

Beroppanás és nyírás interakciójának vizsgálata trapézgerincű tartókon



Témavezető: Dr. Dunai László

Készítette: Kövesdi Balázs

Bevezetés

- Korábbi eredmények rövid áttekintése
- Problémafelvetés és kutatási stratégia bemutatása
- Szakirodalmi áttekintés
- Numerikus modellezés és szerkezeti viselkedés
- Interakciós görbe kidolgozása
- Eddigi munka összegzése és további kutatási irányok

Korábbi eredmények áttekintése

Szakirodalmi háttér alapján



Kísérleti program végrehajtása



Numerikus modell kidolgozása

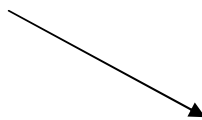
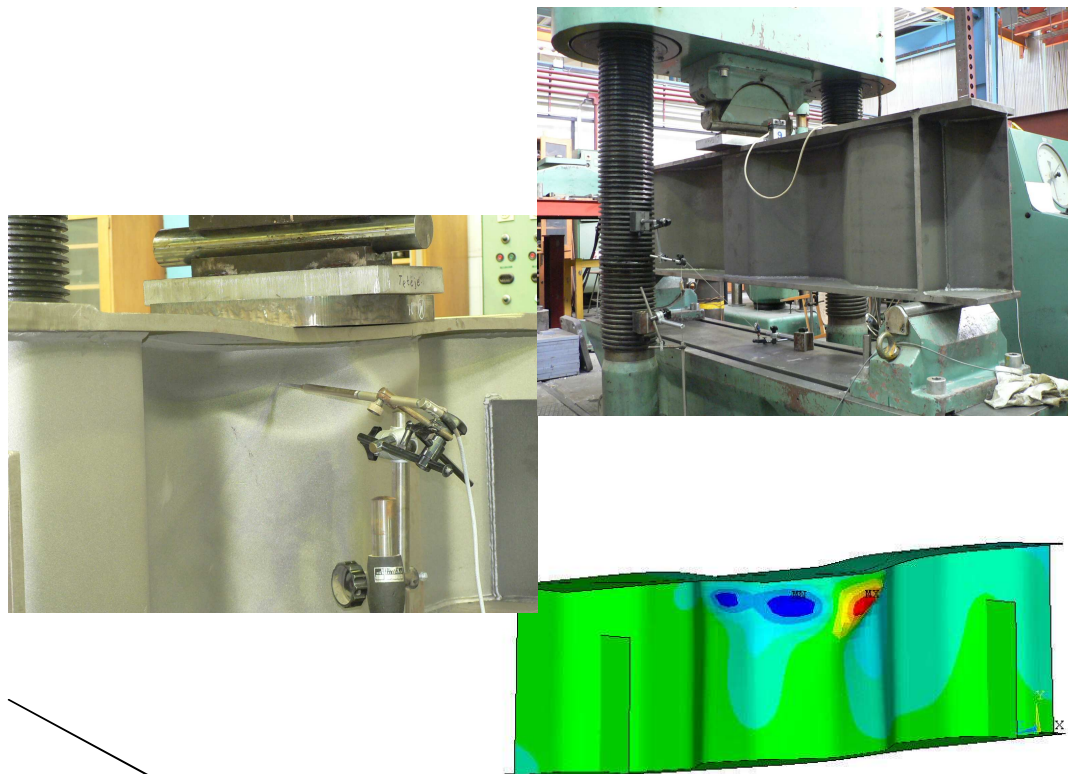


Paramétervizsgálat (teherbírást befolyásoló paraméterek meghatározása)



FEM alapú méretezési eljárás

- ajánlás helyettesítő geometriai imperfekció alakjára és amplitúdójának felvételére



Analitikus méretezési eljárás

$$R = R_w + R_f =$$

$$\rho \cdot s s \cdot t_w \cdot f_{yw} \cdot k_\alpha + 2 \cdot \sqrt{4 \cdot M_{plf} \cdot \delta \cdot t_w \cdot f_{yw}}$$

Problémafelvetés

1. Kähönen méretezési eljárása

$$R_d = (R_{d1} + R_{d2} + R_{d3}) \cdot k_o \cdot \frac{k_r}{\gamma_M}$$

$$R_{d1} = k_w \cdot \sigma_{yw} \cdot t_{wep} \cdot a$$

$$R_{d2} = 2 \cdot t_f \cdot \sqrt{k_w \cdot \sigma_{yw} \cdot k_f \cdot \sigma_{yf} \cdot t_{wep} \cdot b_f}$$

$$R_{d3} = -0.07 \cdot \sigma_f \cdot b_f \cdot t_f$$

- Magasépítési szerkezetekre lett kidolgozva.
- Nem követte az EC szerinti stabilitásvizsgálat menetét (csökkentő tényezős eljárások).
- Tartalmazza az interakciók hatásának figyelembe vételét.
 $k_o; k_w; k_r; R_{d3}$



2. Átdolgozott, módosított méretezési eljárás

Kähönen képletén alapulva + numerikus számítások + saját kísérletek

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{yw}}{\sigma_{cr}}} \quad \sigma_{cr} = \frac{k_\sigma \cdot \pi^2}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot E \cdot \left(\frac{t_w}{a_i}\right)^2$$



Tisztán a beroppanási ellenállás meghatározása.

$$R = R_w + R_f = \rho \cdot s_s \cdot t_w \cdot f_{yw} \cdot k_\alpha + 2 \cdot \sqrt{4 \cdot M_{plf} \cdot \delta \cdot t_w \cdot f_{yw}}$$

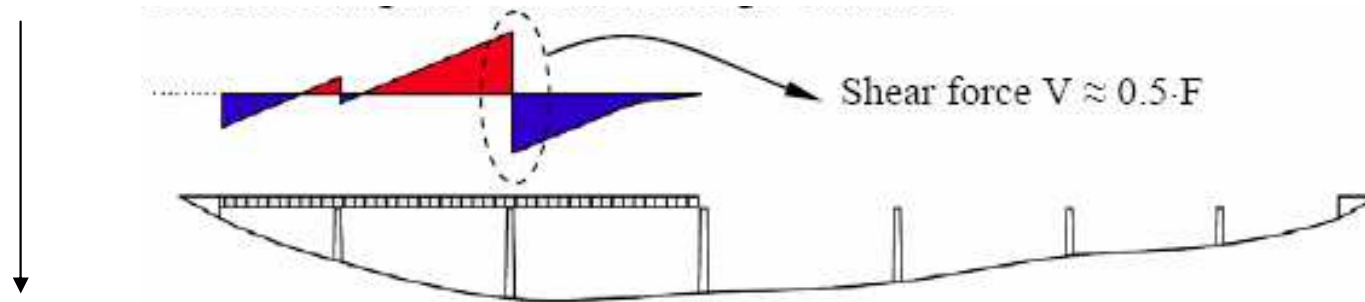


Cél: Interakciós formulák kidolgozása.

(F+V) ; (F+M)

Problémafelvetés

Gyakorlatban, főleg betolással épülő hidaknál gondot okozhat nagy nyíró (V) és keresztirányú koncentrált erő (F) egyidejű jelenléte.



Tervezésben figyelembe kéne venni.

1. EC3-ban nincs ajánlás beroppanás és nyírás interakciójának figyelembe vételére.
2. Szakirodalomban nagyon kis számú kutatás található, főleg trapézgerincű tartók esetére.



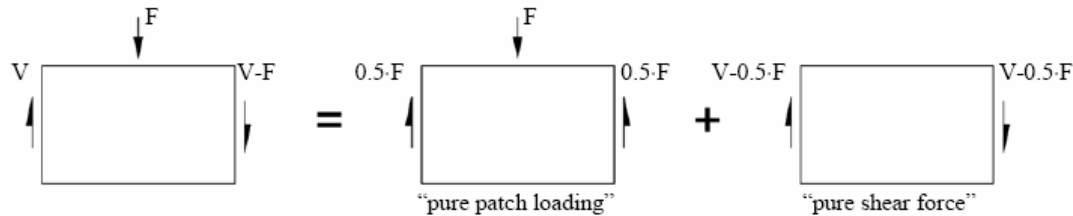
Cél: Új ($F+V$) interakciós képlet kidolgozása trapézgerincű tartókra.

Kutatási stratégia

- szakirodalmi áttekintés
- kísérleti háttér alapján numerikus modell építése
- szerkezeti viselkedés vizsgálata
- numerikus paramétervizsgálat
- interakciós görbe kidolgozása
- továbblépési irányok

Szakirodalmi áttekintés

1. Együttes terhelés vizsgálata → két hatás szétválasztása.



Beroppantó erőből keletkező nyírást szétválasztjuk a tényleges nyíróerőtől.

Oka: Keresztirányú erőből keletkező nyírófeszültség nem csökkenti a beroppanás ellenállás értékét, illetve a beroppanási ellenállás meghatározásának módszerei ennek a csökkentő hatását már tartalmazzák.

2. Elgaaly és Seshadri vizsgálatai

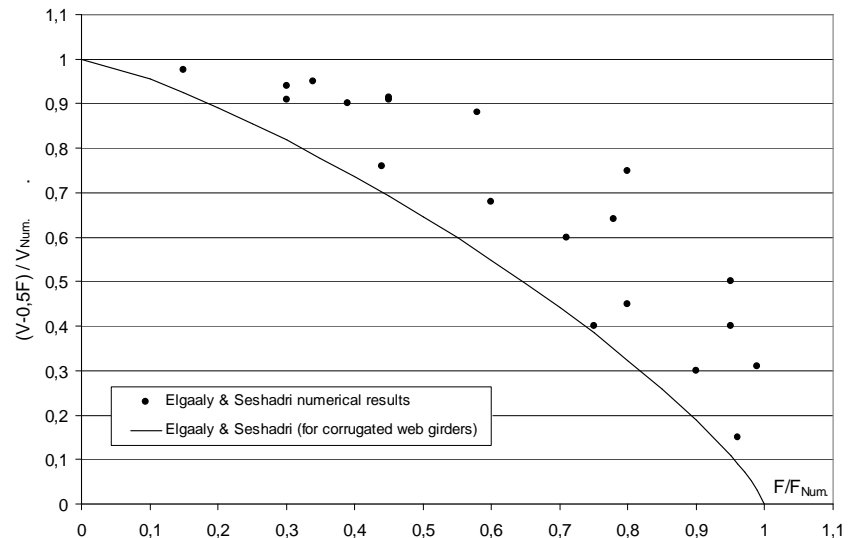
kísérleti háttérre alapozva



20 numerikus számítás

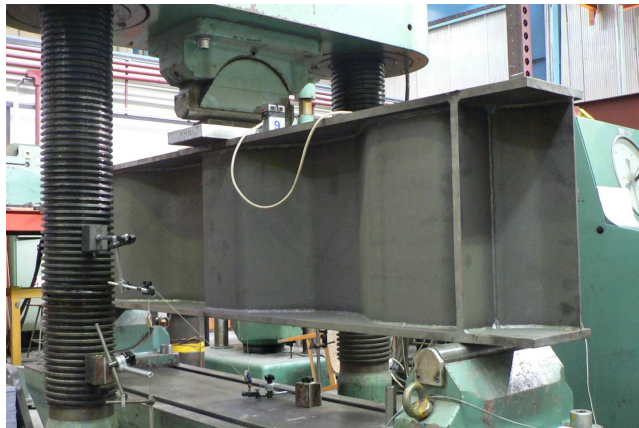


$$\left(\frac{V - 0.5 \cdot F}{V_R} \right)^{1.25} + \left(\frac{F}{F_R} \right)^{1.25} \leq 1.0$$

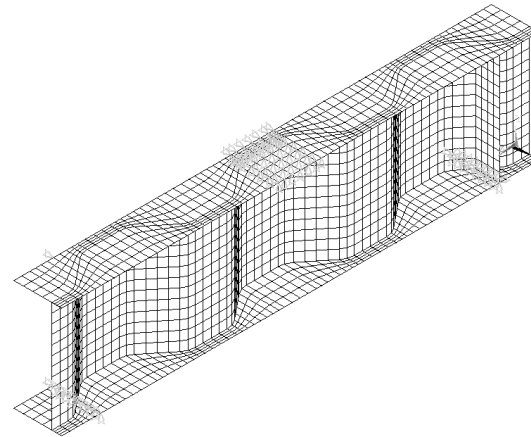


Numerikus modellezés

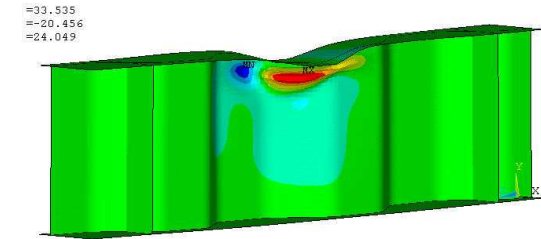
Kísérleti próbatest



Numerikus modell

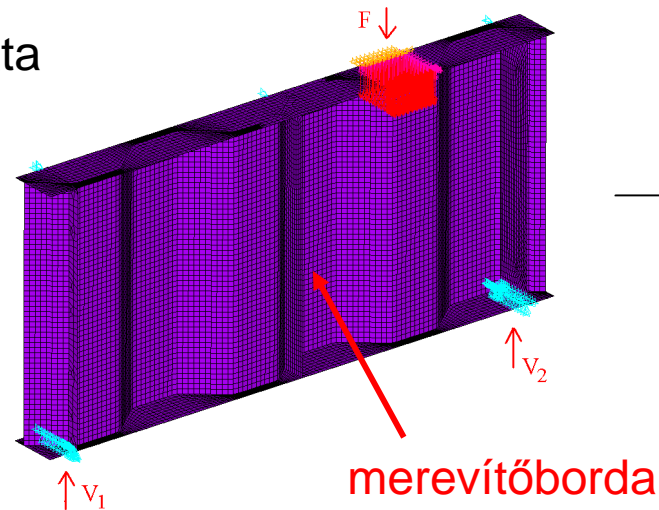


Virtuális kísérlet



modellverifikáció

F+V együttes vizsgálata

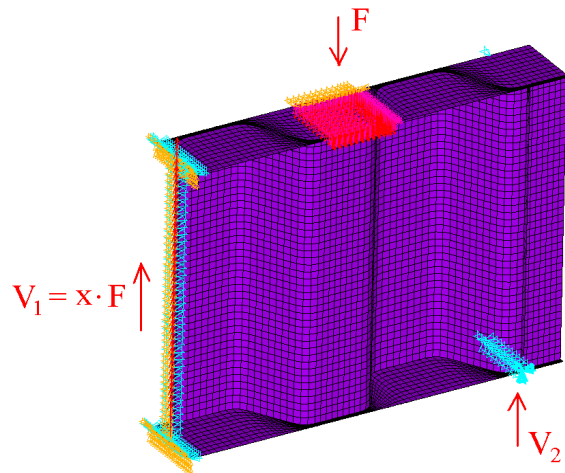


Különböző geometriákkal és terheléssel paramétervizsgálat.

Numerikus modellezés

Egy lemezmező modellezése → 1. Kisebb számítási igény.

2. x paraméterrel különböző erőeloszlások vizsgálhatók.



Vizsgált paramétertartomány:

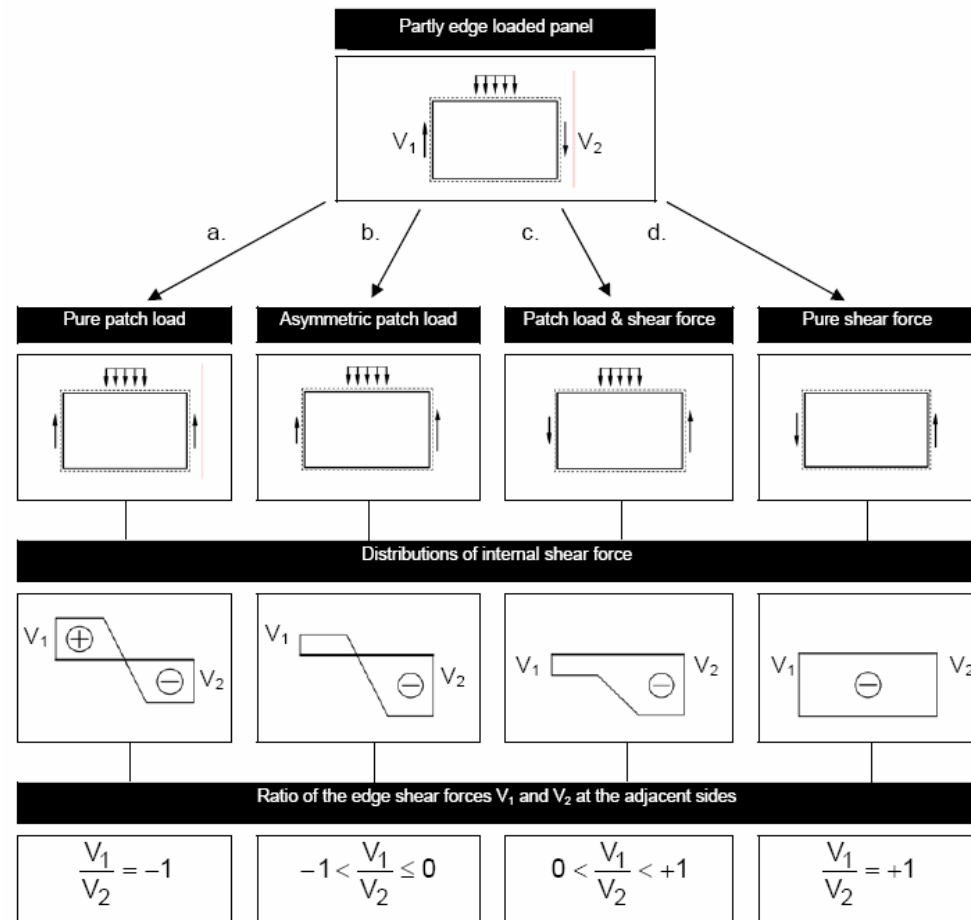
h_w/t_w : 100-125-150-200-250

a_1/t_w : 15-20-25-30-35

α : 20°-30°-40°-60°

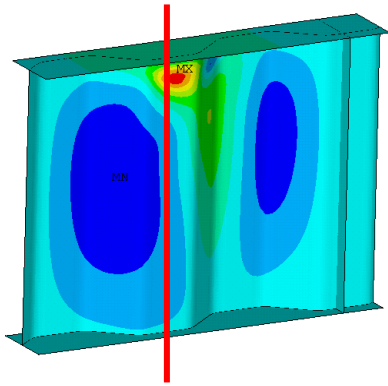
ss/h_w : 0.2-0.4-0.5-0.6-0.8

V_1/V_2 : -1 ; 1 min. 8 lépcsőben

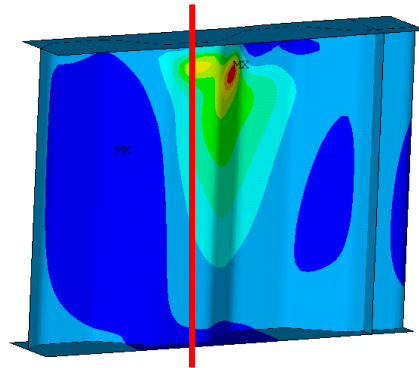


Szerkezeti viselkedés

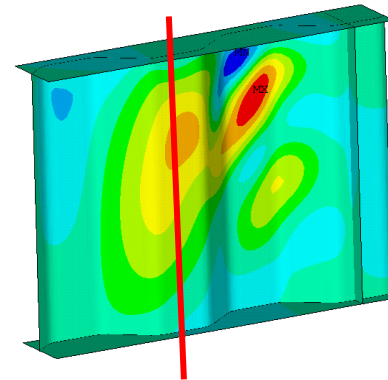
$$V_1/V_2 = -1$$



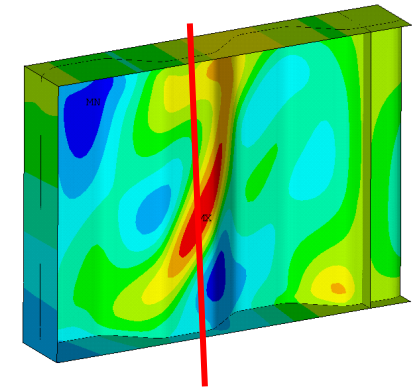
$$V_1/V_2 = 0$$



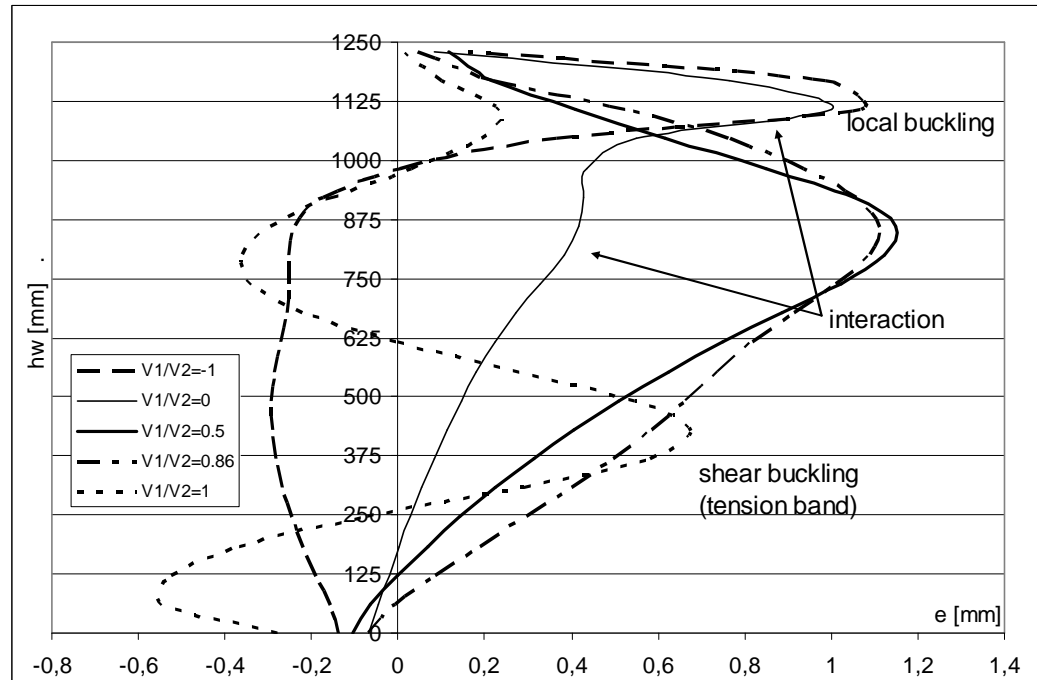
$$V_1/V_2 = 0.5$$



$$V_1/V_2 = 1$$

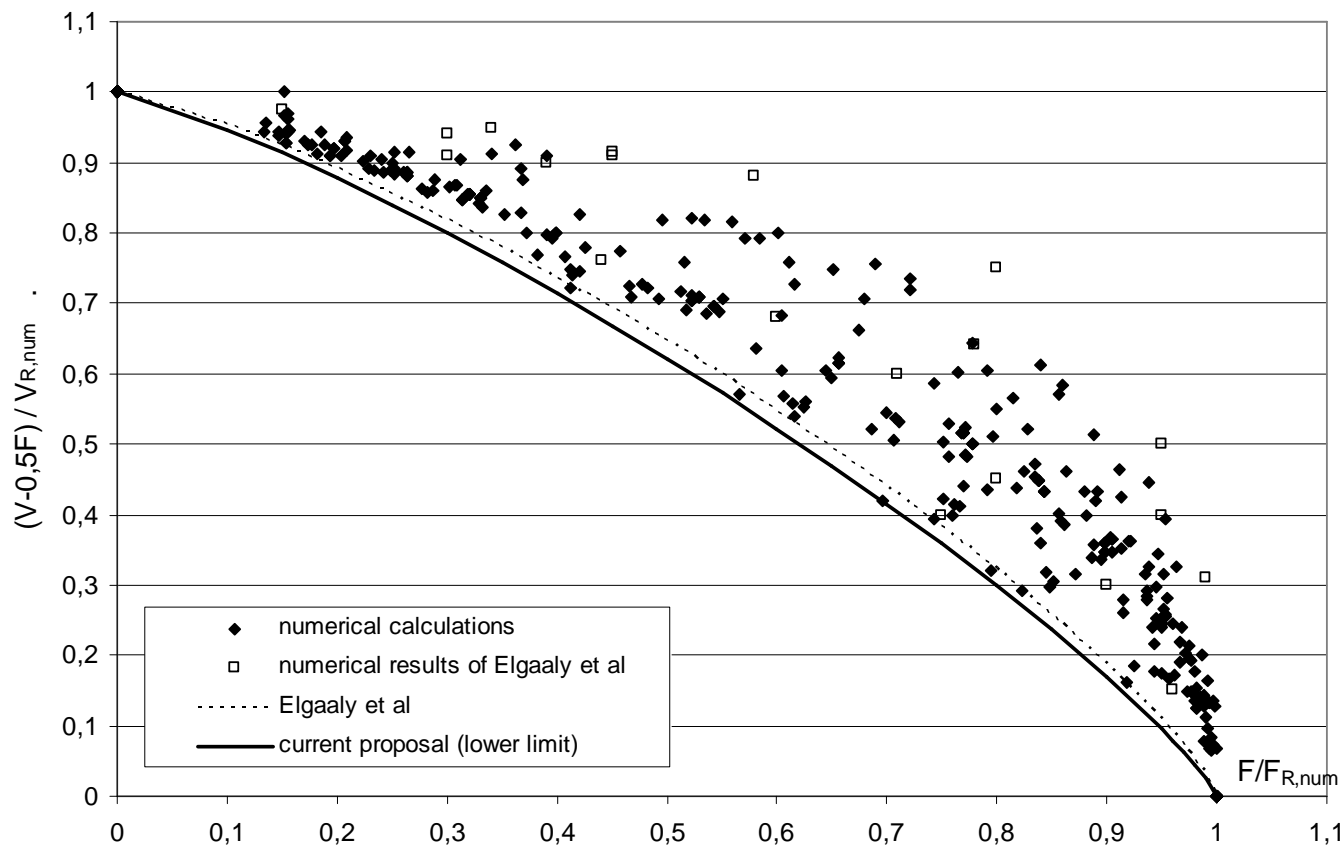


Oldalirányú elmozdulások
a gerinclemezben:



Interakció vizsgálata

Numerikus eredmények kiértékelése (hatások szeparálásával)

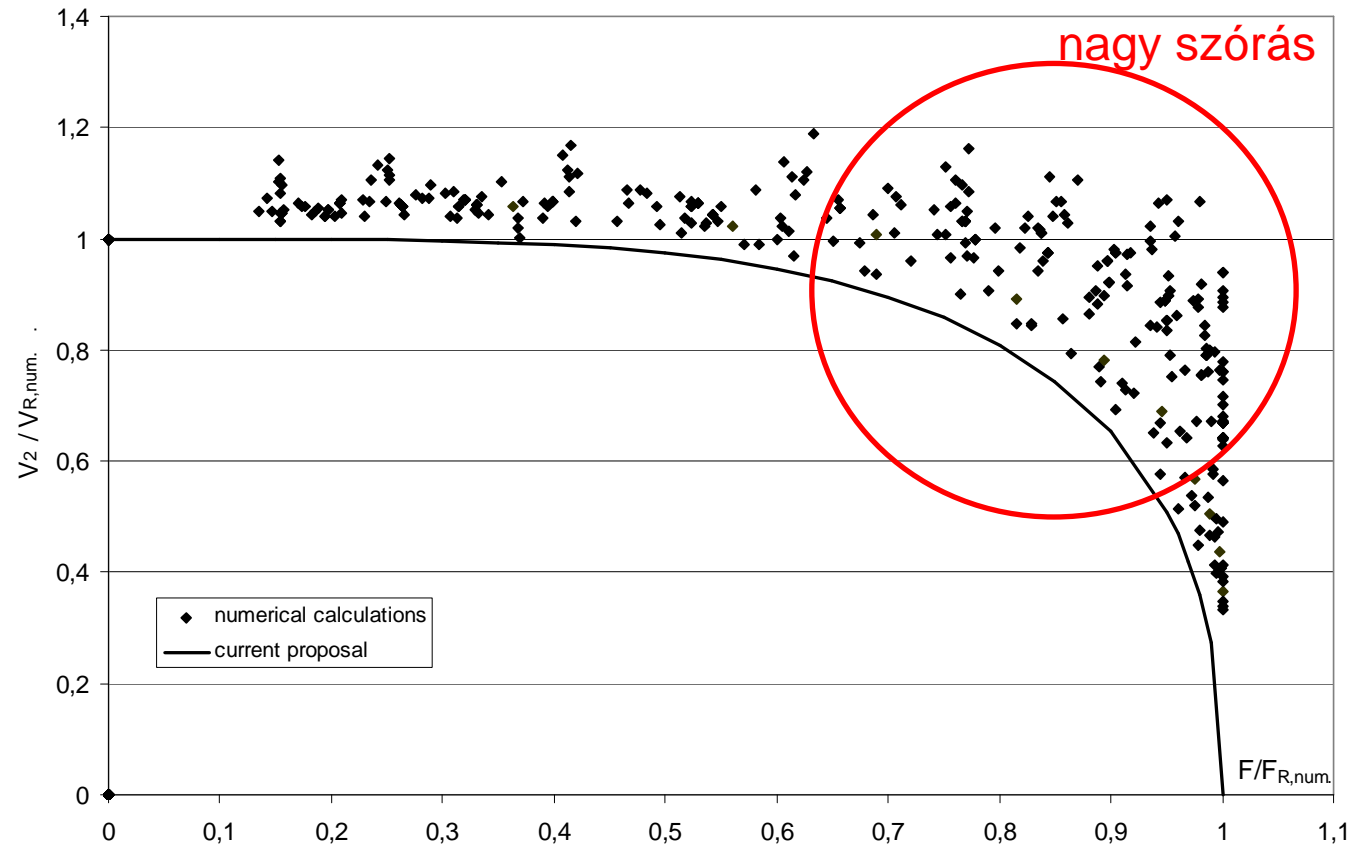


1. ajánlott interakciós képlet:

$$\left(\frac{V - 0.5 \cdot F}{V_R} \right)^{1.2} + \left(\frac{F}{F_R} \right)^{1.2} \leq 1.0$$

Interakció vizsgálata

Numerikus eredmények kiértékelése (hatások szeparálása nélkül)

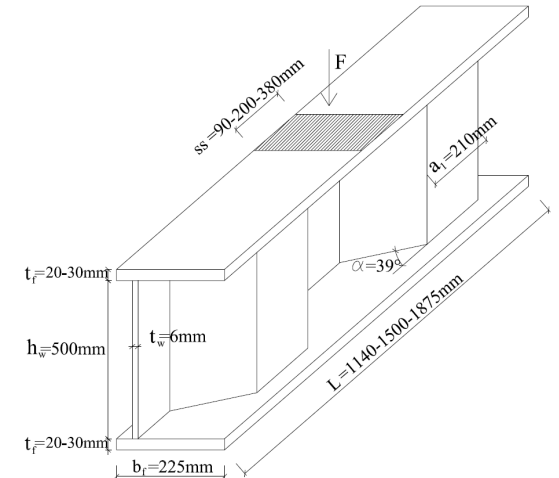
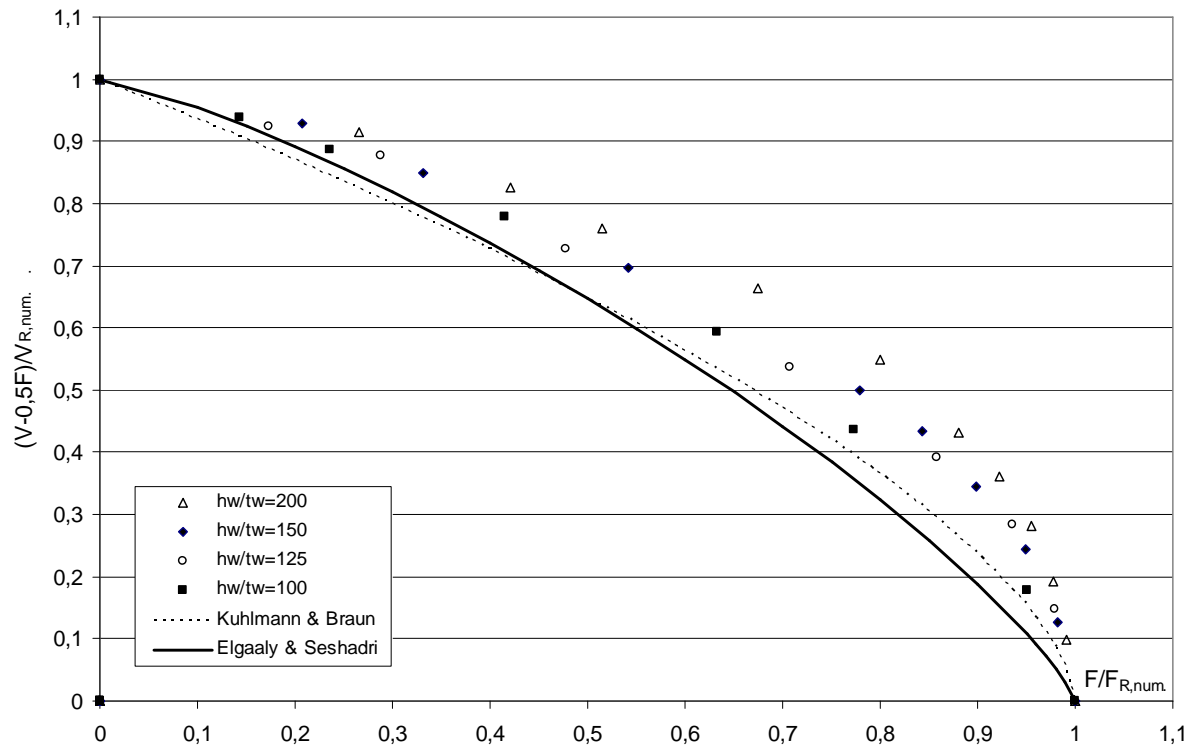


Ajánlott interakciós képlet:

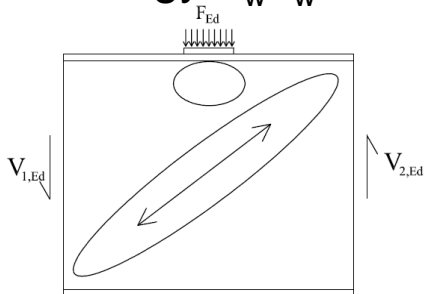
$$\left(\frac{V_{\max}}{V_R} \right)^{2.5} + \left(\frac{F}{F_R} \right)^4 \leq 1.0$$

Paraméterek hatásának vizsgálata

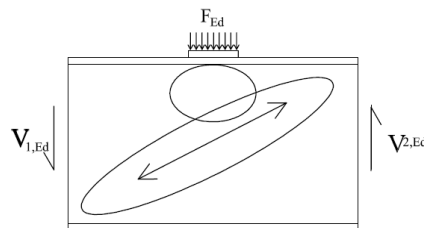
h_w/t_w arány függvényében



nagy h_w/t_w

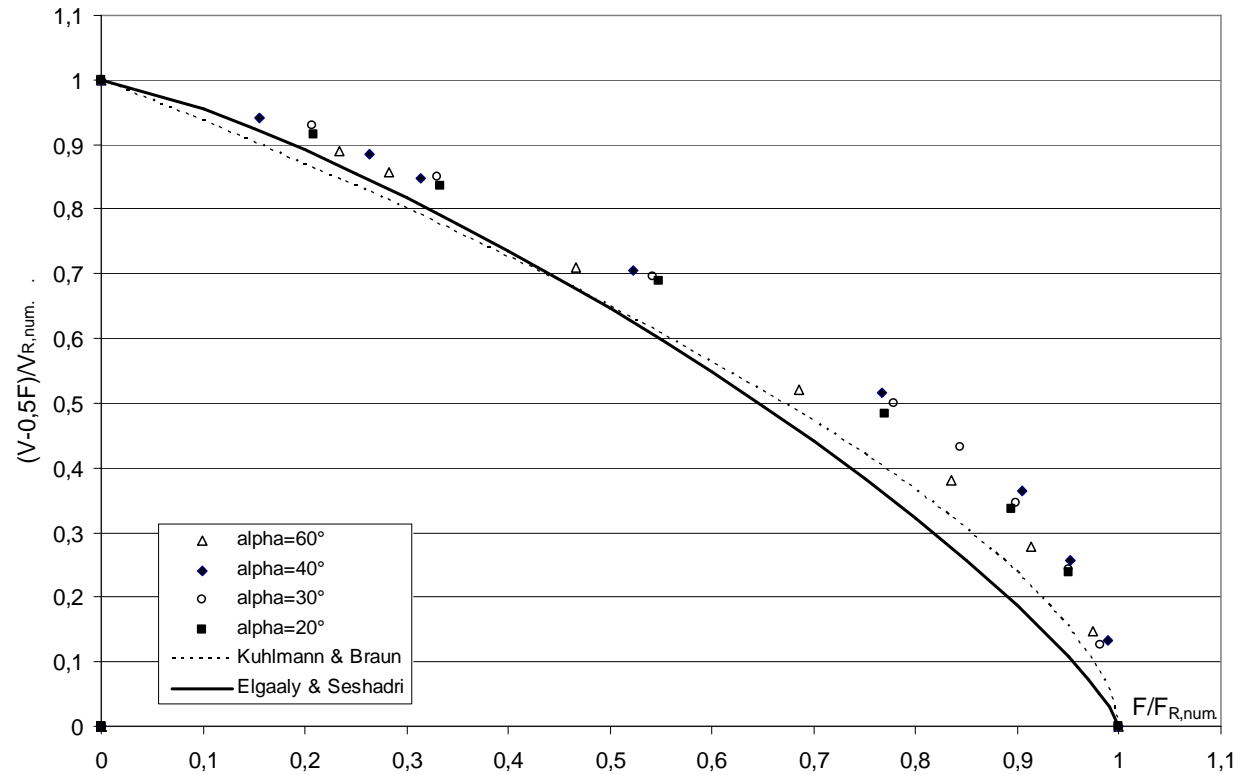
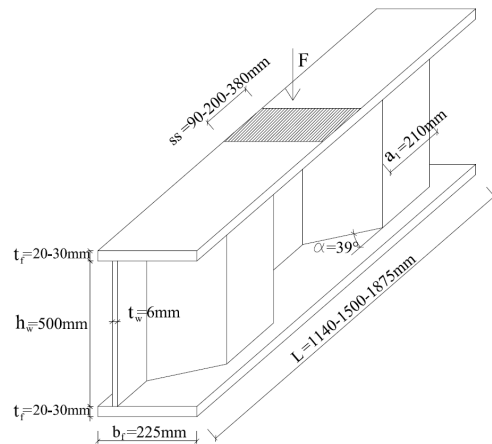


kis h_w/t_w



Paraméterek hatásának vizsgálata

hajlítási szög függvényében

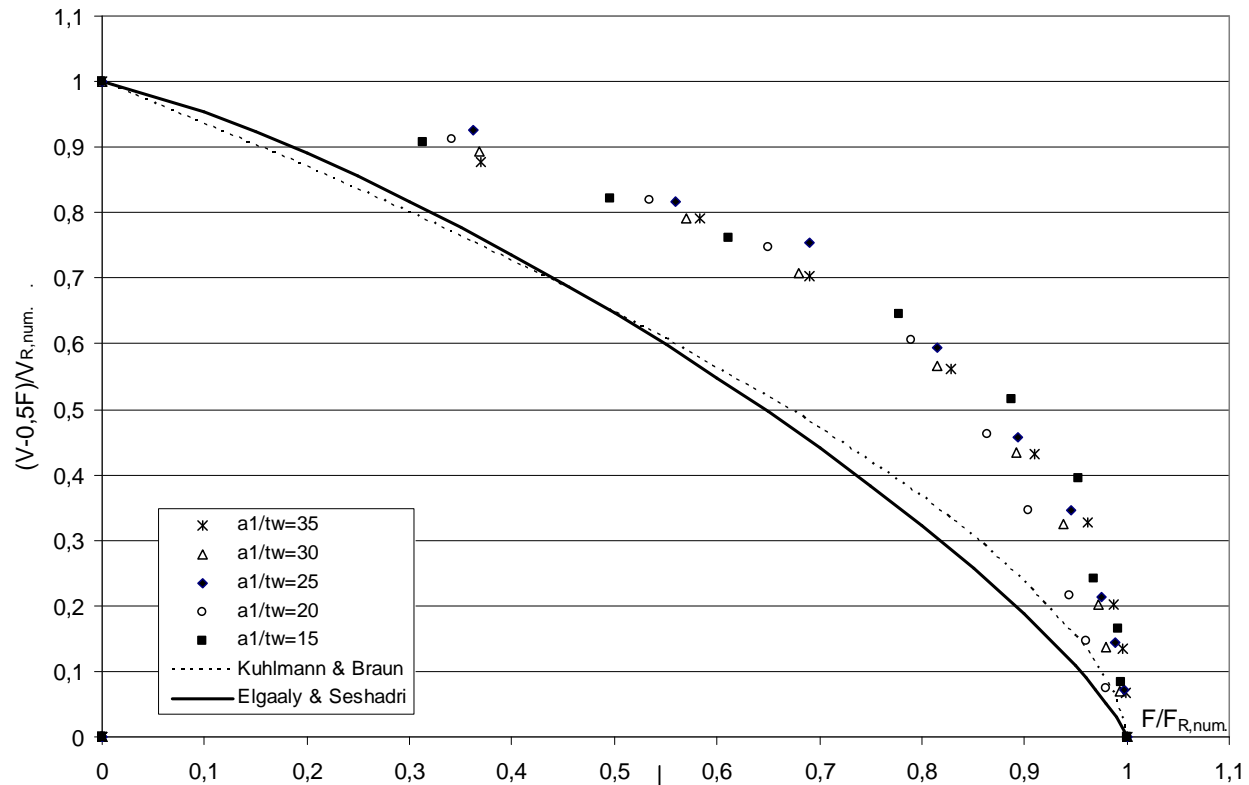
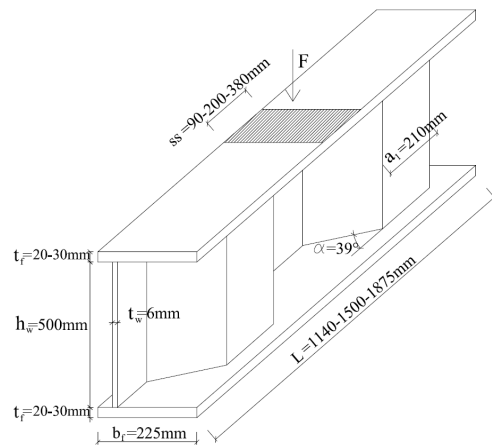


Különbség kisebb mértékű.

Nagyobb hajlítási szög \longrightarrow Erősebb interakció

Paraméterek hatásának vizsgálata

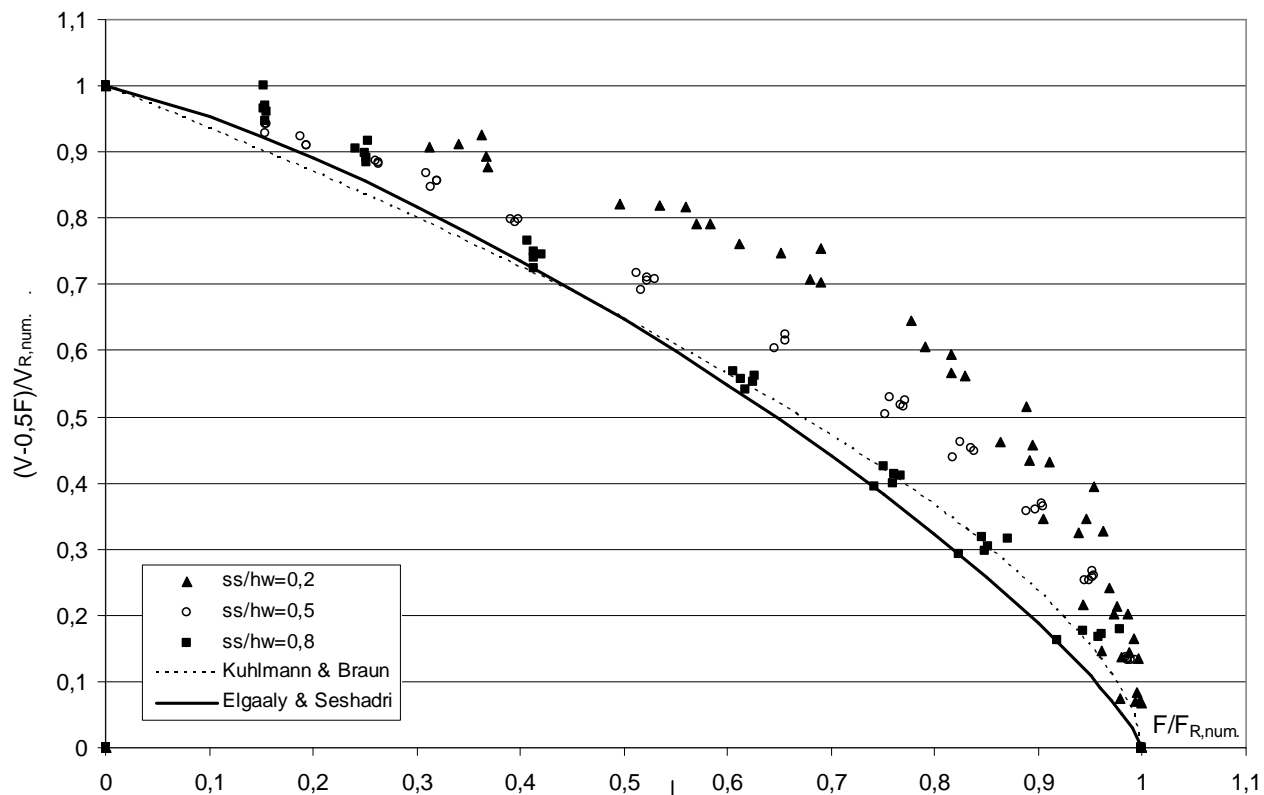
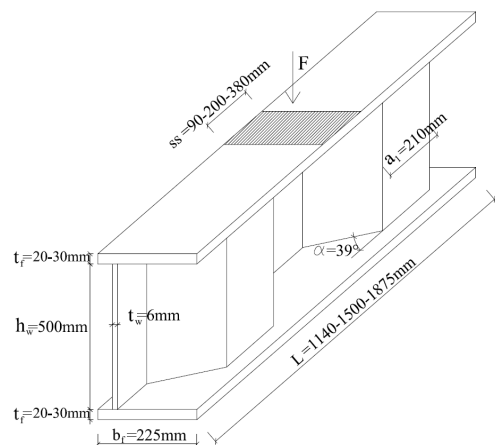
a_1/t_w arány függvényében



Különbség elhanyagolható nagyságú.

Paraméterek hatásának vizsgálata

ss/h_w arány függvényében

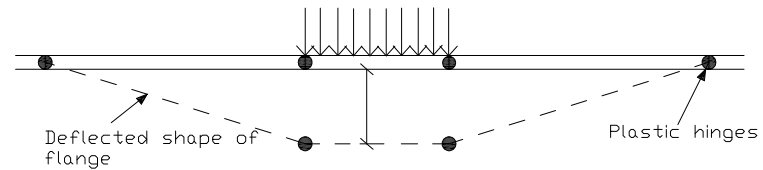


hosszabb erőbevezetési hossz → erősebb interakció

Beroppanás és nyírás interakciója

Nyírési ellenállás → Gerinc ellenállása a domináns

Beroppanási ellenállás → - Gerinc ellenállása
- Övlemez ellenállása



szintén domináns lehet

Ha az öv ellenállás domináns → gerinc kevésbé dolgozik beroppanás ellen

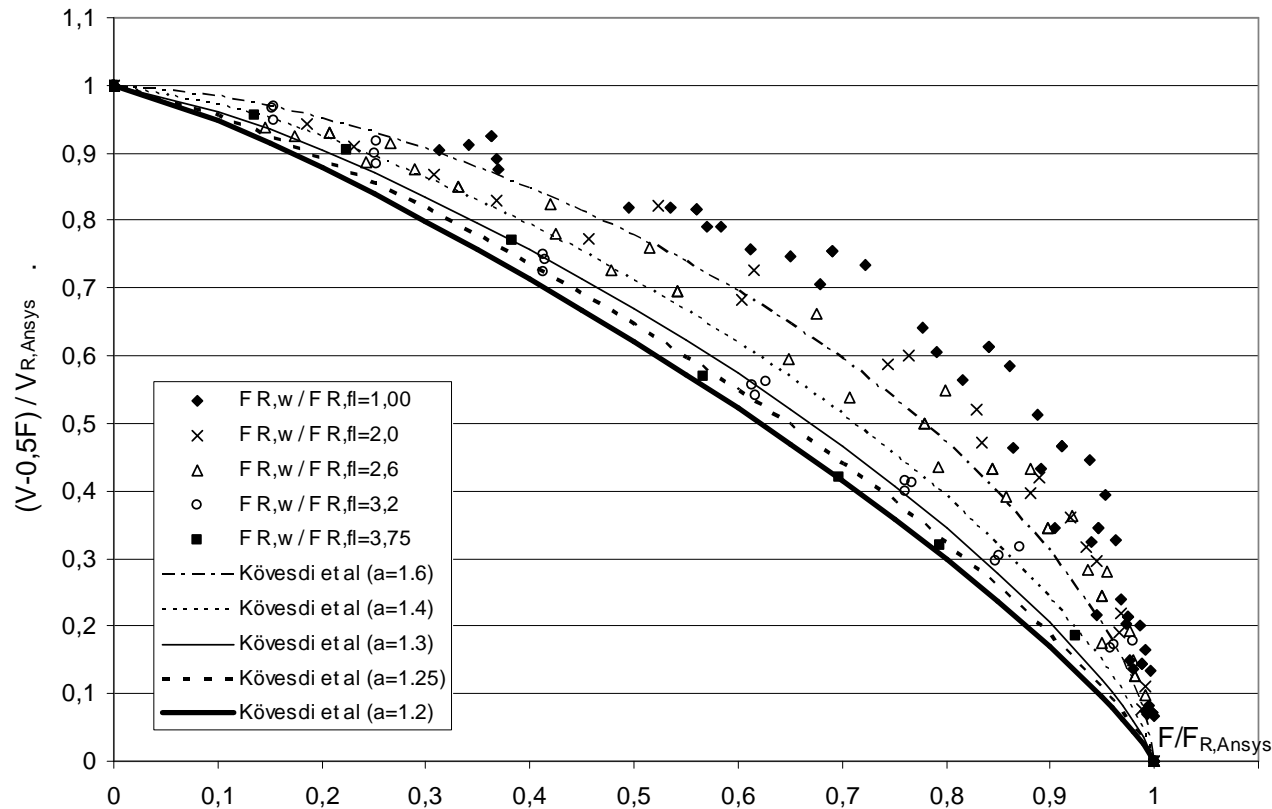
nyírési ellenállás nagyobb lesz

Interakció hatása csökken

Következtetés:

Interakció hatása kifejezhető a beroppanási ellenállásban a gerinc és öv ellenállásainak arányával.

Beroppanás és nyírás interakciója

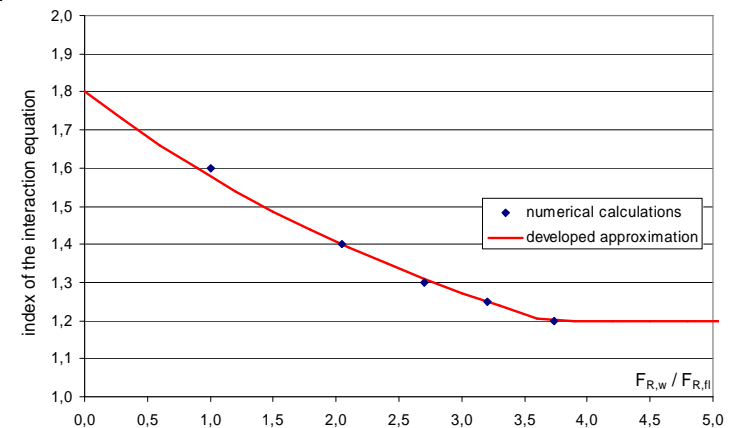


Ajánlott interakciós formula:

$$\left(\frac{V - 0.5 \cdot F}{V_R} \right)^a + \left(\frac{F}{F_R} \right)^a \leq 1.0$$

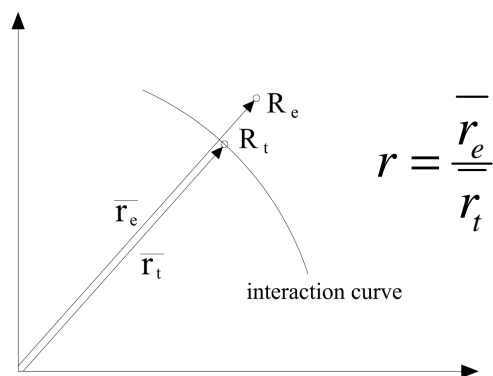
Kitevő meghatározása:

$$a = e^{-0.25 \cdot \left(\frac{F_{R,w}}{F_{R,fl}} \right) + 0.8} \quad \text{de} \quad a > 1.2$$



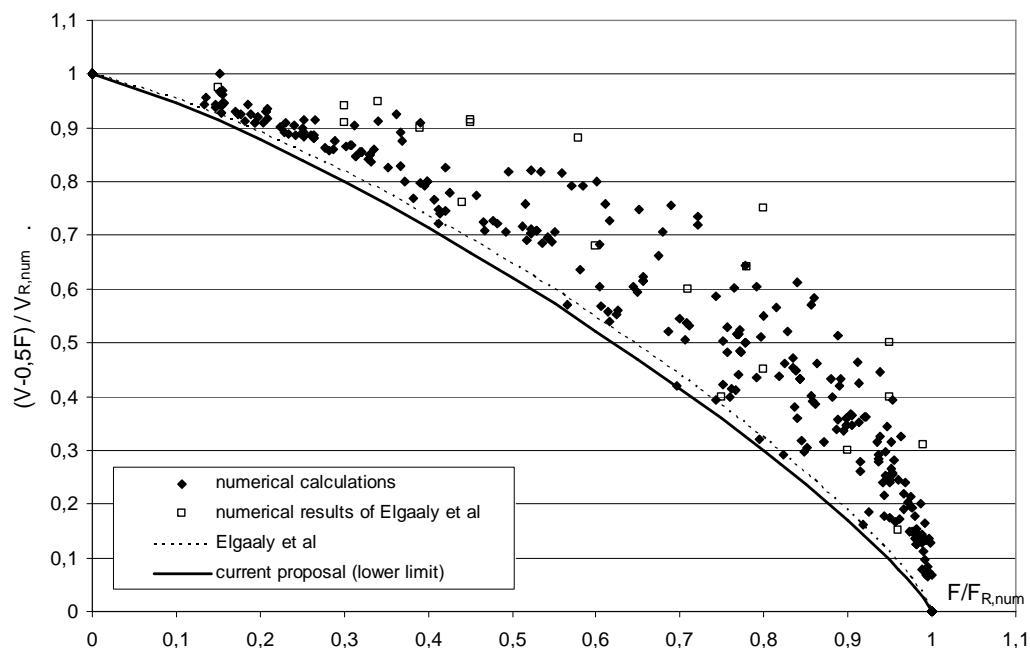
Statisztikai kiértékelés

kiértékelés elve:



	Elgaaly et al	ajánlott görbe „alsó limit“	ajánlott görbe „mozgó limit“
középérték	1.071	1.086	1.042
szórás	0.066	0.073	0.038
relatív szórás	0.062	0.067	0.037
5% alsó fraktil	0.963	0.967	0.979
5% felső fraktil	1.179	1.206	1.105
maximum	1.350	1.381	1.145
minimum	0.980	1.000	0.986

numerikus eredmények



↓
 Legkonzervatívabb
 becslést adja.
 ↓
 Nincs mindig
 a biztonság
 oldalán
 ↓
 Leggazdaságosabb
 tervezést teszi
 lehetővé.

Összefoglalás

1. Szakirodalmi áttekintés
2. Numerikus modell kidolgozása
3. Szerkezeti viselkedés vizsgálata
4. Numerikus paramétervizsgálat végrehajtása
5. Paraméterek interakciót befolyásoló hatása
6. Interakciós görbe kidolgozása
7. Statisztikai kiértékelés

További kutatási irány

Beroppanás és hajlítás interakciójának vizsgálata (F+M)

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!