

# A vasúti ívek szabályozásának gyakorlata

## The practice of retracting railway curves

*Drd. GOCICA Marius*

marius.gocica@gmail.com

Kolozsvári Műszaki Egyetem

*Vezető tanár: Dr. KÖLLŐ Gábor*

### Kivonat

*Az eredetileg szabályos geometriájú vágány a vasúti forgalom igénybevétele következtében és részben a hőmérséklet-ingadozások hatására torzulásokat szenved. Ha ezek a deformációk nincsenek rendszeresen mérve, rögzítve és nem utolsó sorban korlátozva, további torzulásokhoz vezethetnek, amely egy öngeneráló romlási folyamatnak felel meg. E torzulások javítása, illetve a pályáívek szabályozása a Pályafenntartási Részlegek állandó jellegű feladata és ebben a tevékenységben a Pályageometria Mérési Laboratórium fontos szerepet játszik.*

**Kulcsszavak:** pályageometria, vasúti pálya, érintőszög eljárás, húrmagasság, ívtorzulás

## 1. BEVEZETÉS

Az újan bevezetett munkamódszerek és a pálya szabályozására használt számítási eljárások előnyösen felhasználhatók a forgalom hatására eltorzult íves vágányok fenntartására annak érdekében, hogy a vonatforgalom az adott pályaszektorra tervezett sebességgel történjen.

Ahhoz, hogy a vasúti íveken történő vonatközlekedés megfelelő körülmények között történjen, különösen nagyobb sebesség esetében, a pályáíveknek a következő feltételeknek kell megfelelniük:

- Az egyenes vonal és a körív csatlakozását egy átmenetívven keresztül kell megoldani, melynek meghatározó görbületátmeneti geometriája folytonos és egyenletes kell legyen az átmenetív teljes hosszában.
- A körív görbülete (a körív sugarának reciproka értéke) és az egyenes vonal zérus görbület közötti tranzíciót egy olyan típusú átmenetívvel kell megoldani, melynek görbülete folytonosan és egyenletesen változik az átmenetív hosszán;
- Körívben korlátozni kell a görbület hirtelen változását;
- Több sugarú körív esetén az egyik görbületről a másikba való kapcsolódás átmenetívek által történjen;

## 2. AZ ÉRINTŐSZÖG ELJÁRÁS

A forgalom hatására az íves vágány helyzete eltorzul. Ebből kifolyólag, a kényelem és biztonság megőrzése érdekében, az íveket bizonyos időközönként szabályozni kell.

Az ívek szabályozása az a művelet, amely az ív kellően nagy számú pontjaiban meghatározzuk az oldalirányú elmozdulásokat, annak érdekében, hogy ezeknek az oldalirányú elmozdulásoknak a terepen történő alkalmazása után egy deformációmentes ívet kapjunk. Gyakorlatban, az eltorzult íves vágányok szabályozására használt módszer az érintőszög eljárás, vagy a kevésbé helyes elnevezésű szögeképeljárás.

Tegyük fel, hogy a ( $\Delta$ ) egyenes vonal és egy (C) pályáív az (O) pontban találkoznak. A (C) pályáív érintője az (M) pontban és a ( $\Delta$ ) egyenes a ( $\varphi_M$ ) szöget képezik. Az (M) pont helyzetét a (C) ívben az (O) ponttól mérve az ( $l$ ) ívhossz határozza meg.

Íves vasúti pálya alapvető geometriai meghatározója a görbület változását kifejező görbületfüggvény:

$$f_c(l) = 1/\rho \quad (1)$$

Tudva hogy :

$$d\varphi = dl/\rho(2)$$

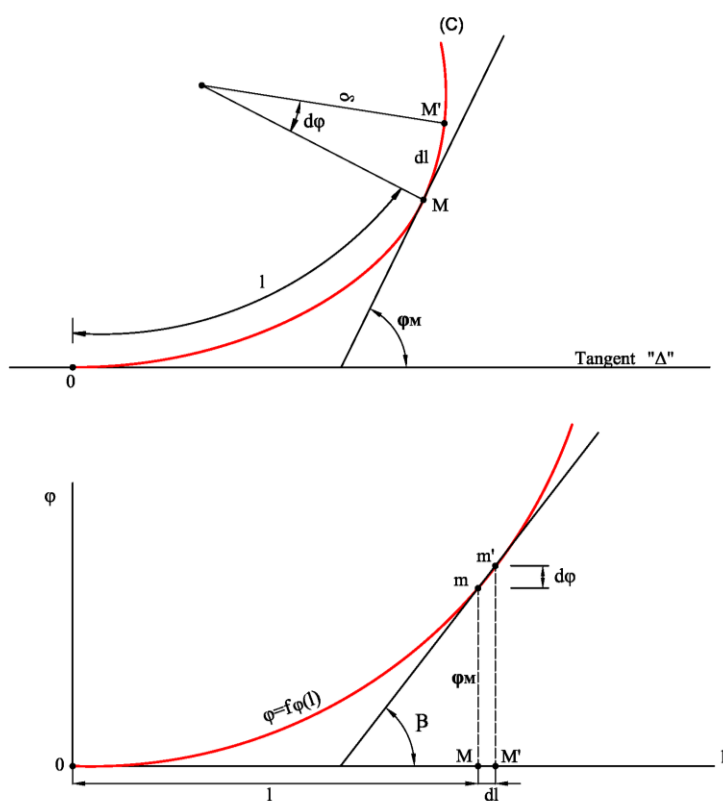
Megkapjuk:

$$d\varphi = f_c(l)dl \quad (3)$$

Illetve:

$$\varphi = \int f_c(l)dl = f_\varphi(l) \quad (4)$$

Miután megkaptuk a ( $\varphi$ ) szög változását meghatározó függvényt, grafikusán ábrázolhatjuk a  $fOl$  tengelyek rendszerében, a diagrammot pedig érintőszögeképnek nevezzük.



1. ábra. A szögdiagram szerkesztési elve

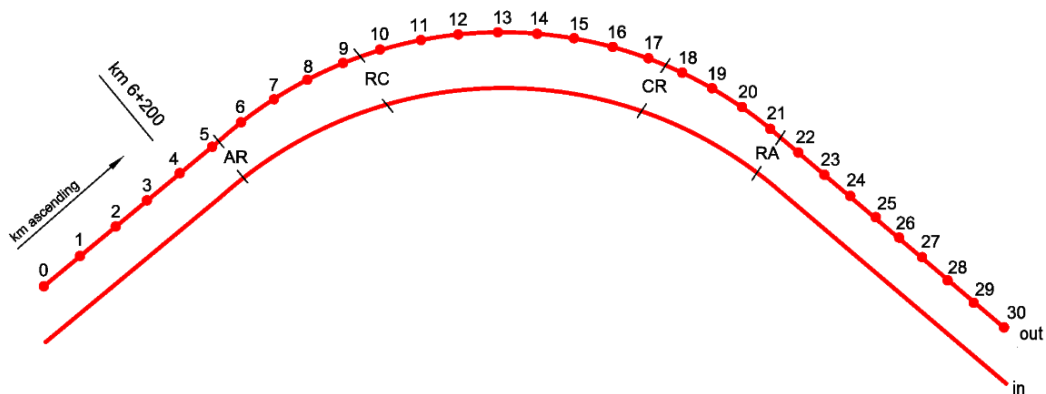
Ennek a módszernek, amely magát az eltorzult ívet használja alapvonalként, az a jellemzője, hogy a mért húrmagasságok először egymás után összegezve vannak, majd a részösszegeket egy szögdiagram elkészítéséhez használjuk fel. A diagramban feltüntetjük úgy az eltorzult ívet, mint a tervezett ív képét is, ekképpen lehetővé téve grafikus vagy analitikus úton meghatározni az eltolások irányát és értékét. Az előbb említettek értelmében a módszert szögeképeljárásnak is nevezik.

### 3. AZ ÍV HÚRMAGASSÁGAINAK MÉRÉSI MÓDSZERE

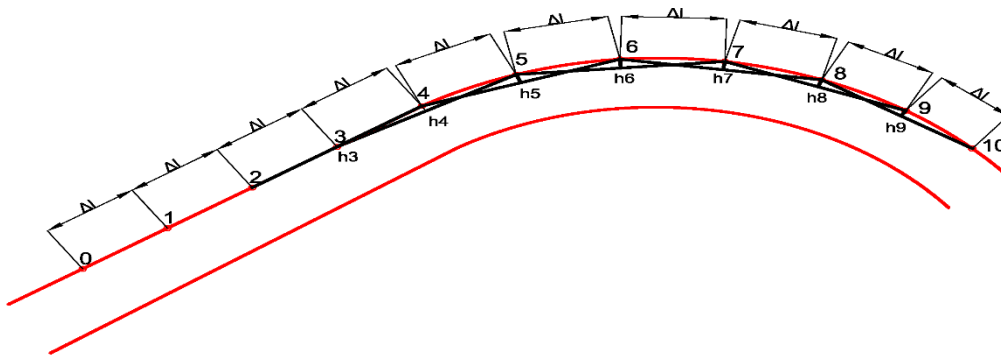
A vasúti ívek szabályozásának gyakorlata egy sor olyan műveletet foglal magában, amelyeket mind terepen, mind számítások által kell elvégezni, ekképpen meghatározva a deformált ív eltolásának nagyságát és

irányát. A kijavított ív ellenőrzése végett, az utolsó művelet keretén belül, a húrmagasság helyszíni ellenőrzésére kerül sor. Az előbb említett műveletek a következők:

- Az eltorzult ív húrmagasságainak mérése
- Az eltorzult ívet befogó pálya szintmérése annak érdekében, hogy könnyebben meg lehessen határozni a túlemelési rámpa helyzetét
- Az ív szabályozására használt számítási eljárás alkalmazása megtalálva az optimális szabályozási megoldást a terepen mért értékek figyelembevételével
- Az eltolási értékek meghatározása
- Az újonnan szabályozott ív geometriai konfigurációjának megvalósítása terepen, gépesített karbantartó berendezésekkel
- A geometriai elemek helyszíni ellenőrzése húrmagasság méréssel.



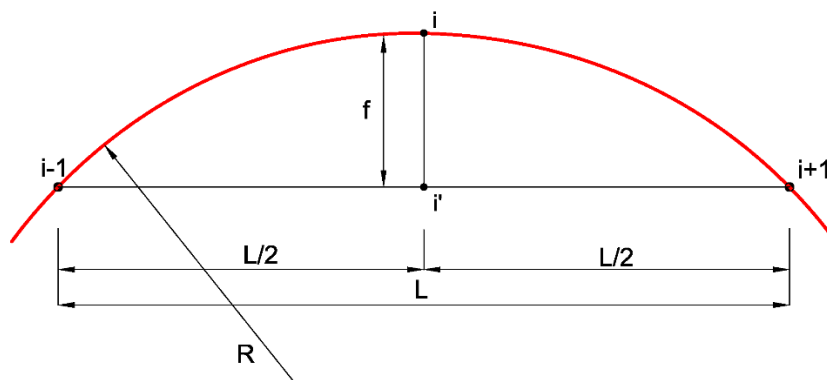
2. ábra. Mérési helyek kijelölése



3. ábra., Húrmagasságok mérése

Az ívgörbület egyenletes változása egy progresszív vasúti ívben a húrmagasságok egyenletes változását is jelenti a megfelelő ívben. A körív esetén a görbület állandó és mivel a vasúti ív húrmagassága közvetlenül kapcsolódik az ív sugarához, tekintettel arra, hogy a húr hossza kicsi (20 vagy 10 m) a görbe sugarához képest, az ív minden pontjában meg lehet határozni a húrmagasság értékét a következő képletekkel:

$$f = \frac{L^2}{8 \times R} (m) \text{ vagy } f = \frac{1000 \times L^2}{8 \times R} (mm) \quad (5)$$



4. ábra. Húrmagasság és körív sugara közötti kapcsolat

## 4. MÉRÉSI ESZKÖZÖK

A vasúti ív húrmagasság mérése több eszközzel is elvégezhető. Az eszközök nem ugyanazzal a húrhosszal mérnek, ellenben számításainkban a húrmagasságot az ív sugarától függően két szempontból értelmezzük:

- -10 m-es húrra vonatkozó értékek a 250 m-nél kisebb sugarú íveknél
- -20 m-es húrra vonatkozó értékek 250 m-nél nagyobb sugarú íveknél

A kézi húrmérés módszer a legelterjedtebb országunkban. Az ív külső sínszálának futóélén egymástól egyenlő (általában 10 m) távolságra kijelöljük a mérési helyeket és minden esetben a mérési helyet megelőző és követő pontokon átmenő (20 m-es) húrhoz képest megmérjük az ívmagasságot. Az ekképpen rögzített méréseket használjuk fel az eltolási értékek meghatározásához.



5. ábra. Hagyományos húrmérési módszer

Az optikai húrmérés módszere egy ELT 820 nevű eszközt használ a húrmagasságok leolvasására, amely egy állványból, egy Dresi optikai teleszkópból és egy szintezőből van kialakítva. A húrmagasság mérése egy hosszabb húrhoz (50m - 100m) viszonyítva mérik, utólag matematikai számítással 20 vagy 10 m-es húrnak megfelelő húrmagasságra alakítják és használják egy bizonyos számítási módszer keretén belül.



6. ábra. Optikai hűrmérés módszere

A PT-12-01 elektronikus pályamérő szerkezet, a pálya következő geometriai paramétereit méri:

- - nyomtáv
- - pálya transzverzális szintje
- - pályatorzió
- - pálya síkbeli helyzete mindkét sín irányában

A terepi méréseket követően a pálya síkbeli helyzete mellett megtalálhatóak a mért ívek geometriai elemei és a hűrmagasságok értéke a 10 m-es hűrhez, illetve a 20 m-es hűrhez viszonyítva.



7. ábra. PT-12-01 elektronikus pályamérő szerkezet

Az AM TMC-146 elektronikus pályamérő nehéz vasúti jármű, amely méri és rögzíti a pálya és a magasfeszültségi vonal paramétereit, valamint videófelvételeket is készít, miközben akár 140 km/h sebességgel halad a pályán. A TMC mérőrendszereivel végzett mérések felváltják az időszakos kézi ívméréseket mint például a szint, nyomtáv, hűrmagasság, a sín függőleges és vízszintes kopása stb., de csak abban az esetben, ha a végzett mérési periódus egybeesik az előírt kézi mérési periódussal.

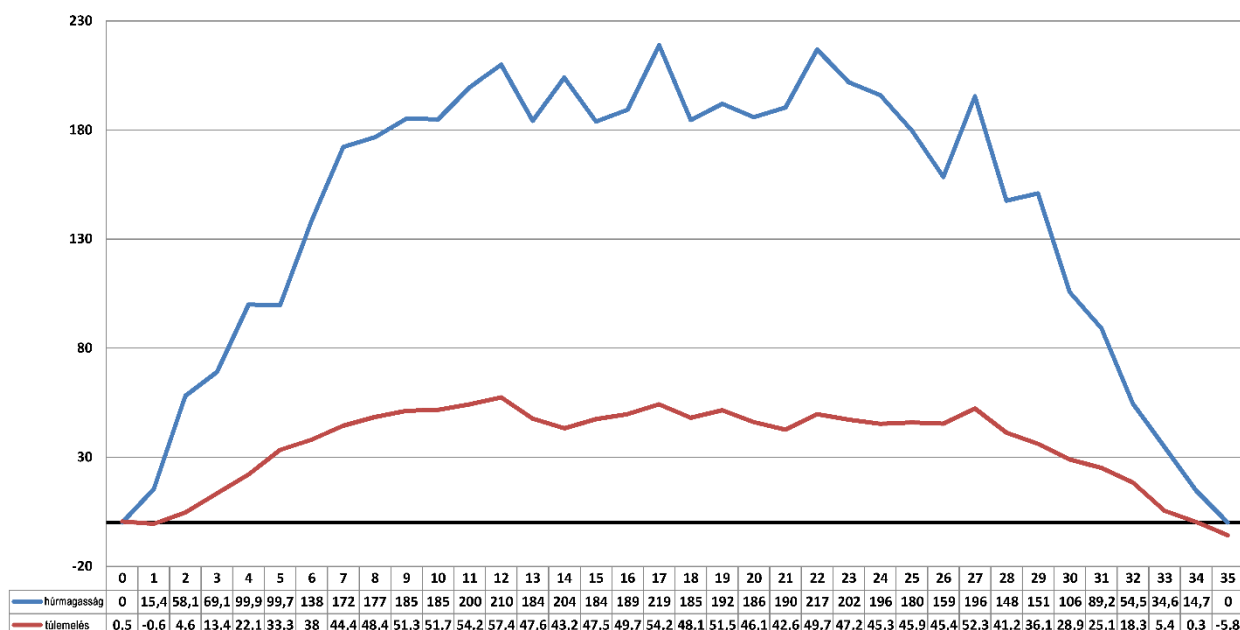


8. ábra. AM TMC-146 elektronikus pályamérő nehéz vasúti jármű

## 5. ESETTANULMÁNY

Az esettanulmány a PT-12-01 elektronikus pályamérő eszközzel mért vasúti ív húrmagasságait veszi figyelembe. Az ív egy jobbra eltérő ív, az átmenetív típusa a harmadfokú parabola és az adatok mérése (rögzítése) egy 350 m hosszúságú pályaszakaszon történt. A mért vasúti ívnek megfelelő pályaszakaszon a vasút forgalom 50 km/h sebességgel történt. Az ívet olyan módon volt szükséges szabályozni (javítani), hogy egy 60 km/h sebességnek feleljen meg.

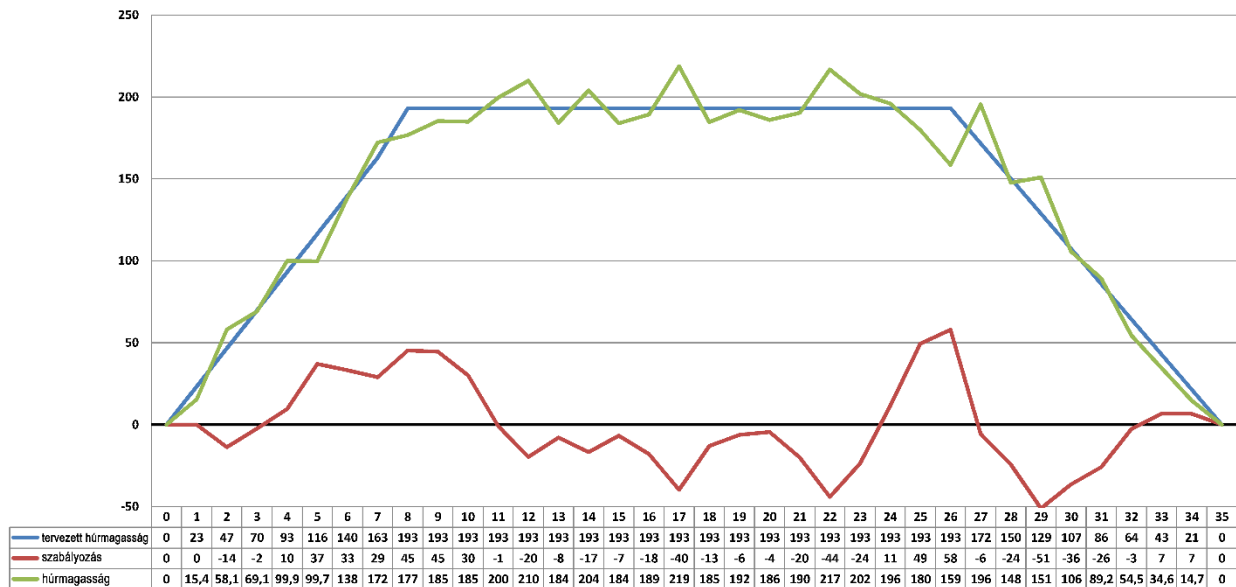
Az elektronikus pályamérő eszközzel végzett mérést követően, 10 méterenként rögzítve voltak az ív húrmagasság és túlemlés értékei amint a következő ábrában látható.



9. ábra. Mért húrmagasság és túlemlés diagramja

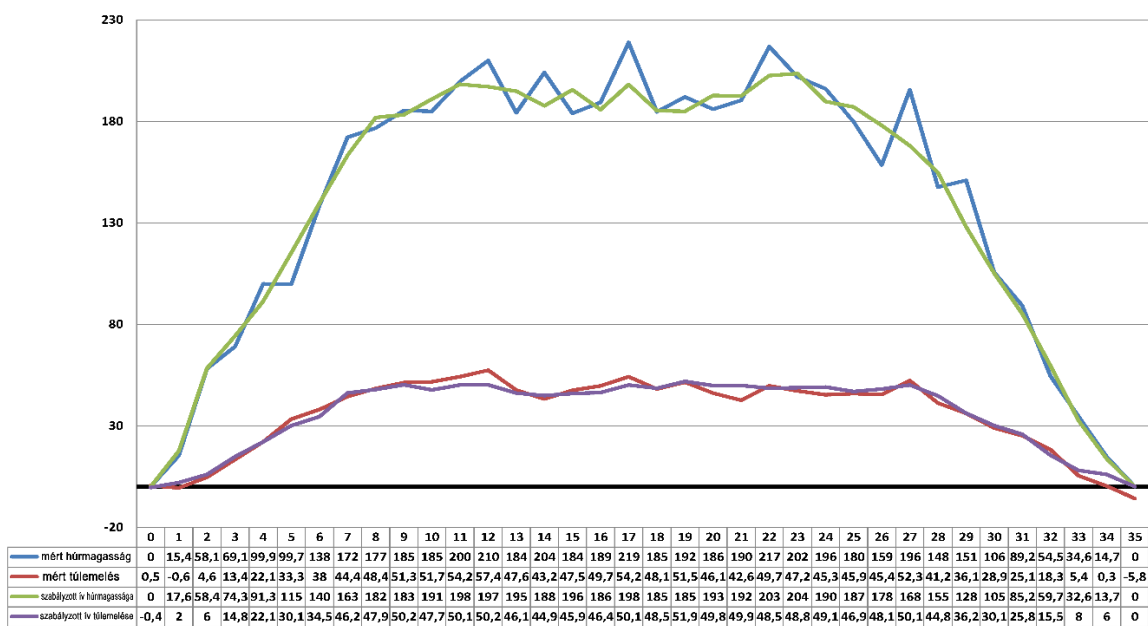
Az adatok feldolgozása az érintőszög eljárással történt és ez esetben a „kitűzési alapvonal” a meglévő pálya eltorzult vonala volt, a kitűzési ordinátákat pedig az eltorzult pálya, valamint a tervezett szabályos pálya érintőszögeinek ismeretében határoztuk meg. Ha ennek a számításnak a befejezése után újra elemezzük az

adatokat, akkor az alábbi ábrán látható a deformált ív és a tervezett ív húrmagasság diagramja, valamint az összegvonal ábrázolása.



10. ábra. Mért és tervezett húrmagasság diagramja

A számított korrekciókat továbbítottuk a pályakarbantartási részlegnek és az elemzett pályaszakasz Plas-ser & Theurer típusú vasúti vágányszabályozó gépel volt kijavítva. A terepmunka elvégzése után a teljes ívet újramértük ugyanazzal a technológiával – a PT-12-01 elektronikus pályamérő eszközzel. Az összehasonlító eredményeket a következő ábra mutatja be.



11. ábra. Javítás utáni húrmagasság és tülemlés összehasonlító diagram

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK

Megjegyzendő, hogy jelenleg a vasút geometriai elemeinek mérésére különböző módszerek állnak rendelkezésünkre, amelyek célja a pálya geometriájának nyomon követése. Ugyanakkor, a forgalmi feltételek javulásához vezető torzulások kiküszöbölésére számos technológiák állnak rendelkezésünkre.

Ennek a terepen alkalmazott geometriának tökéletesnek kell lennie, de bármennyire is igyekszünk egy vasútvonalat helyesen kivitelezni vagy a legszigorúbb követelményeknek megfelelően karbantartani, mindig lesznek apró geometriai pontatlanságok. Az öngeneráló pályarongálódási folyamat miatt ezek az apró hibák idővel súlyosbodnak, ezért szükséges a pályageometria alakulásának folyamatos nyomon követése és időben történő beavatkozás, ha ezek a pontatlanságok meghaladják a szabályok által megengedett értékeket.

## IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Herman Al., Kazinnczy L., Köllő G., Căi ferate. Elemente geometrice, Ed. MIRTON Temesvár, ISBN 978-973-52-1015-1, 2011.
- [2] Megyeri J., Vasútépítéstan, MÁV Vezérigazgatóság, 1991.
- [3] Instructia de norme si tolerante pentru constructia si intretinerea caii – nr. 314/1989
- [4] Indrumator tehnic pentru retrasarea curbilor - 1951
- [5] VDMA.663500.198 CE - Carucior de masurat calea PT-12-01. Cartea de exploatare - 2019
- [6] Instructiuni de lucru in exploatarea caruciorului de masurat calea, model PT-12-01 – 2020
- [7] TRACK GEOMETRY ASSESSMENT TROLLEYS - <https://tvema.com>