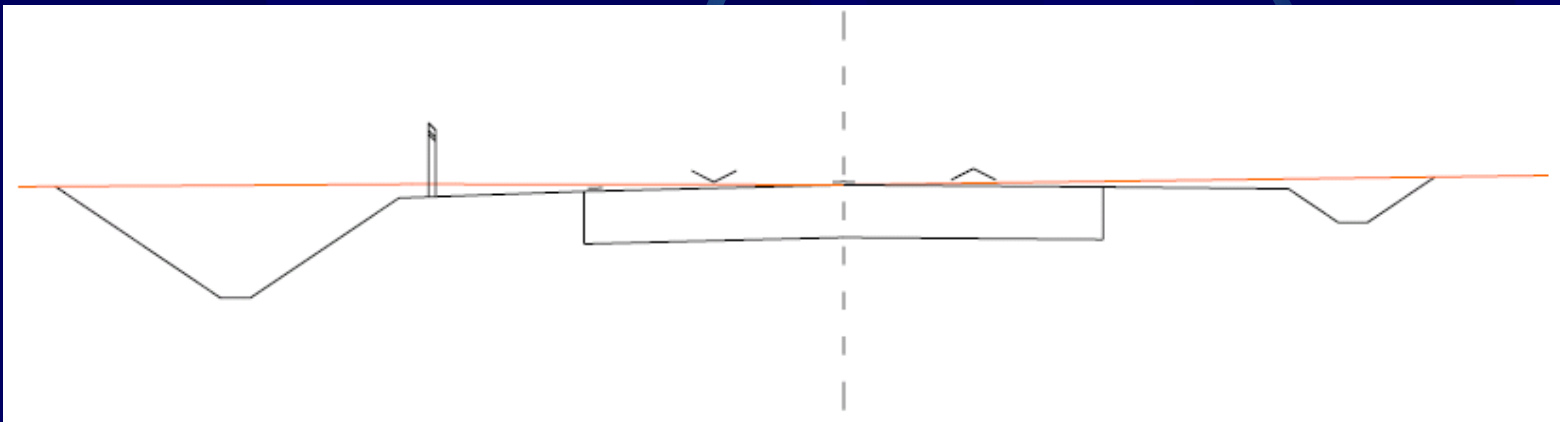
- ❖ **Vonalvezetés során az út térbeli helyzetét tervezzük meg, a vonalvezetést a 2 síkvetület határozza meg (vízszintes / magassági vonalvezetés).**
- ❖ **Az út vonalvezetése legyen:**
 - **dinamikai szempontból biztonságos (tervezési sebesség!!),**
 - **a vonal térbeli hatását tekintve esztétikai /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

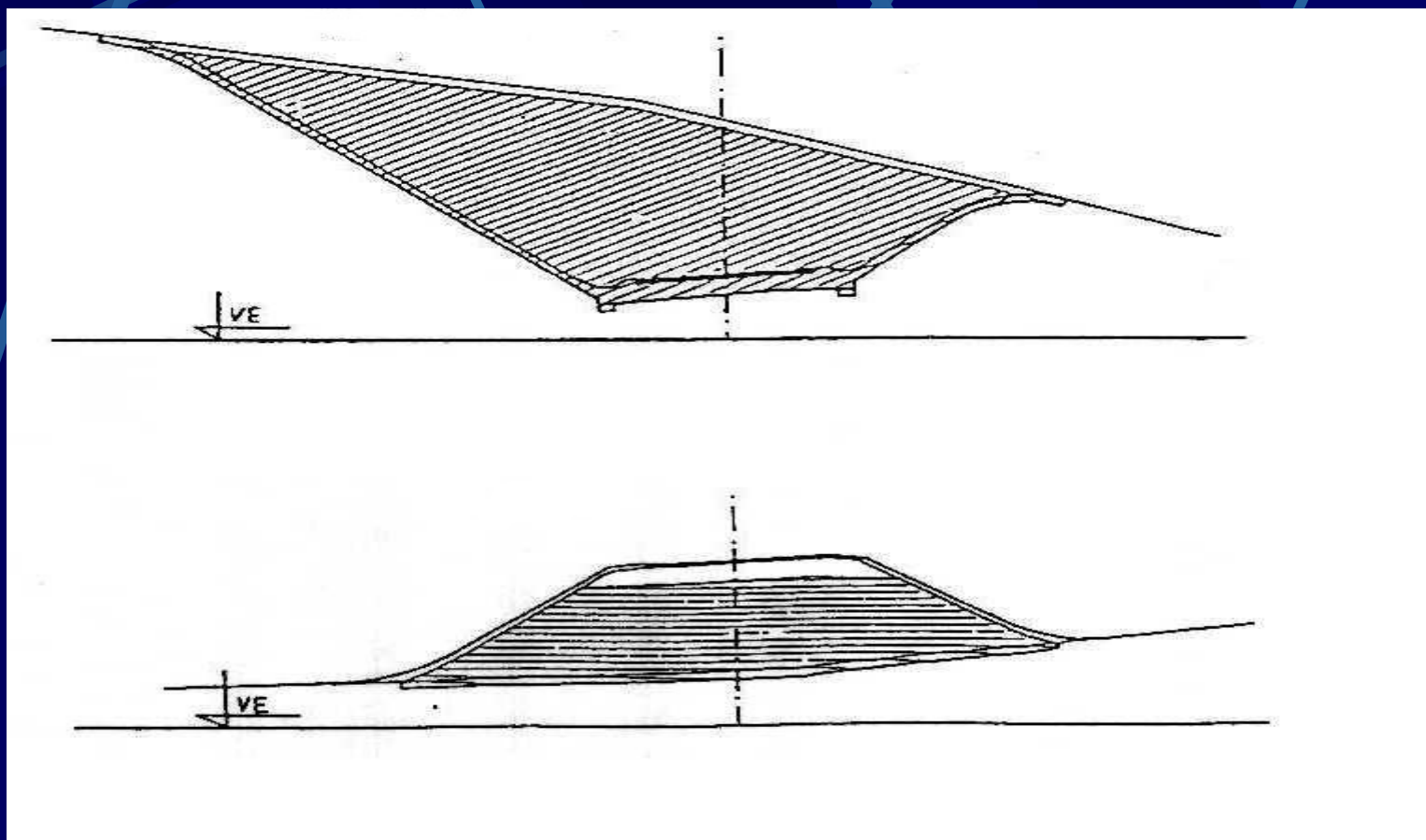


Keresztszelvény

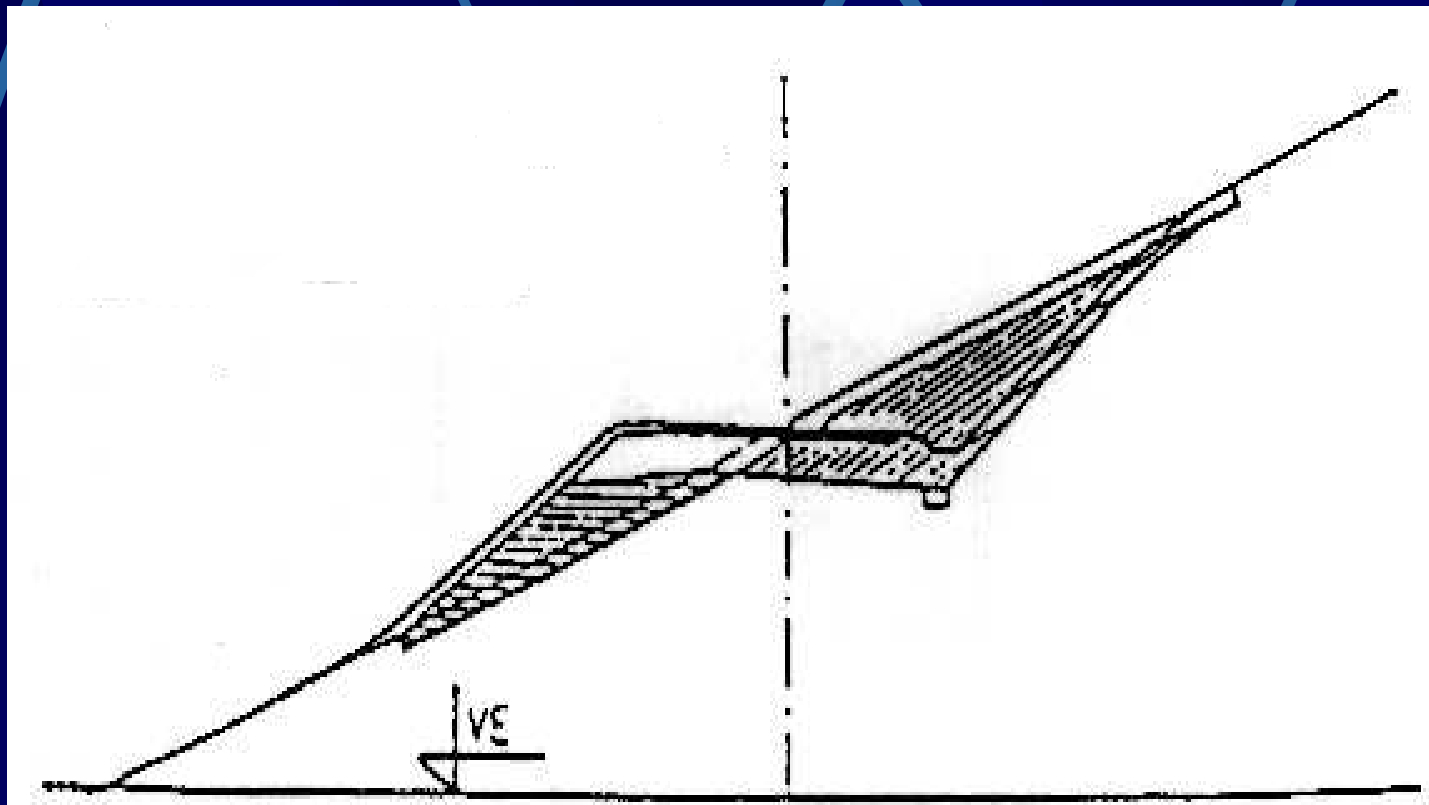
- ❖ **Az útnak a hossz tengelyre merőleges síkmetszete, ez alapján tervezzük a burkolatszélek vonalvezetését.**
 - töltés,
 - bevágás,
 - vegyes szelvény.



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

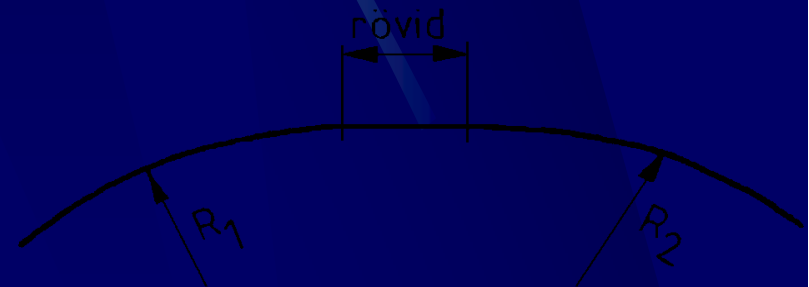
❖ *Körívek:*

- 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

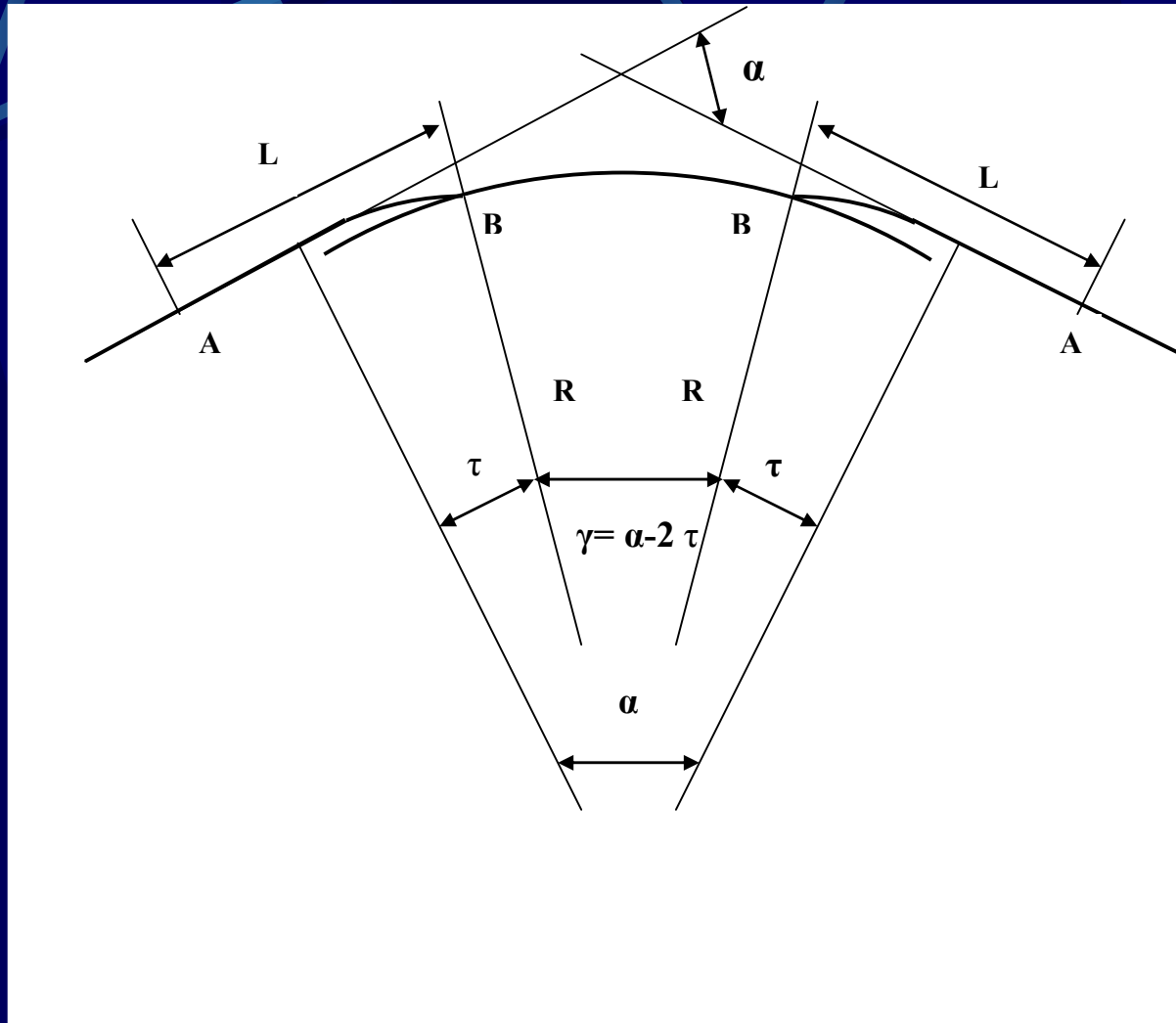
v_t [km/h] és	R [m] \geq
100	3000
80	1500
60	1000

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



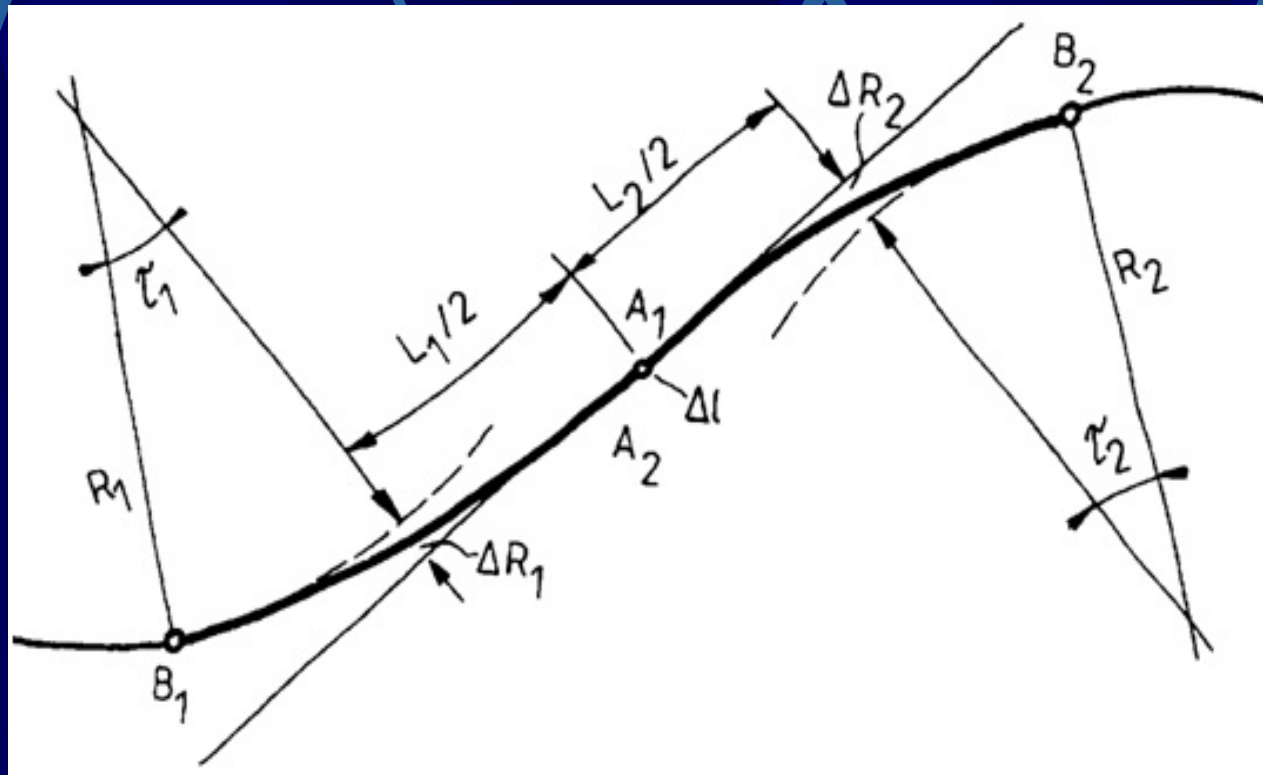
Vízszintes vonalvezetés – összetett ívek

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

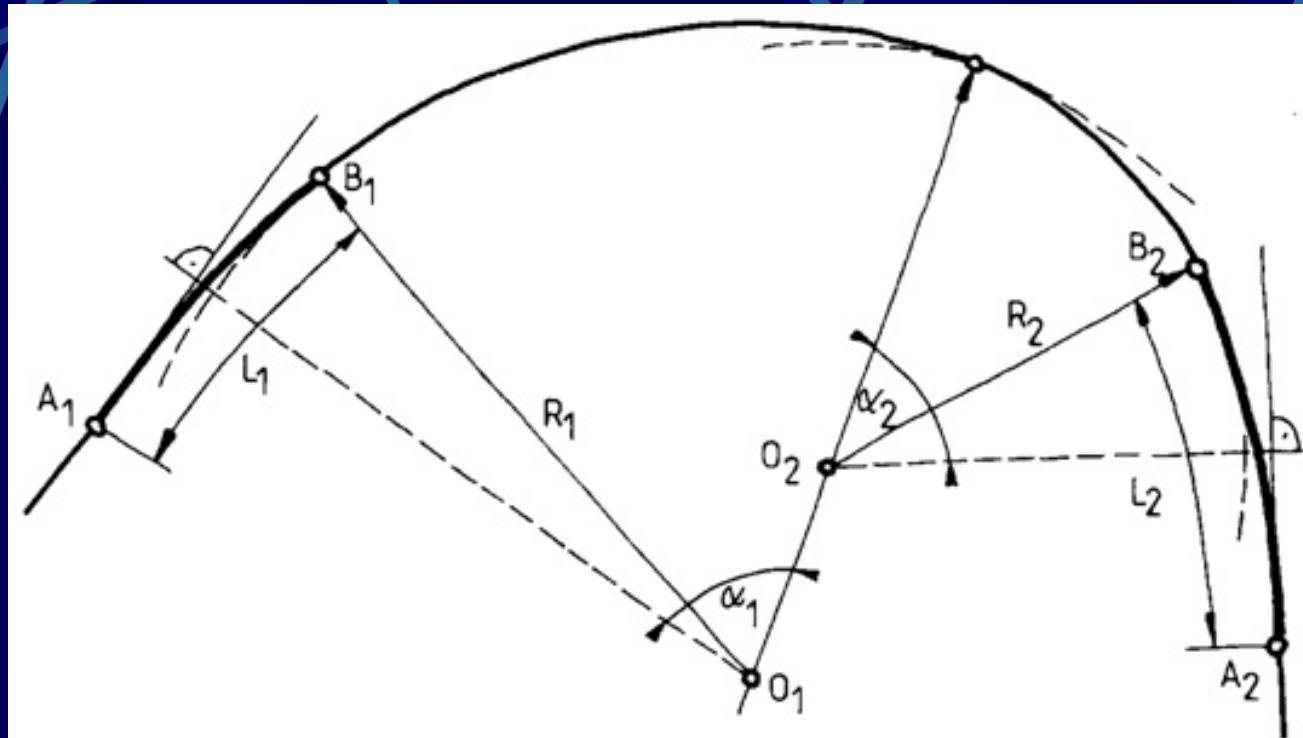
$$\Delta l \leq 0.03 \cdot (p_1 + p_2) \text{ [m]}$$

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.

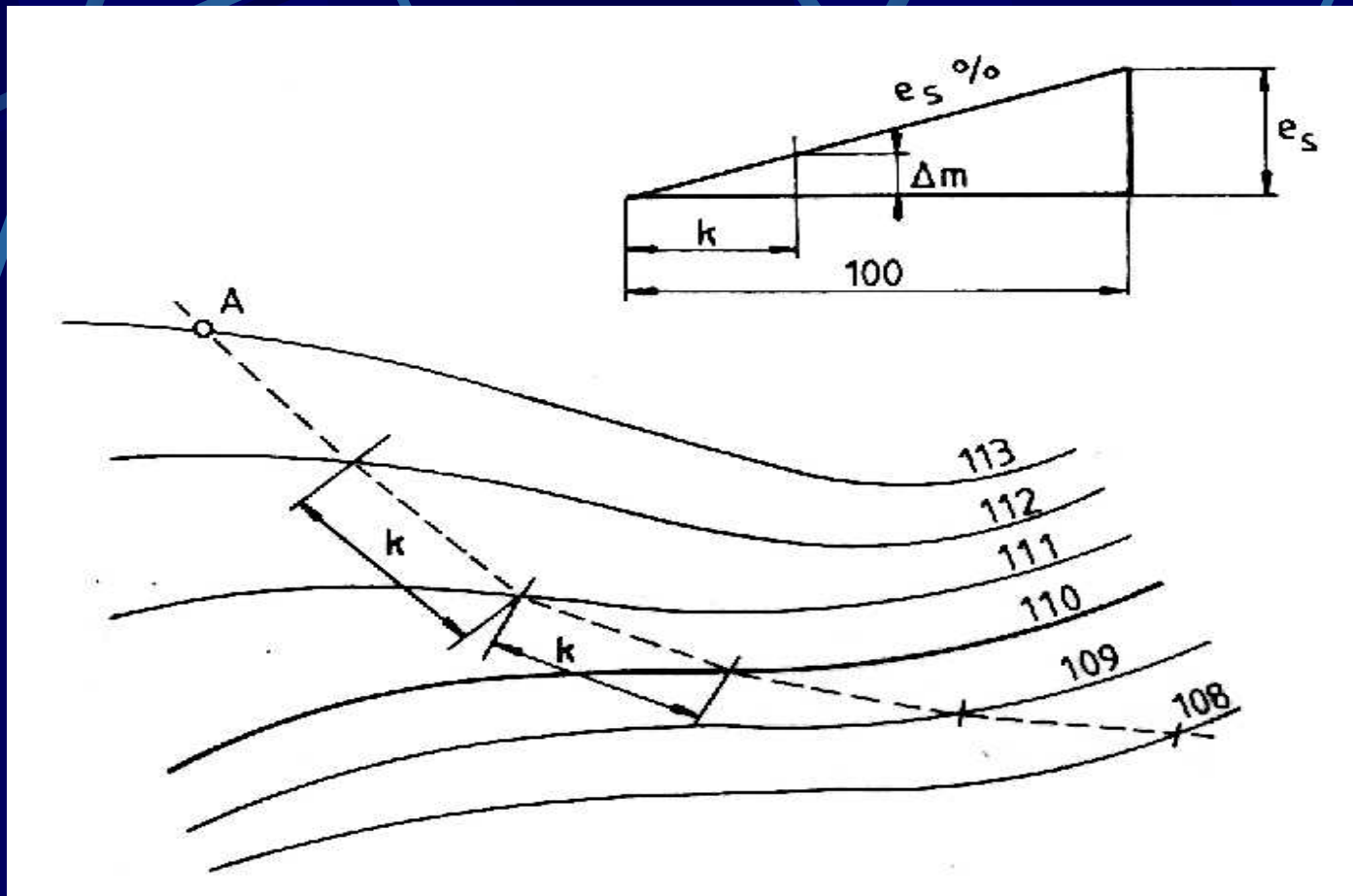
Magassági vonalvezetés 3.

- ❖ *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
 *ΔM a magasságkülönbség,
 *ΔH a becsült távolság,
*a kiinduló- és a végpont között.***

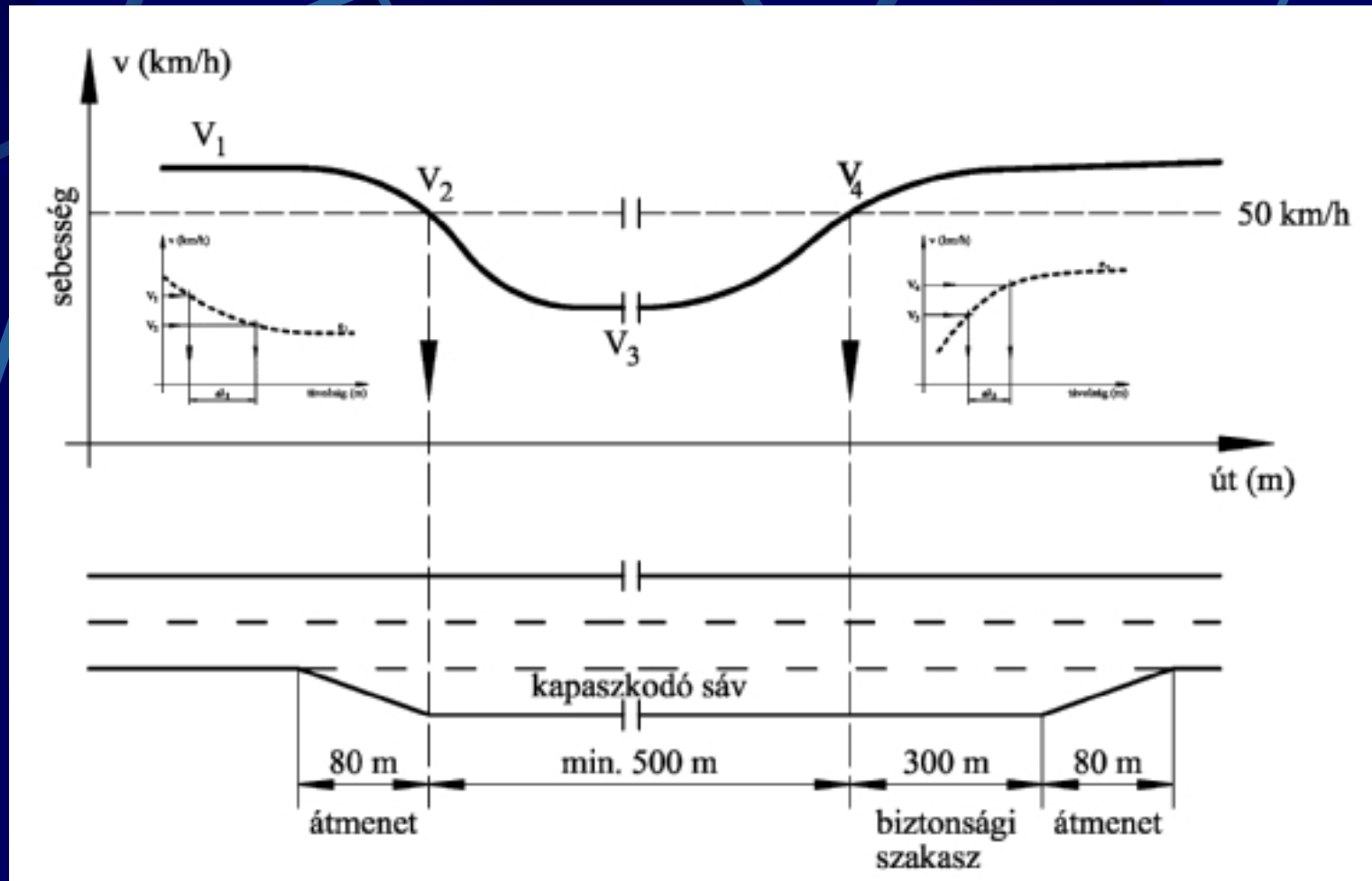
Semleges vonal



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.

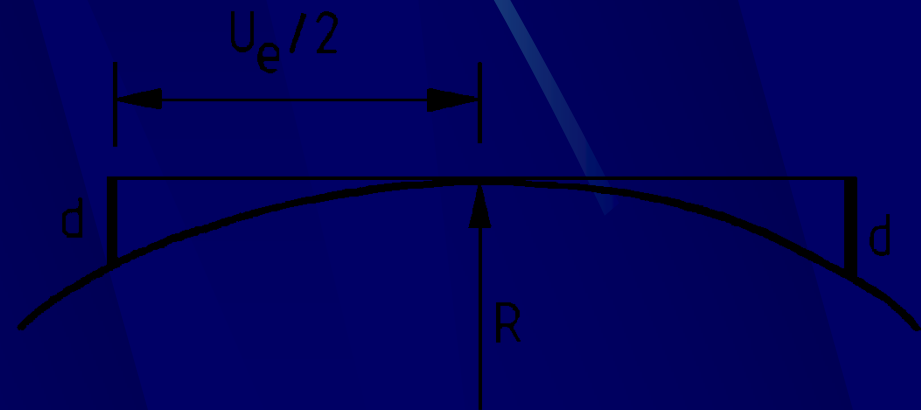
- ❖ A domború lekerekítés tervezésénél figyelembe veendő egyik előrelátási feltétel, hogy az U_e [m] *előzési látótávolságra* kell d [m] magasságot előrelátni, ahol

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

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

innen:

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



Domború lekerekítés 2.

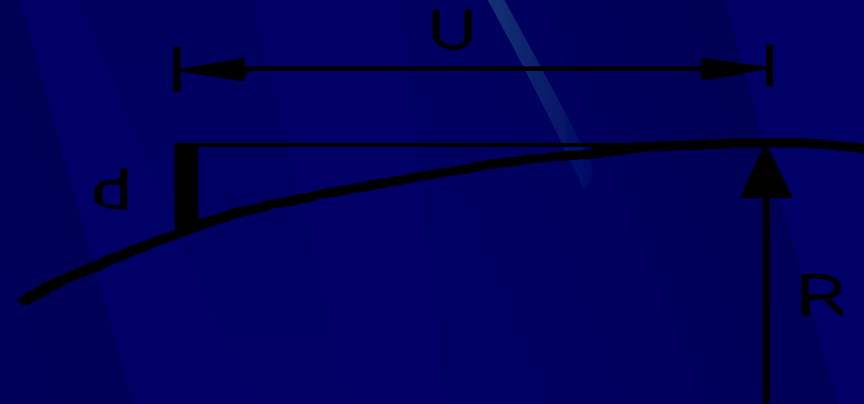
- ❖ A *domború lekerekítés* tervezésénél figyelembe veendő másik előrelátási feltétel, hogy az U [m] *megállási látótávolságra* kell d [m] magasságot előrelátani:

[$y = x^2/(2 \cdot R)$ „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.

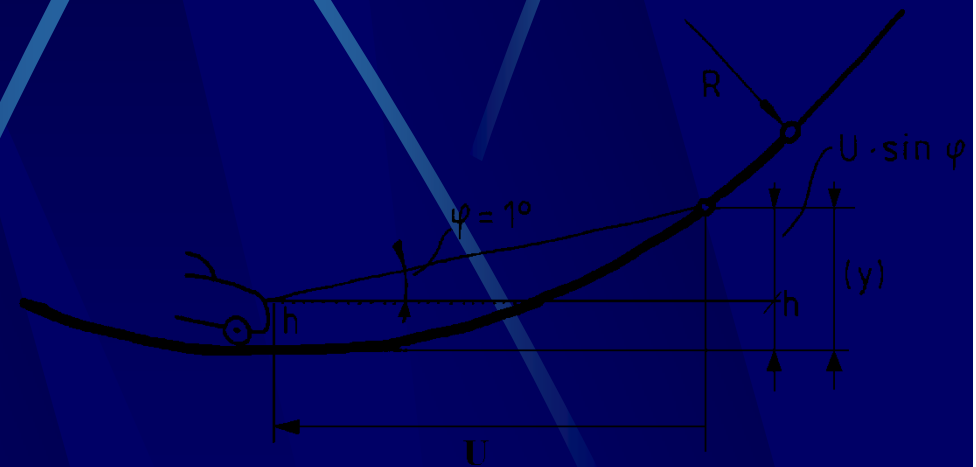
Homorú lekerekítés 1.

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



Domború lekerekítés 3.

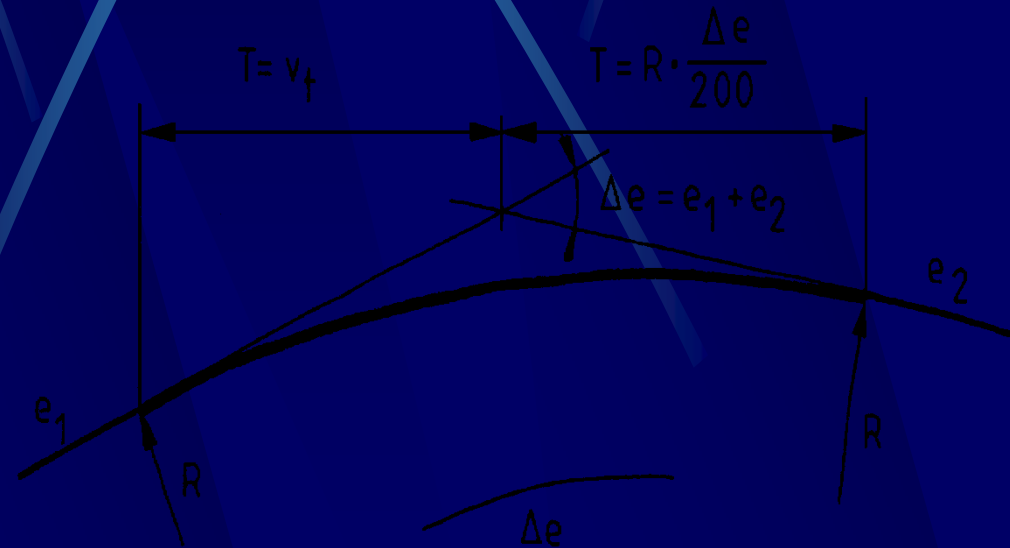
❖ Domború lekerekítés tervezésekor figyelembe veendő *esztétikai* feltétel, hogy a lekerekítő ív T [m] tangens hossza egyenlő legyen a v_t [km/h] tervezési sebességgel (töredezettség!):

❖ 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/s²] függőleges irányú gyorsulás ne haladjon meg egy *kényelmi és biztonsági szempontból* megengedett értéket.

❖ Felhasználjuk itt az

➤ $a_v = 0,5$ m/s² értéket és az ismert

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

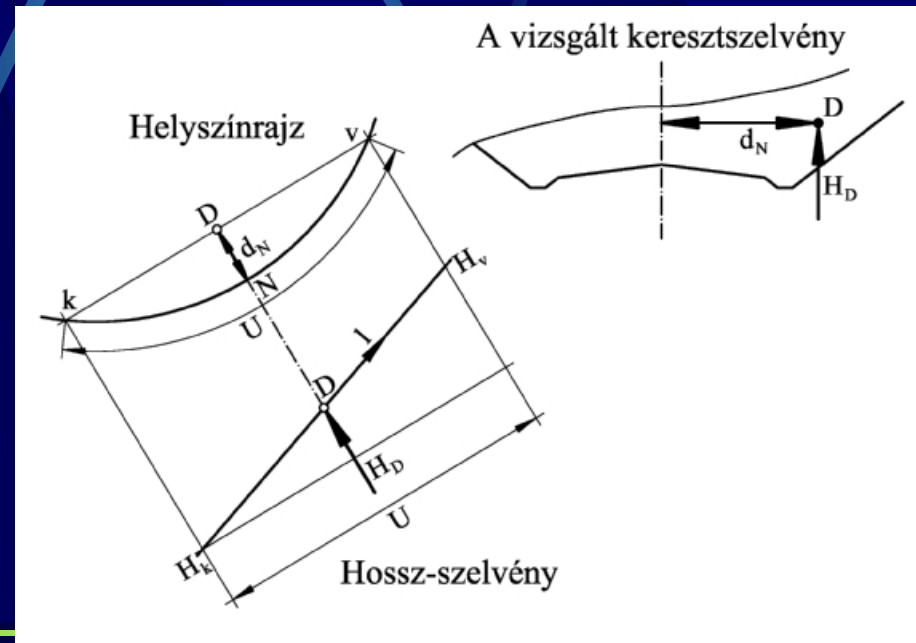
❖ A v helyére a v_t tervezési sebességet írva kapjuk,

hogy:

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

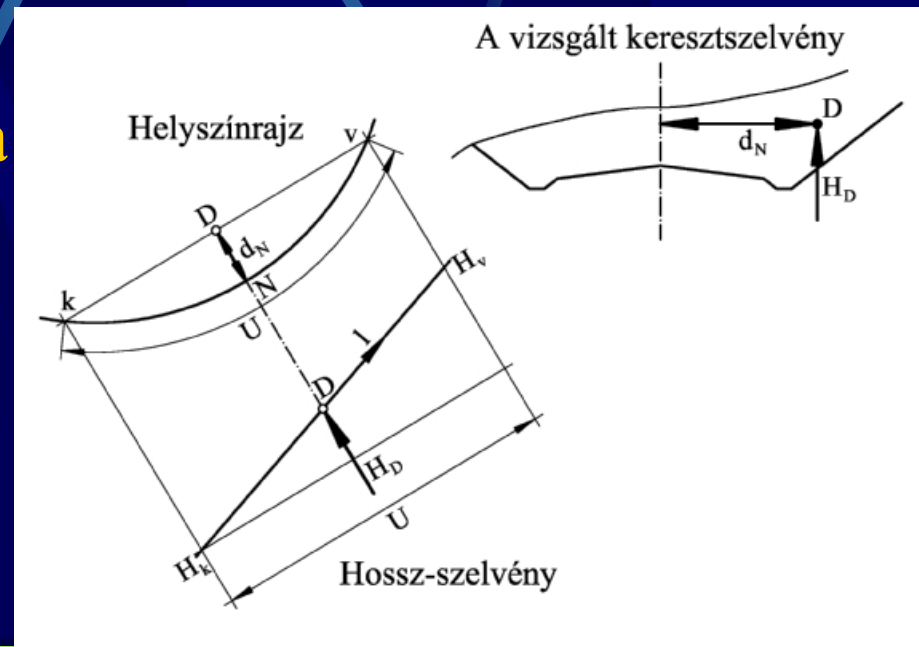
Látótávolság ellenőrzése 1.

- ❖ 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 keresztszelvényben az l látó-vonal D töréspontját.
- ❖ A jármű vezetőjének a k pontból U [m] távolságra kell előre látnia.



Látótávolság ellenőrzése 2.


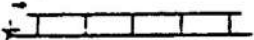


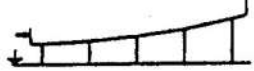

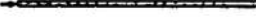
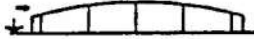

- ❖ A hossz-szelvényben a H_k a tengely magasságának és a rendszerint 1,0 m-es, vagy 1,20 m-es szemmagasságnak az összegét jelenti.
- ❖ A H_v a tengely magassága a hossz-szelvényben a v pontban.




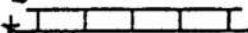


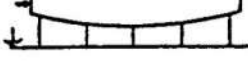


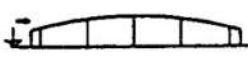

Térbeli vonalvezetés

- ❖ **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.

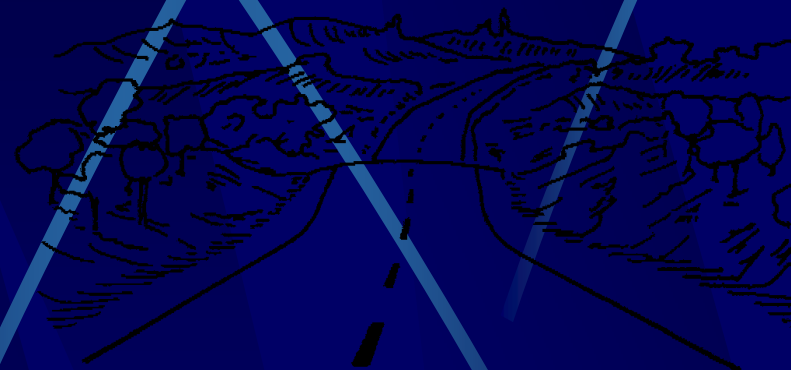
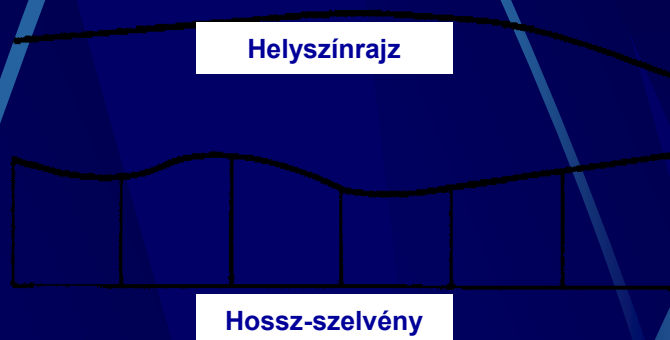
Helyszínrajz	Hossz-szelvény	Térben
 <p>Egyenes</p>	 <p>Egyenes</p>	 <p>Egyenes állandó hosszeséssel</p>
 <p>Egyenes</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Egyenes völgyben</p>
 <p>Egyenes</p>	 <p>Lekerekítés</p>	 <p>Egyenes hegytetőn</p>

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.

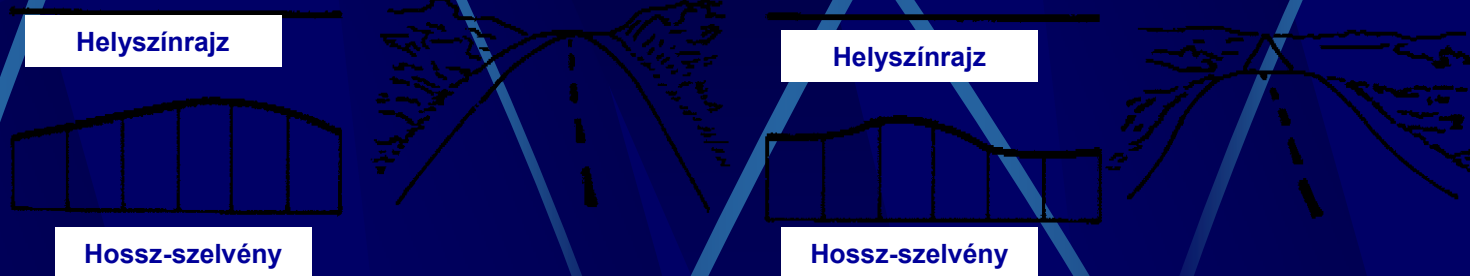
Példa rossz összehangolásra: az út eltűnik, vízszintes ívek „gerinctöröttek”



Az egyik síkbeli tengelymozgatás a másikban ne változatlansággal essék egybe



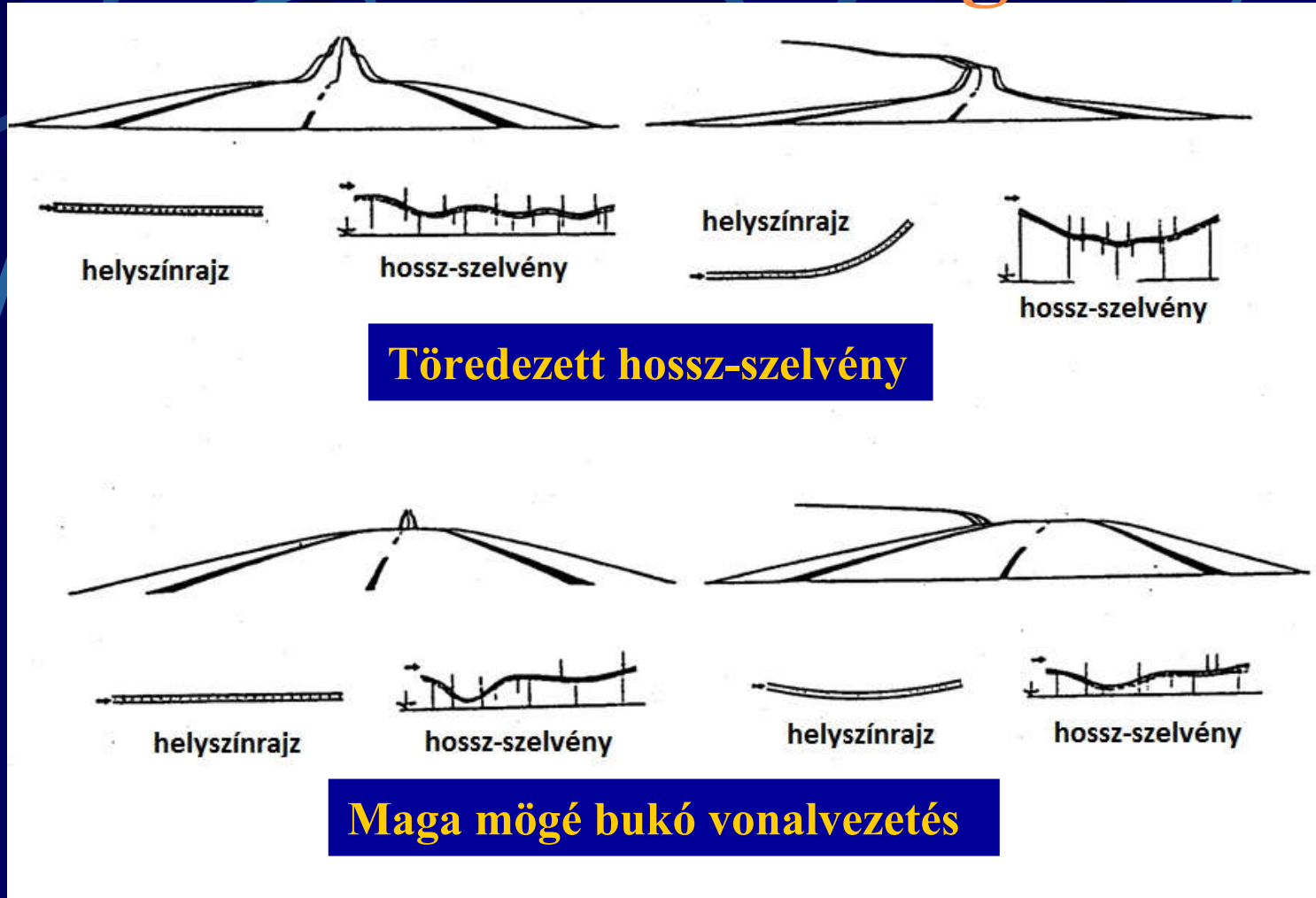
Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 4.



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.



Domború lekerekítés egyenesben:
jön szembe valaki vagy sem?

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

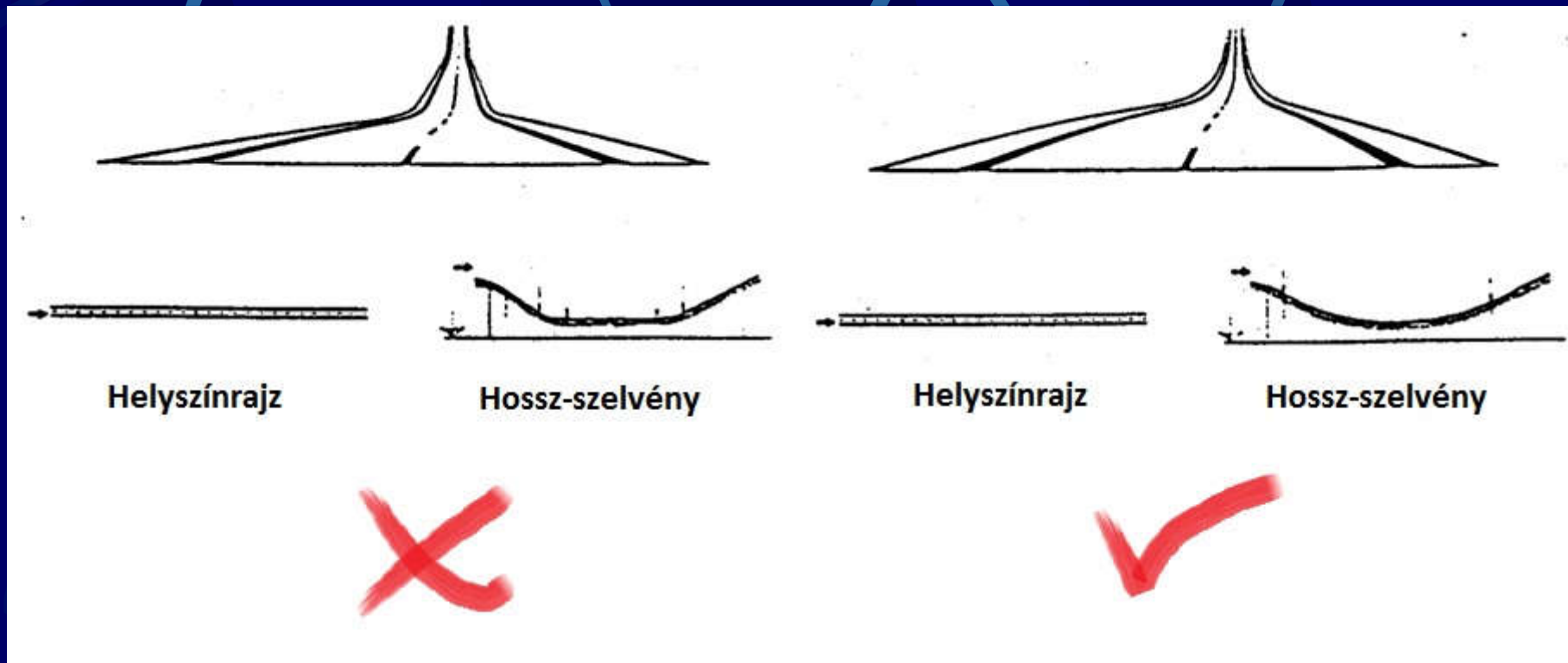
Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 12.



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

Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 13.

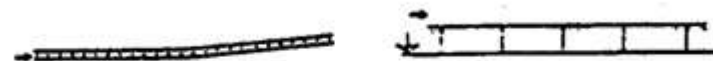
Homorú lekerekítés egyenesben:



Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 14.



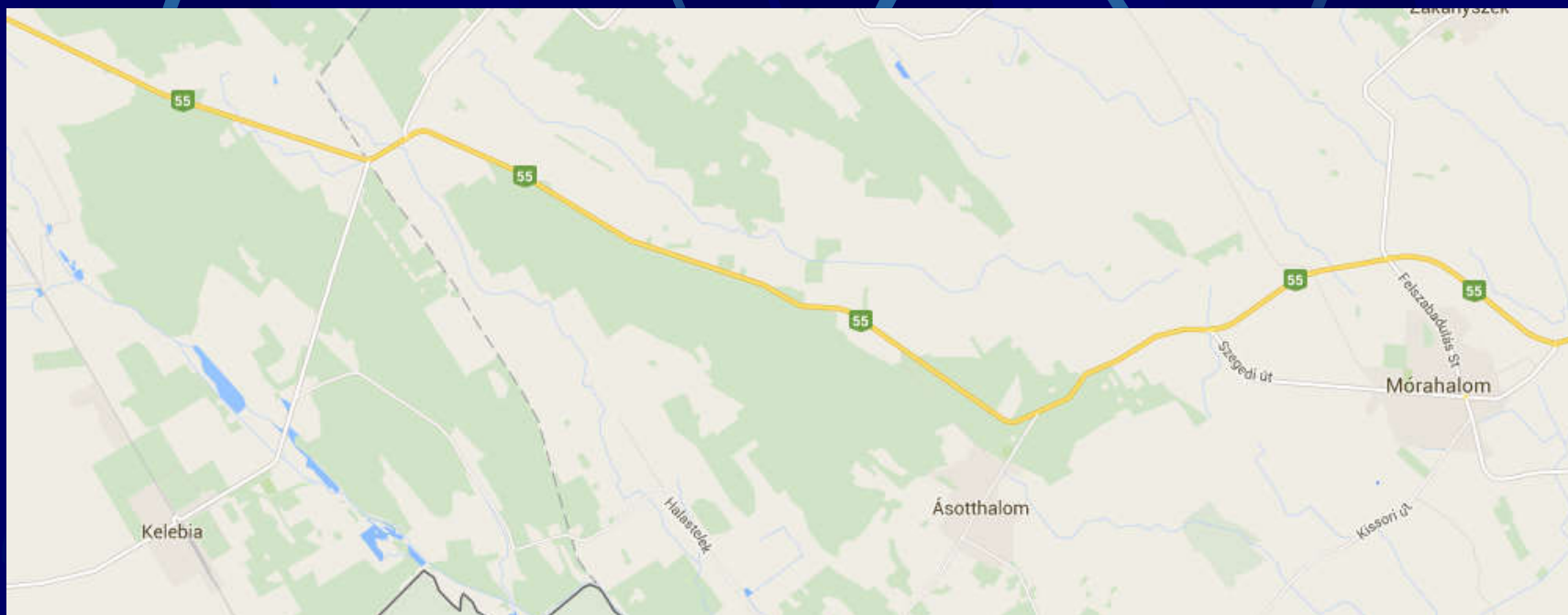
Kerülendők a rövid egyenes szakaszok helyszínrajzi ívek között



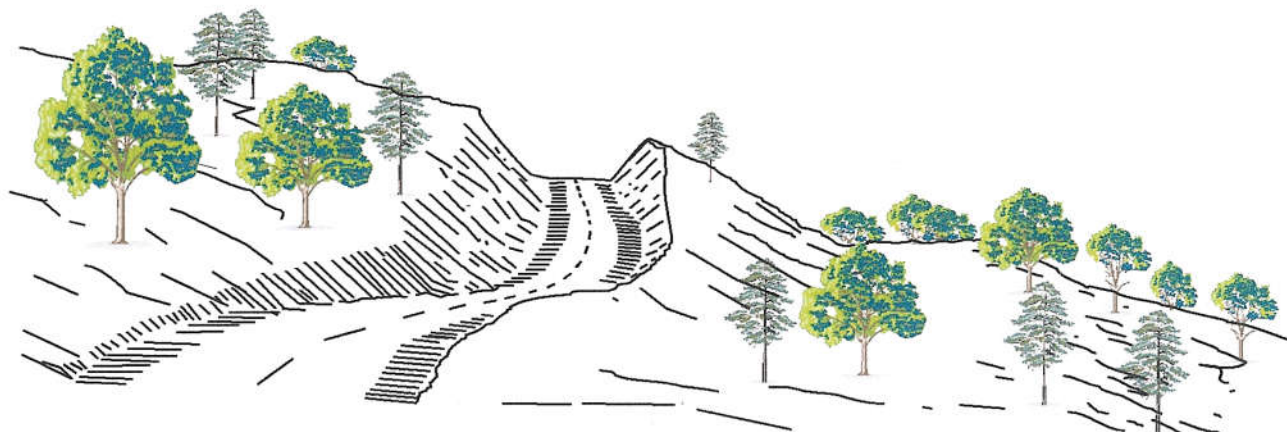
A kissugarú helyszínrajzi ív optikailag törésnek hat (ld. fent)

Vízszintes és függőleges vonalvezetés összehangolása 15.

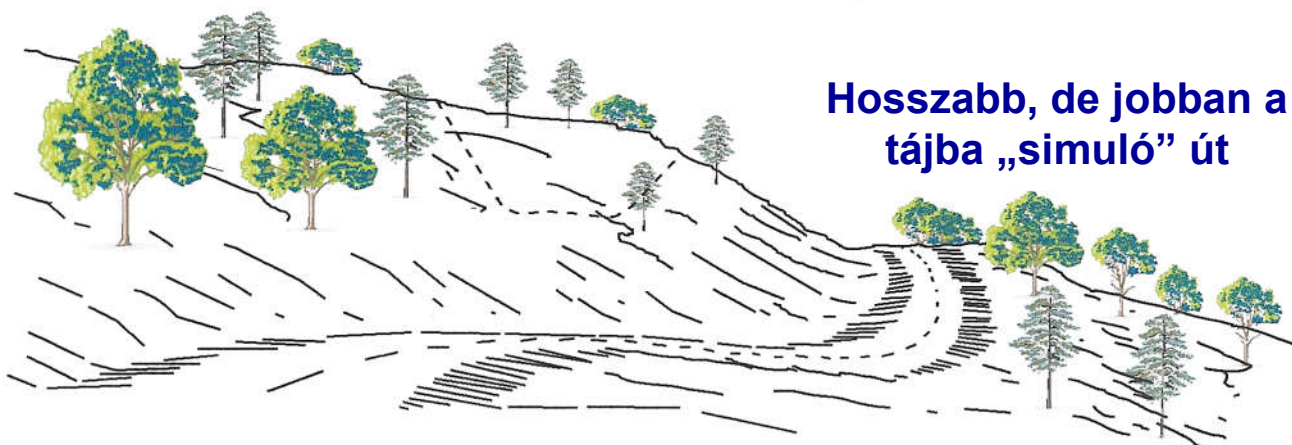
Hosszú egyenes szakaszokat követő kissugarú ív →
pályaelhagyásos balesetek
pl.: 55. sz. főút Mórahalom – Kelebia szakasz



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

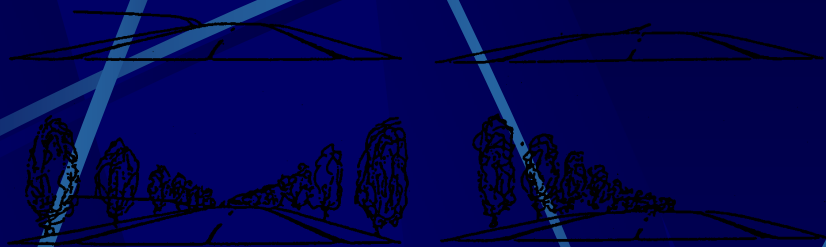


Helyszínrajz



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