

Az ívszabályozás egy lehetséges megoldása

A possible solution for railway track regulation

O nouă posibilitate de retrasare a curbilor de cale ferată

ERDÉLYI Marcell, Dr. KÖLLŐ Gábor

Kolozsvári Műszaki Egyetem

ABSTRACT

The effects of technical IT development provides constant renewal and development opportunities for each specializing areas. For this reason it can be not left out from among this the developmental activities in the transport field of railway tracks. As a result, we present a proposed data collection and data processing technology to further serving easier and more efficient to solve occurring problems in the regulation process of railway tracks. After the presentation of the track maintenance tasks used in practice, a new system based on digital technology, its components, objectives, workflow steps, as well as the operating principle is described below. Finally, the publication ends with the presentation of an individual user's programmed software and with the conclusions about the proposed technology.

ÖSSZEFOGLALÓ

A műszaki informatikai fejlődés minden szakterületre való hatása állandó megújulási-fejlesztési lehetőségeket kínál fel. Ez a fejlődés nem maradhat el a közlekedési szakterület vasúti pályákra vonatkozó tevékenységek sorából. Ennek hatására a továbbiakban egy javasolt adatgyűjtési és adatfeldolgozási technológia bemutatására kerül sor, amely a vasúti pályák ívszabályozás terén előforduló problémák könnyebb és hatékonyabb megoldására szolgál. Az eddigi gyakorlatban alkalmazott pályafenntartási feladatok bemutatása után egy új, digitális technológián alapuló rendszer összetevőit, célkitűzéseit, munkamenetének lépéseit, valamint működési elvét ismertetjük. Végül egy egyéni hozzájárulással készült felhasználó programrendszer bemutatásával és a javasolt technológiára vonatkozó következtetésekkel zárul a publikáció.

1. BEVEZETÉS

A vasúti pályák állandó használata miatt a pálya egyenesek, és legfőképp a pálya ívek torzulásokat szenvednek. Ezek nem csak kényelmi szempontból, de közlekedés biztonsági okokból is veszélyesek lehetnek. A pályafenntartás egyik legfontosabb feladata tehát a vágányszakaszok irány szabályozása.

A következőkben az íves vágányok szabályozásának legfontosabb módszerét fogom tárgyalni, ennek gyakorlati alkalmazását, illetve a jelenkori technológia nyújtotta lehetőségek kihasználásával egy új módszer kidolgozását.

2. A GYAKORLATBAN ALKALMAZOTT ÍVKIIGAZÍTÁSI MÓDSZER

A gyakorlatban leggyakrabban használt ívszabályozási módszer a húrméréses szögmépeljárás grafikus módszere. Célja az eltorzult helyzetű ívből egy kifogástalan fekvésű ívpálya létrehozása.

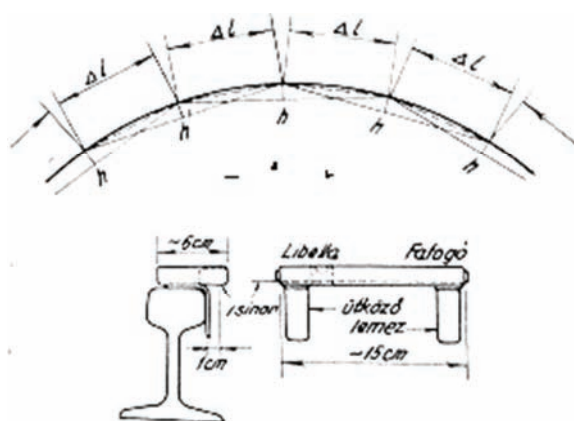
2.1. A módszer alkalmazásának lépései

2.1.1. Adatgyűjtés

A vágány fekvésének rögzítése húrméréssel történik. Az ívkiigazítás ezen fázisának elvégzéséhez legalább négy ember összehangolt munkája szükséges.

A húrmérés előkészítése során az ív külső sínzálán zsíros krétával maradandó osztáspontokat jelölnek meg Δl távolságban. A húrmérést $2\Delta l$ hosszú húrral végzik zsinóros húrmagasságmérőt, valamint tolómércét

használva (1.ábra). A húrmagasság mérést minden osztáspontnál elvégzik, majd a kapott értékeket jegyzőkönyvbe analóg módon beírva rögzítik.



1. ábra

A jegyzőkönyvbe ezenkívül be kell írni minden olyan körülményt, amely a vágány helyzetére hatással lehet (hidak, váltók, stb). A méréseket ajánlatos szélcsendben végezni oda-vissza a durva hibák kiküszöbölése érdekében.

2.1.2. Adatfeldolgozás

A jelenkori technológia által felkínált informatikai megoldásokat felhasználva történik az adatfeldolgozás.

Előfeldolgozásként a húrmérési jegyzőkönyvbe beírt mért adatokat, mint kiinduló adatokat, analóg-digitális adatkonverzió során, egy táblázatszerkesztő program segítségével (pl. Excel) egy adattárba viszik be. Ezek után a húrmérési szögmépeljárás grafikus módszerének lépéseit követve a megcélzott eredményeket számolják ki a megfelelő matematikai modellt használva.

A kívánt eredmények ismét egy táblázatba kerülnek, melyek a szabályozandó ív szögmépvonal-ábrájának szerkesztéséhez elengedhetetlenek. A szögmépvonal ábrájának szerkesztése során, pl. valamely CAD típusú program segítségével, az előzőleg kapott eredményeket a táblázatból felhasználva, a vágányeltolások értékei kaphatóak meg, melyek táblázat formájában beírhatók, vagy grafikusán ábrázolhatók.

2.2. A módszer értékelése

- a módszer alkalmazása biztosítja a megcélzott probléma megoldását
- a módszer nem alkalmazza a pozicionálási adatgyűjtés digitális technológiai által felkínált lehetőségeket, és csak részben használja az adatfeldolgozás jelenkori informatikai lehetőségeit.

3. A JAVASOLT ÍVKIIGAZÍTÁSI TECHNOLÓGIA

3.1. A technológia (általánosságok)

A technológia egy meghatározott termék szakmai normáknak megfelelő előállítására érdekében, a szükséges adatok célirányos gyűjtése és feldolgozása során, kellő szakmai felkészültséggel rendelkező személyzet által alkalmazott eszközök, módszerek, műveletek, megoldások, eljárások és folyamatok összessége.

A technológia összetevői:

- Technikai összetevő (technoware): a tárgyakba beépített fizikai elemek összessége, amely a megcélzott termékek előállításához szükséges felszerelés-, eszköz- és műszerhátteret alkotja.
- Humán összetevő (humanware): a személyek által birtokolt emberi képességek összességét tartalmazza, a szakmai felkészültséget, tapasztalatot, nyitottságot az újdonságok és az állandó fejlődés felé.
- Informatikai összetevő (infoware): az elektronikus információkba beépített kódolt ismeretek halmozatát foglalja magába, amely a használandó informatikai termékek (szakmai normák, műszaki leírások, használati utasítások, programrendszerek, tevékenységgel kapcsolatos adatok) összességét tartalmazza.

- Szervezési összetevő (orgaware): a vállalkozás megszervezését, szerkezetét, belső és külső kapcsolatrendszerét meghatározó szervezési kompetenciákat tartalmazza és meghatározza a vezetés és működés módját.

3.2. A javasolt technológia

A kívánt eredmények elérése érdekében a jól meghatározott célkitűzések és a felhasznált technológia összetevőit kell szem előtt tartani.

Célkitűzései:

- a pozicionálási adatgyűjtési technológiák által felkínált lehetőségek kihasználása az ív pillanatnyi helyzetének meghatározásában
- az adatfeldolgozás jelenleg elérhető színvonalra emelése
- az analóg-digitális adatkonverzió kiküszöbölése a digitális adatrögzítés útján
- különböző számítási lépések közti kézi vezérlésű adatkommunikáció helyettesítése kompatibilis adattárak alkalmazásával
- egységes adatfeldolgozási program kidolgozása, amely biztosítja a gyűjtött adatok feldolgozását és a céleredmények elérését az ismert matematikai modell alapján

Összetevői:

- Technikai összetevő (technoware):
 - adatgyűjtéshez:
 - TRIMBLE 5605 DRS ROBOT mérőállomás
 - adatfeldolgozáshoz és termékelőállításához:
 - INTEL CORE 2 QUAD Q6600 típusú számítógép
- Humán összetevő (humanware): földmérő mérnök
- Informatikai összetevő (infoware):
 - a pozicionálást biztosító mért pontok koordinátáinak a számítása:
 - TERRAMODEL FDM
- Szervezési összetevő (orgaware): a terepi és irodai tevékenységek együttese.

3.3. Pozicionálás a 3D-s térben

A pozicionálás egy pontnak egy választott ortogonális referencia rendszerben való helyzetének meghatározását jelenti. Egy 3D-s térben a pontnak három mozgási szabadságfoka van, amelyeket a pozicionálás érdekében ki kell küszöbölni. Ennek eléréséhez egy pontra vonatkozóan három mért adatra van szükség, melyeket a választott referencia rendszerben az adatgyűjtés során kapunk meg.

3.3.1. A referencia rendszer alkotó elemei

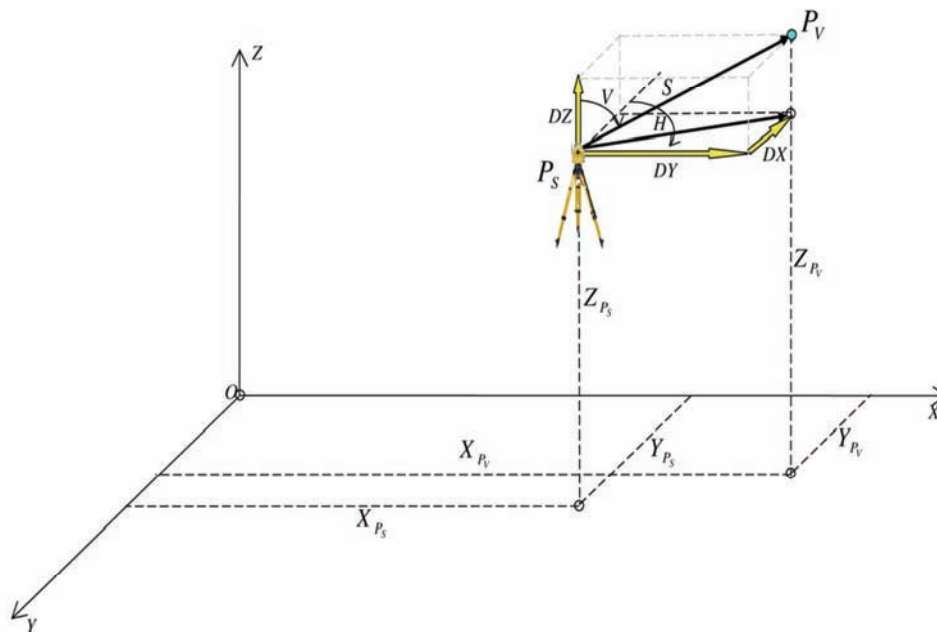
Egy ortogonális koordináta rendszer a következőkből áll:

- origó (O)
- tengelyek (OX, OY, OZ)
- pozitív irány
- méretarány, mértékegység

3.3.2. Pozicionálási adatok:

- koordináták (X,Y,Z)
- mért pozicionálási adatok:
 - távolság (S)
 - szögek:
 - vízszintes (H)
 - függőleges (V)
 - excentricitások (műszermagasság, jelmagasság)

A pozicionálás során mért adatok és a meghatározott koordináták közti viszonyt az 2. ábra szemlélteti.



2. ábra

A koordináták számításának általános matematikai modelljét a mért adatok (S,V,H) és a $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$ koordináta különbségek közti összefüggés határozza meg:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix}_{P_S - P_V} = \begin{pmatrix} \sin V \cdot \cos H \\ \sin V \cdot \sin H \\ \cos V \end{pmatrix}_{P_S - P_V} * S$$

3.3.3. A pozicionálás menete

Egy pont pozicionálása két munkafázis elvégzése során valósul meg. Az adatgyűjtés eredménye a pont-ra vonatkozó mért adatok, melyek a következő munkafázis, az adatfeldolgozás kiinduló adatait képviselik.

3.4. Adatgyűjtés

Ezen munkafázis célja a már említett pozicionálási adatok megfelelő mérési módszerek alkalmazásával való gyűjtése.

A Trimble 5605DRS robot mérőállomás a többszemélyes, hagyományos mérésen alapuló adatgyűjtés mellett az egyszemélyes terepi szkennelést és robot típusú mérési módot is kínálja számunkra. Az utóbb említett két munkamód közvetlen előnyeiként említjük a következőket:

- Megoldható a nehezen, vagy nem megközelíthető pontok mérése
- A mérőműszer működését közvetlenül vagy közvetve egy személy irányítja, aki a mérési folyamatban nem vesz részt
- A célpont megtalálása független annak megvilágításától: elvben sötétben is lehet mérni
- A mozgó célpont automatikus követése segítségével a választott idő és/vagy távolság függvényében beavatkozás nélkül lehet mérni
- A nap folyamán bármikor egy személy végezheti a szükséges adatgyűjtést.

A felsorolt előnyöket a Trimble 5605DRS robot mérőállomás harmonikus egységben működő fizikai és logikai összetevői biztosítják, amelyeket a továbbiakban említünk meg:

- Fizikai összetevők:
 - mérőműszer
 - Trimble ACU színes, érintőképernyős vezérlőegység
 - automatikus irányzó, követő/célzó egység
 - prizmarúd, aktív 360°-os prizmafej (RMT),

- rádió adó-vevő
- áramforrások.
- Logikai összetevők:
 - Microsoft Windows CE.NET 4.0 operációs rendszer
 - Trimble Survey Controller 11.32. programrendszer

3.4.1. A vektor alapú adatgyűjtés a Trimble 5605DRS robot mérőállomással

- Hagyományos munkamódban:
 - legalább két személyt igényel: az egyik a mérőállomást kezeli és megirányozza a prizmát
 - a másik a prizmát hordozza és a mérendő ív megfelelő pontjaira helyezi azt
- Robot munkamód:

Ebben a mérési módban a célfelület helyváltoztatása és a műszer működése automatikusan egy személy által célirányosan közvetített utasítások alapján történik:

- a mérési célfelületet (prizmát) egy prizmahordozó robot szállítja
- a mérőműszer követi a mozgó prizmát és az előre beállított idő vagy távolság intervallum alapján végzi a méréseket
- a kezelő személy megfelelő utasításokkal vezérli a mérőműszer és a prizmaszállító működését

Az adatgyűjtési módszer mindkét mérési módban a poláris mérésen alapszik, mely során a mért távolságokat, szögeket, excentricitásokat automatikusan egy fájlba rögzíti, mely később a megfelelő célprogramokkal digitális formátumban letölthető.

3.5. Adatfeldolgozás

A vektor alapú adatgyűjtés során mért adatok adatfeldolgozásakor két problémát oldunk meg:

- a pozicionálást biztosító mért pontok koordinátáinak a számítása
- az ívkiigazítás adatainak számítása

3.5.1. A pozicionálást biztosító mért pontok koordinátáinak kiszámítása

Az ívet meghatározó pontok koordinátáinak kiszámítása a gyűjtött adatok révén valósul meg, a már említett infoware összetevőt képviselő célprogram segítségével. Az ebből kapott pozicionálási pontok koordinátái egy jól meghatározott struktúrájú adattárba kerülnek, mely a továbbiakban az ívkiigazítás adatainak számítására szolgál alapul.

3.5.2. Az ívkiigazítás adatainak számítása

A már meghatározott pontok koordinátáinak felhasználásával a gyakorlatban alkalmazott ívkiigazítási módszer elvégezhető egy egyéni megvalósítású program segítségével. A **DELPHI7** programozási nyelvben írt program képes kiszámolni és bemutatni az ívkiigazítás eredményeit anélkül, hogy a felhasználó előzetes számításokat végezne. A kiinduló adatok a már kiszámított pontok koordinátáinak adattára/egy klasszikusan mért ív húrmagasság jegyzéke, az eredmény pedig a vágányeltolások értéke.

Az javasolt ívkiigazítási technológia a koordináták kiszámítása után megkívánja a húrmagasságok ismeretét. Ennek érdekében az ív helyzetét meghatározó pozicionálási pontokon keresztül a hurok automatikus generálását végzi a program a következőképpen:

- a.) A húr nagysága és a hurok kiindulási pontjai ismertek.
- b.) A program elemzi a húr kezdőpontja **i** és a következő mért pont **i+1** közti távolságot. Ha ez a távolság kisebb, mint a húr nagysága, akkor veszi a következő pontot **i+2**, és így tovább **i+n**, mindaddig, amíg ez a távolság nagyobb, vagy egyenlő lesz a húrral.
- c.) Az így megtalált **i+n**, **i+(n-1)** szakasz által meghatározott egyenes és a húr sugarú kör metszéspontja megadja a húr végpontját. A metszéspont koordinátáit az alábbi egyenletrendszer megoldva kapjuk meg, amely az egyenes illetve a kör egyenletéből áll:

$$\begin{cases} c^2 = (x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 \\ y = m(x - x_{i+(n-1)}) - y_{i+(n-1)} \end{cases}, \text{ ahol } m = \frac{(y_{i+n} - y_{i+(n-1)})}{(x_{i+n} - x_{i+(n-1)})}$$

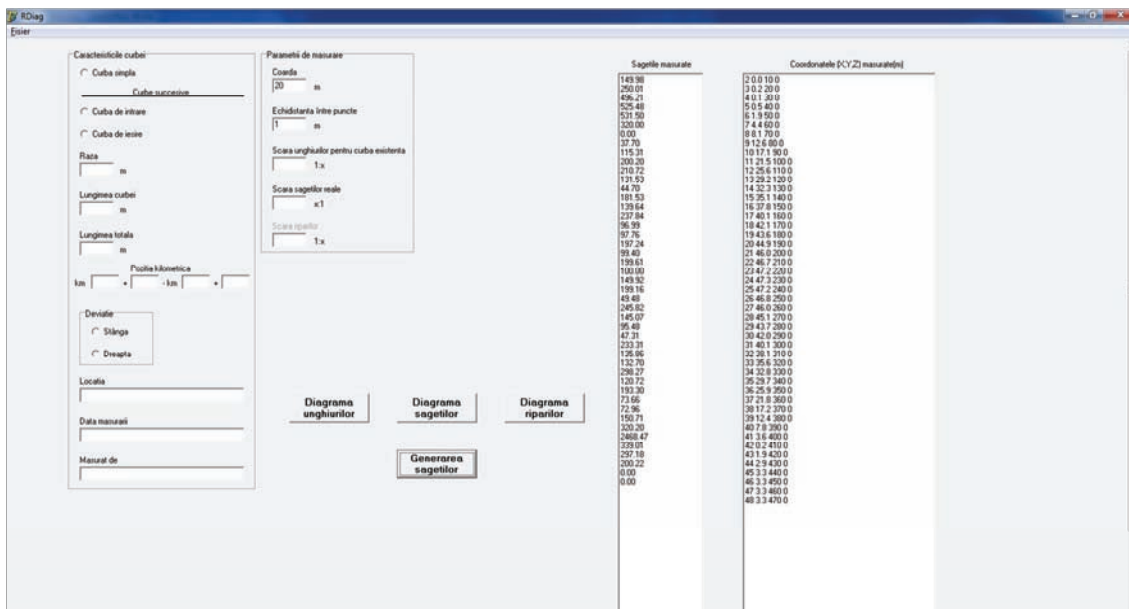
d.) A b. pontban leírt elemzések alapján definiálható az illető szakasz és a húr felező merőlegese közti metszéspont (x_c, y_c) , azzal a különbséggel, hogy ebben az esetben a feltétel az, hogy a húr felező merőleges értéke a minimális érték legyen. Ekkor a megoldandó egyenletrendszer az illető egyenes illetve a felező merőleges egyenletéből áll:

$$\begin{cases} y = -\frac{1}{m_c} \left[x - \frac{(x_c - x_i)}{2} \right] - \frac{(y_c - y_i)}{2} \\ y = m(x - x_{i+(n-1)}) - y_{i+(n-1)} \end{cases}, \text{ ahol } m = \frac{(y_{i+n} - y_{i+(n-1)})}{(x_{i+n} - x_{i+(n-1)})}$$

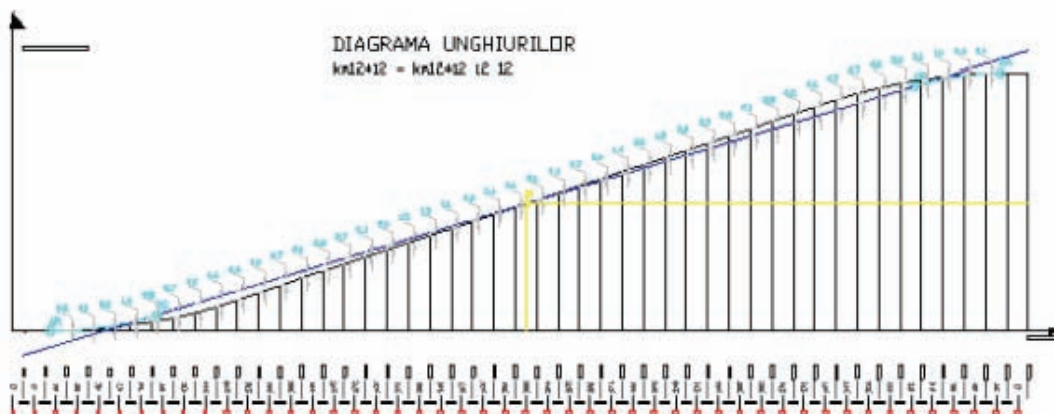
$$m_c = \frac{(y_c - y_i)}{(x_c - x_i)}$$

e.) Az így kapott távolság értéke maga a húrmagasság lesz.

A program maga egy rendkívül egyszerű, felhasználóbarát kezelőfelülettel indul (3. ábra), ahol a számítások elvégzéséhez csupán az ívhez tartozó ismert adatokat kell kitölteni és a mért koordinátákat/húrmagasságok jegyzékét kell importálni, és a megfelelő grafikus módszer kiválasztása után már meg is kapjuk a kívánt eredményeket táblázat illetve grafikus ábrázolás formájában. (4. ábra)



3. ábra



4. ábra

4. KÖVETKEZTETÉSEK

- a javasolt technológia a most létező technikai, informatikai lehetőségek figyelembevételével kidolgozott automatizált rendszer, mely minimális emberi beavatkozást igényel
- a méréshez szükséges személyek száma négyről akár egyre is csökkenhet, ami a munka hatékonyságának növekedését jelenti
- a robot változatnál a prizmahordozó robot megvalósítása folyamatban van, gyakorlati megvalósítása lehetséges
- az egyéni megvalósítású programrendszer folyamatos fejlesztés alatt áll, újabb és újabb megvalósítások összességével bővül a program által kínált lehetőségek tárháza
- a javasolt technológiával kiküszöbölődhetnek a jelenleg alkalmazott módszer és az ajánlott módszer közti különbségek: mért adatok gyűjtése és rögzítése, adatáramlás illetve automatizálás
- a javasolt technológia különösebb, nagy értékű anyagi befektetést nem igényel
- a javasolt technológia gyakorlati alkalmazása megfelelő szakmai felkészültséggel rendelkező személyzetet igényel
- a javasolt technológia optimális működtetéséhez szükséges annak mind a négy összetevőjének egyidejű megléte és megfelelő együttműködése.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ferencz J. – Erdélyi M.: Az egyszemélyes mérési technológia a TRIMBLE 5605DRS ROBOT mérőállomással, IX. Földmérő találkozó, (ISSN 1843-1224), 2008, Székelyudvarhely
- Nemesdy Ervin: Ívkiegyenlítés, 1964, Budapest
- Ferencz J. – Erdélyi M.: MASTER CAD kft. a technológia fejlődés útján, XV. Földmérő találkozó, (ISSN 1843-1224), 2014, Arad
- <http://ro.wikipedia.org/wiki/Tehnologie>