

Acélszerkezetek korszerű tűzvédelmének néhány kérdése

A viselkedés-alapú tervezés elemei

Dr. Horváth László

PhD, egyetemi docens

Tartalom

- Viselkedés-alapú tervezés fogalma
- Alkalmazási lehetőségei
- Acélszerkezetek viselkedésre tűzhatásra és a viselkedés-alapú méretezés
- Összefoglalás

Viselkedés-alapú tervezés

- „Performance-based design”
- Valós tüzek és laboratóriumi tűzkísérletek megfigyelése, mérése
- Mind a tűzfolyamatot, mind a szerkezetek viselkedését elemezték
- Vizsgálták a tűz kialakulásának feltételeit, okait

Viselkedés-alapú tervezés

- Tűzvédelmi követelmények meghatározása, komplex kockázatelemzés
- Épületrendeltetése, hasznalati feltételek
 - Kialakítása (szintszám, tűzszakaszolás ...)
 - Védelmi célok prioritásai (kiürítési idő, szomszédos épületek ...)
 - Létrejöhetséges tűzfolyamatok és azok valószínűsége
 - Tartószerkezet-tűzkimenetei lehetőség, valószínűsége és következményei

Tűzvédelmi előírások

**Tűzvédelmi tervező,
szakértő**

Viselkedés-alapú tervezés

Tartószerkezetek tűzvédelmi teljesítményének megállapítása



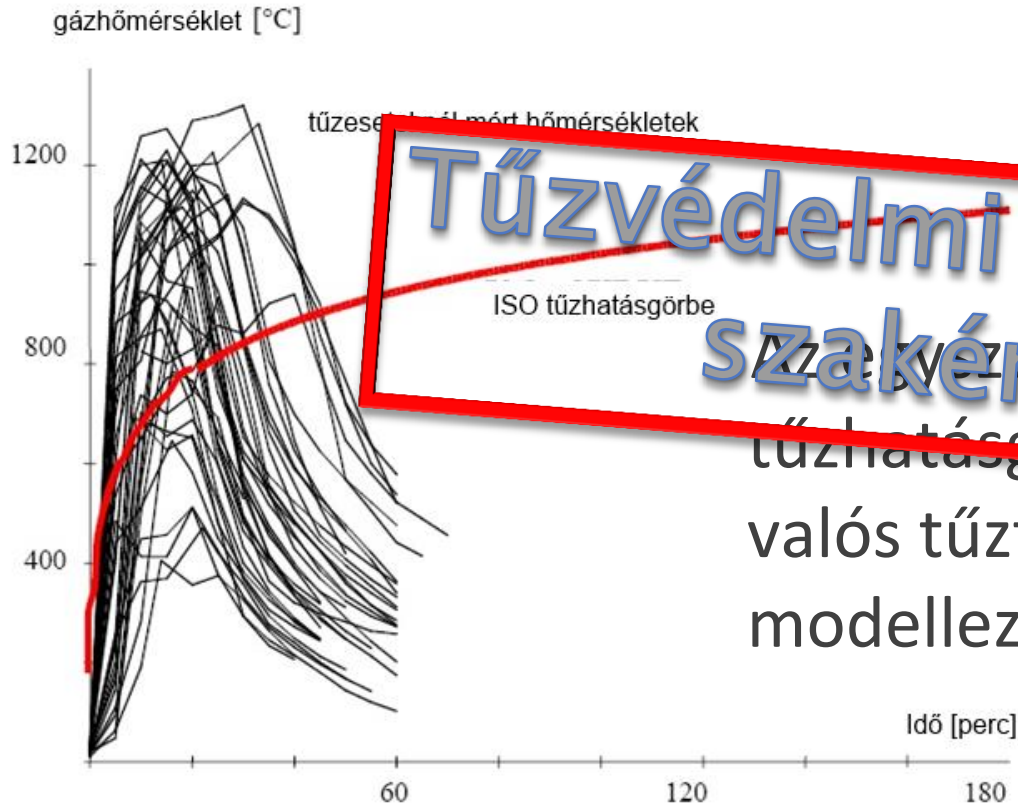
Tűzfolyamatot befolyásolják

- Tűzszakaszolás:
 - tűzszakasz típusa
 - méretei
 - geometriai elrendezése
 - használati feltételek és azok lehetséges változása a szerkezet élelciklusa folyamán

Tűzfolyamatot befolyásolják

- A tűzhatás:
 - különböző tűz-scenáriók és kialakulásuk valószínűsége
 - tűzterjedés
 - tűzfolyamat kifejlődése és teljes időtartama
 - éghető anyagok mennyisége, elrendezése és ennek változása a létesítmény teljes élelciklusában
- levegőáramlás, nyílások elhelyezése és működése

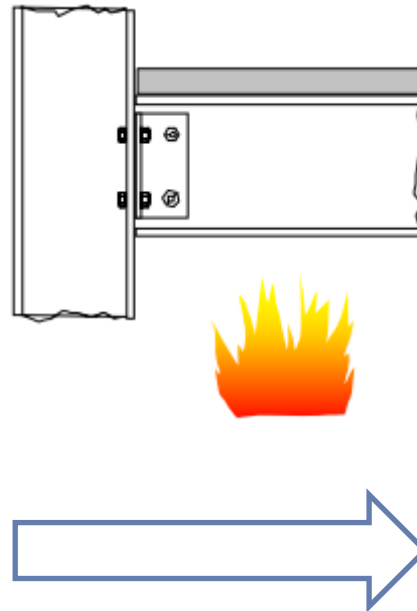
Tűzfolyamat kialakulása



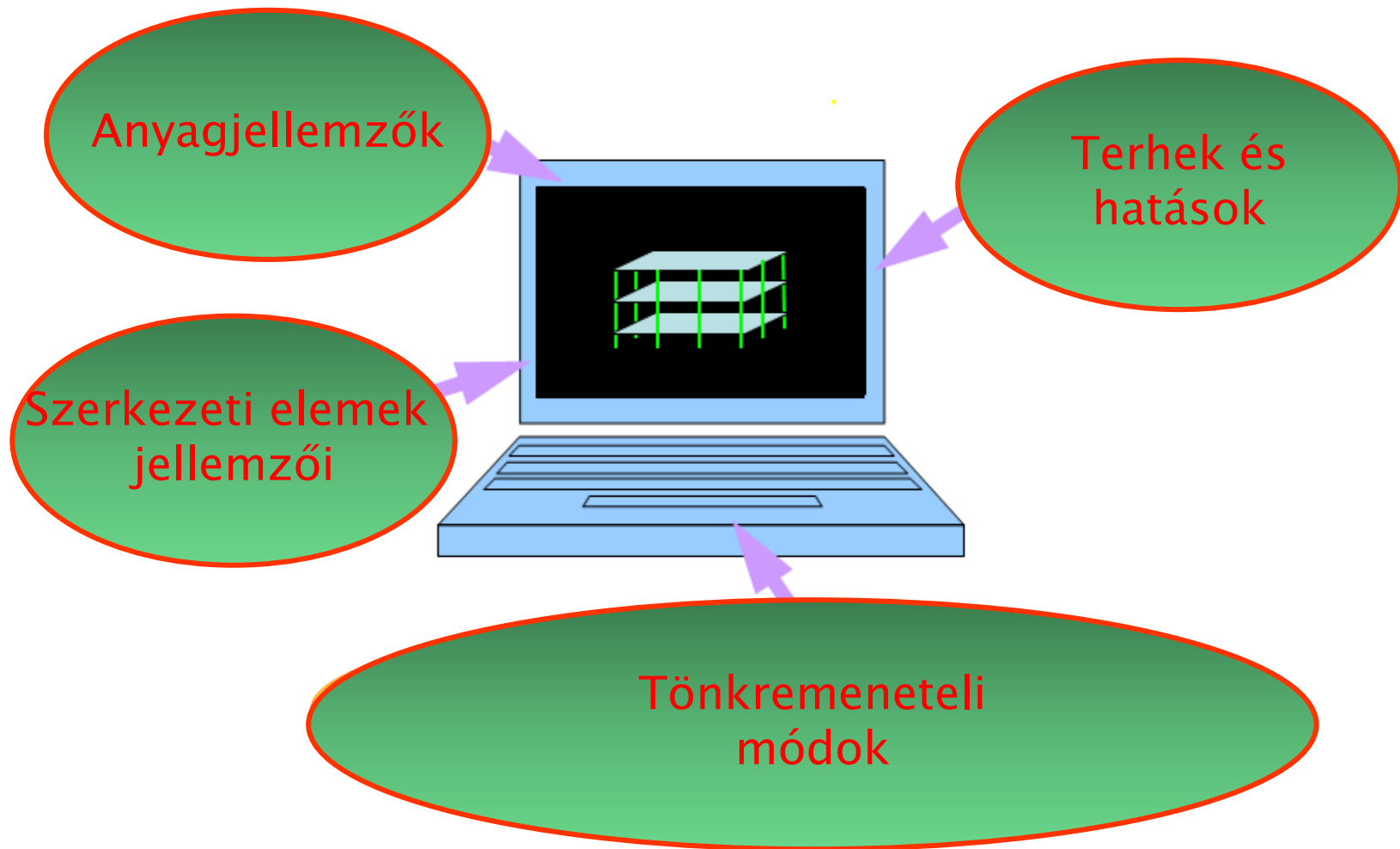
**Tűzvédelmi tervező,
szakértő**

Az elvezetett
tűzhatásgörbék helyett a
valós tűzfolyamat
modellezésére van szükség !

Tartószerkezet viselkedése tűzhatásra

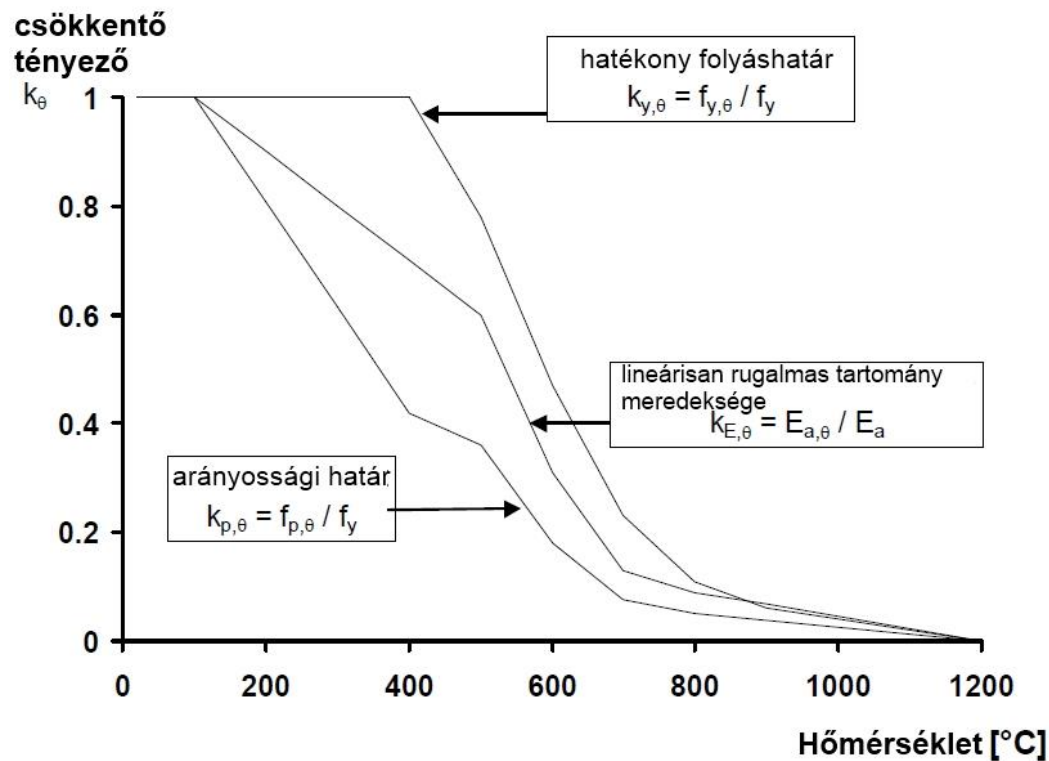


Térbeli szerkezeti analízis



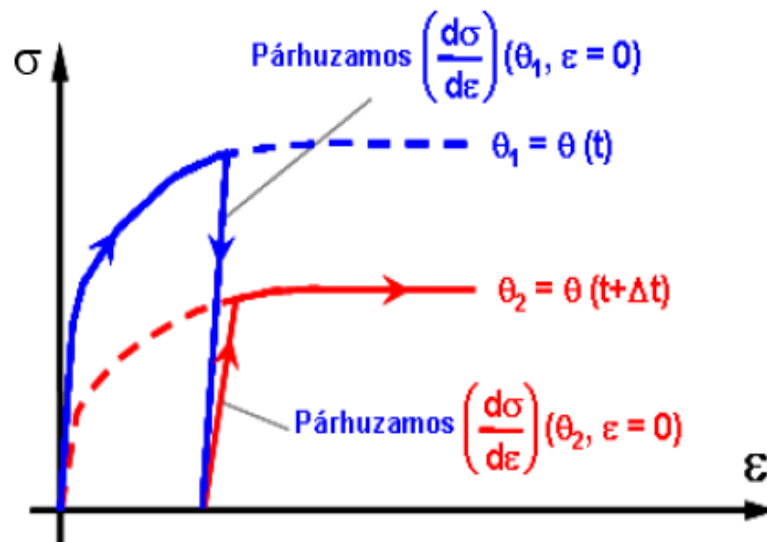
Szerkezet válasza a hőmérséklet-emelkedésre – mechanikai válasz

Eurocode MSZ EN 1993-1-2 : Acél mechanikai tulajdonságainak változása



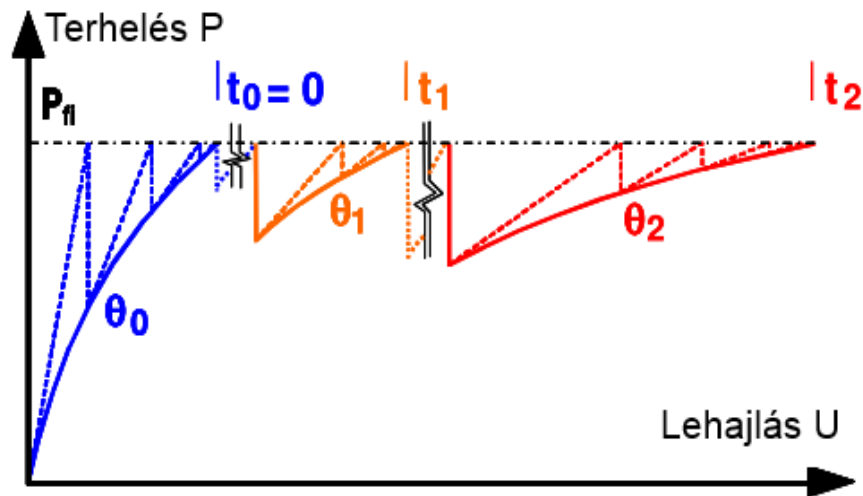
Anyagmodell

- Időben folyamatosan változó hőmérséklet –
anyagtulajdonságok is folyamatosan változóak!
- Rövid időszakokban állandónak kell tekinteni!
 - Kinematikai anyagmodell szükséges!



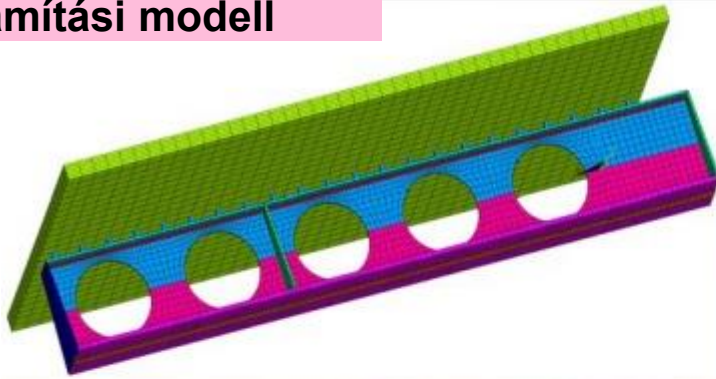
Számítási metódus

- Nemlineáris rugalmas-képlékeny analízis
- Step-by-step iteratív számítás

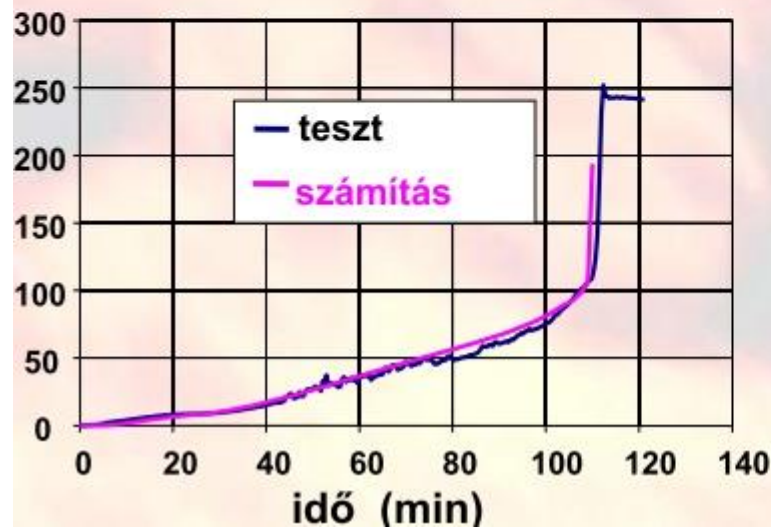


Viselkedés szimulációja

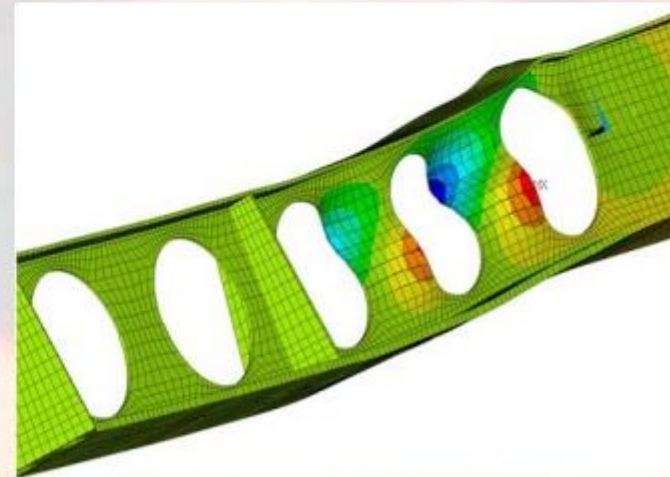
Számítási modell



Laboratóriumi kísérlet



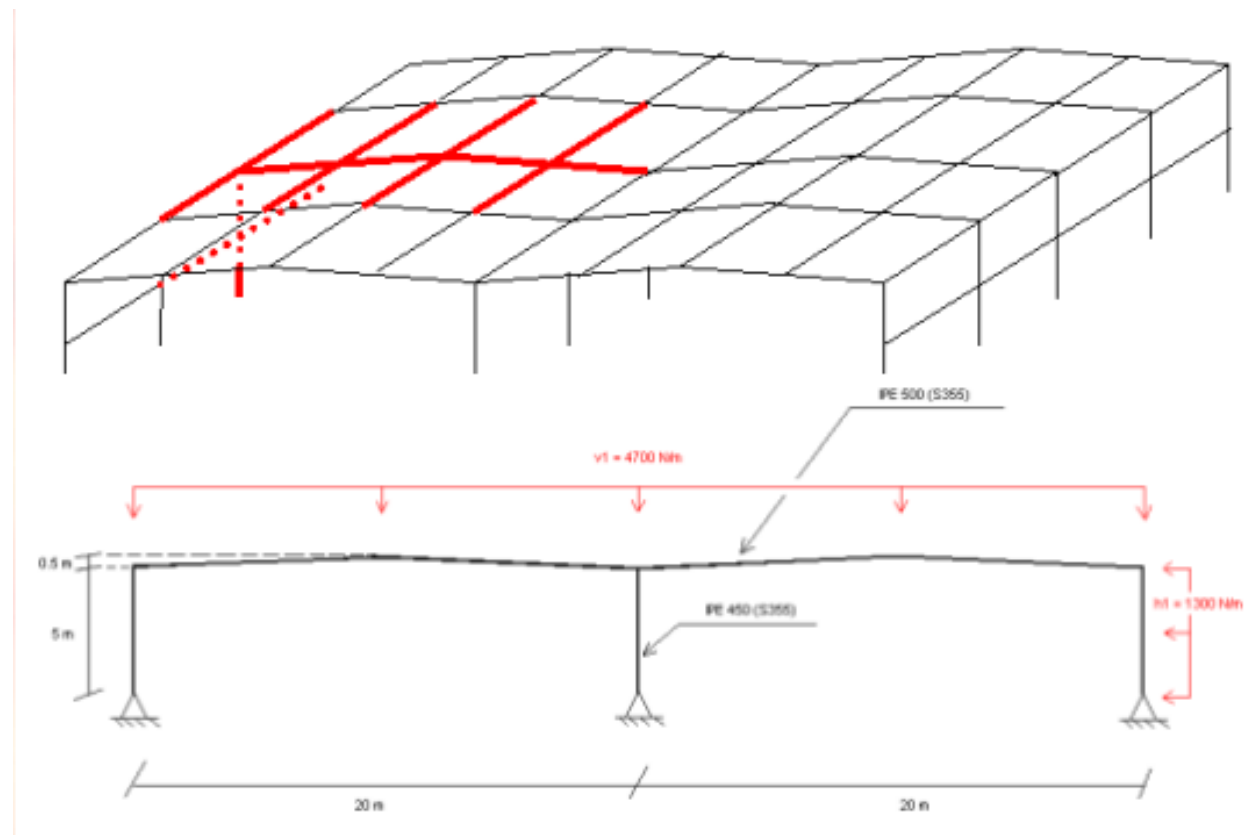
Számítási modell verifikációja



Szimuláció eredménye

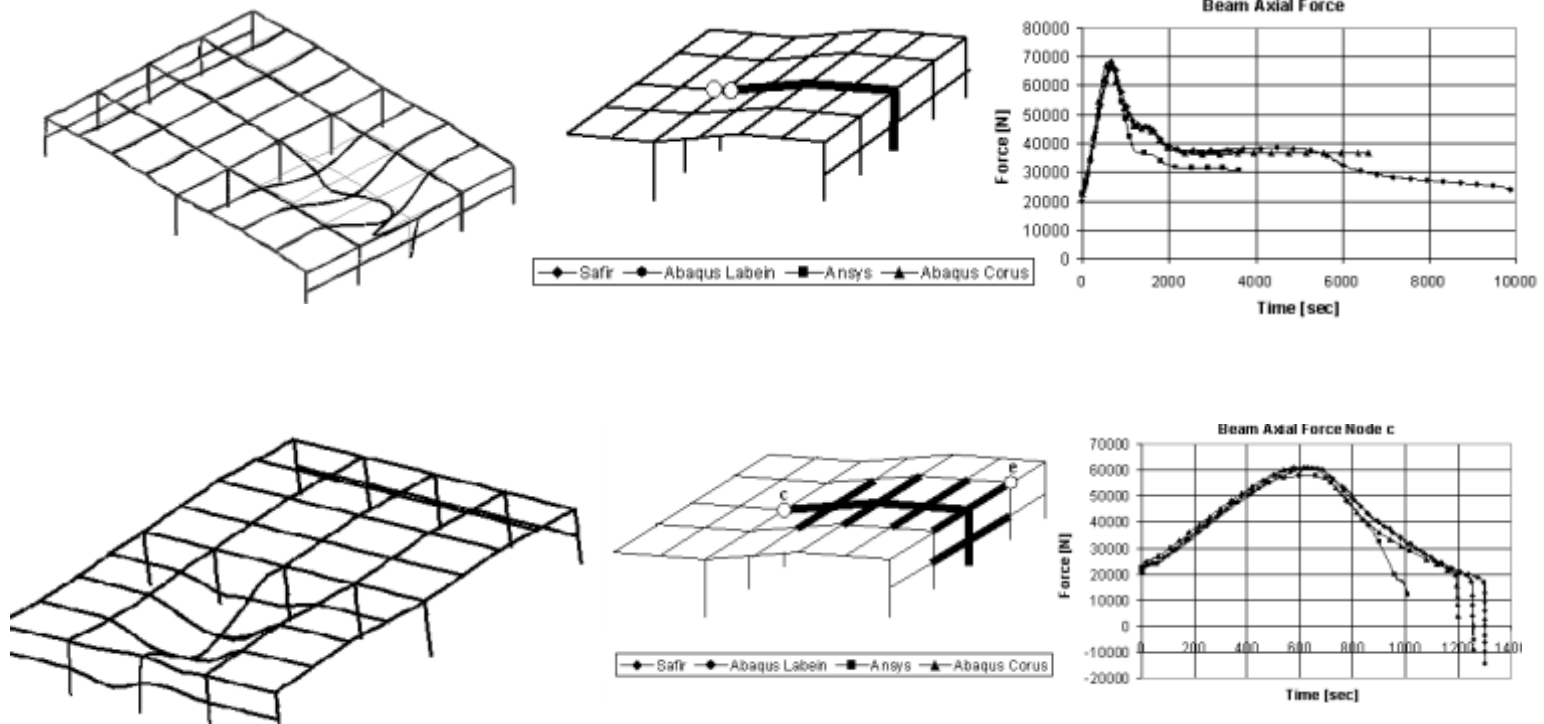
Teljes szerkezet viselkedése

Kéthajós csarnok



Teljes szerkezet viselkedése

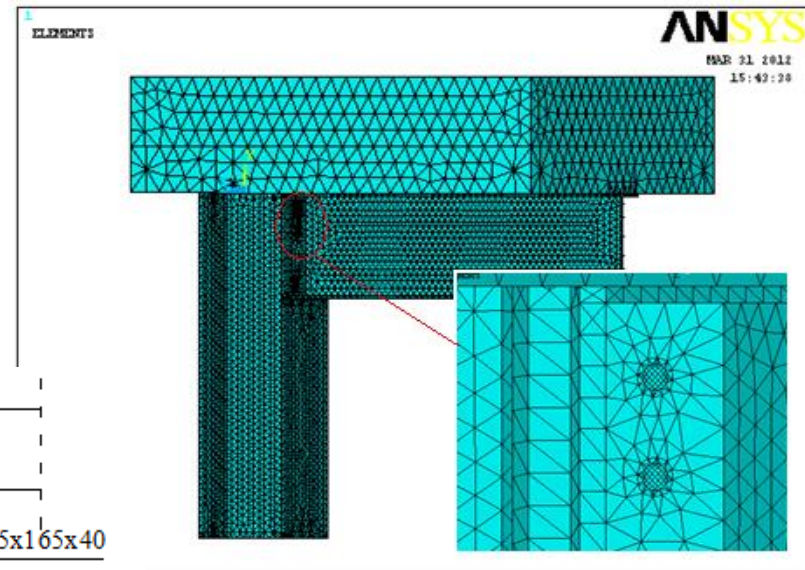
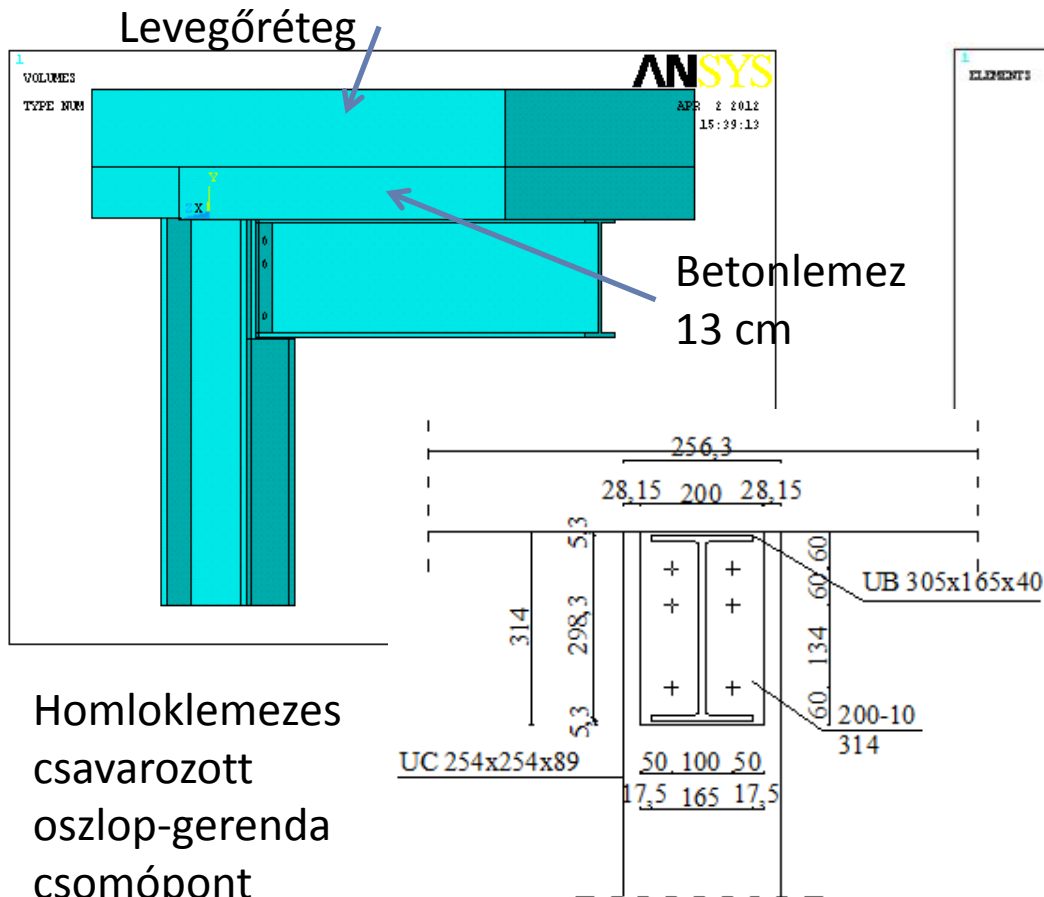
- Különböző szintű modellek és szoftverek



DE: csomópontok viselkedése?

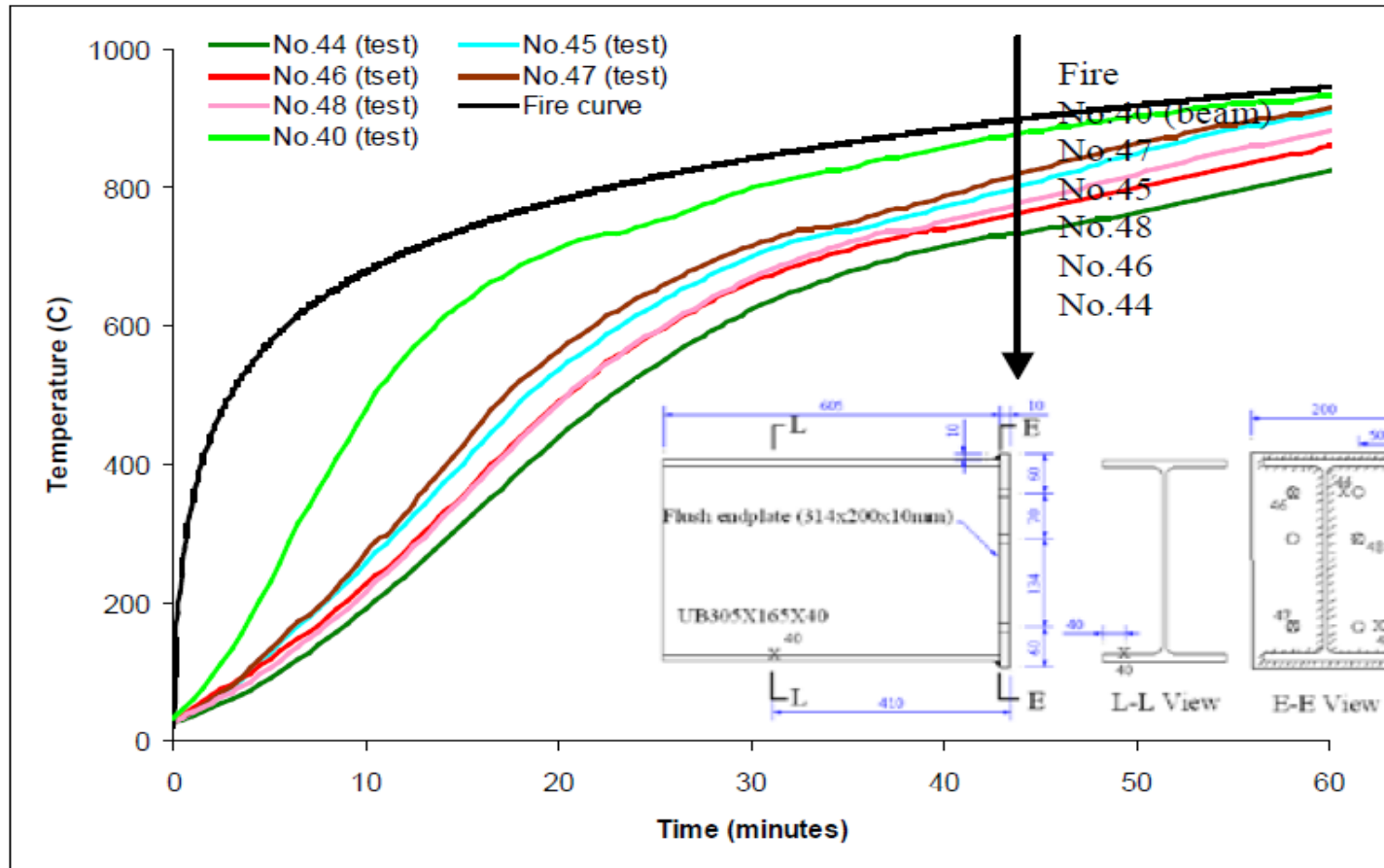
Szerkezeti csomópont viselkedése

8 DOF Solid70 elemek Ansys Multiphysics V11 Sp1



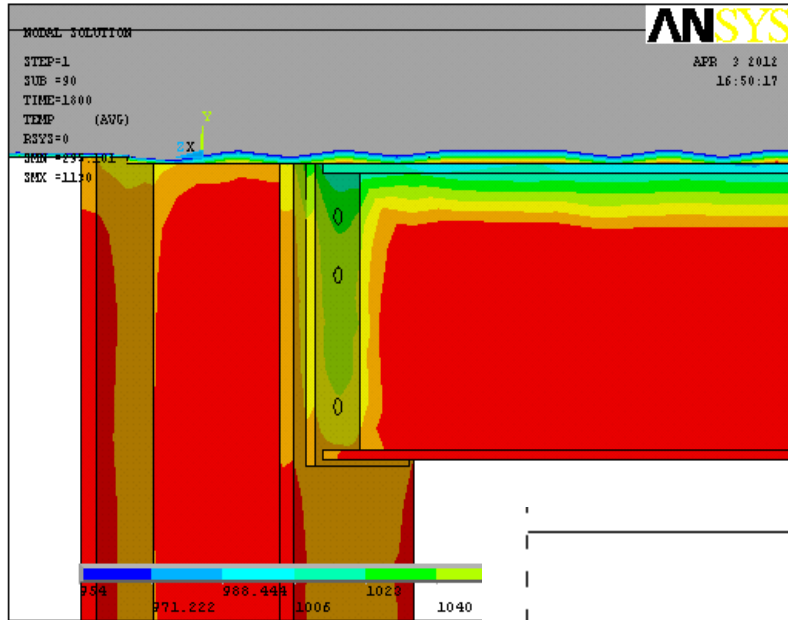
Erdélyi Anka diplomatervből

Kísérlet - ISO 834 tűzhatásra

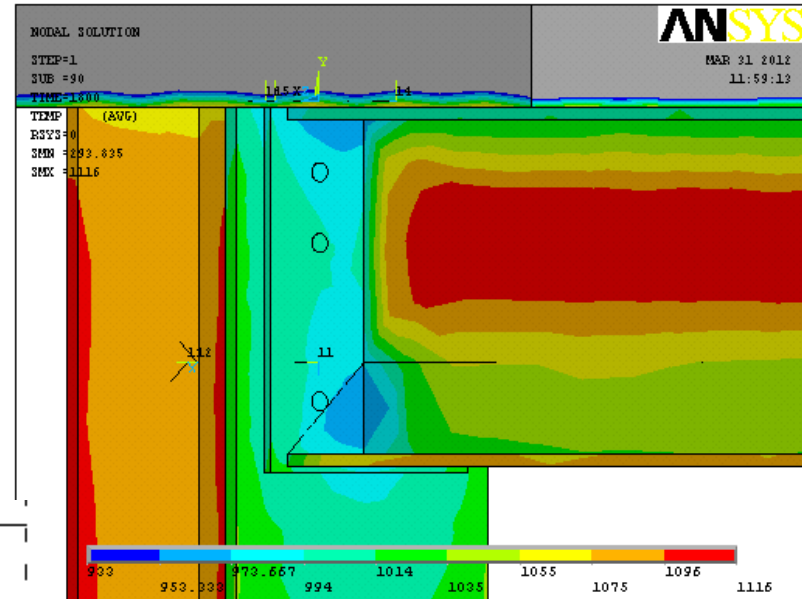


Dai XH, Wang YC, Bailey CG(2007): Temperature Distribution in Unprotected Steel Connections in Fire.

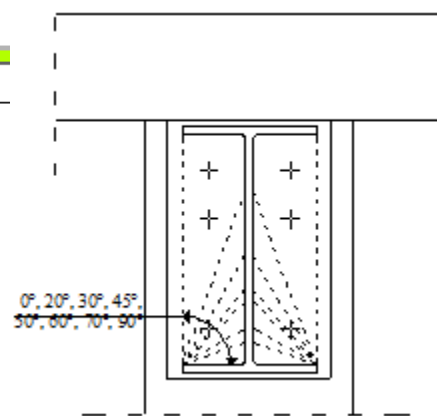
Egyéb hatások figyelembevétele



Árnyékolás nélkül



Árnyékhátás 45°

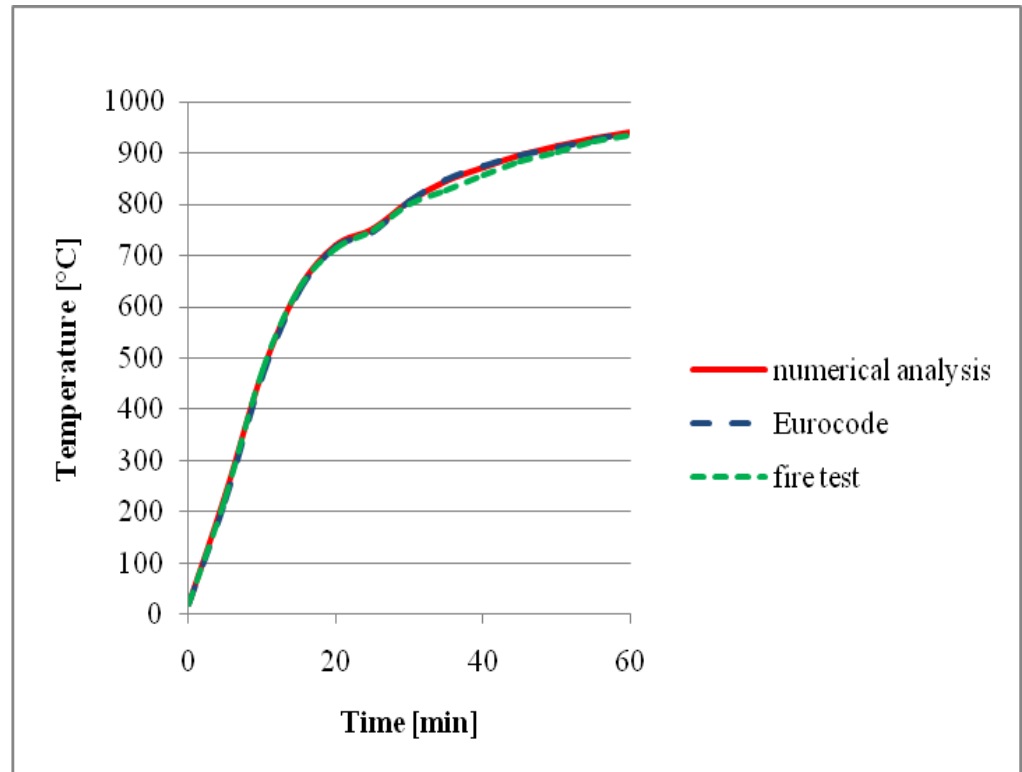
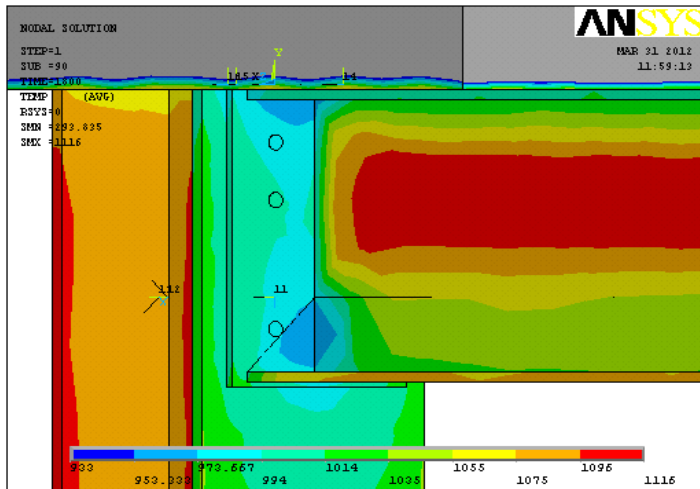


Árnyékhátás
figyelembevétele

Erdélyi Anka diplomatervéből

Hőmérséklet-eloszlás

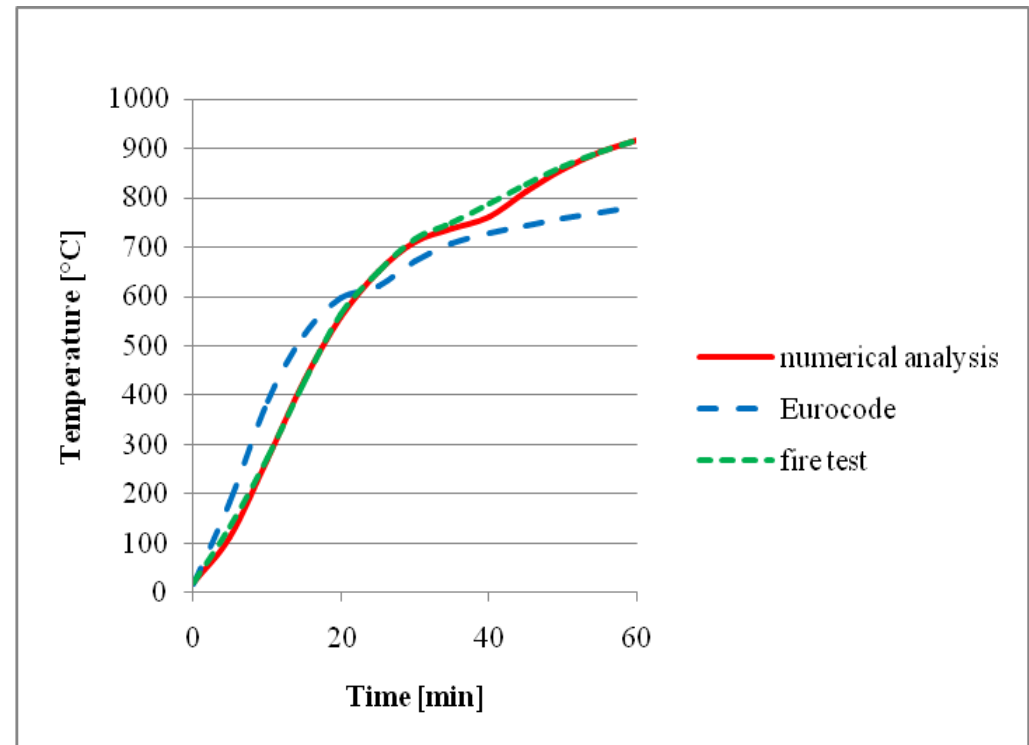
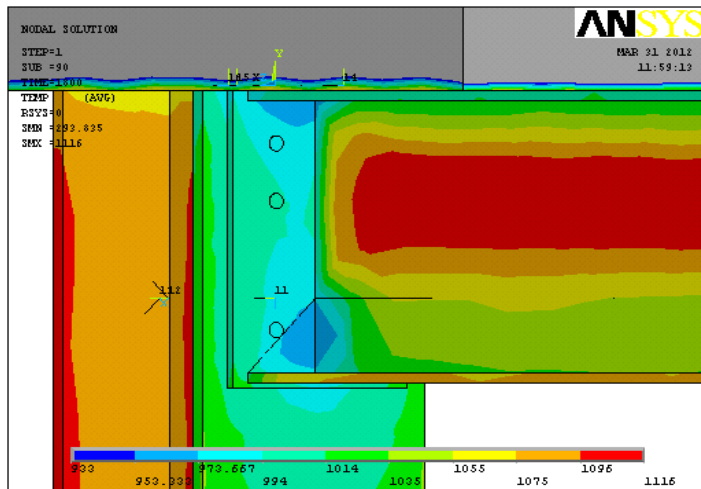
Gerenda alsó övének hőmérséklete



Erdélyi Anka diplomateréből

Hőmérséklet-eloszlás

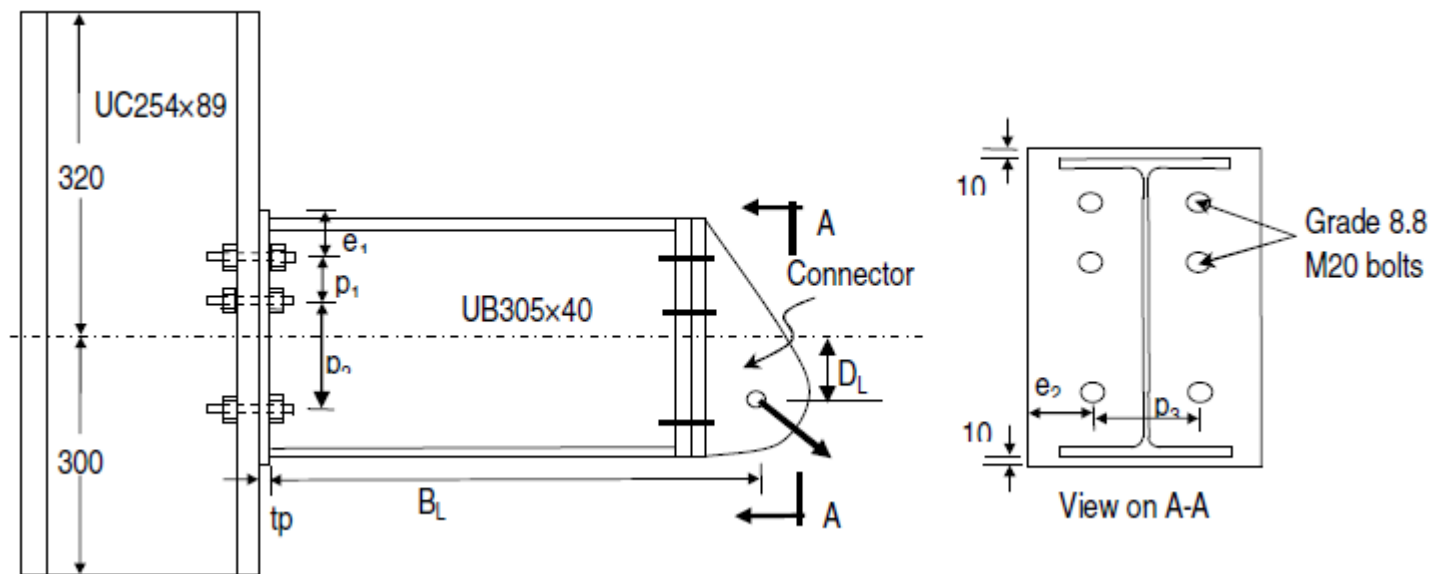
Alsó csavarsor csavarjainak hőmérséklete



Erdélyi Anka diplomatervből

Csomópont teherbírása tűzhatásra

- Yu, H.X., Burgess, I.W. Davison, J.B., and Plank, R.J.: 'Experimental Investigation of the Behaviour of Flush Endplate Connections in Fire', Proc. Structures in Fire Workshop, Singapore, pp150-157.
- Kialakítás: merev csavarozott homloklemezes kapcsolat



Petrás Péter diplomatervből

A modell

- Petrás P.: Acél-oszlop gerendakapcsolat vizsgálata tűzterherre, MSc Diplomamunka, 2012/2013/II.
- Program: Ansys 14.0 Mechanical APDL
- Héjszerkezeti modell
- Csavarok modellezése Combin39 rugóelemek felhasználásával.
- Csavar erő-elmozdulás görbék: kézi számítással; F. Hanus, G.Zilli, J.-M.Franssen: 'Experimental Tests and Analytical Models for Welds and Grade 8.8 Bolts under Heating and Subsequent Cooling ', Journal of Structural Fire Engineering, Volume 2, Number 3, 2011.
- Anyagjellemzők: valós görbék használata:

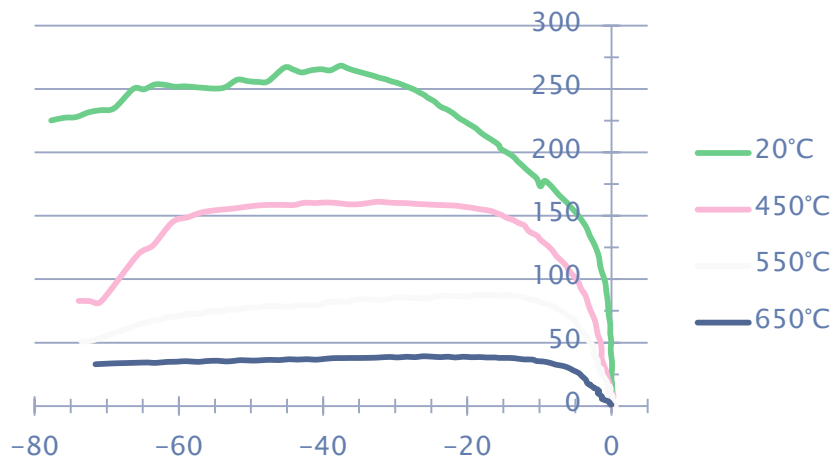
$$\sigma_{true} = \sigma(1 + \varepsilon)$$
$$\varepsilon_{pl, true} = \ln(1 + \varepsilon) - \frac{\sigma_{true}}{E}$$

Petrás Péter diplomatervéből

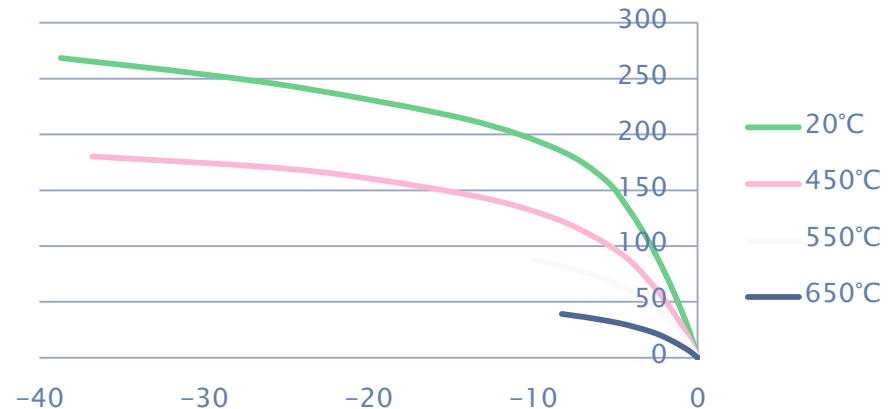
Eredmények összehasonlítása

- Erő-elmozdulás görbék:

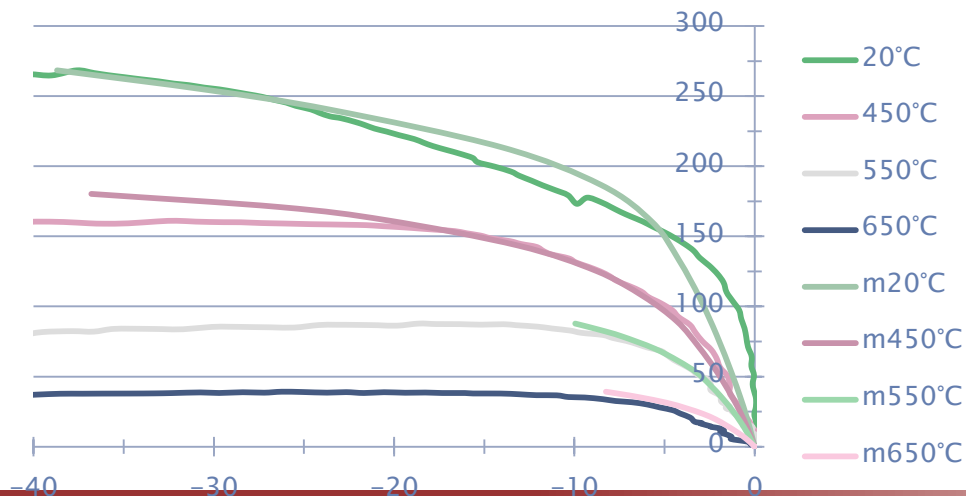
Kísérletben mért



Modellen számított



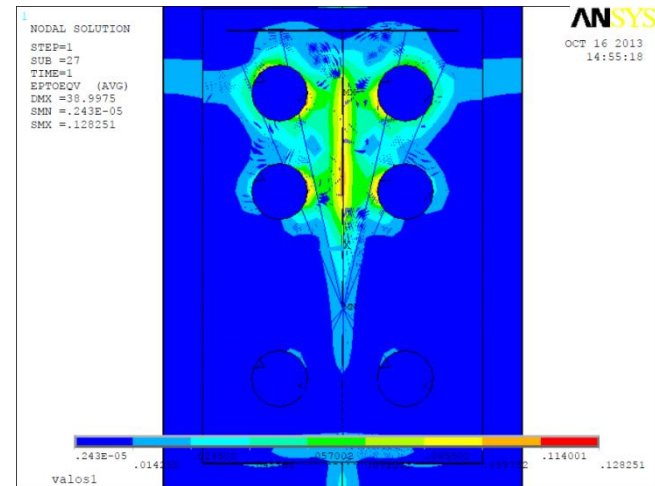
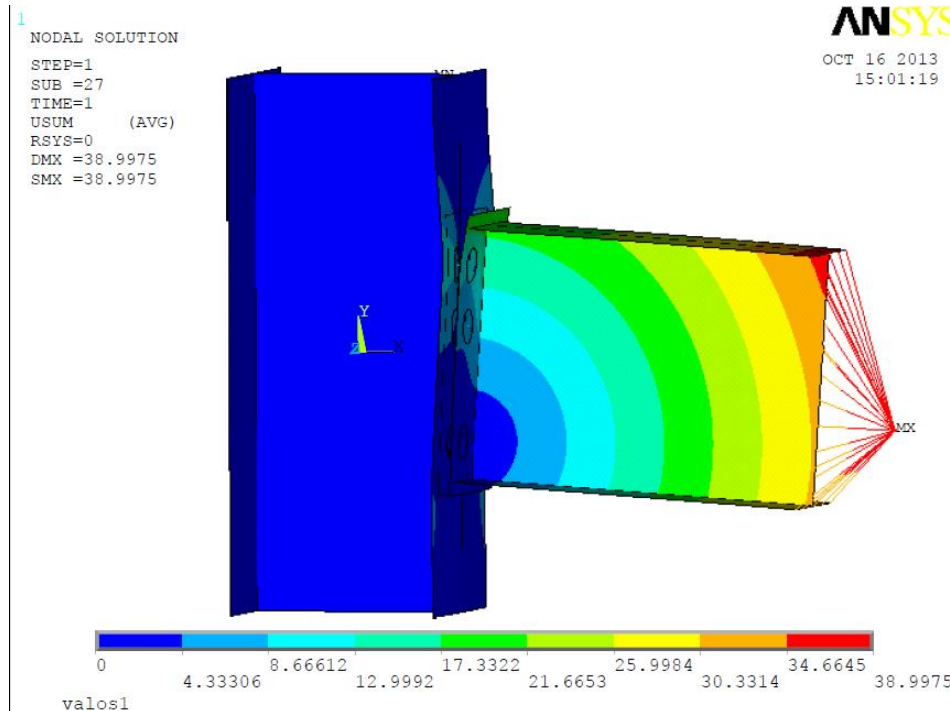
Kísérletek és modellek



Petrás Péter
diplomatervből

Tönkremeneteli mód

- Tönkremenetel a modell és a kísérlet alapján: mindkét esetben a homloklemez törése látható a gerenda gerinc- és övvonala mentén.

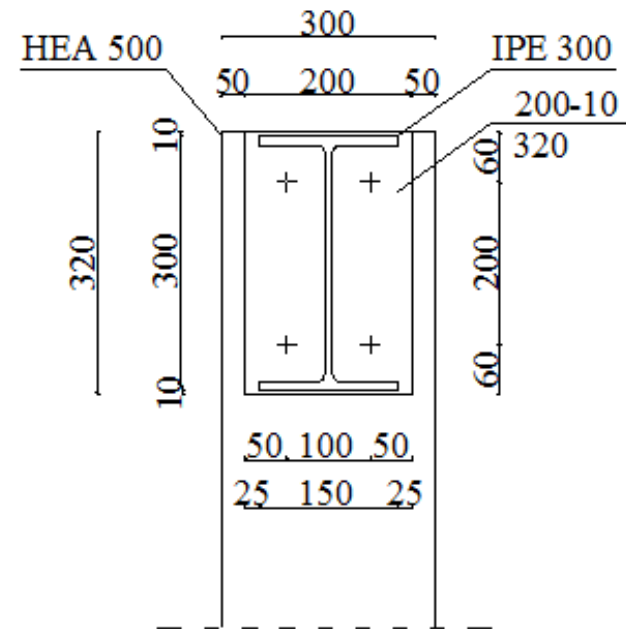


Petrás Péter diplomatervből

Parametrikus vizsgálat

Vizsgált csomópontok:

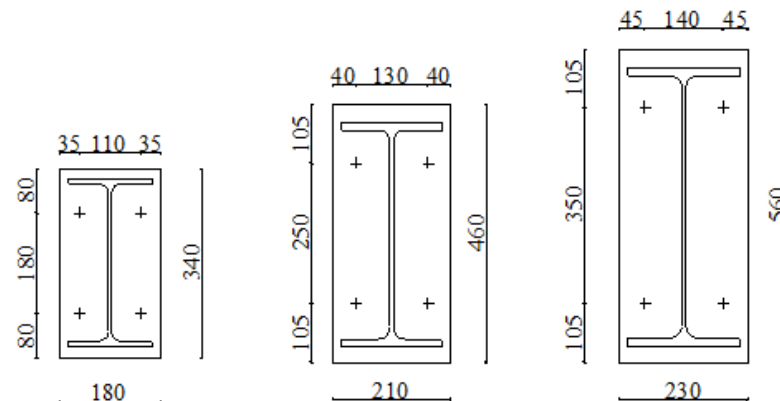
- oszlop HEA500
- gerenda IPE 300; IPE400; IPE500
- Homloklemez vastagsága 10; 12; 16 mm
- Csavarok távolsága elemszélről állandó



Erdélyi Anka diplomatervből

Csomóponti ellenállás és gerenda ellenállás viszonya

$$M_{\text{conn,Rd,fi}} / M_{\text{beam,Rd,fi}}$$



	Normál hőmérsékletre tervezés	Tűzhatás időtartama (min)			
		15	30	45	60
IPE300	68%	108%	94%	76%	62%
IPE 400	63%	80%	94%	78%	65%
IPE 500	64%	73%	103%	77%	68%

Mindegyik vizsgált esetben a gerenda ellenállása gyorsabban csökken mint a csomóponté

Erdélyi Anka diplomatervből

Összefoglalás

- A viselkedés-alapú módszerek a tűzvédelmi tervezésben is hatékonyan és biztonságosan alkalmazhatóak
- A valós tűzhatás pontosabb figyelembevételére tűzmodellezéssel van lehetőség
- Acélszerkezetek tűzhatás alatti viselkedését mind a teljes szerkezet, mind csomópontjainak esetében a 3D-s végelelemes mérnöki modellek jól követik
- A folyamatban a tűzvédelmi és tartószerkezeti statikus tervező együttműködése szükséges.