

Tartószerkezetek tervezése az OTSZ 5.0 szerint Aktív rendszerek figyelembe vétele

Kulcsár Béla

XI. Rockwool építési és tűzvédelmi konferencia

1. blokk

Budapest

2015. február

Előadás vázlat

1. Bevezetés - alapkérdések
2. OTSZ 5.0 – fogalmak és követelmények
3. Tűzállósági teljesítmény igazolása
4. Kísérlettel segített tervezés
5. Jövőben várható tervezési eljárások

1. Bevezetés – a kérdések

Főbb célok, kérdések tűzvédelmi előírások alkotásánál

- Fő cél „csak” az életvédelem ?
- Vagy a vagyonvédelem is szükséges ?
- **ha vagyonvédelem is:**
 - **mekkora anyagi terhet hajlandó vállalni ezért a társadalom / beruházók ?**
- tűzoltási beavatkozás biztosítása meddig és hogyan szükséges ?

Egyes országok sajátosságai

- passzív vagy aktív tűzvédelmi rendszerek
- milyen a polgárokra jellemző karbantartási hajlandóság
- tűzoltó-laktanyák távolsága a lehetséges tüzesettől, vonulási idő
 - D: 8 perc (sűrű bázisok)
 - első beavatkozók akár várhatóan a flashover előtt kiérkeznek
 - H: 25 perc (célzott)
 - Katasztrófavédelmi Örs-program lényeges segítséget nyújt
 - RO: akár 1 óra → magasabb T_H
- vagyonvédelmi kérdések: építőanyagok kultúrája, építőipari lobbierőssége

2 Követelmények

OTSZ 5.0 - 54/2014. (XII. 5.) BM-rendelet

Szerzői jog által
védett tartalom

OTSZ 5.0 - 54/2014. (XII. 5.) BM-rendelet

- **Szerkezeti állékonyság:** a tűszakasz, önálló építményrész, építmény elsődleges építményszerkezetének azon képessége, hogy a várható tűzhatás időtartama alatt a tűzzel egyidejű terhelésnek előírt ideig ellenáll, ideértve:
 1. a tartószerkezet a **szerkezeti elemeket ÉS** azok **kapcsolatait** és
 2. a csatlakozó tűzvédelmi építményszerkezetek és a beépített tűzvédelmi berendezések tartószerkezeteinek funkció-megőrzését is

szerkezeti állékonyság: a tűszakasz, önálló építményrész, építmény elsődleges építményszerkezetének azon képessége, hogy a várható tűzhatás időtartama alatt a tűzzel egyidejű terhelésnek előírt ideig ellenáll, ideértve a csatlakozó tűzvédelmi építményszerkezetek és a beépített tűzvédelmi berendezések tartószerkezeteinek funkció-megőrzését is; a tartószerkezet a szerkezeti elemeket és azok kapcsolatait is magában foglalja,

OTSZ 5.0 - 54/2014. (XII. 5.) BM-rendelet

- **Tetőfödém tartószerkezetei**

→ követelmény REI

- **Tetőfödém térelhatároló szerkezete (marad):**

könnyűszerkezetes, réteges felépítésű, max. 60 kg/m² felülettömegű szerkezetek

→ részben eltérő követelmények ... (maradó történelmi örökség)



Jellegzetes probléma: pl. keretgerendák, főtartók fölötti szelemen-rendszerek

tetőfödém térelhatároló szerkezete: a tetőfödém tartószerkezeteire támaszkodó könnyűszerkezetes, réteges felépítésű, legfeljebb 60 kg/m² felülettömegű szerkezetek (önhordó) rétegei; az állandó terhelésbe valamennyi tetőréteget, valamint a ráfüggesztett és rátett dolgok terhét is bele kell számolni

OTSZ 5.0 - 54/2014. (XII. 5.) BM-rendelet

- **R0 a követelmény (néhány kizárólag fszt-es épületnél):**
 - a) csak növénytermesztési célú, **fszt-es** építmény,
 - b) csak nem tűzveszélyes anyag **ÉS csomagolás** befogadó **fszt-es** tárolóépület,
 - c) max. 15 m² **fszt-es** kereskedelmi épület
 - d) max. 1000 m² **fszt-es** NAK/AK mezőgazdasági, ipari, tárolási épület, ha
 - max. 10 fős, és a kiürítés az 1. szakaszban biztosított



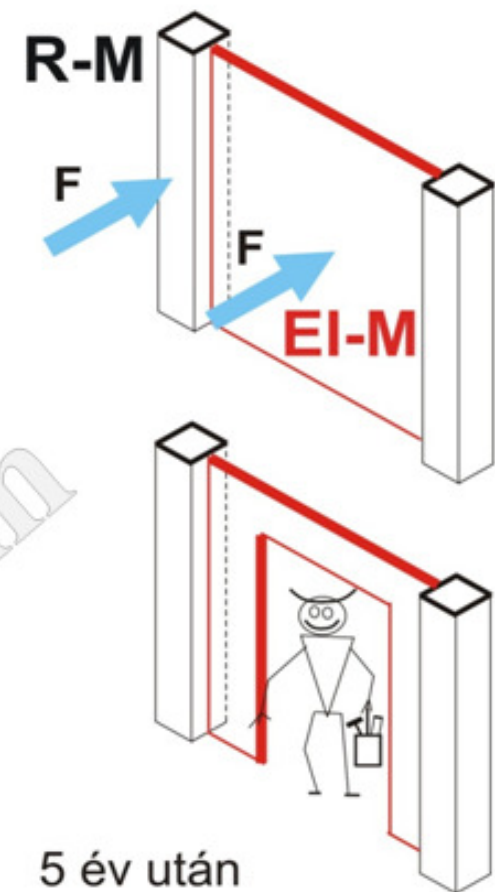
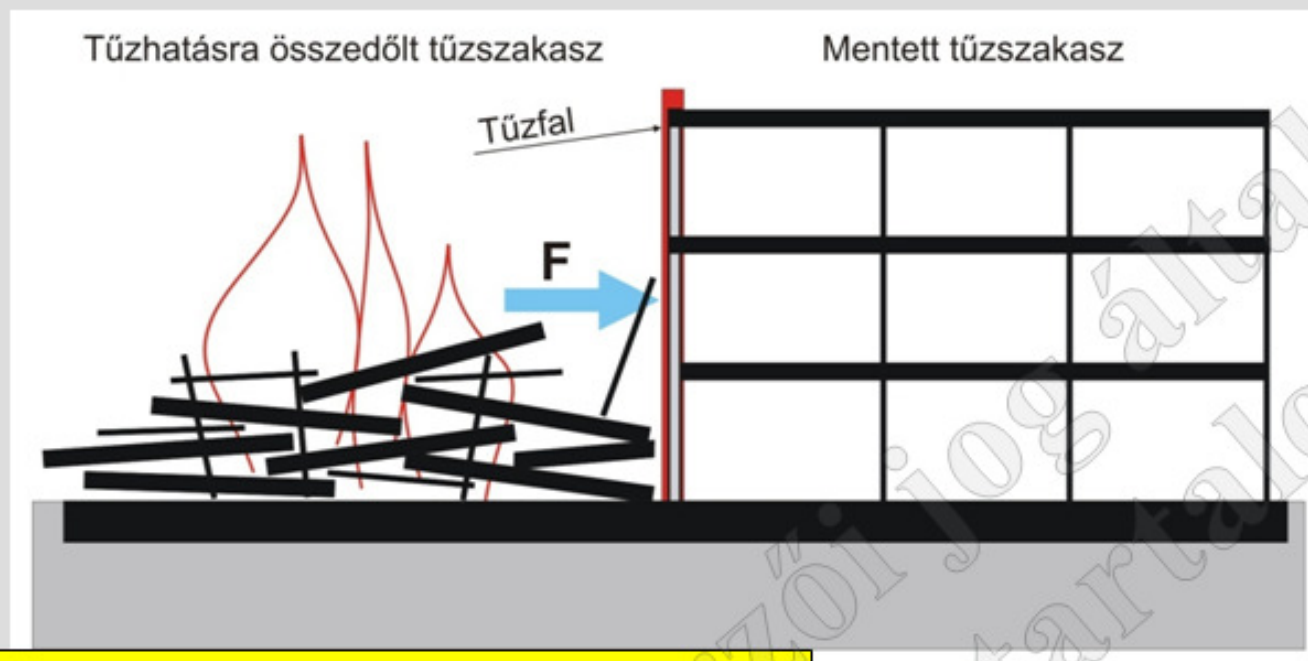
- megszűnik a korábbi „csarnok” besorolás
- megszűnik a tűzterhelés miatti kedvezmény acélszerkezetekre

Főbb szerkezetek követelményei

Mértékadó kockázati osztály		NAK	AK			KK			MK		
			P+F	P+F+2	egyéb	P+F	P+F+4	egyéb	P+F	P+F	P+F+4
Teherhordó falak és merevítéseik ált.		D REI 15	D REI 30	C REI 30	A2 REI 45	A2 REI 30	A2 REI 60	A1 REI 90	A1 REI 60	A1 REI 90	A1 REI 120
Teherhordó pillérek és merevítéseik ált.		D R 15	D R 30	C R 30	A2 R 45	A2 R 30	A2 R 60	A1 R 90	A1 R 60	A1 R 90	A1 R 120
Pinceszint teherh. fal + merevítés		A2 REI 30	A2 REI 30	A2 REI 45	A2 REI 60	A2 REI 45	A2 REI 60	A2 REI 90	A1 REI 60	A1 REI 90	A1 REI 120
Pinceszint feletti földem		A2 REI 30	A2 REI 30	A2 REI 45	A2 REI 60	A2 REI 45	A2 REI 60	A2 REI 90	A1 REI 60	A1 REI 90	A1 REI 90
Emeletközi földem		D REI 15	-	C REI 30	A2 REI 45	A2 REI 45	A1 REI 60	A1 REI 60	-	A1 REI 60	A1 REI 90
Tetőföldem tartószerkezete		D REI 15	D REI 15	C REI 15	A2 REI 30	C REI 30	A2 REI 45	A2 REI 60	A2 REI 45	A2 REI 60	A2 60
Fedélszerkezet		D	D	D	D	D	C	C	C	C	C
Menekülési út (lépcső) tartószerkezet		D R 15	D R 30	C R 30	A2 R 45	A2 R 45	A2 R 60	A1 R 90	A1 R 60	A1 R 90	A1 R 90
Tűzgátló alapszerk	Tűzfal	A1 REI 120	A1 REI 120	A1 REI 120	A1 REI 120	A1 REI 180	A1 REI 180	A1 REI 180	A1 REI 240	A1 REI 240	A1 REI 240
Menekülési út	Álmenny	D s1, d0	D s1, d0	D s1, d0	C s1, d0	D s1, d0	B s1, d0	A2	B s1,d0	A2	A2
	padló	D _{fi} -s1	D _{fi} -s1	D _{fi} -s1	C _{fi} -s1	D _{fi} -s1	B _{fi} -s1	A2	B _{fi} -s1	A2	A2

Pince:
min. A2

Tűzfalak



Teherhordó tűzfal
OTSZ [2011]: REI-M 120-240

Nem teherhordó tűzfal
OTSZ [2011]: EI 120-240 (M?)

OTSZ 5.0 követelménye: REI

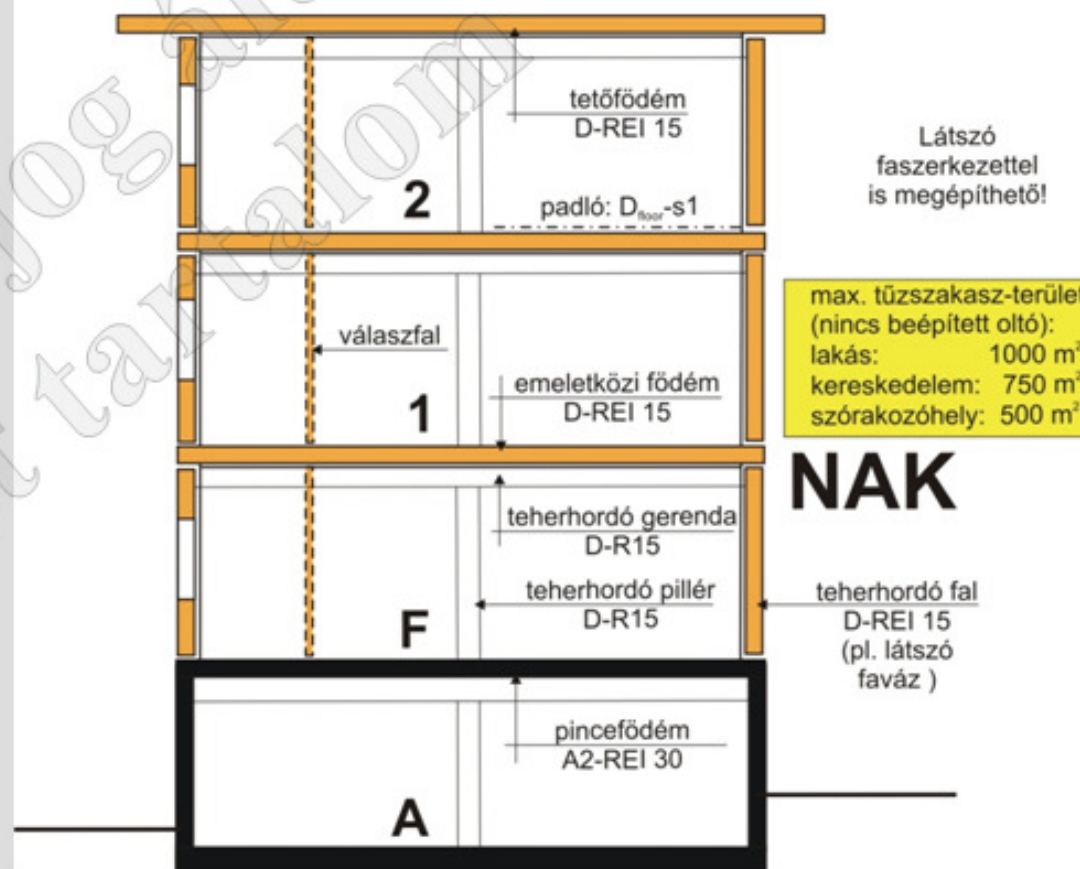
Megszűnik az M-követelmény
Megszűnik a nem teherhordó tűzfal is

3 szintes lakó- és közösségi favázás épület / $T_H=15$

NAK

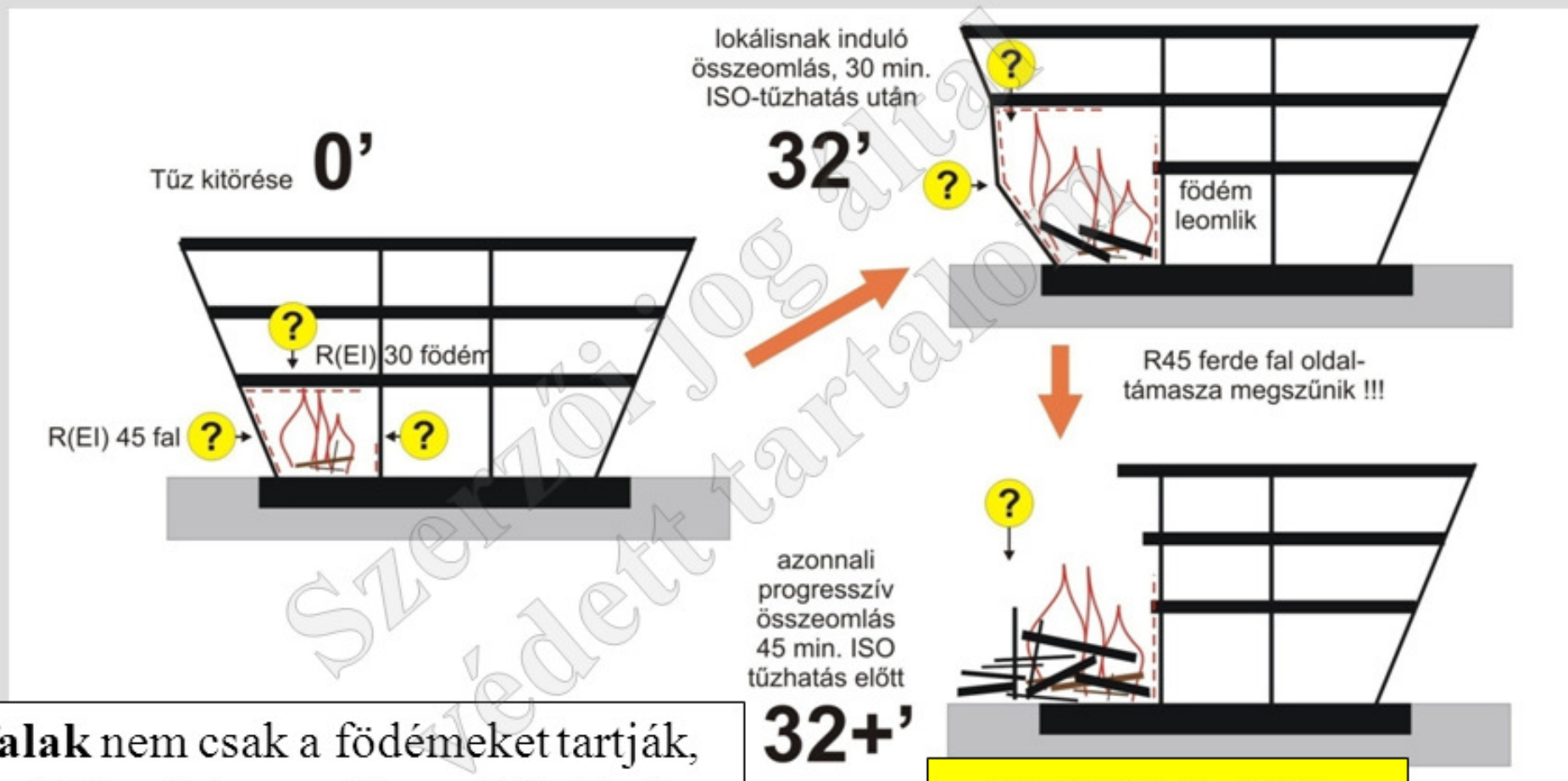
- csekély tűszakasz-terület
→ családi ház
→ fogatolt lakóépületek
→ de akár: 3 szintes szórakozóhely
- alacsony szerkezeti követelmény
(menekülési útvonalon is)
 $T_H = 15$ perc
- F + 2 szint esetén
→ életvédelmi szempontból kissé
alultervezettnek tűnő követelmény
→ menekülési problémák

NAK - követelmények szerint



Eltérő tűzállósági teljesítmény / T_H -előírások

Kellően sok idő után a tűzben minden szerkezet összedől. De nem mindegy, hogyan!



Ferde falak nem csak a födémeket tartják, hanem a födémek is megtámasztják őket!
16. § (6) fallal azonos teljesítmény / T_H
→ ált. tapasztalat: nagy nyomás ...

Célszerű lenne azonos T_H -előírás!

OTSZ 5.0 - MK:
tűzfal: REI 240
fal/pillér: R(EI) 120
födém: REI 90
tetőfödém REI 60 ...

3 Követelmények, D - A - GB

Tartószerkezetek tűzállósági követelményei

Szerzői jog által
védett tartalom

Ipari és tárolási épületek követelményei (D, A)

- K1 nincs követelmény
- K2 beépített tűzjelző
- K3.1 beépített tűzjelző + főállású létesítményi tűzoltóság min. 1 rajjal
- K3.2 beépített tűzjelző + létesítményi tűzoltóság min. 1 megerősített rajjal (9 fő)
- K3.3 beépített tűzjelző + létesítményi tűzoltóság min. 2 rajjal
- K3.4 beépített tűzjelző + létesítményi tűzoltóság min. 3 rajjal

Biztonsági kategória	Építmény szintszáma				
	földszintes		kétszintes		
	F 0 R(EI) 0	F 30 R(EI) 30	F 30 R(EI) 30	F 60 R(EI) 60	F 90 R(EI) 90
K1	1 800 ¹⁾	3 000	800 ²⁾³⁾	1 600 ²⁾	2 400
K2	2 700 ¹⁾	4 500	1 200 ²⁾³⁾	2 400 ²⁾	3 600
K 3.1	3 200 ¹⁾	5 400	1 400 ²⁾³⁾	2 900 ²⁾	4 300
K 3.2	3 600 ¹⁾	6 000	1 600 ²⁾	3 200 ²⁾	4 800
K 3.3	4 200 ¹⁾	7 000	1 800 ²⁾	3 600 ²⁾	5 500
K 3.4	4 500 ¹⁾	7 500	2 000 ²⁾	4 000 ²⁾	6 000
K 4	10 000	10 000	8 500	8 500	8 500

MIndBauRL, 2000

¹⁾ Építményszélesség $\leq 40\text{m}$, hő- és füstelvezetés felülete $\geq 5\%$

²⁾ Hő- és füstelvezetés felülete $\geq 5\%$

³⁾ "Kis magasságú építmények" esetén az MBO alapján max. 1600 m^2

@Kulcsár B.

Németország

Ipari épületek

Biztosító szemléletű tűzgátló szerkezet:

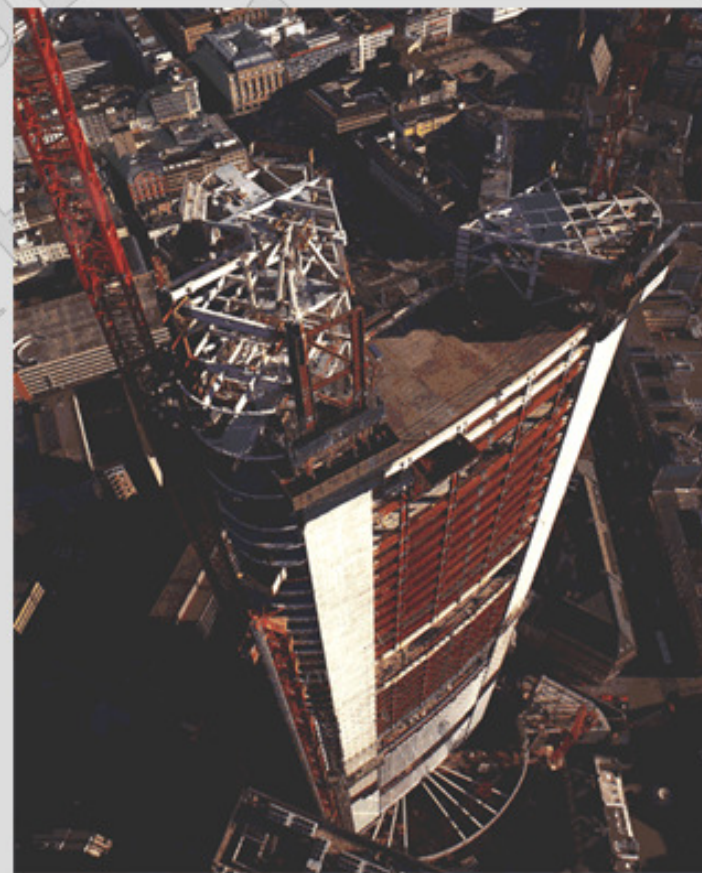
1. tűzfal
2. „komplex elválasztó” fal, mely addig áll amíg a biztosított áru tönk्रे nem megy (possible max lost, **PML**)



- tűzfal: max REI 120
- komplex elválasztó fal: REI 180

Frankfurt am Main Commerzbank III. torony

259 m magas irodaház



- teljes tartószerkezet: R(EI)120
- tűzfalak: REI 120

Nagy-Britannia (Anglia, Wales)

- tűzkockázat-elemzésen (fire risk analysis) alapuló mérnöki módszerekkel eltérő – ált. kedvezőbb - követelmények is meghatározhatók
- tűzgátló szerkezetek kivételével tűzvédelmi osztály-követelmény nincs
- tűzállósági határérték-követelmény egységes falra, födémre stb.

Épület típusa	Legfelső használati egység padló-magassága			
	≤ 5 m	≤ 18 m	≤ 30 m	> 30 m
Lakóépületek	30	60	90	120
Irodaház				
a) sprinkler nélkül	30	60	90	nem lét.
b) sprinklerrel	30	30	60	120
Kereskedelmi épületek				
a) sprinkler nélkül	60	60	90	nem lét.
b) sprinklerrel	30	60	60	120
Ipari és raktárépületek				
a) sprinkler nélkül	60	90	120	nem lét.
b) sprinklerrel	30	60	90	120
Parkolóház				
a) nyitott	15	15	15	60
b) zárt	30	60	90	120

Tűzfalak anyaga nem éghető, minimális tűzállósági teljesítmény-jellemző REI 60
Tűzoltó-beavatkozást biztosító lépcsőház külső fala min. REI 120

4 – Tűzállósági teljesítmény igazolása

- (még) nincs TVMI
- (ha lesz) alkalmazása tervezői felelősség-vállalást jelent
- alapvetően: Eurocode-alapú tervezés

Tűzállósági teljesítmény igazolása

Eurocode-szerinti tervezéssel

- **egyszerűsített módszer, tervezési táblázatok**
→ csak egyes tartószerkezeti anyagokra léteznek elfogadott eljárások
- **termikus és/vagy statikai számítással**
→ tartószerkezetek döntő többségére léteznek elfogadott eljárások

Tűzállósági kísérlettel segített tervezéssel

- **szerkezeti elemek:**
akkreditált **labor**beli **tűzállósági vizsgálat alapján / kiterjesztéssel**
- ÉMI / kijelölt vizsgálószerv + honosító irat
- **bevonatok (amit az EC nem tárgyal):**
akkreditált **labor**beli **tűzállósági vizsgálatok kiterjesztésével**

EC szerinti táblázatok – egyszerűsített módszer

„Tégla” falazat (RED)

sor	falazóelem szabványos nyomószilárdsága f_b [N/mm ²] száraz testsűrűség ρ [kg/m ³] kombinált vastagsága ct a falvastagság %-ban	A $t_{fi,d}$ (perc) idejű REI tűzállósági teljesítmény előíráshoz tartozó minimális t_F falvastagság (mm) – teherhordó fal						
		30	45	60	90	120	180	240
1S	1S falazóelemcsoport							
1S.1	$5 \leq f_b \leq 75$ általános rendeltetésű falazóhabarcs $5 \leq f_b \leq 50$ vékonyrétegű falazóhabarcs, $1\,000 \leq \rho \leq 2\,400$							
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	90	90	90	100	100/140	170/190	170/190
1S.1.2		(70/90)	(70/90)	(70/90)	(70/90)	(90/140)	(110/140)	(170/190)
1S.1.3	$\alpha \leq 0,6$	90	90	90	100	100/140	170	170
1S.1.4		(70/90)	(70/90)	(70/90)	(70/90)	(100/140)	(110/140)	(140/170)
1	1 falazóelemcsoport habarcs: általános rendeltetésű, vékonyrétegű falazóhabarcs							
1.2	$5 \leq f_b \leq 75, 800 < \rho \leq 2\,400$							
1.2.1	$\alpha \leq 1,0$	90/100	90/100	90/100	100/170	140/170	170/190	190/210
1.2.2		(70/90)	(70/90)	(70/90)	(70/90)	(100/140)	(110/170)	(170/190)
1.2.3	$\alpha \leq 0,6$	90/100	90/100	90/100	100/140	140/170	140/170	190/200
1.2.4		(70/90)	(70/90)	(70/90)	(70/90)	(100/140)	(110/170)	(170/190)
1.3	$5 \leq f_b \leq 25, 500 \leq \rho \leq 800$							
1.3.1	$\alpha \leq 1,0$	100	200	200	200	200/365	200/365	300/370
1.3.2		(100)	(170)	(170)	(170)	(200/300)	(200/300)	(300/370)
1.3.3	$\alpha \leq 0,6$	100	170	170	200	200/365	200/365	300/370
1.3.4		(100)	(140)	(140)	(170)	(200/300)	(200/300)	(300/370)

EC szerinti táblázatok – egyszerűsített módszer

Vasbeton gerenda (kéttámaszú)

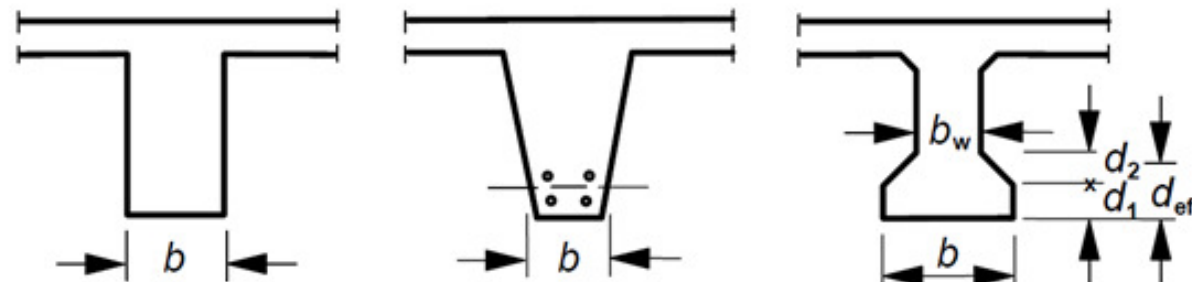
Követelmény	Minimális méretek [mm]						
	a (tengelytávolság) és b_{min} (gerenda szélesség) lehetséges kombinációi				Gerinc-vtg, b_w		
					WA oszt	WB oszt	WC oszt
R 30	$b_{min} = 80$	120	160	200	80	80	80
	$a = 25$	20	15*	15*			
R 60	$b_{min} = 120$	160	200	300	100	80	100
	$a = 40$	35	30	25			
R 90	$b_{min} = 150$	200	300	400	110	100	100
	$a = 55$	45	40	35			

Feszített gerendáknál kiegészítő szabályok alkalmazandók

táblázati részlet

Kötött tervezés:

- adalékanyag
- szélesség
- acélbetétek
tengely-távolsága
- pászmák /
feszítőhuzalok helye
- stb.



Tűzfolyamat:
ISO zárttéri
tűzhatás

EC szerinti táblázatok – egyszerűsített módszer

Vasbeton falak (REI)

Követelmény	Minimális méretek (mm)			
	fal b_{\min} szélessége / a fő acélbetétek a tengelytávolsága			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	egyoldali tűzhatásnak kitett	kétoldali tűzhatásnak kitett	egyoldali tűzhatásnak kitett	kétoldali tűzhatásnak kitett
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

* magasság / falvastagság max. 40, a kihasználtság az EC 2-1-2 szerint

**Tűzfo-
lyamat:
ISO
zárttéri
tűzhatás**

táblázati
részlet

Vasbeton falak (+M)

a fentiekén túl: - 200 mm beton fal
- 140 mm teherhordó vasbeton fal

Acélszerkezetek - R15 igazolások

- R15 tűzállósági teljesítmény:
 - normál hőmérsékleten alacsonyabb kihasználtsággal érhető el
 - vagy: zömök szelvényekkel (pl. $t \approx 10$ mm zártszelvény)
 - alternatíva: statikailag határozatlan szerkezetek alkalmazása
 - tűzvédelmi mérnöki módszerek: csak alacsony tűzterhelésnél
- Kísérlettek minősített termékek (NMÉ, ETA):
 - pl. acéltrapézlemezek, szendvicspanelek:
 - R(EI) 15 és 30 rendszerek

EC szerinti számítás

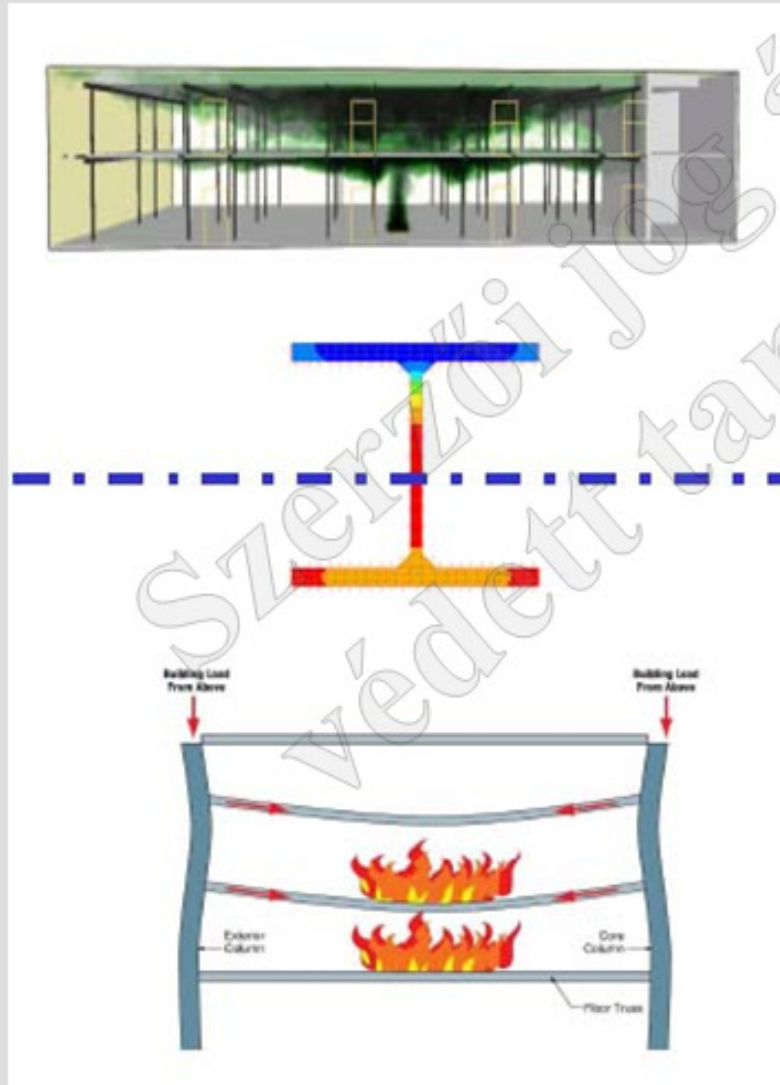
Teherbírás

0. lépés

1. lépés

2. lépés

3. lépés



Tűzfolyamat választása
(lokális / növekvő / kifejlett tűz)
és tűzmodell-számítás

Szerkezet / elem
termikus analízise

Magas hőmérsékletű
(„forró”) szerkezet/elem
mechanikai analízise,
teherbírás igazolás

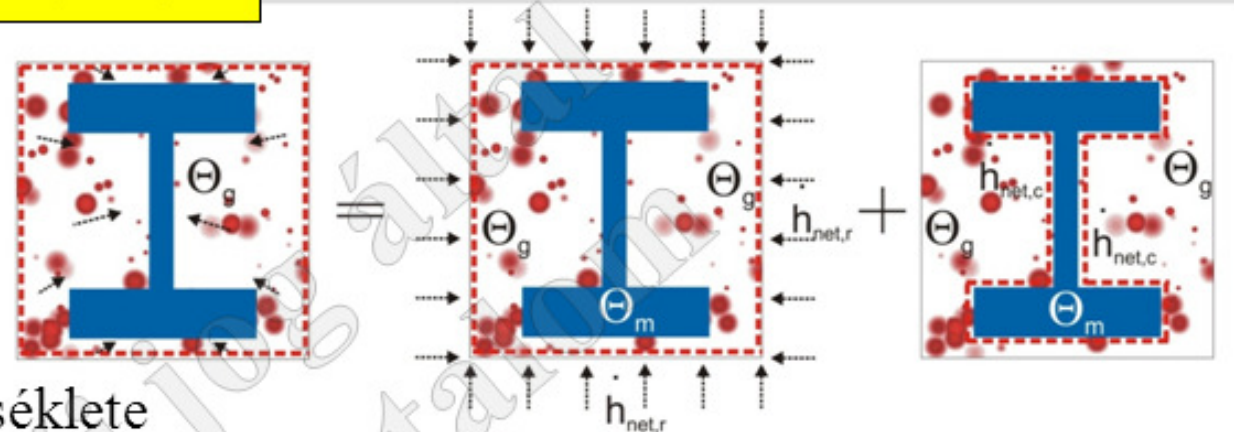
EC szerinti számítás

Tűzmodell: a tűzfolyamat leírása

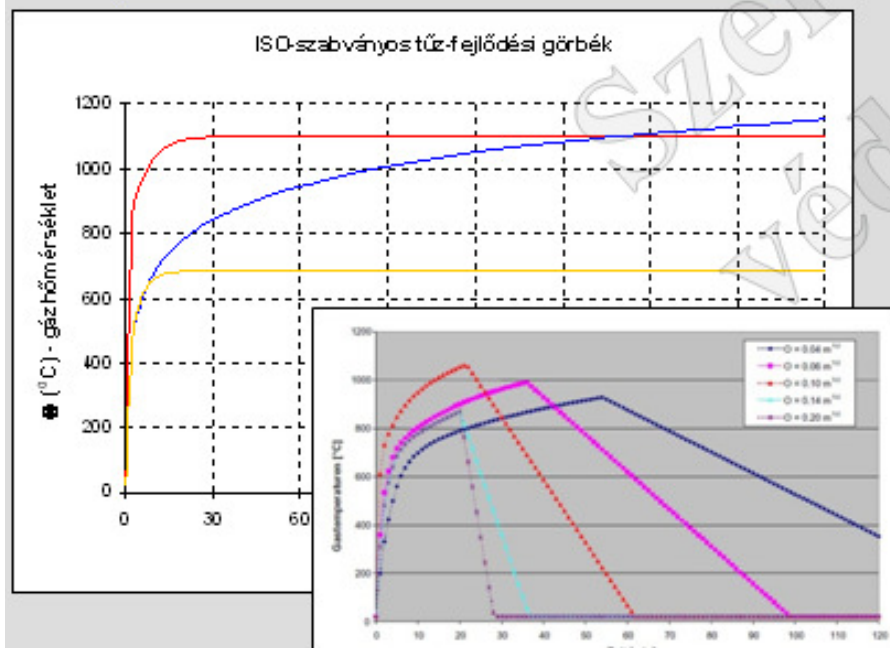
Cél:

tűztéri mikro-környezet leírása

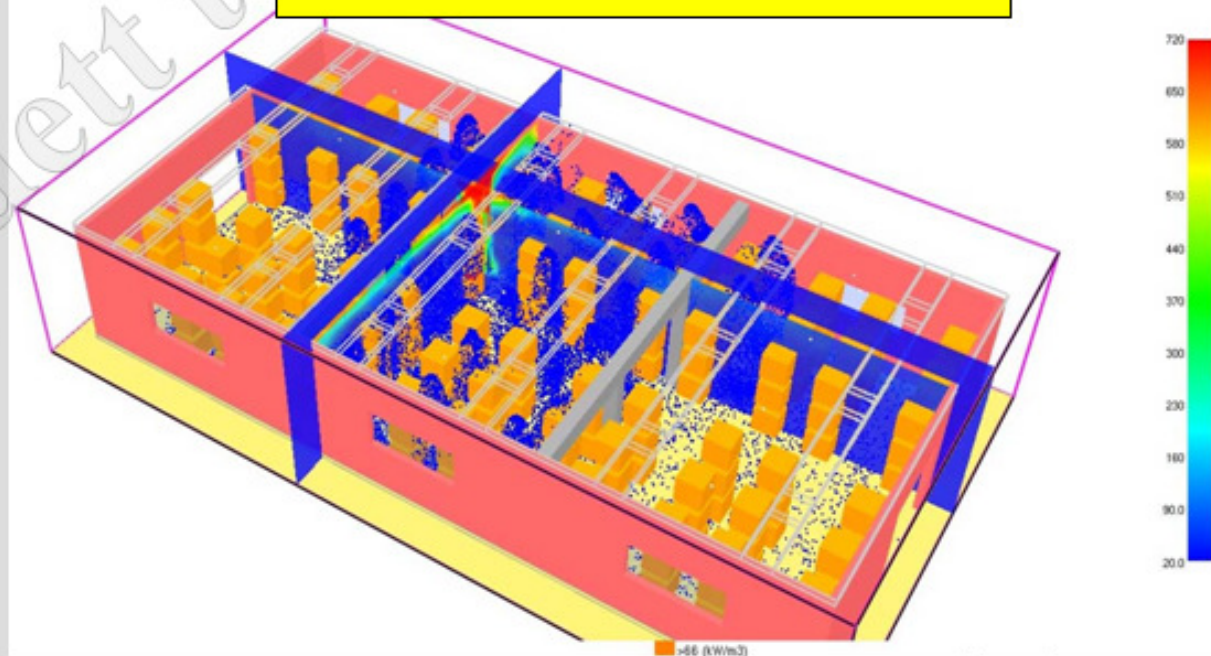
- hősugárzás hatása
- gázkörnyezet hőmérséklete
- szerkezeti elem felszíni hőmérséklete



Egyszerűsített módszer



Részletes módszer

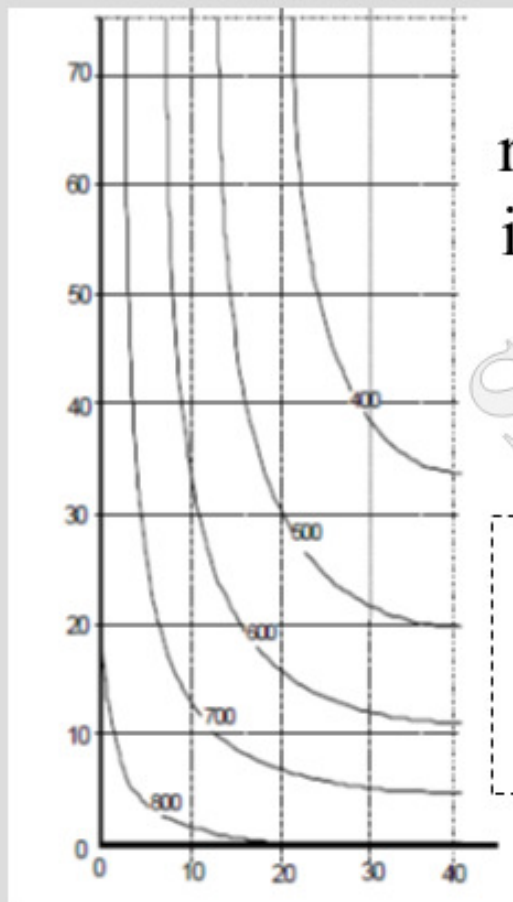


EC szerinti számítás

VASBETON

Termikus analízis

Egyszerűsített módszerek



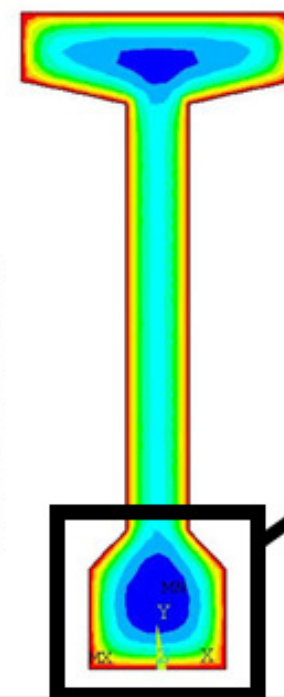
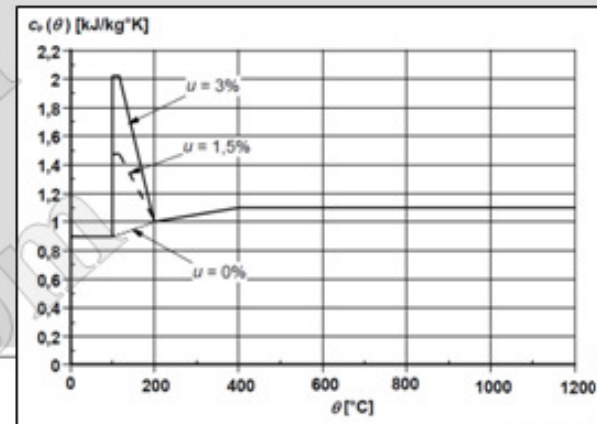
referencia-
izoterma-
görbék

ISO
zárttéri
tűzhatás

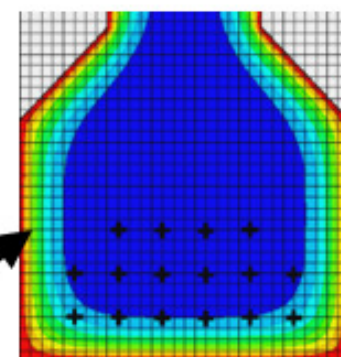
Részletes
módszerek

```
1 NODF  
STEP=1  
SUB =120  
TIME=3600  
TEMP (AVG)  
RSYS=0  
SMN =357.135  
SMX =1218
```

tetsző-
leges
tűzhatás



Vb gerenda:
termék

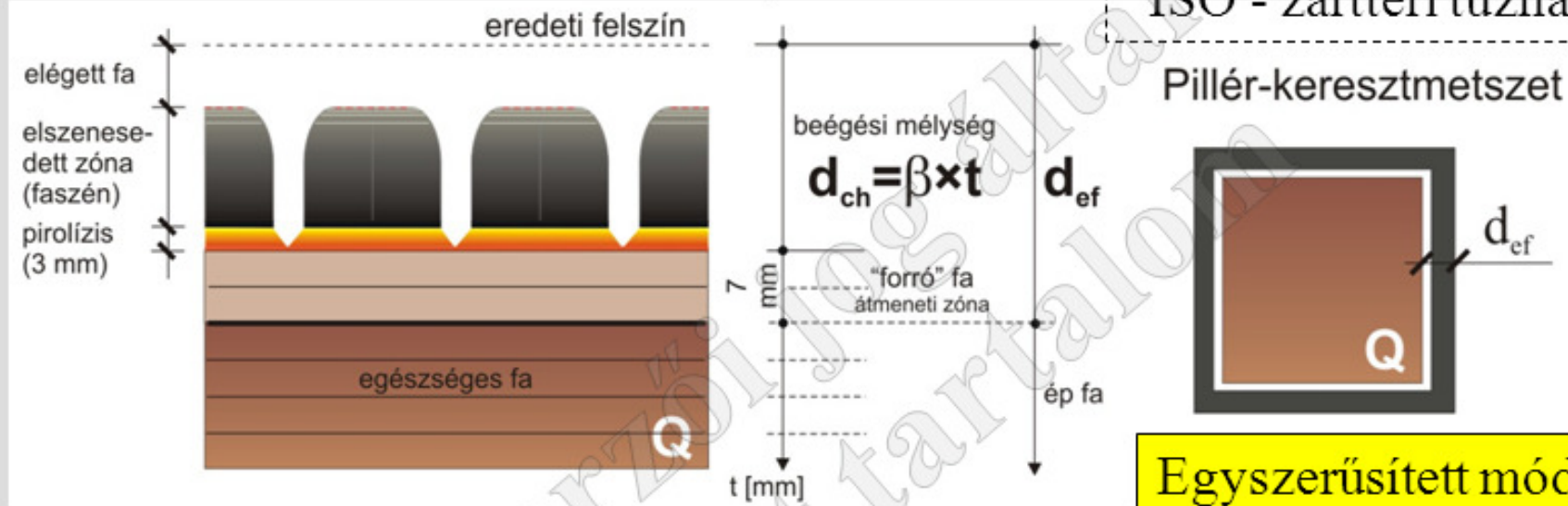


357.135 452.786 548.438 644.089 739.74 835.392 931.043 1027 1122 1218

EC szerinti számítás

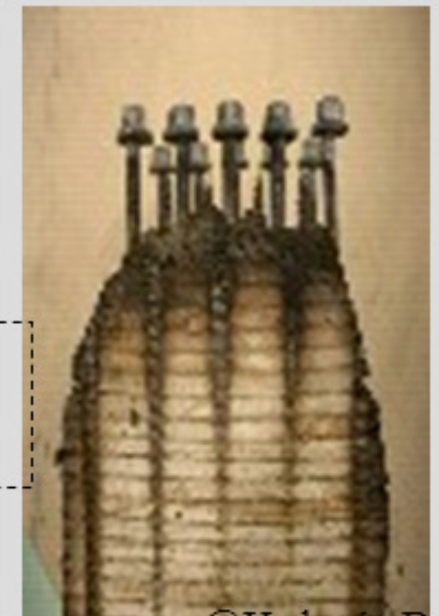
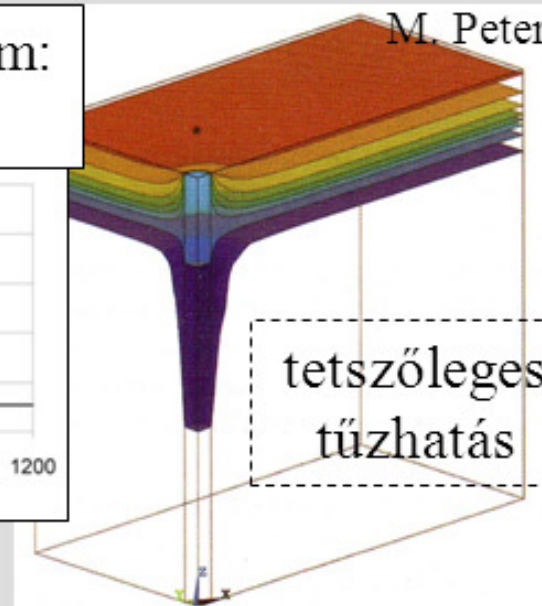
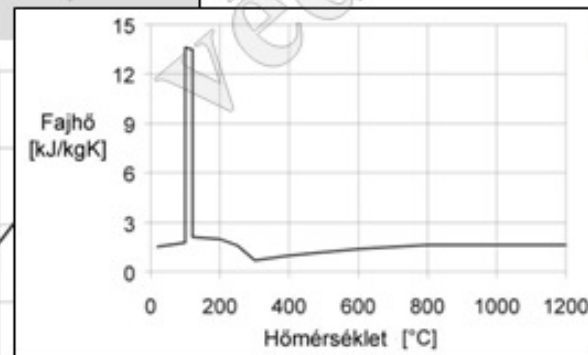
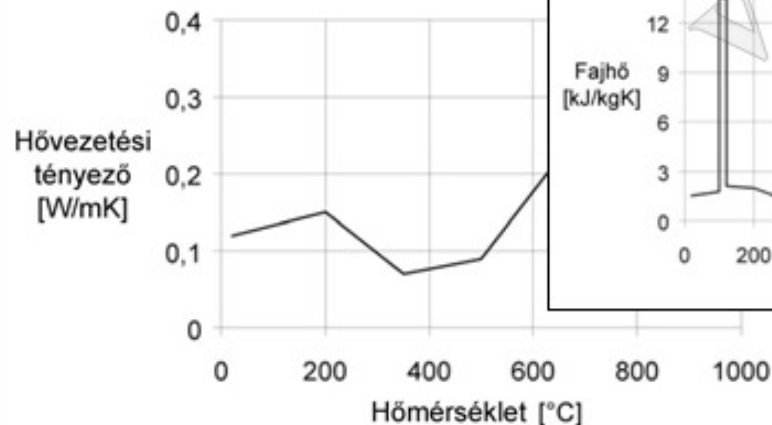
FA

Termikus analízis



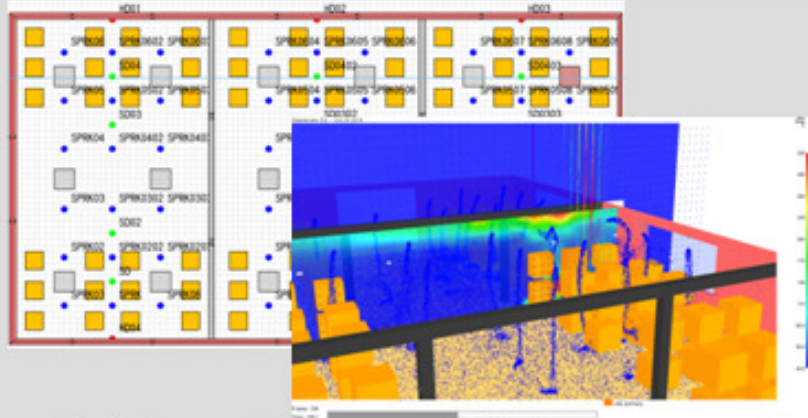
Részletes módszerek

Kapcsolóelem:
termék



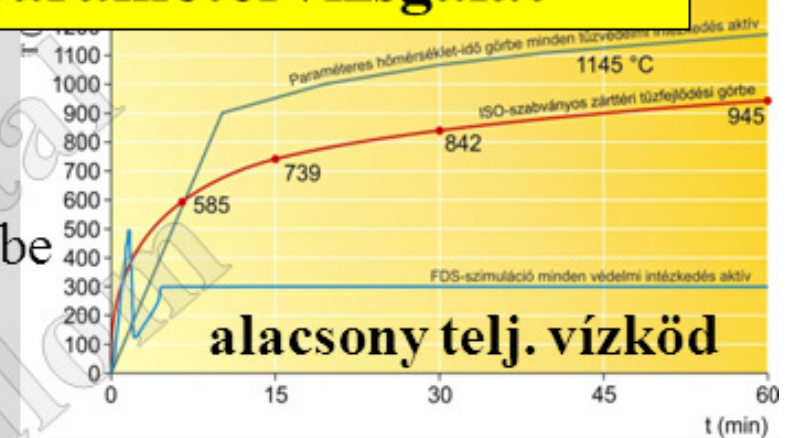
EC szerinti számítás

Tűzállósági teljesítmény igazolása - paramétervizsgálat

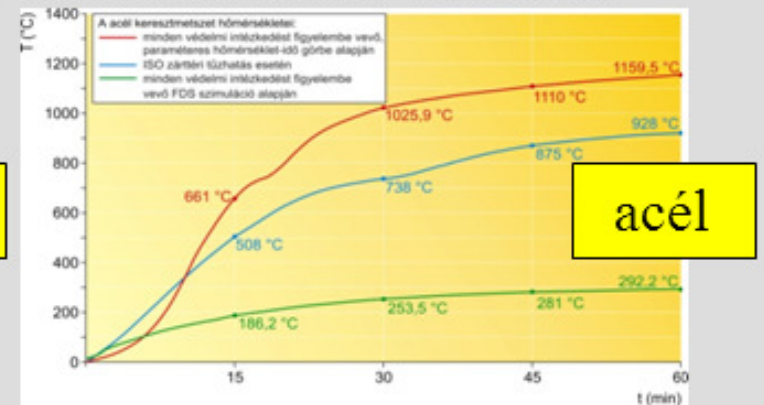
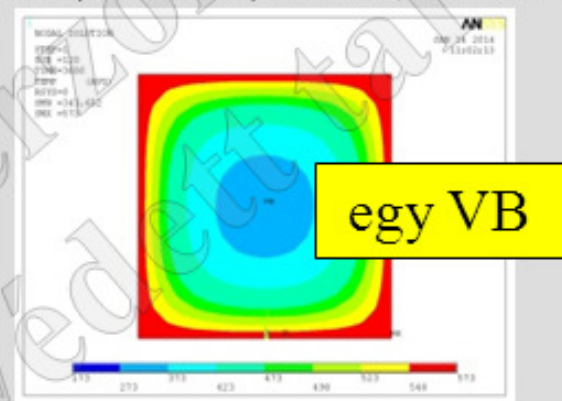
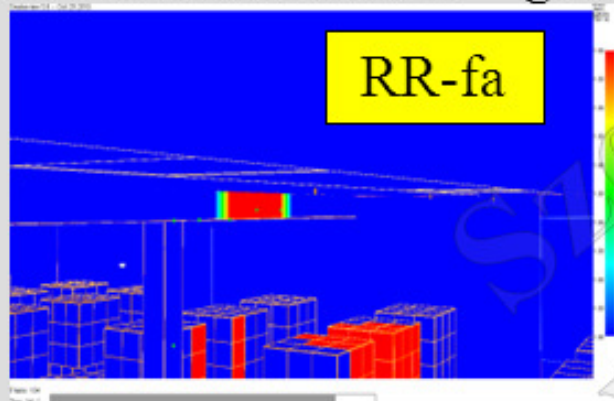


1. Tűzfolyamat:

- ISO-tűzgröbe
- paraméteres tűzgröbe
- FDS



2. Termikus analízis – gerenda (termék) keresztmetszeti hőmérséklet-eloszlása



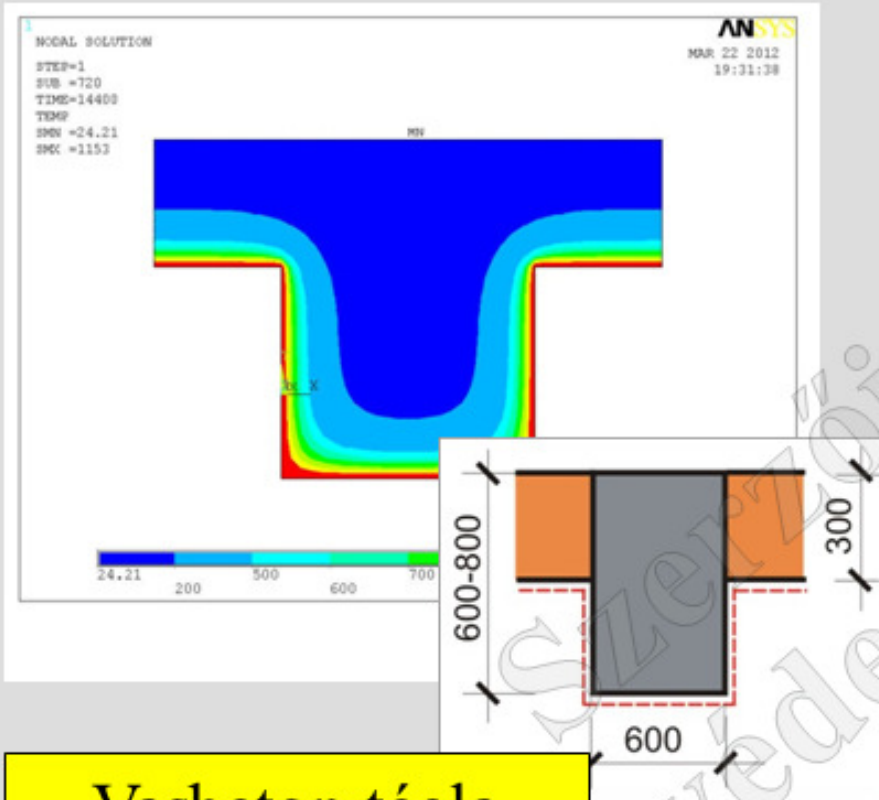
3. Tűzállósági teljesítmény - EC (Mechanikai analízis) (R60 – részletes módszer)

Tűzfolyamat modellje (R60)	RR-fa, GL24h (20 x 45 cm)	Vasbeton, C25 – B500 (30x 30cm, a _s ≈40 mm)	Acél, S235 (HEA 220)
ISO zártéti tűzhatás	megfelelt	megfelelt	nem felelt meg
paraméteres tűzgröbe	-	megfelelt	nem felet meg
FDS szimuláció	megfelelt	megfelelt	megfelelt

EC szerinti számítás

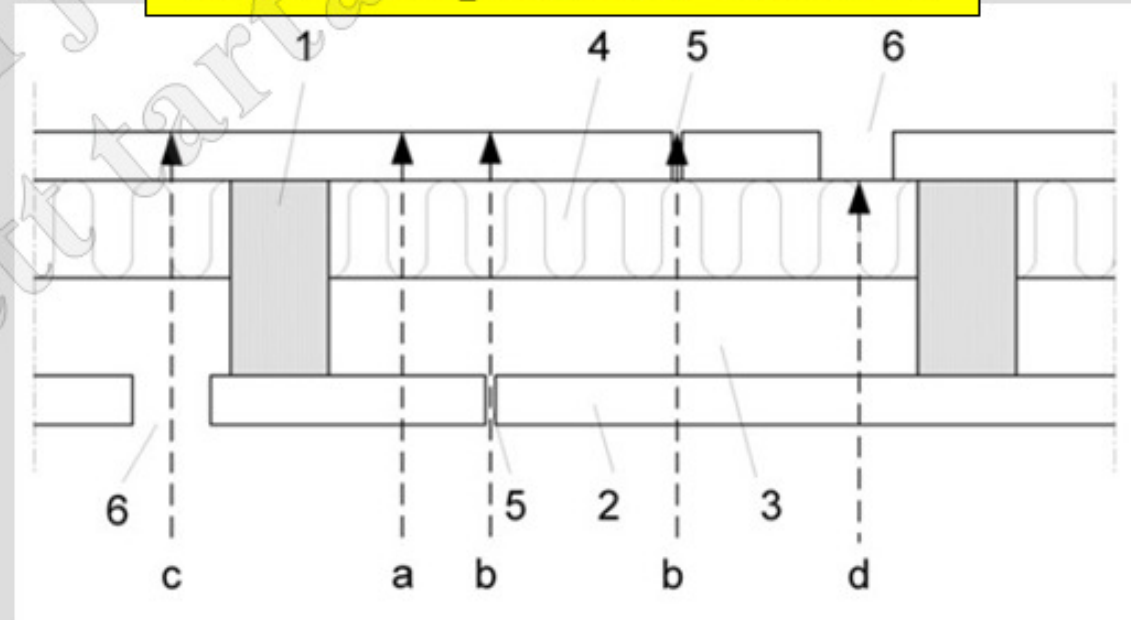
Hőszigetelés (I)

és integritás (E)



Vasbeton-tégla kombinált tűzfal

Szerel fa panelek: termék

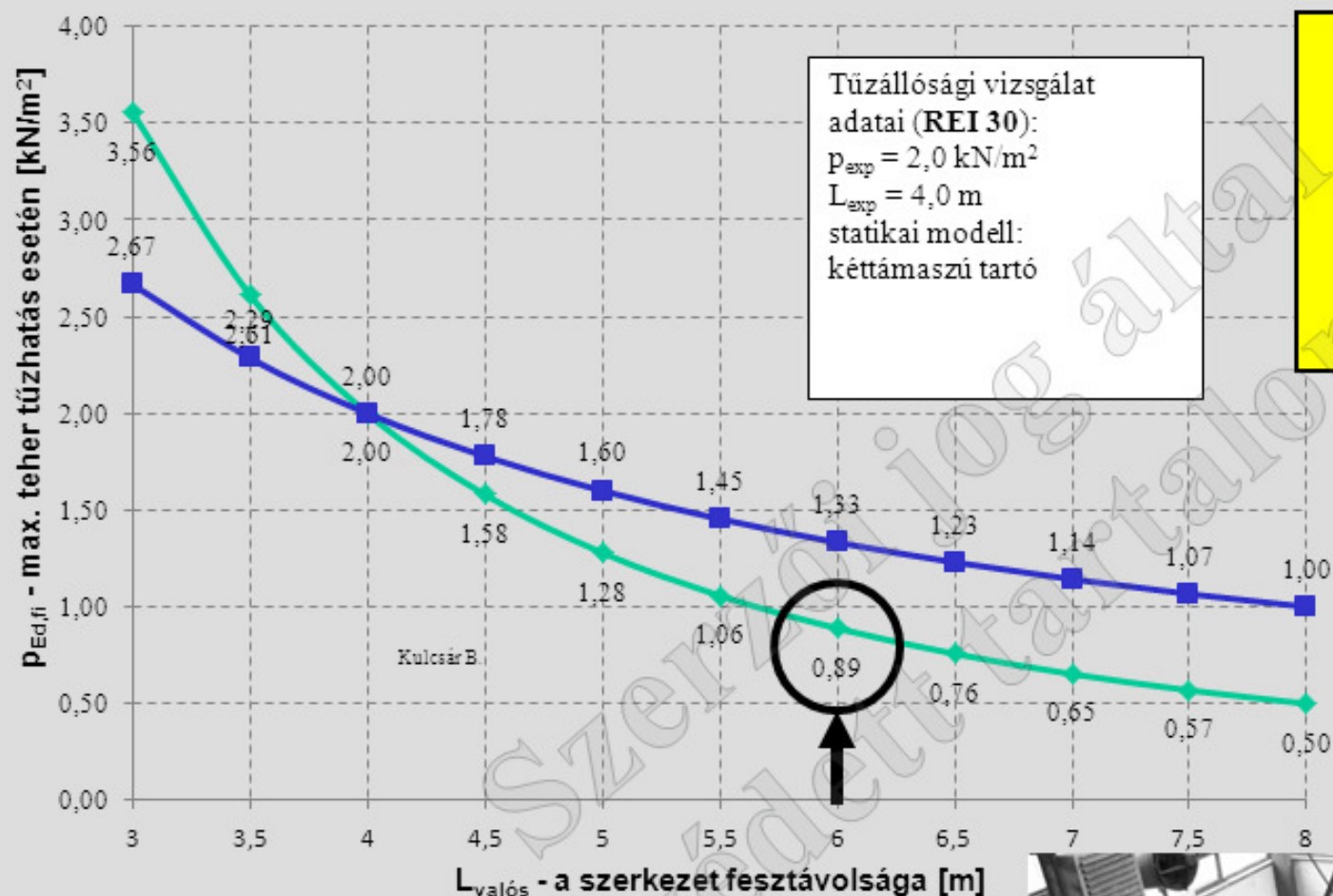


$$t_{\text{ins}} = \sum_i t_{\text{ins},0,i} k_{\text{pos}} k_j$$

4 – Kísérlettel segített tervezés

- szerkezeti elemek
- bevonatok / burkolatok
- R / EI / M jellemzők is megállapíthatók

Acéltrapézlemezek – kiterjesztés és diagram



Alkalmazási feltétel:

- alaphelyzet: a vizsgálat egy kísérlettel
- a konkrét szerkezeti elemre való kiterjesztéshez legalább súlyelemzés és ellenőrzés szükséges a rendkívüli tervezési helyzetben



5 Jövőben várható tervezési eljárások

Szerzői jog által
védett tartalom

Engedélyezési és kiviteli terv

- **Engedélyezési terv:** jellemzően a követelmények meghatározása (konkrét szerkezeti védelem később változhat)

Jogalap: 275/2013. (VII. 16.) Korm. rendelet – CPR kísérő rendelete

Épületszerkezet		Követelmény	Tervezet	Megjegyzés
Tartó-szerkezetek	Teherhordó falak és merevítéseik ált.	C REI 30		
	Teherhordó pillérek és merevítéseik ált	C R 30		
	Pinceszint teherhordó fal + merevítés	A2 REI 45		
	Pincszinti pillérek és merevítéseik	A2 R 45		
	Pincszint feletti födém	A2 REI 45		
	Emeletközi födém	C REI 30		
	Tetőfödém tartószerkezete	C REI 15		
	Fedélszerkezet	D		
	Menekülési útvonal tartószerkezete	C R(EI) 30		

- **Kiviteli terv, majd a használatbavételi eljárás:**
 - a konkrét tartószerkezetek tűzállósági teljesítményének igazolása
 - a megfelelőség mérlegelése / igazolása tervezői felelősség (!)

Szerkezetek tűzállósági teljesítményének igazolása

- kísérletek és (új) ETA / NMÉ / hEN szabvány alapján kiállított gyártói **teljesítmény-nyilatkozat** felhasználása (esetleg kieg. számítással)

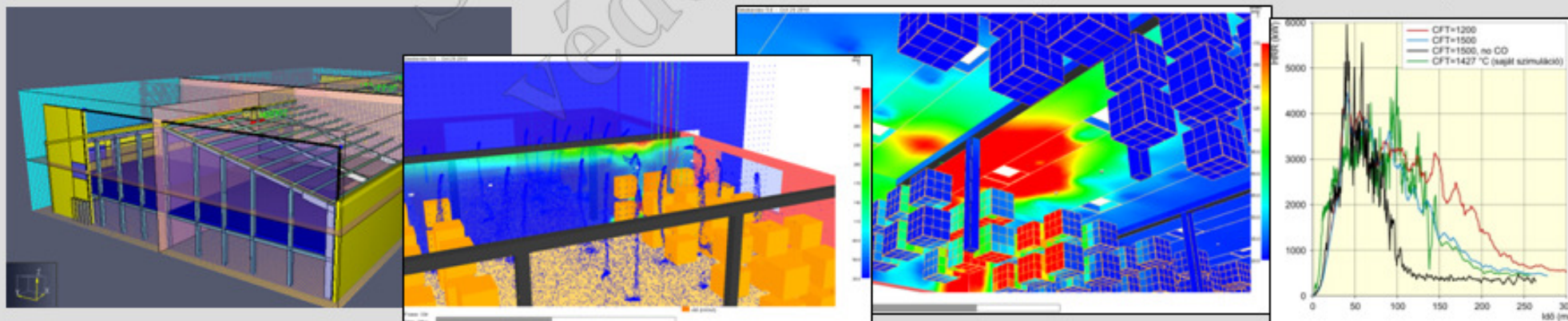


- **statika**

- Eurocode-ok, egy részük **egyszerűsített** módszereket ad, pl: VB és falazat
- korábbi OTSZ-ek egyszerűsített módszerei (megépült szerk.) megszűnnek

- **tűzvédelmi mérnöki módszerek**

tűzvédelmi + statikus tervező együttműködése (pl. a kiviteli tervnél)



- **CPR hatálya alá nem tartozó termék/szerkezet:** Tűzvédelmi Tv. szerint @Kulcsár B.

Tűzvédelmi és statikus tervező együttműködése

Tűzvédelmi tervező

- megállapítja a tűzvédelmi követelményeket
- javasol egy tűzmodellt / ISO-szabványos zárttéri modell ... részletes tűzmodell
- dönt: milyen módszer használható az igazoláshoz
 - táblázatos módszer → R, REI és REI-M
 - tűzállósági kísérletek adaptálása a konkrét projektre → R, REI és REI-M
 - statikai / hőtani számítás a tűzhatás idején (Eurocode) → R, (E)I
- a táblázatos módszert használatát és a kísérletek adaptálását önállóan végezheti
- tűzvédelmi burkolatot / bevonatot tervezhet – terméktáblázatok alapján

Ha statikai számítás szükséges

- határterület, hogy ki állapítja meg a szerkezeti elem hőmérséklet-eloszlását azaz ki végez **termikus analízist** (tűzvédelmi tervező vagy a statikus)

Statikus tervező

- igazolja a tartószerkezetek tűzállósági teljesítményét statikai számítással
- új (kedvezőbb) szerkezeti méreteket állapíthat meg a pontos számítással
- tűzvédelmi burkolatot / bevonatot tervezhet – számítással is