

A sín hajlítónyomatékanak számítása figyelembe véve a talpaljak ellenállását

Calculation of the Bending Moment in the Rail Track Taking Into Account the Sleepers Reactions

Calculul momentului încovoietor din șină în funcție de reacțiunile traverselor

Dr. KÖLLŐ Gábor, TAKÁCS Timea

Kolozsvári Műszaki Egyetem

ABSTRAC

The paper presents the method to determine rail bending moment using sleepers reactions

ÖSSZEFOGLALÓ

Ez a tanulmány a vasúti sín hajlítónyomatékának a meghatározását mutatja be a keresztaljak reakciójának a függvényében.

Kulcsszavak: sín, igénybevétel, keresztalj, reakció

1. BEVEZETÉS

A vasúti sín számítása, vagyis a vasúti sín igénybevételének meghatározása egy olyan kérdést jelent, amely több mint 175 éve foglalkoztatja a mérnököket, de elmondható, hogy még a mai napig sem sikerült találni egy biztos módszert arra, hogy pontosan meg lehessen határozni az elem (sín) normál- és nyíró-feszültségeit.

Figyelembe véve a szakirodalmat, sok olyan számítási módszert találunk, amelyek nagyobb vagy kisebb pontossággal meghatározzák a sínben keletkező feszültségeket, ellenben a pontosságuk mindig az elfogadott számítási modelltől függ.

Tudjuk, hogy a sín típus meghatározása számos (paraméter) elemtől függ, amelyeket figyelembe kell venni. Megalkotni egy olyan számítási modellt, amely figyelembe veszi az összes elemet, gyakorlatilag lehetetlen. Ezért vannak olyan modellek, amelyek a számítások szempontjából kényelmesek, és amelyek a valósághoz közelítő megfelelő megoldásokat kínálnak.

Az a módszer, amely legközelebbi reális számítás lehetőségét kínálja, a Zimmermann–Eisenmann módszer, más szóval a fiktív gerendák vagy a helyettesítő gerendák módszere. Ez a módszer figyelembe veszi a sín fekvési módját a jelentősen széles talpaljakra (28-30 cm), talpaljak, melyek közti távolság kisebb (55-65 cm), így befolyásolják a sín igénybevételét (hajlítónyomaték, nyíróerő, csavarónyomaték, stb.)

Ennél a módszernél a talpaljakra való felfekvés a blokkok területén egy folyamatos felfekvéssel van helyettesítve, illetve egy b_0 szélességű és keresztalj magasságú fiktív gerendával. A fiktív rendszer a pályára ható erő egy bizonyos értékén ugyanolyan függőleges elmozdulást mutat, mint a valódi rendszer. Ebből a feltételből meghatározzák a fiktív gerenda szélességét. A fiktív gerendát, úgymint a valós vasúti rendszert, egy rugalmas ágy támasztja alá, amely kielégíti a Winkler $p = c \cdot y$ feltételt, vagyis a p reakció arányos az y süllyedéssel, a c arányossági együtthatót ágyazati együtthatónak nevezzük.

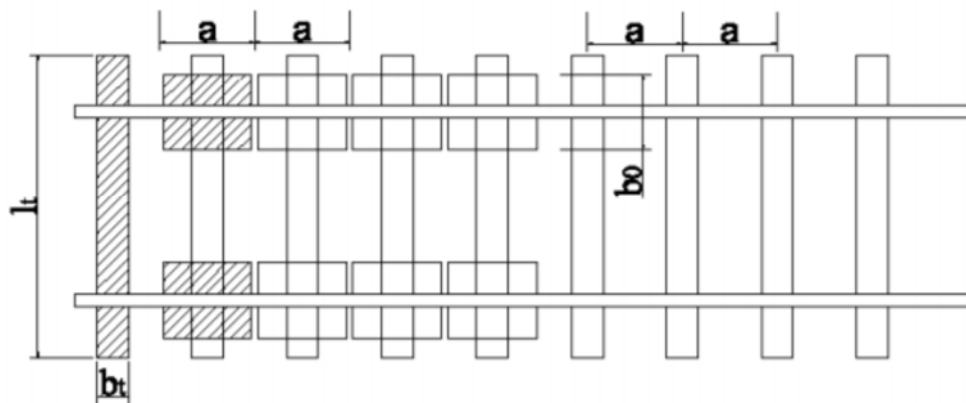
Ebben a számításban az eredmények diszperziója annak a ténynek köszönhető, hogy ez az ágyazati együttható különböző értékeket mutat évszaktól, pálya üzemeltetési időtartamától, a közet jellegétől- illetve granulozitásától, valamint a zúzott kő eltömődésének mértékétől függően.

2. A SÍNBELI HAJLÍTÓNYOMATÉK SZÁMÍTÁSA

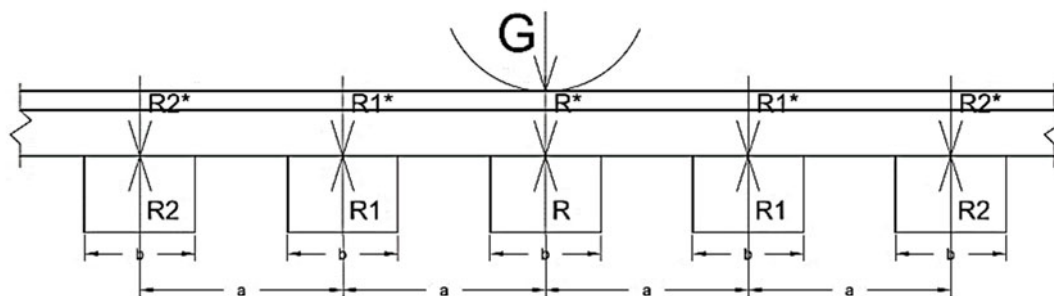
2.1. Számítási feltevések

Mivel a sín egy jelentős szélességű (28-30 cm) támaszra fekszik fel, amelyek kisebb távolságra (55-65 cm) helyezkednek el egymástól, a számítás folyamán a sín alatt egy folyamatos felfekvést veszünk figyelembe, illetve egy b_0 szélességű fiktív hossztartót. A sín a fiktív hossztartóra fekszik fel, míg a hossztartó a Winkler hipotézisét tiszteletben tartó zúzottkő ágyazaton fekszik, a reakció arányos a süllyedéssel, az arányossági együtthatót pedig „c” ágyazati együtthatónak nevezik.

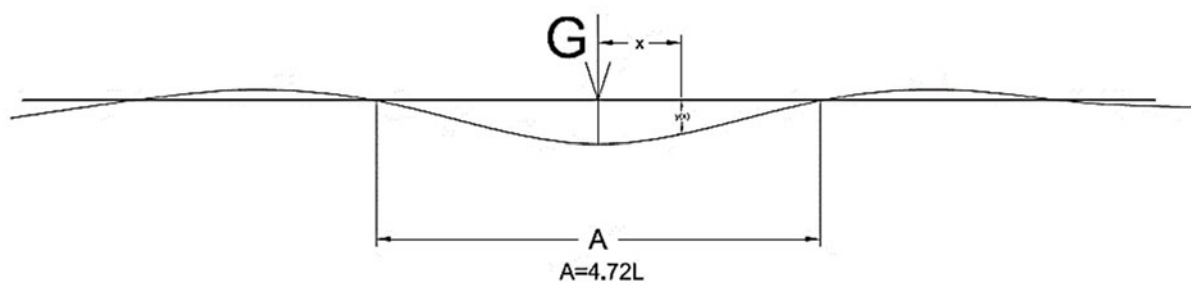
2.2. Számítási modell



1. ábra



2. ábra



3. ábra

2.3. Számítástechnikai kapcsolatok

Az átlagos deformált szál egyenlete, lásd a 3. ábrát.

$$y := \frac{G}{2c \cdot b \cdot L} \cdot e^{\frac{-x}{L}} \cdot \left(\cos\left(\frac{x}{L}\right) + \sin\left(\frac{x}{L}\right) \right) \quad (1)$$

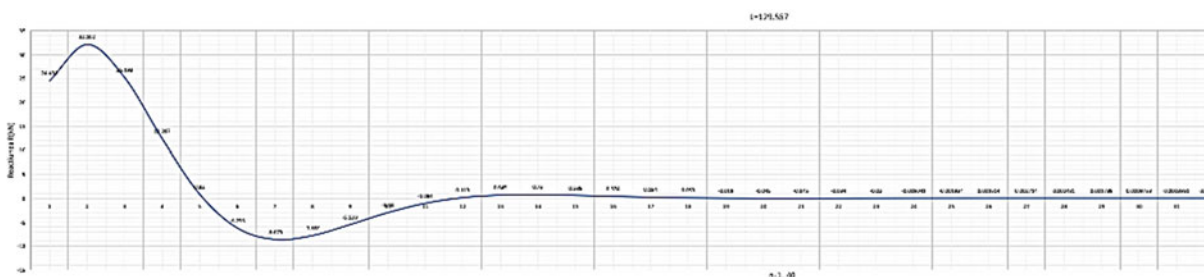
A keresztaljak reakciója a következő képlettel számítható:

$$R := \frac{Ga}{2L} \cdot e^{\frac{-x}{L}} \cdot \left(\cos\left(\frac{x}{L}\right) + \sin\left(\frac{x}{L}\right) \right) \quad (2)$$

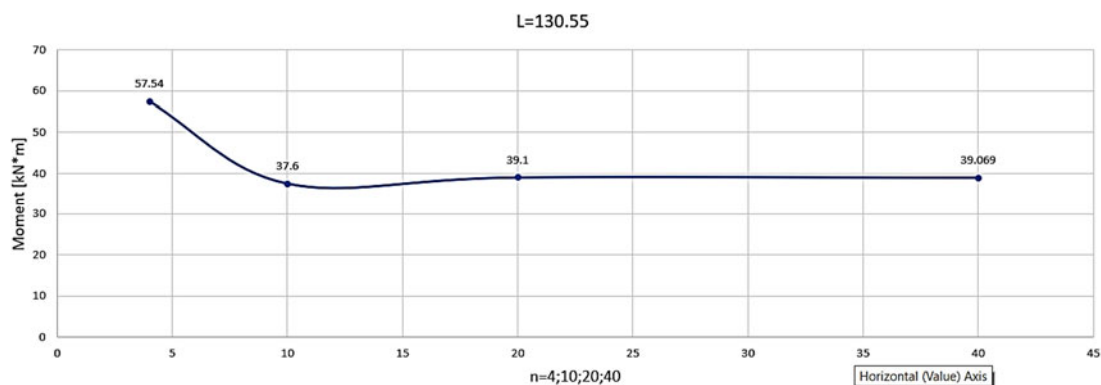
A hajlítónyomaték a G teher szomszédságában levő szakaszban:

$$M_G := \frac{G \cdot a^2}{2 \cdot L} \left[\sum_{n=1}^{\infty} \left[n \cdot e^{\frac{-n \cdot a}{L}} \cdot \left(\cos\left(\frac{n \cdot a}{L}\right) + \sin\left(\frac{n \cdot a}{L}\right) \right) \right] \right] \quad (3)$$

A gyakorlatban véges számú reakció elegendő. Az esettanulmányban 4, 10, 20 vagy 40 keresztaljat számoltunk. Az ábrán láthatjuk a reakciók értékeinek változását, így megfigyelhetjük, hogy amint a reakciók száma növekszik, ezeknek az értéke közeledik a nullához.



5. ábra



6. ábra

Látható, hogy a hajlítónyomaték aszimmetrikusan értékel. (lásd az 5. ábrát)

A számításokat a „c” ágyazati együttható különböző értékeivel és a a = 65 cm aljak közötti távolsággal végeztük.

L a pályafelszerkezet ekvivalens hosszát jelöli.

$$L := \sqrt[4]{\frac{4(E_s \cdot I_s + E_t \cdot I_o)}{b_o \cdot C}} \quad (4)$$

Az eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat:

Sína	c	a	Traversa	M[kN*m]				L	Nr. Traverse
				n=4	n=10	n=20	n=40		
60	3	0.65	T17	63.56	44.85	44.94	44.841	148.33	11
60	5	0.65	T17	57.54	37.6	39.1	39.069	130.55	9
60	10	0.65	T17	46.96	31.31	32.23	32.23	109.78	8

3. KÖVETKEZTETÉSEK

A bemutatott módszer meghatározza a hajlítónyomatékot a sín egy szakaszában, figyelembe véve a keresztaljak reakcióit. A hajlítónyomaték megegyezik a Zimmermann-Eisenmann-módszerrel kiszámított hajlítónyomatékkal, és az értéke közeledik ehhez amint a reakciók száma növekedik.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- [1.] Köllő Szabolcs, Köllő Gábor: *A vasúti betonlajak méretezése*, XX. nemzetközi Építéstudományi Konferencia, ÉPKO, Csíksomlyó, 2016
- [2.] Köllő Szabolcs, Köllő Gábor: *A sín igénybevételének tanulmányozása a kereszt merevségének függvényében*, XIX. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, ÉPKO, Csíksomlyó, 2015
- [3.] Mihai Nechita, Köllő Gábor: *Căi ferate*, Kolozsvár, 1982