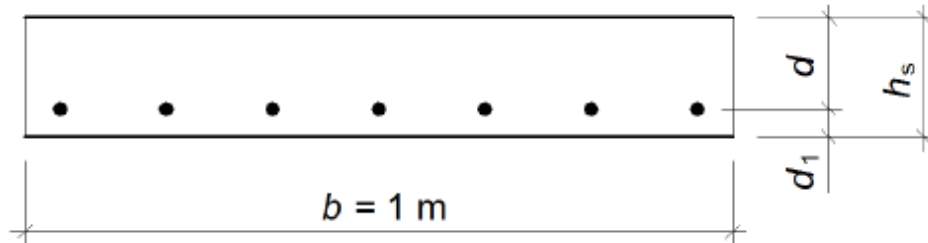


## Kéttámaszú vasbetonlemez

MSZ EN 1992-1-2 Betonszerkezetek tervezése 1-1. rész: Általános szabályok, Tervezés tűzterherre

**Geometria:**

fesztáv l =		3,00 m	
lemezvastagság $h_s$ =		0,120 m	
lemez önsúlya $g_0$ =	$h_s \cdot 25,0$	=	3,00 kN/m <sup>2</sup>
állandó terhelés $g_1$ =			4,30 kN/m <sup>2</sup>
állandó összteher $g_k$ =	$g_0 + g_1$	=	7,30 kN/m <sup>2</sup>
hasznos teher $q_k$ =			5,00 kN/m <sup>2</sup>

tűzállósági határérték követelmény **REI: 90**  
 környezeti besorolás: **XC1**  
 tervezett élettartam: **50 év**

Beton =	GEW("Beton/EC"; Bez; )	=	C25/30
$f_{ck}$ =	TAB("Beton/EC"; fck; Bez=Beton)	=	25,00 N/mm <sup>2</sup>
Acel =	GEW("reinf/steel"; Name; )	=	500 S
$f_{yk}$ =	TAB("reinf/steel"; $\beta_s$ ; Name=Acel)	=	500 N/mm <sup>2</sup>

**Biztonsági tényezők (+20°C esetén):**

$\gamma_c$ =	1,50
$\gamma_s$ =	1,15
$\gamma_G$ =	1,35
$\gamma_Q$ =	1,50

**Kvázi-állandó teherszint tényezője (MSZ EN 1990 szabvány A1.1 táblázata):**

gyülekezésre szolgáló helyiségek  $\psi_{2,1} =$  **0,6**

**Méretezés normálhőmérsékleten az MSZ EN 1992-1-1 szerint:**

beton tartós terhelését figyelembe vevő tényező $\alpha_{cc}$ =		1,0
$f_{cd} =$	$\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 16,7 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm} =$	TAB("Beton/EC"; fctm; Bez=Beton)	= 2,6 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{cu,3} =$		$3,5 \cdot 10^{-3}$
$\eta =$		1,0
$\lambda =$		0,8

$f_{yd} =$	$f_{yk} / \gamma_s = 434,8$ N/mm <sup>2</sup>	
$E_s =$	200000 N/mm <sup>2</sup>	
$\epsilon_{yd} =$	$f_{yd} / E_s$	= $2,174 \cdot 10^{-3}$
$\xi_{bal,1} =$	$\epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd})$	= 0,617

**Igénybevétel tervezési értéke:**

$$m_{Ed} = (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k) \cdot l^2 / 8 = 19,5 \text{ kNm / m}$$

**Hosszanti vasalás betontakarása:**

$$\text{feltételezett vasátmérő } d_s = 10 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}}$$

$$c_{\text{min}} = \text{MAX}(c_{\text{min,b}}; c_{\text{min,dur}} + \Delta c_{\text{dur,y}} - \Delta c_{\text{dur,st}} - \Delta c_{\text{dur,add}}; 10\text{mm})$$

$$c_{\text{min,b}} = d_s = 10 \text{ mm}$$

Környezeti feltételek osztálya: **XC1**  $\Rightarrow$  az NA **E.1** táblázata szerint a min. betonminőség C16/20, ami megfelel A szerkezeti osztály **S4** (50 éves élettartam)  $\Rightarrow$  az NA **4.3N** táblázata szerint amennyiben a beton minősége  $\geq$  **C25/30** úgy a szerkezeti osztály eggyel csökkenthető, lemez esetében egy újabb osztállyal csökkenthető a besorolás, így a végső besorolás **S2**.

$$\text{XC1 és S2 esetében } c_{\text{min,dur}} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{valamennyi } \Delta c_{\text{dur}} = 0$$

$$c_{\text{min}} = \text{MAX}(c_{\text{min,b}}; c_{\text{min,dur}}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$\text{tervezett takarástól való eltérés miatt } \Delta c_{\text{dev}} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{felvett betontakarás, ami a tervre kerül } c = \underline{20 \text{ mm}}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot d_s = 25 \text{ mm}$$

$$d = h_s - (0,001 \cdot d_1) = 0,095 \text{ m}$$

$$\text{szükséges betonvas keresztmetszete } a_{s,\text{req}} = 509 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{m}$$

Felvett vasalás  $\varnothing 10/150\text{mm}$

$$\text{felvett betonvas keresztmetszete } a_{s,\text{prov}} = 524 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{m}$$

**Vashányad ellenőrzése:**

$$\text{vizsgált lemezszél szélessége } b = 1 \text{ m}$$

$$a_{s,\text{min}} = \text{MAX}(0,26 \cdot f_{\text{ctm}} \cdot b \cdot d / f_{y,k}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 128 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$a_{s,\text{min}} / a_{s,\text{prov}} = \underline{0,24 < 1}$$

**Hosszanti vas maximális tengelytávolsága:**

$$s_{\text{max,slab}} = \text{MIN}(2 \cdot h_s \cdot 1000; 250) = 240 \text{ mm}$$

$$s_{\text{prov}} = 150 \text{ mm}$$

$$s_{\text{prov}} / s_{\text{max,slab}} = \underline{0,63 < 1}$$

**Vizsgálat +20°C esetén:**

$$x = a_{s,\text{prov}} \cdot f_{y,d} / (b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0,017 \text{ m}$$

$$\xi = x / d = 0,179$$

$$\xi_{\text{bal,1}} = 0,617$$

$$\xi / \xi_{\text{bal,1}} = \underline{0,29 < 1}$$

$$m_{\text{Rd}} = a_{s,\text{prov}} \cdot f_{y,d} \cdot 10^3 \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 20,1 \text{ kNm} / \text{m}$$

$$m_{\text{Ed}} / m_{\text{Rd}} = \underline{0,97 < 1}$$

**Vizsgálat tűz esetén (elvárás REI 90):****a) Táblázati értékek betartásának vizsgálata**

Tabulka 5.8 – Najmenšie rozmery a osové vzdialenosti výstuže od povrchu pre železobetónové a predpäté prsto podoprené betónové dosky nosné v jednom a v dvoch smeroch

Normalizovaná požiarna odolnosť	Najmenšie rozmery (mm)			
	hrúbka dosky $h_s$ (mm)	osová vzdialenosť výstuže a		
		nosné v jednom smere	nosné v dvoch smeroch	
1	2	3	$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
REI 30	60	10 <sup>a)</sup>	10 <sup>a)</sup>	10 <sup>a)</sup>
REI 60	80	20	10 <sup>a)</sup>	15 <sup>a)</sup>
REI 90	100	30	15 <sup>a)</sup>	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

$l_x$  a  $l_y$  sú rozpätia dosky nosné v dvoch smeroch (vzájomne kolmých), kde  $l_y$  je väčšie rozpätie.  
Pri predpätých doskách sa má osová vzdialenosť výstuže od povrchu zväčšiť podľa 5.2(5).  
Osová vzdialenosť a v stĺpcoch 4 a 5 pre dosky nosné v dvoch smeroch sa vzťahuje na dosky podopreté po celom obvode. V ostatných prípadoch sa majú považovať za dosky nosné v jednom smere.  
<sup>a)</sup> Obvykle rozhoduje krycia vrstva požadovaná v EN 1992-1-1.

Egy irányban hordó lemez esetében a 5.8 jelű táblázatból megállapított értékek:

$$h_{s,min} = 100 \text{ mm}$$

$$h_{s,min} / (1000 \cdot h_s) = \underline{0,83 < 1}$$

**MEGFELEL**

$$a_{min} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{osová vzdialenosť od povrchu } a = d_1 = 25 \text{ mm}$$

$$a_{min} / a = \underline{1,20 > 1}$$

**NEM FELEL MEG**

Az MSZ EN 1992-1-2 szabvány (2.5) összefüggése szerint megállapított tényező, ami a terhelés szintjét fejezi ki:

$$\eta_{fi} = (g_k + \psi_{2,1} \cdot q_k) / (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k) = 0,593$$

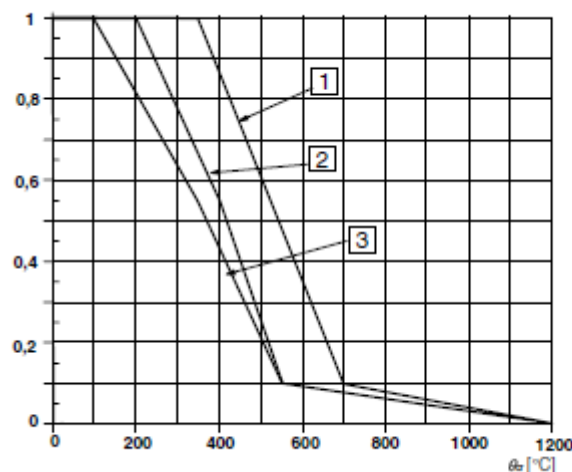
Feszültség a betonvasban:

$$\sigma_{s,fi} = (\eta_{fi} \cdot f_{yk} / \gamma_s) \cdot (a_{s,req} / a_{s,prov}) = 250,4 \text{ N/mm}^2$$

A  $k_s(\Theta_{cr})$  jelű redukciós tényező az 5.1 jelű grafikonból való leolvasáshoz:

$$k_s(\Theta_{cr}) = \sigma_{s,fi} / f_{yk} = 0,501$$

$k_s(\Theta_{cr}), k_s(\Theta_{cr})$



krivka [1]: betonárska ocel

krivka [2]: predpinacia ocel  
(tyče: EN 10138-4)

krivka [3]: predpinacia ocel  
(dróty a laná EN 10138 -2, -3)

Kritikus hőmérsékletet vagy leolvassuk a fenti "1" görbe alapján ( $\approx 580^{\circ}\text{C}$ ), vagy kiszámítjuk a következő képpen, miután a  $500^{\circ}\text{C} < \Theta \leq 700^{\circ}\text{C}$  tartományra érvényes:

$$\Theta_{cr} = 500 + 200 / 0,5 * (0,61 - (\sigma_{s,fi} / f_{yk})) = 544^{\circ}\text{C}$$

Az 5.2 (8) bekezdés alapján a  $350^{\circ}\text{C} < \Theta_{cr} \leq 700^{\circ}\text{C}$  tartományban a betonvas tengelyének távolságát a betonfelülettől a következőképpen csökkenthetjük:

$$a_{min,red} = a_{min} + 0,1 * (500 - \Theta_{cr}) = 25,60 \text{ mm}$$

$$a_{min,red} / a = 1,02 > 1$$

**NEM FELEL MEG!**

A fentiek alapján megállapítható, hogy az adott lemez a táblázati értékeknek nem felel meg, így tűzállósága nem éri el a követelt REI 90- t.

### b) Vizsgálat az 500°C izoterma segítségével

A B.1 jelű táblázat segítségével ellenőrizzük a módszer alkalmazását:

Tabuľka B.1 – Minimálna šírka prierezu ako funkcia požiarnej odolnosti  
(pre vystavenie normalizovanému požiaru) a hustoty požiarneho zaťaženia  
(pre vystavenie parametrickému požiaru)

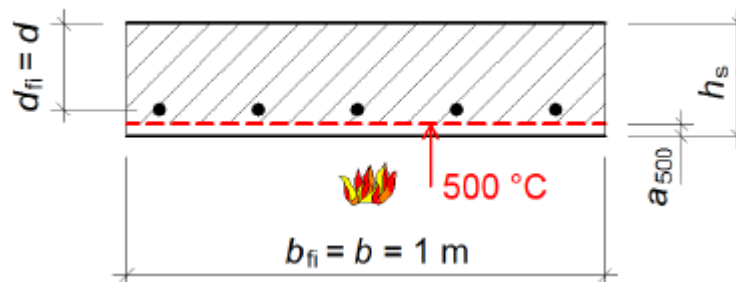
a) požiarna odolnosť

Požiarna odolnosť	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
Minimálna šírka prierezu v mm	90	120	160	200	280

leolvasott érték a B.1 táblázatból  $h_{min,B.1} = 120 \text{ mm}$

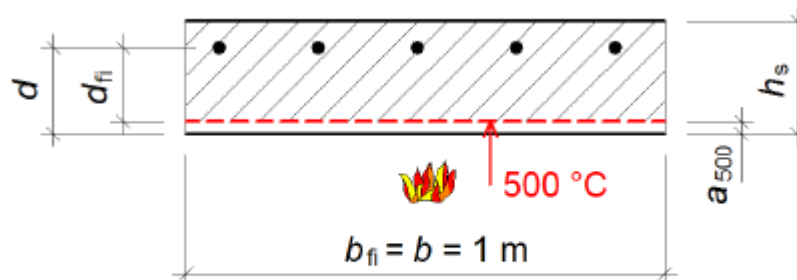
$$h_{min,B.1} / (1000 * h_s) = 1,0 < 1$$

**MEGFELEL, az 500°C izoterma alkalmazható**



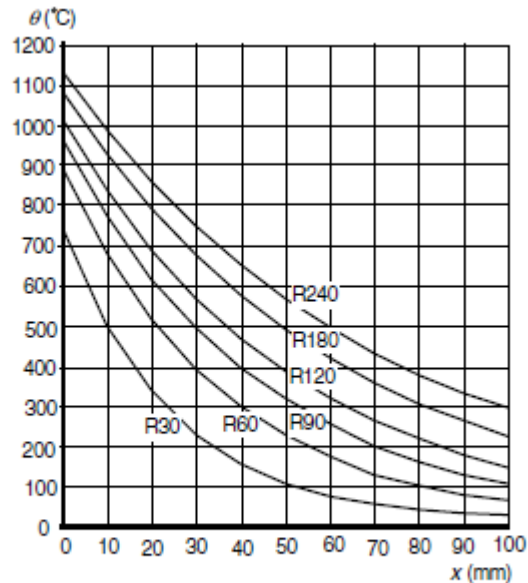
Sraffolva a tűz esetén figyelembe vett beton keresztmetszet.

Összehasonlítóképpen negatív nyomaték és tűz esetén a figyelembe vett beton keresztmetszet:



-----  
IZOTERMA 500 °C

Az adott esetben mikor a húzott alsó öv van kitéve a tűzterheknek, a feladat leegyszerűsödik az A.2 ábrából való a betonvas tengelyében lévő hőmérséklet leolvasására:



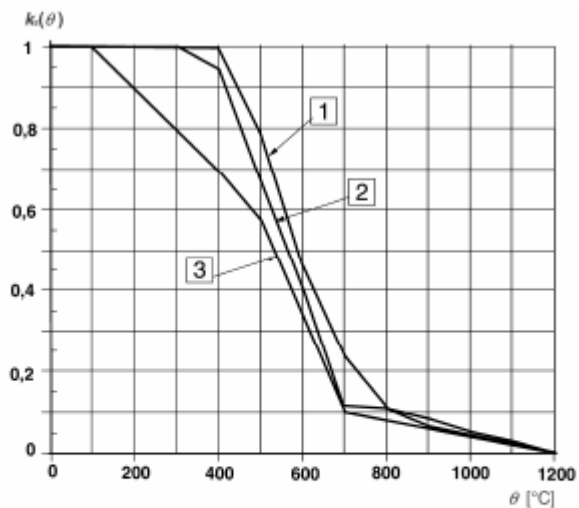
x je vzdialenosť od vystaveného povrchu

Obrázok A.2 – Teplotné profily dosiek (výška  $h = 200$ ) pre R 60 až R 240

betonfelülettől mért távolság  $x = a = 25$  mm

R90 esetében a leolvasott hőmérséklet  $\Theta_s = 560$  °C

A betonvas szilárdságának csökkentő tényezőjét a szabvány "4.2a" jelű ábrájából vagy a "3.2a" jelű táblázatából interpolálással határozzuk meg:



krivka 1: űahová výstuž (valcovaná za tepla) pri pomernom pretvorení  $\varepsilon_{s,t} \geq 2\%$

krivka 2: űahová výstuž (tvarovaná za studena) pri pomernom pretvorení  $\varepsilon_{s,t} \geq 2\%$

krivka 3: tlaková a űahová výstuž pri pomernom pretvorení  $\varepsilon_{s,t} < 2\%$

Obrázok 4.2a – Súčiniteľ  $k_s(\theta)$  pre redukciu charakteristickej pevnosti ( $f_k$ ) űahovej a tlakovej výstuže (trieda N)

az adott hőmérsékletnek megfelelő leolvasott érték  $k_s(\Theta) = 0,594$

tűz esetén a betonvas biztonsági tényezője  $\gamma_{s,fi} = 1,0$

$$f_{yd,fi} = 0,594 \cdot f_{yk} / \gamma_{s,fi} = 297,0 \text{ N/mm}^2$$

tűz esetén a beton biztonsági tényezője  $\gamma_{c,fi} = 1,0$

betonszilárdság 500°C esetén  $f_{cd,fi} = f_{ck} / \gamma_{c,fi} = 25,0 \text{ N/mm}^2$

A következőkben a vizsgálatot úgy végezzük el, mint 20°C esetén, figyelembe véve a redukált keresztmetszetet és a csökkentett beton-, ill. betonvasszilárdságot:

$$b_{fi} = b = 1,00 \text{ m}$$

$$d_{fi} = d = 0,095 \text{ m}$$

Figyelem! A hatékony magasság  $d_{fi}$  értéke csökkentett a negatív nyomaték esetén!

Neutrális tengely távolsága a nyomot betonfelszíntől:

$$x_{fi} = a_{s,prov} * f_{yd,fi} / (b_{fi} * \lambda * \eta * f_{cd,fi}) = 0,0078 \text{ m}$$

Tűz esetén a keresztmetszet nyomatékellenállása:

$$m_{Rd,fi} = a_{s,prov} * f_{yd,fi} * 10^{3*} (d_{fi} - 0,5 * \lambda * x_{fi}) = 14,3 \text{ kNm / m}$$

Tűz esetén a nyomatékgénybevétel:

$$m_{Ed,fi} = \eta_{fi} * m_{Ed} = 11,6 \text{ kNm / m}$$

**Vizsgálat tűz esetén:**

$$m_{Ed,fi} / m_{Rd,fi} = \underline{0,81 < 1}$$

**MEGFELEL, a vasbeton lemez az REI 90 követelménynek eleget tesz.**