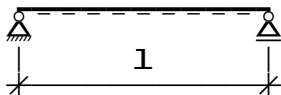


## Vasbeton kéttámaszú tartó

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

|                                   |                        |              |            |
|-----------------------------------|------------------------|--------------|------------|
| fesztáv $l =$                     |                        | 6,00 m       |            |
| tartó magassága $h =$             |                        | 0,60 m       |            |
| tartó szélessége $b =$            |                        | 0,30 m       |            |
| tartó önsúlya $g_0 =$             | $h \cdot b \cdot 25,0$ | $=$          | 4,50 kN/m  |
| egyéb állandó teher $g_1 =$       |                        |              | 20,50 kN/m |
| állandó ösztteher $g_k =$         | $g_0 + g_1$            | $=$          | 25,00 kN/m |
| hasznos teher $q_k =$             |                        |              | 15,00 kN/m |
| tűzállósági hatérték követelmény: |                        | <b>R90</b>   |            |
| környezeti besorolás:             |                        | <b>XC1</b>   |            |
| tervezett élettartam:             |                        | <b>50 év</b> |            |

|            |   |   |                         |
|------------|---|---|-------------------------|
| Beton =    | GEW("Beton/EC"; Bez; )                    | = | <b>C25/30</b>           |
| $f_{ck} =$ | 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):

$$\text{irodahelyiségek esetében } \psi_{2,1} = \mathbf{0,3}$$

**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:**

$$M_{Ed} = (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k) \cdot l^2 / 8 = \mathbf{253,1 \text{ kNm}}$$

**Betrontakarás:**

$$\text{feltételezett hosszanti vasátmérő } d_s = 20 \text{ mm}$$

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

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

$$c_{\text{min,b}} = d_s = 20 \text{ mm}$$

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, így a végső besorolás **S3**.

$$4.4\text{N táblázatból az XC1 és S3 esetén } c_{\text{min,dur}} = 10 \text{ mm}$$

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

$$c_{\text{min}} = \text{MAX}(c_{\text{min,b}}; c_{\text{min,dur}}; 10) = 20 \text{ mm}$$

$$\text{feltételezett kengyelátmérő } d_{\text{sw}} = 8 \text{ mm}$$

$$c_{\text{min,b,sw}} = d_{\text{sw}} = 8 \text{ mm}$$

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

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

$$c_{\text{min,sw}} + d_{\text{sw}} = 18 \text{ mm}$$

$$c_{\text{min,sw}} + d_{\text{sw}} < c_{\text{min}} \text{ vagyis a hosszanti vas takarása döntő}$$

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

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} - d_{\text{sw}} + \Delta c_{\text{dev}} = 22 \text{ mm}$$

$$\text{felvett betontakarás, ami a tervre kerül } c = \underline{25 \text{ mm}}$$

$$d_1 = c + d_{\text{sw}} + 0,5 \cdot d_s = 43 \text{ mm}$$

$$d = h - (0,001 \cdot d_1) = 0,557 \text{ m}$$

**Szükséges vasalás:**

$$\mu = M_{\text{Ed}} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{\text{cd}} \cdot 10^3) = 0,163$$

$$\mu_{\text{d,hr}} = 0,371$$

$$\mu / \mu_{\text{d,hr}} = \underline{0,439 < 1}$$

**MEGFELEL**

$$\zeta = 1/2 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2,0554 \cdot \mu}) = 0,9077$$

$$A_{\text{s,req}} = M_{\text{Ed}} / (\zeta \cdot d \cdot f_{\text{yd}} \cdot 10^3) = 1151 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

**Felvett vasalás: 4 Ø 20**

$$\text{felvett keresztmetszet } A_{\text{s,prov}} = 1257 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

**Tartó szélessége és a vashányad ellenőrzése:**

$$\text{felvett betétek száma } n = 4$$

$$b_{\text{min}} = 2 \cdot c + 2 \cdot d_{\text{sw}} + n \cdot d_s + (n-1) \cdot 1,2 \cdot d_s = 218 \text{ mm}$$

$$b_{\text{min}} / (1000 \cdot b) = \underline{0,73 < 1}$$

**MEGFELEL**

$$A_{\text{s,min}} = \text{MAX}(0,26 \cdot f_{\text{ctm}} \cdot b \cdot d / f_{\text{yk}}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 226 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{\text{s,max}} = 0,04 \cdot b \cdot h = 7200 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{\text{s,min}} / A_{\text{s,prov}} = \underline{0,18 < 1}$$

**MEGFELEL****Vizsgálat +20°C esetén:**

$$x = A_{\text{s,prov}} \cdot f_{\text{yd}} / (b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{\text{cd}}) = 0,136 \text{ m}$$

$$\xi = x / d = 0,244$$

$$\xi / \xi_{\text{bal,1}} = \underline{0,40 < 1}$$

**MEGFELEL**

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * 10^3 * (d - 0,5 * \lambda * x) = 274,7 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = 0,92 < 1$$

**MEGFELEL**

**Vizsgálat tűz esetén (elvárás R90):****a) Táblázati értékek betartásának vizsgálata**

| Normová požární odolnost | Nejmenší rozměry (mm)   |                   |                         |                         |
|--------------------------|---|-------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          | možné kombinace a a b <sub>min</sub> kde a je průměrná osová vzdálenost výztuže a b <sub>min</sub> je šířka trámy |                   |                         |                         |
| 1                        | 2   | 3                 | 4                       | 5                       |
| R 30                     | b <sub>min</sub> = 80<br>a = 25   | 120<br>20         | 160<br>15 <sup>*)</sup> | 200<br>15 <sup>*)</sup> |
| R 60                     | b <sub>min</sub> = 120<br>a = 40  | 160<br>35         | 200<br>30               | 300<br>25               |
| <b>R 90</b>              | <b>b<sub>min</sub> = 150<br/>a = 55</b>   | <b>200<br/>45</b> | <b>300<br/>40</b>       | <b>400<br/>35</b>       |
| R 120                    | b <sub>min</sub> = 200<br>a = 65  | 240<br>60         | 300<br>55               | 500<br>50               |
| R 180                    | b <sub>min</sub> = 240<br>a = 80  | 300<br>70         | 400<br>65               | 600<br>60               |
| R 240                    | b <sub>min</sub> = 280<br>a = 90  | 350<br>80         | 500<br>75               | 700<br>70               |

a<sub>sd</sub> = a + 10 mm (viz poznámka níže)

Kéttámaszú tartók esetében az MSZ EN 1992-1-2 szabvány 5.5 jelű táblázatából leolvasott értékek (a 2-5 oszlopok egyikében szereplő kombinációnak elég megfelelni):

$$b_{min} = 300 \text{ mm}$$

$$b_{min} / (1000 * b) = 1,00 < 1$$

**MEGFELEL**

$$a_{min} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{osová vzdálenost výztuže od povrchu } a = d_1 = 43 \text{ mm}$$

$$a_{min} / a = 0,93 < 1$$

**MEGFELEL**

minimálna osová vzdálenost výztuže od bocneho povrchu trámy:

$$a_{sd,min} = a_{min} + 10 = 50 \text{ mm}$$

$$a_{sd} = a = 43 \text{ mm}$$

$$a_{sd,min} / a_{sd} = 1,16 > 1$$

**NEM FELEL MEG**

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

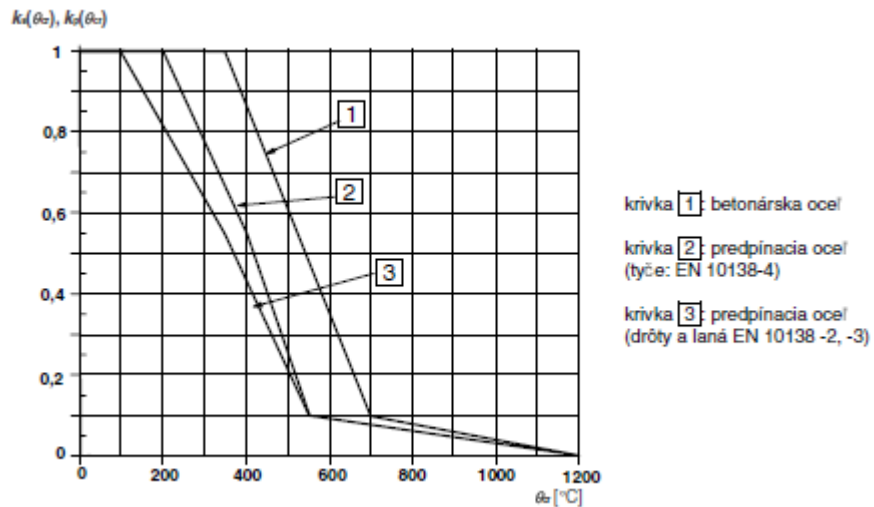
$$\eta_{fi} = (g_k + \psi_{2,1} * q_k) / (\gamma_G * g_k + \gamma_Q * q_k) = 0,524$$

Feszültség a betonvasban:

$$\sigma_{s,fi} = (\eta_{fi} * f_{yk} / \gamma_s) * (A_{s,req} / A_{s,prov}) = 208,6 \text{ N/mm}^2$$

A k<sub>s</sub>(θ<sub>cr</sub>) jelű redukciós tényező az MSZ EN 1992-1-2 szabvány 5.1 jelű grafikonjából való leolvasáshoz:

$$k_s(\theta_{cr}) = \sigma_{s,fi} / f_{yk} = 0,417$$



A kritikus hőmérsékletet vagy leolvassuk a fenti "1" jelű görbe alapján ( $\cong 570^\circ\text{C}$ ), vagy az  $500^\circ\text{C} < \Theta \leq 700^\circ\text{C}$  tartományra érvényes összefüggés alapján meghatározzuk:

$$\Theta_{cr} = 500 + 200 / 0,5 * (0,61 - (\sigma_{s,fi} / f_{yk})) = 577^\circ\text{C}$$

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

$$a_{min,red} = a_{min} + 0,1 * (500 - \Theta_{cr}) = 32,3 \text{ mm}$$

$$a_{sd,min,red} = a_{min,red} + 10 = 42,3 \text{ mm}$$

$$a_{sd,min,red} / a_{sd} = 0,98 < 1$$

**MEGFELEL**

A táblázatokban megadott értékeket betartottuk, így a tartó az **R 90** elvárásnak **megfelel**.

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

Az MSZ EN 1992-1-2 szabvány **B.1** táblázatával ellenőrizzük a módszer alkalmasságát:

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

a) požiarna odolnosť

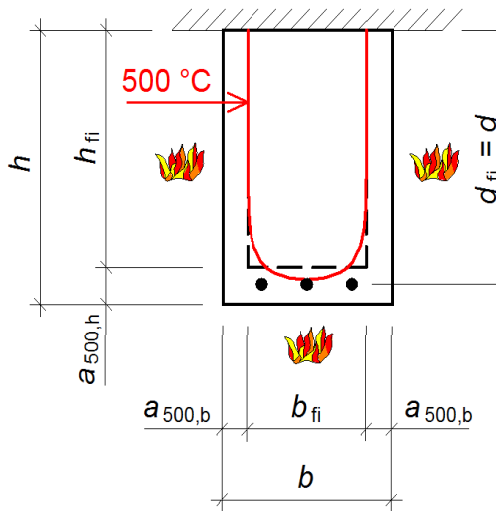
| Požiarna odolnosť             | R 60 | R 90 | R 120 | R 180 | R 240 |
|-------------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| Minimálna šírka prierezu v mm | 90   | 120  | 160   | 200   | 280   |

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

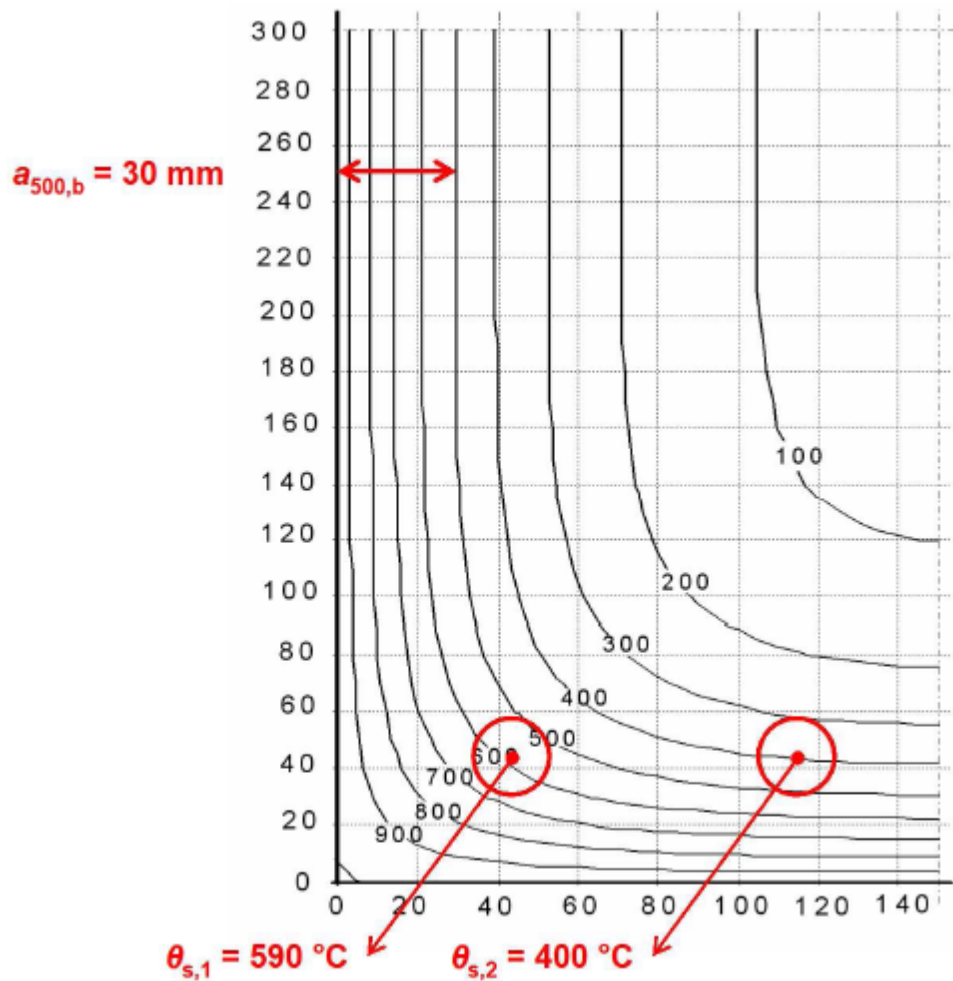
$$b_{min,B.1} / (1000 * b) = 0,40 < 1$$

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

**Redukált keresztmetszet :**



Az **A.7b** (MSZ EN 1992-1-2) grafikonból a betét pontos helyének ismeretében leolvassuk a betét tengelyében lévő hőmérsékletet:



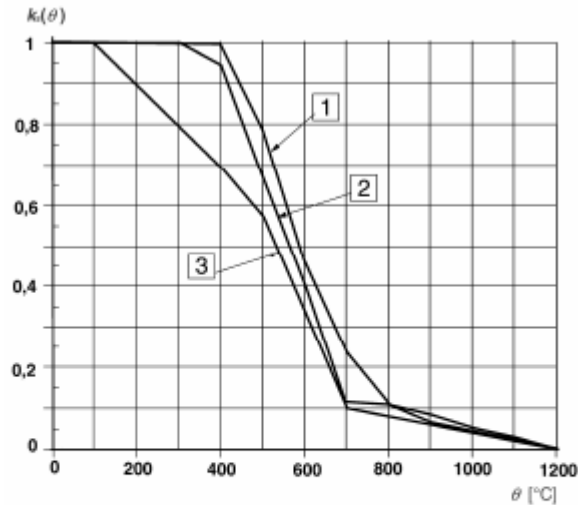
miután  $a =$   $d_1 = 43 \text{ mm}$

a sarokvas leolvasott hőmérséklete  $\theta_{s,1} = 590 \text{ °C}$

a belső vasak leolvasott hőmérséklete  $\theta_{s,2} = 400 \text{ °C}$

az 500 °C izoterma távolsága a tartó oldalától  $a_{500,b} = 0,030 \text{ m}$

A betonvas szilárdságának csökkentő tényezőjét a szabvány "4.2a" vagy a "3.2a" táblázatából interpolálással meghatározzuk:



- krivka 1: tahová výstuž (valcovaná za tepla) pri pomernom pretvorení  $\varepsilon_{s,t} \geq 2\%$   
 krivka 2: tahová výstuž (tvarovaná za studena) pri pomernom pretvorení  $\varepsilon_{s,t} \geq 2\%$   
 krivka 3: tlaková a tahová výstuž pri pomernom pretvorení  $\varepsilon_{s,t} < 2\%$

Obrázok 4.2a – Súčiniteľ  $k_s(\theta)$  pre redukciu charakteristickej pevnosti ( $f_{yk}$ ) tahovej a tlakovej výstuže (trieda N)

$$\Theta_{s,1} \text{ hőmérsékletnek megfelelő leolvasott redukciós tényező } k_s(\Theta_{s,1}) = 0,501$$

$$\Theta_{s,2} \text{ esetében } k_s(\Theta_{s,2}) = 1,000$$

$$\text{átlagérték } k_{s,v}(\Theta) = (2 \cdot 0,501 + 2 \cdot 1,000) / 4 = 0,750$$

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

$$\text{redukált betonvaszilárdság } f_{yd,fi} = 0,750 \cdot f_{yk} / \gamma_{s,fi} = 375,0 \text{ N/mm}^2$$

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

$$500^\circ\text{C izoterma esetén a beton szilárdsága } f_{cd,fi} = f_{ck} / \gamma_{c,fi} = 25,0 \text{ N/mm}^2$$

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

$$b_{fi} = b - 2 \cdot a_{500,b} = 0,24 \text{ m}$$

$$d_{fi} = d = 0,557 \text{ m}$$

Neutrális tengely távolsága a nyomott beton felszínétől:

$$x_{fi} = A_{s,prov} \cdot f_{yd,fi} / (b_{fi} \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd,fi}) = 0,098 \text{ m}$$

Tűz esetén a keresztmetszet nyomatékellenállása:

$$M_{Rd,fi} = A_{s,prov} \cdot f_{yd,fi} \cdot 10^3 \cdot (d_{fi} - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{fi}) = 244,1 \text{ kNm}$$

Tűz esetén a nyomatékigénybevétel:

$$M_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{Ed} = 132,6 \text{ kNm}$$

Vizsgálat tűz esetén:

$$M_{Ed,fi} / M_{Rd,fi} = 0,54 < 1$$

**MEGFELEL, a tartó az R90 követelménynek eleget tesz.**