

# Vasúti pálya-geometria diagnosztizálására használt alternatív módszer

## An alternative method used to diagnose track geometry

Dr. KÖLLŐ Gábor<sup>1</sup>, Dr. ORBÁN Zsolt László<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kolozsvári Műszaki Egyetem, Observatorului utca, 72-74 sz., 400363 Kolozsvár

### ABSTRACT

*The most important task of railway maintenance is to maintain the designed and built track geometry, meaning to keep the geometric elements within the permissible dimensional tolerances. The track geometry is always designed for a maximum speed. If the geometric elements can be kept within the permissible dimensional tolerances, there is no need for a speed limit. This geometry is called an accepted (tolerant) geometry, which is not the same as the designed geometry.*

*In this study, a track diagnostic method is presented that can be used to easily determine the geometry of a railway track: superelevation, the versin variation of the chord, rail dips and curvature transition.*

### KIVONAT

*A vasúti karbantartás legfontosabb feladata a vágány tervezett és kivitelezett geometriájának a megtartása vagyis a geometriai elemeknek a megengedett mérettűrések között tartása. A pálya-geometriát mindig egy maximális sebességre tervezik. Ha a geometriai elemeket sikerül a megengedett mérettűrések között tartani, akkor nincs szükség sebességkorlátozásra. Ezt a geometriát elfogadott (tűrt) geometriának nevezzük, amely nem ugyanaz mint a tervezett geometria.*

*Ebben a tanulmányban bemutatásra kerül egy pálya-diagnosztikai módszer amely segítségével könnyen meghatározható a vasúti pálya geometriája: túlemelés-átmenet, nyílmagasság, sínsüppedések és görbület-átmenet.*

**Kulcsszavak:** vasút, pálya-geometria, diagnosztizálási módszer, húrmagasság, görbület-átmenet.

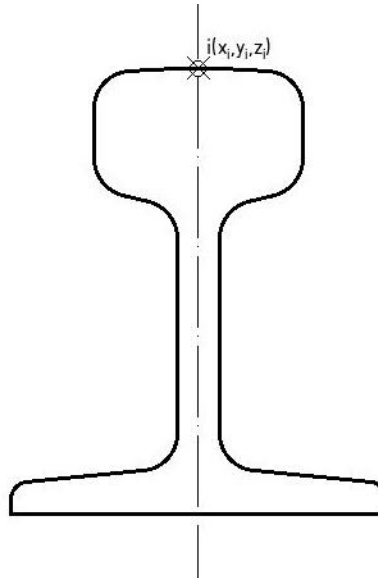
## 1. BEVEZETÉS

A klasszikus vasút-felépítmények esetében (vasúti sínek, zúzottkő ágyazatba helyezett vasúti aljak), a jármű és a sín közötti kölcsönhatás miatt, a sínek kis térbeli elmozdulásoknak vannak kitéve. Kiderül, hogy az idő múlásával a tervezett geometria a geometria egy másik fázisára változik – elfogadott geometria vagy tűrt geometria (ebben az esetben a geometriai elemek értéke kisebb a megengedettnél). Feltéve, hogy a karbantartási beavatkozás késik, a pálya elérheti az intolerancia geometriát, ahol a geometriai elemekbe való beavatkozás vagy a forgalom sebességének csökkentése kötelező.

A bemutatott elv alapján a lehető legpontosabban meg kell ismerni a pálya geometriáját: túlemelés-átmenet, nyílmagasság, sínsüppedések, görbület-átmenet, stb.

## 2. AZ ADOTT VASÚTI PÁLYA-GEOMETRIA DIAGNOSZTIZÁLÁSÁRA HASZNÁLT MÓDSZER

Jelenleg léteznek eszközök és módszerek amelyekkel könnyen meghatározhatjuk a sínfej felső részén, a sín tengelyén elhelyezkedő pontok relatív koordinátáit (1. ábra).



1. ábra

*A sín tengelyén elhelyezkedő pontok relatív koordinátái*

Ezen pontok sűrűsége a lehető legmagasabb lehet (10...50 cm). Az erre a célra tervezett berendezést, Dr. Köllő G. tudományos irányítása alatt elkészített, Erdelyi Marcell doktori tézisében került bemutatásra. A mérőeszközt a 2. ábra mutatja be.

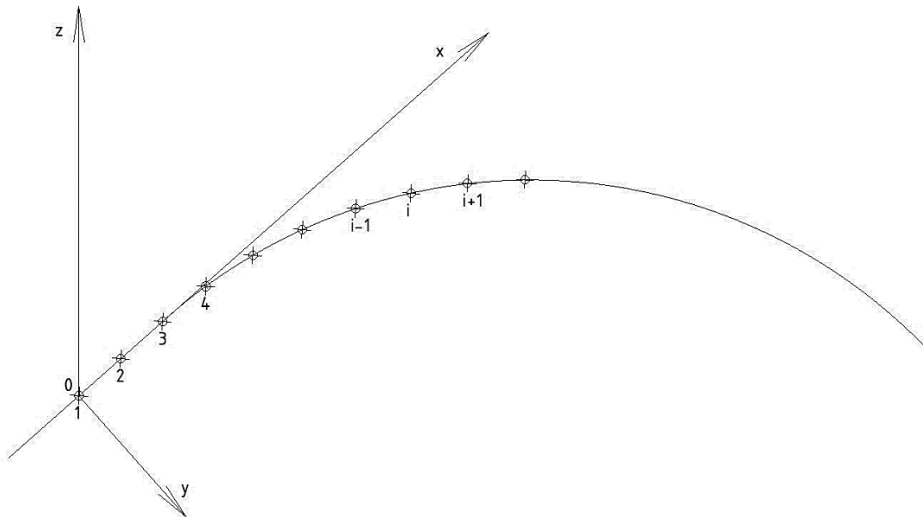


2. ábra

*Mérőeszköz [3]*

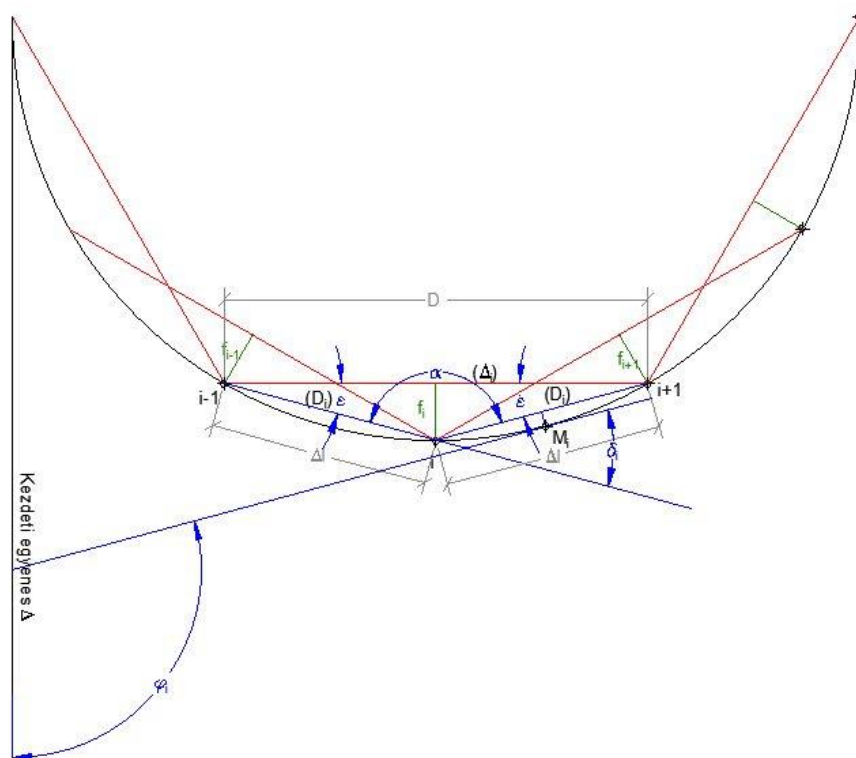
A méréseket mindig a pálya egyenes szakaszán kezdjük (pl. hektométerkőtől - 3. ábra)

A pálya működtetése és karbantartása szempontjából, a három koordináta által meghatározott és kellő pontsűrűséggel felvett pontok által, megfelelő pontossággal meghatározható a görbe geometriai leírása. A 300 m-nél nagyobb sugárú görbénél, ahol a pontok közötti távolság legfeljebb 10 m, a húr és a körív hossza közötti különbséget el lehet hagyni.



3. ábra  
A három koordináta által meghatározott és kellő pontsűrűséggel felvett pontok

A görbét azonos hosszúságú ( $D_i$ ), sokszögű vonallal lehet asszimilálni,  
A 4. ábra bemutatja a húrmagasságot, illetve a húrok közötti szögek meghatározásához szükséges geometriai elemeket.



4. ábra  
Húrmagasság és a húrok közötti szögek meghatározásához szükséges geometriai elemek

$$\delta_{i-1} \neq (D_{i-2}, D_{i-1}) \quad \varepsilon_{i-1} \neq (D_{i-1}, \Delta_{i-1})$$

$$\delta_i \neq (D_{i-1}, D_i) \quad \varepsilon_i \neq (D_i, \Delta_i)$$

$$y - y_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \cdot (x - x_i) \quad (D_i) \quad (1)$$

$$y - y_i = \frac{y_{i+2} - y_i}{x_{i+2} - x_i} \cdot (x - x_i) \quad (D_i) \quad (2)$$

Az  $i-1$ ,  $i$ ,  $i+1$  sokszögű vonal oldalai az (1) egyenlet által megadott  $(D_i)$  egyenesek metszéspontjaiból származnak.

Az  $i-1$ ,  $i+1$  pontokat összekötő  $(D_i)$  egyenes segítségével az (4) reláció által megadott  $f_i$  húrmagasság határozható meg, illetve a  $(D_{i-1})$  egyenes segítségével az  $f_{i-1}$  húrmagasság kerül meghatározásra.

Az  $i-1$ ,  $i$ ,  $i+1$  sokszögű vonal oldalainak szögeit  $d_i$ -vel jelöljük. Figyelembe véve a  $d_i \approx \text{tg } d_i$  megközelítést (mivel az  $d_i$  szögek nagyon kicsik), meghatározhatjuk az  $d_i$  szögeket a következőképpen:

$$\delta_i \approx \text{tg } \delta_i = \frac{\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} - \frac{y_i - y_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}}{1 + \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \cdot \frac{y_i - y_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}} \quad (3)$$

Az  $i$  pont  $f_i$ -vel jelölt húrmagasságát a (4) relációval számoljuk.

$$f_i = \frac{\left| \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{x_{i+1} - x_{i-1}} \cdot (x_i - x_{i-1}) - (y_i - y_{i-1}) \right|}{\sqrt{\left( \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{x_{i+1} - x_{i-1}} \right)^2 + 1}} \quad (4)$$

Az  $d_i$  és  $f_i$  értékekkel meghatározhatjuk a körív görbületét:

$$c = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{\delta_i}{\Delta l} \quad (5)$$

ahol:

$$\Delta l \equiv [i - 1, i] \equiv [i, i + 1] \equiv \dots$$

$D = 2 \cdot \Delta l$  – húrhossz amelyre a húrmagasságot határozzuk meg.

Ezek a számítási módszerek akkor érvényesek, ha figyelmen kívül hagyjuk azt a tényt, hogy a vasúti görbék térbeli görbék.

A (5) reláció ellenőrzését a hozzávetőleges húrmagasság relációval lehet elvégezni:

$$f_i = \frac{D^2}{8 \cdot \rho_i} \quad (6)$$

$$\frac{1}{\rho_i} = \frac{8 \cdot f_i}{D^2} \quad (7)$$

Figyelembe véve a görbe összes pontjainak relatív koordinátáit, meg lehet szerkeszteni a görbület-diagrammot.

Az átmenetív térbeli görbülete és a sík görbülete közötti különbség annyira csekély, hogy az eredményekre jelentős hatást nem gyakorol, eképp könnyen elhanyagolható.

Pár számpélda:

- Parabolikus ív:  $l = 0, \quad \Delta c = 3,4 \cdot 10^{-6} \quad l = L \quad \Delta c = 7,7 \cdot 10^{-9};$
- Koszinuszfüggvényt leíró ív:  $l = 0, \quad \Delta c = 4,2 \cdot 10^{-6} \quad l = L \quad \Delta c = 1,2 \cdot 10^{-8};$

A példákat a következő elemek figyelembevételével adtuk meg:  $v=160$  km/h,  $R=1300$  m,  $L=278$  m,  $h=133$  mm.

Ezeket a különbségeket megfigyelve arra a következtetésre juthatunk, hogy a hasznosítási gyakorlat szempontjából, a számításokban alkalmazható egyedül a sík görbület is. Az [l, 0, f] és [l, 0, c] diagramok elkészítésével következtetéseket lehet levonni a jármű és sín közötti kölcsönhatás által okozott vasúti pálya geometriai deformációjáról.

### 3. KÖVETKEZTETÉSEK

A vasúti pálya geometriájának ellenőrzésére ismert és használt módszereken kívül egy másik módszer is bemutatásra került, amely sikeresen felhasználható a pálya helyes geometriai képének megszerzésére.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Nechita M., Köllő G., 1982 Căi ferate - curs, Edit. IPC-N, 494. Old., Kolozsvár;
- [2] Herman Al., Kazinnczy L., Köllő G., 2011, Căi ferate. Elemente geometrice, Ed. MIRTON Temesvár, ISBN 978-973-52-1015-1.
- [3] Erdélyi M., 2018, Teză de doctorat - Retrasarea curbilor de cale ferată., Kolozsvári Műszaki Egyetem.