

E-gerendás födém tervezési segédlete

1 Teherbírás ellenőrzése

A feszített vasbetongerendákkal tervezett födégek teherbírását az MSZ EN 1992-1-1 szabvány szerint kell számítással ellenőrizni. A födémre ható terhekből meghatározott igénybevételek tervezési értékeit (M_{Sd} , V_{Sd}) kell a gerendákra megadott teherbírási értékekkel (M_{Rd} , V_{Rd}) összehasonlítani.

1. táblázat: Teherbírási adatok egyes gerendákra

Fesztáv [m]	M_{Rd} [kNm]	q_{Rd} [kN/m]	M_{cr} [kNm]	q_{cr} [kN/m]	M_{ser} [kNm]	q_{ser} [kN/m]
2,4	17,76	13,82	11,04	13,82	11,47	13,82
3	17,76	11,05	11,04	11,05	11,47	11,05
3,6	17,76	9,21	11,04	6,82	11,47	7,08
4,2	17,76	7,89	11,04	5,01	11,47	5,20
4,8	17,76	6,17	11,04	3,83	11,47	3,98
5,4	17,76	4,87	11,04	3,03	11,47	3,15
6	17,76	3,95	11,04	2,45	11,47	2,55
6,6	17,76	3,26	11,04	2,03	11,47	2,11

2. táblázat: 19 cm magas födém teherbírási adatai a gerenda és a béléstest közötti kibetonozással

Fesztáv [m]	M_{Rd} [kNm]	q_{Rd} [kN/m]	M_{cr} [kNm]	q_{cr} [kN/m]	M_{ser} [kNm]	q_{ser} [kN/m]
2,4	20,96	13,82	12,21	13,82	17,42	13,82
3	20,96	11,05	12,21	11,05	17,42	11,05
3,6	20,96	9,21	12,21	7,54	17,42	7,99
4,2	20,96	7,89	12,21	5,54	17,42	6,85
4,8	20,96	6,17	12,21	4,24	17,42	5,99
5,4	20,96	5,33	12,21	3,35	17,42	4,78
6	20,96	4,66	12,21	2,71	17,42	3,87
6,6	20,96	3,85	12,21	2,24	17,42	3,20

3. táblázat: 24 cm magas födém teherbírási adatai a gerenda és a béléstest közötti kibetonozással és 5 cm vasalt felbetonnal

Fesztáv [m]	M_{Rd} [kNm]	q_{Rd} [kN/m]	M_{cr} [kNm]	q_{cr} [kN/m]	M_{ser} [kNm]	q_{ser} [kN/m]
2,4	28,10	13,82	14,34	13,82	24,32	13,82
3	28,10	11,05	14,34	11,05	24,32	11,05
3,6	28,10	9,21	14,34	8,43	24,32	8,43
4,2	28,10	7,89	14,34	6,51	24,32	7,22
4,8	28,10	6,90	14,34	4,98	24,32	6,32
5,4	28,10	6,14	14,34	3,94	24,32	5,62
6	28,10	5,53	14,34	3,19	24,32	5,06
6,6	28,10	5,03	14,34	2,63	24,32	4,47

Megjegyzések:

- q_{Rd} értékei a határnyíróerő értékeinek megfelelően csökkentettek,
- a gerenda nyírási teherbírása: $V_{Rd,c}=16,58$ kN,
- M_{ser} értékei 0,2 mm-es repedéstágasság feltételezésével lettek meghatározva, M_{ser} értékeit a terhek gyakori kombinációjából számított nyomatéki igénybevétellel kell összehasonlítani,
- Az E jelű gerendák csak XC1 környezeti osztály esetén alkalmazhatók.

A feszített vasbetongerendákkal tervezett födémeket az építés időtartama alatt fellépő igénybevételekre is ellenőrizni kell.

Ha a födémre ható hasznos terhelés alapértéke az állandó terhelés 1,5-szeresénél nagyobb, akkor a gerendákat határnyomatékuk 80 %-ig szabad igénybe venni.

Ha a terhelés csak a gerenda egyik oldalán hat, a nyírási teherbírás 25 %-kal csökkentett értékkel vehető számításba.

A gerendák vésése szigorúan **TILOS!!!**

2 Tárcsahatás számítása

Az E gerendás födém tárcsahatását a következő feltételek teljesülése esetén lehet számításba venni a födém tervezésekor:

- a felbeton vastagsága min. $h_0=50$ mm,
- a felbetonban hegesztett hálós vasalást kell alkalmazni, amelynek a következő feltételeket kell kielégítenie (A_1 a gerendák tengelyére merőleges vasalás, A_2 a gerenda tengelyével párhuzamos vasalás):
 - az EN 1998 szerint alacsony és közepes mértékben szeizmikus terület esetén $A_1 > 100$ mm²/m és $A_2 > 50$ mm²/m
 - az EN 1998 szerint kiemelt mértékben szeizmikus terület esetén $A_1 > 140$ mm²/m és $A_2 > 70$ mm²/m.

A felbetonozás h_0 vastagságának, és a vasalás A_s keresztmetszeti területének a meghatározásához a következő szabályokat kell ellenőrizni:

$$V_{sd} < V_{rd1} + V_{rd3} \quad \text{és} \quad V_{sd} < V_{rd2}$$

ahol

$$V_{rd1} = 0,23 \cdot f_{ctk,0,05} \cdot h_{ef},$$

$$V_{rd3} = 0,72 \cdot A_s \cdot f_{yk},$$

$$V_{rd2} = 0,20 \cdot f_{ck} \cdot h_{ef},$$

V_{sd} a szeizmikus hatásból származó vízszintes nyíróerő értéke 1 m széles sávra számítva kN/m-ben megadva,

f_{ck} a helyszíni beton 28 napos nyomószilárdsága N/mm²-ben kifejezve,

$f_{ctk, 0.05}$ a helyszíni beton tengelyirányú húzószilárdsága N/mm²-ben kifejezve,

f_{yk} a felbetonban alkalmazott betonacél folyáshatárának karakterisztikus értéke N/mm²-ben kifejezve,

h_{ef} h_0+10 beton és kerámia béléstest esetén, egyéb esetben $h_{ef}=h_0$ (nem teherbíró béléstest esetén) mm-ben kifejezve.

3 Lehajlás számítása

Az E gerendás födém lehajlását a következő képlet alapján kell kiszámolni a födém tervezésekor:

$$f_a = \frac{L^2}{8 \cdot k_a \cdot E_{c,eff} \cdot I} \cdot \left[\left(k_1 \cdot g_1 + \frac{1}{2} \cdot g_2 + \frac{2}{3} \cdot (g_v + g_a) + g_p + g_q + \frac{1}{3} \cdot q \right) \cdot \frac{a \cdot L^2}{9,6} + k_s \cdot m \cdot n_s - k_p \cdot P_{m,0} \cdot e_p \right]$$

- $E_{c,eff}$ a beton rugalmassági modulusa a tartós terhelésre N/mm²-ben kifejezve,
- I a keresztmetszet másodrendű inercianyomatéka repedésmentes állapotban mm⁴-ben kifejezve,
- g_1 a gerenda önsúlya folyóméterenként, kN/m-ben megadva,
- g_2 a födémrendszer önsúlya (kivéve gerenda) folyóméterenként, kN/m-ben megadva,
- g_a az alátámasztott elemeknek (válaszfalak, födémburkolatok, stb.) megfelelő állandó terhelés az aktív lehajlás ellenőrzéséhez, kN/m-ben megadva,
- g_v a födém állandó terhének azon része, mely a g_a felhordása előtt fellép, kN/m-ben kifejezve,
- g_p a födém állandó terhének azon része, mely a g_a felhordása után lép fel, kN/m-ben kifejezve,
- g_q a födémre ható hasznos terhelés állandó része (ha van ilyen), kN/m-ben kifejezve,
- q a födémre ható hasznos terhelés változó része kN/m-ben kifejezve,
- L a födém tiszta fesztávolsága, mm-ben kifejezve,
- k_a a béléstestek merevség növelő hatását figyelembevevő tényező, aminek értéke 1 (nem ellenálló béléstest) és 1,2 (beton, kerámia béléstest mérsékelten ellenálló vagy ellenálló béléstest esetén),
- α a hasznos terhelés és a teljes terhelés közötti arány (hasznos és állandó terhelés),
- m a gerenda teljes keresztmetszetének a statikai nyomatéka a kész födém semleges tengelyére vonatkoztatva mm³ -ben, $m = S_p \cdot (V_1 - v_1)$, ahol V_1 és v_1 a födémrendszer semleges tengelyének, illetve a gerenda krm. semleges tengelyének távolsága az alsó övtől,
- n_s a helyszínen öntött beton feltételezett zsugorodását megakadályozó húzófeszültség ($n_s = 3,0$ MPa)

$$a = 1 - 1,2 (\delta - 0,3 \alpha)$$

$$\delta = 1/2 (\delta_w + \delta_e) \text{ with } \delta_w = \frac{M_w}{M_o} \text{ and } \delta_e = \frac{M_e}{M_o}$$

$$\alpha = \frac{g_q + q}{g_1 + g_2 + g_v + g_a + g_p + g_q + q}$$

M_w, M_e a baloldali illetve a jobboldali támasznyomaték,

M_o nyomaték mező közepén,

$P_{m,0}$ 134,2kN,

e_p a feszítőerő külpontossága a kész födém semleges tengelyétől (a feszítőerő súlypontja a gerenda alsó élétől 43,8mm-re van).

Table E.1 — Values for coefficients k_1 , k_s and k_p

Beam storage time ¹⁾	k_1	k_s	k_p
normal storage > 3 weeks	1/10	1/3	1/10
short storage ≤ 3 weeks	1/5	1/5	1/5

¹⁾ The storage time is the time between the end of manufacture and the erection of the beams.

Az aktív lehajlási határértékek az alátámasztott szerkezetek típusától függ:

- Falazott válaszfalak és / vagy törékeny padló burkolatok esetén: L/500,
- Egyéb válaszfalak és / vagy nem törékeny padló burkolat esetén: L/350,
- Tetőfödém esetén: L/250.

4 Tűzállóság

Az E gerendás födém 2 cm cementvakolat alkalmazása esetén R30 illetve REI30 tűzállósági követelménynek felel meg.

5 Hangszigetelés

5.1 Léghangszigetelés

$$R_w = 40 \cdot \lg(M_R) - 56 + \frac{3}{8} \cdot \left(\frac{M_R}{h_t} \right),$$

h_t a padló magassága, cm-ben (a padló burkolatot, vagy az úszó lemezt figyelmen kívül hagyva).

5.2 Testhangszigetelés

$$L_{nw} = 170 - 35 \cdot \lg(M_{ep})$$

$$M_{ep} = M_R - M_r$$

$$M_r = 80 \cdot \left(\frac{h}{H} \right)$$

h az üreges béltest magassága cm-ben,

H a födém teljes magassága cm-ben,

M_{ep} a födém egyenértékű tömege kg/m²-ben,

M_R a földem tömege kg/m^2 -ben,

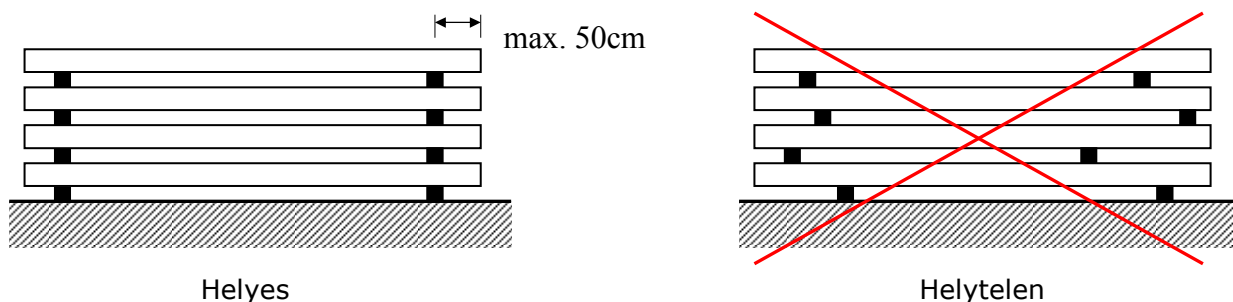
ΔL_w a padlóburkolatnak a testhangszigetelésre gyakorolt hatása dB-ben. Értéke $5 \text{ dB} < \Delta L_w < 35 \text{ dB}$ vizsgálati eredmények alapján vagy az EN 12354-2 szabvány szerint számolva).

6 Tárolás, szállítás

A gerendákat óvni kell a dinamikus hatásoktól, azokat csúsztatni, dobálni és erős rázkódásnak kitenni nem szabad.

A gerendákat a végüktől max. 50 cm-re elhelyezett emelőkötelekkel szabad megemelni úgy, hogy az emelőkötelek közel függőlegesek legyenek.

A gerendákat a beépítési helyzetnek megfelelően kell tárolni és szállítani egymás felett max. 10 sorban. Tárolásnál a sorok közé a gerendavégektől legfeljebb 50 cm távolságra egy függőlegesbe eső faalátétet kell elhelyezni. Az alátétek mérete legalább $5 \times 5 \text{ cm}$ keresztmetszetű legyen (1. ábra).



1. ábra

7 Elhelyezés, beépítés

A gerendákat, ha azok falazatra vagy kiváltóra támaszkodnak, felfekvésük teljes hosszában cementhabarcs terítésre kell fektetni. (Ez legalább H50-es minőségű legyen.) Elhelyezésük után a gerendákat mozgatni nem szabad. Ha elmozdításuk mégis szükséges, akkor a gerendákat új cementhabarcs terítésre kell ismét elhelyezni. Székállás készítésétől csak akkor lehet eltekinteni, ha a falazat tömör téglából készül, kellő szilárdságú, és építés közben építőanyaggal (pl: béléstesttel, téglával) nem terhelik meg. A gerendák tervezett osztástávolságát $0,5 \text{ cm}$ pontossággal kell betartani. Felfekvésük hossz méretében legfeljebb 2 cm méretcsökkentő hiba fogadható el. A béléstestek elhelyezése után a közlekedő utakat és az anyag tároló helyeket a gerendákra támaszkodó pallókkal kell lefedni, hogy szállítás és munka közben a földémbéléstest esetleges törése balesetet ne okozhasson. A gerendák és béléstestek közötti hornyokat a koszorúkkal egyidejűleg kell kibetonozni. Betonozás előtt a hornyokat ki kell tisztítani, a gerendák és béléstestek oldalait meg kell nedvesíteni. A hornyok kibetonozásához használható beton: min. C16/20-16/K. A frissen betonozott földémszakaszon 5 N/mm^2 kockaszilárdság eléréséig – a szilárdulási időtől függően 1-3 napig – az anyagszállítás **TILOS!** Ezután a közlekedő útvonalakra és munkahelyekre a friss beton védelmére pallóterítést kell rakni. A földémen válaszfalak építése a beton szilárdulási idejétől függően – ha elérte a legalább 8 N/mm^2 kockaszilárdságot – kezdhető el.