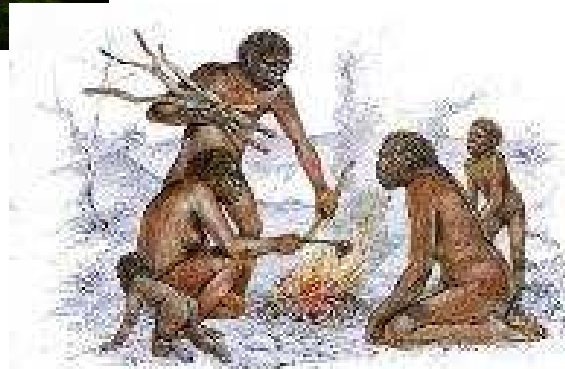


# TŰZ HATÁSA

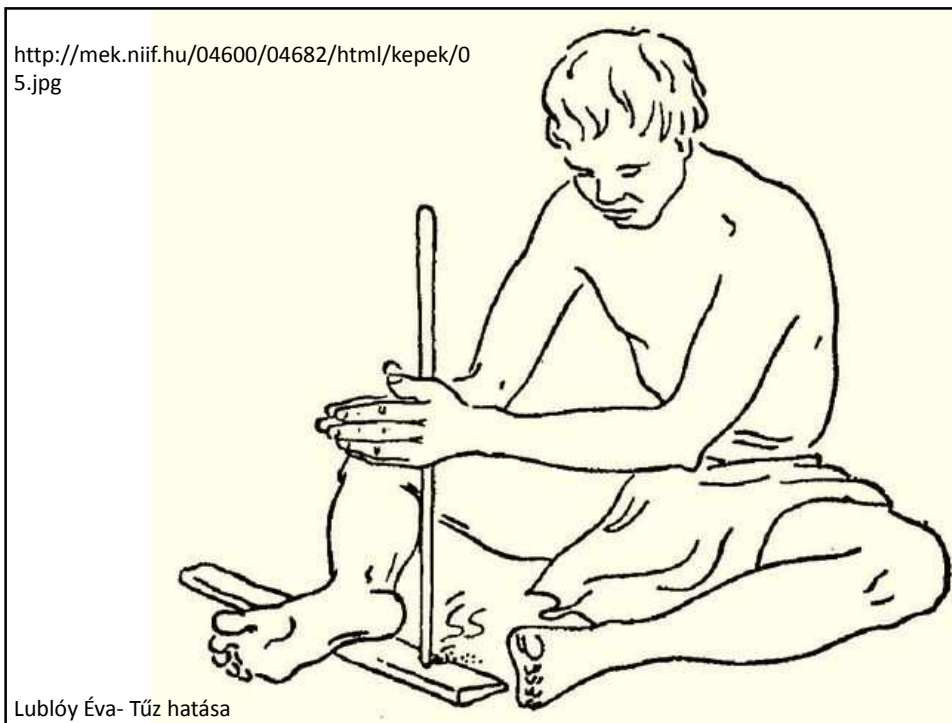
Lublóy Éva

<http://keressmeg.freeblog.hu/files/2010/06/energia-tuz.jpg>



Lublóy Éva- Tűz hatása

<http://termtud.akg.hu/okt/9/afrika/erect200.jpg>



## TŰZISTENEK

<p><b>Hestia (görög)</b></p> 	<p><b>Vulcanus (római)</b></p> 	<p><b>Xiuhtecutli (azték)</b></p> 
--	--	--

<http://lakossag.katasztrofavedelem.hu/index.php?pageid=226&content=1>

Lublóy Éva- Tűz hatása

## ISTEN TŰZOLTÓJA

Szent Flórián



<http://lakossag.katasztrofavedelem.hu/index.php?pageid=226&content=1>

Lublóy Éva- Tűz hatása

## Néró hegedült, miközben felgyújtotta Rómát



Lublóy Éva- Tűz hatása

## ERDŐTŰZ



Kalifornia, 2007



Görögország, 2007



Oroszország, 2010

Lublóy Éva- Tűz hatása

## FÖLDRENGÉS ÉS TŰZ

1906 San Francisco



<http://earth-catastrophe.gportal.hu/gindex.php?pg=32906740>

Lublóy Éva- Tűz hatása

## TŰZVÉDELMI FELEDATOK

Tűz keletkezésének megelőzése

Tűz terjedésének megelőzése

**passzív tűzvédelem**

aktív tűzvédelem

operatív tűzvédelem

Tűzoltás

Lublóy Éva- Tűz hatása

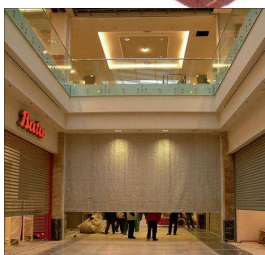
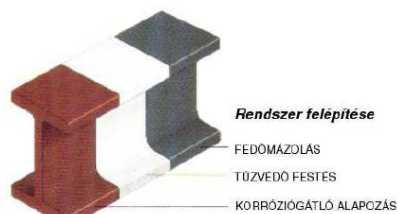
## PASSZÍV TŰZVÉDELEM

Épületszerkezeti elemek és anyagainak és kialakításának kiválasztása

Égéskeletetetés

Tűzvédő burkolat

Tűzszakaszok



<http://www.dunamenti.hu/Tuzvedo-festek-31>

<http://www.vedelem.hu/?wa=EPIT1006>

Lublóy Éva- Tűz hatása

## AKTÍV TŰZVÉDELEM

Automatikus tűzjelző berendezések



<http://www.okosotthon.hu/riasztok.htm>

## OPERATÍV TŰZVÉDELEM

Automatikus tűzoltó berendezések



Lublóy Éva- Tűz hatása

## VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK

**OTSZ (2011)**

Országos Tűzvédelmi Szabályzat

**EUROCODE**

Lublóy Éva- Tűz hatása

Az építményt vagy annak tűzszakaszát a  
alábbi **I–V. tűzállósági** fokozatnak megfelelően  
kell kialakítani:

- a) „A” és „B” tűzveszélyességi osztály esetén I–II.;
- b) „C” tűzveszélyességi osztály esetén I–III.;
- c) „D” tűzveszélyességi osztály esetén I–IV.;
- d) „E” tűzveszélyességi osztály esetén I–V.

Lublóy Éva- Tűz hatása

*Többszintes lakó és közösségi tűzszakaszok legnagyobb megengedett területei*

	A	B	C	D	E	F	G
1	Többszintes lakó és közösségi tűzszakaszok legnagyobb megengedett területei						
2	A tűzszakasz tűzállósági fokozata		I	II	III	IV	V
3	A tűzszakaszok rendeltetése		A tűzszakaszok legnagyobb területei, m <sup>2</sup>				
4	Lakó	Lakó- és üdülőfunkció	8000	7500	4500	300	100 <sup>1</sup>
5		Szálloda, kolégnum és üdülőszálló	7500	6000	2000	300	-
6		Bármely egyéb lakó funkció	4500	3000	1500	-	-
7	Kulturális	Könyvtár, levéltár, rezepár, tevértár	5000	3500	1000	300	100
8		Múzeum, kiállítás	7500	5000	1500	300	100
9		Színház, társulat	4500	3000	1500	300	150
10		Színház, filmszínház, művelődési ház	5500	4000	2000	-	-
11		Egyéb kulturális funkciók	5000	3000	1500	400	100
12	Nevelési	Bölcsőde, csecsemőotthon tűzszakaszai	2000	1500	-	-	-
13		Órda tűzszakaszai	2500	2000	-	-	-
14		Oktatási intézmények tűzszakaszai	6000	5000	3000	1000 <sup>1</sup>	500 <sup>2</sup>
15		Kisegítő iskola tűzszakaszai	2500	1500	-	-	-
16		Igazgatási és irodaház tűzszakaszai jellemző ügyfélforgalom nélkül	7500	6000	4000	1000	200
17	Igazgatási	Igazgatási és irodaház tűzszakaszai ügyfélszolgálat jelleggel (jellemző ügyfélforgalommal)	6000	5000	3000	500	-
18		Gyógyászati	Gyógyászati, szanatórium, gyógyüdülő, szociális otthon tűzszakaszai	6000	4500	2000 <sup>3</sup>	-
19	Járóbeteg ellátásra szolgáló tűzszakasz		6000	5000	2500 <sup>3</sup>	-	-
20	Fekvőbeteg ellátásra szolgáló, szociális tűzszakasz		5000	4000	1500 <sup>3</sup>	-	-
21	Bármely egyéb gyógyászati funkció		4500	3500	1250 <sup>3</sup>	-	-
22	Egyéb közösségi	Áruház, bevásárló központ, piac és egyéb kereskedelmi épület tűzszakaszai	10000	8000	3000	600	100
23		Sportlétesítmények tűzszakaszai (kiszámítva sport rendezvények)	15000	12000	6000	3000	-
24		Konferenciaközpont, előadóterem	8000	6000	4000	-	-
25		Bármely egyéb tűzszakasz, amelyben jellemzően helyismerettel nem rendelkező használók tartózkodnak	8000	6000	4000	-	-
26	Gépkocsitárolók	Nyitott gépkocsitárolók	9000	7000	5500	1000	500
27		Zárt gépkocsitárolók	6000	5000	4000	500	100

OTSZ (2011)

Az I. tűzállósági fokozat követelményei							
A	B	C	D	E	F	G	
1	Követelmények I. tűzállósági fokozati tűzszakasz esetén						
2	Szerkezet csoport	Az épület szintszáma	1	2-3	4-5	6-11 >11	
3	Téherhordó szerkezetek	Szerkezet megnevezése	Tűrvédelmi osztály				
4		Téherhordó pillérek és merevítő elemek	A2 R 60	A2 R 90	A1 R 120	A1 R 180	A1 R 180
5		Külső téherhordó falak	A2 RE 60	A2 RE 90	A1 RE 120	A1 RE 180	A1 RE 180
6	Téherhordó szerkezetek	Belső téherhordó falak	A2 REI 60	A2 REI 90	A1 REI 120	A1 REI 180	A1 REI 180
7		Téherhordó tűzgátló falak	A1 REI-M 60	A1 REI-M 90	A1 REI-M 120	A1 REI-M 180	A1 REI-M 180
8		Nem téherhordó tűzgátló falak <sup>1</sup>	A1 EI 60	A1 EI 90	A1 EI 120	A1 EI 180	A1 EI 180
9	Tűzgátló szerkezetek	Téherhordó tűzfalak	A1 REI-M 240				
10		Nem téherhordó tűzfalak	A1 EI 240				
11		Tűzgátló földmunkák	A1 REI 60	A1 REI 90	A1 REI 90	A1 REI 90	A1 REI 120
12	Tűzgátló szerkezetek	Tűzgátló szilárszárók tűzgátló falban	A2 EI 45	A2 EI 60	A2 EI 90	A2 EI 90	A2 EI 90
13		Tűzgátló szilárszárók tűzfalban	A2 E 120 I 90	A2 E 120 I 90	A2 E 120 I 90	A2 E 120 I 90	A2 E 120 I 90
14		Tűzgátló csappantyúk tűzszakasz-határon	E 45	E 60	E 90	E 90	E 90
15	Művelési ábrák nem tűzgátló szerkezetek	Tűzgátló tömítések, kiegészítők tűzszakasz-határon	EI 45	EI 60	EI 90	EI 90	EI 90
16		Nem téherhordó lépcsőház falak	A2 EI 60	A2 EI 90	A2 EI 90	A2 EI 90	A2 EI 120
17		Középfolyosók, zárt oldalfolyosók határoló falrendszerrel	A2 EI 60	A2 EI 90	A2 EI 90	A2 EI 90	A2 EI 120
18	Művelési ábrák nem tűzgátló szerkezetek	Lépcsők és lépcsőplatformok tartószerkezeti és járóléleletének alátámasztó szerkezete	A1 REI 30	A1 REI 60	A1 REI 60	A1 REI 90	A1 REI 90
19		Falburkolatok	B-1, 60	A2-1, 60	A2-1, 60	A2-1, 60	A2-1, 60
20		Almszerkezetek és mennyezetszerkezetek	B-1, 60	A2-1, 60	A2-1, 60	A2-1, 60	A2-1, 60
21	Művelési ábrák nem tűzgátló szerkezetek	Padlóburkolatok	B-1	B-1	B-1	A1 <sup>2</sup>	A1 <sup>2</sup>
22		Álpadiók	A2 REI 30	A1 REI 45	A1 REI 60	A1 REI 60	A1 REI 90
23		Határoló szerkezetekben lévő hő- és hangszigetelés, burkolat nélküli <sup>1</sup>	A2-1, 60	A1	A1	A1	A1
24	Határoló szerkezetekben lévő hő- és hangszigetelés, burkolattal <sup>1</sup>	A2-1, 60	A2-1, 60	A2-1, 60	A2-1, 60	A2-1, 60	

OTSZ (2011)

Lublóy Éva- Tűz hatása

OTSZ (2011)

R - teherhordó képesség: a szerkezeti elemek azon képessége, hogy egy bizonyos ideig egy, vagy több oldalukon fennálló meghatározott mechanikai igénybevétel mellett ellenállnak a tűz hatásának, szerkezeti stabilitásuk bármilyen vesztesége nélkül

E - integritás: az épületszerkezetnek egy elválasztó funkcióval rendelkező olyan képessége, hogy tűznek az egyik oldalán történő kitéttel szemben ellenáll anélkül, hogy a tűz a lángok, vagy a forró gázok átjutása következtében áterjedne a másik oldalra, s azok vagy a ki nem tett felületen vagy, a felülettel szomszédos bármely anyagon gyulladást okoznának

I - szigetelés: az épületszerkezet azon képessége, hogy ellenáll a csak egyik oldalon bekövetkező tűzkitétnek anélkül, hogy szignifikáns hőátadás eredményeként a tűz átjutása bekövetkezne a kitétt felületről a ki nem tett felületre

Lublóy Éva- Tűz hatása



W - sugárzás: az épületszerkezeti elemek azon képessége, amely egy oldalon történő tűzkitét esetén vagy a szerkezeten keresztül, vagy a ki nem tett felülettől a szomszédos anyagok felé irányuló jelentős hőszugárzás csökkentése eredményeként csökkenti a tűz átmenetének valószínűségét

M - mechanikai hatás: az épületszerkezeteknek az a képessége, hogy ütésnek ellenállnak abban az esetben, ha a tűzben egy másik komponens szerkezeti hibája következtében az illető szerkezethez ütődik

C - önzáródás: egy ajtó- vagy egy zsaluszerkezet azon képessége, hogy automatikusan becsukódik, s ez által lezár egy nyílást

S - füstáteresztés: épületszerkezetek azon képessége, hogy csökkentik, vagy eliminálják a gázok vagy a füst átjutását az épületszerkezet egyik oldaláról a másikra

G - "koromtűz"-zel szembeni ellenálló képesség: kémények és égéstermék elvezetők ellenálló képessége koromlerakódásból származó tűzzel szemben

P vagy PH - üzemképesség fenntartása: kábelek áramellátási és/vagy jelátviteli képességének folyamatos fennmaradása tűz esetén

K - tűzvédő képesség: fal és mennyezetburkolatok, valamint álmennyezetek azon képessége, amely a mögöttük/fölöttük lévő anyagnak egy bizonyos ideig védelmet biztosít tűzzel, szénessedéssel és más hő károsodással szemben

OTSZ (2011)

teherhordó pillérekre	R
teherhordó falakra	REI-M,
tűzgátló födémekre	REI
nem teherhordó válaszfalakra	EI
tűzgátló ajtókra	EI

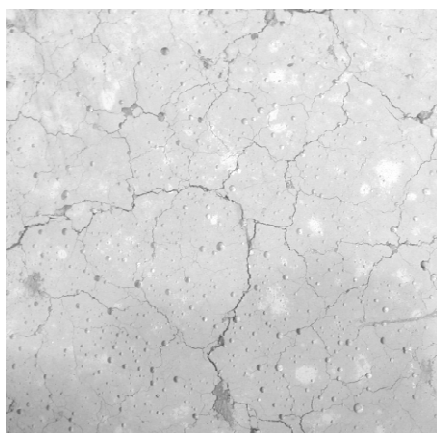
Lublóy Éva- Tűz hatása

## ÉPÍTŐANYAGOK VISELKEDÉSE TÚZBEN

### BETON VISELKEDÉSE TÚZBEN

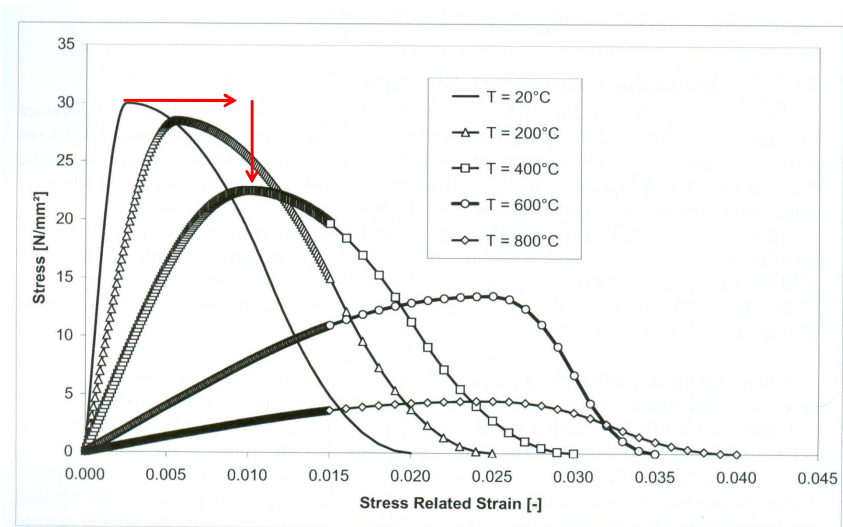
*Szerkezeti elem  
tönkremenetele*

T=800°C



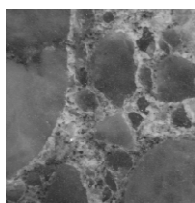
*Szerkezeti anyag károsodása*

## A BETON $\sigma$ - $\epsilon$ DIAGRAMJÁNAK VÁLTOZÁSA A HŐTERHELÉS HATÁSÁRA



Lublóy Éva- Tűz hatása

fib bulletin 38



### ÖSSZETEVŐK

- megszilárdult cementpép
- adalékanyag
- szálak



kémiai és fizikai  
változások

Hőm.	megszilárdult cementpép	adalékanyag	polipropilén szálak
1200°C	olvadás		
1000°C			
800°C	CaCO <sub>3</sub> bomlása		
700°C	CSH bomlása		
600°C		kvarc átalakulása	
500°C	Ca(OH) <sub>2</sub> bomlása		
400°C			
200°C	Ca cementkő dehidratációjának kezdete		
100°C	↑ víz távozása		

bomlás

olvadás

# *Spalling*

Lublóy Éva- Tűz hatása



Lublóy Éva- Tűz hatása



Lublóy Éva- Tűz hatása



Lublóy Éva- Tűz hatása

## ACÉL VISELKEDÉSE TÚZBEN

T=500°C



Budapest Sportcsarnok 1999.12.15

Lublóy Éva- Tűz hatása

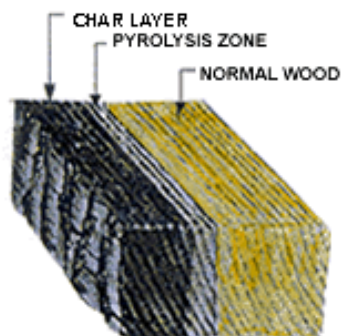
## FA VISELKEDÉSE TÚZBEN



T=300°C

Fotó: Takács Lajos

## A HŐBOMLÁSI ZÓNA MÉLYSÉGE



$$d_{\text{char}} = \beta \cdot t$$

$\beta$  az elszenesedési sebesség [mm/min],  
 $t$  a tűzhatás ideje [min].

(MSZ EN 1995 1-2)

Lublóy Éva- Tűz hatása

## TÉGLAFALAK VISELKEDÉSE TŰZBEN



T=800°C

Fotó: Takács Lajos

Lublóy Éva- Tűz hatása

## MŰANYAGOK VISELKEDÉSE TŰZBEN



$T=100^{\circ}\text{C}-500^{\circ}\text{C}$

Lublóy Éva- Tűz hatása

(Mezei, 2009)

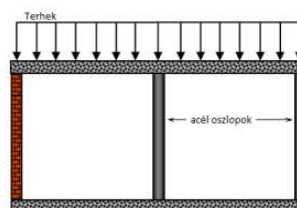
## TŰZNEK KITETT TARTÓSZERKEZETEK VISELKEDÉSE



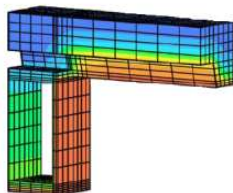
1. Gyújtóhatás



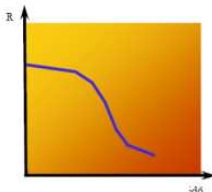
2. Termikus hatás



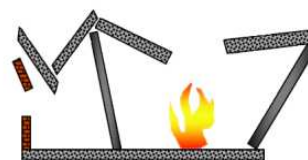
3. Mechanikai hatás



4. Termikus reagálás



5. Mechanikai reagálás



6. Lehetséges összeomlás

(Horváth, 2010)

Lublóy Éva- Tűz hatása



# TÚZESETEK

Lublóy Éva- Tűz hatása

**2009. június 10**

Delfti Egyetem  
Építész Kar



Lublóy Éva- Tűz hatása

2008. május 13

Delfti Egyetem Építész Kar



Lublóy Éva- Tűz hatása

*Paneltűz, Debrecen 2007.*





Gretzenbach, 2004. november

Hietanen, 2004

Lublóy Éva- Tűz hatása

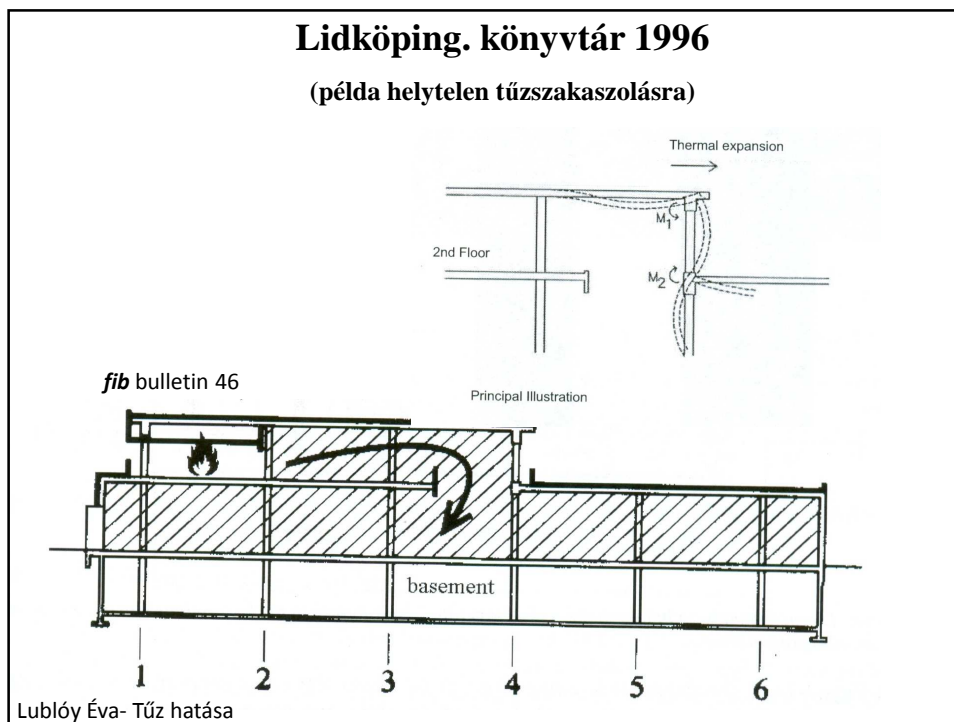


***Genti áruház, 1974***

***fib*** bulletin 46

## Lidköping. könyvtár 1996

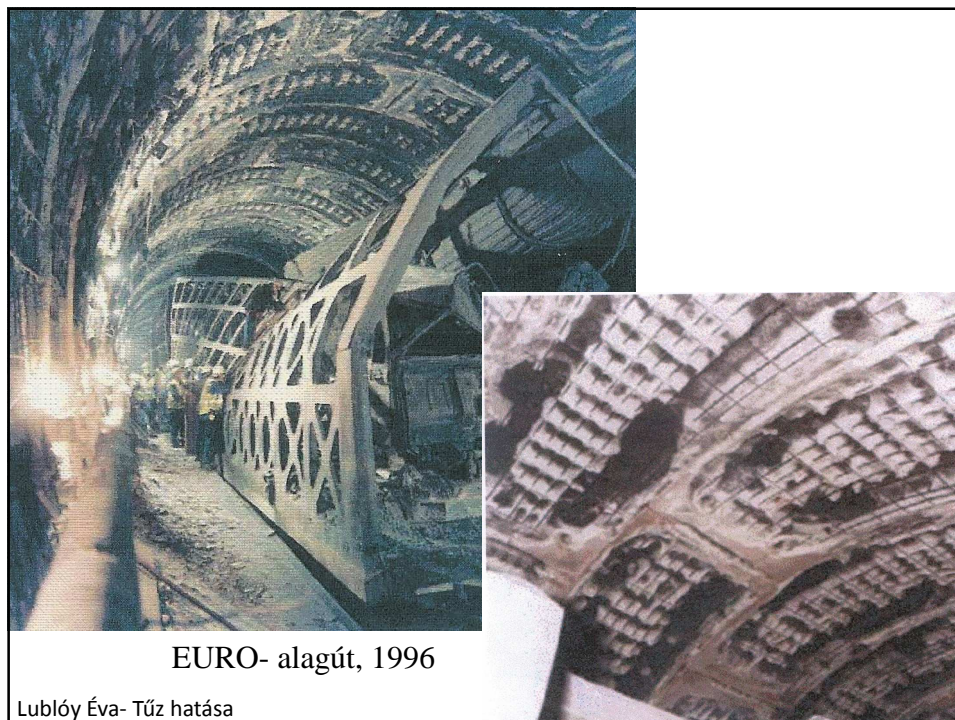
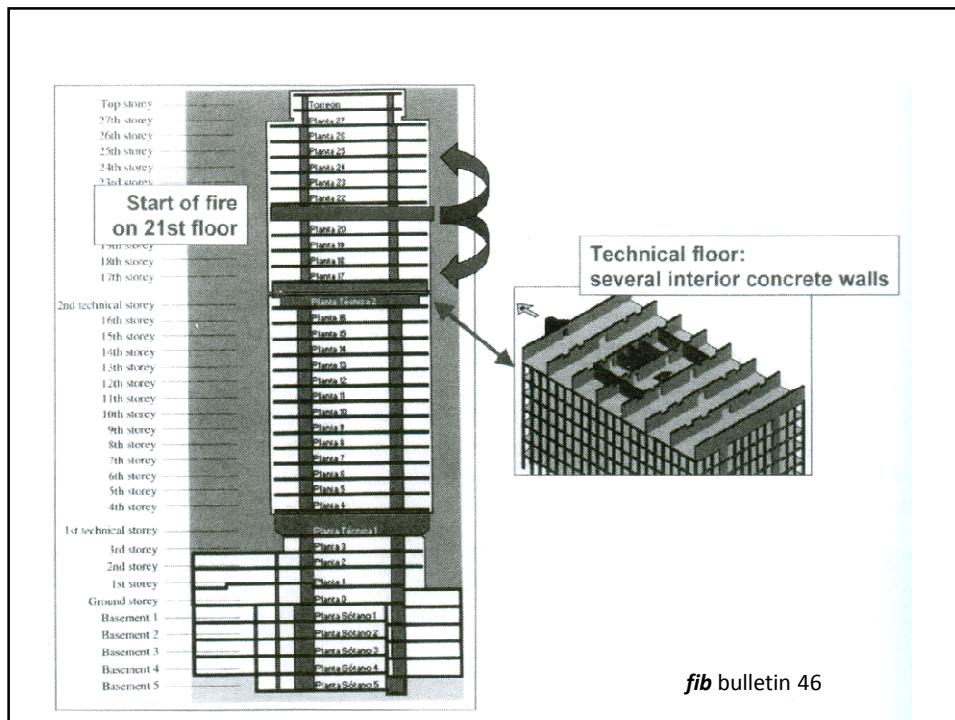
(példa helytelen tűzszakaszolásra)



Madrid Torre Windsor fire, 2005.02.15

SEI Volume 16 Number 2

Lublóy Éva- Tűz hatása





Gotthard alagút, 2001.11.24

Lublóy Éva- Tűz hatása

## **MSZ EN 1992-1**

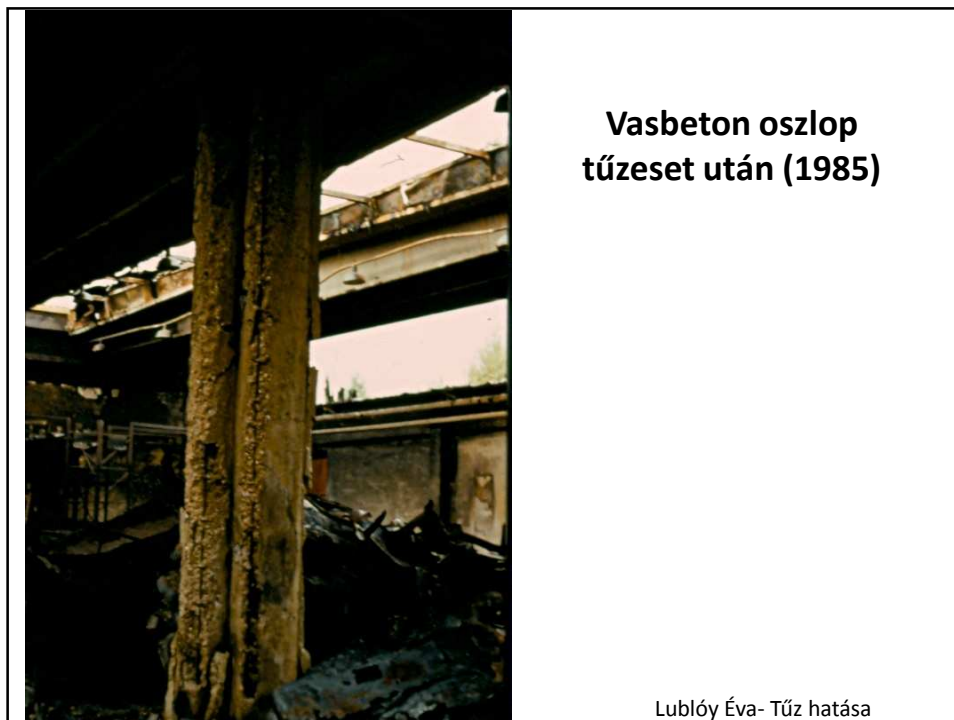
**MSZ EN 1992-1-1: 2008**

**BETONSZERKEZETEK TERVEZÉSE**

**Általános és épületszerkezetekre vonatkozó  
rész**

**MSZ EN 1992-1-2: 2004**

**TERVEZÉS TŰZTEHERRE**

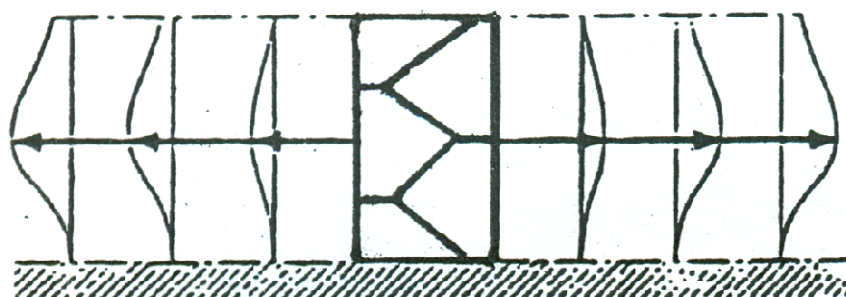




### A BETON VÁLASZA A HŐMÉRSÉKLET EMELKEDÉSÉRE

- **anyagszerkezeti változások**
- a cement és az adalékanyag eltérő hőtágulása
- belső víz-gőznyomás
- a keresztmetszeten belüli, illetve az elem menti eltérő hőmérsékletek
- **túlzott lehajlás** (beleértve a hő hatására bekövetkező kúszás és fajlagos alakváltozás okozta növekményt)
- **túlzott repedezettség**
- a beton és a betonacél közötti **tapadás** és lehorgonyzó képesség leromlása
- betonfedés **réteges leválása**
- **teherbírás vesztes** (beleértve stabilitás vesztes és átszúródás)

### HALMOZÓDÓ ALAKVÁLTOZÁSOK



Kordina, 1997

Lublóy Éva- Tűz hatása



## TŰZTEHERRE VALÓ MÉRETEZÉS KÖVETELMÉNYEI

A hőmérsékleti jellemzők tervezési értékei

a jellemző növekedése a biztonság szempontjából kedvező

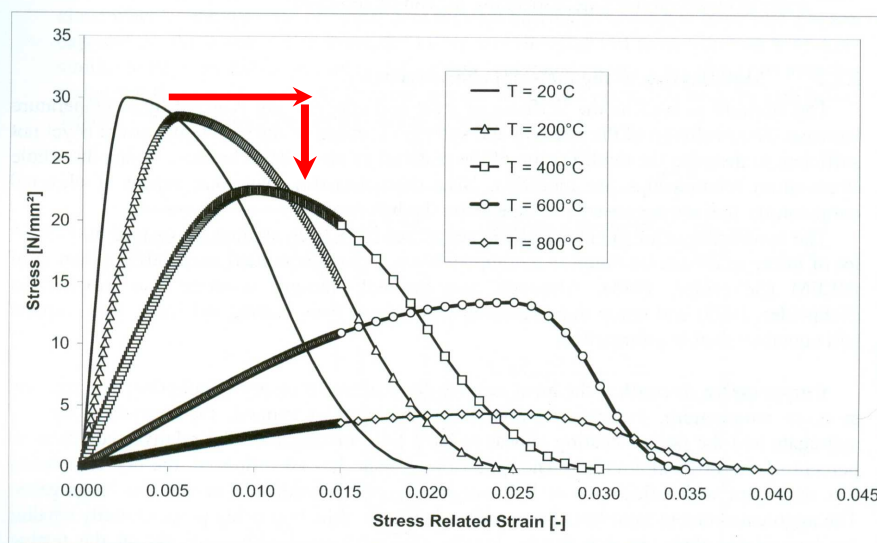
$$X_{d,fi} = X_{k,\theta} / \gamma_{M,fi}$$

a jellemző növekedése a biztonság szempontjából kedvezőtlen

$$X_{d,fi} = \gamma_{M,fi} X_{k,\theta}$$

Lublóy Éva- Tűz hatása

## A BETON $\sigma$ - $\epsilon$ DIAGRAMJÁNAK VÁLTOZÁSA A HŐTERHELÉS HATÁSÁRA



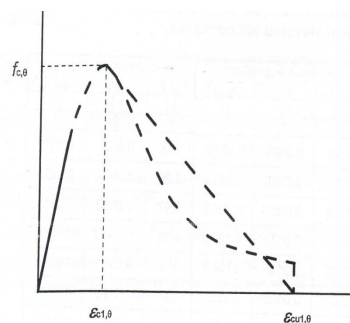
Lublóy Éva- Tűz hatása

*fib* bulletin 46

## ANYAGJELLEMZŐK: BETON

MSZ EN 1992-1-2:2004

Concrete temp. $\theta$ [°C]	Siliceous aggregates			Calcareous aggregates		
	$\bar{f}_{c,\theta} / \bar{f}_{ck}$ [-]	$\bar{\epsilon}_{c1,\theta}$ [-]	$\bar{\epsilon}_{cu1,\theta}$ [-]	$\bar{f}_{c,\theta} / \bar{f}_{ck}$ [-]	$\bar{\epsilon}_{c1,\theta}$ [-]	$\bar{\epsilon}_{cu1,\theta}$ [-]
1	2	3	4	5	6	7
20	1,00	0,0025	0,0200	1,00	0,0025	0,0200
100	1,00	0,0040	0,0225	1,00	0,0040	0,0225
200	0,95	0,0055	0,0250	0,97	0,0055	0,0250
300	0,85	0,0070	0,0275	0,91	0,0070	0,0275
400	0,75	0,0100	0,0300	0,85	0,0100	0,0300
500	0,60	0,0150	0,0325	0,74	0,0150	0,0325
600	0,45	0,0250	0,0350	0,60	0,0250	0,0350
700	0,30	0,0250	0,0375	0,43	0,0250	0,0375
800	0,15	0,0250	0,0400	0,27	0,0250	0,0400
900	0,08	0,0250	0,0425	0,15	0,0250	0,0425
1000	0,04	0,0250	0,0450	0,06	0,0250	0,0450
1100	0,01	0,0250	0,0475	0,02	0,0250	0,0475
1200	0,00	-	-	0,00	-	-

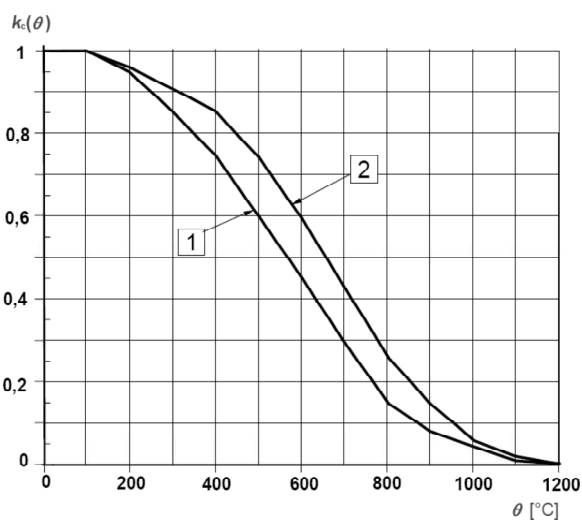


Lublóy Éva- Tűz hatása

## ANYAGJELLEMZŐK: BETON

$$f_{ck}(\theta) = k_c(\theta) f_{ck}(20^\circ\text{C})$$

MSZ EN 1992-1-2:2004



Curve **1** : Normal weight concrete with siliceous aggregates

Curve **2** : Normal weight concrete with calcareous aggregates

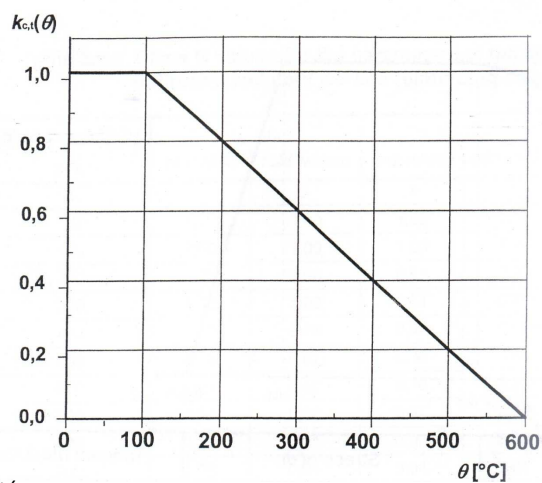
Lublóy Éva- Tűz hatása

## Anyagjellemzők: beton

húzószilárdság

$$f_{ck,t}(\Theta) = k_{c,t}(\Theta) f_{ck,t}(20^\circ\text{C})$$

MSZ EN 1992-1-2:2004

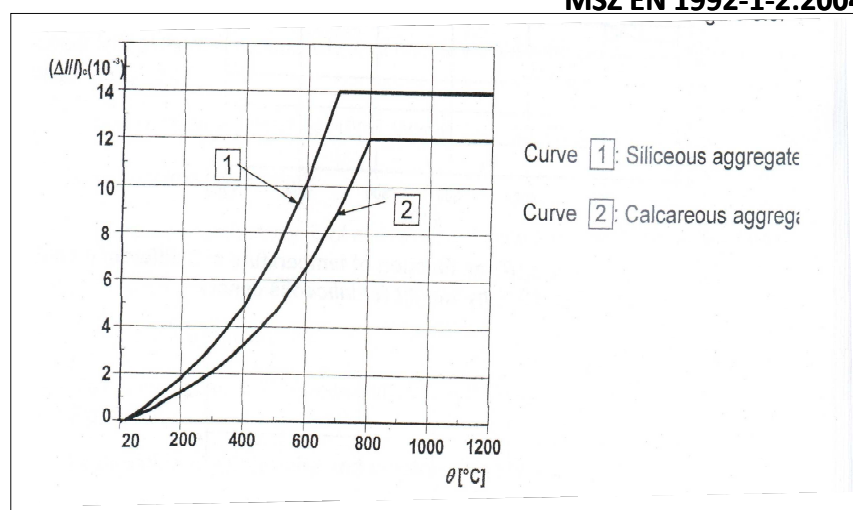


Lublóy Éva- Tűz hatása

## Anyagjellemzők: beton

hőtágulás

MSZ EN 1992-1-2:2004

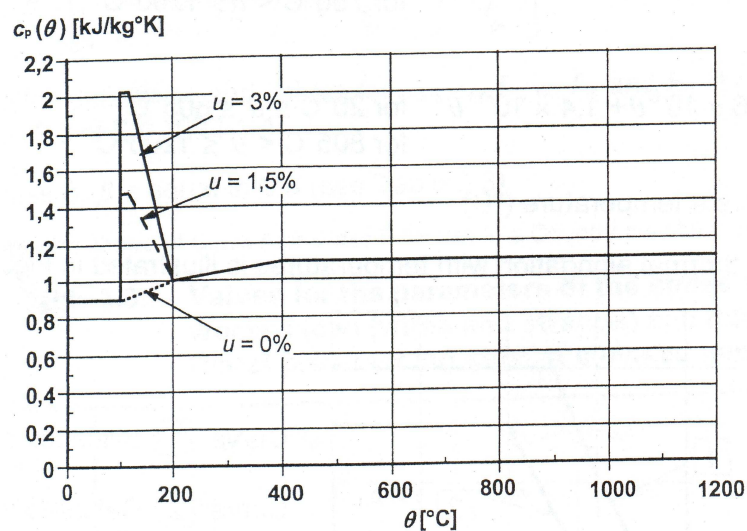


Lublóy Éva- Tűz hatása

## Anyagjellemzők: beton

fajhő

MSZ EN 1992-1-2:2004

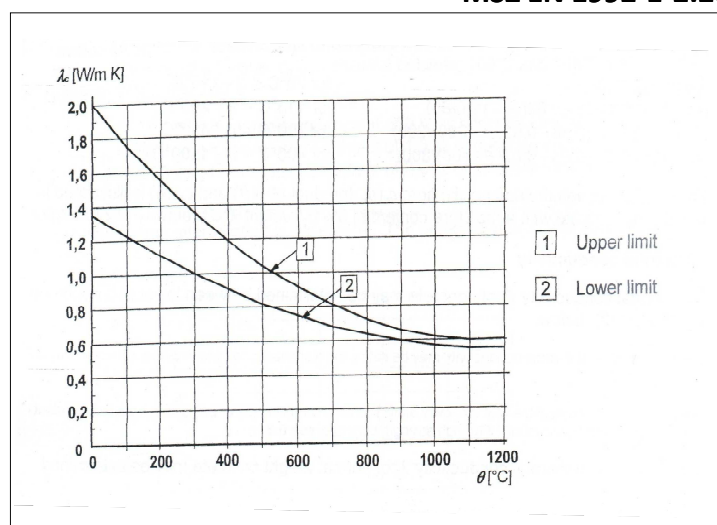


Lublóy Éva- Tűz hatása

## Anyagjellemzők: beton

hővezetési tényező

MSZ EN 1992-1-2:2004



## SZERKEZETTERVEZÉS TŰZHATÁSRA

### - MÓDSZREK -

*A következő lehetőségek állnak rendelkezésünkre:*

1. táblázatosan megadott adatok összehasonlítása  
(*tabulated data*)
2. egyszerűsített számítási módszer (*simplified calculation*)
3. pontosított számítási módszer (*advanced calculation*)

A betonfelületek réteges leválását el kell kerülni.

Feszített szerkezetek esetén a lehorgonyzások védelmét különleges elővigyázatossággal kell megoldani.

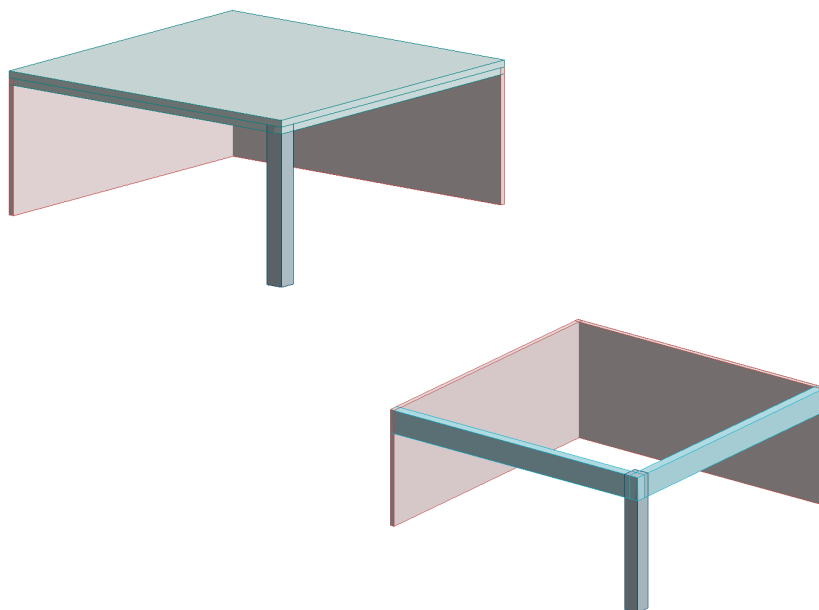
Lublóy Éva- Tűz hatása

## MIT TUDUNK MODELLEZNI?

	táblázatosan megadott adatok	egyszerűsített számítási mód	pontosított számítási mód (VEM)
egy elem vizsgálata	megoldott	megoldott	megoldott
szerkezeti rész vizsgálata	nem megoldott	megoldott	megoldott
szerkezet vizsgálata	nem megoldott	nem megoldott	megoldott

Lublóy Éva- Tűz hatása

## MÉRETZÉS TŰZTEHERRE

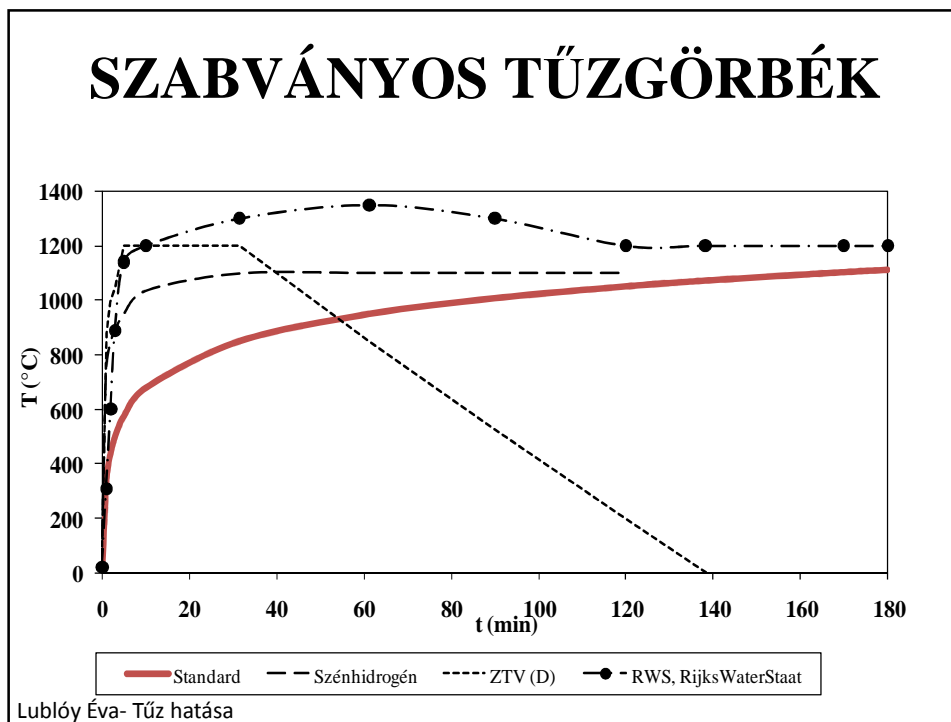


Lublóy Éva- Tűz hatása

## TÁBLÁZATOSAN MEGADOTT ADTOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Lublóy Éva- Tűz hatása





### Legkisebb geometria méretek ellenőrzése táblázatos adatok segítségével

Betonfedés (a) és a keresztmetszet méretének ( $b_{\min}$ ) ellenőrzése  
→ acélbetét kritikus hőmérséklete határozza meg

$$E_{d,fi} \leq R_{d,t,fi}$$

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d$$

$$\eta_{fi} = 0,7 \quad \text{táblázatos adatok ellenőrzéséhez}$$

Szerkezeti részlet vizsgálata

**Globális vizsgálat**

Lublóy Éva- Tűz hatása

## ***NEM TEHERHORDÓ FAL***

Lublóy Éva- Tűz hatása

### ***Fal (nem teherhordó)***

**MSZ EN 1992-1-2:2004**

Fal vastagság: **120 mm**  
 Fal magassága: 3000 mm

1. *feltétel*: Fal tiszta magasság / vastagság aránya nem lehet

több 40- nél jelen esetben:  $3000 / 120 = 25$

Standard fire resistance	Minimum wall thickness (mm)
1	2
EI 30	60
EI 60	80
EI 90	100
<b>EI 120</b>	<b>120</b>
EI 180	150
EI 240	175

*a fal tűzállósága: 120 perc*

# TEHERHORDÓ FAL

Lublóy Éva- Tűz hatása

## Fal (teherhordó)

MSZ EN 1992-1-2:2004

Fal vastagság: **120 mm**  
 Fal magassága: 3000 mm

A szabványos tűzállóság a terhelési szint tervezési értékétől is függ

$$\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}} \quad \mu_{fi} = 0,7$$

legkedvezőtlenebb eset, ennél **nagyobb kihasználtság** esetén a táblázatos módszer **nem használható**

A fal tűzállósága az 3. 3. táblázat alapján: REI 30 perc

Lublóy Éva- Tűz hatása

Standard fire resistance	Minimum dimensions (mm)			
	Wall thickness/axis distance for			
	$\lambda_{th} = 0,35$		$\lambda_{th} = 0,7$	
	wall exposed on one side	wall exposed on two sides	wall exposed on one side	wall exposed on two sides
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
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

\* Normally the cover required by EN 1992-1-1 will control.

Note: For the definition of  $\lambda_{th}$  see 5.3.2 (3).

**MSZ EN 1992-1-2:2004**

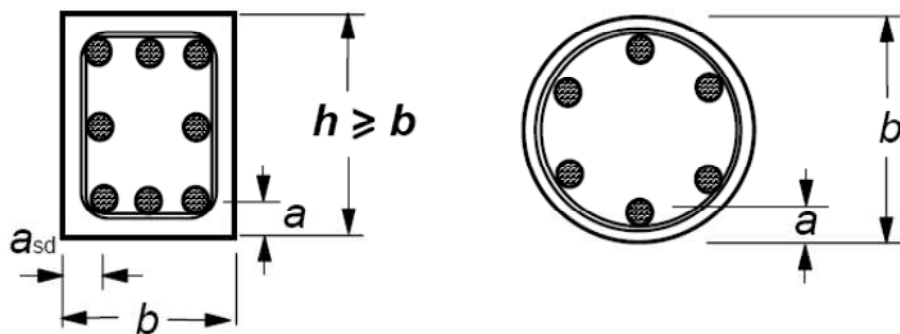
A fal tűzállósága az alapján: REI 30 perc

Lublóy Éva- Tűz hatása

**FÖDÉM**

Lublóy Éva- Tűz hatása

**ACÉLBETÉTEK SÚLYPONT TÁVOLSÁGA A TŰZ HATÁSNAK KITETT LEGKÖZELEBBI FELÜLETTŐL**



Lublóy Éva- Tűz hatása

**Födém**

**MSZ EN 1992-1-2:2004**

Betonfedés: 25 mm

A födém vastagsága: 300 mm

Acélbetétek súlypont távolsága a tűz hatásnak kitett legközelebbi felülettől:

$$a = 25 + 16/2 = 33 \text{ mm}$$

Fesztávolságok: 7500 mm/7500 mm  $\rightarrow I_x/I_y=1$

Lublóy Éva- Tűz hatása

Standard fire resistance	Minimum dimensions (mm)			
	slab thickness $h_s$ (mm)	axis-distance $a$		
		one way	two way:	
1	2	3	$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

$l_x$  and  $l_y$  are the spans of a two-way slab (two directions at right angles) where  $l_y$  is the longer span.

For prestressed slabs the increase of axis distance according to 5.2(5) should be noted.

The axis distance  $a$  in Column 4 and 5 for two way slabs relate to slabs supported at all four edges. Otherwise, they should be treated as one-way spanning slab.

\* Normally the cover required by EN 1992-1-1 will control.

Acélbetétek súlypont távolsága a tűz hatásnak kitett legközelebbi felülettől : 33 mm  
*Lineárisan interpolálva a födém tűzállósága: 198 perc*

## GERENDA

Lublóy Éva- Tűz hatása

## MSZ EN 1992-1-2:2004

## Gerenda

Szélesség:	250 mm
Magasság:	600 mm
Betonfedés:	20 mm
Kengyelek átmérője:	12 mm
Húzott vasak átmérője:	20 mm
Acélbetétek súlypont távolsága a tűz hatásnak kitett legközelebbi felülettől:	

$$a = 20 + 12 + 20 / 2 = 42 \text{ mm}$$

A gerenda minimális szélessége:

$$b_{\min} = 250 \text{ mm}$$



Lublóy Éva- Tűz hatása

Standard fire resistance	Minimum dimensions (mm)						
	Possible combinations of $a$ and $b_{\min}$ where $a$ is the average axis distance and $b_{\min}$ is the width of beam				Web thickness $b_w$		
					Class WA	Class WB	Class WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{\min} = 80$ $a = 15^*$	160 12*			80	80	80
R 60	$b_{\min} = 120$ $a = 25$	200 12*			100	80	100
R 90	$b_{\min} = 150$ $a = 35$	250 25			110	100	100
R 120	$b_{\min} = 200$ $a = 45$	300 35	450 35	500 30	130	120	120
R 180	$b_{\min} = 240$ $a = 60$	400 50	550 50	600 40	150	150	140
R 240	$b_{\min} = 280$ $a = 75$	500 60	650 60	700 50	170	170	160

$a_{sd} = a + 10\text{mm}$  (see note below)

For prestressed beams the increase of axis distance according to 5.2(5) should be noted.

$a_{sd}$  is the axis distance to the side of beam for the corner bars (or tendon or wire) of beams with only one layer of reinforcement. For values of  $b_{\min}$  greater than that given in Column 3 no increase of  $a_{sd}$  is required.

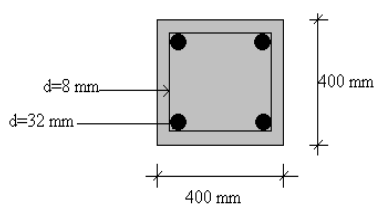
\* Normally the cover required by EN 1992-1-1 will control.

Mértékadó méret:  $a = 42 \text{ mm}$

a gerenda tűzállósága 111 perc

# OSZLOP

Lublóy Éva- Tűz hatása



**MSZ EN 1992-1-2:2004**

## Oszlop

a beton nyomószilárdsága:	$f_{ck}=40 \text{ N/mm}^2$
a betonacél folyáshatára:	$f_{yk}=500 \text{ N/mm}^2$
az oszlopra ható nyomaték tervezési értéke:	$M_{0Ed}=122 \text{ kNm}$
az oszlopra ható normálerő tervezési értéke:	$N_{0Ed}=4\,500 \text{ kN}$
az oszlop magassága:	$l=3500 \text{ mm}$
a betonfedés:	$c= 20 \text{ mm}$

Lublóy Éva- Tűz hatása



## „A” módszer



A módszer alkalmazhatóságának vizsgálata:

1. feltétel: az oszlop kihajlási hossza:  $l_{0,fi}=0,5l \rightarrow l_{0,fi}=1750 \text{ mm}$   
az oszlop kihajlási hossza ne legyen hosszabb 3 m- nél ( $l_{0,fi} \leq 3 \text{ m}$ )

OK

2. feltétel: a kezdeti külpontosság maximális mértéke kisebb, mint 0,15 h

$$e = \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{0Ed,fi}} < e_{\max}$$

OK

$$e = \frac{122 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{4500 \cdot 10^3 \text{ N}} < e_{\max} = 0,15 \cdot h = 0,15 \cdot 400 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$$

3. feltétel:  $A_s < 0,04A_c$

OK

$$A_s = 4 \frac{d^2 \pi}{4} = 4 \frac{32^2 \cdot 3,14}{4} = 3212 \text{ mm}^2$$

$$A_c = 400 \text{ mm} \cdot 400 \text{ mm} = 160000 \text{ mm}^2 \rightarrow 0,04$$

$$A_c = 6271 \text{ mm}^2$$

$$3212 \text{ mm}^2 < 6271 \text{ mm}^2$$

Lublóy Éva- Tűz hatása

Standard fire resistance	Minimum dimensions (mm)			
	Column width $b_{\min}$ /axis distance $a$ of the main bars			
	Column exposed on more than one side			Exposed on one side
	$\mu_{fi} = 0.2$	$\mu_{fi} = 0.5$	$\mu_{fi} = 0.7$	$\mu_{fi} = 0.7$
1	2	3	4	5
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35
R 180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R 240	350/61**	450/75**	-	295/70

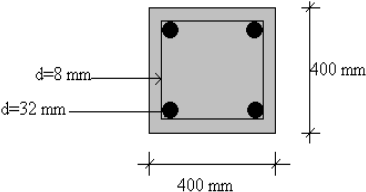
\*\* Minimum 8 bars  
For prestressed columns the increase of axis distance according to 4.2.2. (4) should be noted.

következő tényezők ismerte szükségese:

MSZ EN 1992-1-2:2004

- $\mu_{fi} = N_{Ed,fi} / N_{Rd} \rightarrow \eta_{fi} = 0,7$  legszigorúbb feltétel méretek szempontjából
- A betonacélok távolsága az elem szélétől:  $a = 20 + 8 + 16/2 = 36 \text{ mm}$
- az elem vastagsága:  $b = h = 400 \text{ mm}$

AZ OSZLOP TEHERVISELÉSE 51 PERC



**MSZ EN 1992-1-2:2004**

**Oszlop**

a beton nyomószilárdsága:  $f_{ck}=40 \text{ N/mm}^2$   
 a betonacél folyásihatára:  $f_{yk}=500 \text{ N/mm}^2$   
 az oszlopra ható nyomaték tervezési értéke:  
 $M_{0Ed}=122 \text{ kNm}$   
 az oszlopra ható normálerő tervezési értéke:  
 $N_{0Ed}=4\,500 \text{ kN}$   
 az oszlop magassága:  $l=3500 \text{ mm}$   
 a betonfedés:  $c=20 \text{ mm}$

Lublóy Éva- Tűz hatása

**„B” módszer**

**MSZ EN 1992-1-2:2004**

*A módszer alkalmazhatóságának vizsgálata:*

1. feltétel (külpontosságra vonatkozó feltétel):

$$e = \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{0Ed,fi}} = \frac{122 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{4500 \cdot 10^3 \text{ N}} = 27,1 \text{ mm}$$

$$e < e_{\max} = 60 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{b} = \frac{27,1 \text{ mm}}{400 \text{ mm}} = 0,068 < 0,25 \quad \text{OK}$$

2. feltétel (az oszlop karcsúságára vonatkozó feltétel):  $\lambda_{fi} < 30$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{400 \text{ mm}}{\sqrt{12}} = 115,5 \text{ mm}$$

$$\lambda_{fi} = \frac{l_{0,fi}}{i} = \frac{1750 \text{ mm}}{115,5 \text{ mm}} = 15,2 < 30 \quad \text{OK}$$

Lublóy Éva- Tűz hatása

**„B” módszer****MSZ EN 1992-1-2:2004**

A módszer használatához a következő tényezők ismerte szükséges:

1. vashányad meghatározása:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1,0 \cdot 40 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 26,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 434,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}} = \frac{803,84 \cdot 434,8}{159196 \cdot 26,67} = 0,0823$$

2. n meghatározása:

$$n = \frac{N_{0Ed,fi}}{0,7 \cdot (A_c f_{cd} + A_s f_{yd})} = \frac{4500 \cdot 10^3}{0,7 \cdot (159196 \cdot 26,667 + 803,84 \cdot 434,8)} = 1,99$$

Lublóy Éva- Tűz hatása

Standard fire resistance	Mechanical reinforcement ratio $\omega$	Minimum dimensions (mm) Column width $b_{col}$ /axis distance $a$			
		$n = 0,15$	$n = 0,3$	$n = 0,5$	$n = 0,7$
1	2	3	4	5	6
R 30	0,100	150/25*	150/25*	200/30:250/25	300/30:350/25
	0,500	150/25*	150/25*	150/25*	200/30:250/25
	1,000	150/25*	150/25*	150/25*	200/30:300/25
R 60	0,100	150/30:200/25*	200/40:300/25*	300/40:500/25*	500/25*
	0,500	150/25*	150/35:200/25*	250/35:350/25*	350/40:550/25*
	1,000	150/25*	200/40:300/25*	200/40:400/25*	300/50:600/30
R 90	0,100	200/40:250/25*	300/40:400/25*	500/50:550/25*	550/40:600/25*
	0,500	150/35:200/25*	200/45:300/25*	300/45:550/25*	500/50:600/40
	1,000	200/25*	200/40:300/25*	250/40:550/25*	500/50:600/45
R 120	0,100	250/50:350/25*	400/50:550/25*	550/25*	550/60:600/45
	0,500	200/45:300/25*	300/45:550/25*	450/50:600/25*	500/60:600/50
	1,000	200/40:250/25*	250/50:400/25*	450/45:600/30	600/60
R 180	0,100	400/50:500/25*	500/60:550/25*	550/60:600/30	(1)
	0,500	300/45:450/25*	450/50:600/25*	500/60:600/50	600/75
	1,000	300/35:400/25*	450/50:550/25*	500/60:600/45	(1)
R 240	0,100	500/60:550/25*	550/40:600/25*	600/75	(1)
	0,500	450/45:500/25*	550/55:600/25*	600/70	(1)
	1,000	400/45:500/25*	500/40:600/30	600/60	(1)

\* Normally the cover required by EN 1992-1-1 will control.

(1) Requires width greater than 600 mm. Particular assessment for buckling is required.

A z adott vashányad ( $\omega$ ) miatt, AZ OSZLOP TEHERVISELÉSE 45 PERC

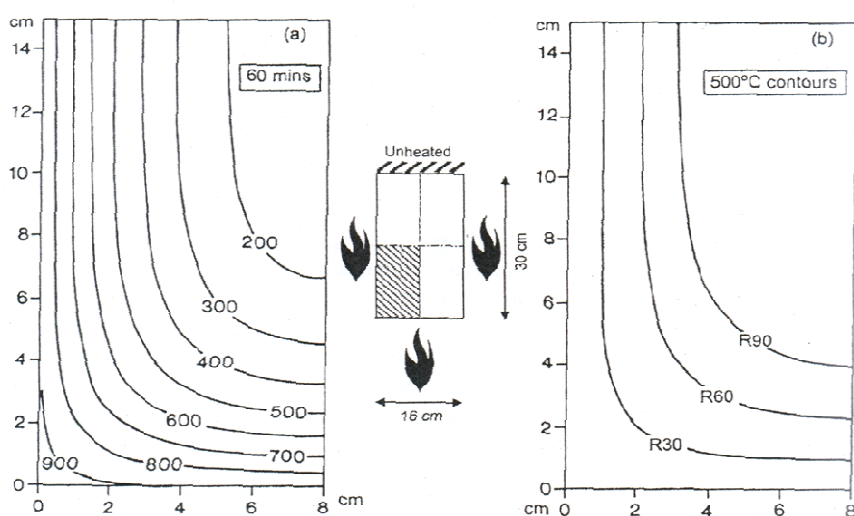
Lublóy Éva- Tűz hatása

## EGYSZERŰSÍTETT SZÁMÍTÁSI MÓDSZER

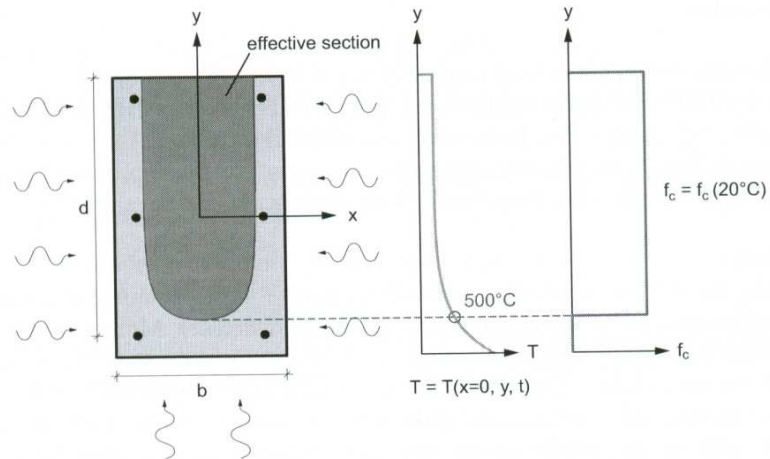
### 500°C-OS IZOTERMA MÓDSZER

Lublóy Éva- Tűz hatása

#### 500°C-os izoterma módszer



### 500°C-os izoterma módszer



Lublóy Éva- Tűz hatása

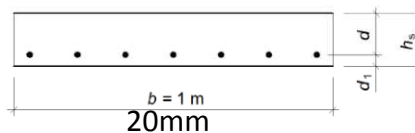
# FÖDÉM

Lublóy Éva- Tűz hatása

## Födém

MSZ EN 1992-1-2:2004

A kívánt követelmény tűzterhelésére REI 90



Betonfedés:

20mm

A födém vastagsága:

300 mm

A hosszvasalás átmérője:

10 mm / 150 mm

$A_s = 524 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{m}$

Acélbetétek súlyponti távolsága a tűz hatásnak kitett legközelebbi felülettől:

$$a = d_1 = 20 + 10 / 2 = 25 \text{ mm}$$

Betonszilárdság:

$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

Acélszilárdság (vasalás):

$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

A nyomaték tervezési értéke (teherbírási határállapot):

$M_d = 25 \text{ kNm}$

Lublóy Éva- Tűz hatása

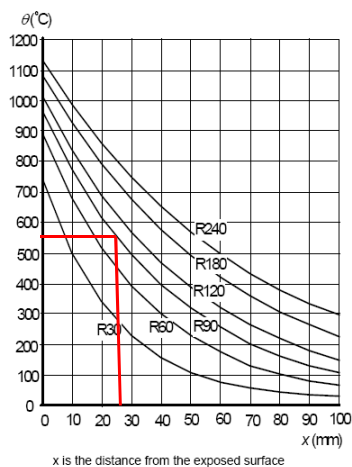
## Födém

A nyomaték tervezési értéke:

$$M_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot M_d = 0,7 \cdot 19,5 = 17,5 \text{ kNm}$$

$$\eta_{fi} = 0,7$$

Az acélbetétek hőmérséklete:



560 °C

Lublóy Éva- Tűz hatása

## Födém

Acélbetét hőmérséklete alapján a  $k_s(\theta)$  csökkentő tényező meghatározható

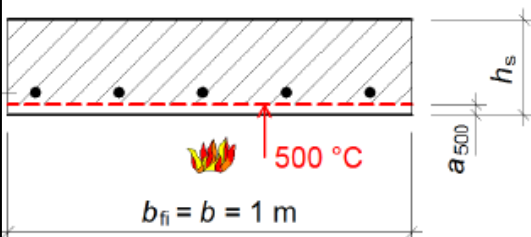
Steel Temperature $\theta$ [°C]	$f_{yk,s} / f_{yk}$		$f_{td,s} / f_{td}$		$E_{s,s} / E_s$	
	hot rolled	cold worked	hot rolled	cold worked	hot rolled	cold worked
1	2	3	4	5	6	7
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
100	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00
200	1,00	1,00	0,81	0,92	0,90	0,87
300	1,00	1,00	0,61	0,81	0,80	0,72
400	1,00	0,94	0,42	0,63	0,70	0,56
500	0,78	0,67	0,36	0,44	0,60	0,40
600	0,47	0,40	0,18	0,26	0,31	0,24
700	0,23	0,12	0,07	0,08	0,13	0,08
800	0,11	0,11	0,05	0,06	0,09	0,06
900	0,06	0,08	0,04	0,05	0,07	0,05
1000	0,04	0,05	0,02	0,03	0,04	0,03
1100	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
1200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

$$k_s(\theta) = 0,67 - \frac{0,67 - 0,40}{600 - 500} \cdot 40 = 0,562$$

$$f_{yd,fi}(560^\circ\text{C}) = k_{s,t}(\theta) \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{s,fi}} = 0,562 \cdot \frac{500}{1,0} = 281 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Lublóy Éva- Tűz hatása

## Födém



$$b_{fi} = 100 \text{ mm}$$

$$b_{fi} = 120 - 32 = 88 \text{ mm}$$

Semleges tengely távolsága:

$$x_{fi} = A_s \cdot f_{yd,fi} / (b_{fi} \cdot \lambda \cdot \mu \cdot f_{cd,fi}) = 0,524 \cdot 281 / (1000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 25) = 0,00736 \text{ m}$$

A keresztmetszet nyomatéki ellenállása:

$$m_{Rd,fi} = A_s \cdot f_{yd,fi} \cdot 10^3 \cdot (b_{fi} - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{fi}) \\ = 0,524 \cdot 0,281 \cdot 10^3 \cdot (0,088 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,00736) = 12,52 \text{ kNm} < 17,5$$

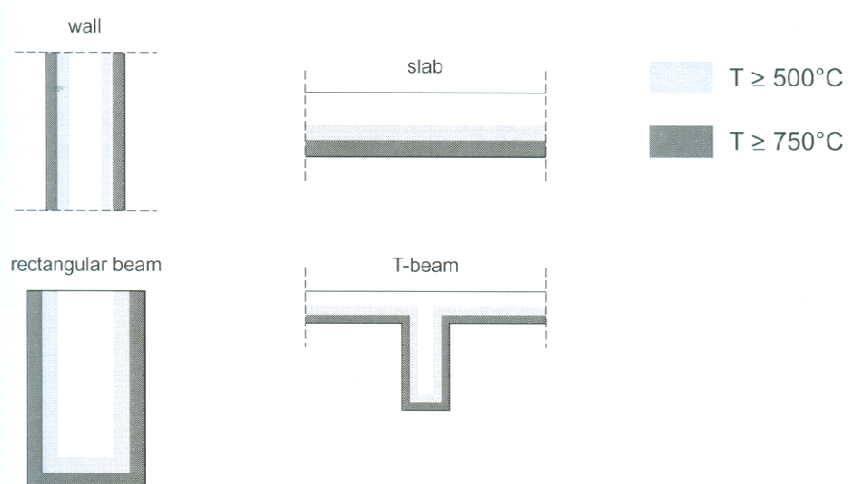
A födém a 90 perces tűzállásnak megfelel.

Lublóy Éva- Tűz hatása

## TOVÁBBI FELADATOK

Lublóy Éva- Tűz hatása

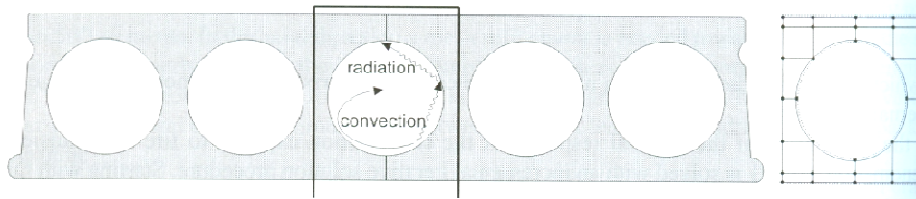
## ZÓNA MÓDSZER



Lublóy Éva- Tűz hatása

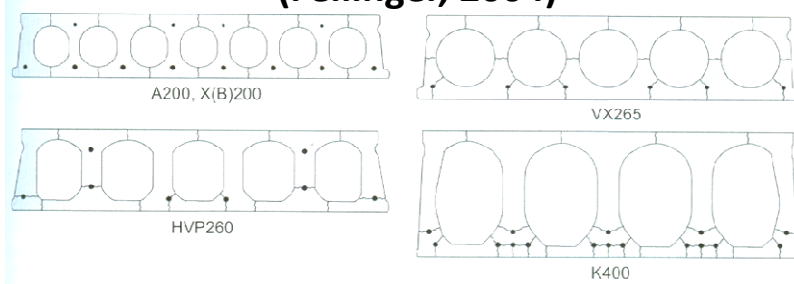


## Körüreges födempallók (Fellinger, 2004)

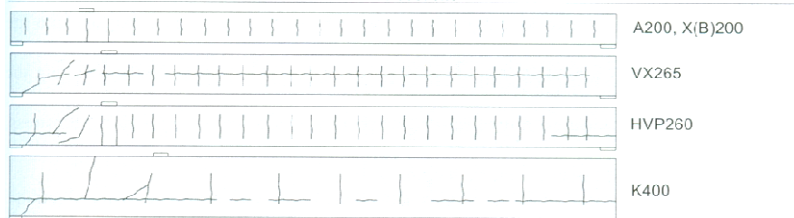


Lublóy Éva- Tűz hatása

## Körüreges födempallók (Fellinger, 2004)



Cross sections

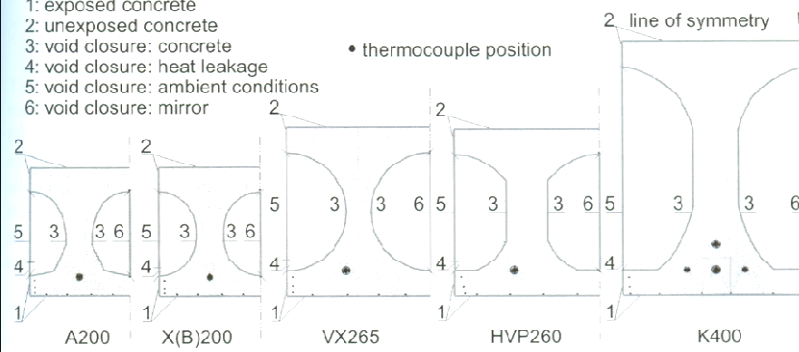


Side view

Lublóy Éva- Tűz hatása

## Kőrüreges földémpallók (Fellinger, 2004)

- 1: exposed concrete
- 2: unexposed concrete
- 3: void closure: concrete
- 4: void closure: heat leakage
- 5: void closure: ambient conditions
- 6: void closure: mirror



Lublóy Éva- Tűz hatása

