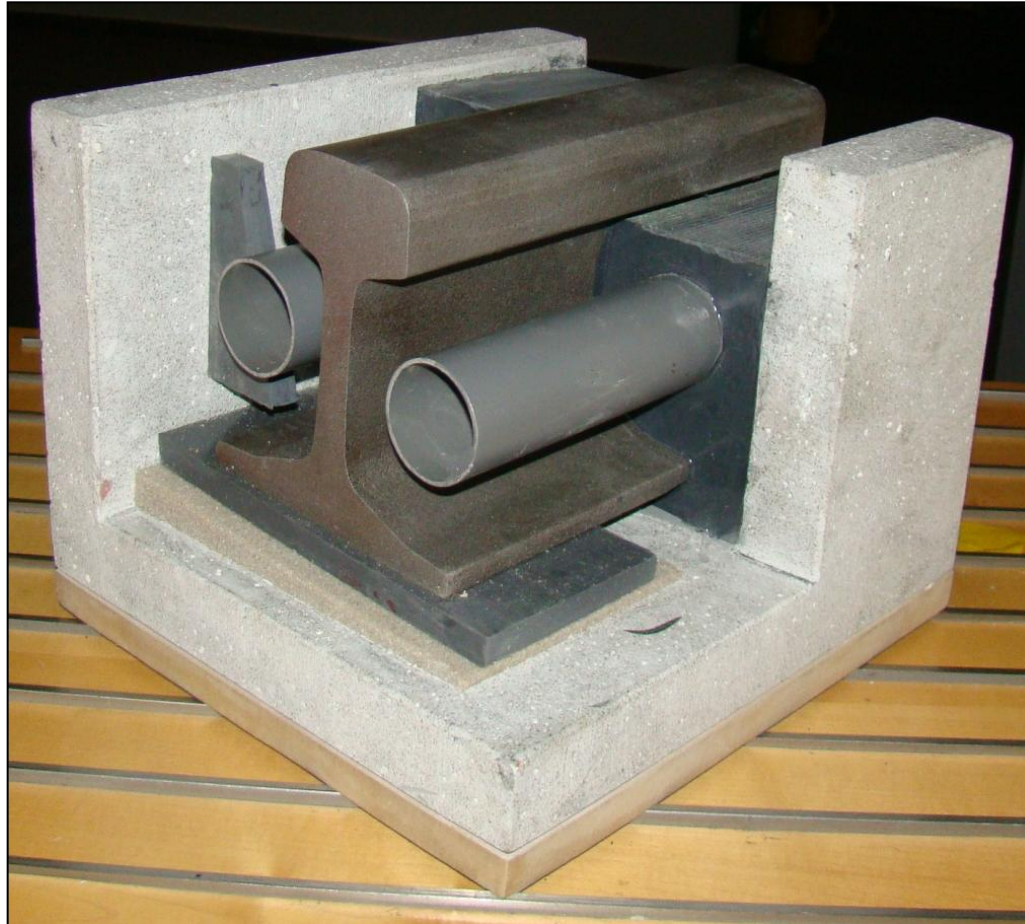


Kiöntött síncsatornás felépítmény kialakításának egyes elméleti kérdései

Közlekedésfejlesztési és Beruházási Konferenciára
Bükfürdő, 2014. március 19.

Major Zoltán egyetemi tanársegéd
Széchenyi István Egyetem, Győr

Kiöntött síncsatornás felépítmény



Tartalom

- Előnyök, hátrányok
- Kutatási probléma
- Optimalizálendő paraméterek
- A modellezés nehézségei és feloldásuk
- Rugóállandók meghatározása
- Összefoglalás

A kiöntött síncsatornás felépítményekről

□ Előnyök:

- Kedvező zaj- és rezgéscsillapító képesség
- Homogén, rugalmas megtámasztás a sín hossza mentén mind vízszintes, mind függőleges értelemben
- Kedvező élettartam-költségek
- Minimális fenntartási igény

□ Hátrányok:

- Pontos kivitelezést igényel
- Magas bekerülési költség

A kiöntött síncsatornás felépítmények optimalizálása (1)

- Tervezésük jelenleg költséges laborvizsgálatok alapján történik, egy-egy variáns vizsgálatával. **Optimalizálásukkal általában nem foglalkoznak, pedig a helyesen megválasztott paraméterek jelentős költségmegtakarításhoz, illetve a műszaki követelmények pontosabb teljesítéséhez vezethetnek.**

A kiöntött síncsatornás felépítmények optimalizálása (2)

- **Gazdasági megítélésükhöz minősítő számok képzése és azok normálása vezet. Mivel a minősítő számok nagyságrendje és dimenziójuk eltérő, ezért az egyes értékek hányadosát kell képeznünk egy kiindulási variációra jellemző értékekkel.** (Adott felhasználási területre jellemző általánosan alkalmazott kialakítás tekinthető a kiindulási alapnak, melyet előre meg kell határozni.)

A kiöntött síncsatornás felépítmények optimalizálása (3)

- Ezt követően a normált minősítő számokhoz megfelelő nagyságú súlyokat rendelve azt a variációt kell választanunk, amely esetén a súlyozott minősítő számok összege minimális.

$$s_F \times \frac{F_F}{F_{F,e}} + s_K \times \frac{F_K}{F_{K,e}} + s_A \times \frac{F_A}{F_{A,e}} \rightarrow \min$$

Fenntartás Kiöntőanyag Akusztika

A kiöntött síncsatornás felépítmények optimalizálása (4)

- Karbantartási igény: a kialakított szerkezetre jellemző karbantartási igény alapján kísérlet tehető egy karbantartási szükséglet jellemző paraméter meghatározására, amely figyelembe veszi a beavatkozási költségeket a vágány műszaki élettartama alatt. **Ebben a tényezőben tudjuk érvényre juttatni az egyes sínrendszerek által igényelt síngondozási igényeket vagy a megfelelően megválasztott sínminőség kedvező hatását.**
- **Ezt a tényezőt F_f -fel [Ft/m] jelöljük.**

A kiöntött síncsatornás felépítmények optimalizálása (5)

- Kiöntőanyag mennyisége: **a kiöntőanyag mennyisége nem független a kialakuló rugóállandótól, így az optimalizálás csak a két tényező együttes vizsgálatával lehetséges. A mennyiségre hatással van a választott sínrendszer, a síncsatorna és a kiöntés geometriája, a takarékküregek (esetleg idomkövek) alkalmazása.** Az ismert geometria alapján meghatározható a fajlagos anyagfelhasználás mértéke, mely nem más, mint az egy sín folyóméterre vonatkoztatott kiöntőanyag mennyisége.
- **Ezt a tényezőt F_K [dm³/m] jelöljük.**

A kiöntött síncsatornás felépítmények optimalizálása (6)

- Akusztikai tulajdonságok: **a kiöntőanyag fajtájának helyes megválasztásával, a sín „szabad” felületének csökkentésével, a rezgéshíd megszakításával kedvezőbb zaj-és rezgéstani tulajdonságok érhetőek el, mint a hagyományos vágányok esetén.**
- **Ezt a tényezőt F_A [dm²/m] jelöljük.**

$$F_A = A \times \frac{f_{\max} - f}{f_{\max} - f_{\min}}$$

A: a sínszál szabad felülete [dm²/m],

f_{\max} : a vizsgált frekvenciatartomány felső határa [Hz],

f_{\min} : a vizsgált frekvenciatartomány alsó határa [Hz].

A kiöntött síncsatornás felépítmények optimalizálása (7)

- Numerikus modellezés segítségével nagyszámú variáció modellezése válik lehetségessé, amellyel a hosszadalmas és költséges laboratóriumi vizsgálatok nagy része kiváltható. A végeselemes vizsgálatok eredményeinek segítségével műszaki szempontból az optimális variáció kiválasztása megtehető.

A kiöntött síncsatornás felépítmények optimalizálása (8)

- Sínrendszer és sínminőség: a homogén, folyamatos alá- és megtámasztásnak köszönhetően **a sín igénybevételei és alakváltozásai kedvezőbben alakulnak, mint zúzottköves vágányokban, így kisebb tömegű sínrendszerek alkalmazása is lehetséges**, mint a hagyományos kialakítások esetén.

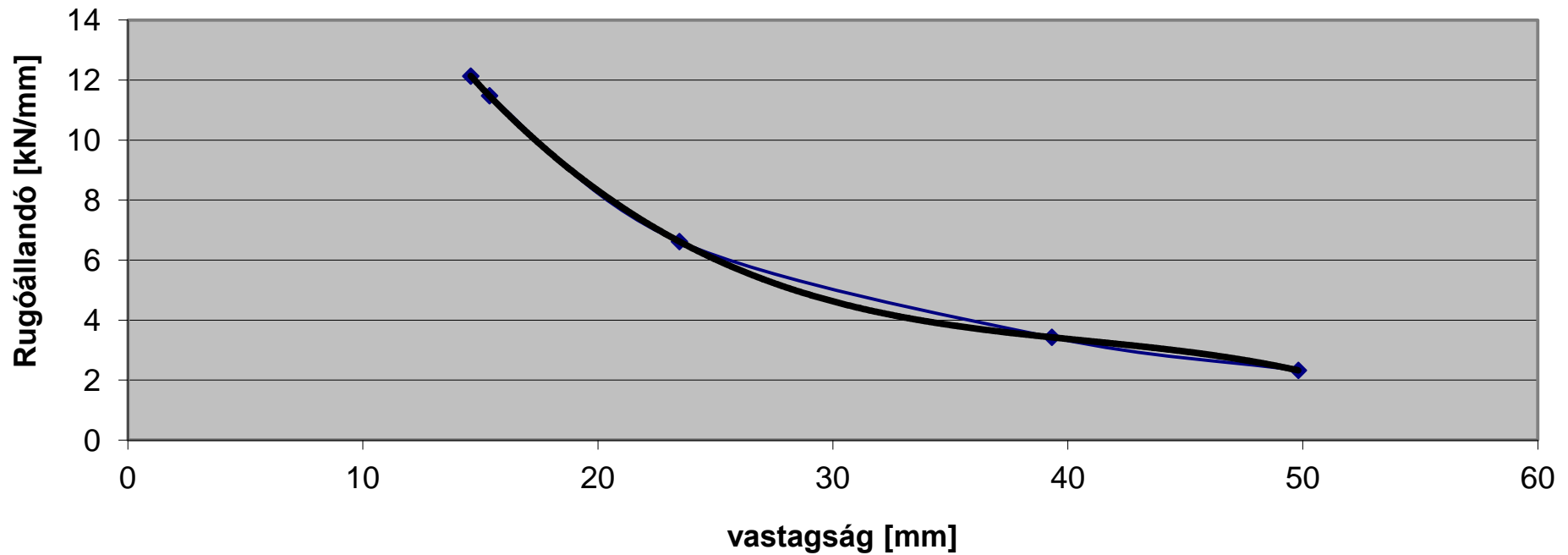
A kiöntött síncsatornás felépítmények optimalizálása (9)

- Rugalmassági tulajdonságok: megfelelően megválasztott kiöntőanyag fajta, **pontosan tervezett kiöntési méretek, szükség esetén rugalmas szalagok használatával** kedvezően befolyásolható a sínszalban kialakuló igénybevételek alakulása, a sínszal járműteher alatti függőleges és oldalirányú deformációja, valamint a függőleges hőkivetődéssel és a varratszakadás/síntörés miatti hézagmegnyílással szembeni biztonság. Így az optimalálás során ezeket a feltételeket együttesen kell vizsgálni.

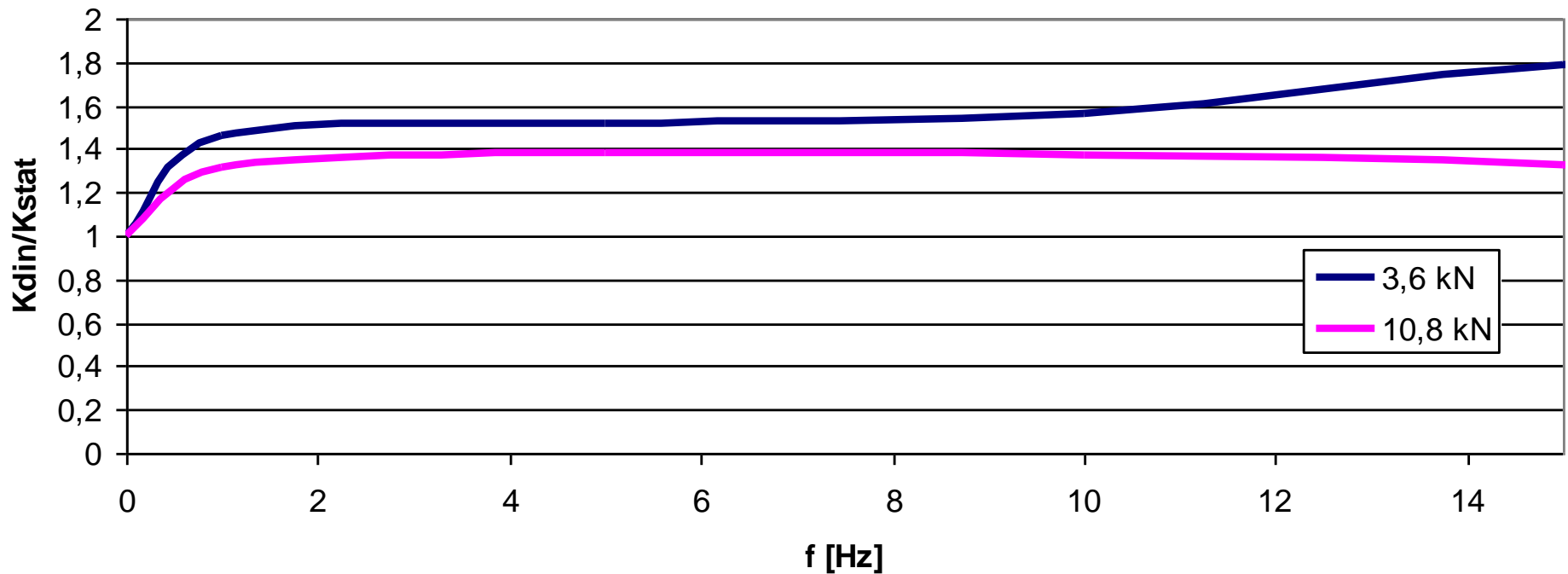
A kiöntött síncsatornás szerkezet vizsgálata – rugóállandók meghatározása (1)

- Meghatározható rugóállandók:
 - Függőleges irányú
 - Sínefen értelmezett
 - Súlypontban értelmezett
 - Vízszintes irányú
 - Csavarási
 - Hosszirányú

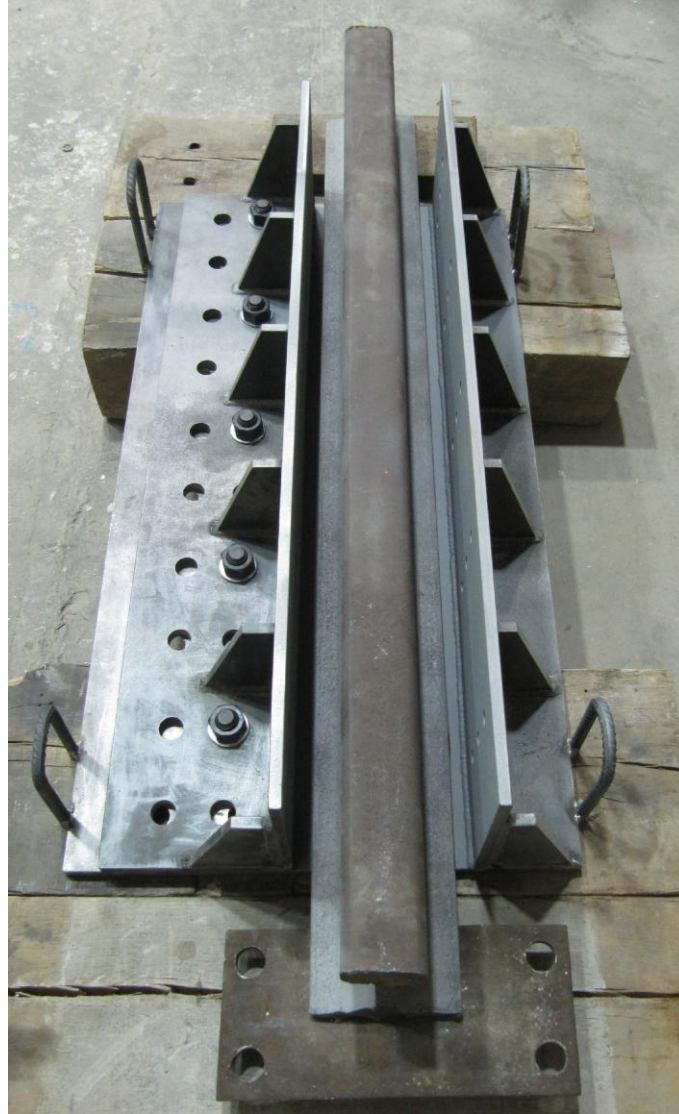
Statikus rugóállandó vizsgálat



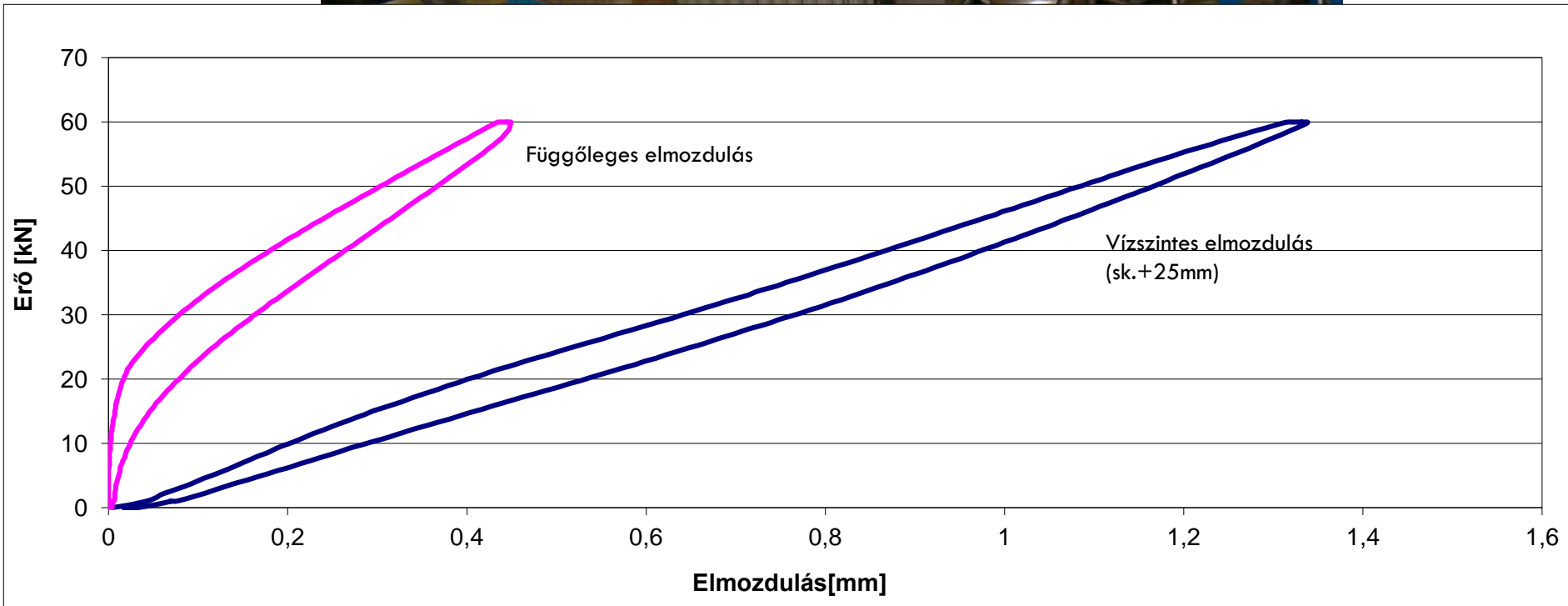
Dinamikus rugóállandó vizsgálat



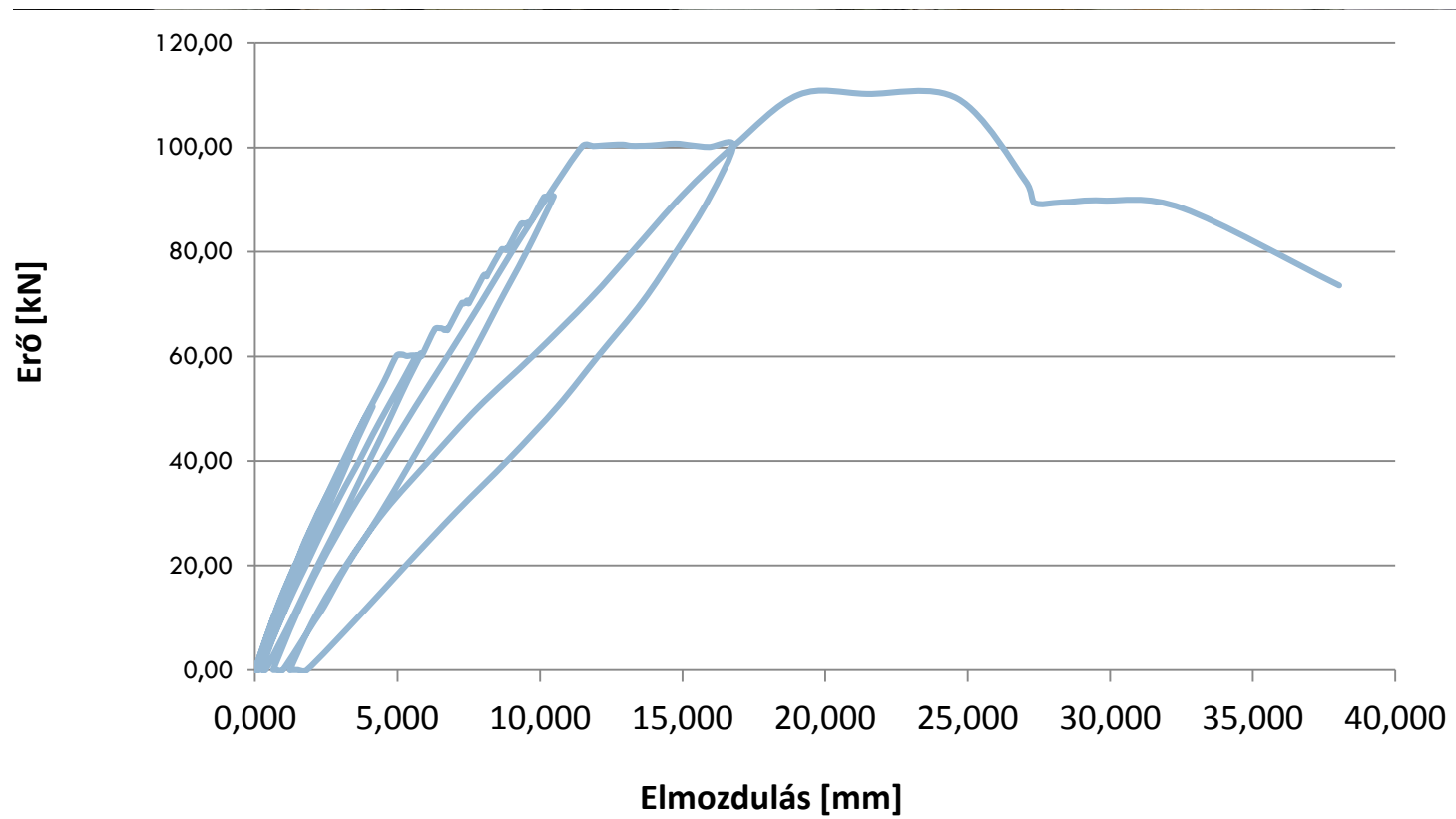
Laboratóriumi vizsgálatok próbaszerkezeteken



Terhelés statikus ferde erővel



Hosszirányú vizsgálat



További vizsgálatok

- 3 pontos hajlítás (40x40x100)
- Kettős nyírás (40x40x100)
- Shore-keménység vizsgálat

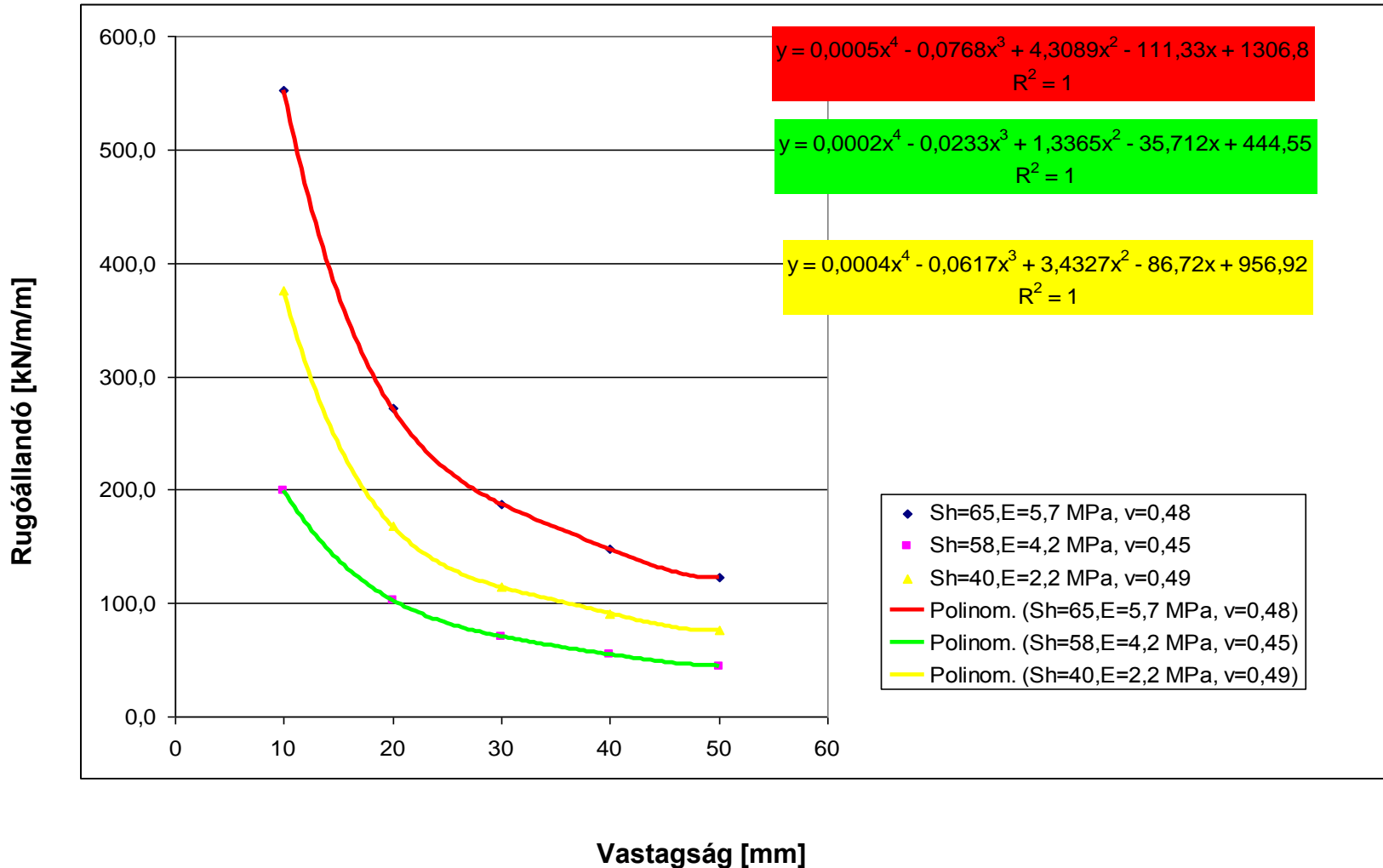
A modellezés nehézségei (1)

- **A gyakorlati tervezést megnehezíti az a tény, hogy a végeselemes modellezésükhöz szükséges anyagparaméterek nem mindegyike áll rendelkezésre, vagy ha mégis, úgy pontosításuk válik szükségessé.**

A modellezés nehézségei (2)

- A végeselemes modellezés elvégzéséhez szükséges két modellparaméter a rugalmassági modulus (E) valamint a Poisson-tényező (μ). Sajnos ezek nem elérhetőek minden esetben, vagy ha mégis, akkor is korrekciójukra lehet szükség. Az eddigi vizsgálataim azt mutatták, hogy a VEM modellek a Poisson-tényező értékére rendkívül érzékenyek. Kis változásuk is jelentős eltérést okoz a sínalátamasztás rugalmassági tényezőjének meghatározásakor.

A modellezés nehézségei (3)



A rugalmassági modulus meghatározása (1)

- ▣ A rugalmassági modulus értéke közelítőleg a Shore-A keménység alapján határozható meg. A Boussinesq-féle **rugalmas féltér elmélet alapján** tehetünk megállapításokat összhangban az **ISO 868**-cal, mely szabályozza a vizsgálati eszköz geometriáját, valamint a vizsgálat egyéb paramétereit. **A rugalmassági modulus és a Shore-A keménység között az alábbi összefüggés határozható meg:**

$$E = \frac{1-\mu^2}{2 \cdot R \cdot C_3} \cdot \frac{C_1 + C_2 \cdot Sh_A}{100 - Sh_A} [N/mm^2],$$

A rugalmassági modulus meghatározása (2)

- A fenti képlet rendkívül jól használható lenne a gyakorlatban, abban az esetben, ha nem két ismeretlent tartalmazna. Ez a probléma feloldható azzal az egyszerűsítéssel, hogy a μ helyére 0,5-et helyettesítünk be. Ez a közelítés a mérnöki gyakorlatban általánosan elfogadott az elasztomerek esetében (térfogatállandó anyagok). Az irodalom alapján a képlet 30 és 95 Sh_A közötti keménység értékek esetén alkalmazható.

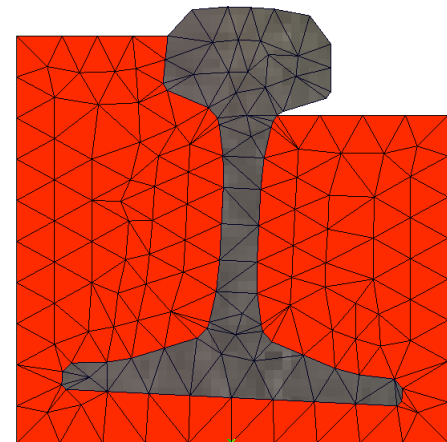
A rugalmassági modulus meghatározása -vizsgálati eredmények

Anyag	Sh_A középérték	$E_{gyártói}$ [N/mm ²]	$E_{számított}$ [N/mm ²]
„A”	40	2,20	2,25
„B”	58	4,20	4,44
„C”	65	5,70	5,90

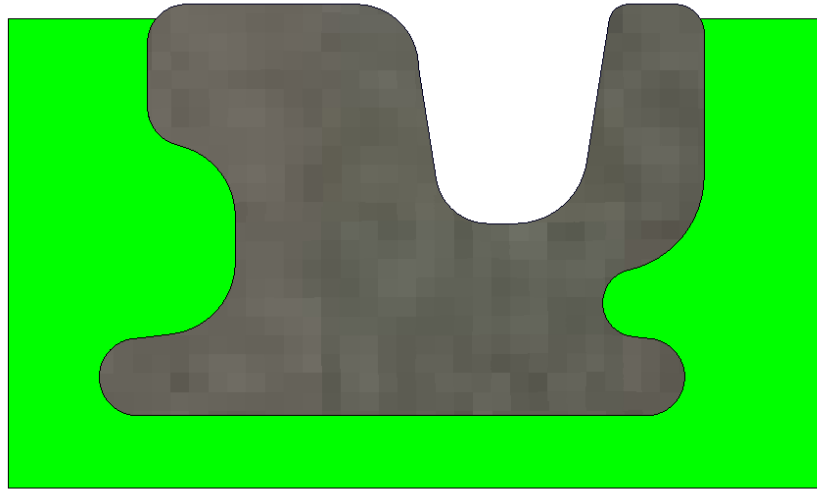
Az eredmények még az egyszerűsítés ellenére is jól közelítik a gyártó által megadott értékeket, a módszer eltérése a legrosszabb esetben is csak 5,7 %.

A Poisson-tényező meghatározása

- Ahhoz, hogy a modellünk megfelelő kimeneti eredményeket szolgáltatasson (sínyszál alátámasztás rugalmassági tényezők), ahhoz elengedhetetlenül szükséges az, hogy a Poisson-tényező értéke is megfelelően közelítse a valóságot. Valamely erre alkalmas végeelem szoftver használata mellett, iterációs eljárás segítségével számíthatóvá válik a Poisson-tényező értéke is meglévő laborvizsgálati eredmények alapján.



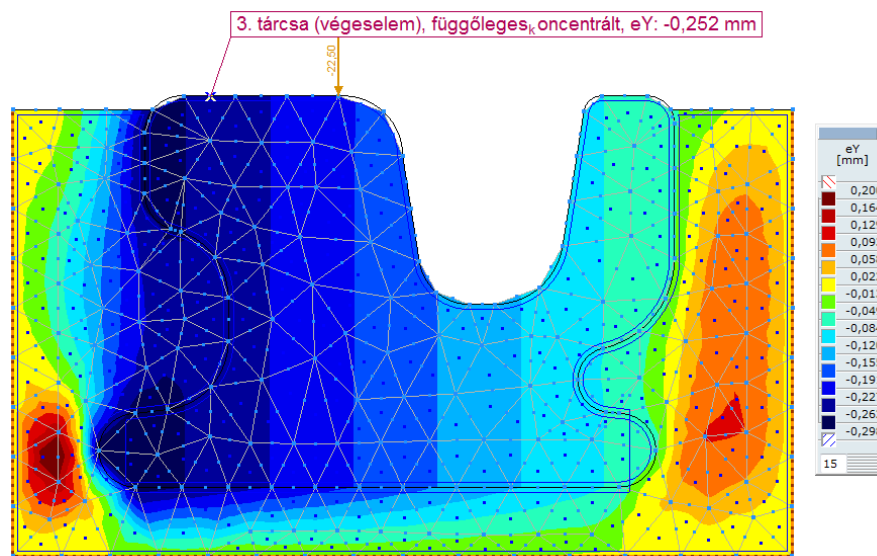
VEM modellezés eredményeinek összehasonlítása a labormérések eredményeivel (1)



A síncsatorna szélessége 170 milliméter, magassága 97 milliméter. A síntalp alatt az aláöntés vastagsága 15 milliméter. **Alkalmazott sínrendszer: 35GPB.**

VEM modellezés eredményeinek összehasonlítása a labormérések eredményeivel (2)

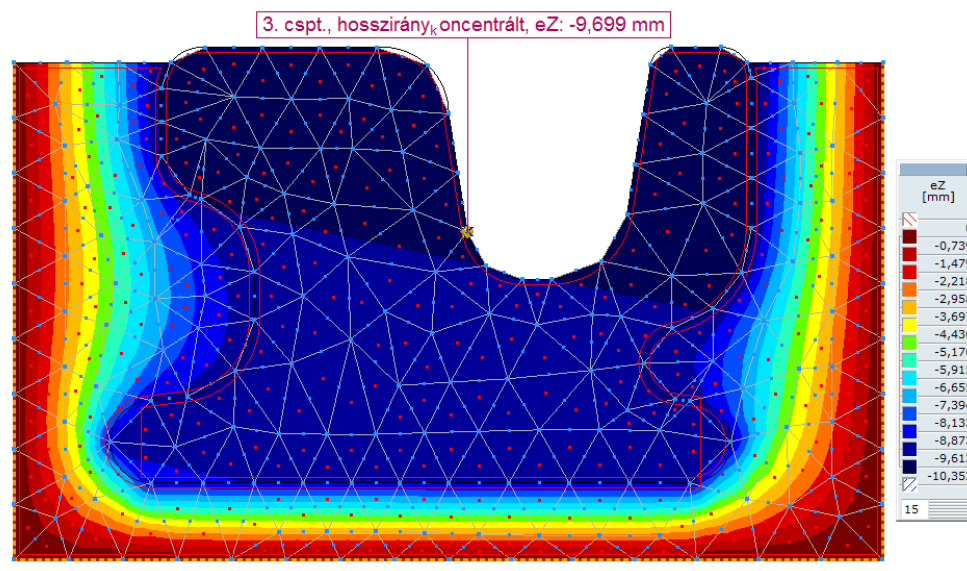
A függőleges statikus rugóállandó vizsgálatánál 300 milliméter hosszú síkbeli alakváltozási állapotban lévő tárcsát modelleztünk, melyet 22,5 [kN] nagyságú függőleges erővel terheltünk le.



Eset	Függőleges elmozdulás [mm]
Labor jelentés	0,290 (100 %)
VEM modell	0,252 (86,9 %)

VEM modellezés eredményeinek összehasonlítása a labormérések eredményeivel (3)

A 300 milliméter vastag lemezmodellen vizsgáltuk meg a hosszirányú erőhatással szembeni ellenállás mértékét



Eset	Hosszirányú elmozdulás [mm]
Labor jelentés	10,000 (100,0 %)
VEM modell	9,699 (96,9 %)

Összefoglalás

- **Az optimalizáláshoz szükséges adatok egy része áll csak rendelkezésünkre, ezért - kivitelezői és üzemeltetői adatok alapján - további kutatást igényel az optimálási tényezők megállapításához szükséges megfelelő súlysúlyszámok meghatározása.**
- **Előadásom során olyan módszert mutattam be, mely alkalmazásával kiöntött síncsatornás szerkezetek viselkedését is modellezhetjük annak ellenére, hogy ehhez nem áll eredendően rendelkezésünkre minden adat. Ellenben, ha kihasználjuk azokat az összefüggéseket, melyek egyes jellemzők között fennállnak, úgy meghatározhatjuk a közelítő modellparamétereket olyan tájékoztató jellegű adatokból, mint például a Shore-A keménység.**

KÖSZÖNÖM FIGYELMÜKET!