

Tartószerkezetek tervezése tűzhatásra - az Eurocode szerint

Dr. Horváth László
egyetemi docens



**Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem**



**Hidak és
Szerkezetek
Tanszék**

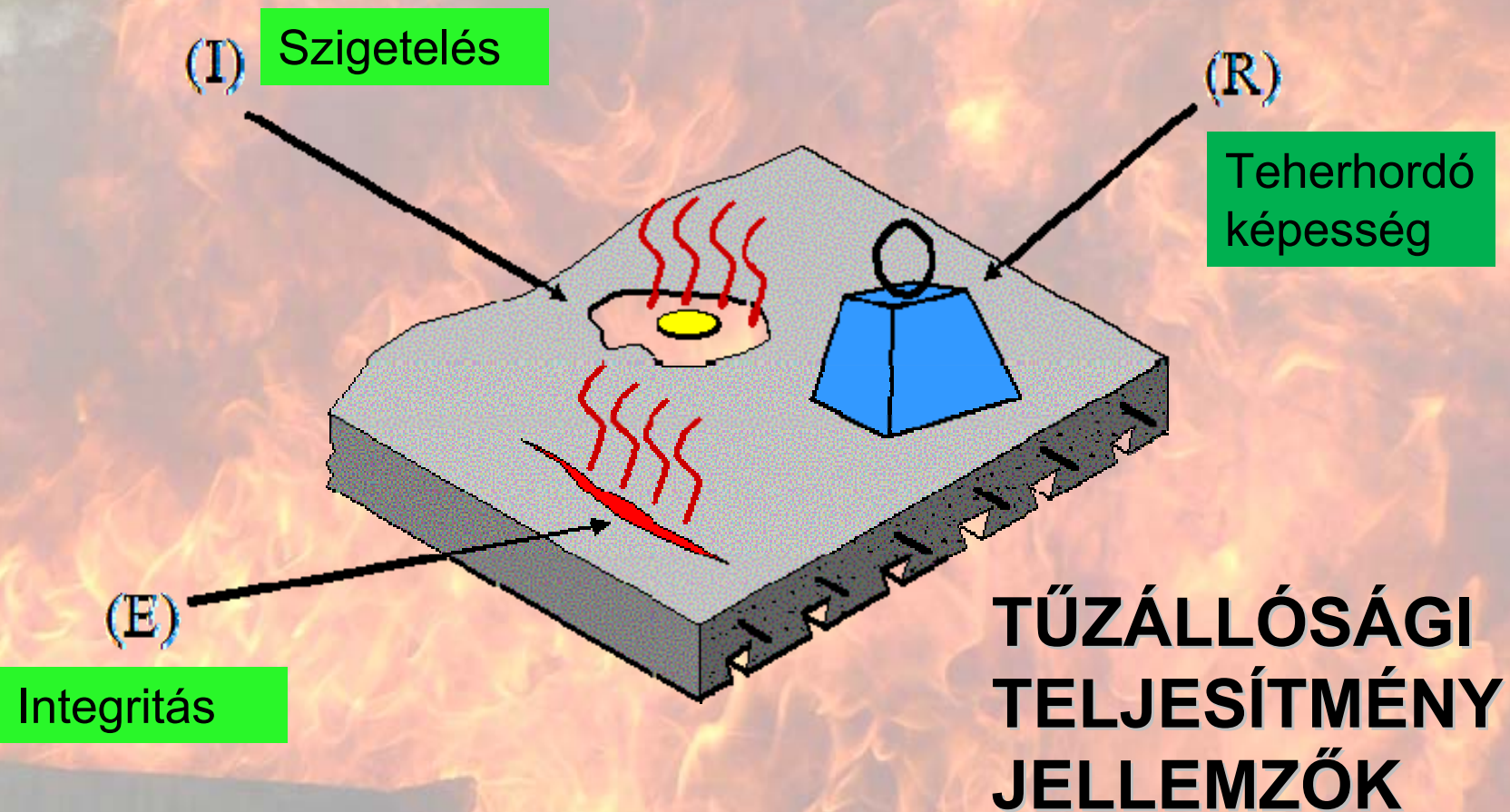
Tartalom

- Mire ad választ az Eurocode?
- Hagyományos tűzvédelmi tervezés
- Tartószerkezetek viselkedése tűzhatás alatt
- Eurocode szerinti méretezés módjai
- Tűzhatás számítása

Eurocode

- Tartószerkezetek
- Passzív tűzvédelem
- Egyes tűzállósági teljesítmény jellemzők
- Számítással történő meghatározására

Eurocode szerint számítható tűzállósági határértékek



Hagyományos tűzvédelmi tervezés

Tűzállósági határérték követelmény T_M (perc)

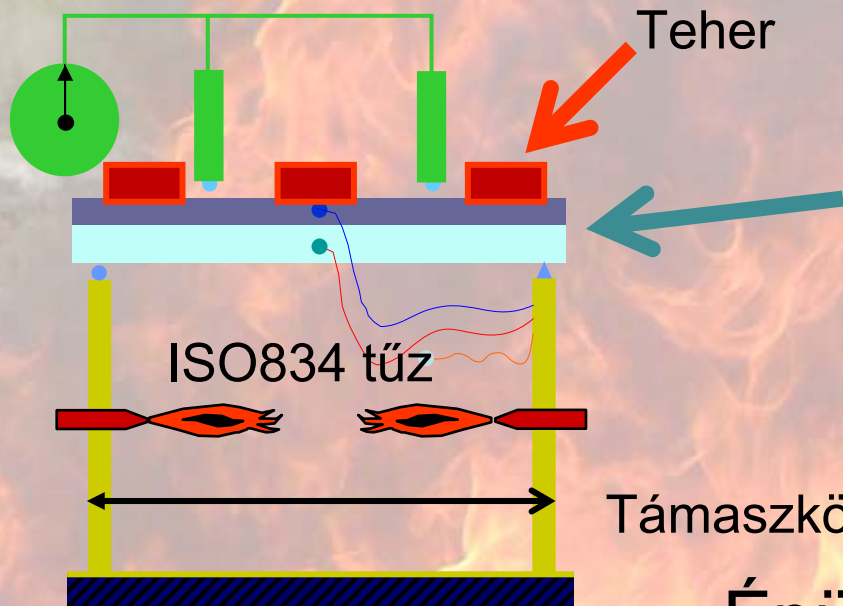


Tűzállósági határérték teljesítmény T_H (perc)

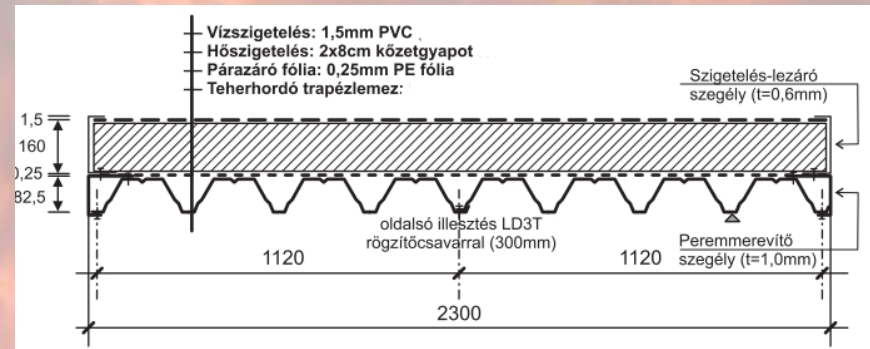
Előírt tűzállósági idő a szabályzatból

ETA, ÉME, TMI minősítés alapján

Minősítés laborvizsgálat alapján



Szerkezeti kialakítás



- Épületből kiemelt elem vizsgálata
- A minősítés erre az esetre szól.
- És ha ettől eltérően akarjuk alkalmazni...?

Minősítés alkalmazása

MSZ EN 1365-2 13. pontja:

- A kísérleti eredmények közvetlenül, laborvizsgálat nélkül alkalmazhatóak ugyanolyan földém- vagy tetőszerkezetre, ha az alábbi korlátokat betartották:
- **a., Szerkezeti elem vonatkozásában:** a legnagyobb nyomatékok és nyíróerők, ugyanazon az alapon számítva, mint a kísérletnél alkalmazott teher, ne haladják meg a kísérletnél megfigyelt értékeket.



Eurocode szerinti méretezés

OTSZ-ből: Tűzállósági
határérték
követelmény T_M



**Eurocode szerinti
számítással:** Tűzállósági
határérték teljesítmény T_H

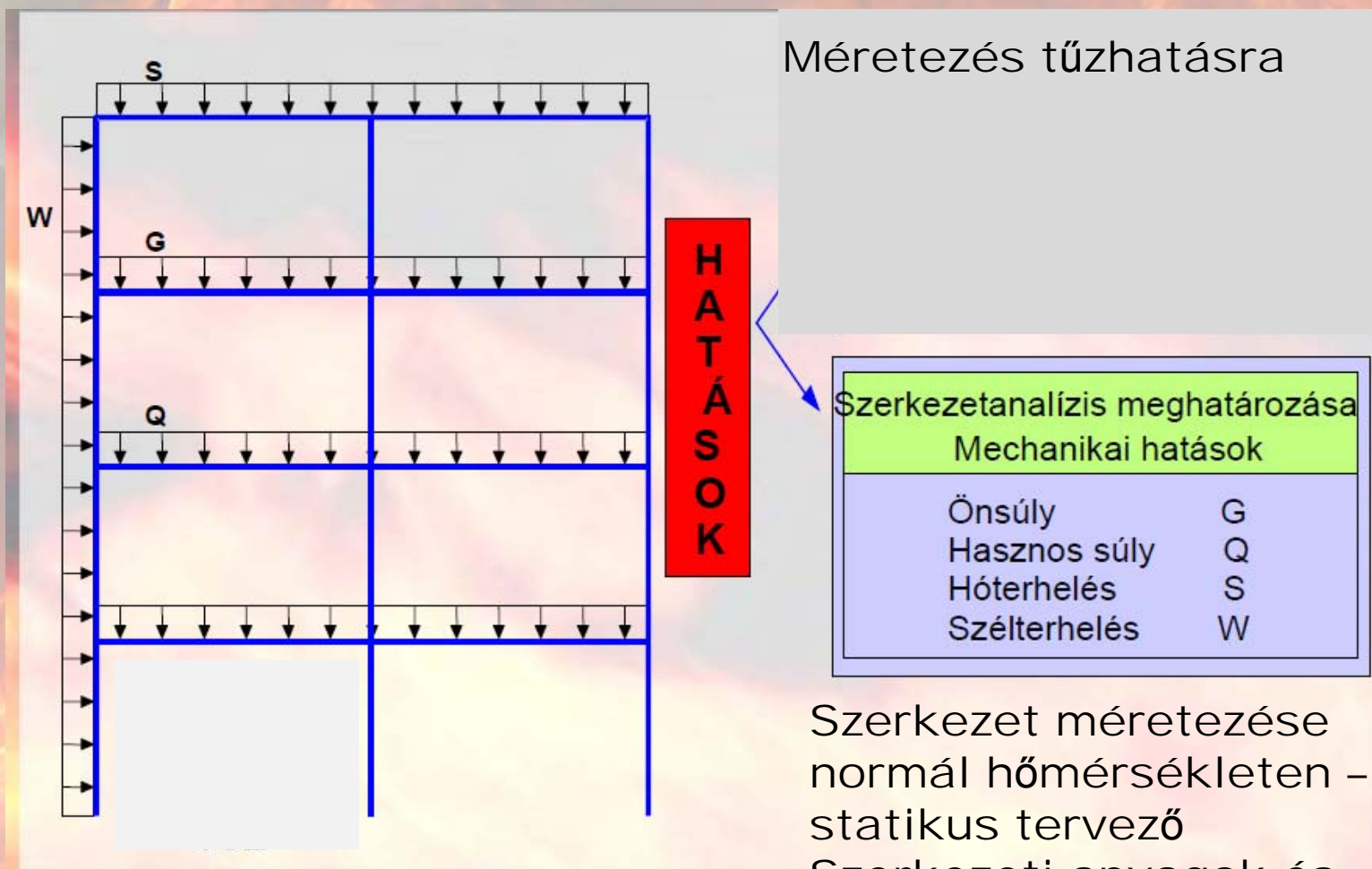
- *Nincs minősítési dokumentum*
- *A ténylegesen létesülő szerkezet viselkedését tekintetbe kívánjuk venni, pl. többtámaszú gerendák, keretszerkezet előnyös teherbírása*
- *A hagyományostól eltérő kialakítású az épület*
- ...

Tartószerkezeti Eurocode-ok

- MSZ EN 1990** Tervezés alapjai
- MSZ EN 1991 Szerkezeteket érő hatások
- MSZ EN 1992 Beton- vasbeton szerkezetek
- MSZ EN 1993 Acélszerkezetek
- MSZ EN 1994 Együttdolgozó szerkezetek
- MSZ EN 1995 Faszervezetek
- MSZ EN 1996 Falazott szerkezetek
- MSZ EN 1999 Alumínium szerkezetek

Tervezés
tűzhatásra:
mindegyikben az
-1-2 fejezet
tartalmazza

Tartószerkezet méretezése



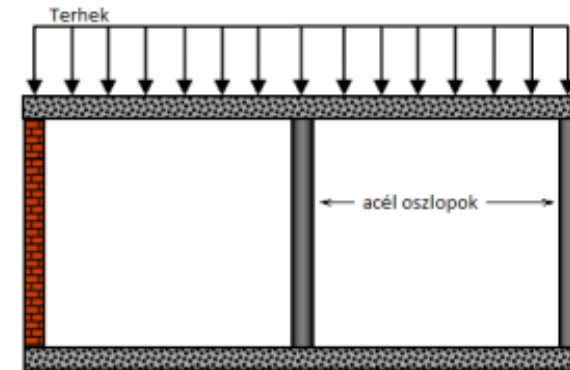
Tűzhatásnak kitett tartószerkezetek viselkedése



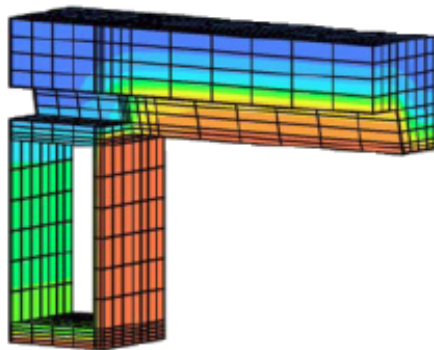
1. Gyújtóhatás



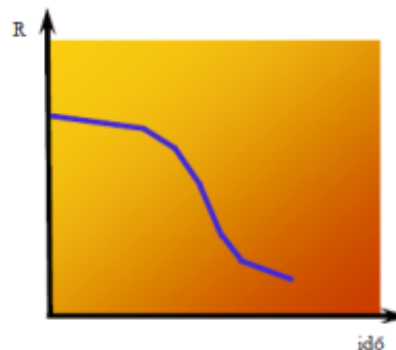
2. Termikus hatás



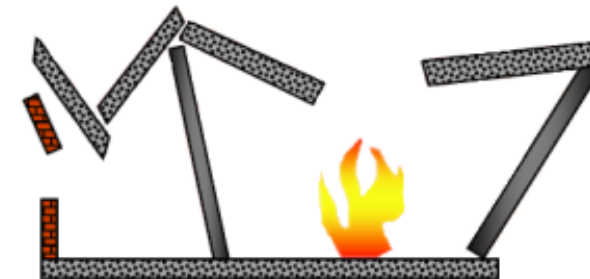
3. Mechanikai hatás



4. Termikus reagálás



5. Mechanikai reagálás

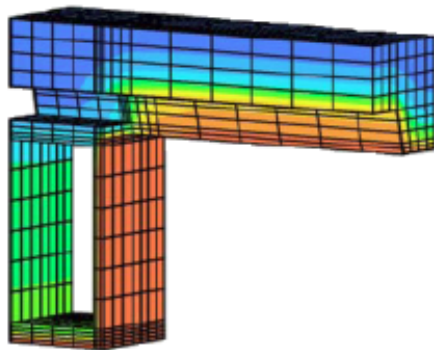


6. Lehetséges összeomlás

Tűzhatásnak kitett tartószerkezetek viselkedése



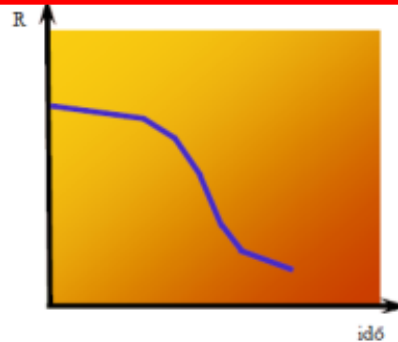
1. Gyújtóhatás



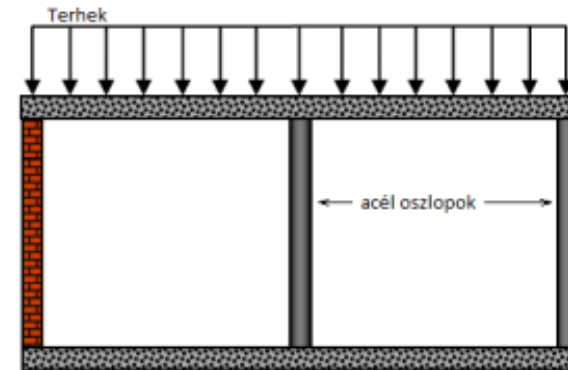
4. Termikus reagálás



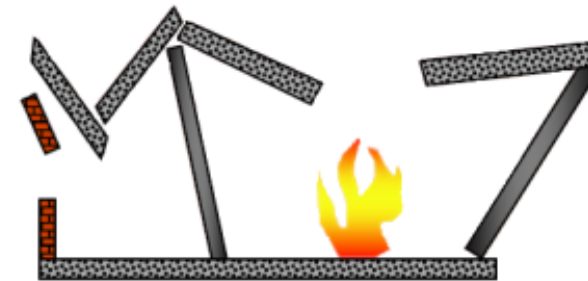
2. Termikus hatás



5. Mechanikai reagálás



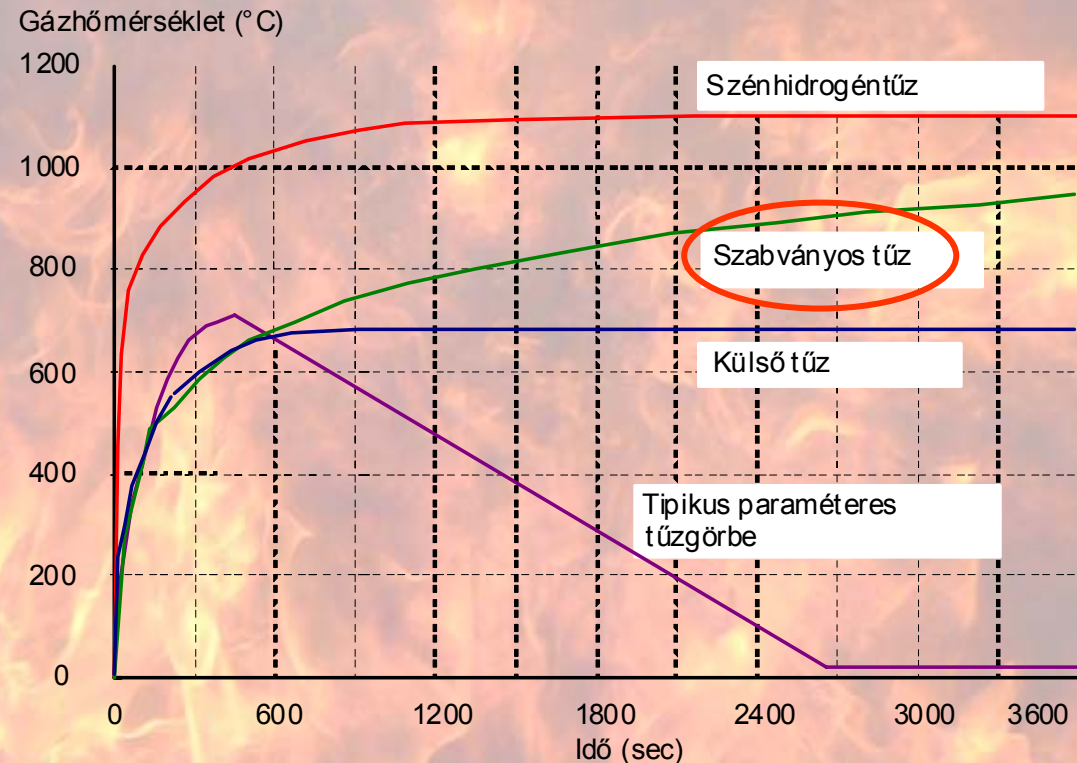
3. Mechanikai hatás



6. Lehetséges összeomlás

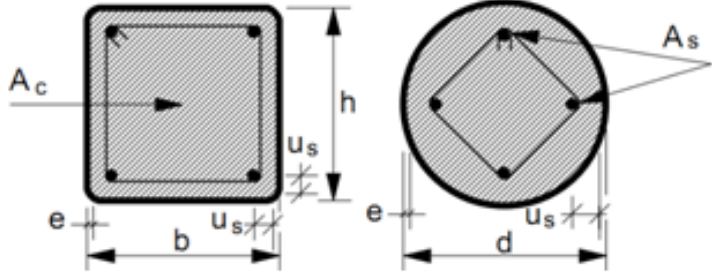
Tűzfolyamatok – gázhőmérséklet alakulása a tűzszakaszban

- névleges tűzhatásgörbék
 - ISO 834 „szabványos”
- paraméteres tűzhatásgörbe
 - a tűzszakasz termikus paramétereit és a tűzhatást egyszerűsített módon tekintetbe veszi
- ajánlást ad lokális tűzhatás figyelembevételére...



Táblázatos módszer

- Alkalmazható: beton, vasbeton, együttdolgozó acél- és beton, falazatok

		Tűzállósági teljesítmény szabványos tűzhatásra				
		R30	R60	R90	R120	R180
Acélszelvény: $(b/e) \geq 25$ vagy $(d/e) \geq 25$						
1	Minimális keresztmetszet méretek a $\eta_{fi,t} \leq 0,28$ teherszintnél					
1.1	minimális méretek h és b vagy minimális átmérő d [mm]	160	200	220	260	400
1.2	betonacélok $A_s/(A_c+A_s)$ minimális aránya %-ban	0	1,5	3,0	6,0	6,0
1.3	a betonacélok minimális tengelytávolsága u_s [mm]	-	30	40	50	60

Táblázatos módszer

- Födémeknél: REI követelmény!

Standard fire resistance	Minimum dimensions (mm)			
	slab thickness h_s (mm)	axis-distance a		
		one way	two way:	
1	2	3	$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
			4	5
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25

Táblázatos módszer

EC 2-1-2
EC 4-1-2
EC 6-1-2

- Minimális geometriai méretek
- Betonfedés
- Betonacélok mennyisége
- **Teherszint , kihajlási adatok, alkalmazási feltételek ellenőrzése**
- Csak szabványos tűzhatásgörbe esetén alkalmazható!

Táblázatos módszer

EC 2-1-2
EC 4-1-2
EC 6-1-2

- Alkalmazható: előtervezés, közelítő ellenőrzés – könnyű használat
- Nem ajánlott: végleges, részletes tervezés – gazdaságosság!

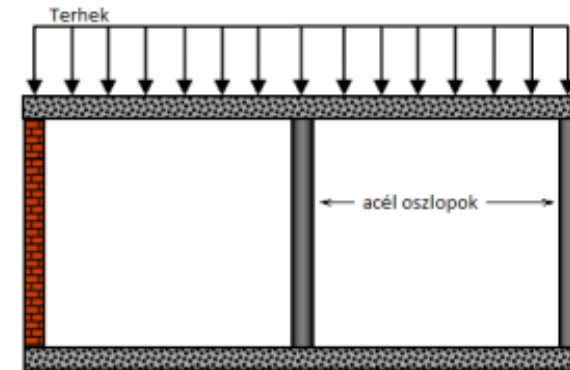
Tűzhatásnak kitett tartószerkezetek viselkedése



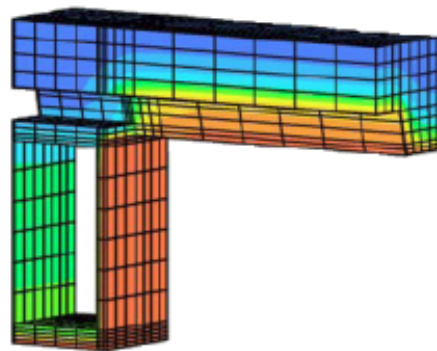
1. Gyújtóhatás



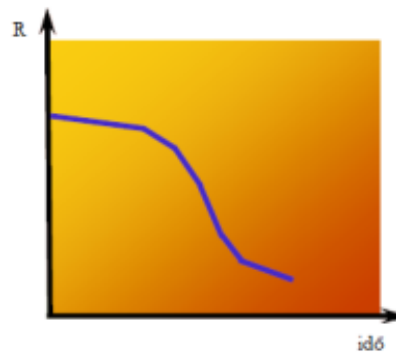
2. Termikus hatás



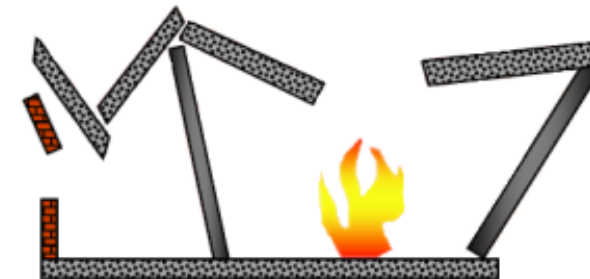
3. Mechanikai hatás



4. Termikus reagálás



5. Mechanikai reagálás



6. Lehetséges összeomlás

Szerkezet felmelegedése a tűzhatás alatt

EC 1-1-2

EC 2-1-2

EC 3-1-2

- Szerkezet anyagától nagymértékben függ
- Számítására az anyag szakszabványa ad útmutatást (acél EC3-1-2, vb EC2-1-2...)
- Elve: a tűzszakaszban lévő gáz a tartószerkezeti elemek felületén adja át a hőt
- Felületen: hősugárzás + hőáramlás (konvekció)
- Tartószerkezeti elemen belül: hővezetés
- Tűzvédő burkolatok, bevonatok hatását is tekintetbe lehet venni

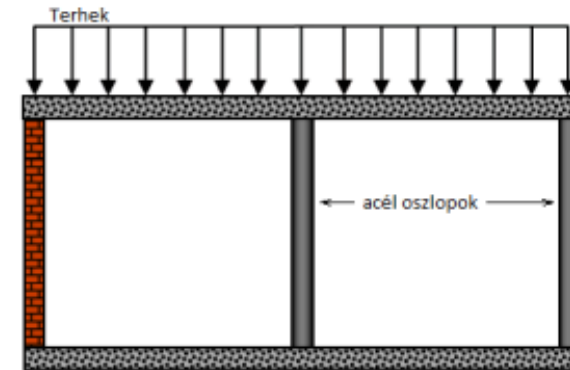
Tűzhatásnak kitett tartószerkezetek viselkedése



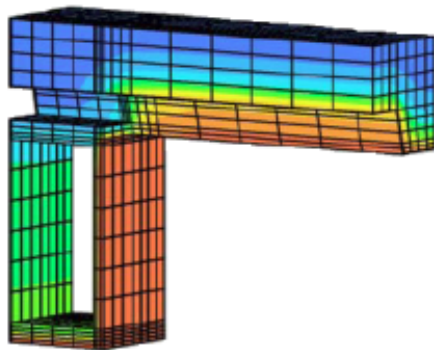
1. Gyújtóhatás



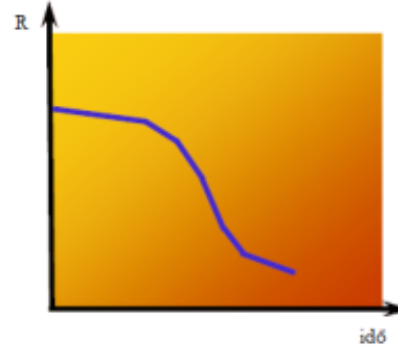
2. Termikus hatás



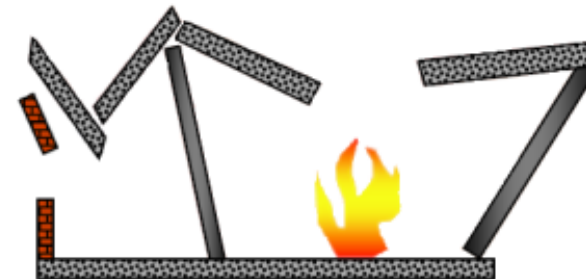
3. Mechanikai hatás



4. Termikus reagálás



5. Mechanikai reagálás

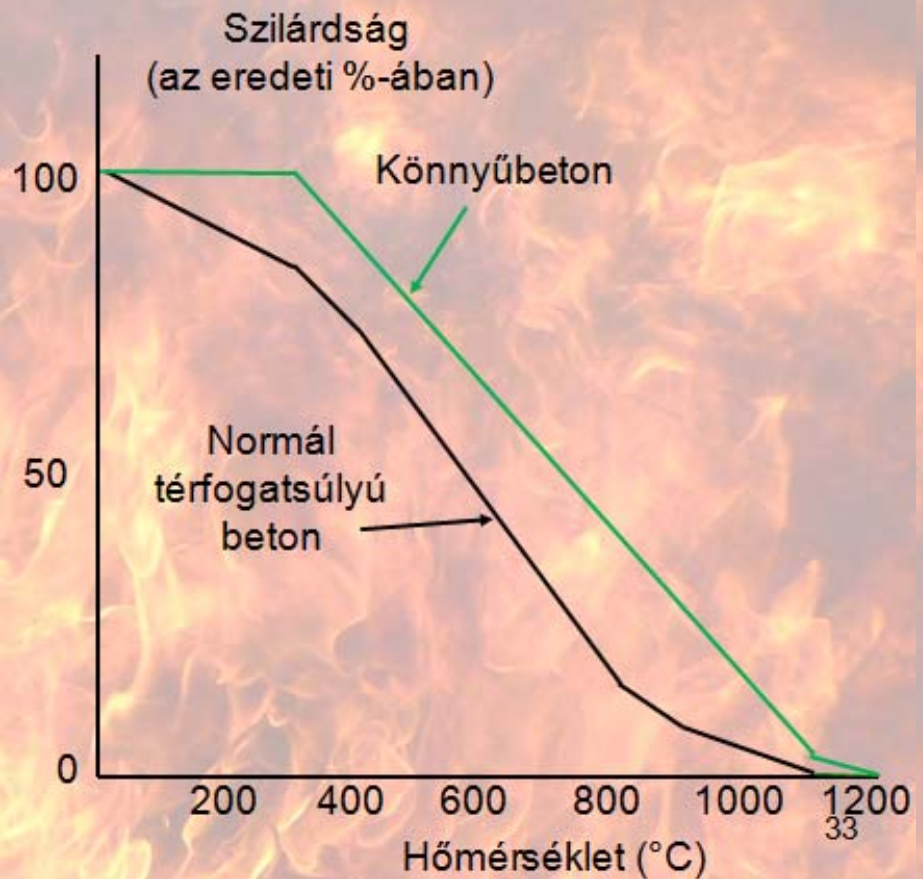
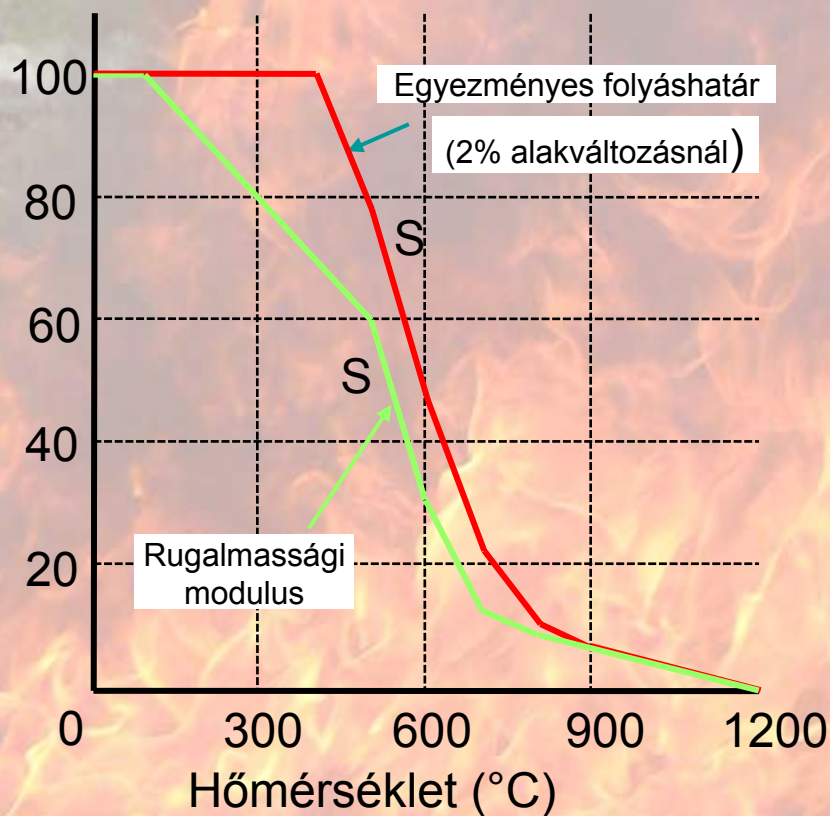


6. Lehetséges összeomlás

Az acél és beton szilárdságának és merevségének csökkenése hőhatásra

EC 3-1-2
EC 2-1-2

az eredeti értéke %-ában



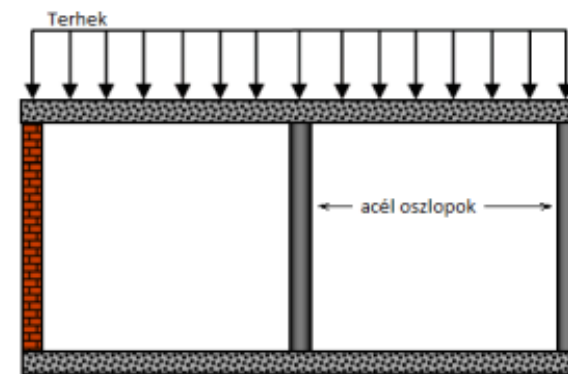
Tűzhatásnak kitett tartószerkezetek viselkedése



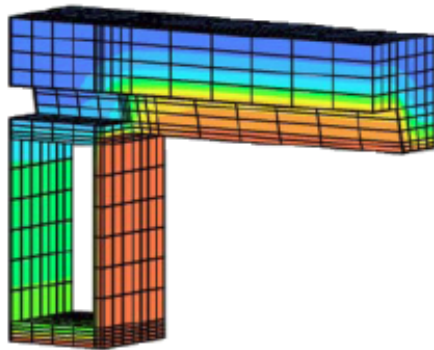
1. Gyújtóhatás



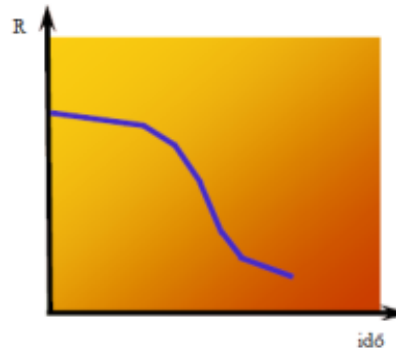
2. Termikus hatás



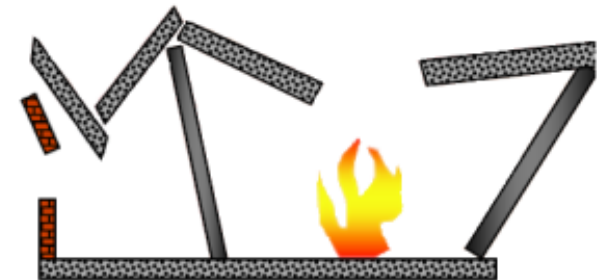
3. Mechanikai hatás



4. Termikus reagálás

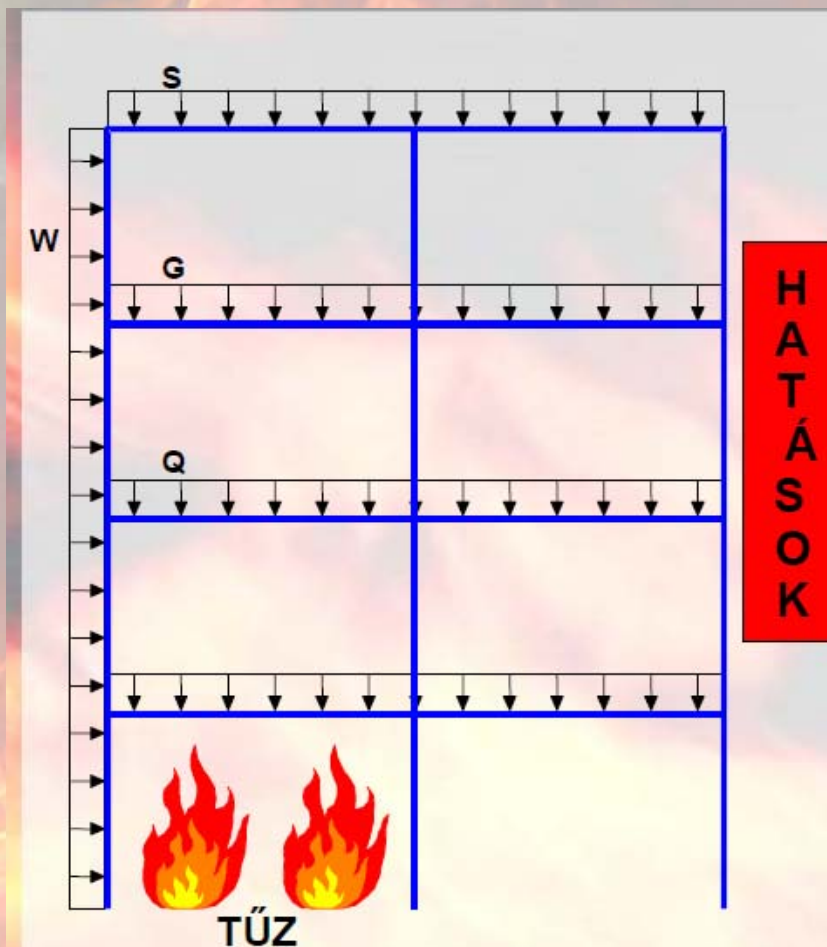


5. Mechanikai reagálás



6. Lehetséges összeomlás

Tartószerkezet méretezése



Méretezés tűzhatásra

Hőmérséklet analízis elvégzése
Termikus hatások

TŰZ

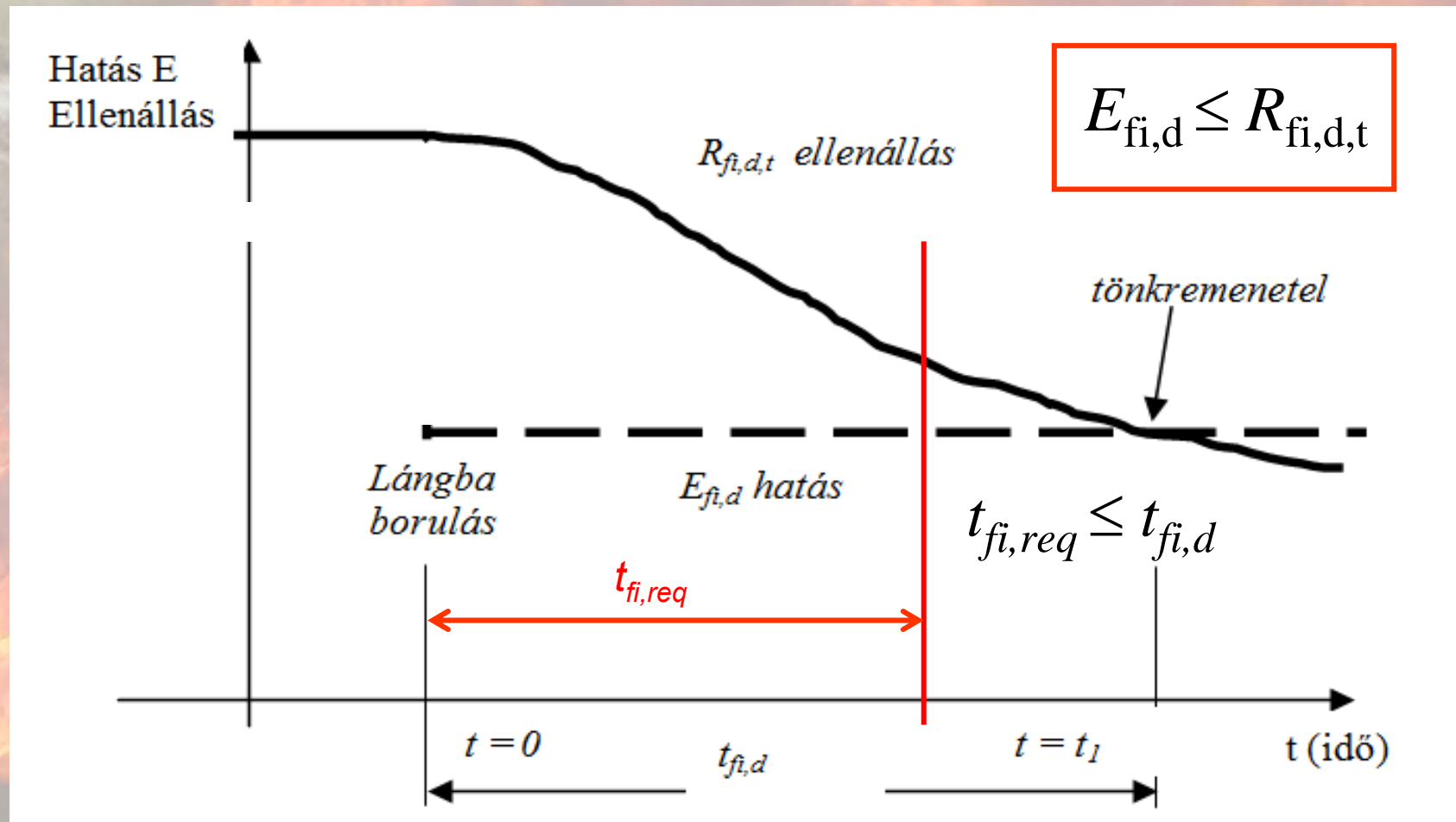
Szerkezetanalízis meghatározása
Mechanikai hatások

Önsúly	G
Hasznos súly	Q
Hóterhelés	S
Szélterhelés	W

Szerkezet méretezése
normál hőmérsékleten -
statikus tervező

Szerkezeti anyagok és
-méretek meghatározása

Szerkezet állékonyságának igazolási elve tűzhatás esetén



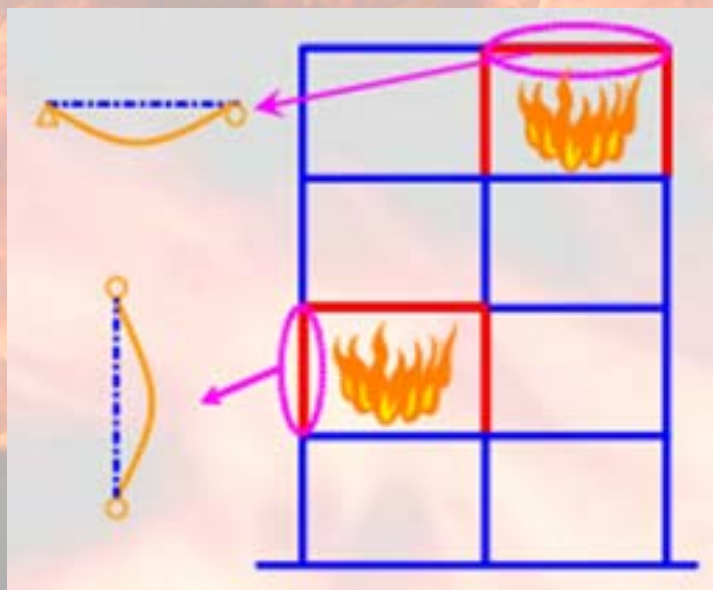
Eurocode szerinti méretezés

OTSZ-ből: Tűzállósági
határérték
követelmény T_M

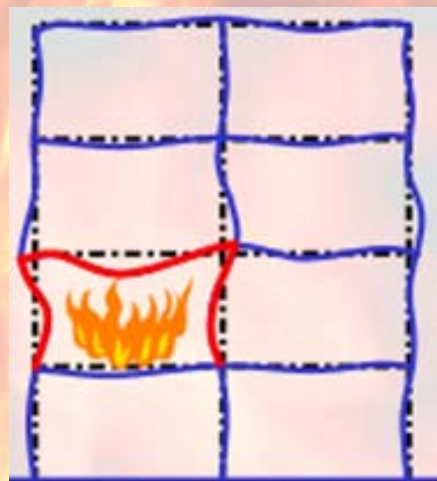


Eurocode szerinti
számítással: Tűzállósági
határérték teljesítmény T_H

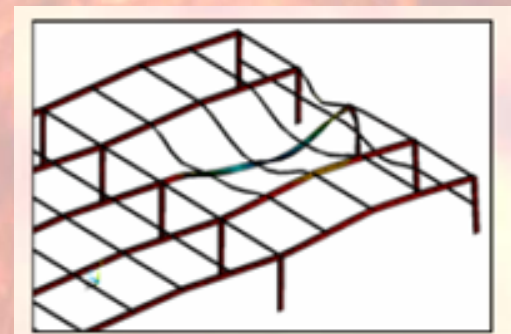
Szerkezeti elemek
vizsgálata
egyenként



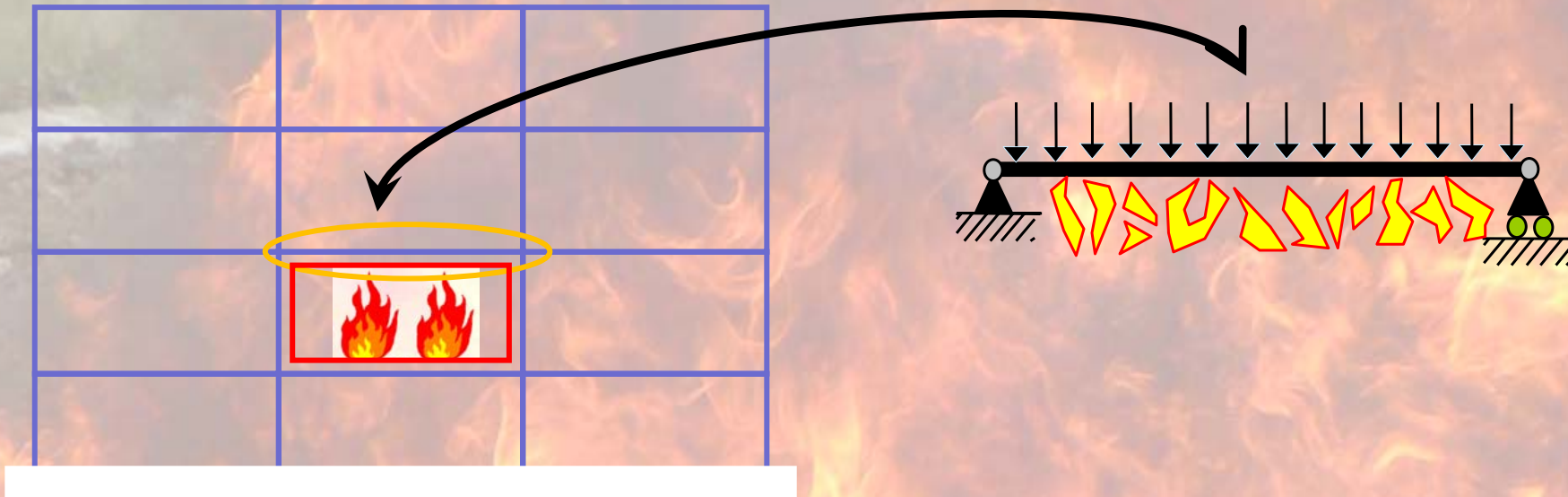
A szerkezet egy
részének vizsgálata



A teljes szerkezet
vizsgálata



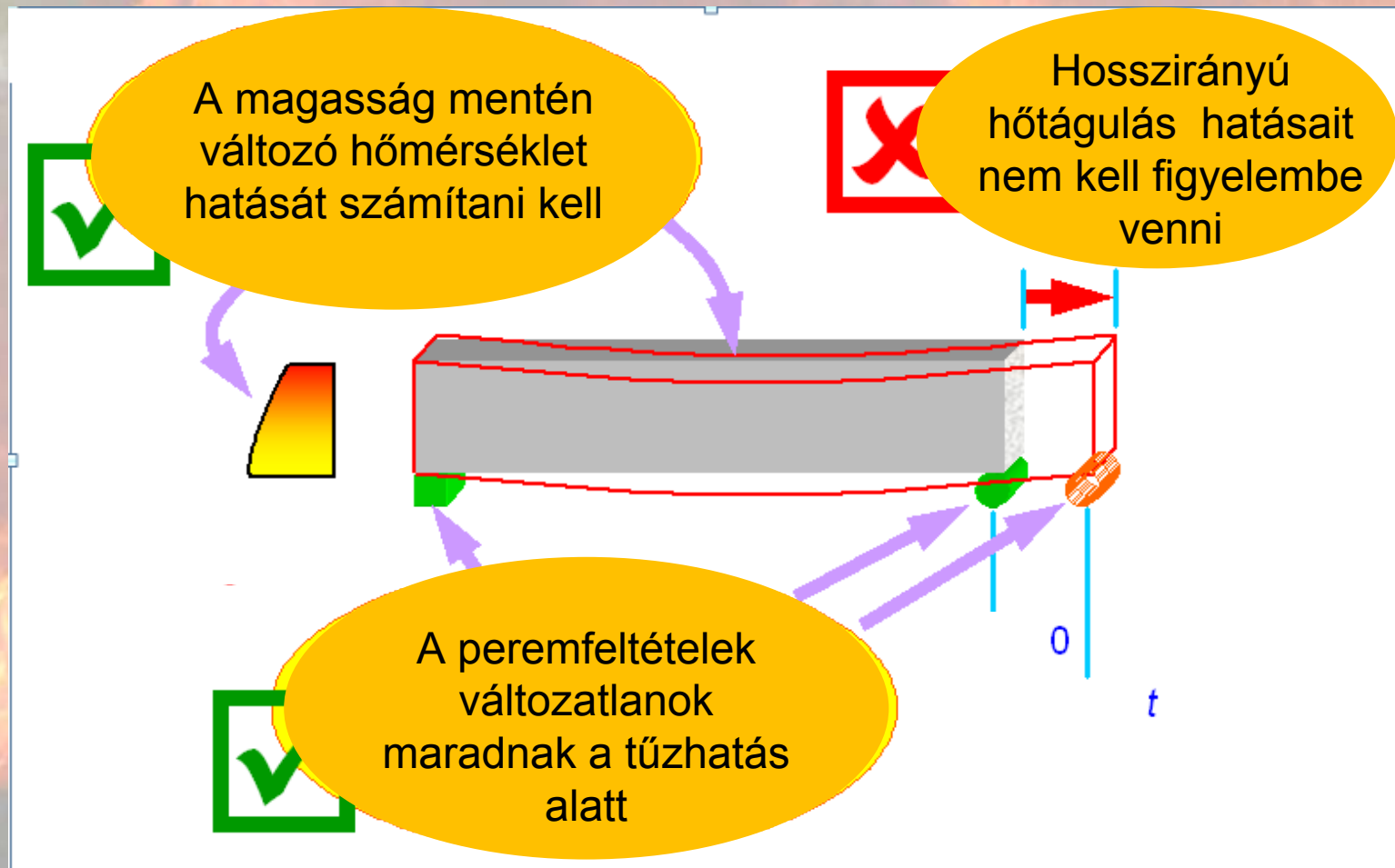
Szerkezeti elemek egyenkénti vizsgálata



- A szerkezettől elkülönítve, abból kiemelve
- Mintha tűzkísérletet végeznék rajta!
- Teljes párhuzam a laborkísérlettel, ha szabványos tűzhatásgörbét használunk!

Szerkezeti elemek egyenkénti vizsgálata

- Szabványos tűzgörbe esetén



Szerkezeti elemek ellenállása tűzhatás esetén

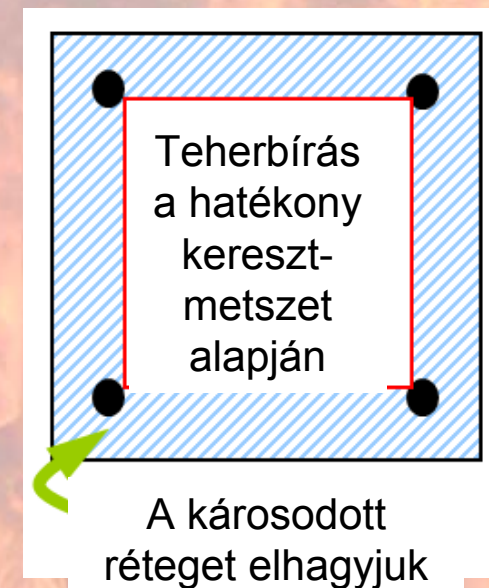
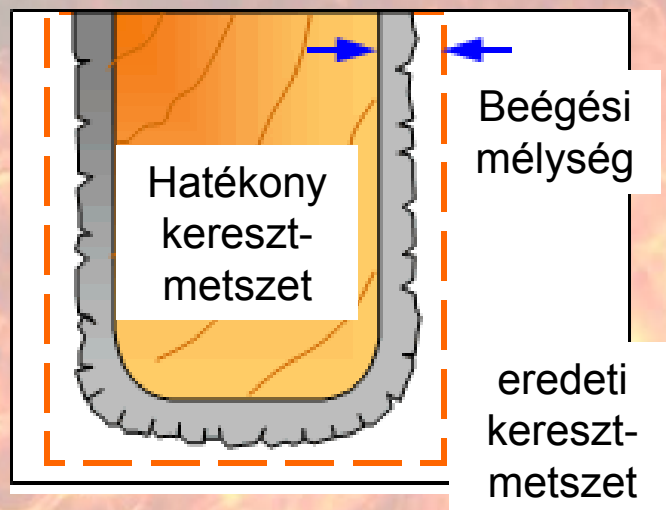
EC 4-1-2

EC 3-1-2

EC 2-1-2

- Szerkezet anyagának megfelelő szabvány alapján, anyagtól függően más eljárásokkal

Fa: a beégéssel csökkentett méretek alapján



Beton: a felmelegedett külső réteg elhagyásával

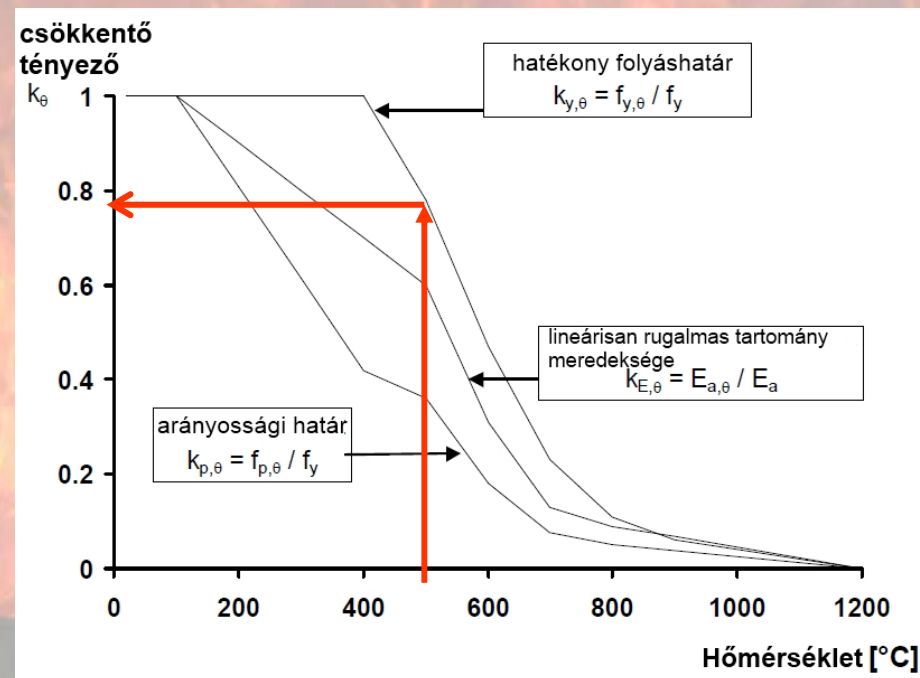
Szerkezeti elemek ellenállása tűzhatás esetén

EC 4-1-2

EC 3-1-2

EC 2-1-2

Acél: a szerkezeti elem ellenállásának (teherbírásának) csökkentése a hőhatás miatt lecsökkenő folyáshatár figyelembevételével



Szerkezeti elemek ellenállása tűzhatás esetén

EC 4-1-2

EC 3-1-2

EC 2-1-2

- Méretezés lépései: a „normál hőmérsékleten” való méretezésen alapulnak
- hivatkozik ezekre a szabványokra, alkalmazni kell a többi EC-t is (EC2-1-1; EC3-1-1.....)
- részletes statikai és méretezési ismereteket igényel
- -> statikus szaktervező bevonása!

Acélszerkezetű elemek szilárdsági méretezése tűzhatásra

- Húzott rúd:

$$N_{Rd,\phi,fi} = \frac{k_{y\theta} \cdot N_{Rd} \cdot \gamma_{M0}}{\gamma_{M,fi}} \geq N_{Ed,fi}$$

- Hajlított gerenda:

$$M_{Rd,\phi,fi} = \frac{k_{y\theta} \cdot M_{Rd} \cdot \gamma_{M0}}{\gamma_{M,fi}}$$

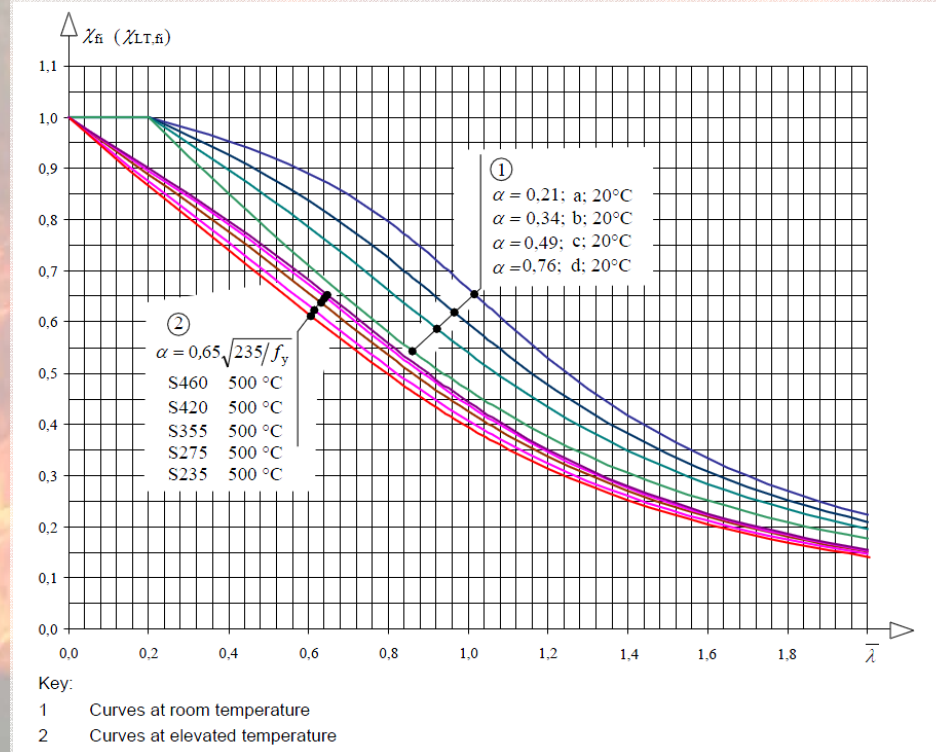
- ahol: $k_{y,\theta}$ hőmérséklettől függő csökkentő tényező

- Ha NINCS stabilitási veszély (kihajlás, kifordulás...)
- Ellenőrzés megadott hőmérsékleten
- Vagy: legnagyobb megengedhető hőmérséklet megállapítása -> „kritikus hőmérséklet”, ami FÜGG A TERHELÉSTŐL (kihasználtságtól) !!!

Acélszerkezetű elem stabilitási méretezése tűzhatásra

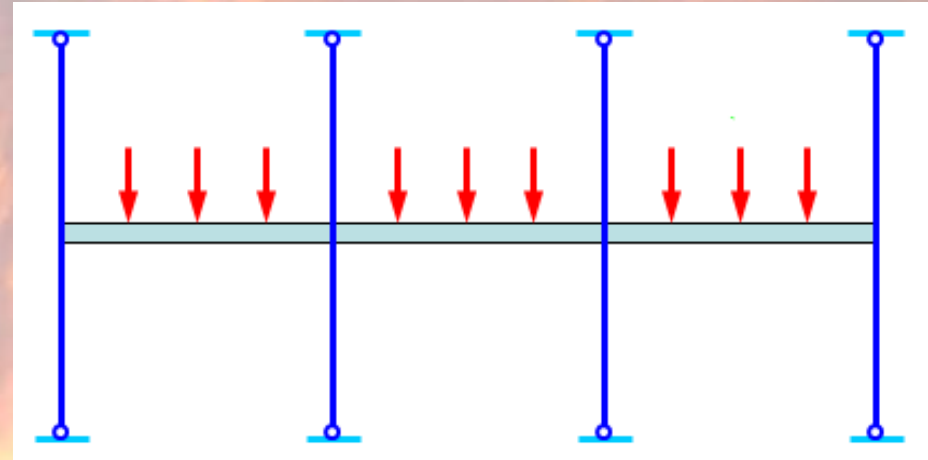
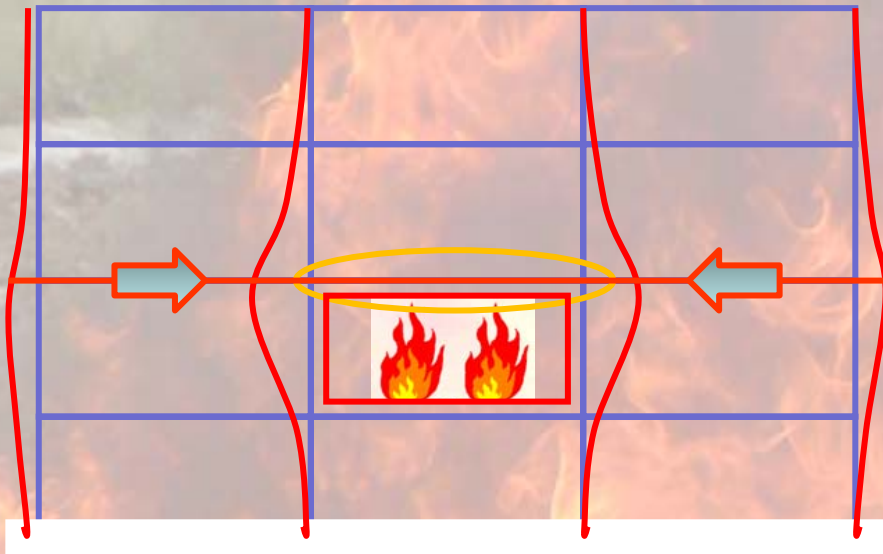
- Nyomott oszlop kihajlása:

$$N_{b,Rd,\phi,f\ddot{i}} = \kappa_{f\ddot{i}} \cdot A \cdot k_{y\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,f\ddot{i}}}$$



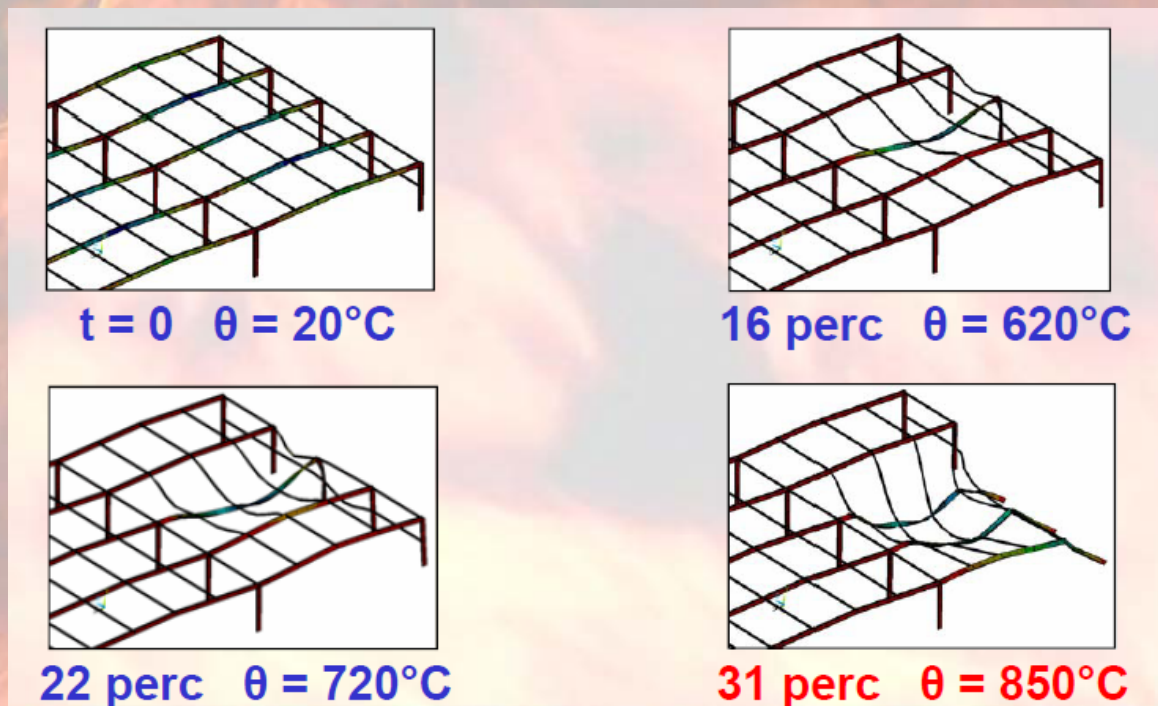
$\kappa_{f\ddot{i}}$ speciális képletek,
részletes statikai
ismeretek szükségesek!
Nem állapítható meg
egyszerűen a „kritikus
hőmérséklet” !!!

Szerkezet részének vizsgálata



- Hőtágulás hatását tekintetbe kell venni!
- Termikus hatásokat névleges tűzhatásgörbe VAGY tűzmodell alapján kell számítani.

Teljes szerkezet vizsgálata



- Termikus hatásokat NEM a névleges tűzhatásgörbe alapján, hanem fejlett tűzmodell (szimuláció) alapján kell számítani.

Tűzfolyamat modellezése

- A bemeneti adatok felvétele nagy szakértelmet igényel
- A peremfeltételek nagy gondossággal kell elemezni
- A modellt és a módszert validálni kell – lehetőség szerint kísérleti vagy esetleg más számítási módszerrel meghatározott eredményekhez !
- A szerkezeti elemek hőmérséklete csak közbülső eredmény, ennek alapján a tartószerkezet viselkedését elemezni kell – csak a hőmérséklet-terhelés alapján nem állapítható meg a szerkezet állóképisége!

Tűzvédelmi
tervező

Statikus
tervező

Összefoglalás

- Az Eurocode szabványsorozat alapján a tartószerkezetek tűzállósági teljesítményének R (födémeknél REI) jellemzői számíthatók.
- A módszerek alkalmazása széleskörű statikai és tartószerkezeti ismereteket igényel.
- A tervezés folyamatában a tűzvédelmi tervező és a statikus szaktervező szoros együttműködése tehát szükségszerű!
- Kerete pl: Mérnöki Kamara Tűzvédelmi Tagozata és Tartószerkezeti Tagozata közötti együttműködési megállapodás

The background of the slide is a close-up photograph of a fire, showing bright orange and yellow flames. A semi-transparent white rectangular box is centered on the slide, containing the text.

Köszönöm a figyelmet!