

# A vasút felépítményi tartórendszere és az ágyazat kölcsönhatásai.

Dr. Mihalik András

Nagyvárad Egyetem Építészmérnöki Tanszék.

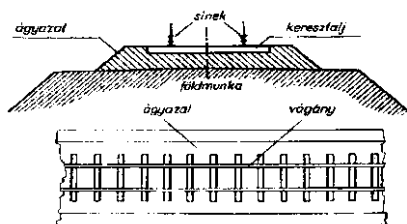
A szerző tanulmányában egy általános képet kíván bemutatni az egyik legérdekesebb műszaki létesítményről, a kavicságyról. Tudatában van annak, hogy a vasúti pályával foglalkozó mérnököknek a téma mint olyan csak feleleveníti a tanult vagy tapasztalt erre vonatkozó ismereteket, de ugyanakkor az építő mérnöki társadalom egy részének, érdeklődőknek sok olyan részletet mutat be amelyek megvilágítják és feleletet adnak eddig ismeretlen, őket foglalkoztató kérdésekre. Ez az egyedüli cél amely a szerzőt e tanulmány megírására készítette.

„Az elméletre egy cédulát kéne függeszteni: figyelemmel, óvatossággal használandó! Nem több mint egy csepp egy liter tapasztalathoz.”

K. Terzaghi

## 1. Bevezetés

Nem véletlen, hogy sok klasszikus felépítményi munkát ismerünk, amelyeknek szinte közös címe: a sín és a kerék kölcsönhatása. Valóban igen hálás témát ölel fel ez a cím de mindjárt meg kell mondanunk, hogy a gyakorlati pályafenntartás szempontjából fontosabb egyik eddig kevésbé kidolgozott téma, melynek a klasszikus mintára a következő címet adhatnánk: a felépítményi tartórendszer és az ágyazat kölcsönhatásai.



1. ábra

A felépítményi tartórendszer és az ágyazat keresztaljas vágányban

Felmerül mindjárt a kérdés hova tartozik az ágyazat? A felépítményhez vagy az alépítményhez?

A dolog tulajdonképpen megállapodás és szavak kérdése. Valójában helyesebb volna elméleti szempontból kettős csoportosítás helyett, hármas csoportosítást használni, az alépítményről, kavicságyról és felépítményi tartórendszerrel beszélni. Az utóbbira, a felépítményi tartórendszerre a német műszaki nyelvben már egy egyszerű kifejezés alakult ki: Das Gestände.

Hogy a kavics ágyat nem lehet az alépítményhez venni, az nyilvánvaló, hisz a jó alépítmény egyszer, s mindenkorra kész és újításra nem szorul. (pl. szikla, homok, stb.)

A kavicságy azonban közvetlen üzem elhasználódásnak van kitéve és, hogy úgy mondjam fontos szerkezeti szerepet tölt be. Lehetne akár különleges rugórendszernek is tekinteni, amellyel a pálya tartó szerkezetét a szükséghez képest emelni vagy süllyeszteni lehet.

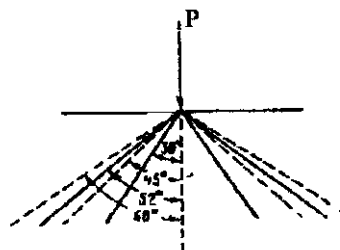
## 2. A kavicságy mint műszaki létesítmény

Az ágyazat szerkezetileg ha nem is fontosságában, de megkülönböztető szerepében független és egyenrangú a felépítményi tartórendszerrel. Ez a tartórendszer mint ismeretes magából a sínből mint főtartóból és a keresztaljból áll, amely a sínt támasztja de maga is tartószerűen van kiképezve és ezenkívül szerkezeti szerepköre is van, mert a két sínszál helyes dőlését s a legtöbb elrendezésnél a helyes nyomtávot is biztosítja.

Ha az aljzatot a keresztalj pillérzetnek tekintjük, úgy kézenfekvő, hogy az ágyazatot az alépítmény felett alapozásnak tekintsük.

Az ágyazatnak nyomáselosztó szerepe van, ez azonban minden fontossága dacára csak egyike annak a sok jelentős szerepnek amelyek egyikét sem nélkülözheti a jó vasúti vágány. Nem szabad szűkre szabott meghatározással az ágyazat fogalmáról helytelen képet alkotni.

- 30° gömb alakú szemcsék
- 45° 25-40 mm szemmagyság
- 52° 25-70 mm szemmagyság
- 60° 40-70 mm szemmagyság

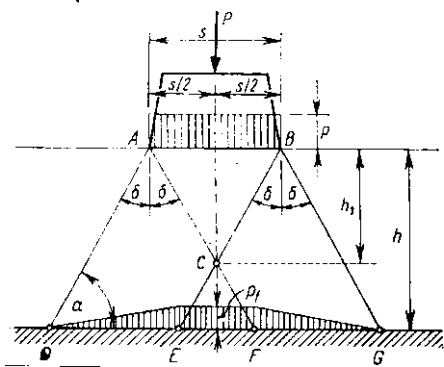


2. ábra

A terhelés átadása a kavicságyban, különböző szögek alatt

$$\begin{aligned} P_f &= \frac{P_f}{2} (2q + s)(e + 2q) + \frac{P_f}{2} (2q - s)(e - 2q) = \\ &= \frac{P_f}{2} (2qe + se + 2qs + 4q^2 + 2q - es - 4q^2 + 2qs) = \\ &= p_f (2qe + 2qs) = p_f 2q(e + s) \\ p_f &= P \frac{P}{(e + s)2h + tq\sigma} = p \frac{es}{(e + s)2h + tq\sigma} \end{aligned}$$

$$\text{ahol } p = \frac{P}{es} \text{ és } q = h \cdot \operatorname{tg} \sigma$$



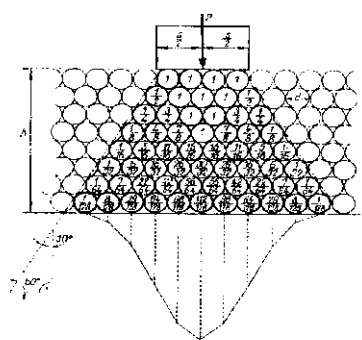
3. ábra

Közelítő nyomás eloszlása a kavicságyzatban és a földmunka felületén

- P – a sín talpa által adott terhelés
- pf – a föld munkára adódó terhelés

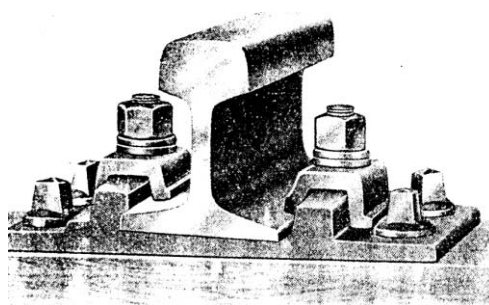
Az ágyzat nem csak alapozás, hanem a pálya gerendázatának, tartórendszerének, könnyen állítható magasságú rugalmas párnája, víztelenítője és úgyszólván foglalata. Az alapozásnak rendszeren egy irányban kell az erőhatással, szemben ellenállnia és az alapozás az eredő irányát rendszeren csak kis mértékben változtatja meg, mert az alig és ritkán lépi túl az alsó lap belső magvát. A vágányban viszont nem csak függőleges irányú, de sokszor egyedül is ható tisztán vízszintes erők is hatnak, és pedig mind a pálya tengelyének irányában, mint arra merőlegesen.

Ilyen formán az ágyzat, amelynek a feladata, hogy ezeket az erőket végeredményben feldolgozza, a felépítményi tartószerkezetnek jóformán rugalmas foglalata.



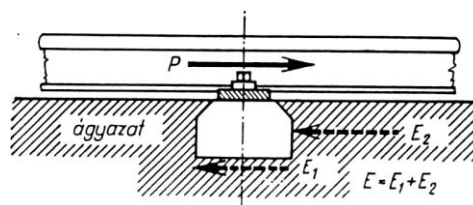
4. ábra

A P terhelés elosztásának az érzékeltetése gömbszemek halmazával



5. ábra

A sín és a talpzat (talpfa) szerkezete, amely kölcsönhatásba lép a kavics ágyazattal G.E.O. (Gesellschaft Eisenbahn Oberbaumaterial) kötéssel merevítve



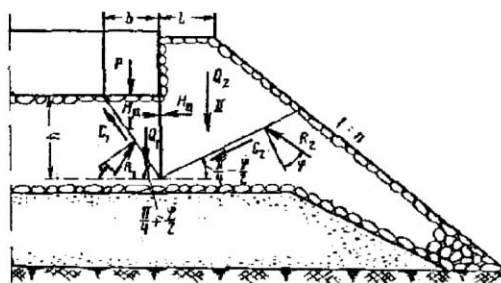
6. ábra

A vágányban keletkező hosszserőt a szorító hatású sínleerősítés a keresztaljon keresztül a kavicságyzat horgonyozza le



7. ábra

Kivetődési kísérletek, mesterségesen előidézett hőhatásra

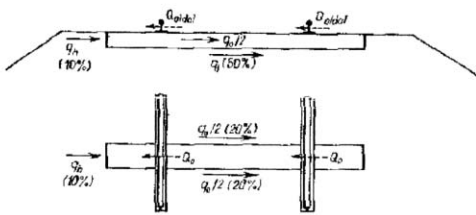


8. ábra

A kavicságy komlokzati részujének erőjátéka a P terheléssel a talpja végén

- Q1 és Q2 a kavics súlya az I és II térfogatba
- C1 és C2 a kavics súrlódása az I - II csúszófelületeken

- R1 és R2 reakcióerők a kavicságy stabil felületen a megfelelő I - II es térfogatban
- $H_a$  - az aktív nyomása az I térfogatnak amely vízszintesen fejti ki hatását az „oldal felületnek”
- $H_n$  - a vízszintes reakció (passzív ellenállás a II - tes fogatnak)
- $\Phi$  - belső súrlódási szöge a kavics anyagnak



$$(q \approx 50\%, q_1 \approx 40\%, q_h \approx 10\%)$$

$$q \approx q_1 + q_0 + q_h$$

9. ábra

A teljeságyzat oldal ellenállás ( $q$ ) három összetevője: a  $q_1$  talpsúrlódás, a  $q_0$  oldalsúrlódás és a  $q_h$  homlokfelületei ellenállás ( $q \approx 50\%$ ,  $q_1 \approx 40\%$ ,  $q_h \approx 10\%$ )  
 $q \approx q_1 + q_0 + q_h$

Az ágyzatnak ezt a tengely irányával egyező és arra merőleges irányú vágány elmozdulással szemben fellépő ellenállását, hosszú időn keresztül tudományos kutató intézetek tanulmányozták s jelenleg sincs olyan tudományos vasúti kutató intézet ahol ezek a problémák ne lennének napirenden.

### 3. Szükség van-e a kavicságyra, mint műszaki építményre?

A kavicsággal kapcsolatban felmerülő kérdések eleje az, hogy egyáltalán szükség van e a kavicságyra?

Tisztában vagyunk azzal, hogy a kavicságyazatot csak akkor tudjuk nélkülözni ha az általa végzett feladatokat más elemekre tudjuk átruházni.

A mondott irányban, eddig három megoldásról van ismeretünk. Az első megoldás exotikus országok kezdetlegességéből, a másik kettő fejlett országok műszaki túlfinomultságából fakad és a mi viszonyaink között gazdaságtalan voltak miatt egyformán nem kerültek alkalmazásra.

Lényegében kisebb jelentőségű de műszakilag érdekes, a jégre épített vasúti pálya, ahol szintén nincs közbenső közvetítő anyag a felépítményi tartószerkezet és a hordszerkezet, a jégkéreg között. 1915-ben próbálkoztak az oroszok első ízben nagy folyók és tundrák jégre vágányt építeni.

A leghíresebb kísérlet és tanulmány a Volgán, Szárátov - Engels városok között folyt (több mint

3,0 Km hosszúságon), amikor is a nyári komp forgalmat e két város között, télen kb. 5 hónapon keresztül, a jégre fektetett vasúti pálya helyettesítette (napjainkban, az 1960-as években megépült hídon bonyolódik le a forgalom).

A tanulmányokat és kísérleteket a Szárátovi Műszaki Egyetem (SZADI) tanszékvezető tanára Prof. Dr.A.A. Milasecskin végezte, akinek a sorok írója egyetemi hallgatója volt.

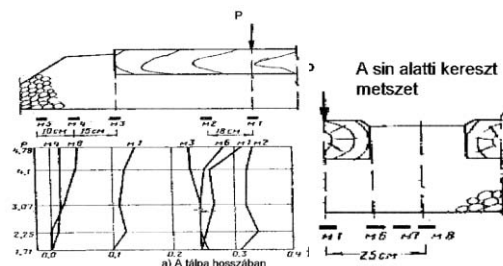
E kísérletek eredményeképpen az oroszok már megbízható elméleti számításokkal, és gyakorlati előírásokkal rendelkeznek, habár e kísérleteknek tragikus következményei is voltak a kezdeti kivitelezéseknek. (a Volga 20 méteres vízében, elűnt egy tehervonat).

A jég húzó szilárdsága 5-15kg/cm<sup>2</sup>, nyomó szilárdsága 40-70 kg/cm<sup>2</sup> között váltakozik. Rugalmassági modulusa 900 kg/cm<sup>2</sup>. A jégkéreg úgy hajlik be a vonat alatt mint egy igen lapos hajó. A jég besülyedési mélysége, amely a terhelés szerint 1-5 cm-ig terjedhet, csökken a sebesség növekedésével. A számítás kiinduló pontja az Archimedes féle tétel (a vonat súlyára és a belapulás köbtartalmára vonatkoztatva). Gondot okozott a jég dilatációja. Ezért az oroszok irányítható hézagokat teremtettek a -5°C és -20°C lehűléseknél. Bizonyos sűrűségben lyukakat fúrtak meghatározott helyeken és így kapták meg az összehúzódsági hézagokat, ahol akarták, vagy ahol szükséges volt.

### 4. A kavicságy mint rugalmas struktúra

Tovább haladva, felmerül a kérdés, hogy az eddigi gazdag tapasztalatok alapján, az alkalmazandó ágyazati anyag minőségre és szemszerkezetére milyenek a kialakult irányelvek. Ez is műszaki-gazdasági kérdés természetesen, amelyre egyetemesen érvényes választ nem lehet adni.

Mértékadó a beszerzési ár, a bányának a beépítéstől való távolsága, a forgalom sűrűsége, az alkalmazott felépítmény és az éghajlat.



10 ábra

A nyomás mérők elhelyezése és  $A \frac{\sigma}{P}$  változása a  $P$  függvényében



b).



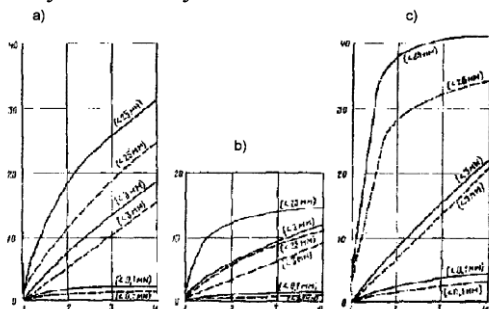
14. ábra

a) A kavicságy kialakulása

b) A következmény a rézsű megcsúszása

A kavicságytól azt kívánjuk, hogy a belekerülő vizet ne raktározza, gyorsan vezesse át magán, hogy a víz káros hatását ne fejthesse ki. A kavicságyban megmaradó víz télen megfagy és fagypókat okoz, ami veszedelmes, nyáron pedig meglazítja a földmunkát, annak felső részét és a kavicszásoknak lesz szülő anyja.

Szennyeződés súly %



15. ábra

A kavics különböző szemszerkezetének kopása a vonal terhelési intenzitásának a függvényében

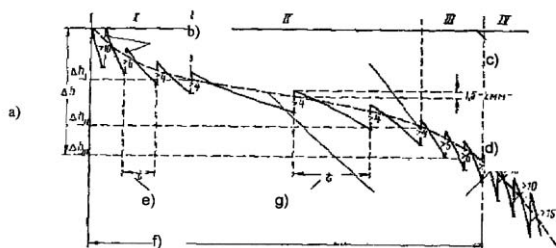
a) 25 – 70 mm

b) 40 – 70 mm

c) 25 – 40 mm

(a szaggatott vonal a középérték míg a folytonos vonal a maximális kopást ábrázolja)

Periódusok a javítás után



16. ábra

A kavicságy elvi működésének a vázlat a két javítás között, az ágyazat egy keresztmetszetében

a) remanens deformációk,

b) magassági eltérések a pályán 8 mm (középérték)

c) hosszmetset a javítás után,

d) 1,5 – 3 mm tartalék a süppedésre

e) a magassági eltérések javításának a periódusai,

f) A javítások közötti periódus

g) A süllyedési vonal a pálya hossz tengelyében a fenntartás ideje alatti, az áthaladt vonatterhelések függvényében

Amint láthatjuk a vizet a kavicságyban semmi körülmények között sem szabad megtúrni és a kavicságy igénybevétel átvevő képességének épségben tartására különös gondot kell fordítani.

## 5. Következtetés

A kavicságy tehát az egyik legérdekesebb műszaki létesítmény. Azonnal belátjuk ezt, ha átgondoljuk a kavicságy lényegét és feladatát.

A kavicságy kőnemű anyagok szemszerkezetéből álló, rugalmas teher-viselő, vízáteresztő réteg mely a földmunka tetejére elterítve azt részben betakarja és védi, átveszi a járművekről átháruló terhelést és azt szétosztva közvetíti az alépítményre és ennek közvetítésével a termett talajra.

Ebben a meghatározásban benne van a kavicságy szerepe, rendeltetése, szerkezete, valamint kölcsönhatása a felépítményi tartórendszerrel.

## Irodalom

1. Vásárhelyi Boldizsár: Hézagnélküli vasúti pályák. Budapest, 1960.
2. Gerhardt Schramm: Oberbautechnik und Oberbauwirtschaft. Darmstadt, 1960
3. Nemesdi Erwin: Vasúti felépítmény. Budapest, 1966. 4.
4. Marcel Rădulescu: Calea fără joantă, București 1963.
5. Mihalik A: Avarierea terasamentelor de cale ferată, INCERC București 1986.
6. Mihalik A: Ridicarea capacității portante a platformei căii cu ajutorul piloților de nisip, INCERC București 1982.
7. Mihalik A: Ridicarea capacității portante a platformei căii cu ajutorul betonului pământ, revista Căilor Ferate Nr. 11, București 1963.
8. Gumenski B.M.: Trixotropia grantor. Moskva 1961.
9. Popov S. N. Balastnii sloi ieleznodorojnovo putyi. Moskva 1965.