

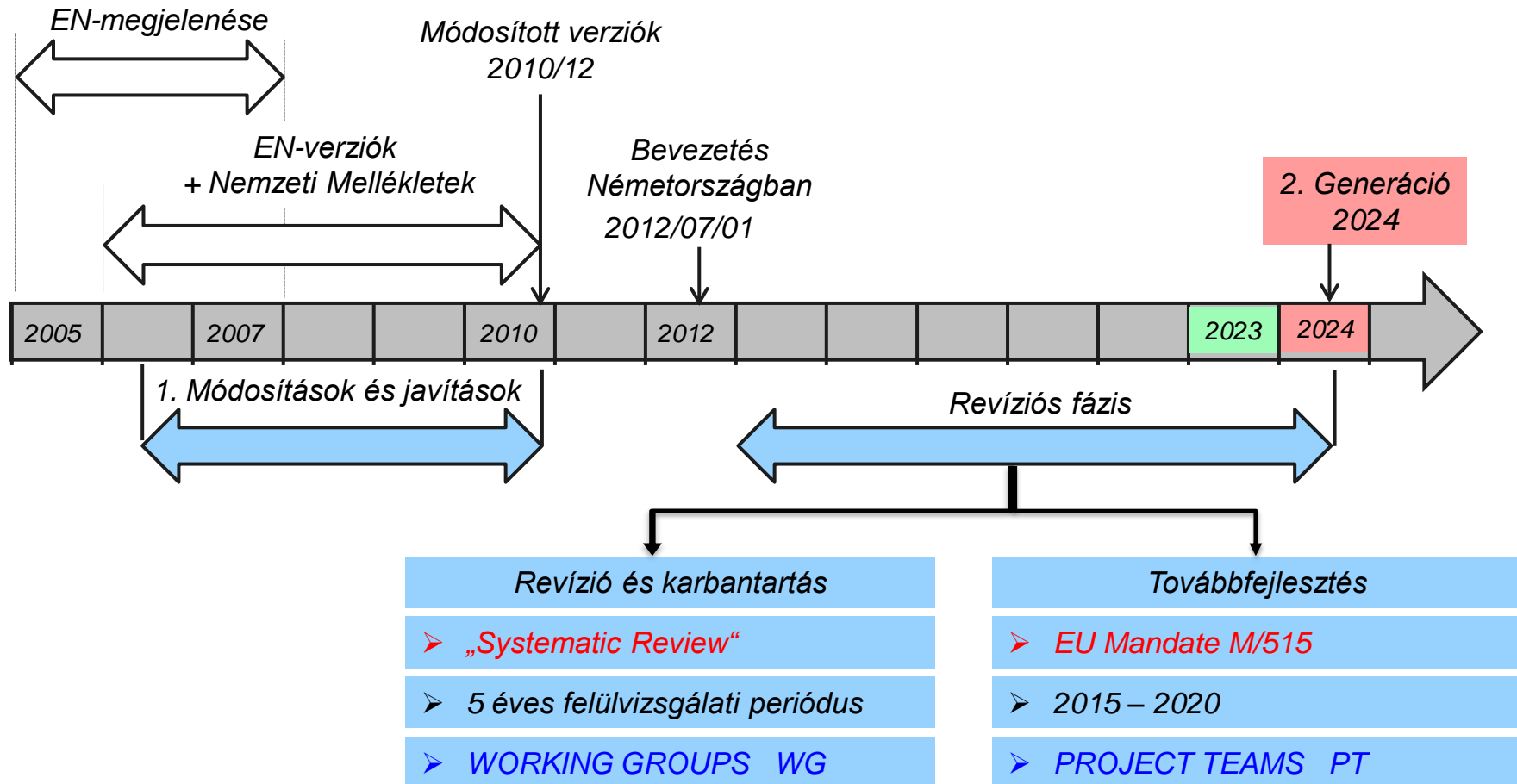
# Új generációs acélszerkezeti Eurocode-ok

## EN 1993-1-14 szabvány

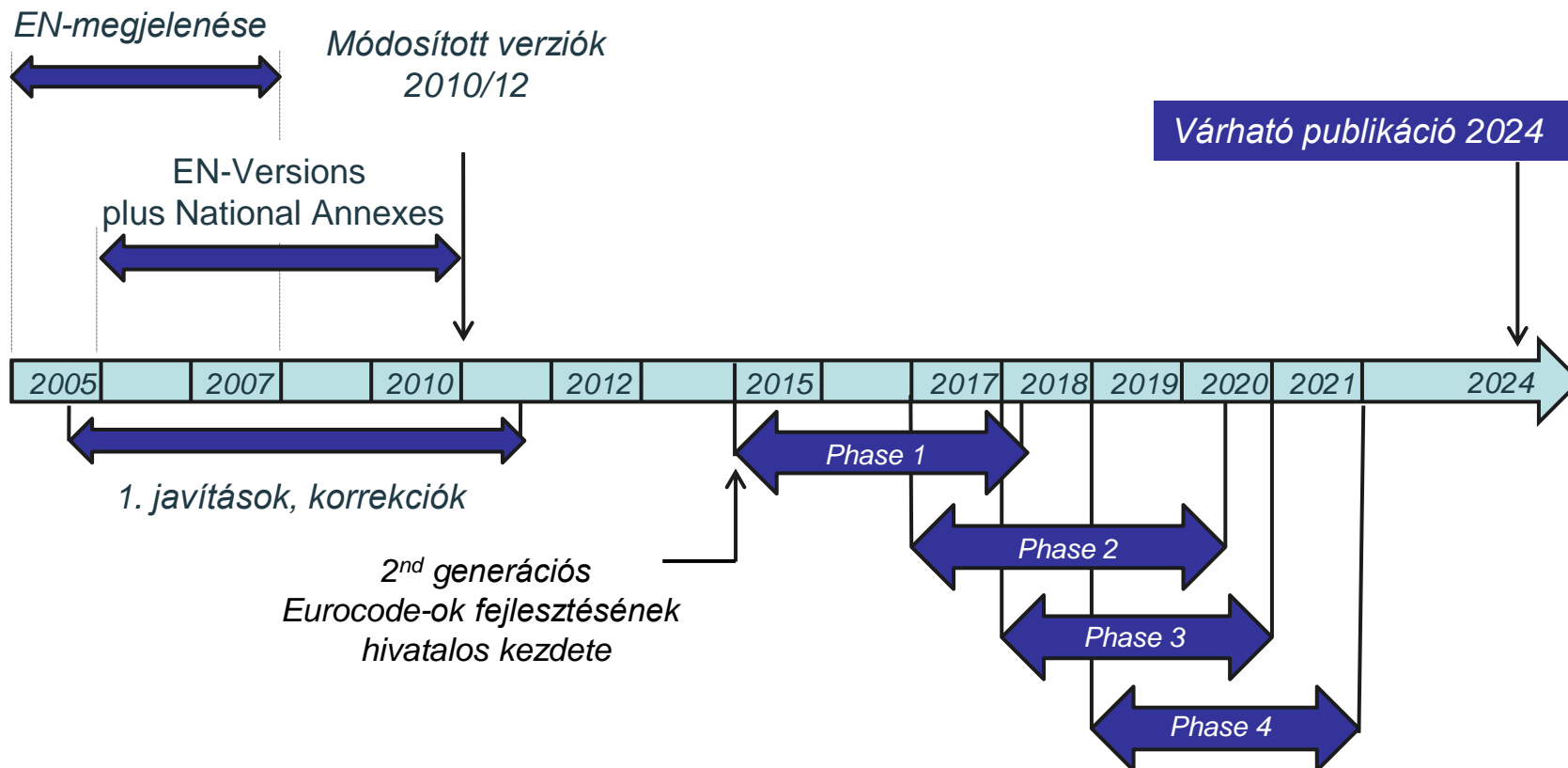


**Dr. Dunai László**  
egyetemi tanár

# Második generációs Eurocode-ok fejlesztése



# Fejlesztés ütemezése



# Fejlesztés ütemezése

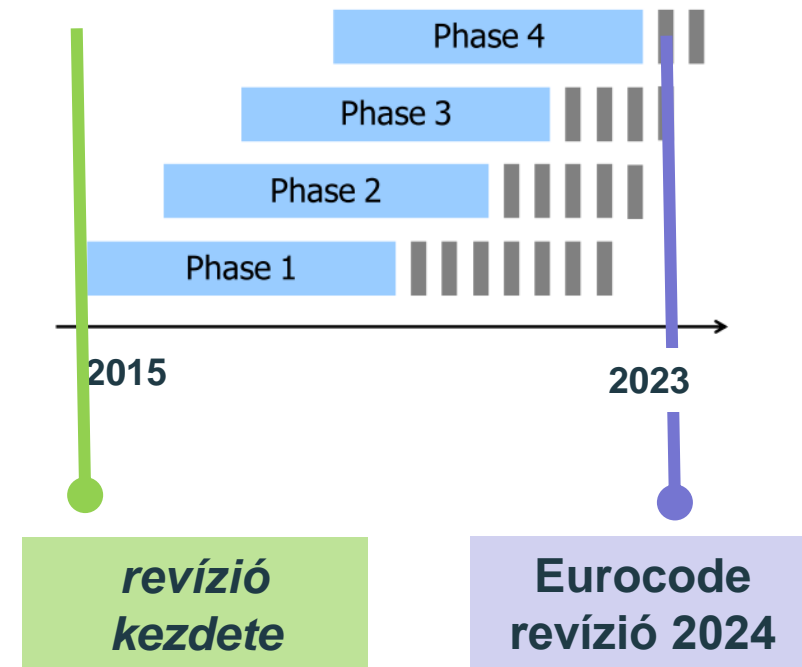
A teljes acélszerkezeti Eurocode megújítása  
4 fázisra lett osztva a CEN / TC250 által.

## 1. fázis

- EN 1993-1-1 általános előírások
- EN 1993-1-8 kapcsolatok

## 2. fázis

- EN 1993-1-3 hidegen alakított acélszerkezetek
- EN 1993-1-5 lemezes szerkezetek
- EN 1993-1-6 acél héjak
- EN 1993-1-7 acél lemezek
- EN 1993-1-2 tűztervezés



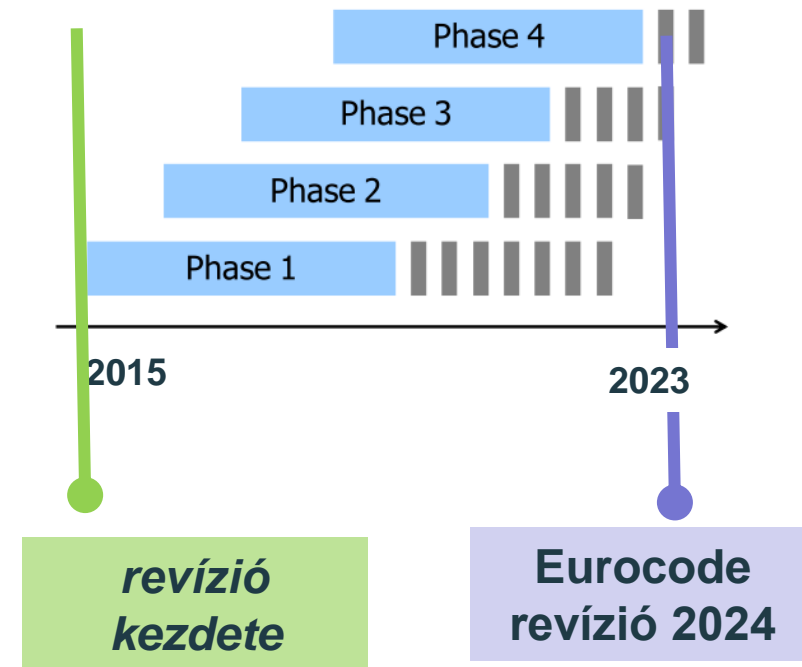
# Fejlesztés ütemezése

## 3. fázis

- EN 1993-1-4 rozsdamentes acél
- EN 1993-1-9 fáradás
- EN 1993-1-10 anyag kiválasztás
- EN 1993-1-11 húzott elemek
- EN 1993-2 acélhidak

## 4. fázis

- EN 1993-3-1/2 tornyok, kémények
- EN 1993-4-1/2/3 silók, tartályok és csövek
- EN 1993-5 cölöpök
- EN 1993-6 darupályatartók



# Fejlesztés szempontjai

## Célok:

1. Érthetőség javítása
2. Könnyebb navigáció biztosítása – egyszerűbb felépítés
3. Különböző szabványrészek közti konzisztencia, átjárhatóság növelése
4. Új tudományos eredmények integrálása
5. NDP-k számának csökkentése
6. Alternatív méretezési eljárások számának csökkentése
7. Gyártói szabványokkal való harmonizáció

## Nem cél:

1. Globális strukturális átalakítás
2. Tervezői / szakértői szabadság korlátozása

# Fejlesztés struktúrája

## Globális változások:

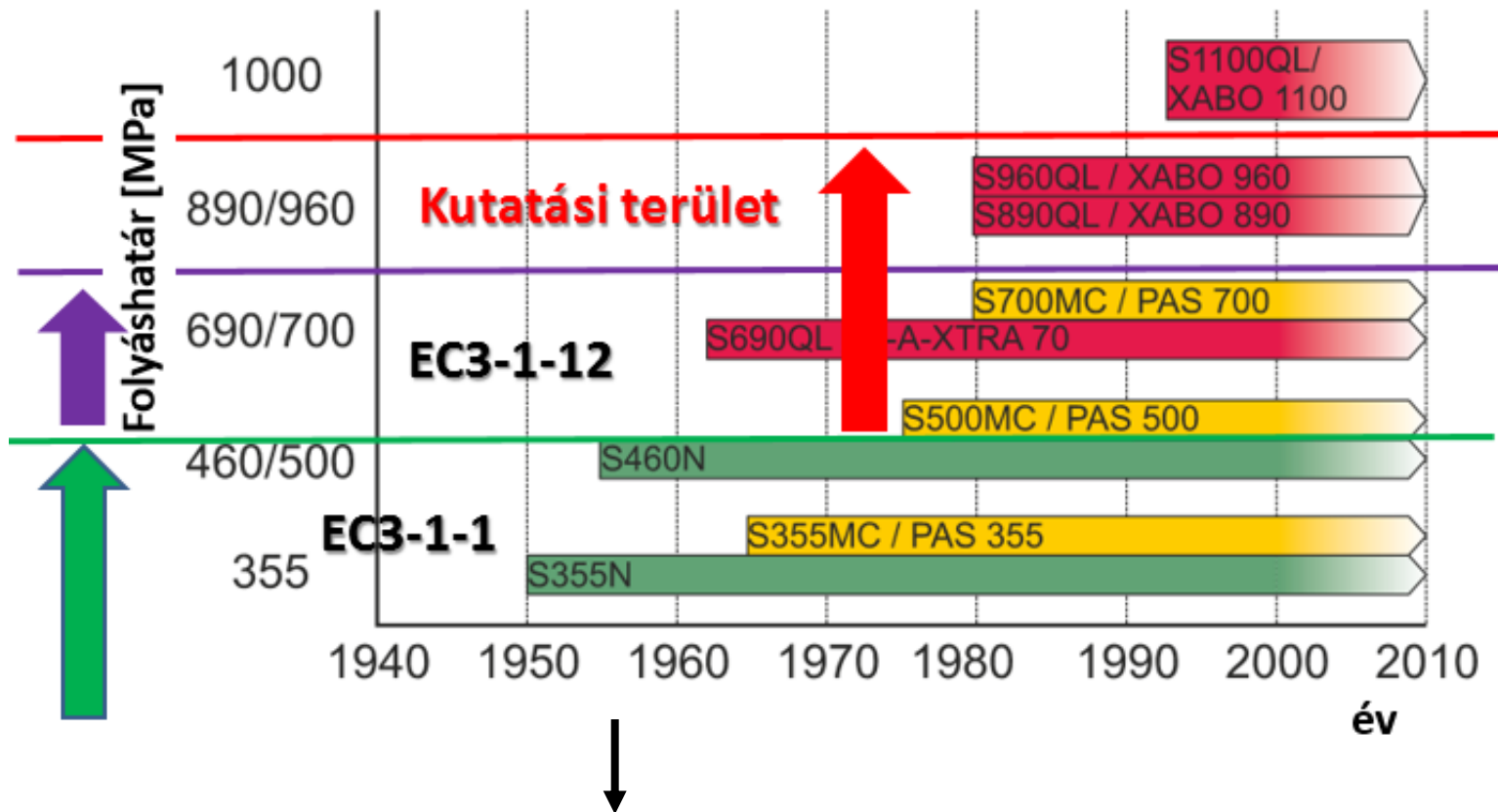
1. EN 1993-1-12 Nagyszilárdságú szabvány átalakulása
2. EN 1993-1-13 Áttörésekkel kialakított acélszerkezetek méretezése
3. EN 1993-1-14 VEM alapú méretezés szabványosítása
4. EN 1993-4-3 Csőszerkezetek méretezése - megszűnik

## Változások meglévő szabványokban:

1. EN 1993-1-1 Általános előírások
2. EN 1993-1-3 Hidegen alakított vékonyfalú szerkezetek
3. EN 1993-1-5 Lemezes szerkezetek
4. EN 1993-1-8 Kapcsolatok
5. EN 1993-2 Acélhidak

# Globális változások - 1

## Nagyszilárdságú acélok tervezése - EN 1993-1-12



Új generációs Eurocode-ban: EN 1993-1-12 átalakul, csak  $>S700$  acélokra vonatkozik

Alapszabványok kibővülnek  $S460-S700$



# Globális változások - 1

## Nagyszilárdságú acélok tervezése – EN 1993-1-12

*EN 1993-1-12 korábbi előírásai bekerülnek EN 1993-1-1 - EN 1993-1-9 kötetekbe.*

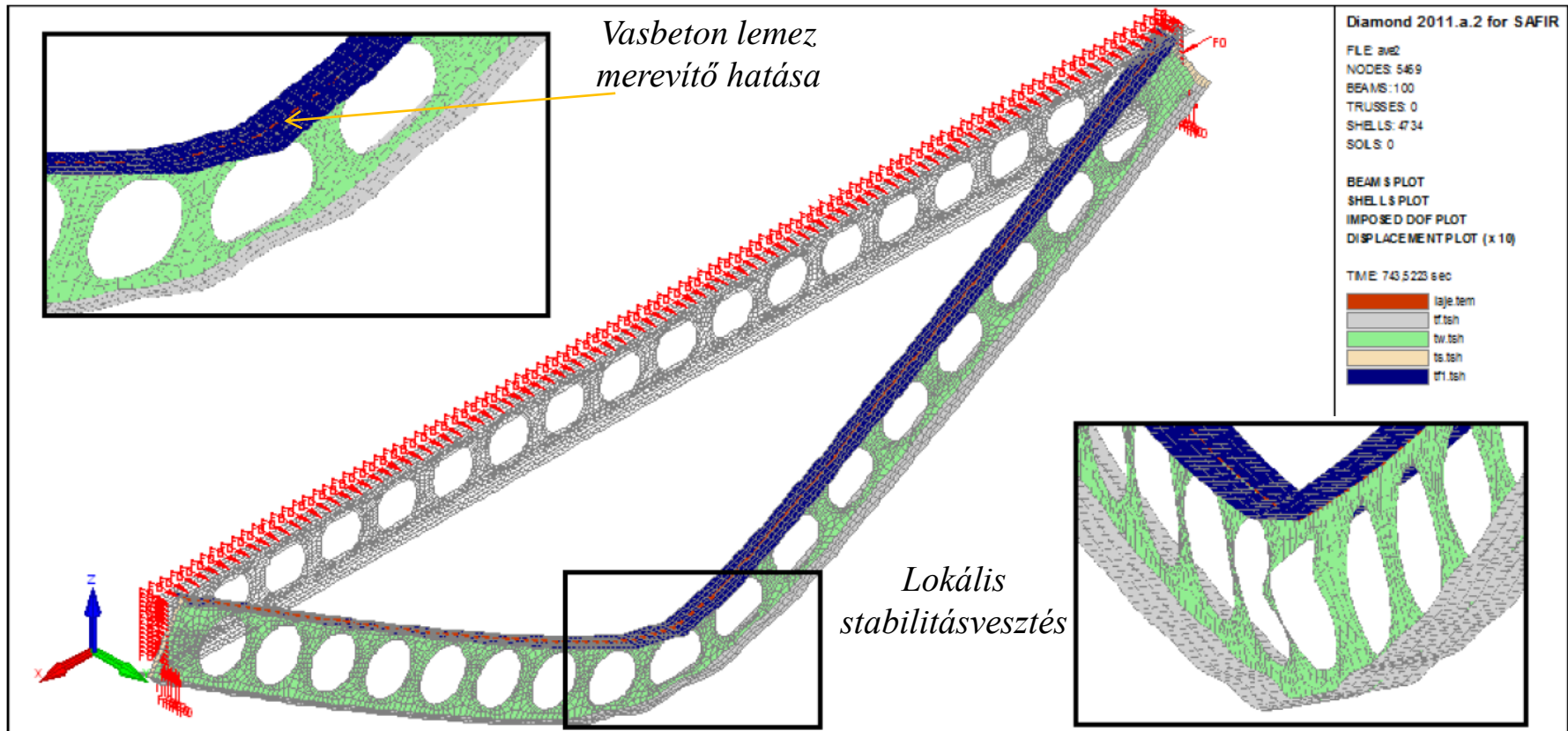
- *Anyagjellemzők kiegészítése S700-ig  $f_y = 700 \text{ N/mm}^2$*
- *Gyártói szabvánnyal harmonizálás EN 10149*
- *HSS duktilitási és képlékeny méretezési követelményeinek integrálása*
- *Kihajlási görbeválasztó táblázat kibővítése*

### *Új célok, új cím*

- *Előírások S700 - S960 acél anyagokra jövőbeli felső határ bővítéssel*
- *Új cím: “Design of steel structures - **Part 1-12: Additional rules for steel grades up to S960**”*
- *Új cél: Kiegészítő előírások nagyszilárdságú acélszerkezetek tervezéséhez S700 és S960 acél anyagok esetén.*

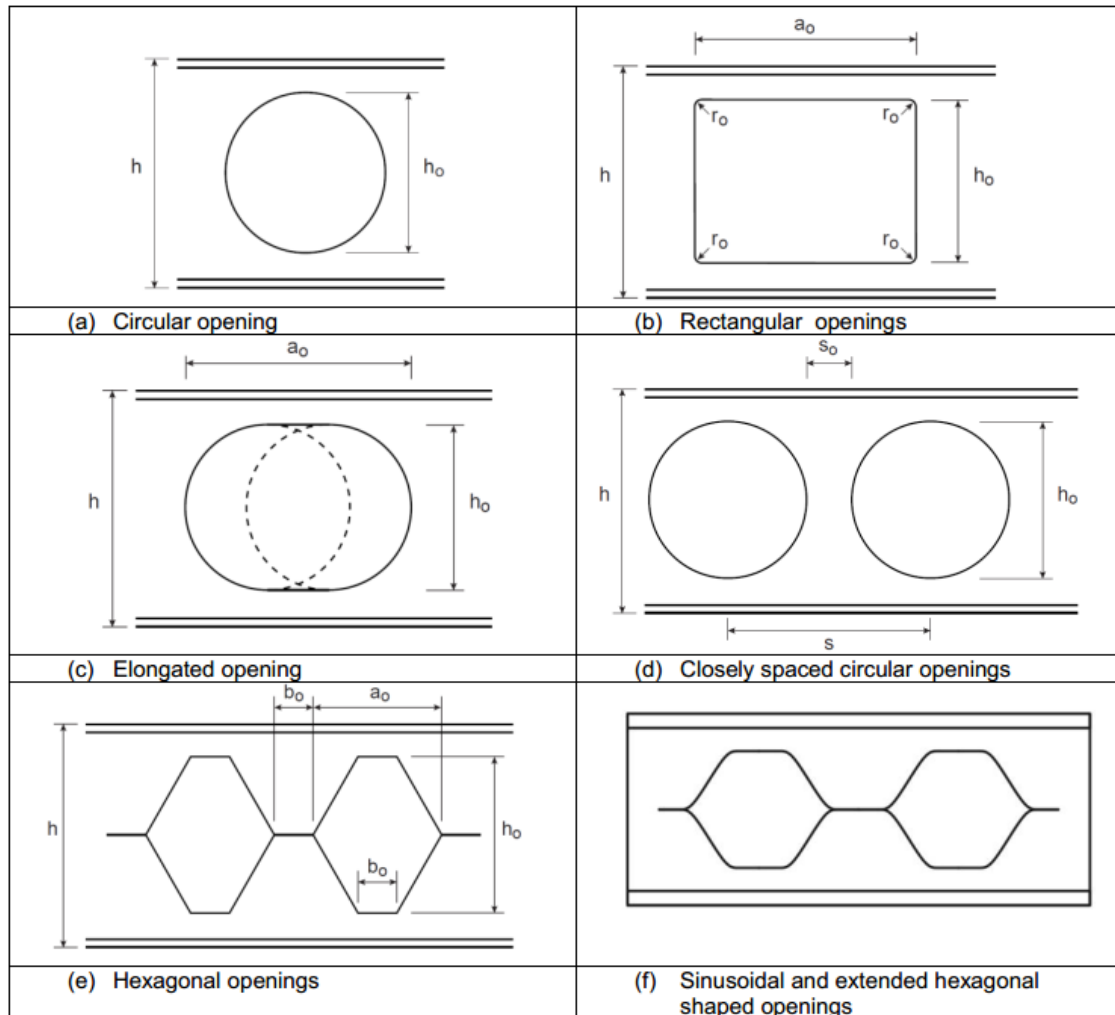
# Globális változások - 2

## Nagy áttörésekkel rendelkező acélszerkezetek tervezése – EN1993-1-13



# Globális változások - 2

## EN 1993-1-13 érvényességi tartománya



# Globális változások - 3

## Végeselemes analízis alapú acélszerkezeti méretezés – EN 1993-1-14

### EN 1993-1-14 célkitűzése

- Numerikus modell alapú acélszerkezeti méretezési eljárások összehangolása, szabványosítása
- Teherbírási és használhatósági határállapotokra való VEM alapú ellenőrzés

#### *Érintett területek*

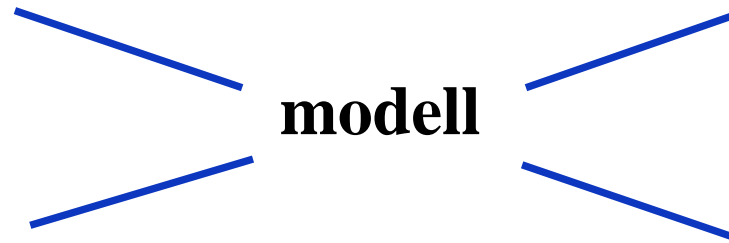
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ <i>Szerkezeti elemek és kapcsolataik modellezése</i></li><li>➤ <i>Imperfekciók (geometriai imperfekciók, sajátfeszültségek, helyettesítő geometriai imperfekciók)</i></li><li>➤ <i>Anyagjellemzők modellezése</i></li><li>➤ <i>Tehermodell</i></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ <i>Analízis típusok</i></li><li>➤ <i>Validáció és verifikáció</i></li><li>➤ <i>Határállapotok definiálása</i></li><li>➤ <i>Modellszint, analízis és méretezés harmonizációja</i></li><li>➤ <i>Parciális tényezők</i></li><li>➤ <i>Szoftver választás és dokumentáció</i></li></ul> |
|--|--|

# Méretezési alapok

## SZERKEZET

hatás

határállapot



állapotjellemző

korlát

?

$$E \leq R$$

# Modell bizonytalanság

 **$E$** 

hatás karakterisztikus  
értéke?

 $\gamma_f$ 

állapotjellemző  
számítási modell?

 $\gamma_{Sd}$  $\gamma_F$ 

$$E_d = \gamma_F \cdot E_k$$

 **$R$** 

anyagjellemzők karakterisztikus  
értéke?

 $\gamma_m$ 

ellenállás számítási modell?

 $\gamma_{Rd}$  $\gamma_M$ 

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$



# Modellek kompatibilitása

analízis modell



méretezési modell



$E_d$



$R_d$

# Hagyományos méretezés

## egyszerű modell és lineáris analízis

**kézi számítás**



**állapotjellemező**

**„számítási segédmennyiség”**

**állapotjellemező korlátja: kísérletek**



**szemi-empirikus határgörbék  
folyás, törés, kihajlás, fáradás**



## Pontosított modell és analízis

**valós szerkezet viselkedése: imperfekciók + anyag**

**nemlineáris viselkedés + geometriai nemlinearitás**



**pontosított modell + nemlineáris analízis**



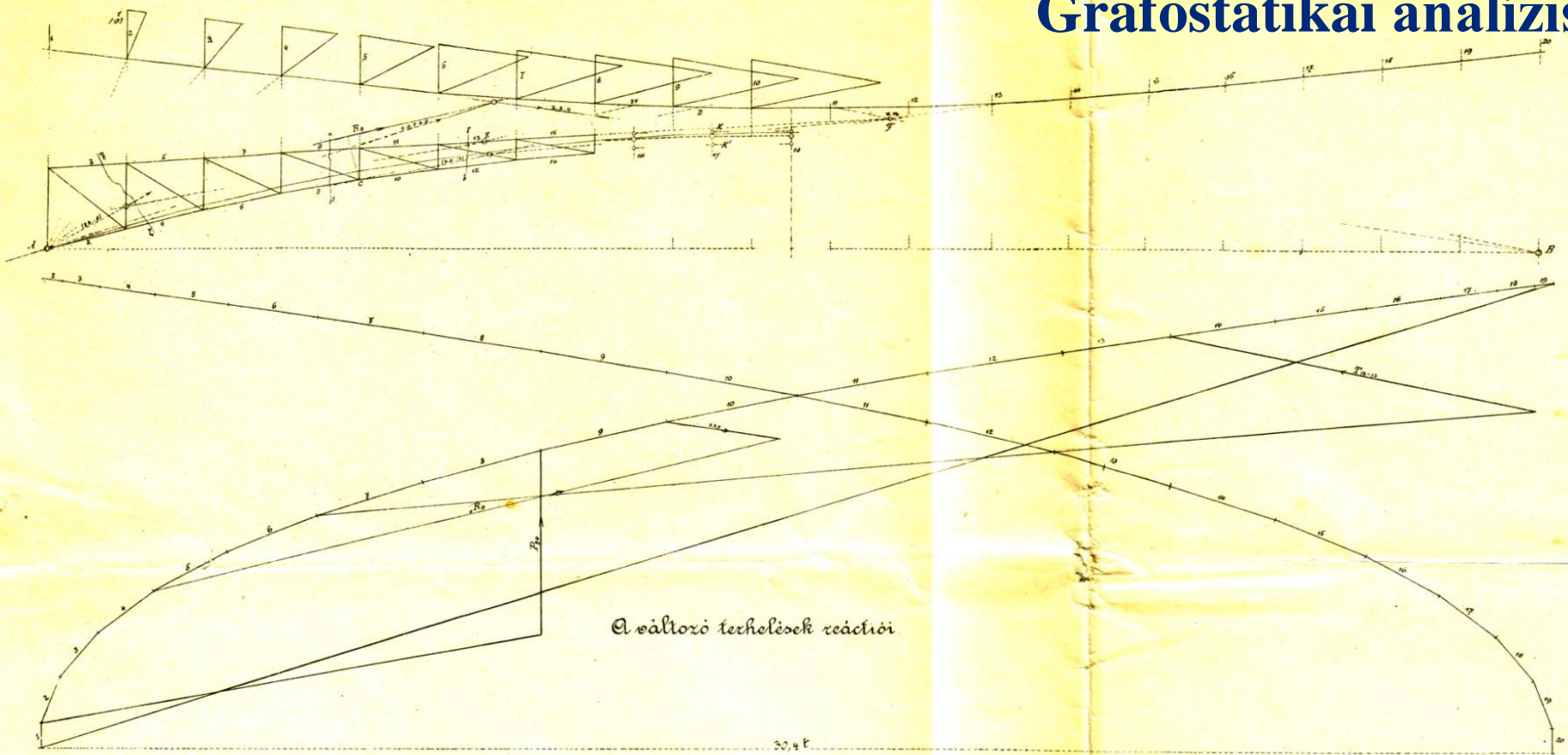
$E_d$  - a szerkezeti viselkedést tükröző állapotjellemzők



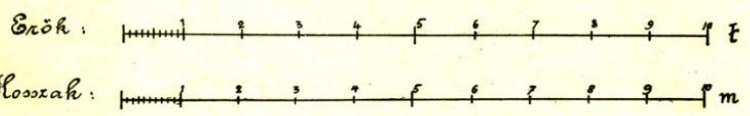
$R_d$  - **korlát ?**



# Grafostatikai analízis

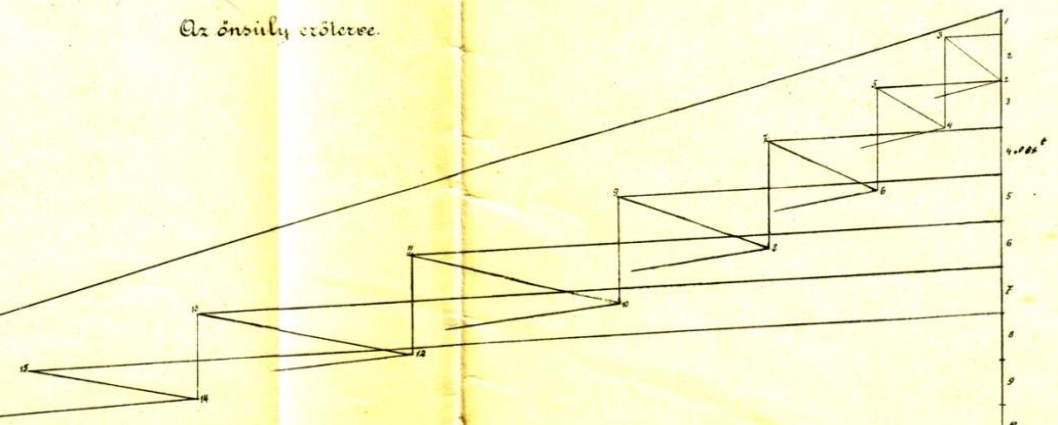
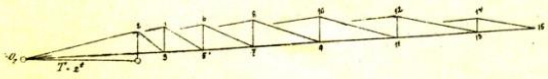


A változó terhelések reakciói

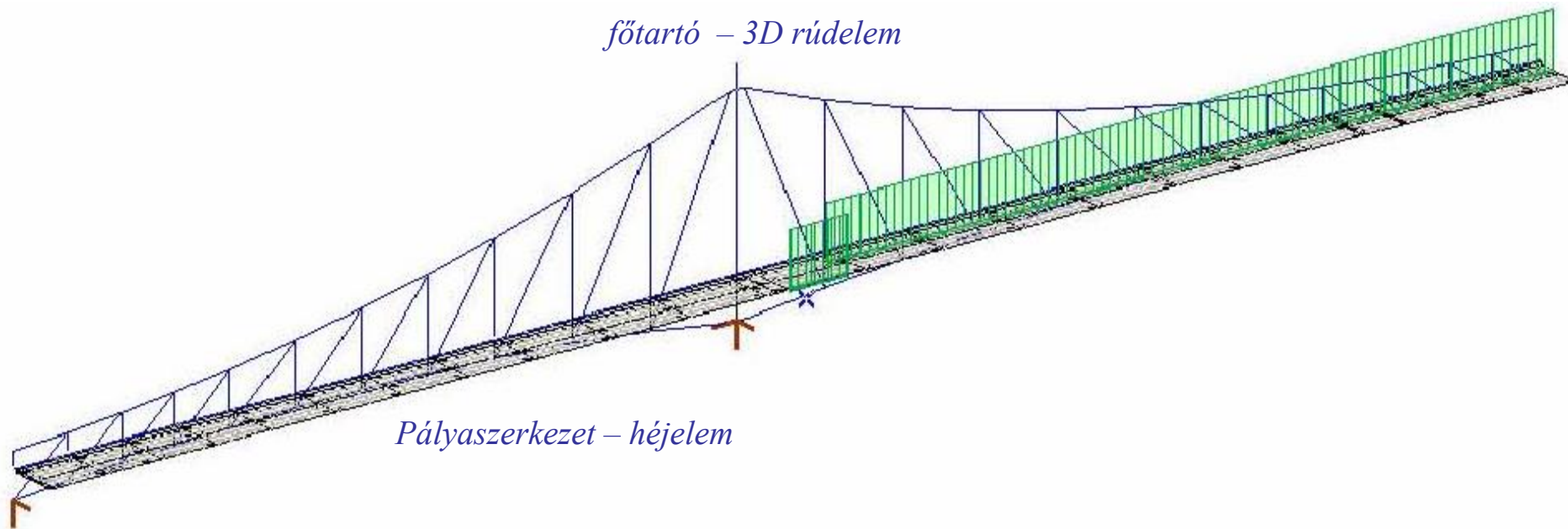


Az önsúly erőterve.

A hőmérsék változása által okozott belső erők.  
 $t = \pm 35^\circ$



# Végeselemes analízis



# Ad-Hoc Group FE (AHGFE)

**Alapítva:** 2016. október CEN/TC 250/SC 3 által

**Cél:** EN 1993-1-5 Annex C továbbfejlesztése általános érvényű szabvánnyá  
Acélszerkezetek numerikus modell alapú méretezéséhez szükséges előírások és javaslatok  
összegyűjtése, rendszerbe szervezése

## **Globális program:**

2017: Igények felmérése, a dokumentum céljának és felépítésének kidolgozása  
témák leszűkítése és tematikák kidolgozása,  
tartalomjegyzék kidolgozása.

2018: Szakirodalmi adatgyűjtés, forrásmunka kutatás,  
fejlesztési igények felmérése, elvégzése,  
szöveg írása.

2019: Dokumentum véglegesítése,  
szerkesztői munka.

**Munkarend:** évi 2 találkozó 2017.05. Budapest 2017.10. Berlin 2018.03. Berlin  
2018.10. London 2019.02 Innsbruck 2019.10. Prága

**Beszámolók:** - CEN / TC250 / SC3 megbeszéléseken  
- Dokumentumok SC3-nak és minden WG-nek elérhetők

# Ad-Hoc Group FE (AHGFE)



# CEN / TC250 / SC3 / WG22

Alapítva: 2019. október CEN/TC 250/SC 3 által

37 bizottsági tag - 15 országból

Ausztria, Belgium, Csehország, Finnország, Franciaország, Luxemburg, Németország, Magyarország, Lettország, Norvégia, Portugália, Szerbia, Spanyolország, Svédország, UK



# SC3 elvárásai és céljai

## EN 1993-1-14

1. Jelenleg meglévő szabványrészek + új kutatási eredmények

EN 1993-1-5 Annex C

EN 1993-1-6

} + validált, kipróbált méretezési előírások

2. Numerikus modell alapú **méretezés keretrendszerének** megadása

3. Méretezési eljárások és modellezési szintek kompatibilitásának megadása  
**modell – analízis – méretezés**

4. **Alkalmazás specifikus szabályok** külön szabványkötetekben

5. **WG22** fejleszti a szöveget

6. **Harmonizáció** többi szabványkötetel: EN1993-1-1 – EN 1993-1-9

7. Várható terjedelem ~60 oldal



# EN 1993-1-14 célkitűzése

- (1) EN 1993-1-14 szabvány numerikus modell alapú méretezési eljárásokat tartalmaz, melyek alkalmazásával acélszerkezetek teherbírási határállapota, használhatósági határállapota és fáradásvizsgálata ellenőrizhető numerikus modellek alkalmazásával. Ezenkívül lehetőséget teremt a fejlett numerikus modellek szabványos méretezési eljárásokban való alkalmazására.
- (2) EN 1993-1-14 előírásai magukba foglalják az acélszerkezetek vége-selemes módszer (FEM), véges sávos módszer (FSM) és általánosított gerendaelmélet (GBT) alapú modellezésének, analízisének és méretezésének szabályait a következő termékekre vonatkozóan:
  - a. melegen hengerelt szelvények,
  - b. hidegen alakított szelvények,
  - c. hegesztett szerkezetek,
  - d. rozsdamentes acélszerkezetek,
  - e. lemezes szerkezetek,
  - f. héjak.

# EN 1993-1-14 felépítése

<b>1</b>	<b>Scope</b> .....	7	
<b>2</b>	<b>Normative references</b> .....	8	
<b>3</b>	<b>Terms, definitions and symbols</b> .....	9	
3.1	Terms and definitions .....	9	
3.2	Symbols and abbreviations .....	11	
<b>4</b>	<b>Basis of design and modelling</b> .....	14	
<b>5</b>	<b>Modelling</b> .....	15	} <i>15 oldal</i>
5.1	Geometrical models .....	15	
5.2	Support and load models.....	17	
5.3	Material models.....	17	
5.4	Imperfections .....	23	
5.5	Imperfection combinations .....	29	
<b>6</b>	<b>Analysis</b> .....	31	} <i>3 oldal</i>
6.1	Structural analysis .....	31	
6.2	Thermal analysis .....	33	
<b>7</b>	<b>Validation and verification</b> .....	34	} <i>3 oldal</i>
7.1	General .....	34	
7.2	Verification .....	34	
7.3	Validation.....	35	
<b>8</b>	<b>Design methodology</b> .....	37	} <i>15 oldal</i>
8.1	Ultimate limit state.....	37	
8.2	Fatigue limit state.....	43	
8.3	Serviceability limit state .....	52	
<b>9</b>	<b>Documentation</b> .....	53	} <i>1 oldal</i>
<b>10</b>	<b>Bibliography</b> .....	53	
	<b>Annex A</b> .....	54	
	<b>Annex B</b> .....	56	
	<b>Annex C</b> .....	58	

# Méretezési modellszintek definíciója

## *Tervezési numerikus modellek*

gyakorlati tervezés tipikus modelljei

Numerikus modell és analízis a geometriai és anyagjellemzők nominális értékének alkalmazásával; a számítás végeredménye különböző számítási/tervezési állapotjellemzők (igénybevételek, deformációk), melyeket további szabványos statikai ellenőrzésre használnak.

## *Közvetlen teherbírásvizsgálat*

fejlett numerikus modellek/analízisek szabványosítása

Numerikus modell és szimulációs analízis (anyagi és geometriai nemlineáris analízisek: MNA, GMNA, GMNIA) a geometriai és anyagjellemzők nominális értékének alkalmazásával; a számítás végeredménye a szerkezet szabványos teherbírása (ellenállása).

## *Numerikus szimuláció*

kísérlettel segített tervezés, termékfejlesztés

Numerikus modell és szimulációs analízis (anyagi és geometriai nemlineáris analízisek: MNA, GMNA, GMNIA) a geometriai és anyagjellemzők mért (vagy várható) értékének alkalmazásával; a számítás végeredménye a szerkezet teherbírása.

# Méretezési modellszintek definíciója

## *Tervezési numerikus modellek*

*Tervezési számítások lineáris vagy nemlineáris számítás alapján a tervezési állapotjellemzők (igénybevételek) és/vagy teherbírás meghatározására.*

*Analízis, kiegészítő ellenőrzéssel  
(LA, LBA, GNA, GNIA, MNA)*

- *rugalmas anyagmodell*
- *számítás eredménye állapotjellemzők, melyeket további kézi számítás használ fel*

*Közvetlen teherbírásvizsgálat  
(MNA, GMNA, GMNIA)*

- *nemlineáris számítás*
- *eredmény a szerkezet teherbírása*

*geometriai és anyagjellemzőket nominális értékekkel definiálunk*

## *Numerikus szimulációk*

*Fizikai kísérletek reprodukálása, vagy kiterjesztése a szerkezet teherbírásának meghatározására*

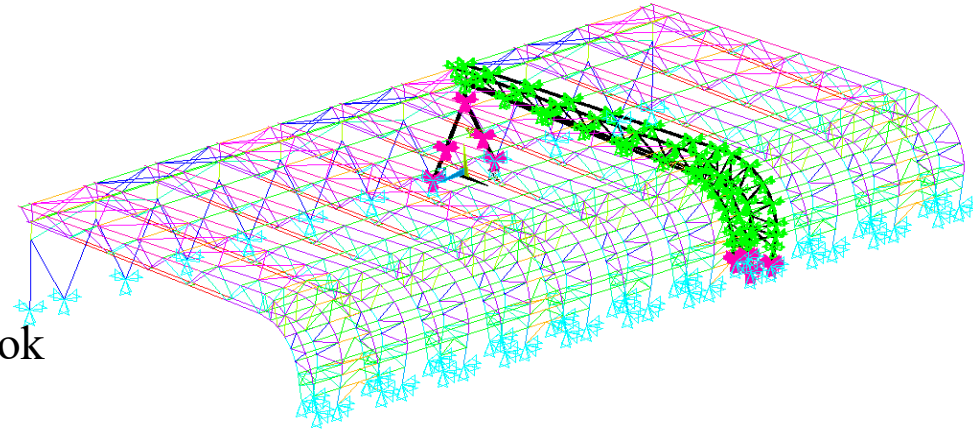
- *nemlineáris anyagmodell*
- *geometriai nemlinearitás*
- *imperfekciók*
- *eredmény a szerkezet teherbírása*

*geometriai és anyagjellemzőket mért (vagy átlagos) értékkel definiáljuk*

# Geometriai VEM modell

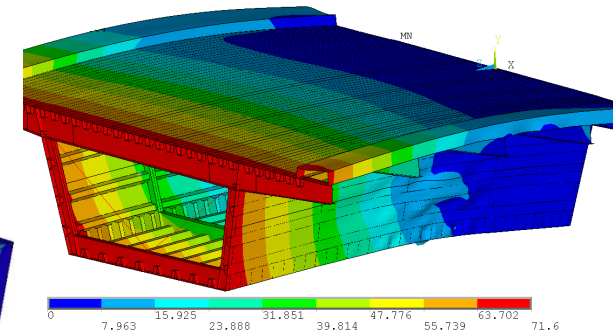
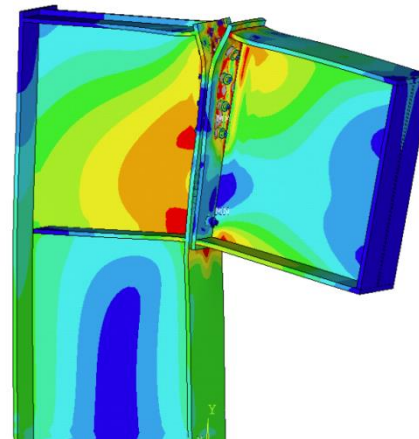
## Rúdmodellek

- FE hálózat – súlyponti tengely viszonya
- 6-7 szabadságfokú elemek alkalmazása
- shear-lag hatás figyelembe vétele
- kapcsolatok figyelembe vétele
- nemlineáris számításnál nagy elmozdulások



## Héjmodellek

- terhelési/megtámasztási viszonyok
- külpontosság figyelembe vétele
- 5-6 szf/csp elemek
- FSM (4 szf/csp elemek)
- hálózat – középfelület viszonya



## Testelemes modellek

# Anyagmodellek

## Melegen hengerelt acélszelvények

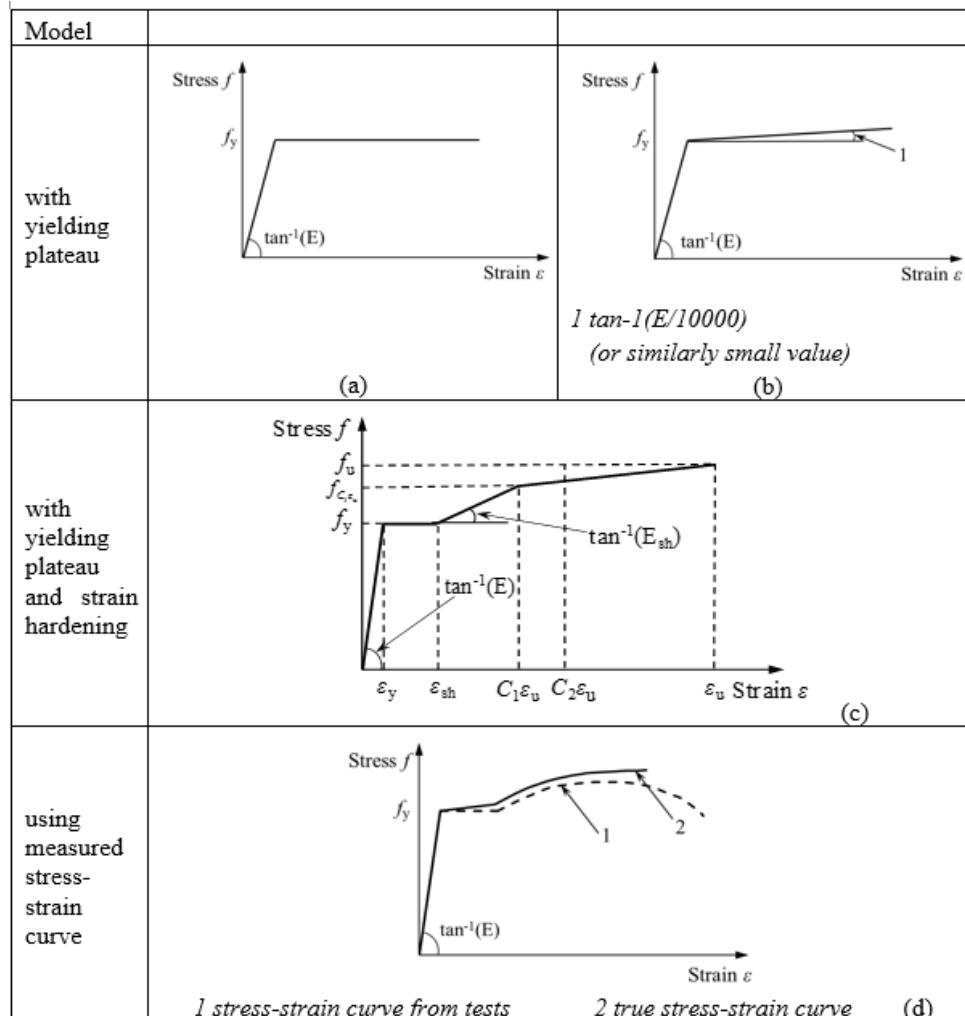
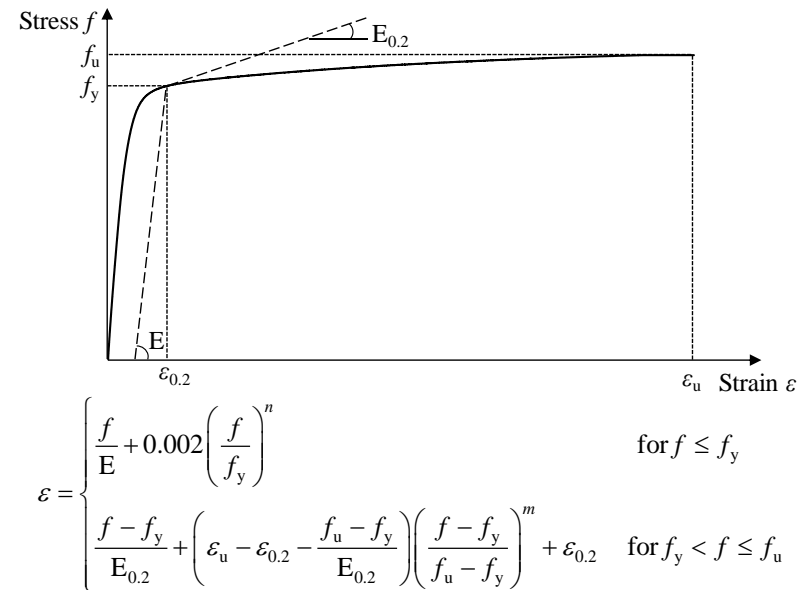


Figure 4.1: Modelling of hot-rolled steels.

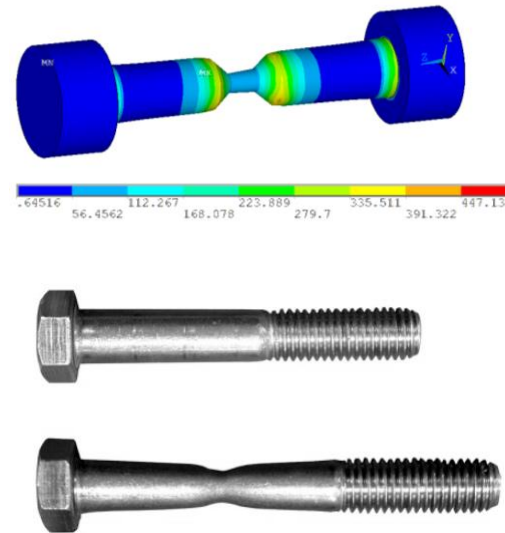
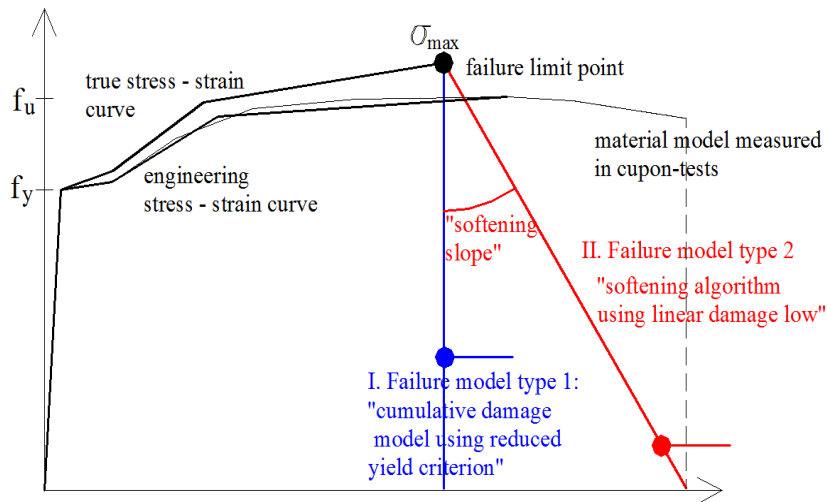
## Hidegen alakított, rozsdamentes acél, HSS acél



Steel	Coefficient n
Cold-formed steels	8
Austenitic stainless steels	7
Ferritic stainless steels	14
Duplex stainless steels	8
HSS S500-S700	14

# Fejlett anyagmodellek

## Törési feltétel alapú anyagmodellek



Törési feltétel

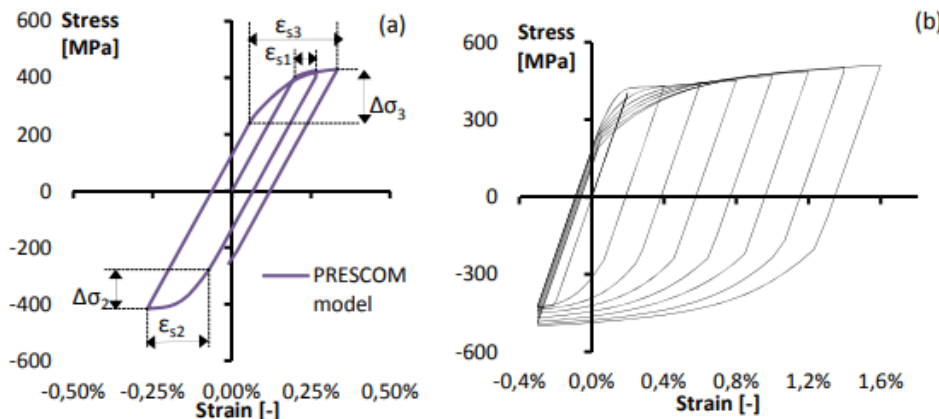
Törés utáni viselkedés



- Kapcsolatok méretezéséhez

- Húzott elemek képlékeny törési határállapot alapú méretezéséhez

## Képlékeny ciklikus anyagmodellek



Felkeményedés típusa

Bauschinger hatás

Időben lejátszódó folyamatok

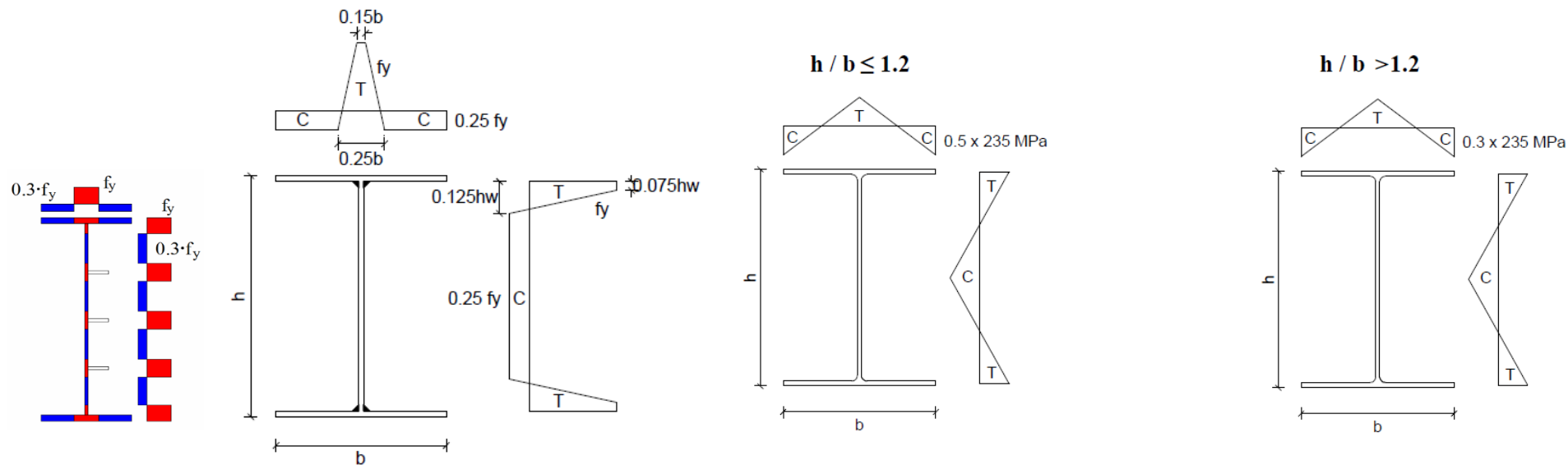


- Földrengésvizsgálathoz

- Kis ciklusú fáradásvizsgálathoz

# Imperfekciók

## Sajátfeszültségek – hegesztett és hengerelt szelvények



## Geometriai imperfekciók – gyártási tolerancia - EN 1090-2

Plate curvature:





# Imperfekciók

## Helyettesítő geometriai imperfekciók – geometriai hibák + sajátfeszültségek

Type of imperfection	Component
global member with length $\ell$	
global longitudinal stiffener with length $a$	
local panel or sub-panel	
local stiffener or flange subject to twist	

Type of imperfection	Component	Shape	Magnitude
global	member with length $l$	bow	see EN 1993-1-1, Table 5.1
global	longitudinal stiffener with length $a$	bow	$\min(a/400, b/400)$
local	panel or sub-panel with short span $a$ or $b$	buckling shape	$\min(a/200, b/200)$
local	stiffener or flange subject to twist	bow twist	$1/50$

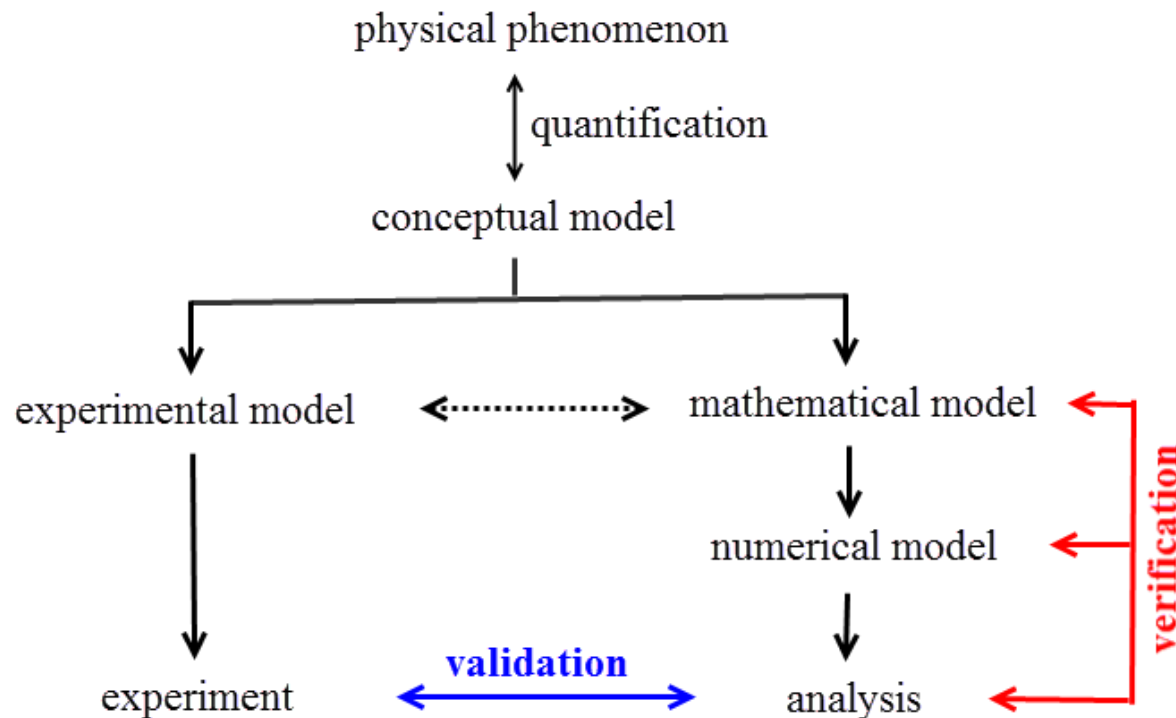
1. Globális szerkezeti imperfekciók (keretek)
2. Szerkezeti elem szintű imperfekciók (gerenda, oszlop)
3. Szelvény szintű imperfekciók (lemezes szerkezetek)
4. Héjak imperfekciói (héjszerkezetek)

local buckling of outstand elements for cold-formed structures	
distortional buckling of cold-formed sections	

# Verifikáció és validáció

**Verifikáció:** numerikus modell és analízis pontossága

**Validáció:** mechanikai modell ↔ valós szerkezeti viselkedés



# Verifikáció a gyakorlatban

Egyszerű számítás (tervezési numerikus modellek) esetén:

## 1. Hálóérzékenység vizsgálat

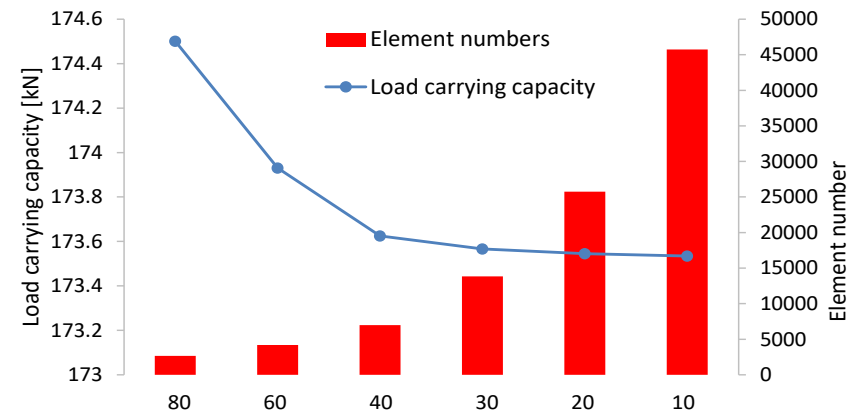
*Finom hálózat*

*Közepes hálózat*

*Durva hálózat*

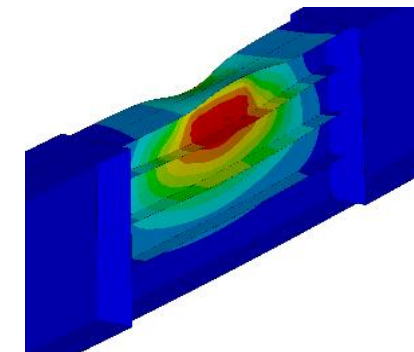
2. Számítási eredmények **mérnöki elemzése**,  
(igénybevételek, reakcióerők, deformációs ábrák)  
összehasonlítása szemléletből várt értékekkel

**DE: tervezési numerikus modellek  
esetén tervezői mérlegelés és korábbi  
tapasztalatok alapján elhagyható.**



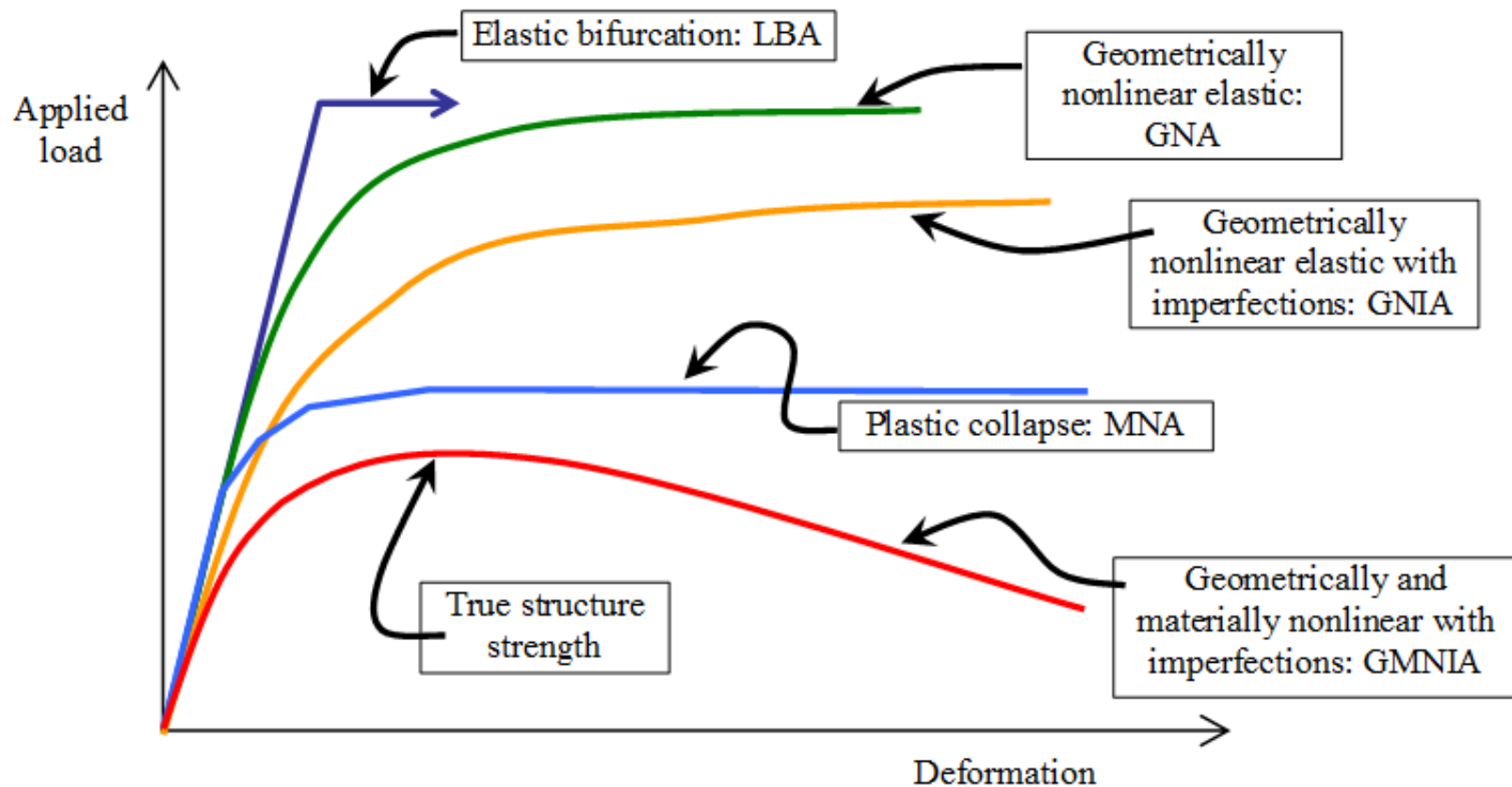
Fejlett analízis alkalmazása esetén (GMNIA szimuláció esetén)

1. Hálóérzékenység vizsgálat
2. Input paraméter érzékenység vizsgálat
3. Imperfekció érzékenység vizsgálat
4. Benchmark kísérleti eredménnyel való összehasonlítás



# Analízis típusok

modellszint - analízis típus - határállapot



# Méretezési előírások

## Teherbírási határállapot

Rugalmas számítás (első vagy másodrendű) – feszültségek ellenőrzése  
*analízis szintek: LA; GNA*

Képlékeny számítás - képlékeny teherbírás ellenőrzése  
*analízis szintek: MNA; GMNA*

## Stabilitásvizsgálat

*analízis szintek:*

*módszer 1: LA and LBA*

*módszer 2: GNIA + LBA + igénybevétel szintű ellenőrzés*

*módszer 3: GNIA + feszültségek ellenőrzése*

*módszer 4: GMNIA*

## Fáradásvizsgálat

- *geometriai feszültség alapú vizsgálat*

- *effektív bemetszés (notch) feszültség alapú vizsgálat*

## Használhatósági határállapot

*Szilárdsági  
vizsgálat*

*Stabilitási  
vizsgálat*

*Fáradás-  
vizsgálat*

# Rugalmas számítás – feszültségek ellenőrzése

modellpontosítás



feszültségkoncentráció



méretezési eljárás



$$\sigma_{eq,Ed} \leq \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = f_{yd}$$

EK12:  
Flächen Spannungen Sigma-v,m,MisesSpannungsspitze im  
Bereich der Kielsteife

Spannungsspitze

Flächen Max Sigma-v,m,Mises: 132.711, Min Sigma-v,m,Mises: 0.000 [kN/cm<sup>2</sup>]

Modell



Analízis

Feszültségkoncentrációs zóna osztályozása: numerikus szingularitás



Figyelman kívül hagyható

fizikai feszültségkoncentráció



Figyelembe veendő

# Képlékeny számítás – ellenállás ellenőrzése

Alkalmazható modellszintek: **MNA** anyagi nemlineáris analízis

**GMNA** anyagi és geometriai nemlineáris analízis

*Max.  
megengedett  
képlékeny  
nyúlások*

- The maximum allowed principal membrane strain for plated structures may be specified by the National Annex, the recommended value is  $\varepsilon_{m,pp} = 5\%$ .
- The maximum allowed plastic strain for shells is  $\varepsilon_{m,ps} = n_{m,ps} \cdot (f_{yd} / E)$ , where the National Annex may choose the value of  $n_{m,ps}$ , the recommended value is 50.
- The maximum allowed plastic strain for bolts  $\varepsilon_{m,pb}$  may be specified by the National Annex, the recommended value is 25 % of elongation after fracture of bolt according to EN ISO 898-1:2013, see Table 7.1.

Table 7.1: Maximum allowed plastic strains for bolts

Bolt grade	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$\varepsilon_{m,pb}$ , %	3,5	5,0	2,5	2,0	3,0	2,3

- (6) By performing the MNA or GMNA analysis and by the determination of the load ratios ( $\gamma_{R,MNA}$  or  $\gamma_{R,GMNA}$ ) for shells the effect of strain hardening should be ignored.
- (7) The characteristic value of the plastic limit resistance  $F_{Rk}$  should be taken as either  $F_{R,MNA}$  or  $F_{R,GMNA}$  according to the applied analysis.

# Stabilitásvizsgálat

## *LA (MNA) + LBA analízis kombinációja*

### 7.2.3.1. Design by LA or MNA and LBA analysis

- (1) The linear elastic analysis (LA) or material non-linear analysis (MNA) and the linear elastic bifurcation analysis (LBA) may be used together to determine the relative slenderness ratio  $\bar{\lambda}$  of the investigated structure, that is related to the particular load case combination and load situation.
- (2) The overall relative slenderness should be calculated by Formula (7.4).

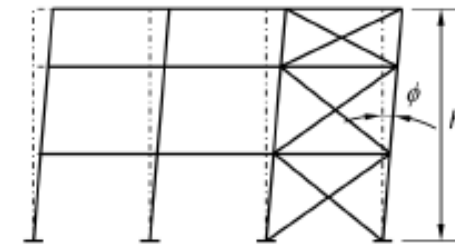
$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{R_{pl}}{R_{cr}}}$$

where:  $R_{cr}$  is the lowest load amplifier (eigenvalue) on the defined design loads to reach the elastic critical load (LBA) of the structure.

$R_{pl}$  is the lowest load amplifier on the design loads to reach the plastic reference resistance of the complete structure.

- (3) The elastic critical load amplifier ( $R_{cr}$ ) should be determined using an LBA analysis. The lowest eigenvalue which corresponds to the investigated failure mode should be taken as the elastic critical load amplifier.
- (4) The plastic reference load amplifier ( $R_{pl}$ ) should be determined from an MNA analysis, but a conservative estimate may be obtained using an LA analysis.
- (5) Where this method is applied to frame or plated structures, the plastic reference load amplifier  $R_{pl}$  may be estimated from an LA analysis as the minimum load amplifier ( $\alpha_{ult,k}$ ) on the design loads to reach the characteristic value of the appropriate relevant resistance in the most critical point of the structure.

### *Globális analízis*



(7.4)

### *Elem szintű analízis*

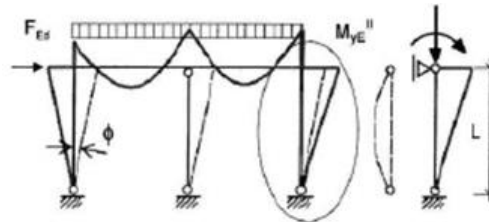




# Stabilitásvizsgálat

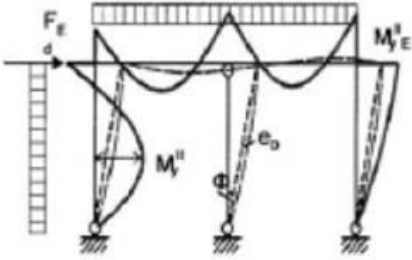
## GNIA + LBA analízis

Módszer	Analízis típus	Ellenőrzés módja	Alkalmazott imperfekciók	Szabványos megfogalmazás:
“M4”	Másodrendű rugalmas számítás síkbeli stabilitásvesztési módokra	Kézi ellenőrzés	Globális (kilengési) imperfekció $\phi$ és másodrendű számítás a globális stabilitásvesztés figyelembe vételére kihajlási hossz: $L_{cr} \leq L$	<p>According to the type of frame and the global analysis, second order effects and imperfections may be accounted for by one of the following methods: ....</p> <p>b) partially by the global analysis and partially through individual stability checks of members according to 6.3</p> <p>In accordance with (3) the stability of individual members should be checked acc. to the following:</p> <p>b) If second order effects in individual members or certain individual member imperfections [...] are not totally accounted for in the global analysis, the individual stability of members should be checked according to the relevant criteria in 6.3 [...]. This verification should take account of end moments and forces from the global analysis of the structure, including [...] global imperfections [...] and may be based on [buckling = system length]</p>



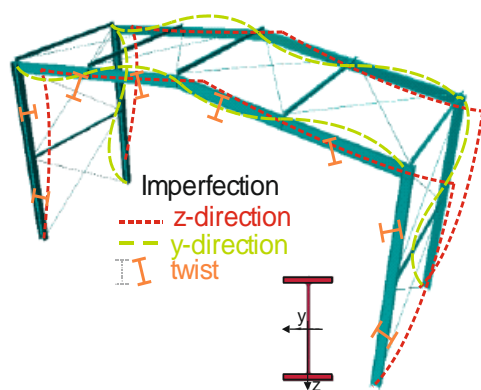
# Stabilitásvizsgálat

## *GNIA + feszültségellenőrzés - síkbeli stabilitásvesztési mód*

Módszer	Analízis típus	Ellenőrzés módja	Alkalmazott imperfekciók	Szabványos megfogalmazás:
“M5”	Másodrendű rugalmas számítás síkbeli stabilitásvesztési módokra	<p>Keresztmetszeti osztályozás &amp; ellenállás</p> <p>keresztmetszet ellenőrzése tartalmazza a síkbeli stabilitási ellenőrzést</p> <p>Stabilitásvizsgálat csak a síkra merőleges stabilitási jelenségekre, e.g. FBz-z, LTB</p>	<p>Globális (kilengési) imperfekció <math>\phi</math> és lokális szerkezeti elem imperfekció <math>e_0</math>.</p> <p>Kihajlási hossz (e.g. <math>L_{cr,z}</math>) csak síkra merőleges stabilitási jelenségekhez kell.</p> <p>Imperfekciók definiálása:</p> <p>a) hosszal arányos imp.</p> <p>b) felskálázott sajátalak</p> 	<p>5.2.2(3) as for method “1”</p> <p>5.2.2(7):</p> <p><i>In accordance with (3) the stability of individual members should be checked acc. to the following:</i></p> <p>a) <i>If second order effects in individual members and relevant member imperfections (see 5.3.4) are totally accounted for in the global analysis of the structure, no individual stability check for the members according to 6.3 is necessary. in-plane</i></p> <p>b) <i>as for method “1” but only for “out-of-plane” effects</i></p>

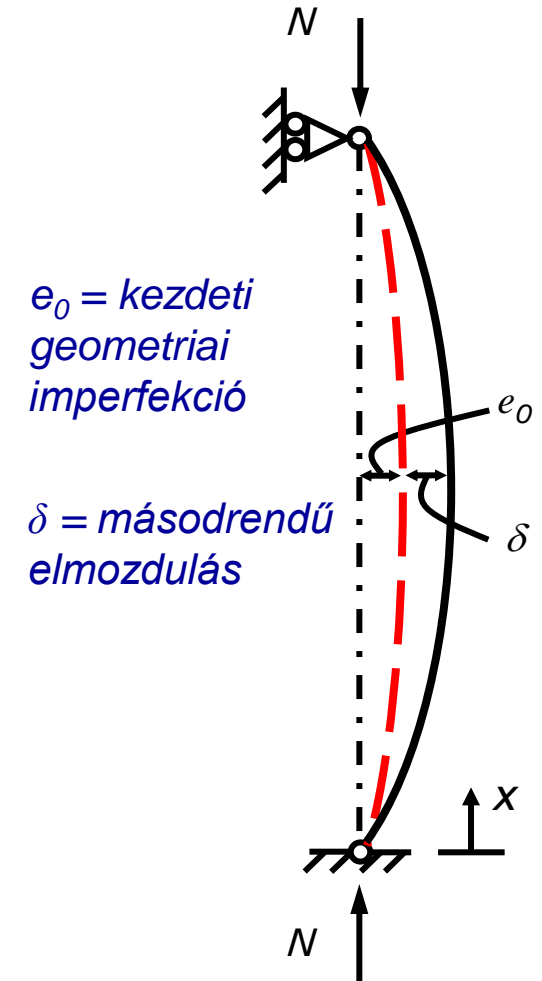
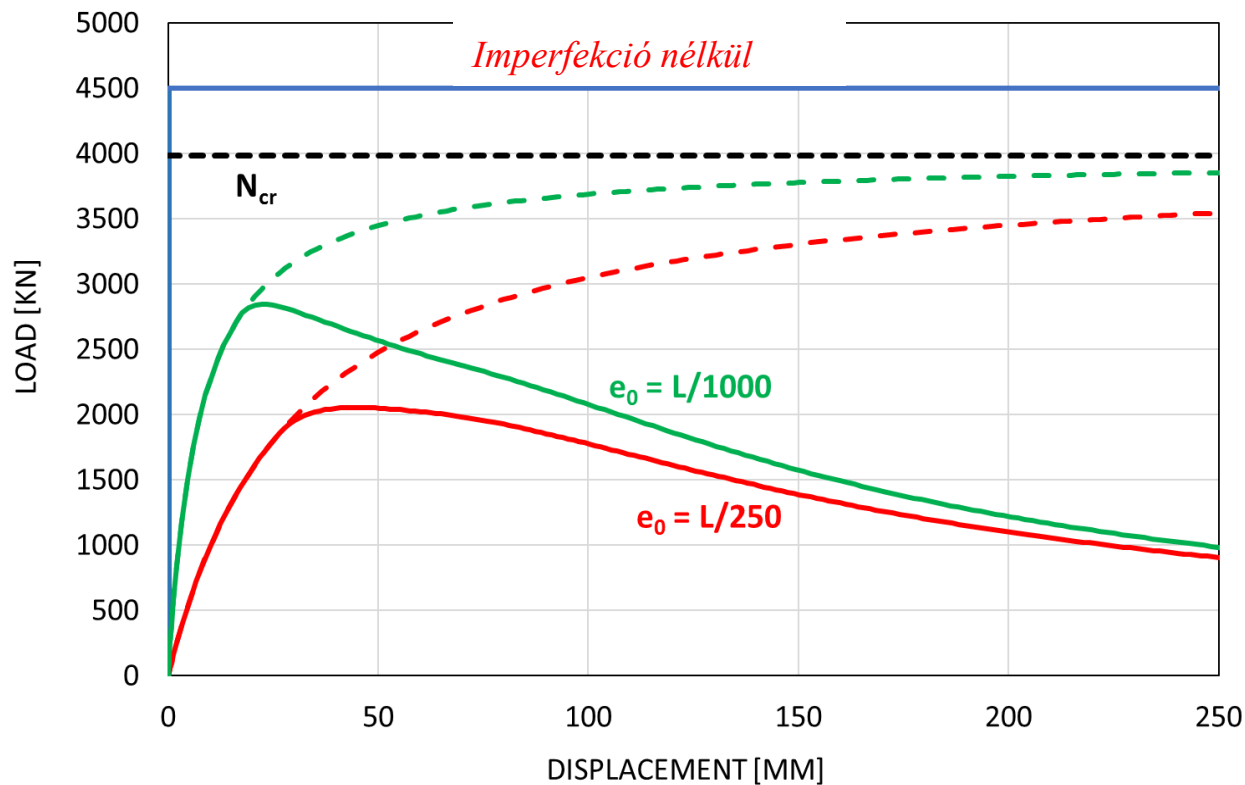
# Stabilitásvizsgálat

## *GNIA analízis+ feszültségellenőrzés - síkbeli és térbeli stabilitásvesztési mód*

Módszer	Analízis típus	Ellenőrzés módja	Alkalmazott imperfekciók	Szabványos megfogalmazás:
“M6”	Másodrendű rugalmas számítás síkbeli és síkra merőleges stabilitásvesztési módokra	Keresztmetszeti osztályozás & ellenállás  keresztmetszet ellenőrzése tartalmazza a lokális, a síkbeli és a síkra merőleges stabilitási ellenőrzést is.	Imperfekciók minden lehetséges stabilitásvesztési módnak megfelelően.  	<p><b>5.2.2(3):</b></p> <p><i>According to the type of frame and the global analysis, second order effects and imperfections may be accounted for by one of the following methods: ....</i></p> <p><i>a) both totally by the global analysis</i></p> <p><b>5.2.2(7):</b></p> <p><i>In accordance with (3) the stability of individual members should be checked acc. to the following:</i></p> <p><i>a) if second order effects in individual members and relevant member imperfections (see 5.3.4) are totally accounted for in the global analysis of the structure, no individual stability check for the members according to 6.3 is necessary.</i></p>

# Stabilitásvizsgálat

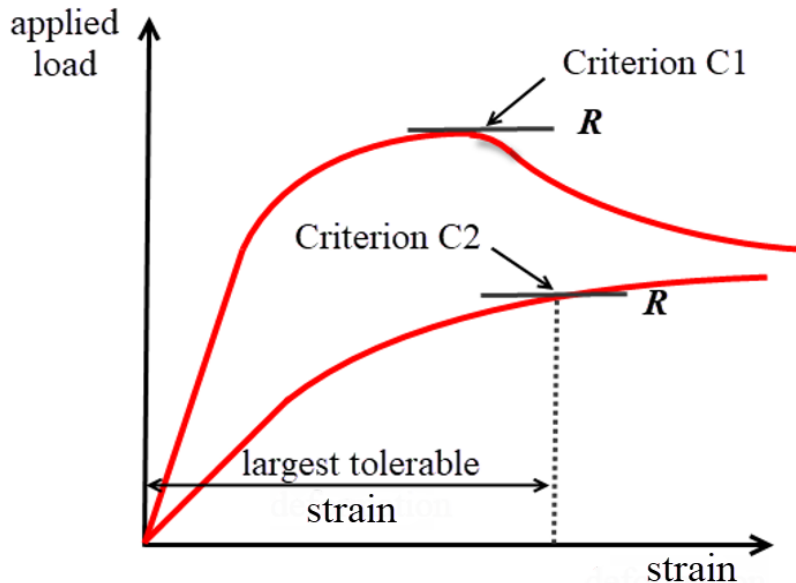
## GMNIA analízis



# Közvetlen teherbírásvizsgálat kiértékelése

## *MNA, GMNA és GMNIA analízis*

### Határállapot definíciója:



*C1: erő-elmozdulás diagram maximális értéke*

*C2: legnagyobb megengedett alakváltozás ( $\epsilon_{max}$ )*

*C3: első folyás határállapota (pl: hidak)*

### 1. Karakterisztikus teherbírás (C1 – C2 kritérium)

$$R_{b,k} = \frac{R_{GMNIA}}{\gamma_{FE}}$$

### 2. Modell faktor:

*- Általános meghatározási mód – statisztikai kiértékelés:*

$$\gamma_{FE} = \frac{1}{m_x \cdot (1 - k_n \cdot V_x)} \geq 1.0$$

$$0,8 < m_x < 1,2$$

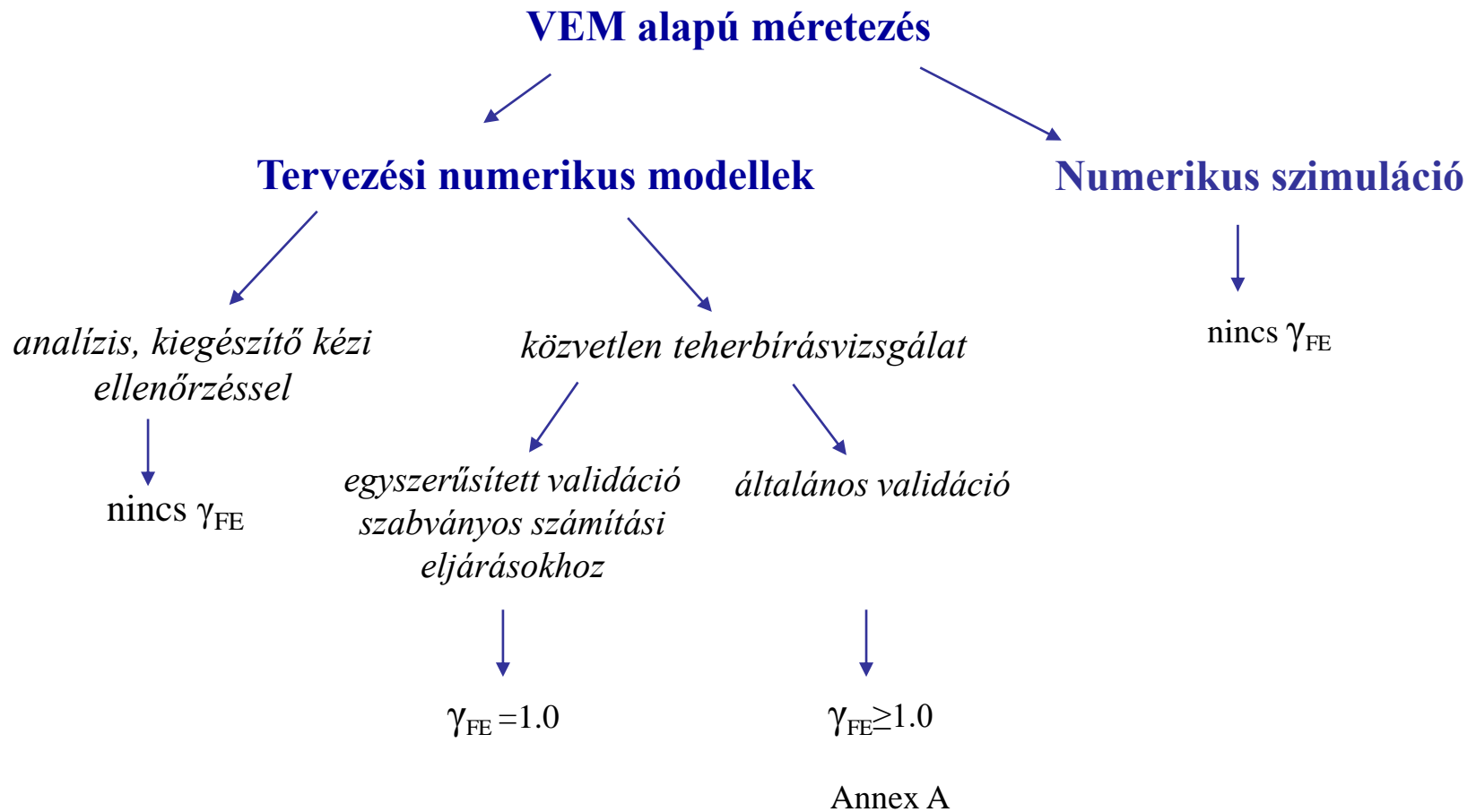
*- Tervezési modelleknél (ismert tönkremeneteli mód esetén):*

$$\gamma_{FE} = 1.0$$

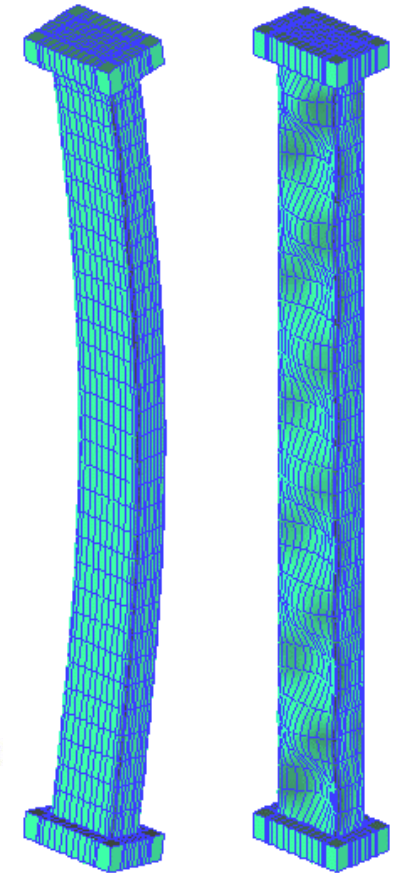
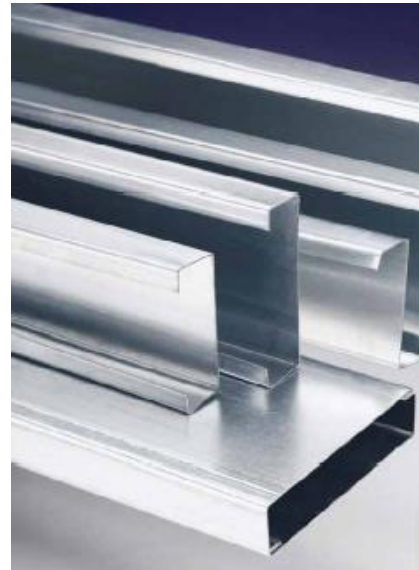
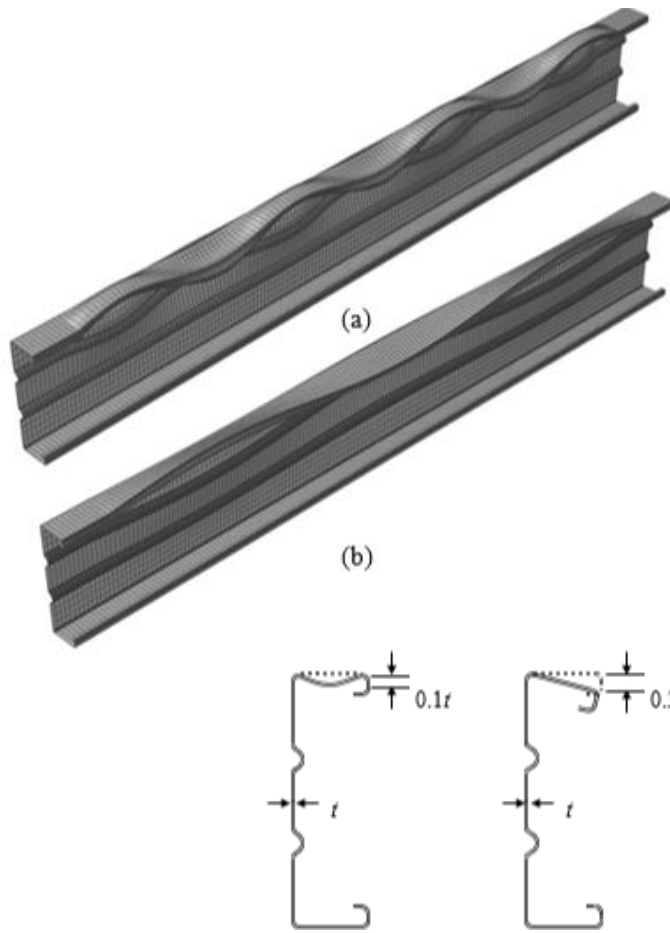
### 3. Tervezési ellenállás

$$R_{b,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_{M1}} \quad (\gamma_{M0}, \gamma_{M1} \text{ vagy } \gamma_{M2})$$

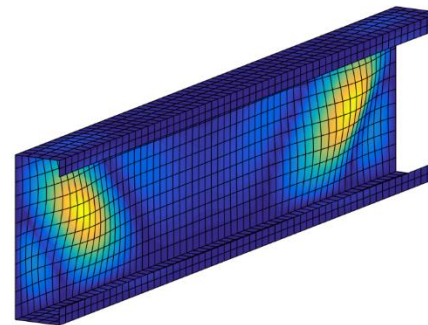
# Modell faktor alkalmazása



# Vékonyfalú szerkezetek modellezése



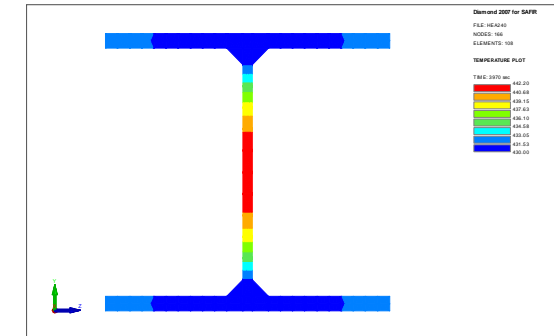
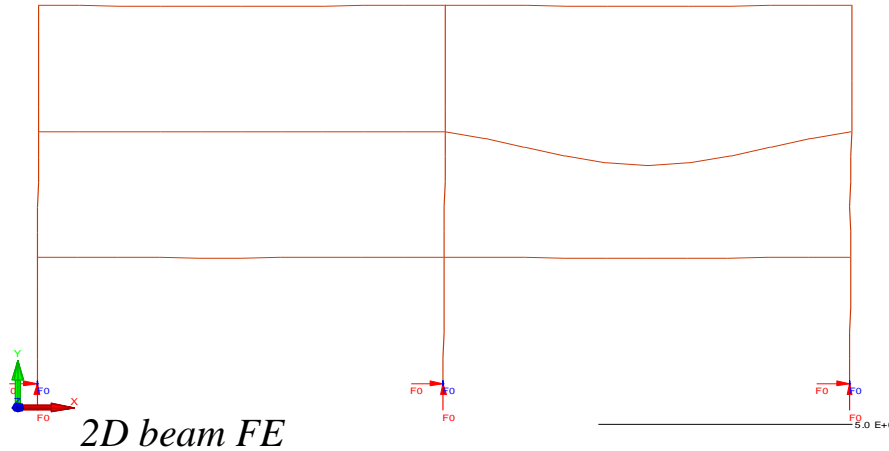
*Globális, lokális és torzulási imperfekciók és összetett tönkremeneteli módok*



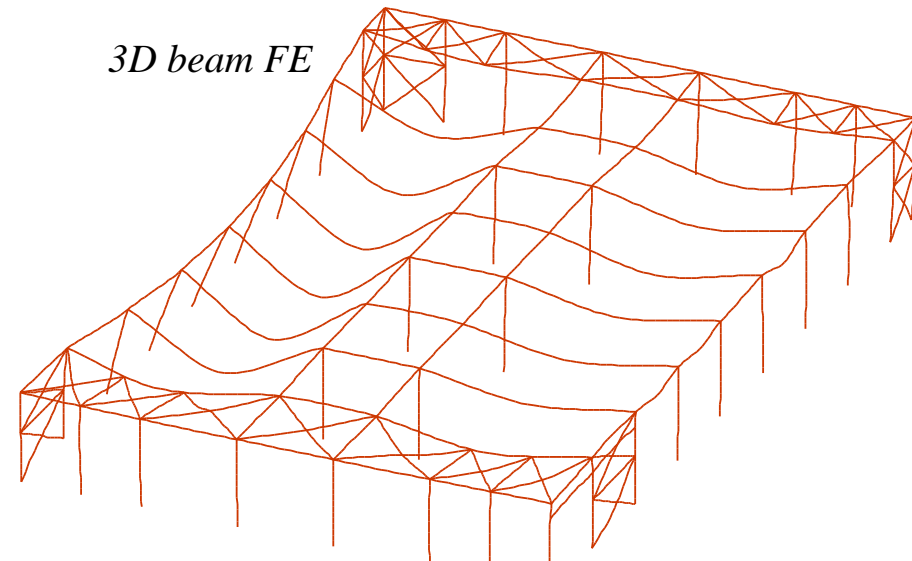
*Globális és lokális imperfekciók*

# Tűzszimuláció specifikumai

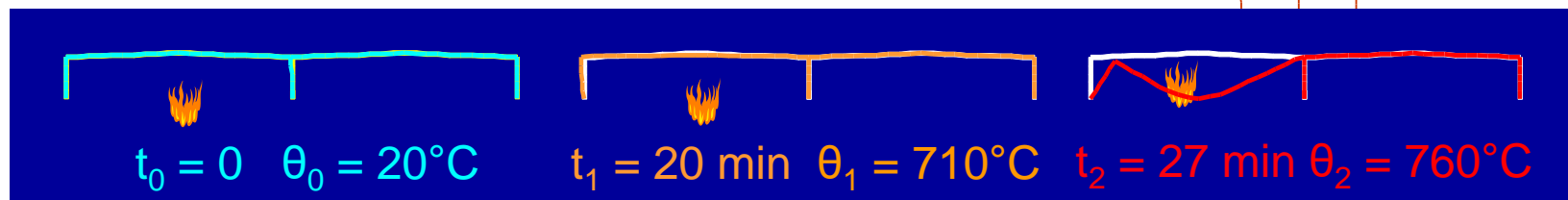
## Gerenda / héjszerkezeti globális modellek



3D beam FE



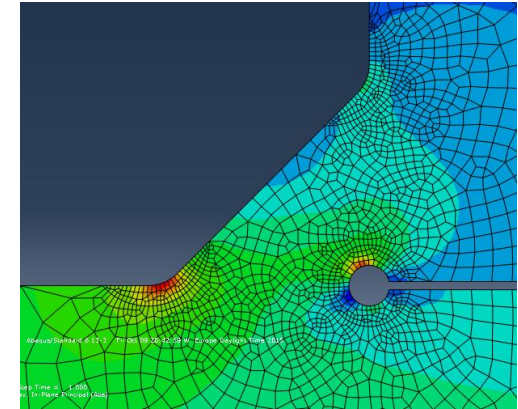
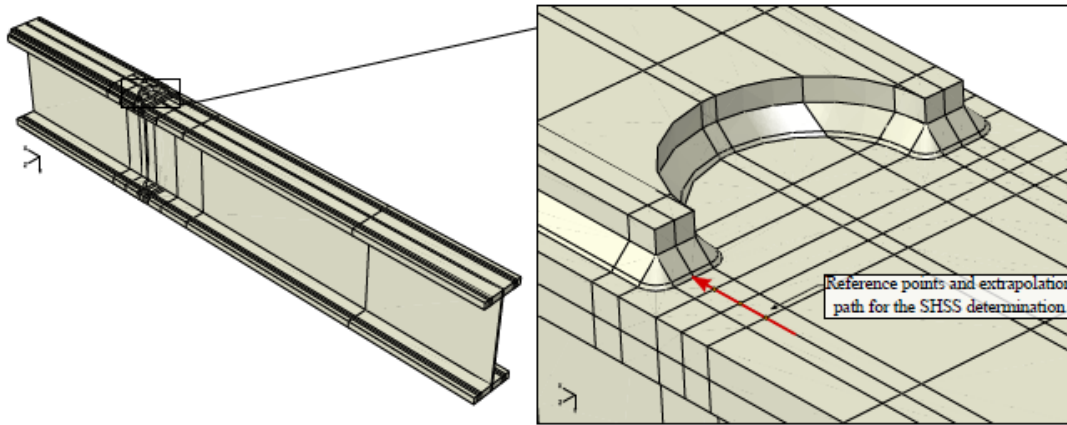
- időfüggő analízis
- időfüggő anyagjellemzők
- időfüggő terhelés





# Fáradásvizsgálat

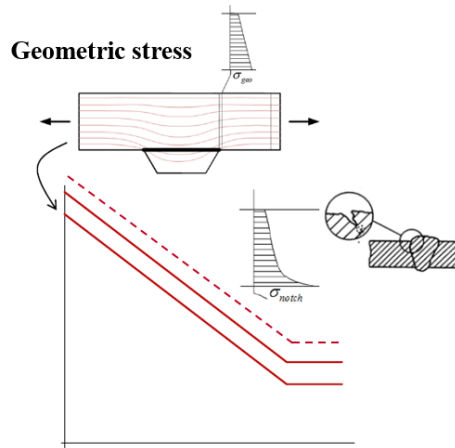
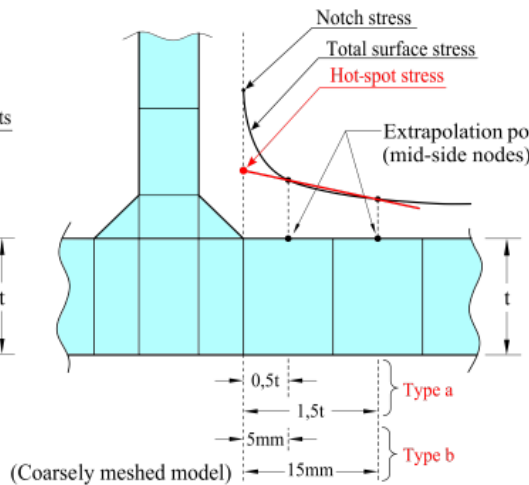
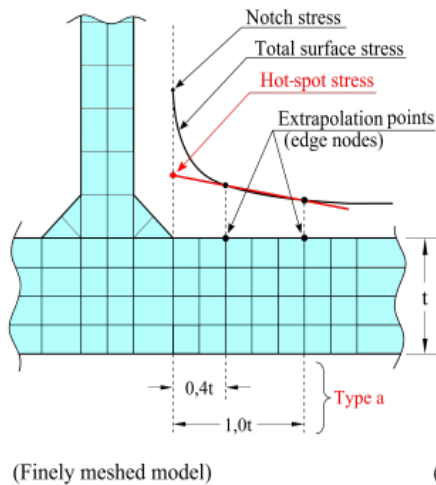
## Fejlett modellszintek fáradásvizsgálati alkalmazása



## Numerikus modellhez kapcsolódó eljárások:

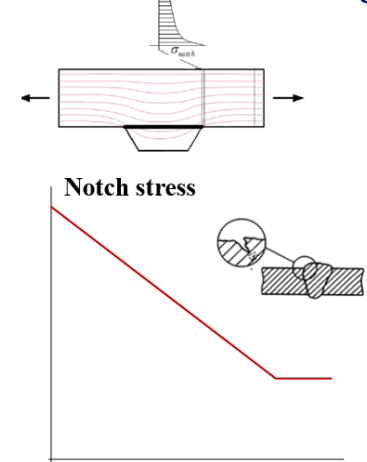
## Geometriai feszültség

## Notch feszültség



### The Hot-spot method

The effect of macro geometry is transferred to the load-effect side



### The effective notch stress method

Both macro & micro effects are accounted for on the load-effect side

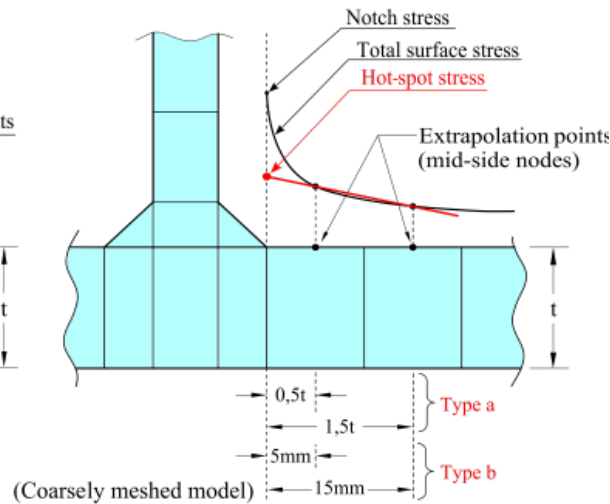
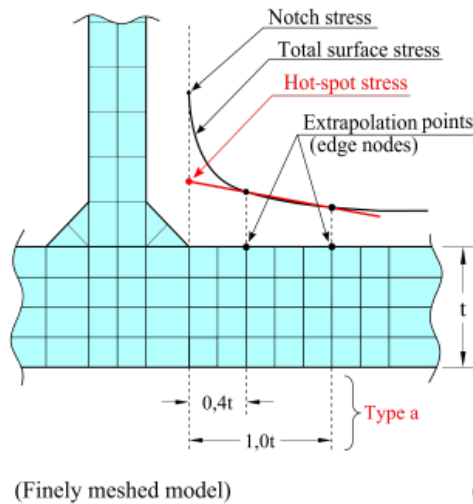
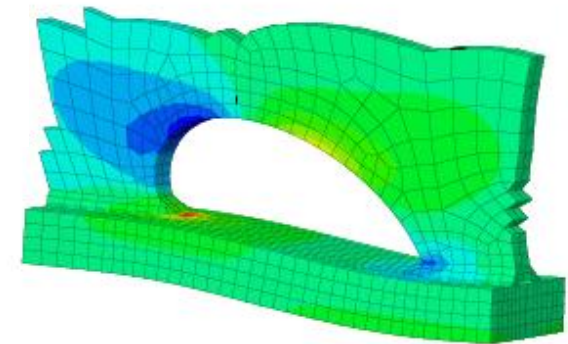
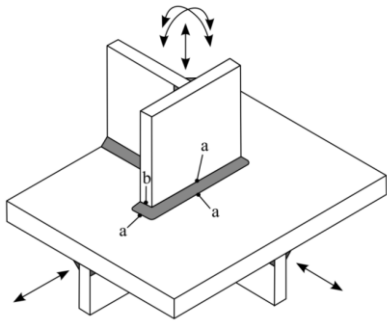
# Geometriai feszültség (hot-spot) módszer

Feszültségszámítás ↔ módszer kalibráció

*Hot-spot típus (a vagy b)*

*a: lemez felületén*


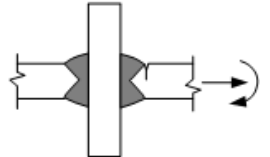
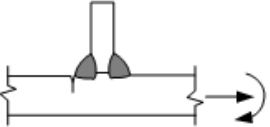
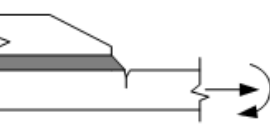
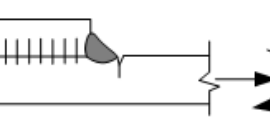
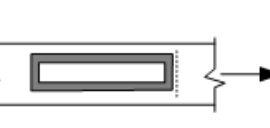
*b: lemezek élein*



*FE háló típusa:*

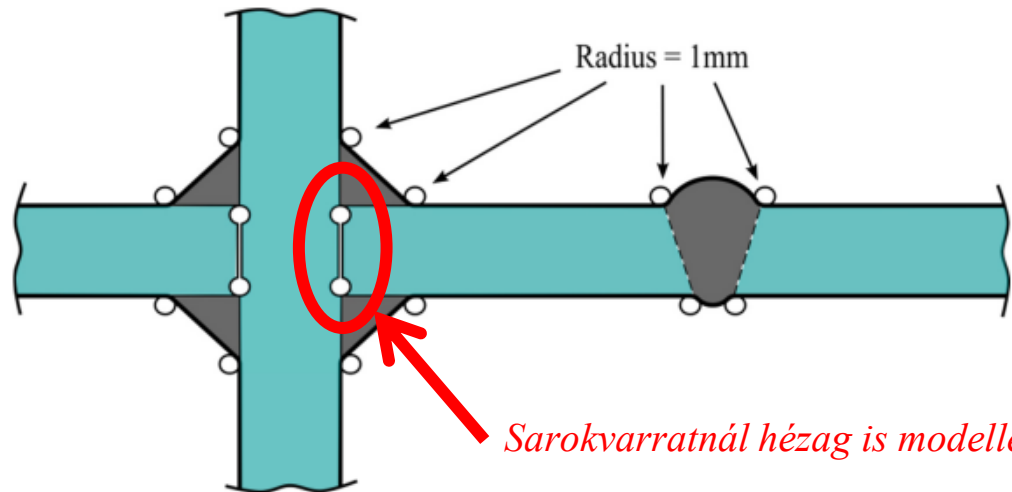
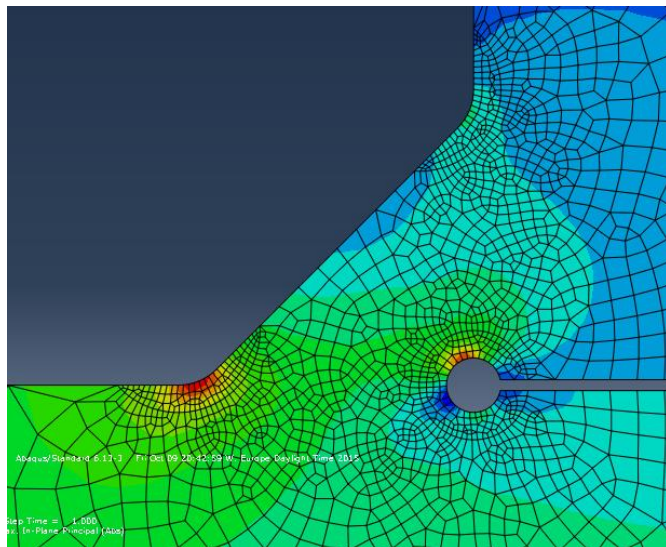
- "durva" vagy "finom"
- lineáris vagy kvadrátikus extrapoláció

# Fáradási osztályok

No.	Detail	Description	Requirement	Detail Category
1		Full penetration transverse butt weld.	Checked by NDT	100
2		Cruciform or T-joint with full penetration K-joint	Checked by NDT	
3		Transverse non-load-carrying attachment		
4		Longitudinal attachment on plate surface		
5		Cover plate ends and similar welded attachments		
6		Type "b" plate edge attachments with fillet or full penetration welds		

# Effektív „notch” feszültség alapú vizsgálat

- IIW Update 2006 tartalmazta
- Hot-spot módszer továbbfejlesztése, általánosítása
- Varratkörnyezet pontosított vizsgálata
- Feszültségszámítás a varratban és a varrattalpnál
- Éles élek helyett lekerekített modellek alkalmazása
- Nagyon finom végeleemes hálózat
- Lemezben és varratban terjedő repedések is vizsgálhatók



# Dokumentáció

Statikai számítás dokumentációjának tartalmaznia kell:

- a. VEM program nevét és verziószámát,
- b. geometriai modell jellemzőit (VEM geometria, elemtípus, végelelemháló, etc.),
- c. anyagmodellt (lineáris / nem-lineáris, jellemzőit és értékeit),
- d. teher- és támaszmodellt (támaszokat, terheket és teherkombinációkat),
- e. imperfekciókat,
- f. analízis típust,
- g. vizsgált tönkremeneteli módot,
- h. modell validációt és/vagy verifikációt,
- i. számítás eredményét (igénybevétel, feszültségeloszlás, elmozdulás, deformált alak, ellenállás, kritikus teher, stabilitási sajátalakok, ...),
- j. határállapot megfelelőségének feltételét.

# CEN Enquiry – 2023. december

**Subject:** Ballot result – Enquiry prEN 1993-1-14 Eurocode 3 — Design of steel structures — Part 1-14: Design assisted by finite element analysis - APPROVED

Dear Members,

Please find enclosed the voting result and comments received during the Enquiry ballot of:

**prEN 1993-1-14 Eurocode 3 — Design of steel structures — Part 1-14: Design assisted by finite element analysis**

## **Approved by National Members**

National Members approving: 22

National Members disapproving: 2

Number of Members approving: 91.667 % (requirement  $\geq$  55 %)

Weighted percentage of Population approving: 85.112 % (requirement  $\geq$  65 %)

Blue-Type Members approving: 20

Blue-Type Members disapproving: 2

Number of Blue-Type Members approving: 90.909 % (requirement  $\geq$  55 %)

Weighted percentage of EEA (Blue-Type) Population approving: 82.375 % (requirement  $\geq$  65 %)

**2025. tavasz**

The comments have been forwarded to CEN/TC 250/SC 3 for resolution and acceptance of a Formal Vote draft.

# Új szabvány alkalmazásának támogatása

## Technical Report – TR 1993-1-141

*Background and Explanations on EN 1993-1-14 Design assisted by finite element analysis*

### **Benchmark és tervezési mintapéldák**

*benchmarking – experimental validation guide*

*worked examples – application guide*

# Technical Report felépítése

EN 1993-1-14

TR 1993-1-141

1	Scope.....	1	Scope.....
2	Normative references .....	2	Normative references .....
3	Terms, definitions and symbols.....	3	Terms, definitions and symbols.....
3.1	Terms and definitions.....	4	<b>Basis of design and modelling</b> (Author: B. Kövesdi/ L. Dunai, Reviewer:...) .....
3.2	Symbols and abbreviations .....	5	<b>Modelling</b> .....
4	<b>Basis of design and modelling</b> .....	5.1	Geometrical models (Author: B. Kövesdi/ L. Dunai; Reviewer:...) .....
5	<b>Modelling</b> .....	5.2	Support and load models (Author: B. Kövesdi/ L. Dunai; Reviewer:...).....
5.1	Geometrical models .....	5.3	Material models (Author: L. Gardner / M. Jandera; Reviewer:...).....
5.2	Support and load models.....	5.4	Imperfections (Author: H. Degée / M. Casafont; Reviewer:...).....
5.3	Material models.....	5.5	Imperfection combinations (Author: H. Degée / M. Casafont; Reviewer:...) .....
5.4	Imperfections .....	6	<b>Analysis</b> .....
5.5	Imperfection combinations .....	6.1	Structural analysis (Author: L. Dunai; Reviewer:...) .....
6	<b>Analysis</b> .....	6.2	Thermal analysis (Author: M. Jandera; Reviewer:...).....
6.1	Structural analysis .....	7	<b>Validation and verification</b> (Author: B. Kövesdi/ L. Dunai; Reviewer:...) .....
6.2	Thermal analysis .....	7.1	General.....
7	<b>Validation and verification</b> .....	7.2	Steps of the verification process .....
7.1	General.....	7.3	Validation.....
7.2	Verification .....	8	<b>Design methodology</b> .....
7.3	Validation.....	8.1	Ultimate limit state (Authors: A. Taras / L. Gardner / B. Kövesdi; Reviewers:...).....
8	<b>Design methodology</b> .....	8.2	Fatigue limit state (Authors: A. Taras / M. Al-Emrani, Reviewers:...) .....
8.1	Ultimate limit state.....	8.3	Serviceability limit state (Author: B. Kövesdi, Reviewers:...).....
8.2	Fatigue limit state.....	9	<b>Documentation</b> .....
8.3	Serviceability limit state .....	10	<b>Benchmarking</b> (Author: M. Jandera, Reviewer:...) .....
9	<b>Documentation</b> .....	11	<b>Worked examples</b> .....
10	<b>Bibliography</b> .....		

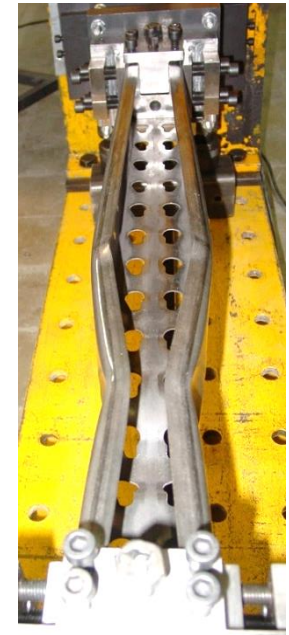
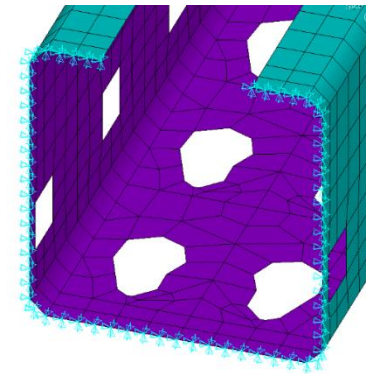


# Validációs és tervezési mintapéldák

## Validációs mintapéldák

Mintapéldák valamennyi tipikus viselkedési és tönkremeneteli módra

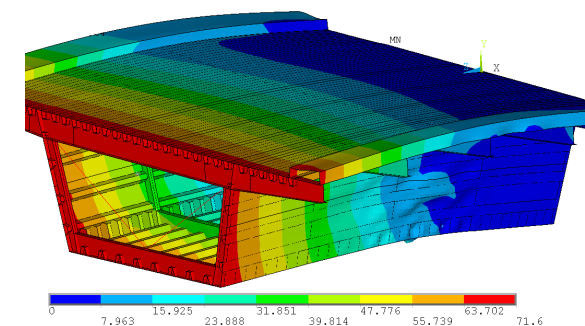
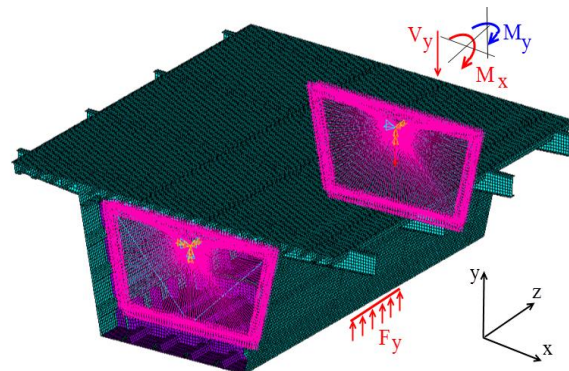
**16** mintapélda



## Tervezési mintapéldák

Mintapéldák az EC3 kötetekre

**8** mintapélda



# TC 250 Ad-Hoc Group – Numerical methods

Ad-Hoc Group – Numerical methods --- established on TC 250 level in 2020

*Chair:* Steve Denton

*Members:* SC0-SC9 delegates + AHG Reliability + HGs

## Objective of the ad-hoc group

The objective of the “Ad-Hoc Group – Numerical methods” is to:

- Compile information on the scope and status of provisions related to numerical methods that have either been developed or are planned for the second generation of the Eurocodes
- Seek to identify opportunities to avoid unjustified inconsistencies and/or achieve better alignment
- Identify opportunities to consolidate material-independent provisions
- Prepare recommendations on next steps

The recommendations should build upon the work undertaken to date by TC 250 Sub-committees (SC), Working Groups (WG) and Horizontal Groups (HG).

# TC250 / SC10 / WG3 – EN 1990 Annex X

## Design assisted by numerical methods

SC2	EN 1992 Betonszerkezetek
SC3	EN 1993 Acélszerkezetek
SC5	EN 1995 Faszervezetek
SC6	EN 1996 Falazott szerkezetek
SC7	EN 1997 Geotechnika
SC8	EN 1998 Földrengés
SC9	EN 1999 Alumínium szerkezetek

Draft verzió: 24-02-21-CEN-TC 250-SC 10\_N655\_Updated draft

# Köszönöm a figyelmet!

