SZENT ISTVÁN EGYETEM

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

SZAKDOLGOZAT

BAJUSZ TIBOR

2018

SZENT ISTVÁN EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD, Eur Ing
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
ÉPÍTŐMÉRNÖKI INTÉZET
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.:+36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2017

Bajusz Tibor

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe: XVII. számú feladat, (Budapest III. kerület, családi ház)

Belső konzulens: Müller Marianne mestertanár

Külső konzulens: -

A szakdolgozat beadási határideje: 2017. január 6. (péntek) 12^{00}

Budapest, 2016. december 20.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

SZENT ISTVÁN EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD, Eur Ing
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
ÉPÍTŐMÉRNÖKI INTÉZET
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.:+36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

Részletes feladatkiírás

Bajusz Tibor

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

XVII. számú feladat, (Budapest III. kerület, családi ház)

című szakdolgozatához

A diplomaterv tartalmi részletezése:

1. Vázlattervek a számításhoz (ún. pozíciós tervek)

2. Részletes statikai számítás
   A fő tetőszerkezeti elemek vizsgálata
   A födémek, kijelölt vb. gerendák, pillérek, lépcsők méretezése
   Teherelemzés a pincefödém alsó síkjára
   A függőleges teherhordó falak vizsgálata nem része a szakdolgozatnak
3. Kiviteli tervek
   A kijelölt vasbeton födémek kiviteli terve a részletekkel
   A kijelölt vasbeton szerkezeti elemek (pillérek, kiváltógerendák) kiviteli terve
   A földszinti lépcső terve
   A tetőszerkezet tervét nem kell elkészíteni

4. Részletes tartószerkezeti műszaki leírás

Budapest, 2016. december 20.

Müller Marianne

Müller Marianne
belső konzulens

SZAKDOLGOZAT

SZENT ISTVÁN EGYETEM

YBL

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Készítette: Bajusz Tibor[redacted]

Konzulens: Müller Marianne (mestertanár)

Szakcsoport

Tartalomjegyzék

Statikai számítás

Vázlattervek a számításokhoz (ún. pozíciós tervek) 4-8

T1 tető 9-38

T2 tető 39-41

T3 tető 42-44

L3 tetőt alátámasztó monolit vasbeton lemez 45-56

G31 kiváltógerenda 57-64

G30 kiváltógerenda 65-72

G29 kiváltógerenda 73-80

G28 kiváltógerenda 81-88

Lépcső 89-98

L2 közbenső födém 99-112

G27 kiváltógerenda 113-119

G26 kiváltógerenda 120-125

G17 kiváltógerenda 126-131

G16 kiváltógerenda 132-137

G11 kiváltógerenda 138-144

G9 kiváltógerenda 145-151

G8 kiváltógerenda 152-157

G6 kiváltógerenda 158-170

G4 kiváltógerenda 171-176

O2 oszlop 177-179

L1 pincefödém födém (teherelemzés és töréskép) 180-181

Terhek levitele a pince síkig 182-183

Felhasznált szabványok 184

Felhasznált szakirodalom 184

Műszaki leírás 185-186

Tervezői nyilatkozat 187

Kapcsolódó tervek jegyzéke:

E-1: Földszinti alaprajz
E-2: Emeleti alaprajz
E-4: A-A metszet
E-5: B-B metszet
E-6: Délnyugati homlokzat
E-7: Északnyugati homlokzat
E-8: Északkeleti homlokzat
E-9: Délkeleti homlokzat

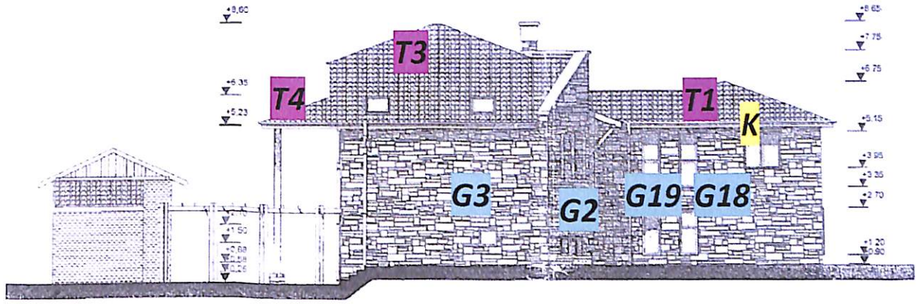
Kiviteli tervek jegyzéke:

S1 O2 oszlop zsaluzási és vasalási terve
S2 Közbenső (L2) födém monolit vasbeton kiváltógerendáinak a zsuluzási és vasalási terve
S3 Földszinti födém lépcső zsaluzási és vasalási terve
S4 G26 kiváltógerneda zsaluzási és vasalási terve
S5 G27 kiváltógerneda zsaluzási és vasalási terve
S6 Tetőt alátámasztó monolit vasbeton födém zsaluzási és vasalási terve

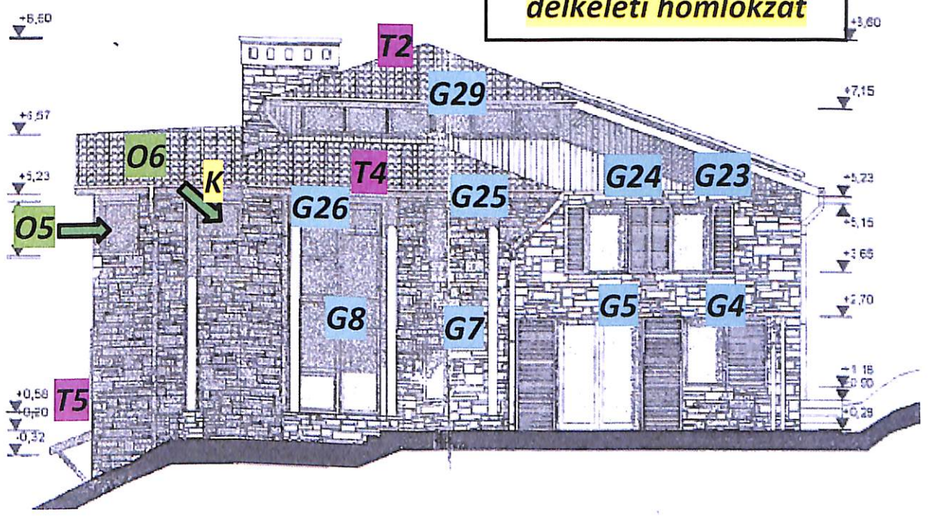
Vázlattervek a számításokhoz (ún. pozíciós tervek)

Építész homlokzatok:

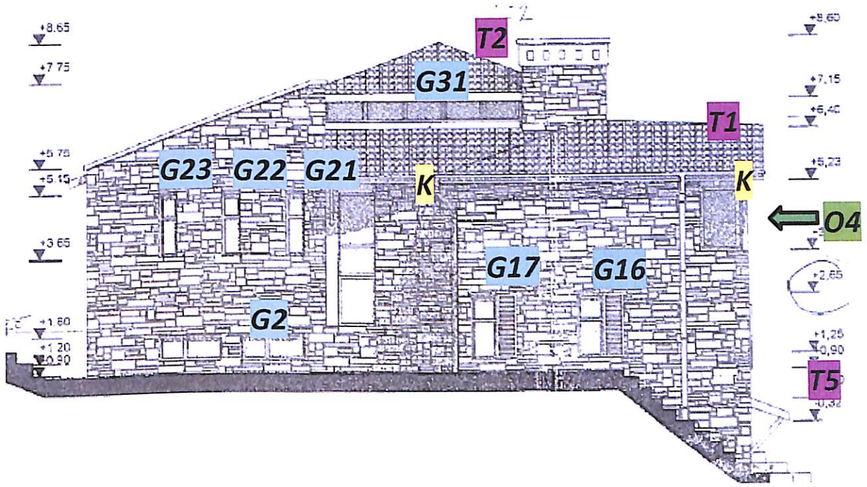
északkeleti homlokzat



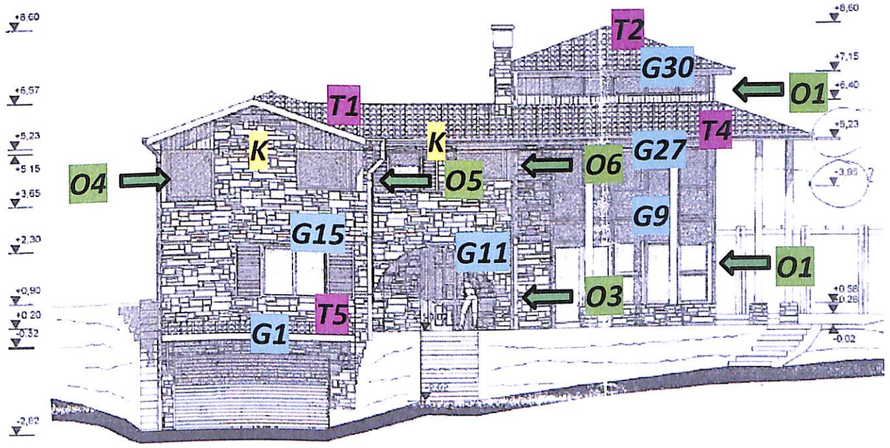
délkeleti homlokzat



északnyugati homlokzat

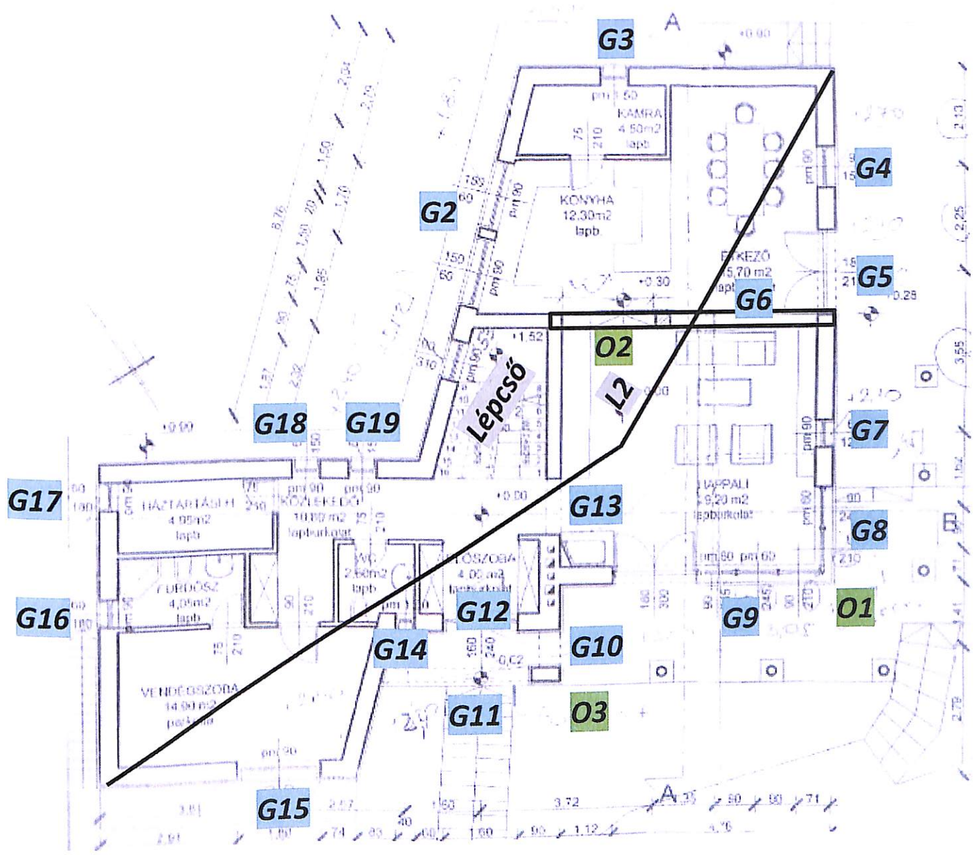


délnyugati homlokzat

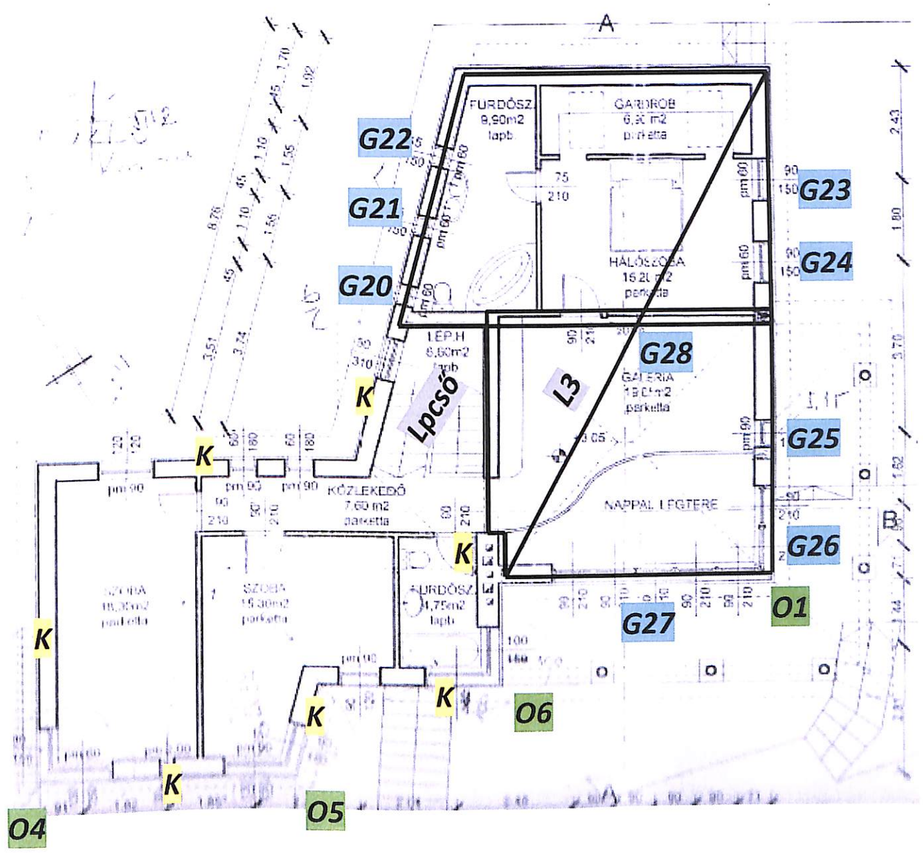


Építész alaprajzok:

földszinti alaprajz

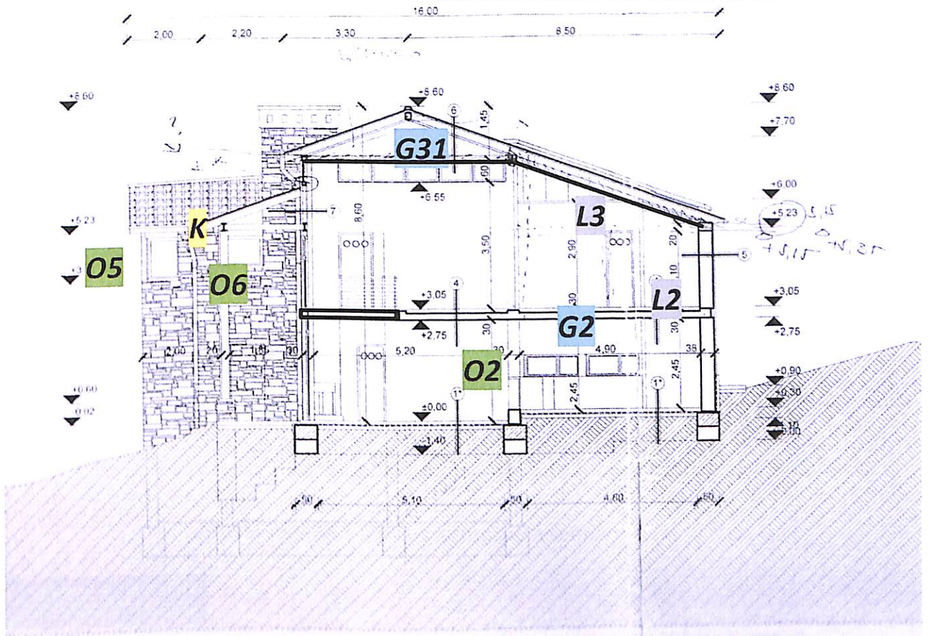


emeleti alaprajz

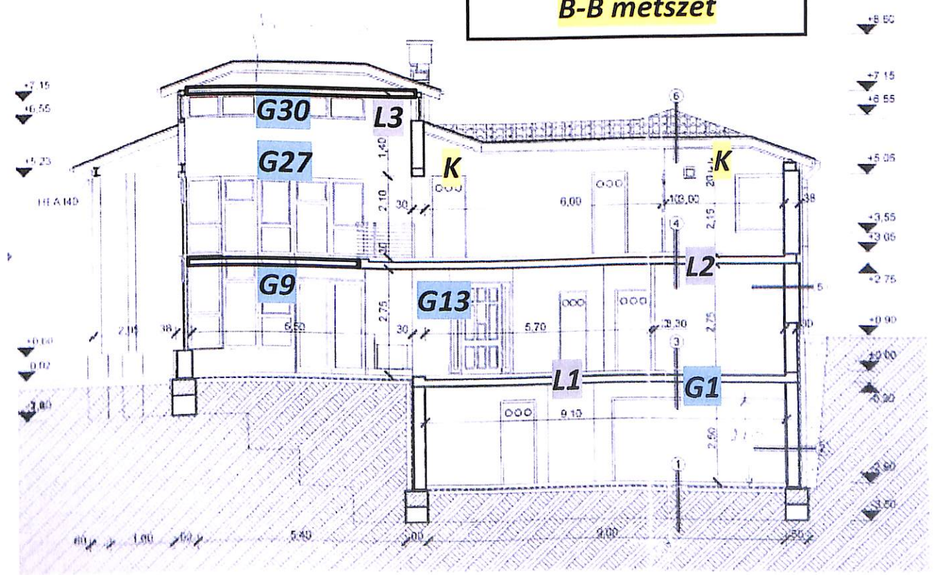


Építész metszetek:

A-A metszet



B-B metszet

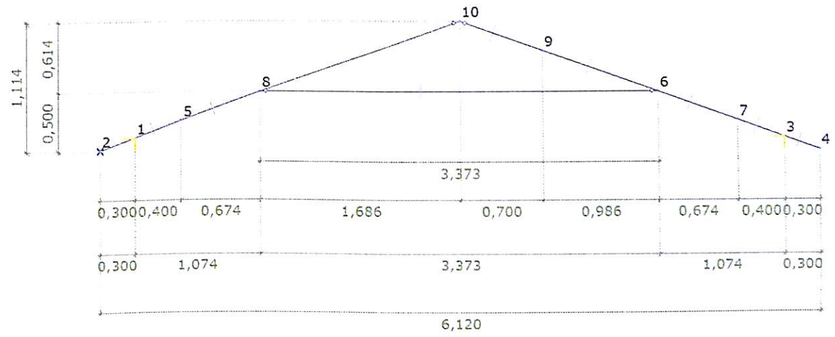


T1 tető

A T1 jelű tetőt statikai szempontból két opcióval vizsgálom. Az első esetben egy háromcsuklós torokgerendával merevített, a második esetben egy háromcsuklós tartót számolook, majd ezek eredményeit hasonlítom össze és értékelem ki.

Statikai váz:

statikailag határozatlan tartó



statikai váz (AXIS VM x-z koordináta rendszerben)

Terhek és hatások:

Állandó teher:

R6-os építész rétegrend:

1 rtg körülhornyolt cserépfedés	55,00 kg/m^2
2,5 cm cseréplécezés (30 cm-ként)	0,025·0,05·600·3=2,25 kg/m^2
2,5 cm ellenlécezés	0,025·0,05·600=0,75 kg/m^2
1 cm hővisszaverő PE fólia	0,01·15=0,15 kg/m^2
5 cm átszellőztetett légréteg	-
10/15 km. szarufa	0,1·0,15·600=9 kg/m^2
10 cm ásványgyapot hőszig.	0,1·200=20 kg/m^2
1rtg. PE fólia párafékező rtg.	-
1,5 cm gipszkarton burkolat	0,015·1100=16,5 kg/m^2

$$G_{k1} = 55{,}00 + 2{,}25 + 0{,}75 + 0{,}15 + 9{,}00 + 20{,}00 + 16{,}50 = 103{,}65 \text{kg/m}^2 = 1{,}04 \text{kN/m}^2$$

torokgerenda:

10/12 km. torokgerenda	0,1·0,12·600=7,2 kg/m^2
10 cm ásványgyapot hőszig.	0,1·200=20 kg/m^2
1rtg. PE fólia párafékező rtg.	-
1,5 cm gipszkarton burkolat	0,015·1100=16,5 kg/m^2

$G_{k2} = 7{,}20 + 20{,}00 + 16{,}50 = 43{,}70 kg/m^2 = 0{,}43 kN/m^2$

A szarufál tengelytávolsága: ***80 cm***

$G_{k1} = 0{,}8 \cdot 1{,}04 =$ ***0,83kN/m***

$G_{k2} = 0{,}8 \cdot 0{,}43 =$ ***0,34kN/m***

Esetleges terhek:

Meterológiai terhek:

Hóteher:

±0,00=52,75 mBf

Vizsgált tető magassága: +6,57 52,75+6,57=59,32 mBf

A felszíni hóteher karakterisztikus értéke:

400 m tengerszint feletti magasságig:

$s_k = 1{,}25 kN/m^2$

A szél hatását figyelembe vevő terep tényező:

$c_e = 1{,}00$

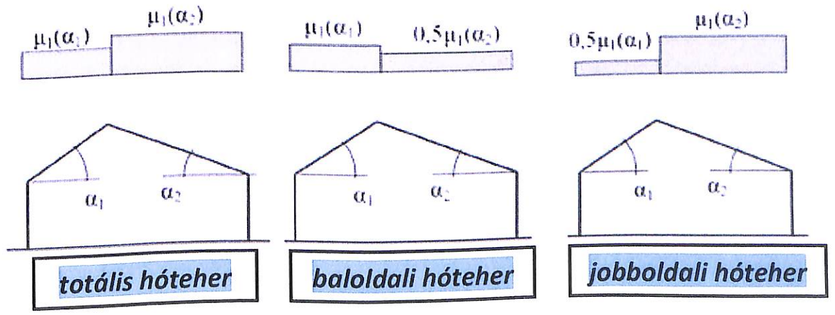
Hőmérsékleti tényező:

$c_t = 1{,}00$

A tető hajlásszöge: $\alpha_1 = \alpha_2 = 20°$

Hóteher alaki tényezője:

$\mu_1 = 0{,}8$



Totális hóteher:

$s = \mu_1 \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k = 0{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}25 = 1{,}00 kN/m^2$

t=80 cm $s = 0{,}8 \cdot 1{,}00 =$ ***0,80 kN/m***

Féloldalas hóteher:
$s = 0{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}00 =$ ***0,40 kN/m***

Kivételes felszíni hóteher:

Totális hóteher:
$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 0{,}8 =$ ***1,60kN/m***

Féloldalas hóteher:
$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 0{,}4 =$ ***0,80kN/m***

Szélteher:

Külső felületi szélnyomás:
$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$

q_p: A szél torlónyomása a z_e referencia magasság megfelelő terepszint feletti magassága
c_{pe}: A szélteher alaki tényezője

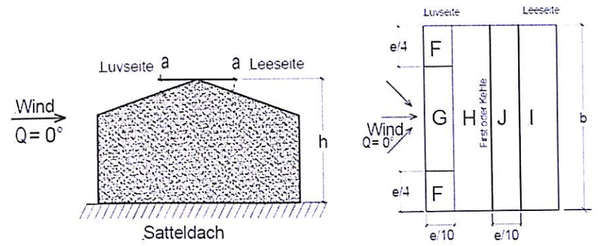
z=6,57 m $\qquad q_p(z) = 0{,}409 kN/m^2$

	Beépítettségi kategória
I.	Nyílt tenger; szélirányban legalább 5 km hosszú tó; sima szárazföldi terület, akadályok nélkül
II.	Mezőgazdasági terület kerítésekkel, elszórtan mezőgazdasági építményekkel, házakkal vagy fákkal
III.	Külvárosi vagy ipari övezet; állandó erdők
IV.	Városi övezet, ahol a földfelület legalább 15 %-át olyan épületek fedik, amelyek átlagos magassága legalább 15 m

Beépítettségi kategóriák

Épületrész és a tető geometriai adatai:
b=6,86 m
d=6,00 m
h=6,57 m
α=20°

0° szélirány:



e=min(b;2h)=min(6,86;2·6,57) e=6,86 m
e/4=6,86/4=1,70 m
e/10=6,86/10=0,7 m

Tető-hajlás α	Zónák Θ = 0° szélirányhoz									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
−45°	−0.6		−0.6		−0.8		−0.7		−1.0	−1.5
−30°	−1.1	−2.0	−0.8	−1.5	−0.8		−0.6		−0.8	−1.4
−15°	−2.5	−2.8	−1.3	−2.0	−0.9	−1.2	−0.5		−0.7	−1.2
−5°	−2.3	−2.5	−1.2	−2.0	−0.8	−1.2	+0.2		+0.2	
							-0.6		-0.6	
5°	−1.7	−2.5	−1.2	−2.0	−0.6	−1.2	−0.6		+0.2	
	+0.0		+0.0		+0.0				−0.6	
15°	−0.9	−2.0	−0.8	−1.5	−0.3		−0.4		−1.0	−1.5
	+0.2		+0.2		+0.2		+0.0		+0.0	+0.0
30°	−0.5	−1.5	−0.5	−1.5	−0.2		−0.4		−0.5	
	+0.7		+0.7		+0.4		+0.0		+0.0	
45°	+0.0		+0.0		+0.0		−0.2		−0.3	
	+0.7		+0.7		+0.6		+0.0		+0.0	
60°	+0.7		+0.7		+0.7		−0.2		−0.3	
75°	+0.8		+0.8		+0.8		−0.2		−0.3	

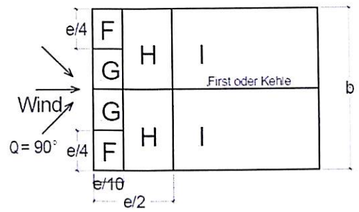
$c_{pe1,F}$ = -1,83
$c_{pe1,G}$ = -1,50
$c_{pe1,H}$ = -0,27
$c_{pe1,I}$ = -0,40
$c_{pe1,J}$ = -1,17

$c_{pe1,F}$ = 0,53
$c_{pe1,G}$ = 0,53
$c_{pe1,H}$ = 0,27
$c_{pe1,I}$ = 0,00
$c_{pe1,J}$ = 0,00

$w_{e,F}= c_{pe1,F}\cdot q_p=-1,83\cdot 0,409 = -0,75\ kN/m^2$ 0,80·-0,75 = ***-0,60 kN/m***
$w_{e,G}= c_{pe1,G}\cdot q_p=-1,50\cdot 0,409 = -0,61\ kN/m^2$ 0,80·-0,61 = -0,49 kN/m
$w_{e,H}= c_{pe1,H}\cdot q_p=-0,27\cdot 0,409 = -0,11\ kN/m^2$ 0,80·-0,11 = ***-0,09 kN/m***
$w_{e,I}= c_{pe1,I}\cdot q_p=-0,40\cdot 0,409 = -0,16\ kN/m^2$ 0,80·-0,16 = ***-0,13 kN/m***
$w_{e,J}= c_{pe1,J}\cdot q_p=-1,17\cdot 0,409 = -0,48\ kN/m^2$ 0,80·-0,48 = ***-0,38 kN/m***

$w_{e,F}= c_{pe1,F}\cdot q_p=-0,53\cdot 0,409 = 0,22\ kN/m^2$ 0,80·0,22 = ***0,18 kN/m***
$w_{e,G}= c_{pe1,G}\cdot q_p=-0,53\cdot 0,409 = 0,22\ kN/m^2$ 0,80·0,22 = 0,18 kN/m
$w_{e,H}= c_{pe1,H}\cdot q_p=-0,27\cdot 0,409 = 0,11\ kN/m^2$ 0,80·-0,11 = ***0,09 kN/m***
$w_{e,I}= c_{pe1,I}\cdot q_p=-0,00 = 0,00\ kN/m^2$ ***0,00 kN/m***
$w_{e,J}= c_{pe1,J}\cdot q_p=-0,00 = 0,00\ kN/m^2$ ***0,00 kN/m***

90° szélirány:



e/2=6,86/2=3,43 m

Tető-hajlás α	Zónák ⊙ =90° szélirányhoz							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
–45°	–1.4	–2.0	–1.2	–2.0	–1.0	–1.3	–0.9	–1.2
–30°	–1.5	–2.1	–1.2	–2.0	–1.0	–1.3	–0.9	–1.2
–15°	–1.9	–2.5	–1.2	–2.0	–0.8	–1.2	–0.8	–1.2
–5°	–1.8	–2.5	–1.2	–2.0	–0.7	–1.2	–0.6	–1.2
5°	–1.6	–2.2	–1.3	–2.0	–0.7	–1.2	–0.5	
15°	–1.3	–2.0	–1.3	–2.0	–0.6	–1.2	–0.5	
30°	–1.1	–1.5	–1.4	–2.0	–0.8	–1.2	–0.5	
45°	–1.1	–1.5	–1.4	–2.0	–0.9	–1.2	–0.5	
60°	–1.1	–1.5	–1.2	–2.0	–0.8	–1.0	–0.5	
75°	–1.1	–1.5	–1.2	–2.0	–0.8	–1.0	–0.5	

$c_{pe1,F}$ = -1,83
$c_{pe1,G}$ = -2,00
$c_{pe1,H}$ = -1,20
$c_{pe1,I}$ = -0,40
$c_{pe1,J}$ = -0,50

$w_{e,F}= c_{pe1,F}\cdot q_p=-1,83\cdot 0,409 = -0,75\ kN/m^2$ 0,80·-0,75 = ***-0,60 kN/m***

$w_{e,G} = c_{pe1,G} \cdot q_p = -2{,}00 \cdot 0{,}409 = -0{,}82\ kN/m^2$ $\quad$ $0{,}80 \cdot -0{,}82 =$ ***-0,66 kN/m***

$w_{e,H} = c_{pe1,H} \cdot q_p = -1{,}20 \cdot 0{,}409 = -0{,}49\ kN/m^2$ $\quad$ $0{,}80 \cdot -0{,}49 =$ ***-0,39 kN/m***

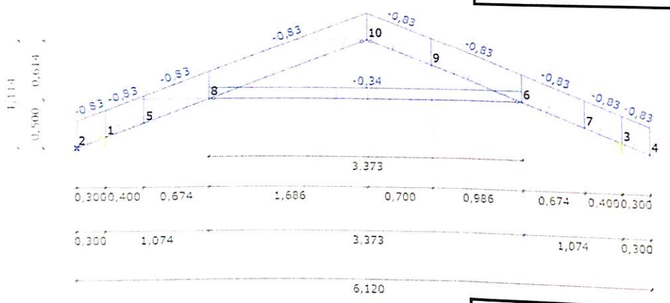
$w_{e,I} = c_{pe1,I} \cdot q_p = -0{,}50 \cdot 0{,}409 = -0{,}21\ kN/m^2$ $\quad$ $0{,}80 \cdot -0{,}21 = -0{,}17\ kN/m$

Hasznos teher:

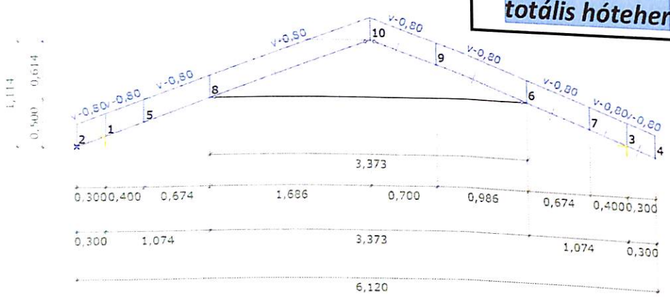
„H" kat. tető $\alpha \geq 20° \rightarrow$ $\boldsymbol{q_k = 0\ kN/m^2}$

A szokásos fenntartási és kisebb javítási munkáktól eltekintve nem járható tető.

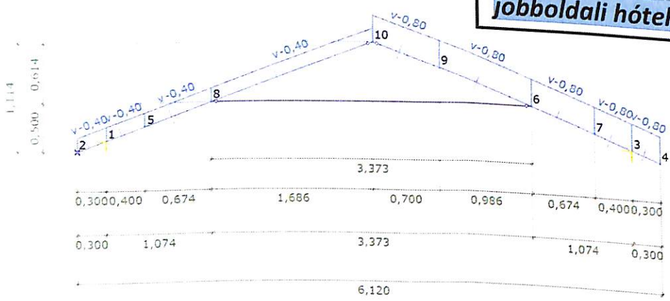
önsúly



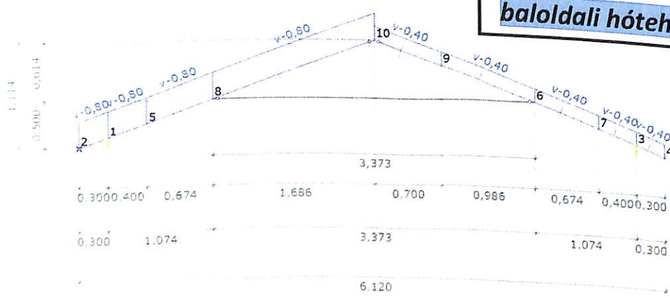
totális hóteher



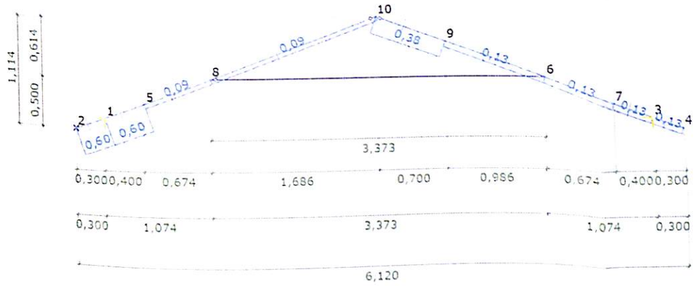
jobboldali hóteher



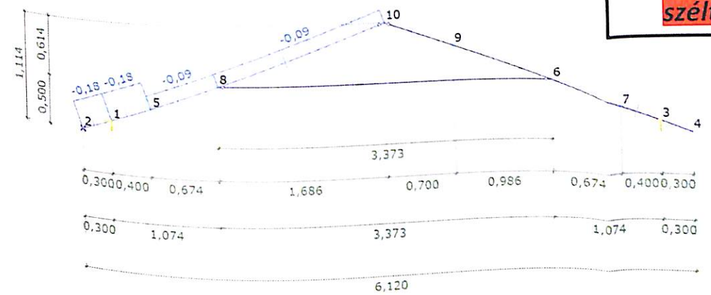
baloldali hóteher



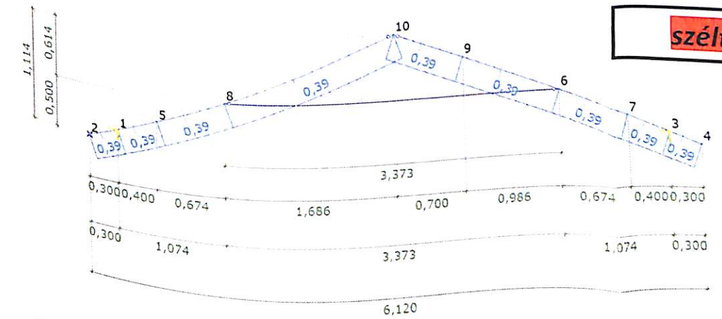
szélteher_1



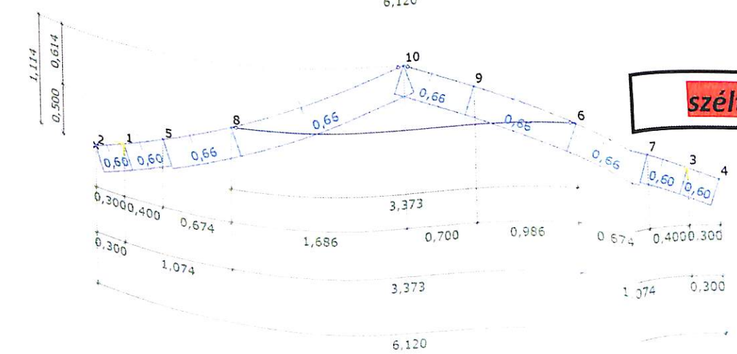
szélteher_2



szélteher_3



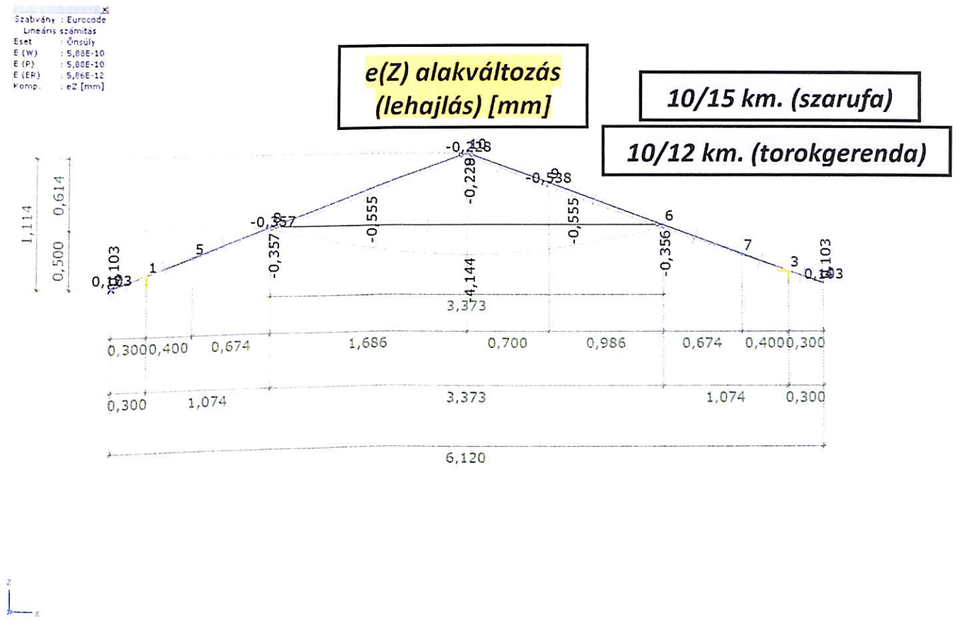
szélteher_4

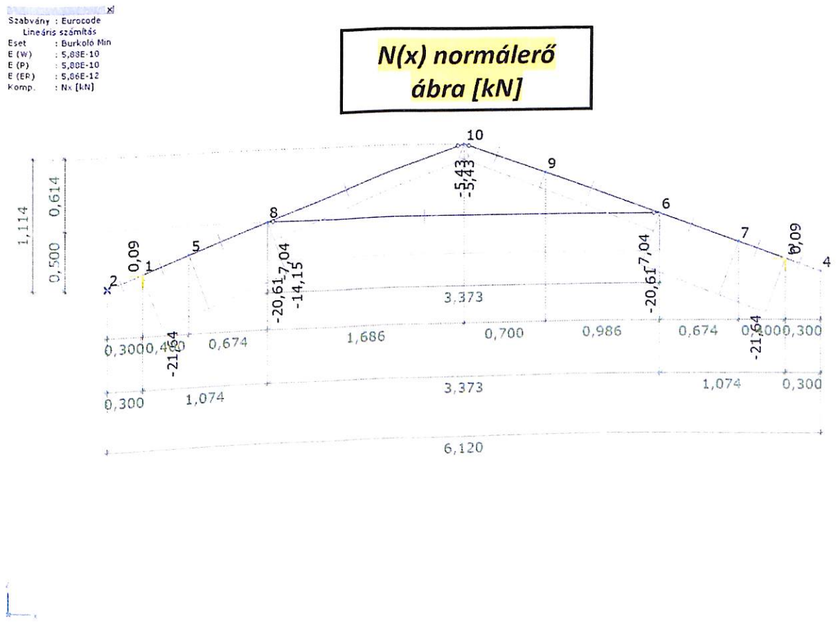


Teherkombinácók:

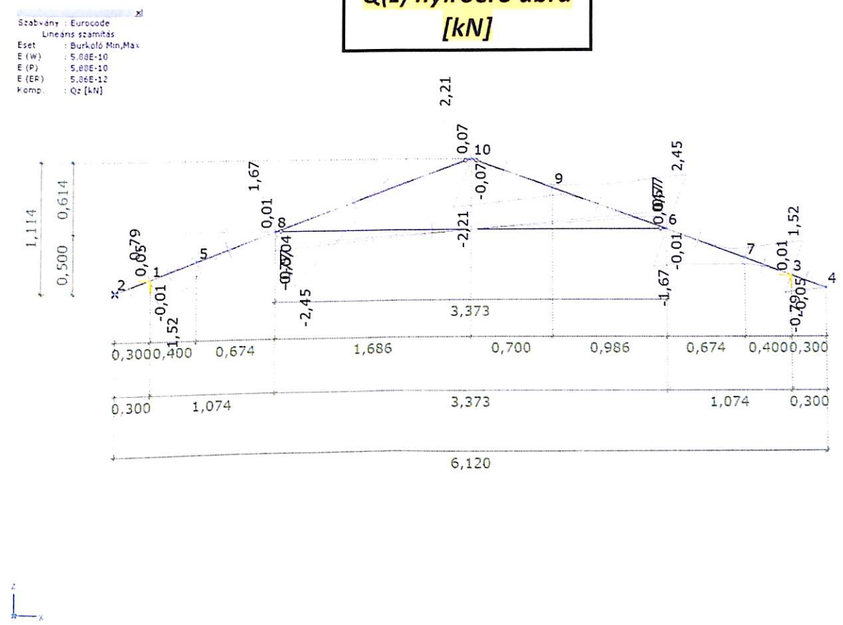
	Önsúly	Hó totál	Hó jobb	Hó bal	Szél1	Szél2	Szél3	Szél4
1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1,35	0,75	0	0	0,9	0	0	0
3	1,35	0,75	0	0	0	0,9	0	0
4	1,35	0,75	0	0	0	0	0,9	0
5	1,35	0,75	0	0	0	0	0	0,9
6	1,35	0	0,75	0	0,9	0	0	0
7	1,35	0	0,75	0	0	0,9	0	0
8	1,35	0	0,75	0	0	0	0,9	0
9	1,35	0	0,75	0	0	0	0	0,9
10	1,35	0	0	0,75	0,9	0	0	0
11	1,35	0	0	0,75	0	0,9	0	0
12	1,35	0	0	0,75	0	0	0,9	0
13	1,35	0	0	0,75	0	0	0	0,9
14	1,15	1,5	0	0	0,9	0	0	0
15	1,15	1,5	0	0	0	0,9	0	0
16	1,15	1,5	0	0	0	0	0,9	0
17	1,15	1,5	0	0	0	0	0	0,9
18	1,15	0	1,5	0	0,9	0	0	0
19	1,15	0	1,5	0	0	0,9	0	0
20	1,15	0	1,5	0	0	0	0,9	0
21	1,15	0	1,5	0	0	0	0	0,9
22	1,15	0	0	1,5	0,9	0	0	0
23	1,15	0	0	1,5	0	0,9	0	0
24	1,15	0	0	1,5	0	0	0,9	0
25	1,15	0	0	1,5	0	0	0	0,9
26	1,15	0,75	0	0	1,5	0	0	0
27	1,15	0,75	0	0	0	1,5	0	0
28	1,15	0,75	0	0	0	0	1,5	0
29	1,15	0,75	0	0	0	0	0	1,5
30	1,15	0	0,75	0	1,5	0	0	0
31	1,15	0	0,75	0	0	1,5	0	0
32	1,15	0	0,75	0	0	0	1,5	0
33	1,15	0	0,75	0	0	0	0	1,5
34	1,15	0	0	0,75	1,5	0	0	0
35	1,15	0	0	0,75	0	1,5	0	0
36	1,15	0	0	0,75	0	0	1,5	0
37	1,15	0	0	0,75	0	0	0	1,5
38	1,35	0	0	0	0	0	0	1,5
39	1,35	2	0	0	0	0	0	0
40	1,35	0	2	0	0	0	0	0
41	1,35	0	0	2	0	0	0	0

AXIS VM eredmények:

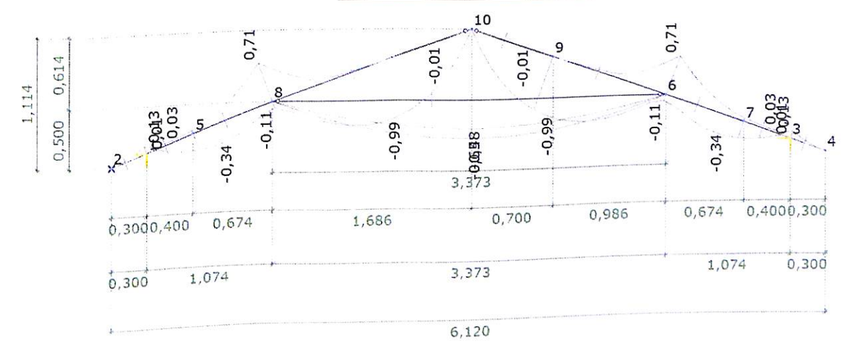




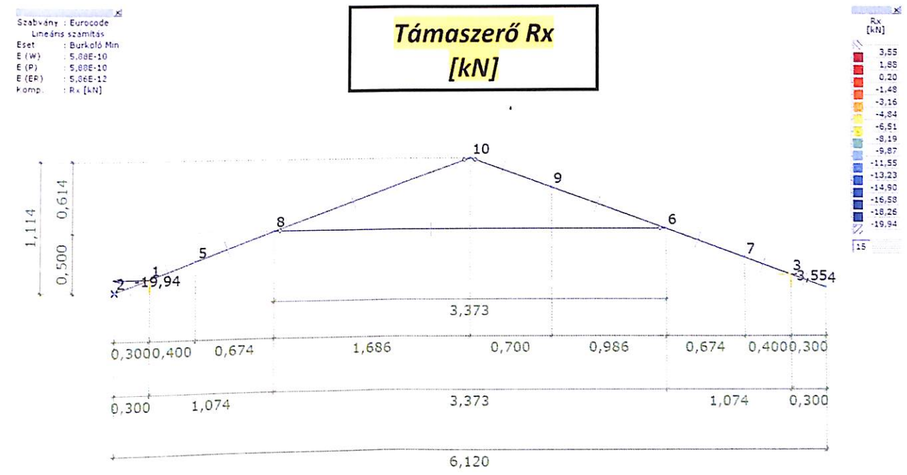
Q(z) nyíróerő ábra [kN]



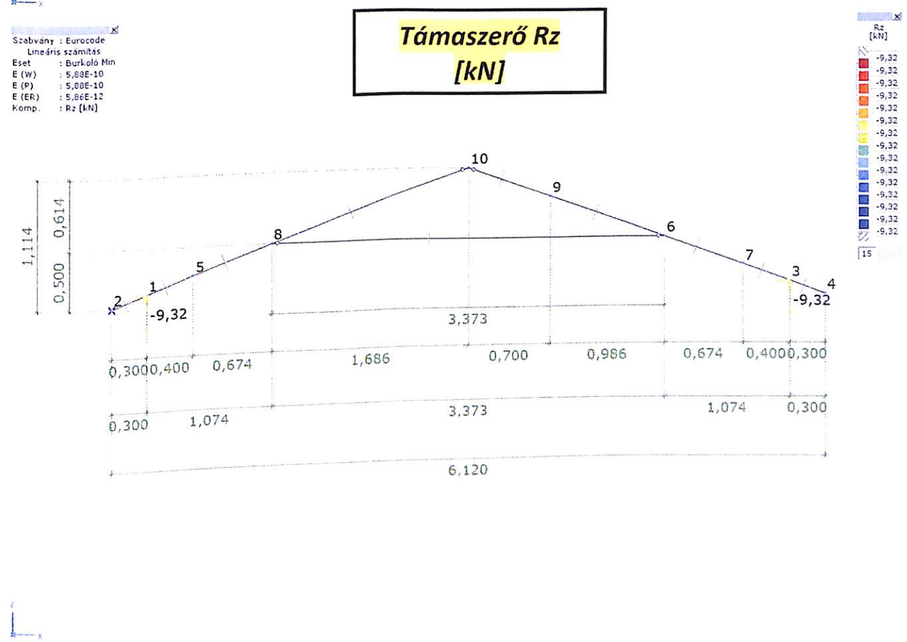
M(y) nyomatéki ábra [kNm]



Támaszerő Rx [kN]



Támaszerő Rz [kN]



AXIS VM eredmények ellenőrzése:

A támaszerőket és az igénybevételeket a Wendenhorst Bautechnische Zahlentafeln (378. oldal) ajánlása alapján ellenőrzöm.

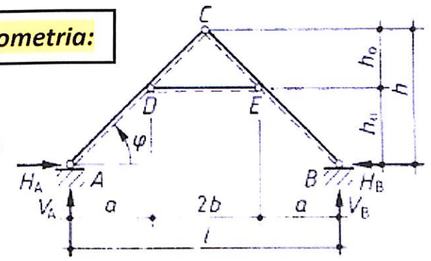
Geometria:

$\tan\varphi = 2h/l,\ \alpha = h_u/h$

$\beta = h_o/h = 1-\alpha$

$\gamma = \alpha\beta$

$\varkappa = w_r/w_l$



a = 1,07 m
2b = 3,37 m
l = 5,51 m
hu = 0,5 m
h0 = 0,61 m
h = 1,11 m

$$\tan\phi = \frac{2h}{l} = \frac{2,22}{5,51} = 0,4$$

$$\alpha = \frac{h_u}{h} = \frac{0,5}{1,11} = 0,45$$

$$\beta = \frac{h_o}{h} = 1-\alpha = 1-0,45 = 0,55$$

$$\gamma = \alpha\cdot\beta = 0,45\cdot 0,55 = 0,25$$

Állandó (önsúly) teher:

$$g_1 = \gamma_g \cdot \frac{G_1}{\cos 20^\circ} = 1,35\cdot\frac{0,83}{0,94} = 1,19\text{kN/m}$$

$$g_1 = \gamma_g \cdot G_2 = 1,35\cdot 0,34 = 0,46\text{kN/m}$$

Támaszerők:

$$V_A = V_B = \frac{g_1\cdot l + g_2\cdot 2b}{2} = \frac{1,19\cdot 5,51 + 0,46\cdot 3,37}{2} = \frac{6,56+1,55}{2} = \boldsymbol{4,06kN}$$

$$H_A^{g1} = H_B^{g1} = \frac{1+4\alpha+\gamma}{16\alpha\cdot\tan\varphi}\cdot g_1\cdot l = \frac{1+4\cdot 0,45+0,25}{16\cdot 0,45\cdot 0,4}\cdot 1,19\cdot 5,51 = 6,95\text{kN}$$

$$H_A^{g2} = H_B^{g2} = \frac{g_2\cdot b}{\tan\varphi} = \frac{0,46\cdot\frac{3,37}{2}}{0,4} = 1,94\text{kN}$$

$$H_A = H_B = H_A^{g1} + H_A^{g2} = H_B^{g1} + H_B^{g2} = 6,95 + 1,94 = \boldsymbol{8,89kN}$$

Normálerő a D és E pontban:

$$N_{D,E} = -\frac{1+\gamma}{16\gamma\cdot\tan\varphi}\cdot g_1\cdot l_1 = -\frac{1+0,25}{16\cdot 0,25\cdot 0,4}\cdot 1,19\cdot 5,51 = \boldsymbol{-5,13kN}$$

Nyomaték a D és E pontban:

$$M_{D,E} = -\frac{3\gamma - 1}{32} \cdot g_1 \cdot l^2 = -\frac{3 \cdot 0{,}25 - 1}{32} \cdot 1{,}19 \cdot 5{,}51^2 = \boldsymbol{-0{,}28kNm}$$

Hóteher (totális, kivételes felszíni hóteher):

Támaszerők:

$$V_A = V_B = \frac{s \cdot l}{2} = \frac{1{,}6 \cdot 5{,}51}{2} = \boldsymbol{4{,}41kN}$$

$$H_A = H_B = \frac{1 + 4\alpha + \gamma}{16\alpha \cdot \tan\varphi} \cdot s \cdot l = \frac{1 + 4 \cdot 0{,}45 + 0{,}25}{16 \cdot 0{,}45 \cdot 0{,}4} \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}51 = \boldsymbol{9{,}34kN}$$

Normálerő a D és E pontban:

$$N_{D,E} = -\frac{1 + \gamma}{16\gamma \cdot \tan\varphi} \cdot s \cdot l = -\frac{1 + 0{,}25}{16 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}4} \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}51 = \boldsymbol{-6{,}89kN}$$

Nyomaték a D és E pontban:

$$M_{D,E} = -\frac{3\gamma - 1}{32} \cdot s \cdot l^2 = -\frac{3 \cdot 0{,}25 - 1}{32} \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}51^2 = \boldsymbol{-0{,}37kNm}$$

Hóteher (féloldalas, kivételes felszíni hóteher):

Támaszerők:

$$V_A = \frac{3}{8} \cdot s \cdot l = \frac{3}{8} \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}51 = \boldsymbol{3{,}31kN}$$

$$V_B = \frac{1}{8} \cdot s \cdot l = \frac{1}{8} \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}51 = \boldsymbol{1{,}10kN}$$

$$H_A = H_B = \frac{1 + 4\alpha + \gamma}{32\alpha \cdot \tan\varphi} \cdot s \cdot l = \frac{1 + 4 \cdot 0{,}45 + 0{,}25}{32 \cdot 0{,}45 \cdot 0{,}4} \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}51 = \boldsymbol{4{,}67kN}$$

Normálerő a D és E pontban:

$$N_{D,E} = -\frac{1 + \gamma}{32\gamma \cdot \tan\varphi} \cdot s \cdot l = -\frac{1 + 0{,}25}{32 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}4} \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}51 = \boldsymbol{-3{,}45kN}$$

Nyomaték a D és E pontban:

$$M_D = \frac{7\gamma - 1}{64} \cdot s \cdot l^2 = \frac{7 \cdot 0{,}25 - 1}{32} \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}51^2 = \boldsymbol{0{,}57kNm}$$

$$M_E = -\frac{1 + \gamma}{64} \cdot s \cdot l^2 = -\frac{1 + 0{,}25}{64} \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}51^2 = \boldsymbol{-0{,}95kNm}$$

Szélteher (szélszívás):

$$w_D = \gamma_Q \cdot \psi_{2,w} \cdot w = 1{,}5 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}66 = 0{,}59kN/m$$

Támaszerők:

$$V_A = V_B = -\frac{3 - \tan^2\varphi + 1 + \tan^2\varphi}{8} \cdot w_D \cdot l = -\frac{3 - 0{,}4 \cdot 0{,}4 + 1 + 0{,}4 \cdot 0{,}4}{8} \cdot 0{,}59 \cdot 5{,}51 = \boldsymbol{-1{,}63kN}$$

$$k_1 = \frac{2}{\tan\varphi} - 6\tan\varphi + \frac{1 + \gamma}{2\alpha} \cdot 1 + \frac{\tan^2\varphi}{\tan\varphi} = \frac{2}{\tan 20^\circ} - 6 \cdot 0{,}4 + \frac{1 + 0{,}25}{2 \cdot 0{,}45} \cdot 1 + \frac{0{,}4 \cdot 0{,}4}{0{,}4} = 3{,}99$$

$$k_2 = \frac{1 + \tan^2\varphi}{\tan\varphi} \cdot \left(2 + \frac{1 + \gamma}{2\alpha}\right) = \frac{1 + 0{,}4 \cdot 0{,}4}{0{,}4} \cdot \left(2 + \frac{1 + 0{,}25}{2 \cdot 0{,}45}\right) = 9{,}83$$

$$H_A = H_B = \frac{k1+k2}{16} \cdot w_D \cdot l^2 = \frac{3{,}99+9{,}83}{16} \cdot 0{,}59 \cdot 5{,}51^2 = \mathbf{2{,}81kN}$$

Normálerő a D és E pontban:

$$N_{D,E} = \frac{(1+\gamma)(1+\tan^2\varphi)^2}{32\gamma \cdot \tan\varphi} \cdot w_D \cdot l = \frac{(1+0{,}25)(1+0{,}4 \cdot 0{,}4)^2}{32 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}4} \cdot 0{,}59 \cdot 5{,}51 = \mathbf{2{,}95kN}$$

$$k_3 = (1+\tan^2\varphi)(7\gamma - 1) = (1+0{,}4 \cdot 0{,}4)(7 \cdot 0{,}25 - 1) = 0{,}87$$

$$k_4 = (1+\tan^2\varphi)(1+\gamma) = (1+0{,}4 \cdot 0{,}4)(1+0{,}25) = 1{,}45$$

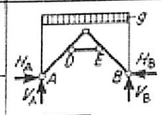
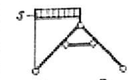
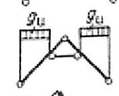
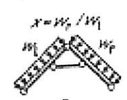
Nyomaték a D és E pontban:

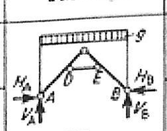
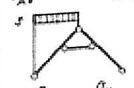
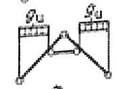
$$M_{D,E} = \frac{k_3+k_4}{64} \cdot w_D \cdot l^2 = \frac{0{,}87+1{,}45}{64} \cdot 0{,}59 \cdot 5{,}51^2 = \mathbf{0{,}16kNm}$$

Az eredmények összehasonlítása:

Terhelés:	***Számítási módszer:***	$R_z=V_A$	$R_z=V_B$	$R_x=H_A$	$R_x=H_B$	$N_x=N_{D,E}$	$M_y=M_D$	$M_y=M_E$
		kN	***kN***	***kN***	***kN***	***kN***	***kNm***	***kNm***
Állandó (önsúly)	Axis VM	4,43		9,67		10,04	0,11	
	Kézi számítás	4,06		8,89		5,13	0,28	
	Δ (eltérés)	9,1%		8,8%		95,7%	-60,7%	
Hóteher (totális, kivételes felszíni)	Axis VM	4,90		10,26		10,58	0,13	
	Kézi számítás	4,41		9,34		6,89	0,37	
	Δ (eltérés)	11,1%		9,9%		53,6%	-64,9%	
Hóteher (féloldalas, kivételes felszíni)	Axis VM	3,80	1,10	5,14		5,38	0,56	0,84
	Kézi számítás	3,31	1,10	4,67		3,45	0,57	0,95
	Δ (eltérés)	14,8%	0,0%	10,1%		55,9%	-1,8%	-11,6%
Szélteher (szélszívás)	Axis VM	1,19		2,40		2,71	0,08	
	Kézi számítás	1,63		2,81		2,95	0,16	
	Δ (eltérés)	-27,0%		-14,6%		-8,1%	-50,0%	

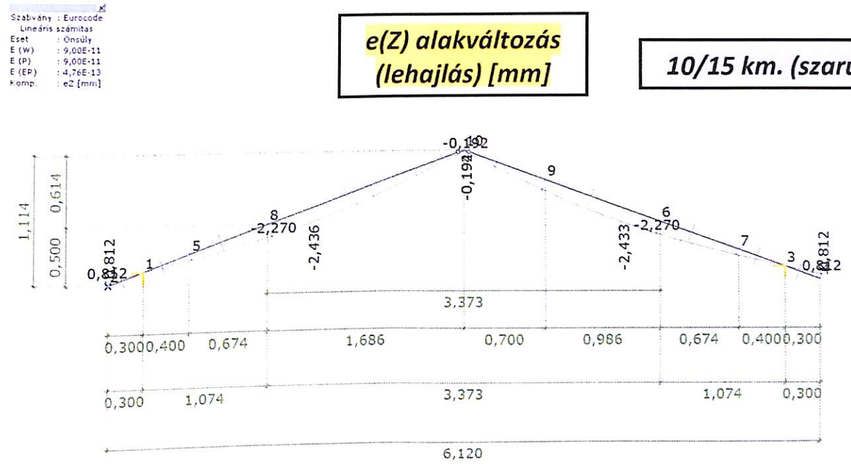
7.1.2 Kehlbalkendach (Bezeichnungen s. S. 377 unten)

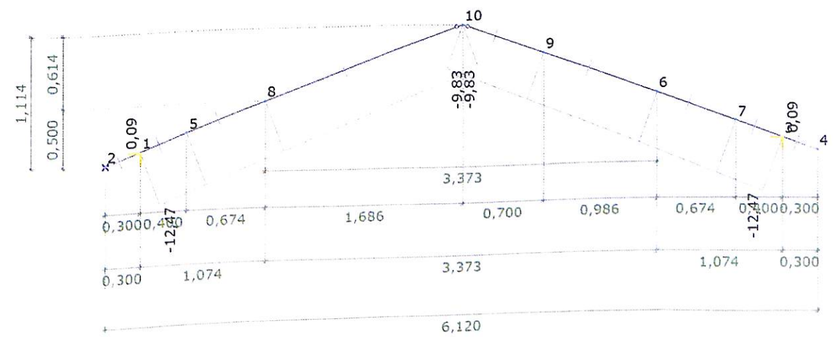
	Belastungen	V_A	V_B	N_{OE}
a)		$\frac{g \cdot l}{2}$	$\frac{g \cdot l}{2}$	$-\frac{1+\gamma}{16\,\gamma \tan\varphi}\, g \cdot l$
b)		$\frac{3}{8}\, s \cdot l$	$\frac{1}{8}\, s \cdot l$	$-\frac{1+\gamma}{32\,\gamma \tan\varphi}\, s \cdot l$
c)		$\frac{\alpha}{2}\, g_u \cdot l$	$\frac{\alpha}{2}\, g_u \cdot l$	$-\frac{\alpha(3\beta+1)}{16\,\beta \tan\varphi}\, g_u \cdot l$
d)		$\frac{3-\tan^2\varphi}{8}\, w \cdot l$	$\frac{1+\tan^2\varphi}{8}\, w \cdot l$	$-\frac{1+\gamma}{32\,\gamma} \cdot \frac{1+\tan^2\varphi}{\tan\varphi}\, w \cdot l$
e)		$V_A = \frac{3-\tan^2\varphi+\varkappa(1+\tan^2\varphi)}{8}\, w_l \cdot l$ $V_B = \frac{1+\tan^2\varphi+\varkappa(3-\tan^2\varphi)}{8}\, w_l \cdot l$		$-\frac{(1+\gamma)(1+\tan^2\varphi)(1+\varkappa)}{32\,\gamma \cdot \tan\varphi}\, w_l \cdot l$
f)		$g_k \cdot b = \frac{\beta}{2}\, g_k \cdot l$	$g_k \cdot b = \frac{\beta}{2}\, g_k \cdot l$	$-\frac{g_k \cdot b}{\tan\varphi} = -\frac{\beta}{2\tan\varphi}\, g_k \cdot l$
g)		$\frac{2b+a}{l}\, P = \left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right) P$	$\frac{a}{l}\, P = \frac{\alpha}{2}\, P$	$-\frac{P}{2\tan\varphi}$

	Belastungen	H_A	H_B	M_O	M_E
a)		$\frac{1+4\alpha+\gamma}{16\,\alpha \tan\varphi}\, g \cdot l$	$\frac{1+4\alpha+\gamma}{16\,\alpha \tan\varphi}\, g \cdot l$	$\frac{3\gamma-1}{32}\, g \cdot l^2$	$\frac{3\gamma-1}{32}\, g \cdot l^2$
b)		$\frac{1+4\alpha+\gamma}{32\,\alpha \tan\varphi}\, s \cdot l$	$\frac{1+4\alpha+\gamma}{32\,\alpha \tan\varphi}\, s \cdot l$	$\frac{7\gamma-1}{64}\, s \cdot l^2$	$-\frac{1+\gamma}{64}\, s \cdot l^2$
c)		$\frac{\alpha(\alpha+4)}{16 \tan\varphi}\, g_u \cdot l$	$\frac{\alpha(\alpha+4)}{16 \tan\varphi}\, g_u \cdot l$	$-\frac{\alpha^3}{32}\, g_u \cdot l^2$	$-\frac{\alpha^3}{32}\, g_u \cdot l^2$
d)		$\frac{k_1}{16}\, w \cdot l$ k_1 und k_2 wie unter e)	$\frac{k_2}{16}\, w \cdot l$	$\frac{k_3}{64}\, w \cdot l^2$ k_3 und k_4 wie unter e)	$-\frac{k_4}{64}\, w \cdot l^2$
e)		$\frac{k_1+\varkappa k_2}{16}\, w_l \cdot l$ wobei $k_1 = \frac{2}{\tan\varphi} - 6\tan\varphi + \frac{1+\gamma}{2\varkappa} \cdot \frac{1+\tan^2\varphi}{\tan\varphi}$ $k_2 = \frac{1+\tan^2\varphi}{\tan\varphi} \cdot \left(2 + \frac{1+\gamma}{2\varkappa}\right)$	$\frac{k_2+\varkappa k_1}{16}\, w \cdot l$	$\frac{k_3-\varkappa k_4}{64}\, w_l \cdot l^2$ wobei $k_3 = (1+\tan^2\varphi)(7\gamma-1)$ $k_4 = (1+\tan^2\varphi)(1+\gamma)$	$-\frac{k_4+\varkappa k_3}{64}\, w_l \cdot l^2$
f)		$\frac{g_k \cdot b}{\tan\varphi} = \frac{\beta}{2\tan\varphi}\, g_k \cdot l$	$\frac{g_k \cdot b}{\tan\varphi} = \frac{\beta}{2\tan\varphi}\, g_k \cdot l$	0	0
g)		$\frac{P}{2\tan\varphi}$	$\frac{P}{2\tan\varphi}$	$\frac{\gamma \cdot l}{4}\, P$	$-\frac{\gamma \cdot l}{4}\, P$

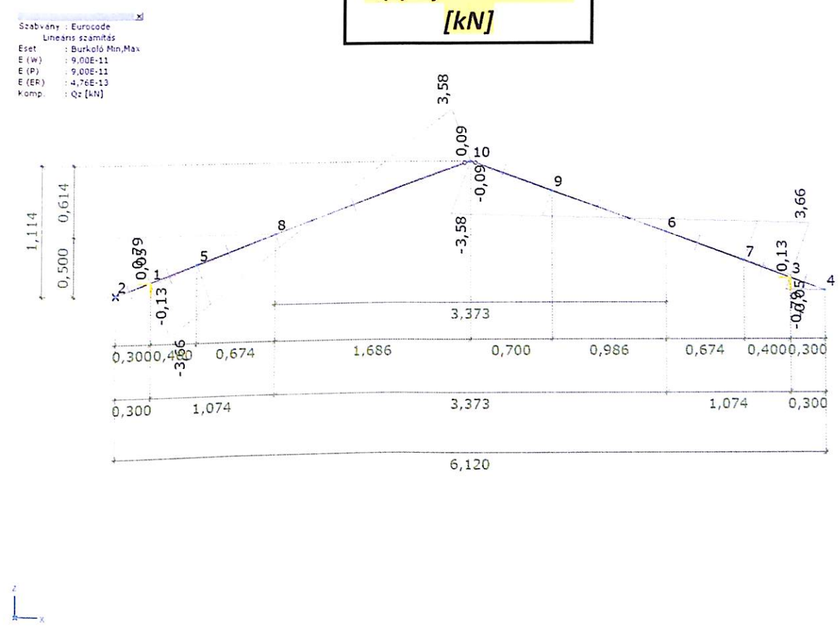
A háromcsuklós modellt is AXIS VM-ben számolom a torokgerenda megszüntetésével.

A geometria, terhek, teherkombinációk változatlanok, így csak az eredményeket közlöm.

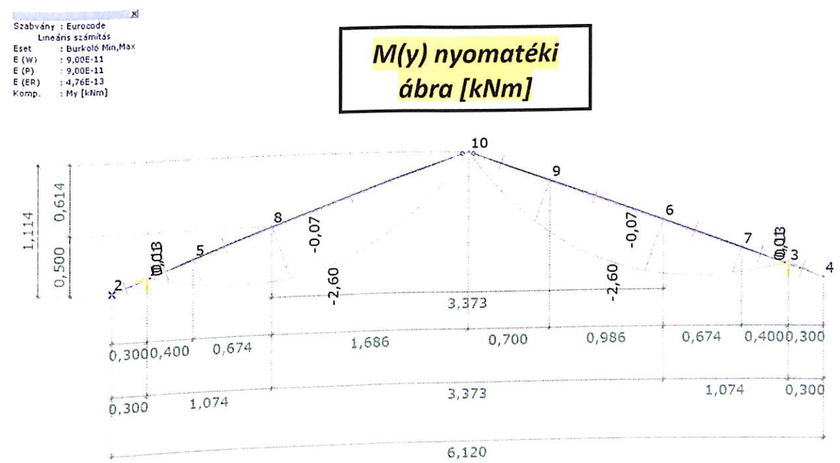




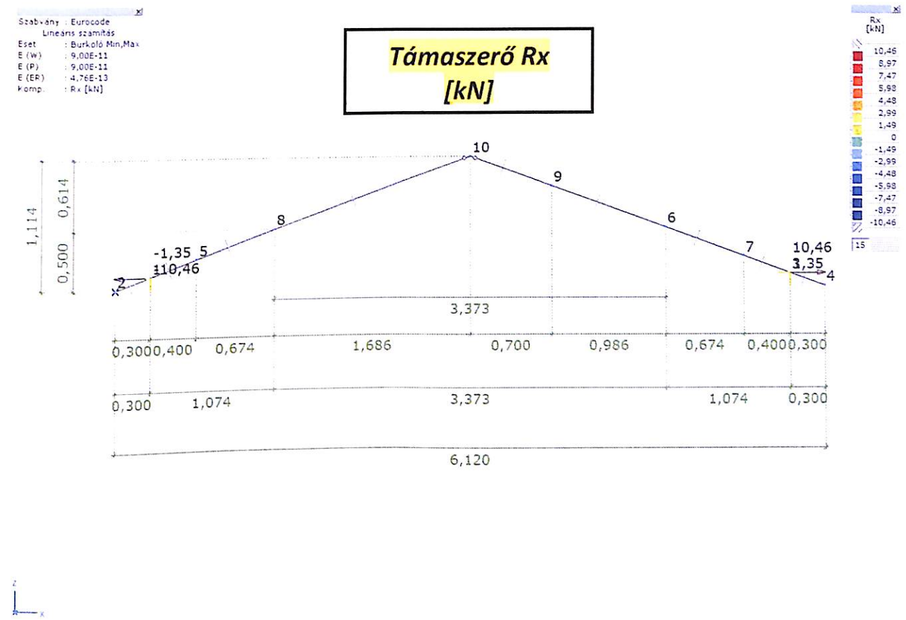
Q(z) nyíróerő ábra [kN]



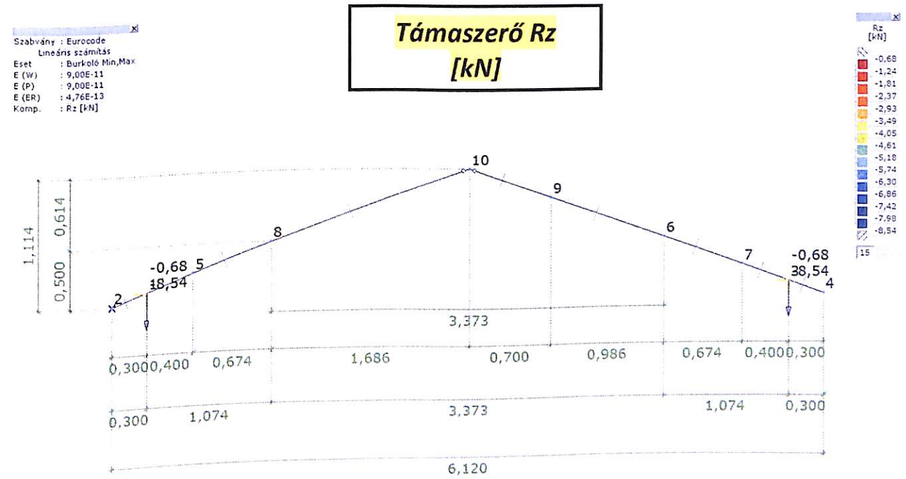
M(y) nyomatéki ábra [kNm]



Támaszerő Rx [kN]



Támaszerő Rz [kN]



Statikai eredmények:	*Torrokgerendás fedélszék:*	*Háromcsuklós tartó:*
e_z (mm)	4,14 (torokger.)	2,44
	0,55 (szarufa)	
N_x (kN)	21,64	12,47
Q_z (kN)	4,12	3,66
M_y (kNm)	0,99	2,60
R_x (kN)	19,94	10,46
R_z (kN)	9,32	8,54

Szarufa méretezése:

Keresztmetszeti felület:

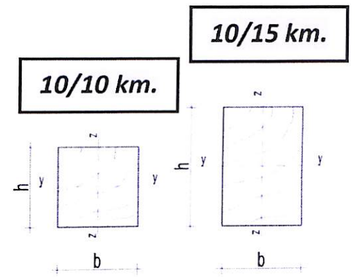
$$A = b \cdot h = 100 \cdot 100 = 1{,}0 \cdot 10^4 \, mm^2$$

$$A = b \cdot h = 100 \cdot 150 = 1{,}5 \cdot 10^4 \, mm^2$$

Inercia nyomaték:

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{100 \cdot 100^3}{12} = 0{,}83 \cdot 10^7 \, mm^4$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{100 \cdot 150^3}{12} = 2{,}8125 \cdot 10^7 \, mm^4$$



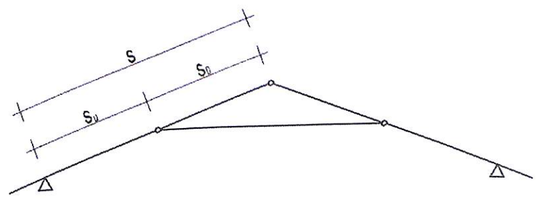
Inercia sugár:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{0{,}83 \cdot 10^7}{1{,}0 \cdot 10^4}} = 28{,}87 mm$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{2{,}8125 \cdot 10^7}{1{,}5 \cdot 10^4}} = 43{,}30 mm$$

Kihajlási hossz:

Torokgerendás fedélszék esetén:



A) $s_u < 0{,}7s$ $\rightarrow l_0 = 0{,}8s$

B) $s_u > 0{,}7s$ $\rightarrow l_0 = s$

$s_u = 1{,}14m$

$s = 2{,}93m$

$0{,}7s = 0{,}7 \cdot 2{,}93 = 2{,}05m$

$s_u = 1{,}14m \langle 2{,}05m \rightarrow ,,A"$

$l_0 = 0{,}8 \cdot s = 0{,}8 \cdot 2{,}93 = 2{,}30m$

Háromcsuklós tartó esetén:

$l_0 = s = 2{,}93m$

Karcsúság:

Torokgerendás fedélszék:

$$\lambda_y = \frac{l_0}{i_y} = \frac{2300}{28{,}87} = 79{,}67$$

$$\lambda_y = \frac{l_0}{i_y} = \frac{2300}{43{,}30} = 53{,}12$$

Háromcsuklós tartó:

$$\lambda_y = \frac{l_0}{i_y} = \frac{2930}{28{,}87} = 101{,}49$$

$$\lambda_y = \frac{l_0}{i_y} = \frac{2930}{43{,}30} = 67{,}67$$

Feszültség összetevő nyomásból:

Torokgerendás fedélszék:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{21{,}64 \cdot 10^3}{1{,}0 \cdot 10^4} = 2{,}16 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{21{,}64 \cdot 10^3}{1{,}5 \cdot 10^4} = 1{,}44 N/mm^2$$

Háromcsuklós tartó:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{12{,}47 \cdot 10^3}{1{,}0 \cdot 10^4} = 1{,}25 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{12{,}47 \cdot 10^3}{1{,}5 \cdot 10^4} = 0{,}83 N/mm^2$$

Relatív karcsúság:

Torokgerendás fedélszék és a háromcsuklós tartónál:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{79{,}67}{3{,}14} \cdot \sqrt{\frac{20}{6{,}7 \cdot 10^3}} = 1{,}39$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{53{,}12}{3{,}14} \cdot \sqrt{\frac{20}{6{,}7 \cdot 10^3}} = 0{,}92$$

$$k_y = 0{,}5\left(1+\beta_c\left(\lambda_{rel,y}-0{,}5\right)+\lambda_{rel,y}^2\right) = 0{,}5\left(1+0{,}2(1{,}39-0{,}5)+1{,}39^2\right) = 1{,}55$$

$$k_y = 0{,}5\left(1+\beta_c\left(\lambda_{rel,y}-0{,}5\right)+\lambda_{rel,y}^2\right) = 0{,}5\left(1+0{,}2(0{,}92-0{,}5)+0{,}92^2\right) = 0{,}99$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y+\sqrt{k_y^2-\lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1{,}55+\sqrt{1{,}55^2-1{,}39^2}} = 0{,}28$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y+\sqrt{k_y^2-\lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0{,}99+\sqrt{0{,}99^2-0{,}92^2}} = 0{,}74$$

Rostokkal párhuzamos nyomófeszültség tervezési értéke:

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_{fa}}\cdot k_{mod} = \frac{20}{1{,}3}\cdot 0{,}7 = 10{,}77\text{N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}} = \frac{2{,}16}{0{,}28\cdot 10{,}77} = 0{,}72$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}} = \frac{1{,}44}{0{,}74\cdot 10{,}77} = 0{,}18$$

Tartómagasság tényező:

$$k_h = \min\left\{\frac{(150/h)^{0,2}}{1{,}3} = \min\left\{\frac{(150/100)^{0,2}}{1{,}3} = \min\left\{\frac{1{,}5}{1{,}3} \rightarrow k_h = 1{,}3\right.\right.\right.$$

$$k_h = \min\left\{\frac{(150/h)^{0,2}}{1{,}3} = \min\left\{\frac{(150/150)^{0,2}}{1{,}3} = \min\left\{\frac{1{,}0}{1{,}3} \rightarrow k_h = 1{,}0\right.\right.\right.$$

Rostokkal párhuzamos hajlítófeszültség tervezési értéke:

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k}}{\gamma_{fa}}\cdot k_{mod}\cdot k_h = \frac{22}{1{,}3}\cdot 0{,}9\cdot 1{,}3 = 19{,}80\text{N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k}}{\gamma_{fa}}\cdot k_{mod}\cdot k_h = \frac{22}{1{,}3}\cdot 0{,}9\cdot 1{,}0 = 15{,}23\text{N/mm}^2$$

Feszültség összetevők hajlításból:

Torokgerendás fedélszék:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{E,d}}{I_y}\cdot\frac{h}{2} = \frac{0{,}99\cdot 10^6}{0{,}83\cdot 10^7}\cdot\frac{100}{2} = 5{,}96\text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{E,d}}{I_y}\cdot\frac{h}{2} = \frac{0{,}99\cdot 10^6}{2{,}8125\cdot 10^7}\cdot\frac{150}{2} = 2{,}64\text{N/mm}^2$$

Háromcsuklós tartó:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{E,d}}{I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{2,60 \cdot 10^6}{0,83 \cdot 10^7} \cdot \frac{100}{2} = 15,66 N/mm^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{E,d}}{I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{2,60 \cdot 10^6}{2,8125 \cdot 10^7} \cdot \frac{150}{2} = 6,93 N/mm^2$$

Torokgerendás fedélszék:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{5,96}{19,80} = 0,30$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{2,61}{15,23} = 0,17$$

Háromcsuklós tartó:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{15,66}{19,80} = 0,80$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{6,93}{15,23} = 0,46$$

Torokgerendás fedélszék (10/10 km.):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = 0,72 + 0,30 = 1,02 \rangle 1,0$$

NEM FELEL MEG!

Torokgerendás fedélszék (10/15 km.):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = 0,18 + 0,17 = 0,35 \langle 1,0$$

MEGFELEL!

Háromcsuklós tartó (10/10 km.):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = 0,72 + 0,80 = 1,52 \rangle 1,0$$

NEM FELEL MEG!

Háromcsuklós tartó (10/15 km.)::

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = 0,18 + 0,46 = 0,64 \langle 1,0$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás- használhatósági határállapotok):

Pillanatnyi alakváltozás (rugalmas alakváltozás kúszás nélkül):

$$u_{inst,G} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0{,}83/\cos 20 \cdot 2{,}30^4 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^2 \cdot 2812{,}5} = 0{,}11cm = 1{,}1mm$$

Kiemelt esetleges teher:

$$u_{inst,Q1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{s_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0{,}8/\cos^2 20 \cdot 2{,}30^4 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^2 \cdot 2812{,}5} = 0{,}09cm = 0{,}9mm$$

Egyidejű esetleges teher (szélnyomás):

$$u_{inst,Q2} = \frac{5}{384} \cdot \frac{w_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0{,}18 \cdot 2{,}30^4 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^2 \cdot 2812{,}5} = 0{,}02cm = 0{,}2mm$$

$$u_{inst} = u_{inst,G} + u_{inst,Q1} + u_{inst,Q2} = 1{,}1 + 0{,}9 + 0{,}2 = 2{,}2mm$$

$$u_{max} = l/300 = 2300/300 = 7{,}6mm \rangle u_{inst} = 2{,}2mm$$

MEGFELEL!

Alakváltozás végértéke:

$$u_{fin,G} = u_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) = 1{,}1 \cdot (1 + 0{,}6) = 1{,}76mm$$

$$u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 0{,}9 \cdot (1 + 0 \cdot 0{,}6) = 0{,}9mm$$

$$u_{fin,Q2} = u_{inst,Q2} \cdot (\psi_0 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 0{,}2 \cdot (0{,}6 + 0 \cdot 0{,}6) = 0{,}12mm$$

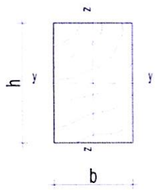
$$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Q2} = 1{,}76 + 0{,}9 + 0{,}12 = 2{,}78mm$$

$$u_{max} = l/250 = 2300/250 = 9{,}2mm \rangle u_{fin} = 2{,}78mm$$

MEGFELEL!

Torokgerenda méretezése:

10/12 km.



Keresztmetszeti felület:

$$A = b \cdot h = 100 \cdot 120 = 1{,}2 \cdot 10^4 \, mm^2$$

Inercia nyomaték:

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{100 \cdot 120^3}{12} = 1{,}44 \cdot 10^7 \, mm^4$$

Inercia sugár:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1{,}44 \cdot 10^7}{1{,}2 \cdot 10^4}} = 34{,}64 mm$$

Kihajlási hossz:

$$l_0 = 1{,}05 \cdot l = 1{,}05 \cdot 3{,}37 = 3{,}54 m$$

Karcsúság:

$$\lambda_y = \frac{l_0}{i_y} = \frac{3540}{34{,}64} = 102{,}19$$

Feszültség összetevő nyomásból:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{14{,}15 \cdot 10^3}{1{,}2 \cdot 10^4} = 1{,}18 N/mm^2$$

Relatív karcsúság:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{102{,}19}{3{,}14} \cdot \sqrt{\frac{20}{6{,}7 \cdot 10^3}} = 1{,}78$$

$$k_y = 0{,}5\left(1 + \beta_c\left(\lambda_{rel,y} - 0{,}5\right) + \lambda_{rel,y}^2\right) = 0{,}5\left(1 + 0{,}2(1{,}78 - 0{,}5) + 1{,}78^2\right) = 2{,}23$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{2{,}23 + \sqrt{2{,}23^2 - 1{,}78^2}} = 0{,}28$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{1{,}18}{0{,}28 \cdot 10{,}77} = 0{,}39$$

Tartómagasság tényező:

$$k_h = \min\left\{\frac{(150/h)^{0,2}}{1{,}3}\right. = \min\left\{\frac{(150/120)^{0,2}}{1{,}3}\right. = \min\left\{\frac{1{,}07}{1{,}3}\right. \rightarrow k_h = 1{,}07$$

Rostokkal párhuzamos hajlítófeszültség tervezési értéke:

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k}}{\gamma_{fa}} \cdot k_{mod} \cdot k_h = \frac{22}{1,3} \cdot 0,9 \cdot 1,07 = 16,29 N/mm^2$$

Feszültség összetevők hajlításból:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{E,d}}{I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{0,65 \cdot 10^6}{1,44 \cdot 10^7} \cdot \frac{120}{2} = 2,71 N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{2,71}{16,29} = 0,17$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = 0,39 + 0,17 = 0,56 \langle 1,0$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás- használhatósági határállapotok):

Pillanatnyi alakváltozás (rugalmas alakváltozás kúszás nélkül):

$$u_{inst,G} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,34 \cdot 3,54^4 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^2 \cdot 1444} = 0,48 cm = 4,8 mm$$

$$u_{inst} = u_{inst,G} = 4,8 mm$$

$$u_{max} = l/300 = 3540/300 = 11,8 mm \rangle u_{inst} = 4,8 mm$$

MEGFELEL!

Alakváltozás végértéke:

$$u_{fin,G} = u_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) = 4,8 \cdot (1 + 0,6) = 7,68 mm$$

$$u_{fin} = u_{fin,G} = 7,68 mm$$

$$u_{max} = l/250 = 3540/250 = 14,16 mm \rangle u_{fin} = 2,78 mm$$

MEGFELEL!

Kapcsolatok méretezése:

Szarufa és a talpszelemen kapcsolata:

Föggőleges erő felvétele:

$v \leq h/4$

$v \leq 150/4 = 37{,}5mm$

$$c = \frac{v}{\sin\alpha} = \frac{37{,}5}{\sin 20} = 109{,}6mm$$

Rostokra merőleges nyomófeszültség értéke:

$$f_{c,90,d} = \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_{fa}} \cdot k_{mod} \cdot k_h = \frac{2{,}4}{1{,}3} \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}0 = 1{,}66N/mm^2$$

$$A_{Rd,y}^{max} = c \cdot b \cdot f_{c,90,d} = 109{,}6 \cdot 100 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-3} = 18{,}19kN \rangle A_{Ed,y} = 9{,}32kN$$

MEGFELEL!

v_{min}=?

$$A_{Rd,y}^{min} = \frac{v}{\sin\alpha} \cdot b \cdot f_{c,90,d} \geq A_{Ed,y} = 9{,}32 \cdot 10^3 N$$

$$v \geq \frac{A_{Ed,y} \cdot \sin\alpha}{b \cdot f_{c,90,d}}$$

$$v \geq \frac{9{,}32 \cdot 10^3 \cdot \sin 20}{100 \cdot 1{,}66} = 19{,}2mm$$

Vízszintes erő felvétele:

A vízszintes támaszerőt 2db szögacél heveder (L 50.50.4) segítségével közvetítjük a talpszelemenre.

$A_{Rd,x} = 19{,}94kN$

Szögacélpár ellenőrzése húzásra:

$$A_h = A - 2 \cdot d \cdot t1 = 2 \cdot 3{,}89 \cdot 10^2 - 2 \cdot 14 \cdot 4 = 666mm^2$$

$$R_{szögacél} = \frac{\beta_3 \cdot A_h \cdot f_{u,k}}{\gamma_M} = \frac{0{,}5 \cdot 666 \cdot 240}{1{,}1} \cdot 10^{-3} = 72{,}65kN$$

β_3: a csavarlyukak távolságától függő csökkentő tényező

β_3 = 0,7-0,5 (három vagy több csavar esetén)

$$R_{szögacél} = 72{,}65kN \rangle A_{Rd,x} = 19{,}94kN$$

MEGFELEL!

Szögacélpár ellenőrzése palástnyomásra:

$$R_{palást} = n_{csavar} \cdot t_1 \cdot d \cdot \frac{f_{u,k}}{\gamma_{köt}} = 4 \cdot 4 \cdot 14 \cdot \frac{240}{1,1} \cdot 10^{-3} = 48,87kN$$

$$R_{palást} = 48,87kN \rangle A_{Rd,x} = 19,94kN$$

MEGFELEL!

Csavarkapcsolat határereje:

Beágyazási feszültség szálirányban:

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,010d) \cdot \varsigma_k = 0,082 \cdot (1 - 0,010 \cdot 14) \cdot 420 = 29,62N/mm^2$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 14 = 1,56$$

Beágyazási tényező karakterisztikus értéke:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2\alpha + \cos^2\alpha} = \frac{29,62}{1,56 \cdot \sin^2(20) + \cos^2(20)} = 27,80N/mm^2$$

Beágyazási feszültség tervezési értéke:

$$f_{h,\alpha,d} = \frac{f_{h,\alpha,k}}{\gamma_{fa}} \cdot k_{mod} = \frac{27,80}{1,3} \cdot 0,7 = 14,97N/mm^2$$

$$d_{eff} = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 14 = 12,6mm$$

Csavarszár:

Csavarszár nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,k} = 0,8 \cdot f_{u,1,k} \cdot \frac{d_{eff}^{\ 3}}{6} = 0,8 \cdot 340 \cdot \frac{12,6^3}{6} \cdot 10^{-3} = 90,68\,kNm$$

Csavarszár nyomatékának tervezési értéke:

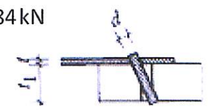
$$M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_{köt}} = \frac{90,68}{1,1} = 82,44\,kNm$$

Csavarkapcsolat palástnyomás tervezési értéke:

$$R_d = n \cdot \left(\sqrt{2} - 1\right) \cdot f_{h,\alpha,d} \cdot t_2 \cdot d = \left(4 \cdot \left(\sqrt{2} - 1\right) \cdot 14,97 \cdot 60 \cdot 14\right) \cdot 10^{-3} = 20,84\,kN$$

$$R_d = 20,84kN \rangle A_{Rd,x} = 19,94kN$$

MEGFELEL!

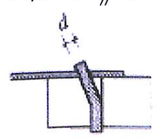


Csavarszár hajlítási tervezési értéke:

$$R_d = n \cdot \left(1,1\sqrt{2M_{y,d} \cdot f_{h,\alpha,d} \cdot d}\right) = \left(4 \cdot \left(1,1\sqrt{2 \cdot 82,44 \cdot 10^3 \cdot 14,97 \cdot 14}\right)\right) \cdot 10^{-3} = 25,86kN$$

$$R_d = 25,84kN \rangle A_{Rd,x} = 19,94kN$$

MEGFELEL!



Szögacél:

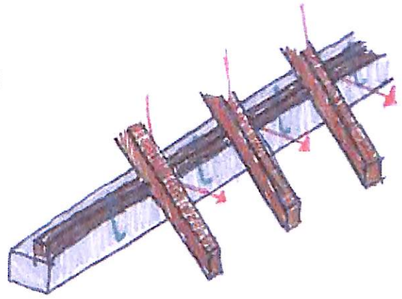
,,vékony" elem:	$t_1 \leq 0{,}5d$ $4 \leq 0{,}5 \cdot 14 = 7$	IGAZ
,,vékony-vastag" elem:	$0{,}5d < t_1 < d$ $7 < 4 < 14$	NEM IGAZ
,,vastag" elem:	$d \leq v$ $14 \leq 4$	NEM IGAZ

Talpszelemen csavar ellenőrzése:

Talpszelemen csavar nyírási ellenállása:

$$F_{R,d} = \frac{0{,}6 \cdot f_{u,b} \cdot A}{\gamma_M} = \frac{0{,}6 \cdot 500 \cdot 201}{1{,}25} \cdot 10^{-3} = 48{,}24\text{kN}$$

$f_{u,b}$: csavar szakítószilárdsága
A: csavarszár keresztmetszeti területe
n: csavarok száma



$$F_{R,d} = 48{,}24\text{kN} \rangle A_{Rd,x} = 19{,}94\text{kN}$$

MEGFELEL! (1 db szelemencsavar)

Talpszelemen csavar palástnyomási ellenállása:

$$F_{R,d} = k_1 \cdot \frac{\alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_M} = 2{,}5 \cdot \frac{1{,}0 \cdot 1{,}66 \cdot 16 \cdot 200}{1{,}25} \cdot 10^{-3} = 10{,}62\text{kN}$$

f_u: alapanyag szakítószilárdsága/rostokra merőleges nyomófeszültség
t: a kisebbik lemez vastagság
d: csavarszár átmérő

d=16 mm
l=450 mm

$$n = \frac{A_{Rd,x}}{F_{R,d}} = \frac{19{,}94}{10{,}62} = 1{,}9\text{db}$$

n_{alk} = 2 db

$$F_{R,d} = 2 \cdot 10{,}62 = 21{,}24\text{kN} \rangle A_{Rd,x} = 19{,}94\text{kN}$$

MEGFELEL! (0,8 méteren minimum 2 db szelemencsavar elhelyezése szükséges)

Keresztmetszet ellenállása:

$$F_{R,d} = \frac{0{,}9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_M} = \frac{0{,}9 \cdot (200 - 2 \cdot 16) \cdot 200 \cdot 1{,}66}{1{,}25} \cdot 10^{-3} = 40{,}16\text{kN}$$

$$F_{R,d} = 40{,}16\text{kN} \rangle A_{Rd,x} = 19{,}94\text{kN}$$

MEGFELEL!

Szarufa és a torokgerenda kapcsolata:

$V_{Ed} = 0{,}77 kN$

$N_{Ed} = 14{,}15 kN$

Az erő és a rostok által bezárt szög:

$$\tan\alpha_1 = \frac{V_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{0{,}77}{14{,}15} = 0{,}162 \rightarrow \alpha_1 = 3{,}1^\circ$$

Beágyazási feszültség szálirányban:

$f_{h,0,k} = 29{,}62 N/mm^2$

Beágyazási tényező karakterisztikus értéke:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2\alpha + \cos^2\alpha} = \frac{29{,}62}{1{,}56 \cdot \sin^2(3{,}1) + \cos^2(3{,}1)} = 30{,}22 N/mm^2$$

Beágyazási tényező tervezési értéke:

$$f_{h,\alpha,d} = \frac{f_{h,\alpha,k}}{\gamma_{fa}} \cdot k_{mod} = \frac{30{,}22}{1{,}3} \cdot 0{,}7 = 16{,}27 N/mm^2$$

Csavarszár határnyomatéka (tervezési érték):

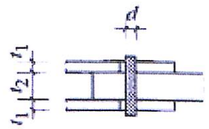
$d_{eff} = 0{,}9 \cdot d = 0{,}9 \cdot 14 = 12{,}6 mm$

$$M_{y,k} = 0{,}8 \cdot f_{u,1,k} \cdot \frac{d_{eff}^3}{6} = 0{,}8 \cdot 240 \cdot \frac{12{,}6^3}{6} \cdot 10^{-3} = 64{,}01 kNm$$

$$M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_{köt}} = \frac{64{,}01}{1{,}1} = 58{,}19 kNm$$

Palástnyomással kapcsolatos teherbírás tervezési értékek:

$$R_d = n \cdot 2 \cdot (f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d) = 2 \cdot 2 \cdot (16{,}27 \cdot 100 \cdot 14) \cdot 10^{-3} = 91{,}12 kN \rangle A_{Ed} = 14{,}15 kN$$

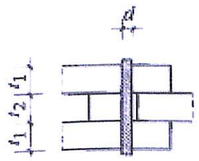


t_1: a heveder vastagsága

MEGFELEL!

$$R_d = n \cdot 2 \cdot (0{,}5 \cdot f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta) = 2 \cdot 2(0{,}5 \cdot 16{,}27 \cdot 100 \cdot 14 \cdot 1) \cdot 10^{-3} = 45{,}56 kN \rangle A_{ED} = 14{,}15 kN$$

MEGFELEL!



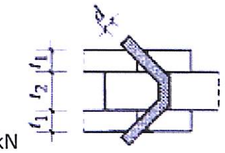
t_2: a behatolási mélység min(100;150)

$\beta \approx 1$

Hajlítással kapcsolatos teherbírás tervezési értékek:

$$R_d = n \cdot 2\left[1{,}1\frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta}\left[\sqrt{2\beta(1+\beta)+\frac{4\beta(2+\beta)M_{y,d}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}}-\beta\right]\right] =$$

$$= 2 \cdot 2\left[1{,}1\frac{15{,}74 \cdot 100 \cdot 14}{2+1}\left[\sqrt{2(1+1)+\frac{4(2+1)58192}{15{,}74 \cdot 14 \cdot 100^2}}-1\right]\right] \cdot 10^{-3} = 62{,}88\,kN$$



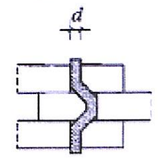
$R_d = 62{,}88\,kN \rangle A_{ED} = 14{,}15kN$

MEGFELEL!

$$R_d = n \cdot 2\left(1{,}1\sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}}\sqrt{2M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d}\right) = 2 \cdot 2\left(1{,}1\sqrt{\frac{2}{1+1}}\sqrt{2 \cdot 58192 \cdot 16{,}27 \cdot 14}\right) = 22{,}64\,kN$$

$R_d = 22{,}64\,kN \rangle A_{ED} = 14{,}15kN$

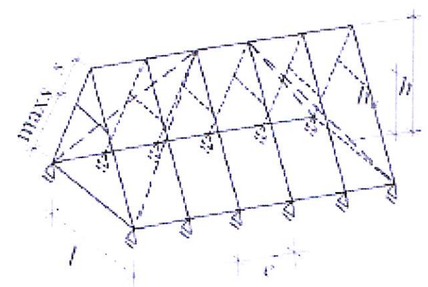
MEGFELEL!



Hosszirányú merevítés:

A hosszirányú merevítés kialakítása történhet a szaruállások között a torokgerenda vízszintes síkjában elhelyezett andráskereszttel. A további merevítésre vihardeszkák beépítése javasolt.

Jens-Uwe Schulz: Tragwerkslehre Vordimensionierung:



szarufák tengelytávolsága:

$60 \leq e \leq 90$ e_{alk}=80 cm

MEGFELEL!

tartómagasság:

d≈max s/24+4=293/24+4=16,2 cm dalk=15 cm

MEGFELEL!

T2 tető

Terhek és hatások:

Állandó teher (lásd T1 tető esetén):

$G_k = 0{,}83 kN/m$

$G_d = \gamma_G \cdot G_k = 1{,}35 \cdot 0{,}83 = 1{,}12 kN/m$

Hóteher (kivételes felszíni):

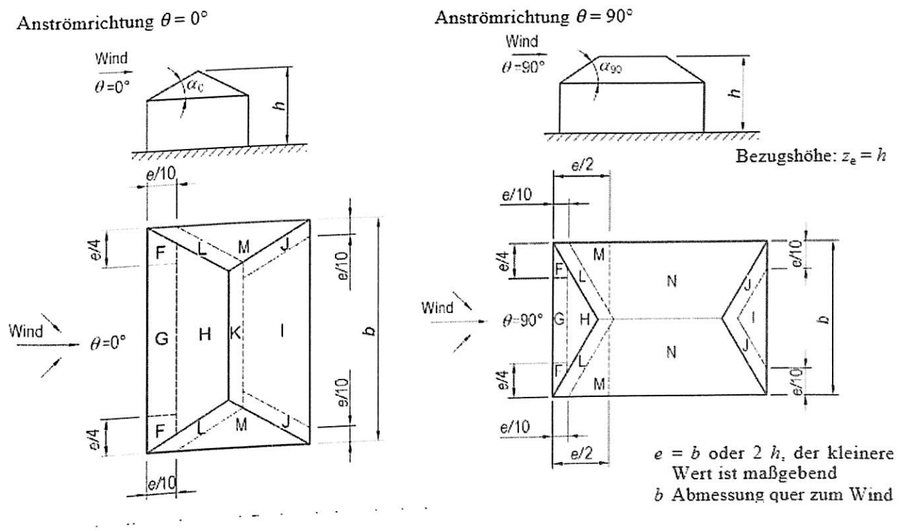
Totális hóteher:

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 0{,}8 = 1{,}60 kN/m$

Féloldalas hóteher:

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 0{,}4 = 0{,}80 kN/m$

Szélteher:



z_e=h=+8,60 m

b=5,90 m és 6,20 m ≈ 6,00 m→e=6,00 m

e/10=6,00/10=0,60 m

e/2=6,00/2=3,00 m

e/4=6,00/4=1,50 m

0° és a 90° szélirány:

Neigungs-winkel α_0 für $\theta = 0°$ α_{90} für $\theta = 90°$	Anströmrichtung $\theta = 0°$ und $\theta = 90°$																	
	Bereich																	
	F		G		H		I		J		K		L		M		N	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
+5°	−1,7	−2,5	−1,2	−2,0	−0,6	−1,2	−0,3		−0,6		−0,6		−1,2	−2,0	−0,6	−1,2	−0,4	
	+0,0		+0,0		+0,0													
+15°	−0,9	−2,0	−0,8	−1,5	−0,3		−0,5		−1,0	−1,5	−1,2	−2,0	−1,4	−2,0	−0,6	−1,2	−0,3	
	+0,2		+0,2		+0,2													
+30°	−0,5	−1,5	−0,5	−1,5	−0,2		−0,4		−0,7	−1,2	−0,5		−1,4	−2,0	−0,8	−1,2	−0,2	
	+0,5		+0,7		+0,4													
+45°	-0,0		-0,0		-0,0		−0,3		−0,6		−0,3		−1,3	−2,0	−0,8	−1,2	−0,2	
	+0,7		+0,7		+0,6													
+60°	+0,7		+0,7		+0,7		−0,3		−0,6		−0,3		−1,2	−2,0	−0,4		−0,2	
+75°	+0,8		+0,8		+0,8		−0,3		−0,6		−0,3		−1,2	−2,0	−0,4		−0,2	

Für die Anströmrichtung $\theta = 0°$ und Neigungswinkel von $\alpha = +5°$ bis $+45°$ ändert sich der Druck auf der Luvseite schnell zwischen positiven und negativen Werten; daher werden sowohl positive als auch negative Werte angegeben. Bei solchen Dächern sind zwei Fälle separat zu berücksichtigen: 1. ausschließlich positive Werte und 2. ausschließlich negative Werte.
Das Mischen von positiven und negativen Werten auf einer Dachfläche ist nicht zulässig.
Für Werte der Dachneigung zwischen den angegebenen Werten darf linear interpoliert werden, sofern das Vorzeichen der Druckbeiwerte wechselt.
Der Wert Null (+0,0 bzw. -0,0) ist für Interpolationszwecke angegeben.
Die luvseitige Dachneigung ist maßgebend für die Druckbeiwerte.

$c_{pe1,F}$ = -1,83
$c_{pe1,F}$ = 0,30

$c_{pe1,G}$ = -1,50
$c_{pe1,G}$ = 0,30

$c_{pe1,H}$ = -0,27
$c_{pe1,H}$ = 0,27

$c_{pe1,I}$ = -0,47

$c_{pe1,J}$ = -1,40

$c_{pe1,K}$ = -1,50

$c_{pe1,L}$ = -2,00

$c_{pe1,M}$ = -1,20

$c_{pe1,N}$ = -0,27

$w_{e,F} = c_{pe1,F} \cdot q_p = -1{,}83 \cdot 0{,}409 = -0{,}75\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}75 = -0{,}60\ kN/m$
$w_{e,F} = c_{pe1,F} \cdot q_p = 0{,}83 \cdot 0{,}409 = 0{,}34\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}34 = 0{,}27\ kN/m$
$w_{e,G} = c_{pe1,G} \cdot q_p = -1{,}50 \cdot 0{,}409 = -0{,}61\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}61 = -0{,}49\ kN/m$
$w_{e,G} = c_{pe1,F} \cdot q_p = 0{,}83 \cdot 0{,}409 = 0{,}34\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}34 = 0{,}27\ kN/m$
$w_{e,H} = c_{pe1,H} \cdot q_p = -0{,}27 \cdot 0{,}409 = -0{,}11\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}11 = -0{,}09\ kN/m$
$w_{e,H} = c_{pe1,H} \cdot q_p = 0{,}27 \cdot 0{,}409 = 0{,}11\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot 0{,}11 = 0{,}09\ kN/m$
$w_{e,I} = c_{pe1,I} \cdot q_p = -0{,}47 \cdot 0{,}409 = -0{,}19\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}19 = -0{,}15\ kN/m$
$w_{e,J} = c_{pe1,J} \cdot q_p = -1{,}40 \cdot 0{,}409 = -0{,}57\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}57 = -0{,}46\ kN/m$
$w_{e,K} = c_{pe1,K} \cdot q_p = -1{,}50 \cdot 0{,}409 = -0{,}61\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}61 = -0{,}49\ kN/m$
$w_{e,L} = c_{pe1,L} \cdot q_p = -2{,}00 \cdot 0{,}409 = -0{,}82\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}82 = -0{,}65\ kN/m$
$w_{e,M} = c_{pe1,M} \cdot q_p = -1{,}20 \cdot 0{,}409 = -0{,}49\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}49 = -0{,}39\ kN/m$
$w_{e,N} = c_{pe1,N} \cdot q_p = -0{,}27 \cdot 0{,}409 = -0{,}11\ kN/m^2$	$0{,}80 \cdot -0{,}11 = -0{,}09\ kN/m$

T3 tető

Terhek és hatások:

Állandó teher (lásd T1 tető esetén):

$G_k = 0{,}83 kN/m$

$G_d = \gamma_G \cdot G_k = 1{,}35 \cdot 0{,}83 = 1{,}12 kN/m$

Hóteher (kivételes felszíni):

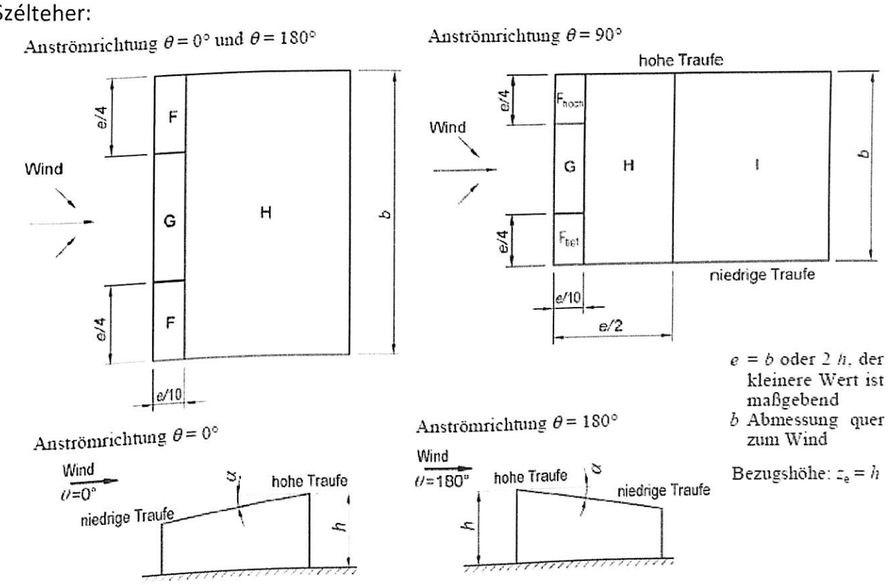
Totális hóteher:

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 0{,}8 = 1{,}60 kN/m$

Féloldalas hóteher:

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 0{,}4 = 0{,}80 kN/m$

Szélteher:



z=h=7,15m

0° szélirány:

e=min(b;2h)=min(5,28;2·7,15) e=5,28 m

e/4=5,28/4=1,32 m

e/10=5,28/10=0,53 m

180° szélirány:

e=min(b;2h)=min(6,78;2·7,15) e=6,78 m

e/10=6,78/10=0,68 m e/2=6,78/2=3,39 m

e/4=6,78/4=1,70 m

Anströmrichtung $\theta = 0°$ [2]							Anströmrichtung $\theta = 180°$					
Neigungswinkel α [1]	Bereich F		Bereich G		Bereich H		Bereich F		Bereich G		Bereich H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	−1.7	−2.5	−1.2	−2.0	−0.6	−1.2	−2.3	−2.5	−1.3	−2.0	−0.8	−1.2
	+ 0.0		+0.0		+0.0							
15°	−0.9	−2.0	−0.8	−1.5	−0.3		−2.5	−2.8	−1.3	−2.0	−0.9	−1.2
	+0.2		+0.2		+0.2							
30°	−0.5	−1.5	−0.5	−1.5	-0.2		−1.1	−2.3	−0.8	−1.5	−0.8	
	+0.7		+0.7		+0.4							
45°	-0.0		-0.0		-0.0		−0.6	−1.3	−0.5		−0.7	
	+0.7		+0.7		+0.6							
60°	+0.7		+0.7		+0.7		−0.5	−1.0	−0.5		−0.5	
75°	+0.8		+0.8		+0.8		−0.5	−1.0	−0.5		−0.5	

Anströmrichtung $\theta = 90°$										
Neigungswinkel α [1]	Bereich F_{hoch}		Bereich F_{tief}		Bereich G		Bereich H		Bereich I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	−2.1	−2.6	−2.1	−2.4	−1.8	−2.0	−0.6	−1.2	−0.5	
15°	−2.4	−2.9	−1.6	−2.4	−1.9	−2.5	−0.8	−1.2	−0.7	−1.2
30°	−2.1	−2.9	−1.3	−2.0	−1.5	−2.0	−1.0	−1.3	−0.8	−1.2
45°	−1.5	−2.4	−1.3	−2.0	−1.4	−2.0	−1.0	−1.3	−0.9	−1.2
60°	−1.2	−2.0	−1.2	−2.0	−1.2	−2.0	−1.0	−1.3	−0.7	−1.2
75°	−1.2	−2.0	−1.2	−2.0	−1.2	−2.0	−1.0	−1.3	−0.5	

[1] Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden, sofern nicht das Vorzeichen wechselt. Der Wert 0,0 ist zur Interpolation angegeben.

[2] Bei Anströmrichtung $\theta = 0°$ und bei Neigungswinkeln von $\alpha = +5°$ bis $\alpha = +45°$ ändert sich der Druck schnell zwischen positiven und negativen Werten. Für diesen Bereich wird daher sowohl der positive als auch der negative Außendruckbeiwert angegeben. Bei solchen Dächern sind beide Fälle (Druck und Sog) getrennt zu berücksichtigen, d.h. es sind erstens ausschließlich positive Werte (Druck) und zweitens ausschließlich negative Werte (Sog) zu betrachten.

0° szélirány:

$c_{pe1,F} = -1,83$
$c_{pe1,F} = 0,37$

$c_{pe1,G} = -1,50$
$c_{pe1,G} = 0,37$

$c_{pe1,H} = -0,27$
$c_{pe1,H} = 0,27$

180° szélirány:

$c_{pe1,F} = -2,63$

$c_{pe1,G} = -1,13$

$c_{pe1,H} = -1,07$

0° szélirány:

$w_{e,F}= c_{pe1,F}\cdot q_p=-1,83\cdot 0,409 = -0,75\ kN/m^2$
$w_{e,F}= c_{pe1,F}\cdot q_p=0,37\cdot 0,409 = 0,15\ kN/m^2$

$w_{e,G}= c_{pe1,G}\cdot q_p=-1,50\cdot 0,409 = -0,61\ kN/m^2$
$w_{e,G}= c_{pe1,F}\cdot q_p=0,37\cdot 0,409 = 0,15\ kN/m^2$

$w_{e,H}= c_{pe1,H}\cdot q_p=-0,27\cdot 0,409 = -0,11\ kN/m^2$
$w_{e,H}= c_{pe1,H}\cdot q_p=0,27\cdot 0,409 = 0,11\ kN/m^2$

180° szélirány:

$w_{e,F}= c_{pe1,F}\cdot q_p=-2,63\cdot 0,409 = -1,08\ kN/m^2$

$w_{e,G}= c_{pe1,G}\cdot q_p=-1,13\cdot 0,409 = -0,46\ kN/m^2$

$w_{e,H}= c_{pe1,H}\cdot q_p=-1,07\cdot 0,409 = -0,44\ kN/m^2$

L3 tetőt alátámasztó monolit vasbeton lemez

Statikai modell:

x irányban kéttámaszú, y irányban háromtámaszú, kétirányban teherviselő lemez.

Terhek és hatások:

20°-os részen:

Állandó teher:

tető: 1,04/cos20= 1,11kN/m^2
BACH TECTA-PUR polymer hőszig. (14 cm): (33·(0,14/cos20))·10^{-2}=0,05 kN/ m^2
vasbeton lemez (14 cm): ((0,14/cos20)·2500) 10^{-2}=3,72 kN/ m^2
1,5 cm vakolat: ((0,015/cos20)·2100) 10^{-2}=0,34 kN/ m^2

$G_k = 1{,}11 + 0{,}05 + 3{,}72 + 0{,}34 = 5{,}22 kN/m^2$

$G_d = \gamma_G \cdot G_k = 1{,}35 \cdot 5{,}22 = 7{,}05 kN/m^2$

Esetleges terhek (meterológiai terhek):

Hóteher:

$s_k = 1{,}00/\cos 20 = 1{,}06 kN/m^2$

Hóteher (kivételes felszíni):

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 1{,}06 = 2{,}12 kN/m^2$

Sátortetős részen:

Állandó teher:

Tetőről (oszlop):

$G_k = G_k^{tető} \cdot T = 1{,}11 \cdot 7{,}15 = 7{,}94 kN$

$G_d = \gamma_G \cdot G_k = 1{,}35 \cdot 7{,}94 = 10{,}72 kN$

Tetőről (peremgerendákra):

G28 $G_k = G_k^{tető} \cdot t = 1{,}11 \cdot 1{,}39 = 1{,}54 kN/m$
$G_d = \gamma_G \cdot G_k^{tető} = 1{,}35 \cdot 1{,}54 = 2{,}08 kN/m$

G29 $G_k = G_k^{tető} \cdot t = 1{,}11 \cdot 1{,}63 = 1{,}81 kN/m$
$G_d = \gamma_G \cdot G_k^{tető} = 1{,}35 \cdot 1{,}81 = 2{,}44 kN/m$

G30 $G_k = G_k^{tető} \cdot t = 1{,}11 \cdot 1{,}55 = 1{,}72 kN/m$
$G_d = \gamma_G \cdot G_k^{tető} = 1{,}35 \cdot 1{,}72 = 2{,}32 kN/m$

G31 $G_k = G_k^{tető} \cdot t = 1{,}11 \cdot 1{,}46 = 1{,}62 kN/m$
$G_d = \gamma_G \cdot G_k^{tető} = 1{,}35 \cdot 1{,}62 = 2{,}19 kN/m$

Esetleges terhek (meterológiai terhek):

Oszlop:

Hóteher:

$s_k = s_k \cdot T = 1{,}06 \cdot 7{,}15 = 7{,}58 kN$

Hóteher (kivételes felszíni):

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 7{,}58 = 15{,}16 kN$

Peremgerendákon:

G28 $s_k = s_k^{tető} \cdot t = 1{,}06 \cdot 1{,}39 = 1{,}47 kN/m$

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 1{,}47 = 2{,}94 kN/m$

G29 $s_k = s_k^{tető} \cdot t = 1{,}06 \cdot 1{,}63 = 1{,}73 kN/m$

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 1{,}73 = 3{,}46 kN/m$

G30 $s_k = s_k^{tető} \cdot t = 1{,}06 \cdot 1{,}55 = 1{,}64 kN/m$

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 1{,}64 = 3{,}28 kN/m$

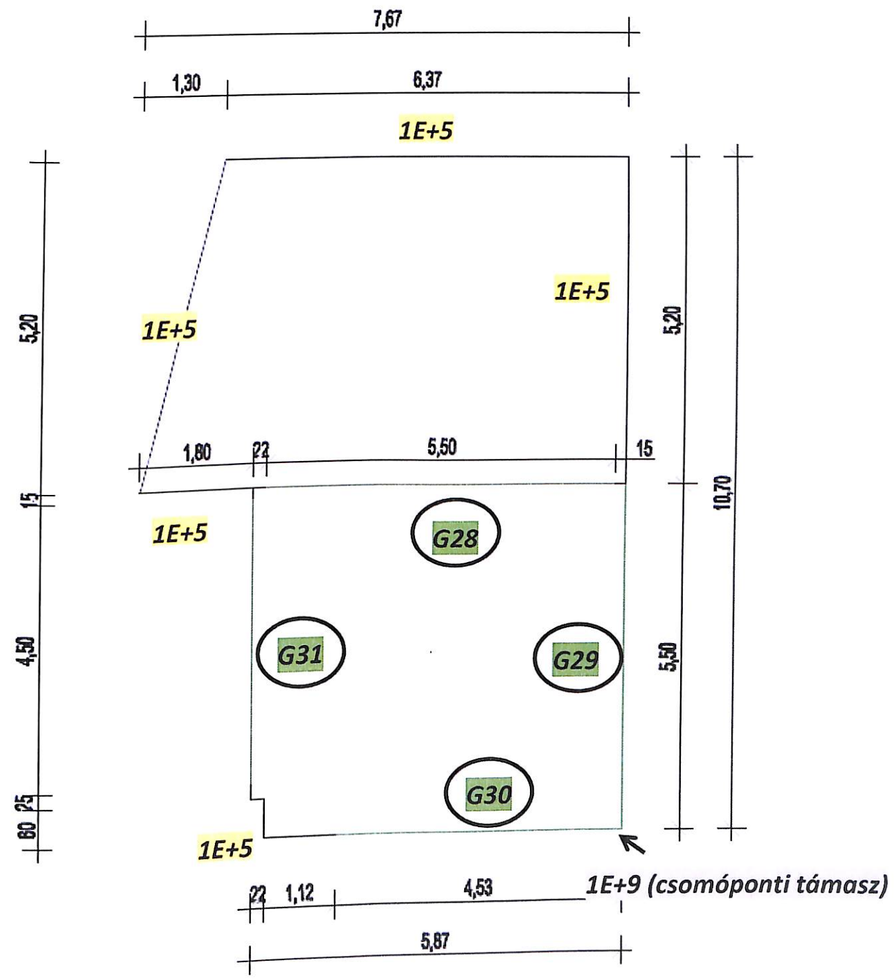
G31 $s_k = s_k^{tető} \cdot t = 1{,}06 \cdot 1{,}46 = 1{,}55 kN/m$

$s_{AD} = C_{esl} \cdot s = 2{,}0 \cdot 1{,}55 = 3{,}10 kN/m$

Teherkombinációk:

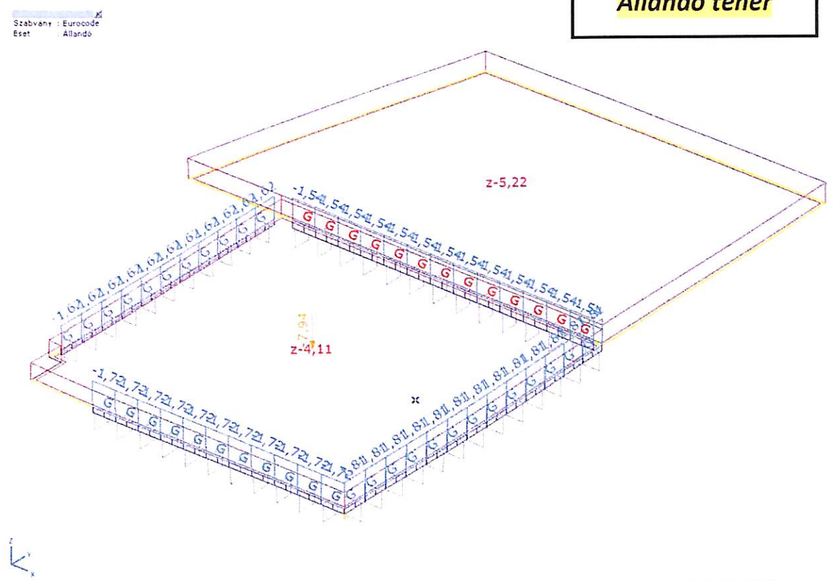
	Állandó	***Hóteher_1***	***Hóteher_2***
1	1,00	0	0
2	1,35	2,00	0
3	1,35	0	2,00
4	1,35	2,00	2,00

AXIS VM modell előkészítése (dxf import):

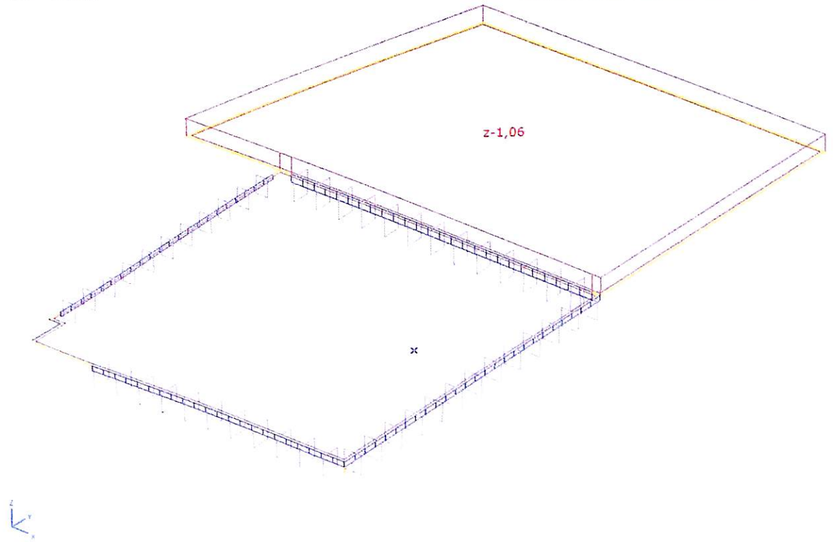


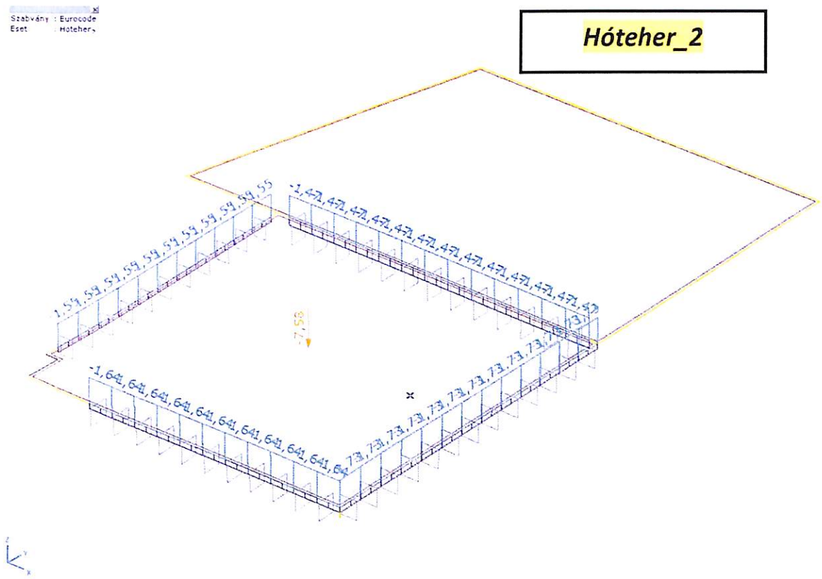
Terhek és hatások definiálása AXIS VM-ben:

Állandó teher

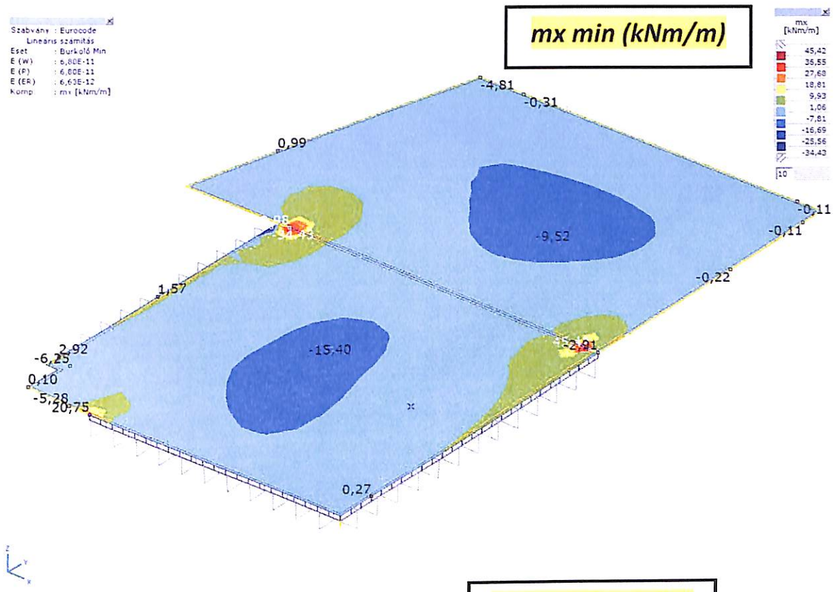


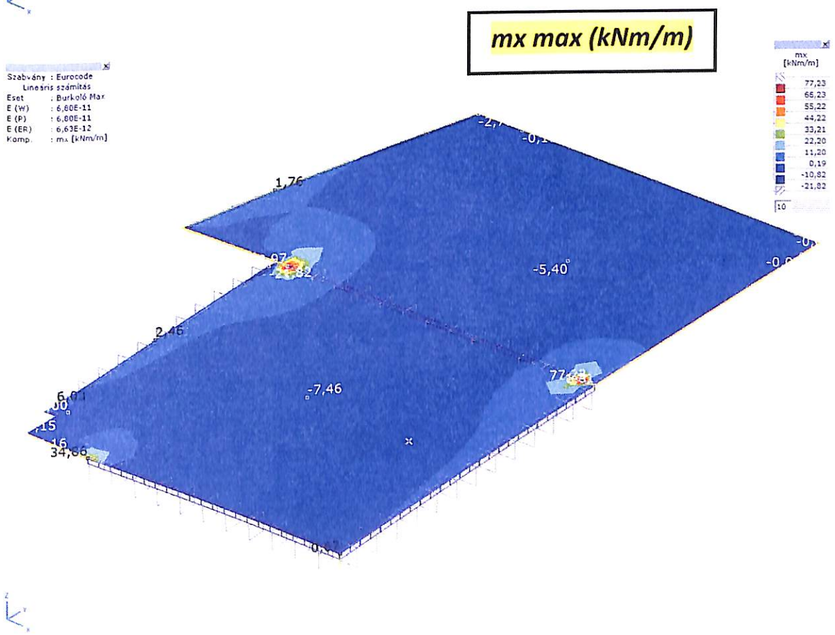
Hóteher_1



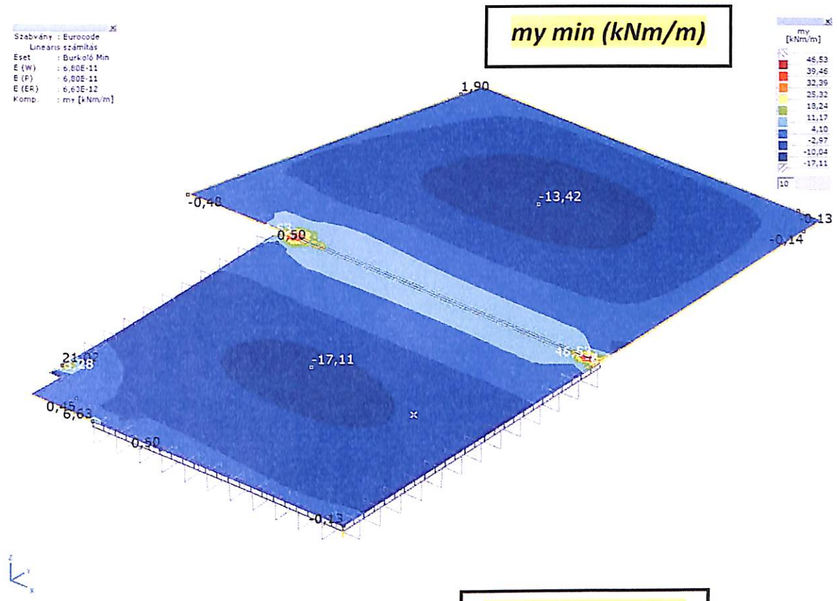

Szabvány : Eurocode
Eset : Hóteher
Hóteher_2

Igénybevételek:

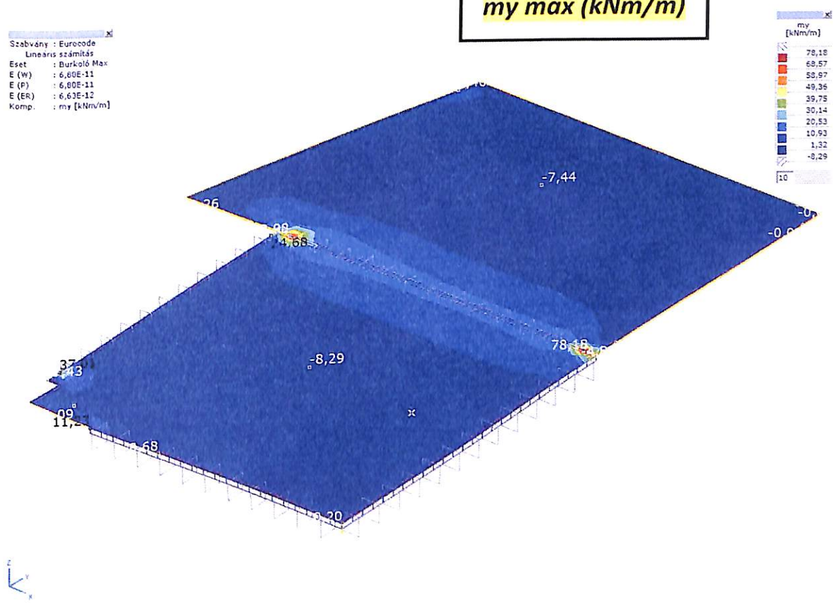


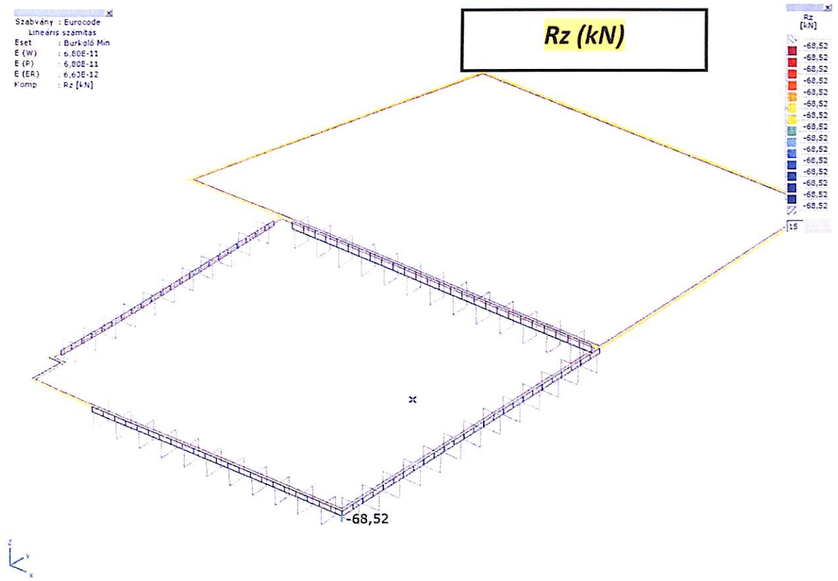


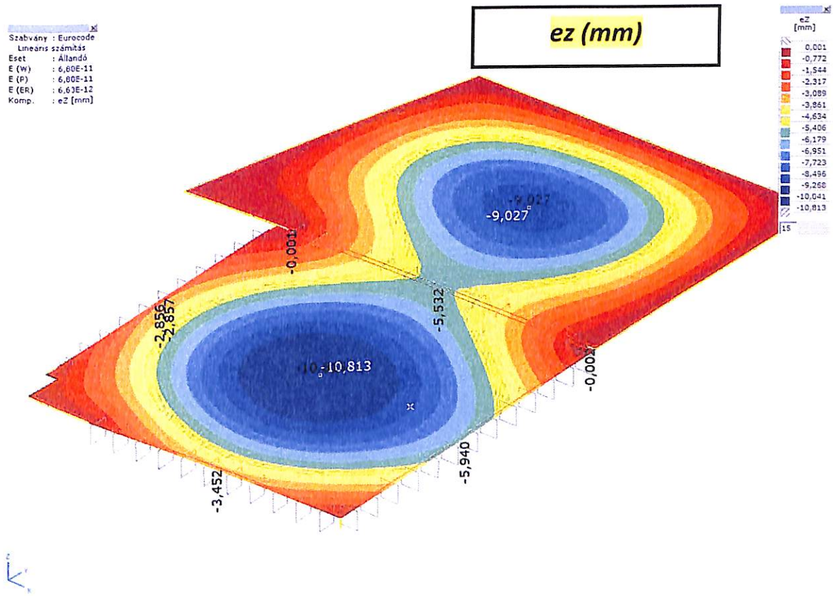
my min (kNm/m)



my max (kNm/m)

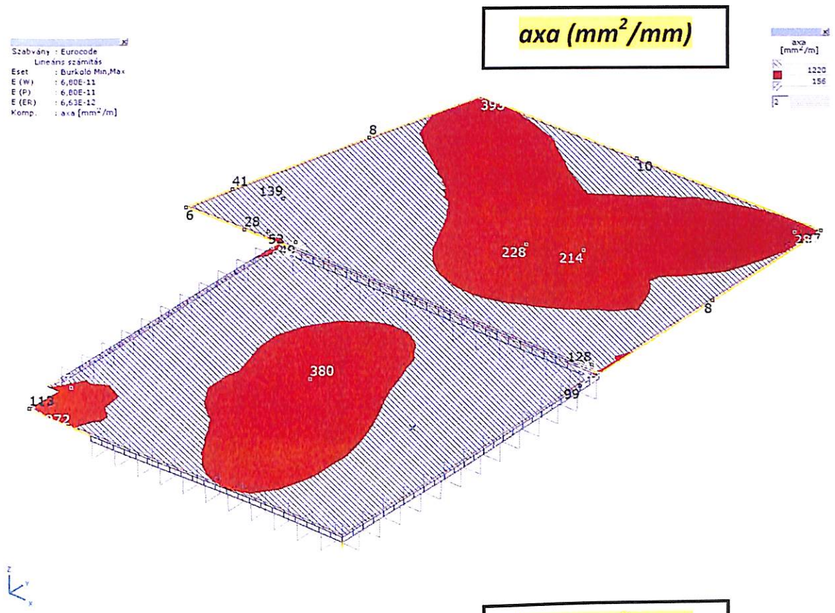



Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min
E (W) : 6,60E-11
E (P) : 6,60E-11
E (ER) : 6,63E-12
Komp : Rz [kN]
Rz (kN)
Rz [kN]
-68,52
15
-68,52

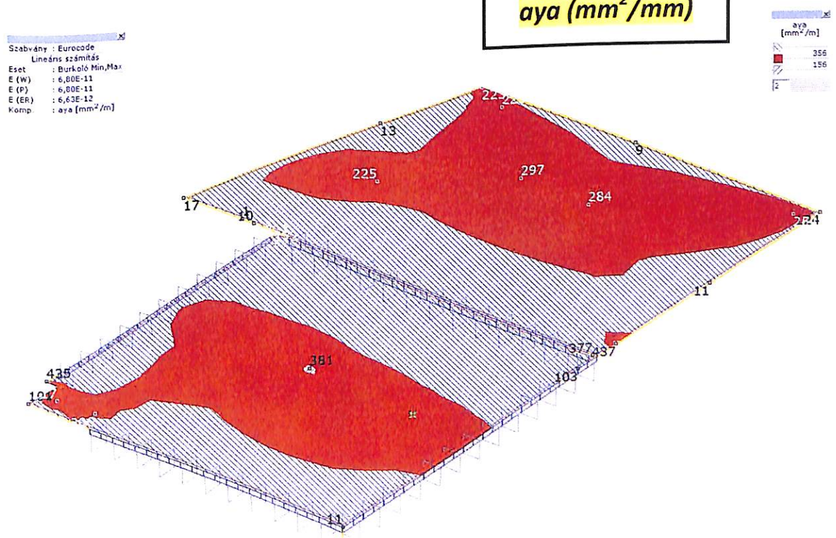

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Állandó
E (W) : 6,60E-11
E (P) : 6,60E-11
E (ER) : 6,63E-12
Komp. : eZ [mm]
ez (mm)
eZ [mm]
0,001
-0,772
-1,544
-2,317
-3,089
-3,861
-4,634
-5,406
-6,179
-6,951
-7,723
-8,496
-9,268
-10,041
-10,813
15
-9,027
-10,813
-0,001
-5,532
-2,857
-2,857
-3,452
-5,940
-0,001

Szükséges vasalás:

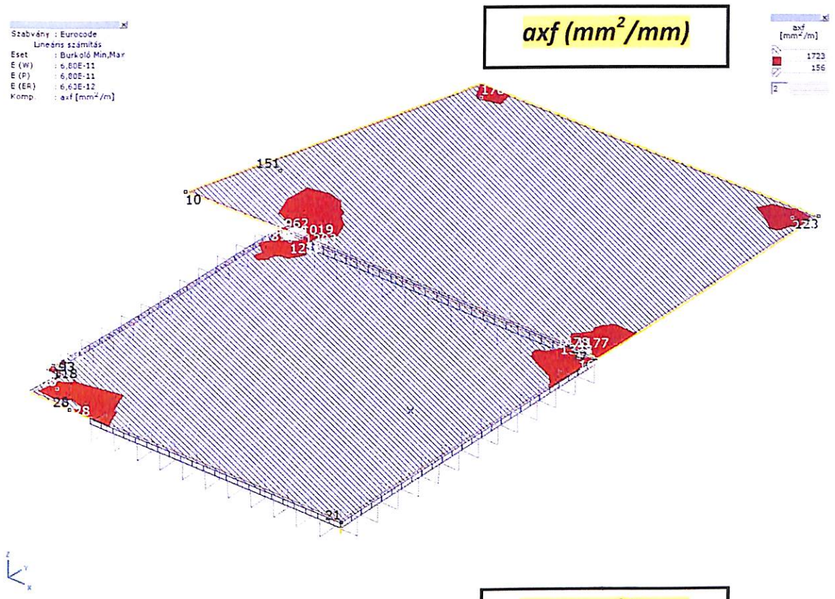
axa (mm^2/mm)



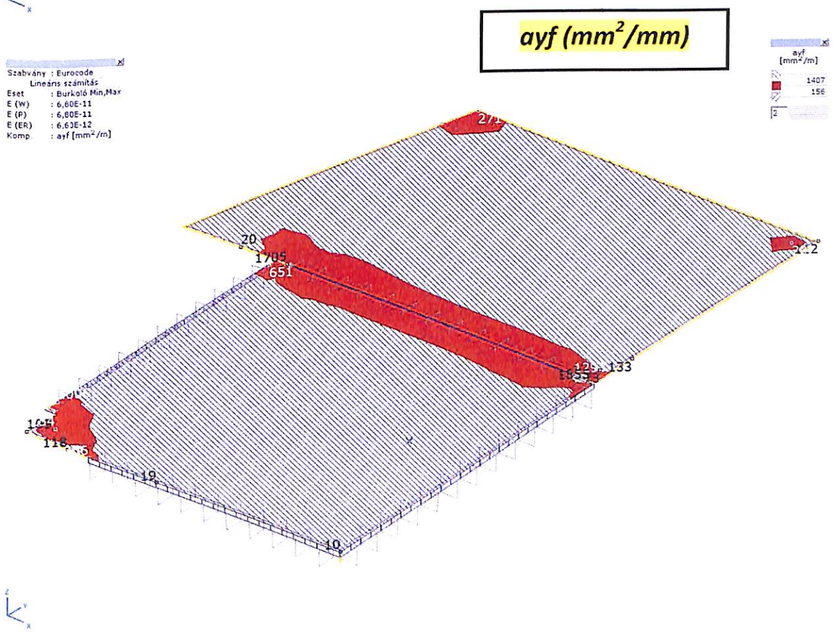
aya (mm^2/mm)



axf (mm²/mm)



ayf (mm²/mm)



Alakváltozások (lehajlás) ellenőrzése:

e_z=9,02 mm
l_x=5870 mm→e_{max}=5870/250=23,48 mm
l_y=5500 mm→ e_{max} 5500/250=22,00 mm

9,02 mm<23,48 mm
9,02 mm<22,00 mm
MEGFELEL!

e_z=10,80 mm
l_x=7000 mm→e_{max}=7000/250=28,00 mm
l_y=5200 mm→ e_{max} 5200/250=22,80 mm

10,80 mm<28,00 mm
10,80 mm<22,80 mm
MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

- Minimális vasalás:

A_{smin}=0,0013·b·d=0,0013·1000·140-(20+8/2)=150,8 mm^2

- Maximális vasalás:

A_{smax}=0,04·b·h=0,04·1000·140=5600 mm^2

- Vasak maximális távolsága:

főirányban:
min(3h;400)=min(420;400) →400 mm
mellékirányban:
min(3,5h;450)=min(490;450)→450 mm

- Acélbetétek minimális átmérője:

d_{min}=5 mm

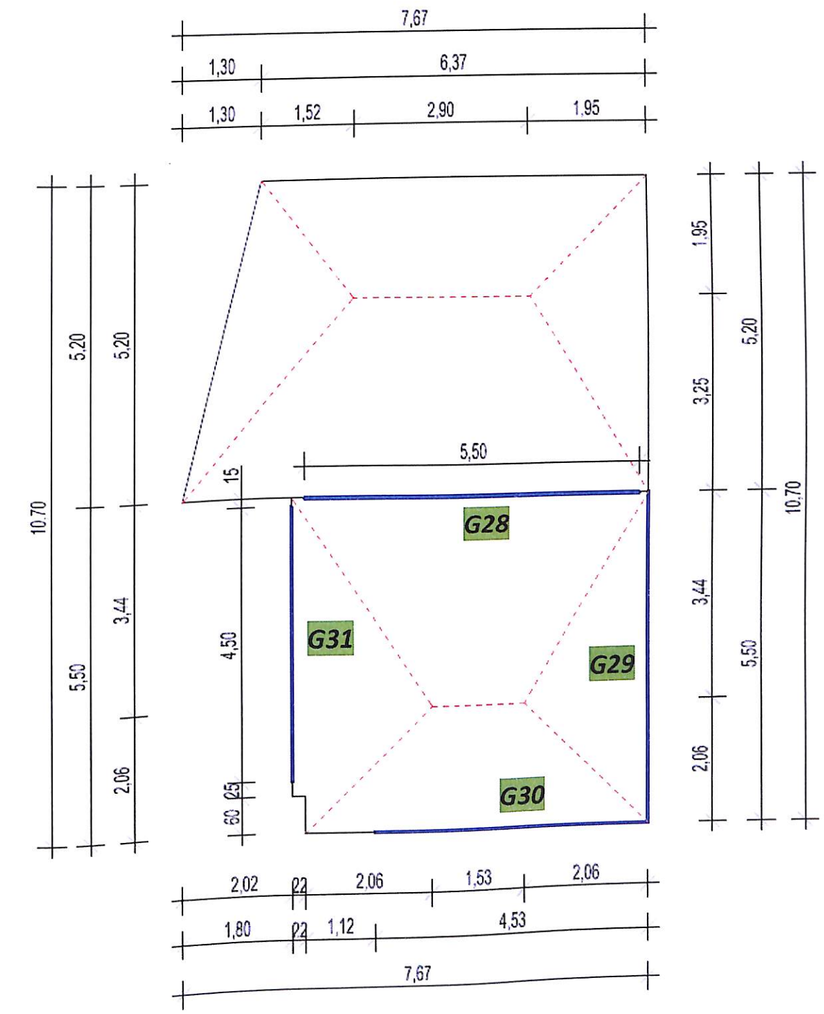
- Acélbetétek maximális átmérője:

d_{max}=h/10=140/10=14 mm

- Lemezvastagság:

h_{min}=70 mm<h_{alk}=140 mm

Töréskép:


7,67
1,30
6,37
1,30
1,52
2,90
1,95
10,70
5,20
5,20
5,50
3,44
2,06
1,5
4,50
0,25
0,30
5,50
G28
G31
G29
G30
1,95
3,25
5,20
3,44
5,50
2,06
10,70
2,02
0,2
2,06
1,53
2,06
1,80
0,2
1,12
4,53
7,67

G31 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság közelítő meghatározása:

L = a gerenda feltámaszkodásainak középvonalai között értelmezett távolság

$$\frac{L/K}{d} \le \left(\frac{L}{d}\right)_{lim}$$

$$\frac{4800/1}{d} \le 20$$

$$d \ge 240mm \rightarrow \boldsymbol{d_{alk} = 240mm}$$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{főovas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 20 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 20 = 30mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{kengyel}; c_{nom}^{főovas}) = \max(25;30) = \boldsymbol{30mm}$$

Tartómagasság:

$$h = d + \frac{\phi}{2} + \phi_s + c_{nom} = 240 + \frac{20}{2} + 10 + 30 = 290mm \rightarrow \boldsymbol{h_{alk} = 300mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 4500 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 4500 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 4800\,mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 4500 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 4800\,mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(4800;4800) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 4800mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0{,}3 \cdot 0{,}22 \cdot 25 = 1{,}65 kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0{,}015 \cdot (0{,}3 + 0{,}22 + 0{,}3) \cdot 21 = 0{,}26 kN/m$

Műkőburkolat:

$g_k = 0{,}30 \cdot 0{,}06 \cdot 20 = 0{,}36 kN/m$

Hőszigetelés:

$g_k = 0{,}02 kN/m$

Vasbeton lemez+rétegrend:

$g_k = 3{,}87 \cdot 2{,}28 \cdot \frac{2}{3} = 5{,}88 kN/m$

Koncentált teherből:

Tető:

$g_k = \frac{1{,}01}{0{,}94} \cdot 1{,}46 = 1{,}57 kN/m$

Hó:

$s_k = \frac{1{,}00}{0{,}94} \cdot 1{,}46 = 1{,}55 kN/m$

Tető súlya (vonalmenti):

$g_k = \frac{1{,}01}{0{,}94} \cdot 1{,}46 \cdot \frac{2}{3} = 1{,}05 kN/m$

Hóteher (vonalmenti):

$s_k = \frac{1{,}00}{0{,}94} \cdot 1{,}46 \cdot \frac{2}{3} = 1{,}03 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot s_k = 1{,}65 + 0{,}26 + 0{,}36 + 0{,}02 + 5{,}88 + 1{,}57 + 1{,}05 + 0 \cdot (1{,}55 + 1{,}03) =$ ***10,79kN/m***

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz (rendkívüli tervezési helyzet):

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + C_{esl} \cdot s_k = 1{,}35 \cdot 10{,}79 + 2{,}00 \cdot (1{,}55 + 1{,}03) =$ ***19,73kN/m***

Igénybevételek:

Nyomaték:

$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{19{,}73 \cdot 4{,}80^2}{8} =$ ***56,82kNm***

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{19,73 \cdot 4,80}{2} = \mathbf{47,35kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (30 + 20/2 + 10) = \mathbf{250\ mm}$$

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 250 - \sqrt{250^2 - \frac{2 \cdot 56,82 \cdot 10^6}{220 \cdot 13,3}} = \mathbf{96,18mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0,49 \cdot 250 = \mathbf{122,50\ mm}$$

$$x_c \langle x_{c0} = 96,18mm \langle 122,50mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$$z = d - x_c/2 = 250 - 96,18/2 = \mathbf{201,91mm}$$

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{56,82 \cdot 10^6}{435 \cdot 201,91} = \mathbf{647mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

4 db Ø16 ***803 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n - 1} = \frac{220 - (2 \cdot 30 + 2 \cdot 10 + 4 \cdot 16)}{4 - 1} = \mathbf{25,3mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 16 \\ 20 \\ 16 + 5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$$

25,3mm⟩ 21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (30 + 16/2 + 10) = \mathbf{252\ mm}$$

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{803 \cdot 435}{220 \cdot 13,3} = \mathbf{119,38mm}$$

$$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0,49 \cdot 252 = \mathbf{123,48mm}$$

$$x_c \langle x_{c0}$$

$$119,38mm \langle 123,48mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$x_c = 0,8x \rightarrow x = x_c/0,8 = 119,38/0,8 = \mathbf{149,23mm}$$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2,17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{149,23} \cdot (252 - 149,23) = \mathbf{2,41‰}$$

$$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$$

$$2,17‰ \langle 2,41‰ \langle 25‰$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 803 \cdot 435 \cdot \left(252 - \frac{119,38}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{66,92kNm}$$

$$\boldsymbol{M_{Rd} = 66,92kNm \rangle M_{Ed} = 56,82kNm}$$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{56,82}{66,92} \cdot 100 = \mathbf{85\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{a_i}{d}\right) = 47,35 \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{300/2}{252}\right) = \mathbf{54,68kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 16 = \mathbf{752mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{54,68 \cdot 10^3}{\frac{300 - 30}{752} \cdot 200,75 \cdot 435} = 1,7 \rightarrow \mathbf{2db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 220 \cdot 252 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} =$ ***20,57kN***

$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$

20,57kN $\langle$ 47,35kN

Nyírási vasalás szükséges!

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) =$ ***0,55***

$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 252 =$ ***226,8mm***

$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 220 \cdot 226{,}8 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} =$ ***182,49kN***

$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$

47,35kN $\langle$ 182,49kN

A keresztmetszet bevasalható!

Nyírás vizsgálat a támasznál:

$s_s = \frac{z}{V_{Ed}} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{226{,}8}{47{,}54 \cdot 10^3} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 =$ ***208mm***

Alkalmazott kengyeltávolság 180 mm! (Ø8/180)

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{226{,}8}{180} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 \cdot 10^{-3} =$ ***55,07kN***

$V^s_{Rd,s} \rangle V_{Ed}$

55,07kN $\rangle$ 47,35kN

MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 220mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 220 \cdot 252 = 83{,}16mm^2 \langle A_s = 803mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 220 \cdot 300 = 2640mm^2 \rangle A_s = 803mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 100 \cdot 180 = 18mm^2 \langle A_{sw} = 100{,}48mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 252 = 189mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 220 = 330mm$$

$s_{s,max} = 189mm \rangle s_s = 180mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{47{,}35}{2} = 23{,}68kN \langle V^s_{Rd,s} = 55{,}07kN$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{4800 \cdot 1}{252} = 19{,}04 \rangle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 15{,}73$$

NEM FELEL MEG! →A gerendát l/500-al túlemeljük.

$$\frac{l/K}{d} = 19{,}04 \langle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 15{,}73 + 4 = 19{,}73$$

MEGFELEL!

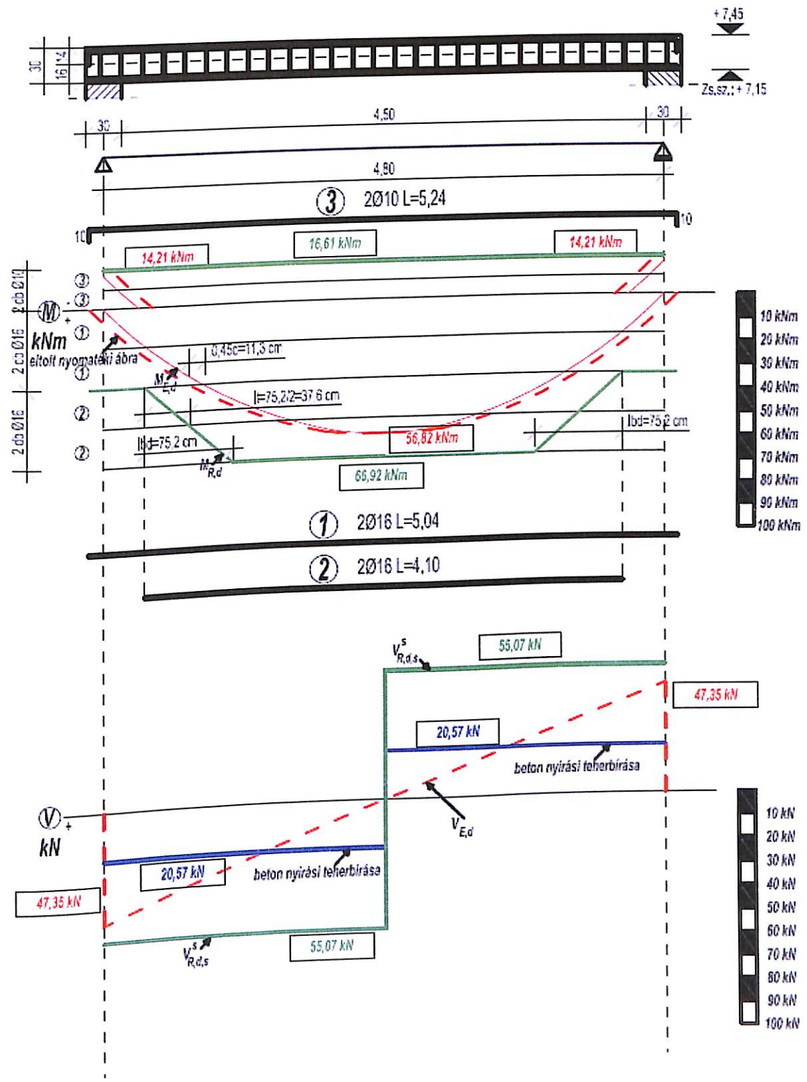
Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{10{,}79}{19{,}73} \cdot \frac{647}{803} = 191{,}74 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 26{,}45mm \rangle \phi_{alk} = 16mm$$

MEGFELEL!

Nyomatéki burkoló ábra és a nyíróerő ábra ellenőrzése:



G30 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság közelítő meghatározása:

L = a gerenda feltámaszkodásainak középvonalai között értelmezett távolság

$$\frac{L/K}{d} \le \left(\frac{L}{d}\right)_{lim}$$

$$\frac{4800/1}{d} \le 20$$

$$d \ge 240mm \rightarrow \boldsymbol{d_{alk} = 240mm}$$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{fővas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 20 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 20 = 30mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{kengyel}; c_{nom}^{fővas}) = \max(25;30) = \boldsymbol{30mm}$$

Tartómagasság:

$$h = d + \frac{\phi}{2} + \phi_s + c_{nom} = 240 + \frac{20}{2} + 10 + 30 = 290mm \rightarrow \boldsymbol{h_{alk} = 300mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 4500 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 4500 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 4800mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 4500 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 4800mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(4800;4800) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 4800mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0{,}3 \cdot 0{,}3 \cdot 25 = 2{,}25 kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0{,}015 \cdot (0{,}3 + 0{,}3 + 0{,}3) \cdot 21 = 0{,}28 kN/m$

Műkőburkolat:

$g_k = 0{,}30 \cdot 0{,}06 \cdot 20 = 0{,}36 kN/m$

Hőszigetelés:

$g_k = 0{,}02 kN/m$

Vasbeton lemez+rétegrend:

$g_k = 3{,}87 \cdot 2{,}06 \cdot \frac{2}{3} = 5{,}31 kN/m$

Koncentált teherből:

Tető:

$g_k = \frac{1{,}01}{0{,}94} \cdot 1{,}55 = 1{,}67 kN/m$

Hó:

$s_k = \frac{1{,}00}{0{,}94} \cdot 1{,}55 = 1{,}65 kN/m$

Tető súlya (vonalmenti):

$g_k = \frac{1{,}01}{0{,}94} \cdot 1{,}55 \cdot \frac{2}{3} = 1{,}11 kN/m$

Hóteher (vonalmenti):

$s_k = \frac{1{,}00}{0{,}94} \cdot 1{,}55 \cdot \frac{2}{3} = 1{,}10 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot s_k = 2{,}25 + 0{,}28 + 0{,}36 + 0{,}02 + 5{,}31 + 1{,}67 + 1{,}11 + 0 \cdot (1{,}65 + 1{,}10) = \boldsymbol{11{,}00 kN/m}$

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz (rendkívüli tervezési helyzet):

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + C_{esl} \cdot s_k = 1{,}35 \cdot 11{,}00 + 2{,}00 \cdot (1{,}65 + 1{,}10) = \boldsymbol{20{,}35 kN/m}$

Igénybevételek:

Nyomaték:

$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{20{,}35 \cdot 4{,}80^2}{8} = \boldsymbol{58{,}61 kNm}$

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{20{,}35 \cdot 4{,}80}{2} = \mathbf{48{,}84kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (30 + 20/2 + 10) = \mathbf{250\ mm}$$

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 250 - \sqrt{250^2 - \frac{2 \cdot 58{,}61 \cdot 10^6}{300 \cdot 13{,}3}} = \mathbf{67{,}83mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0{,}49 \cdot 250 = \mathbf{122{,}50\ mm}$$

$$x_c \langle x_{c0} = 67{,}83mm \langle 122{,}50mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$$z = d - x_c/2 = 250 - 67{,}82/2 = \mathbf{216{,}09mm}$$

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{58{,}61 \cdot 10^6}{435 \cdot 216{,}09} = \mathbf{624mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

5 db Ø14 ***769 mm² → c_{nom}=25mm***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n - 1} = \frac{300 - (2 \cdot 25 + 2 \cdot 10 + 5 \cdot 14)}{5 - 1} = \mathbf{42{,}5mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 14 \\ 20 \\ 16 + 5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$$

42,5mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (25 + 14/2 + 10) = \mathbf{258\ mm}$

$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{769 \cdot 435}{300 \cdot 13,3} = \mathbf{83,84mm}$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0,49 \cdot 258 = \mathbf{126,42mm}$

$x_c \langle x_{c0}$

$83,84mm \langle 126,42mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0,8x \rightarrow x = x_c/0,8 = 83,84/0,8 = \mathbf{104,80mm}$

$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2,17‰}$

$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{104,8} \cdot (258 - 104,80) = \mathbf{5,1‰}$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

$2,17‰ \langle 5,1‰ \langle 25‰$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 769 \cdot 435 \cdot \left(258 - \frac{83,84}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{78,28kNm}$

$\boldsymbol{M_{Rd} = 72,28kNm \langle M_{Ed} = 58,61kNm}$

Kihasználtság:

$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{58,61}{72,28} \cdot 100 = \mathbf{81\%}$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{a_i}{d}\right) = 48,84 \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{300/2}{258}\right) = \mathbf{55,68kN}$

$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 14 = \mathbf{658mm}$

$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{55,68 \cdot 10^3}{\frac{300 - 25}{658} \cdot 153,8 \cdot 435} = 1,99 \rightarrow \mathbf{3db}$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 300 \cdot 258 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} =$ ***28,72kN***

$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$

28,16kN $\langle$48,84kN

Nyírási vasalás szükséges!

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) =$ ***0,55***

$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 258 =$ ***232,2mm***

$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 232{,}2 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} =$ ***254,78kN***

$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$

48,84kN $\langle$254,78kN

A keresztmetszet bevasalható!

Nyírás vizsgálat a támasznál és a tartó közepén:

$s_s = \frac{z}{V_{Ed}} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{232{,}2}{48{,}84 \cdot 10^3} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 =$ ***207,80mm***

Alkalmazott kengyeltávolság 190 mm! (Ø8/190)

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{232{,}2}{190} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 \cdot 10^{-3} =$ ***53,59kN***

$V^s_{Rd,s} \rangle V_{Ed}$

53,59kN $\rangle$48,84kN

MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 258 = 116{,}1mm^2 \langle A_s = 769mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 300 = 3600mm^2 \rangle A_s = 769mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 190 \cdot 300 = 57mm^2 \langle A_{sw} = 100{,}48mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 258 = 193{,}5mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 193{,}5mm \rangle s_s = 190mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{48{,}84}{2} = 24{,}42kN \langle V_{Rd,s}^{s} = 53{,}59kN$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{4800 \cdot 1}{258} = 18{,}6 \rangle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 16{,}69$$

NEM FELEL MEG! →A gerendát l/500-al túlemeljük.

$$\frac{l/K}{d} = 18{,}6 \langle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 16{,}69 + 4 = 20{,}69$$

MEGFELEL!

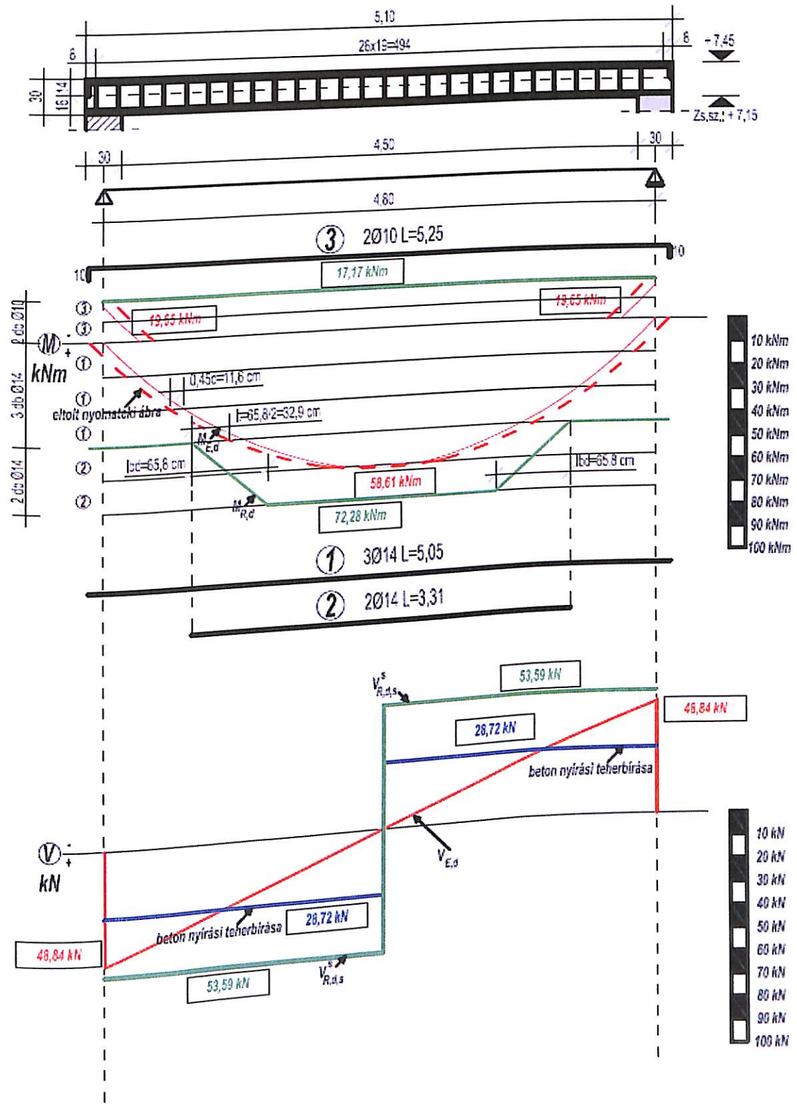
Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{11{,}00}{20{,}35} \cdot \frac{658}{769} = 201{,}18 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 24{,}7mm \rangle \phi_{alk} = 14mm$$

MEGFELEL!

Nyomatéki burkoló ábra és a nyíróerő ábra ellenőrzése:



G29 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság közelítő meghatározása:

L = a gerenda feltámaszkodásainak középvonalai között értelmezett távolság

$$\frac{L/K}{d} \leq \left(\frac{L}{d}\right)_{lim}$$

$$\frac{5500/1}{d} \leq 20$$

$$d \geq 275mm \rightarrow \boldsymbol{d_{alk} = 275mm}$$

Betonfedés:

$c_{nom} = \boldsymbol{35mm}$

A G30-as gerenda fővasai miatt 10 mm-el nagyobb betontakarás szükséges.

Tartómagasság:

$$h = d + \frac{\phi}{2} + \phi_s + c_{nom} = 275 + \frac{20}{2} + 10 + 35 = 330mm \rightarrow \boldsymbol{h_{alk} = 300mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 5200 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 5200 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 5500mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 5200 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 5500mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(5500;5500) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 5500mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0{,}3 \cdot 0{,}3 \cdot 25 = 2{,}25 kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0{,}015 \cdot (0{,}3 + 0{,}3 + 0{,}3) \cdot 21 = 0{,}28 kN/m$

Műkőburkolat:

$g_k = 0{,}30 \cdot 0{,}06 \cdot 20 = 0{,}36 kN/m$

Hőszigetelés:

$g_k = 0{,}02 kN/m$

Vasbeton lemez+rétegrend:

$g_k = 3{,}87 \cdot 2{,}06 \cdot \frac{2}{3} = 5{,}31 kN/m$

Koncentált teherből:

Tető:

$g_k = \frac{1{,}01}{0{,}94} \cdot 1{,}63 = 1{,}75 kN/m$

Hó:

$s_k = \frac{1{,}00}{0{,}94} \cdot 1{,}63 = 1{,}73 kN/m$

Tető súlya (vonalmenti):

$g_k = \frac{1{,}01}{0{,}94} \cdot 1{,}63 \cdot \frac{2}{3} = 1{,}17 kN/m$

Hóteher (vonalmenti):

$s_k = \frac{1{,}00}{0{,}94} \cdot 1{,}63 \cdot \frac{2}{3} = 1{,}16 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot s_k = 2{,}25 + 0{,}28 + 0{,}36 + 0{,}02 + 5{,}31 + 1{,}75 + 1{,}17 + 0 \cdot (1{,}73 + 1{,}16) =$ ***11,14kN/m***

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz (rendkívüli tervezési helyzet):

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + C_{esl} \cdot s_k = 1{,}35 \cdot 11{,}00 + 2{,}00 \cdot (1{,}73 + 1{,}16) =$ ***20,82kN/m***

Igénybevételek:

Nyomaték:

$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{20{,}82 \cdot 5{,}50^2}{8} =$ ***78,73kNm***

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{20{,}82 \cdot 5{,}50}{2} = \mathbf{57{,}26kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (35 + 20/2 + 10) = \mathbf{245\ mm}$$

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 245 - \sqrt{245^2 - \frac{2 \cdot 78{,}73 \cdot 10^6}{300 \cdot 13{,}3}} = \mathbf{101{,}60mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0{,}49 \cdot 245 = \mathbf{120{,}05\ mm}$$

$$x_c \langle x_{c0} = 101{,}60mm \langle 120{,}05mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$$z = d - x_c/2 = 245 - 101{,}6/2 = \mathbf{194{,}2mm}$$

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{78{,}73 \cdot 10^6}{435 \cdot 194{,}2} = \mathbf{932mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

5 db Ø16 ***1004 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n - 1} = \frac{300 - (2 \cdot 35 + 2 \cdot 10 + 5 \cdot 16)}{5 - 1} = \mathbf{30{,}5mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 16 \\ 20 \\ 16 + 5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$$

32,5mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (35 + 16/2 + 10) = \mathbf{247\ mm}$$

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1004 \cdot 435}{300 \cdot 13{,}3} = \mathbf{109{,}46mm}$$

$$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49 \cdot 247 = \mathbf{121{,}03mm}$$

$$x_c \langle x_{c0}$$

$$109{,}46mm \langle 121{,}03mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 121{,}03/0{,}8 = \mathbf{151{,}29mm}$$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3{,}5}{151{,}29} \cdot (247 - 151{,}29) = \mathbf{2{,}2‰}$$

$$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$$

$$2{,}17‰ \langle 2{,}2‰ \langle 25‰$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 1004 \cdot 435 \cdot \left(247 - \frac{109{,}49}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{83{,}97kNm}$$

$$\boldsymbol{M_{Rd} = 83{,}97kNm \rangle M_{Ed} = 78{,}73kNm}$$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{78{,}73}{83{,}97} \cdot 100 = \mathbf{94\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{a_l}{d}\right) = 57{,}26 \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{300/2}{247}\right) = \mathbf{66{,}88kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 16 = \mathbf{752mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{66{,}88 \cdot 10^3}{\frac{300 - 35}{752} \cdot 200{,}8 \cdot 435} = 2{,}2 \rightarrow \mathbf{3db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 300 \cdot 247 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{27{,}49kN}$

$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$

$27{,}49kN \langle 57{,}26kN$

Nyírási vasalás szükséges!

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0{,}55}$

$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 247 = \mathbf{222{,}3mm}$

$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 222{,}3 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{243{,}92kN}$

$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$

$57{,}26kN \langle 243{,}92kN$

A keresztmetszet bevasalható!

Nyírás vizsgálat a támasznál:

$s_s = \frac{z}{V_{Ed}} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{222{,}3}{57{,}26 \cdot 10^3} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 = \mathbf{170mm}$

Alkalmazott kengyeltávolság a támasznál 160 mm! (Ø8/160)

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{222{,}3}{160} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{60{,}73kN}$

$V^s_{Rd,s} \rangle V_{Ed}$

$60{,}73kN \rangle 57{,}26kN$

Nyírás vizsgálat a tartó közepén:

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{222{,}3}{180} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{53{,}98kN}$

MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 247 = 111{,}2mm^2 \langle A_s = 1004mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 300 = 3600mm^2 \rangle A_s = 1004mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 160 \cdot 300 = 48mm^2 \langle A_{sw} = 100{,}48mm^2$

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 180 \cdot 300 = 54mm^2 \langle A_{sw} = 100{,}48mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 247 = 185{,}3mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 1815{,}3mm \rangle s_s = 160;180mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{57{,}26}{2} = 28{,}63kN \langle V^s_{Rd,s} = 60{,}73kN$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{5500 \cdot 1}{247} = 22{,}27 \rangle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 16{,}61$$

NEM FELEL MEG! →A gerendát l/250-el túlemeljük.

$$\frac{l/K}{d} = 22{,}27 \langle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 16{,}61 + 8 = 24{,}61$$

MEGFELEL!

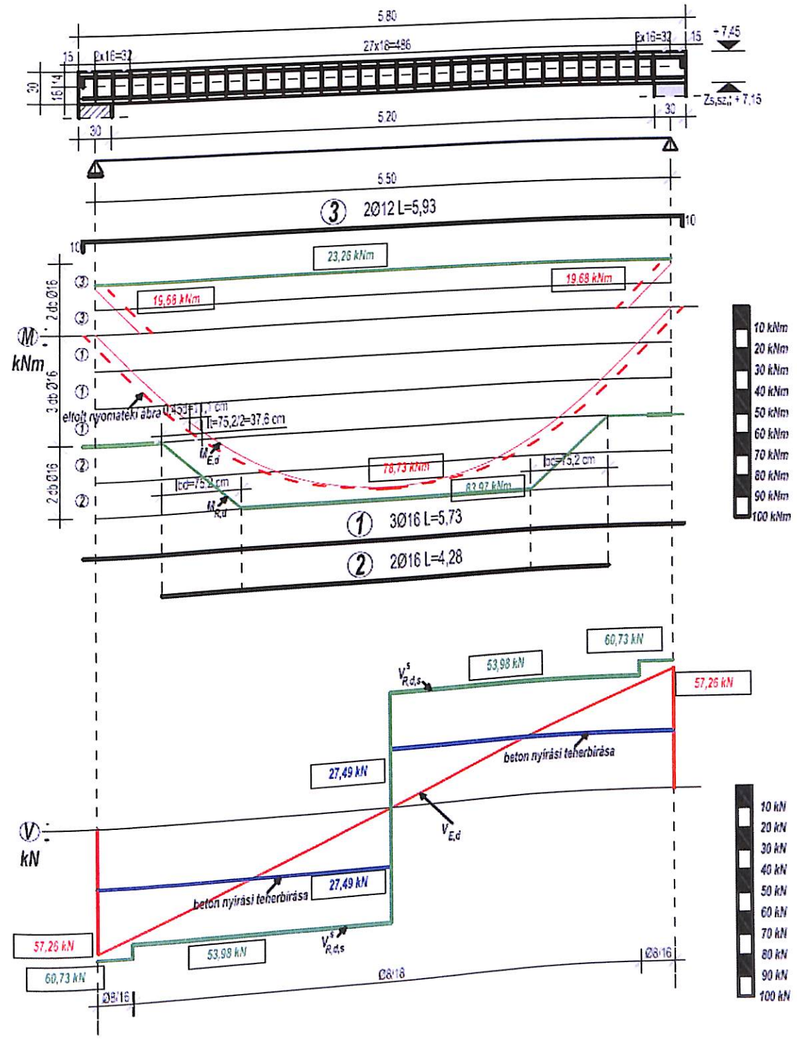
Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{11{,}14}{20{,}82} \cdot \frac{932}{1004} = 216{,}06 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 19{,}7mm \rangle \phi_{alk} = 16mm$$

MEGFELEL!

Nyomatéki burkoló ábra és a nyíróerő ábra ellenőrzése:



G28 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság közelítő meghatározása:

L = a gerenda feltámaszkodásainak középvonalai között értelmezett távolság

$$\frac{L/K}{d} \leq \left(\frac{L}{d}\right)_{lim}$$

$$\frac{5500/1}{d} \leq 14$$

$$d \geq 393mm \rightarrow \boldsymbol{d_{alk} = 400mm}$$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{főovas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 20 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 20 = 30mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{kengyel}; c_{nom}^{főovas}) = \max(25;30) = \boldsymbol{30mm}$$

Tartómagasság:

$$h = d + \frac{\phi}{2} + \phi_s + c_{nom} = 400 + \frac{20}{2} + 10 + 30 = 400mm \rightarrow \boldsymbol{h_{alk} = 450mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 5500 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 5500 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 5800mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 5500 + 2 \cdot \left(\frac{400}{2}\right) = 5900mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(5800;5900) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 5800mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0{,}3 \cdot 0{,}45 \cdot 25 = 3{,}38 kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0{,}015 \cdot (0{,}3 + 0{,}45 + 0{,}45) \cdot 21 = 0{,}38 kN/m$

Vasbeton lemez+rétegrend:

$g_k = 3{,}87 \cdot 3{,}44 \cdot \frac{2}{3} + 5{,}22 \cdot 3{,}25 \cdot \frac{2}{3} = 20{,}19 kN/m$

Koncentált teherből:

Tető:

$g_k = \frac{1{,}01}{0{,}94} \cdot 1{,}39 = 1{,}49 kN/m$

Hó:

$s_k = \frac{1{,}00}{0{,}94} \cdot 1{,}39 = 1{,}48 kN/m$

Tető súlya (vonalmenti):

$g_k = \frac{1{,}01}{0{,}94} \cdot 1{,}39 \cdot \frac{2}{3} = 1{,}00 kN/m$

Hóteher (vonalmenti):

$s_k = \frac{1{,}00}{0{,}94} \cdot 1{,}39 \cdot \frac{2}{3} = 0{,}99 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot s_k = 3{,}38 + 0{,}38 + 20{,}19 + 1{,}49 + 1{,}00 + 0 \cdot (1{,}48 + 0{,}99) = \boldsymbol{26{,}44 kN/m}$

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz (rendkívüli tervezési helyzet):

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + C_{esl} \cdot s_k = 1{,}35 \cdot 26{,}44 + 2{,}00 \cdot (1{,}48 + 0{,}99) = \boldsymbol{40{,}63 kN/m}$

Igénybevételek:

Nyomaték:

$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{40{,}63 \cdot 5{,}80^2}{8} = \boldsymbol{170{,}85 kNm}$

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{40,63 \cdot 5,80}{2} = \mathbf{117,83kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 450 - (30 + 20/2 + 10) = \mathbf{400\ mm}$$

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 400 - \sqrt{400^2 - \frac{2 \cdot 170,85 \cdot 10^6}{300 \cdot 13,3}} = \mathbf{127,31mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0,49 \cdot 340 = \mathbf{166,6\ mm}$$

$$x_c \langle x_{c0} = 127,31mm \langle 166,6mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$$z = d - x_c/2 = 450 - 127,31/2 = \mathbf{386,35mm}$$

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{170,85 \cdot 10^6}{435 \cdot 386,35} = \mathbf{1017mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

6 db Ø16 ***1205 mm² → c_{nom}=30mm***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n - 1} = \frac{300 - (2 \cdot 30 + 2 \cdot 10 + 6 \cdot 16)}{6 - 1} = \mathbf{24,8mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 18 \\ 20 \\ 16 + 5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$$

24,8mm⟩ 21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 450 - (30 + 16/2 + 10) = \mathbf{402\,mm}$$

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1205 \cdot 435}{300 \cdot 13,3} = \mathbf{131,37mm}$$

$$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0,49 \cdot 402 = \mathbf{196,98mm}$$

$$x_c \langle x_{c0}$$

$$131,37mm \langle 196,98mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$x_c = 0,8x \rightarrow x = x_c/0,8 = 131,37/0,8 = \mathbf{164,23mm}$$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2,17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{164,23} \cdot (402 - 164,23) = \mathbf{5,02‰}$$

$$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$$

$$2,17‰ \langle 5,02‰ \langle 25‰$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 1205 \cdot 435 \cdot \left(402 - \frac{131,37}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{176,29kNm}$$

$$\mathbf{M_{Rd} = 176,29kNm \rangle M_{Ed} = 170,85kNm}$$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{170,85}{176,29} \cdot 100 = \mathbf{97\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{a_i}{d}\right) = 117,83 \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{300/2}{402}\right) = \mathbf{107,28kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 16 = \mathbf{752mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{107,28 \cdot 10^3}{\frac{300 - 30}{752} \cdot 200,8 \cdot 435} = 3,4 \rightarrow \mathbf{4db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 300 \cdot 402 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{44{,}74kN}$

$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$

$44{,}74kN \langle 117{,}83kN$

Nyírási vasalás szükséges!

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0{,}55}$

$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 402 = \mathbf{361{,}8mm}$

$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 361{,}8 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{396{,}99kN}$

$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$

$117{,}83kN \langle 396{,}99kN$

A keresztmetszet bevasalható!

Nyírás vizsgálat a támasznál:

$s_s = \frac{z}{V_{Ed}} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{361{,}8}{117{,}83 \cdot 10^3} \cdot 2 \cdot 78{,}5 \cdot 435 = \mathbf{209{,}7mm}$

Alkalmazott kengyeltávolság 200 mm! (Ø10/20)

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{361{,}8}{200} \cdot 2 \cdot 78{,}5 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{123{,}55kN}$

$V^s_{Rd,s} \rangle V_{Ed}$

$123{,}55kN \rangle 117{,}83kN$

MEGFELEL!

Nyírás vizsgálat a tartó közepén:

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{361{,}8}{300} \cdot 2 \cdot 78{,}5 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{82{,}36kN}$

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 450mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 402 = 180{,}9mm^2 \langle A_s = 1205mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 450 = 5400mm^2 \rangle A_s = 1205mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 200 \cdot 300 = 60mm^2 \langle A_{sw} = 157mm^2$

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 300 \cdot 300 = 90mm^2 \langle A_{sw} = 157mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 402 = 301{,}5mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 300mm \geq s_s = 200;300mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{117{,}83}{2} = 58{,}92kN \langle V_{Rd,s}^{s} = 123{,}55kN$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{5800 \cdot 1}{402} = 14{,}43 < \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 14{,}59$$

MEGFELEL!

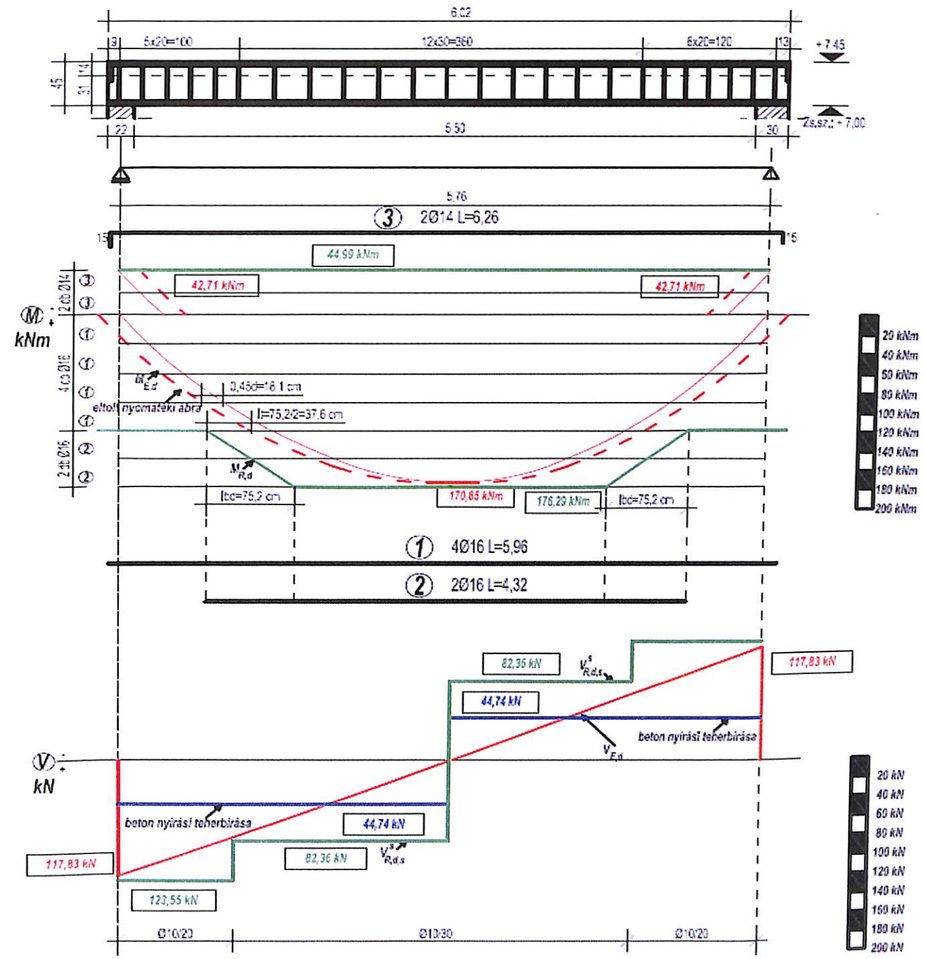
Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{26{,}44}{40{,}63} \cdot \frac{1017}{1205} = 237{,}78 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 16{,}5mm < \phi_{alk} = 16mm$$

MEGFELEL!

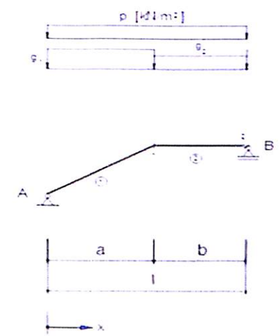
Nyomatéki burkoló ábra és a nyíróerő ábra ellenőrzése:

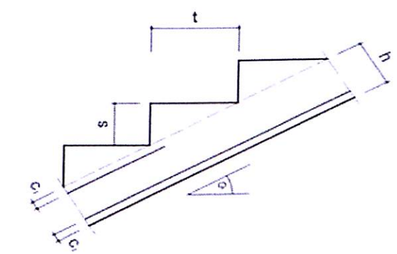


Monolit vasbeton lépcső

Statikai váz:

statikailag határozott törtvonalú kéttámaszú tartó





Méretek:

lépcsőkar hossza a=	2,22 m
pihenőlemez hossza b=	1,18 m
lépcsőlemez vastagága h=	15 cm
betontakarás c1=	1,5 cm
lépcsőfok magassága s=	19 cm
lépcsőfok belépő hossza t=	26 cm

Terhek és hatások:

A lépcső geometriájából adódóan a terheket 20%-al növeljük.

Lépcsőkar:

dőlésszög φ	36,10°
1 cm kerámia burkolat (vízszintesen)	$0{,}01 \cdot 1750 = 17{,}5\ kg/m^2$
1,0 cm kerámia burkolat (függőlegesen)	$190/260 \cdot 0{,}01 \cdot 1750 = 12{,}79\ kg/m^2$
0,6 cm ragasztó rtg.	$2{,}4\ kg/m^2$
fokok átlagos magassággal	$0{,}190/2 \cdot 2500 = 237{,}5\ kg/m^2$
vasbeton lemez	$0{,}19 \cdot 2500\ 475\ kg/m^2$
1,5 cm vakolat	$(0{,}015 \cdot 2100)/\cos 36 = 38{,}94\ kg/m^2$

$$g_{k1} = 1{,}2 \cdot 7{,}84 = \boldsymbol{9{,}41 kN/m^2}$$

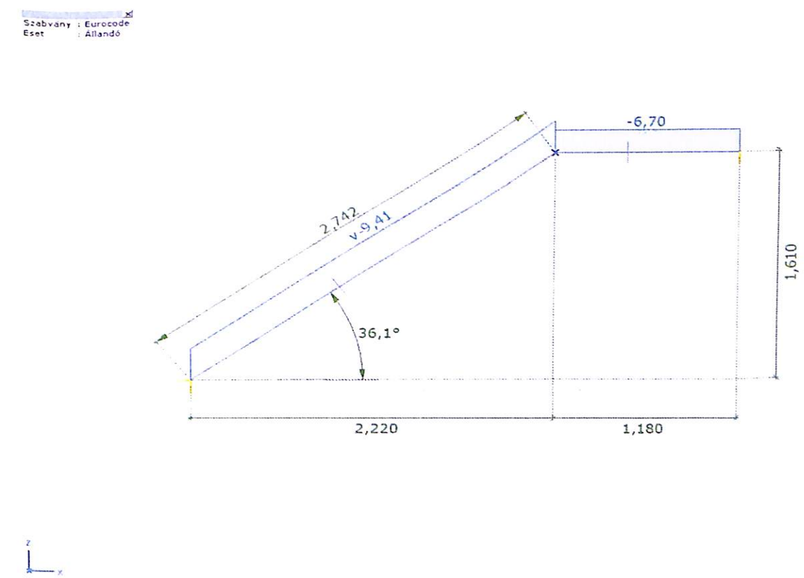
$$q_k = 1{,}2 \cdot 3{,}00 = \boldsymbol{3{,}60 kN/m^2}$$

Pihenőlemez:

1,0 cm kerámia burkolat (vízszintesen)	$0{,}01 \cdot 1750 = 17{,}5\ kg/m^2$
0,6 cm ragasztó rtg.	$2{,}4\ kg/m^2$
6,0 cm aljzatbeton	$0{,}06 \cdot 2200 = 132{,}0\ kg/m^2$
4,0 cm PS hab hőszig. úsztató rtg.	$0{,}04 \cdot 10 = 0{,}4\ kg/m^2$
15 cm pihenőlemez	$0{,}15 \cdot 2500 = 375\ kg/m^2$
1,5 cm vakolat	$0{,}015 \cdot 2100 = 31{,}5\ kg/m^2$

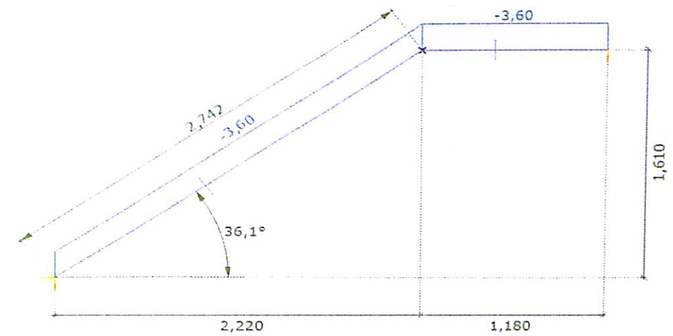
$g_{k2} = 1{,}2 \cdot 5{,}58 = \boldsymbol{6{,}70 kN/m^2}$

$q_k = 1{,}2 \cdot 3{,}00 = \boldsymbol{3{,}60 kN/m^2}$



Állandó teher

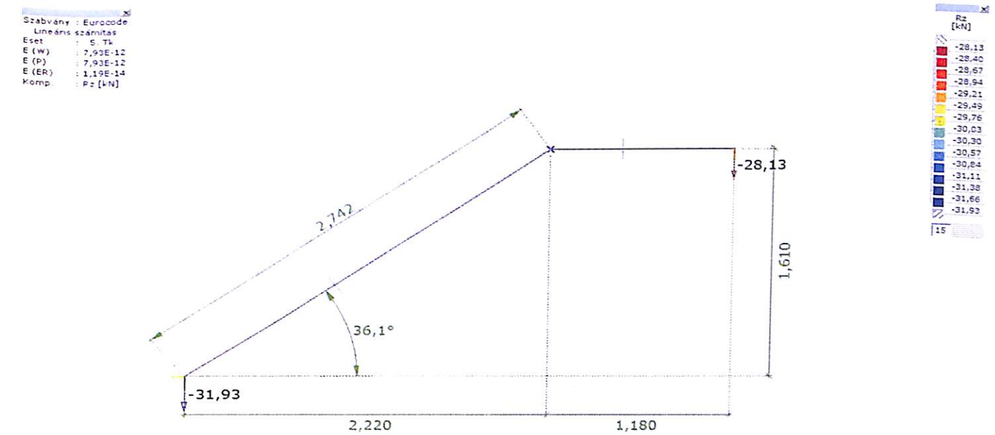
Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos



Hasznos teher

Teherkombinációk:

Teherkombináció	*Állandó*	*Hasznos*
1	1	0
2	0	1
3	1,35	0
4	0	1,5
5	1,35	1,5
6	1	0,3

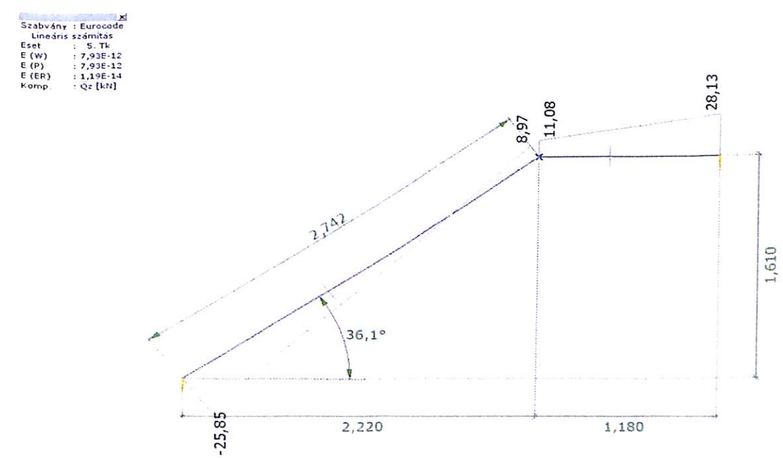


Csomóponti támaszerők (5. teherkombináció)

A_{gk} = ***15,44 kN***
B_{gk} = ***13,35 kN***

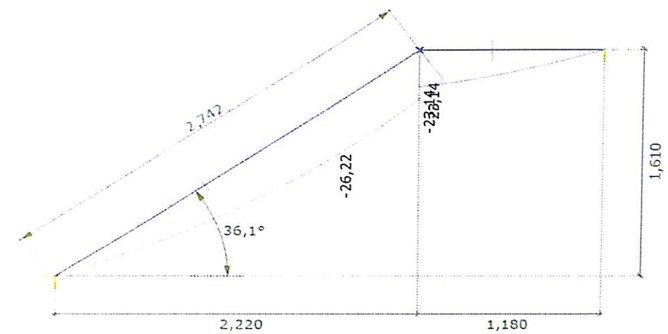
A_{qk} = ***7,39 kN***
B_{qk} = ***6,73 kN***

Igényebvételek:



Nyíróerő ábra (5. teherkombináció)

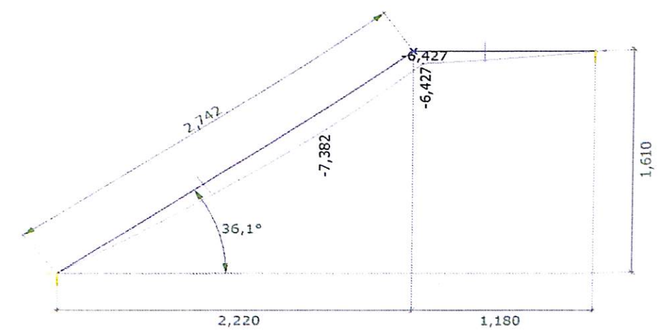
Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : 5. Tk
E (W) : 7,93E-12
E (P) : 7,93E-12
E (ER) : 1,19E-14
Komp. : My [kNm]



Nyomatáki ábra (5. teherkombináció)

Alakváltozás (lehajlás):

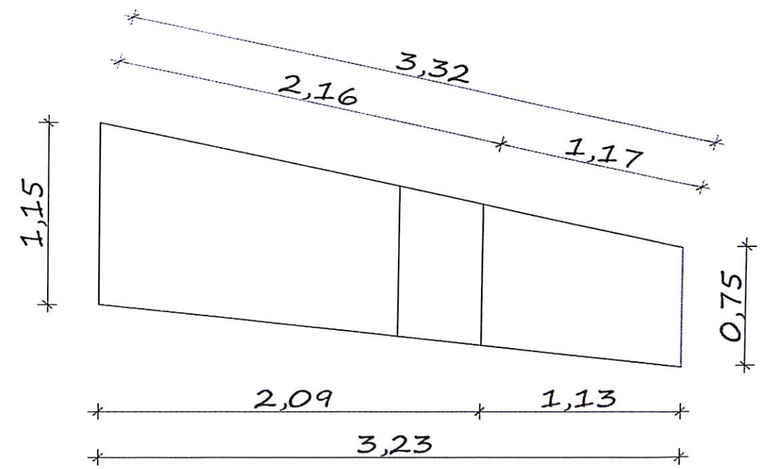
Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : 6. Tk
E (W) : 7,93E-12
E (P) : 7,93E-12
E (ER) : 1,19E-14
Komp. : eZ [mm]



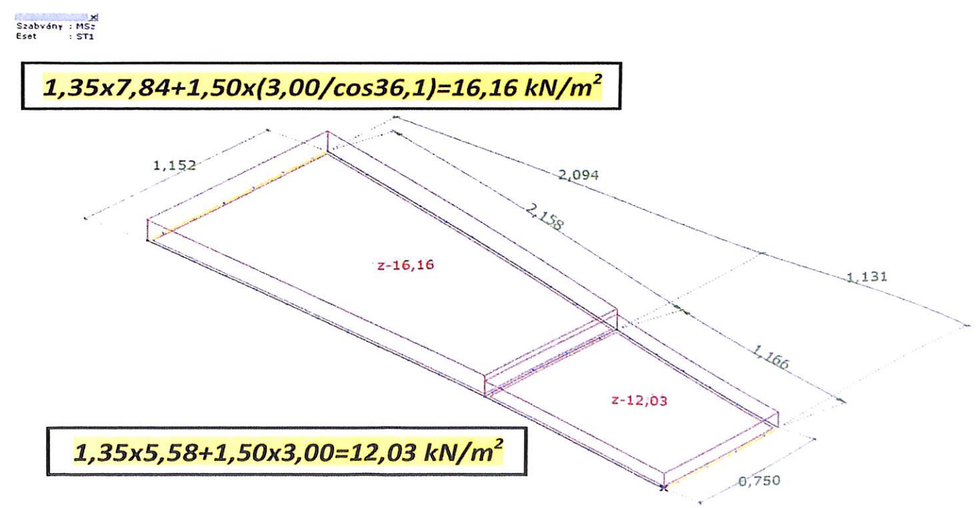
Lehajlás (6. teherkombináció)

A lépcsőt AXIS VM-ben lemez modellként is vizsgálom:

Geometria:



Geometria

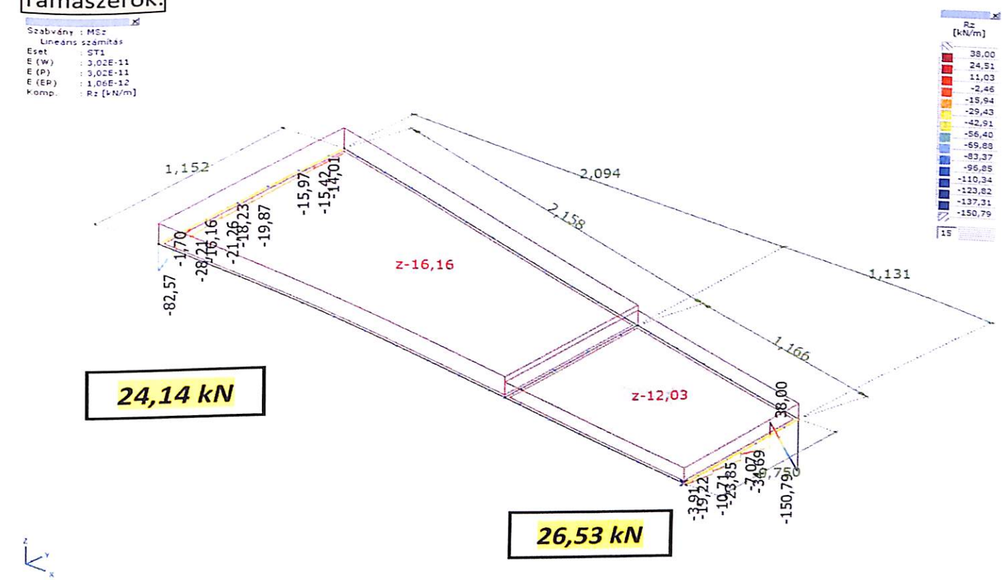


1,35x7,84+1,50x(3,00/cos36,1)=16,16 kN/m²

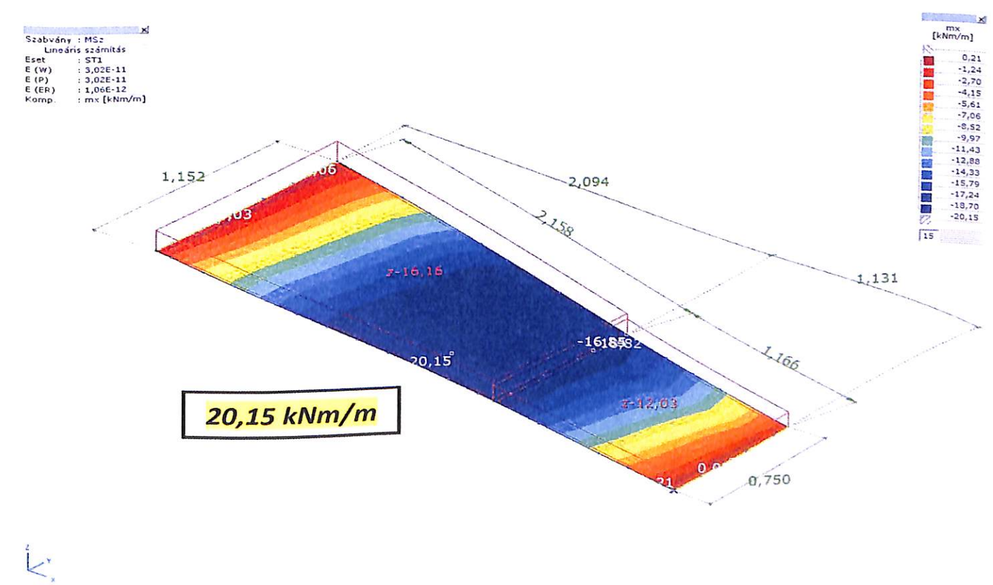
1,35x5,58+1,50x3,00=12,03 kN/m²

Lemez modell

Támaszerők:



Támaszerők



Felületi igénybevétel (mx)

Eredmények értékelése a két modell alapján:

Számítás	*A (kN)*	*B (kN)*	*M (kNm/m)*
keret x-z síkban	31,93	28,13	26,22
lemez modell x-y síkban	16,16	12,03	20,15

Vasalás meghatározása/méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + d_{főővas}/2 + 10) = 150 - (20 + 12/2 + 10) = \mathbf{114\,mm}$$

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 114 - \sqrt{114^2 - \frac{2 \cdot 26{,}22 \cdot 10^6}{1000 \cdot 13{,}3}} = \mathbf{18{,}85mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0{,}49 \cdot 114 = \mathbf{55{,}86\ mm}$$

$$x_c \langle x_{c0} = 17{,}87mm \langle 58{,}31mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$$z = d - x_c/2 = 114 - 18{,}85/2 = \mathbf{104{,}58mm}$$

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{26{,}22 \cdot 10^6}{435 \cdot 104{,}58} = \mathbf{576{,}36mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

fővasalás: ***Ø12/15*** ***754 mm²***

elosztóvasalás: ***Ø8/20*** ***251 mm²***

Nyomatéki teherbírás:

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 754 \cdot 435 \cdot \left(117 - \frac{18{,}85}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{35{,}28kNm}$$

$$\boldsymbol{M_{Rd} = 35{,}28kNm \rangle M_{Ed} = 26{,}22kNm}$$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{26{,}22}{35{,}28} \cdot 100 = \mathbf{74\%}$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás):

$$\frac{l/K}{d} = \frac{3400 \cdot 1}{114} = 29{,}82$$

$$(l/d)_{eng} = 24{,}86$$

$$\frac{l/K}{d} = 29{,}82 \rangle (l/d)_{eng} = 24{,}86$$

NEM FELEL MEG! →A tartó közepét l/250-el túlemeljük.

$$(l/d)_{eng} + 8 = 24{,}86 + 8 = 32{,}86$$

$$\frac{l/K}{d} = 29{,}82 \langle (l/d)_{eng} = 32{,}86$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság (w=0,3 mm):

$$\sigma_s = f_{y,d} \cdot \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \cdot \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{7{,}84 + 0{,}3 \cdot 3{,}0}{1{,}35 \cdot 7{,}84 + 1{,}5 \cdot 3{,}0} \cdot \frac{576{,}36}{754} = 181{,}52 N/mm^2$$

$$\phi_{max} = 28{,}23 \rangle \phi_{alk} = 12$$

MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

Fővasak maximális távolsága:
min(3h;400)=min(450;400)
150 mm <400 mm
MEGFELEL!

Elosztó vasak maximális távolsága:
min(3,5h;450)=min(525;450)
200 mm <450 mm
MEGFELEL!

Minimális vasalás – főacélbetétek:

$$A_s^{min} = 0{,}0013 \cdot b \cdot h = 0{,}0013 \cdot 1000 \cdot 150 = 195 mm^2$$

$$A_s^{min} = 195 mm^2 \langle A_s^{alk} = 754 mm^2$$

MEGFELEL!

Minimális vasalás – elosztó vasalás:

$$A_s^{min} = 0{,}2 \cdot A_s^{alk,\text{főőva}} = 0{,}2 \cdot 754 = 150{,}8 mm^2$$

$$A_s^{min} = 150{,}8 mm^2 \langle A_s^{alk} = 251 mm^2$$

MEGFELEL!

Maximális vasalás:

$A_s^{max} = 0{,}04 \cdot b \cdot h = 0{,}004 \cdot 1000 \cdot 150 = 6000mm^2$

$A_s^{max} = 6000mm^2 \rangle A_s^{alk} = 754mm^2$

MEGFELEL!

Acélbetétek minimális átmérője:

d_{min}=5 mm

d_{min}=5 mm<d_{alk}=8;12 mm

MEGFELEL!

Lemezvastagság:

h_{min}=70 mm

h_{min}=70 mm<h_{alk}=150 mm

MEGFELEL!

L2 közbenső födém

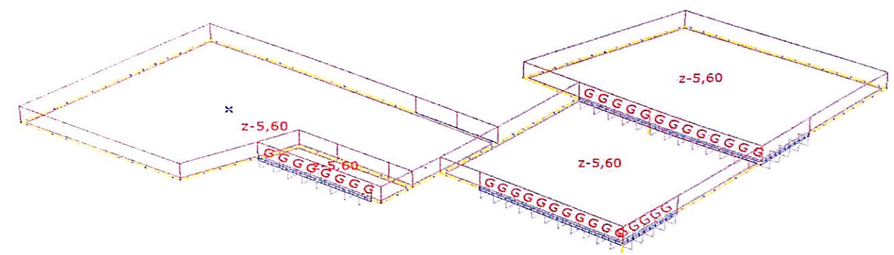
Statikai modell:

Kétirányban teherviselő lemez.

Terhek és hatások:

Szabvány : Eurocode
Eset : Önsúly

Önsúly

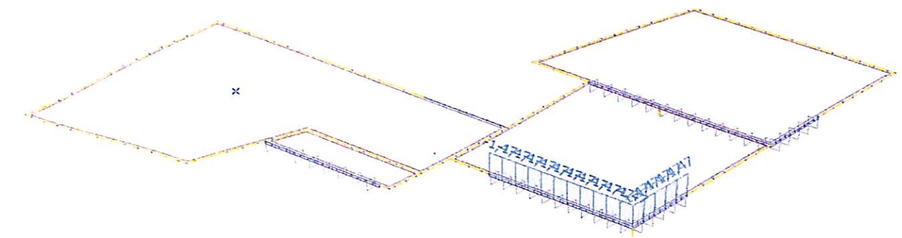


Rétegrend (építész R3)	G (kg/m^2)
1 cm kerámia burkolat	0,01·1750=17,5
6 cm aljzatbeton	0,06·2200=132,0
1 rtg. hővisszaverő fólia (padlófűtésnél)	-
4 cm PS hab hőszig. úsztató rtg.	0,04·10=0,4
1,5 cm vakolat	0,015·2100=31,5
15 cm vasbeton lemezfödém	0,15·2500=375
	556,40 kg/m^2

G_k=556,40 kg/m^2=5,60 kN/m^2

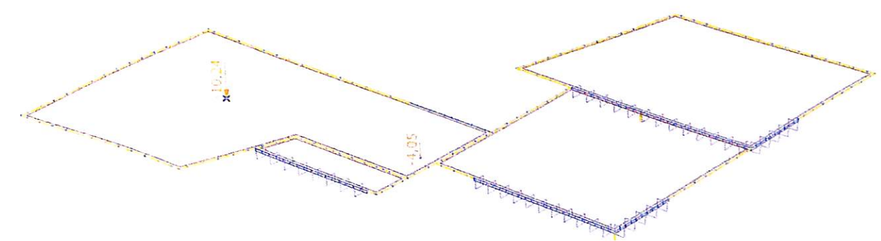
Szabvány : Eurocode
Eset : Üvegszerk.

Üvegszerkezet



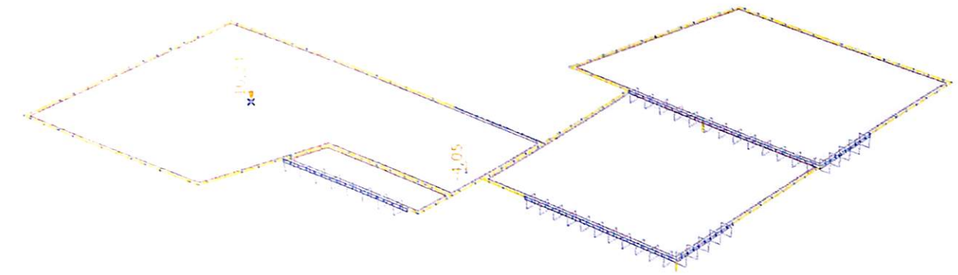
Szabvány : Eurocode
Eset : Tető_ö.

Tető (önsúly)



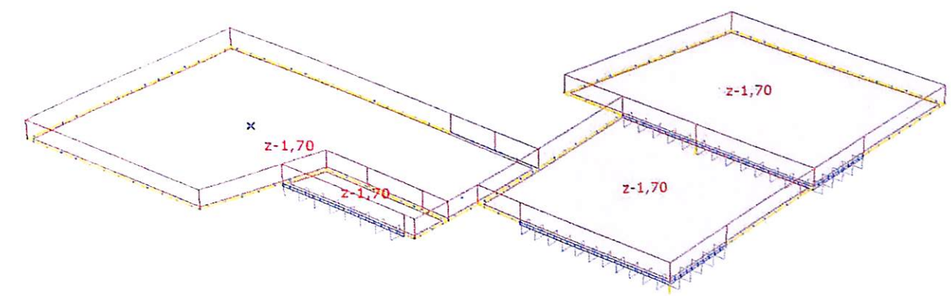
Szabvány : Eurocode
Eset : Tető hasznos

Tető (hasznos - hó)



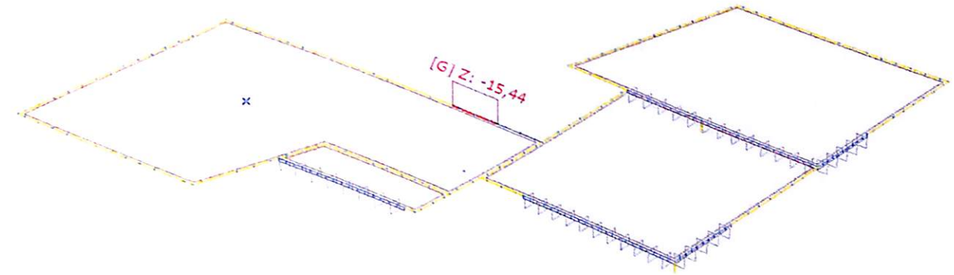
Szabvány : Eurocode
Eset : Válaszfal

Válaszfal



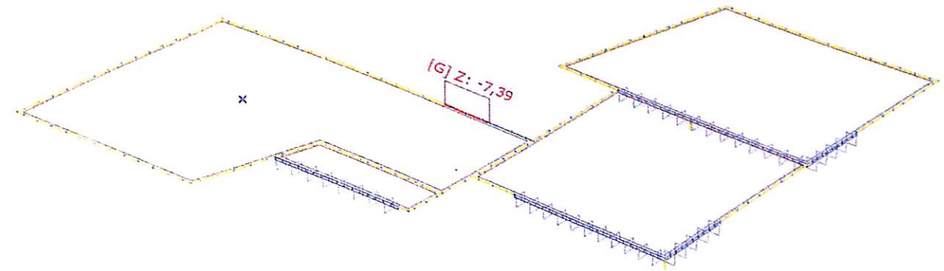
Szabvány : Eurocode
Eset : Lépcső önsú

Lépcső (önsúly)



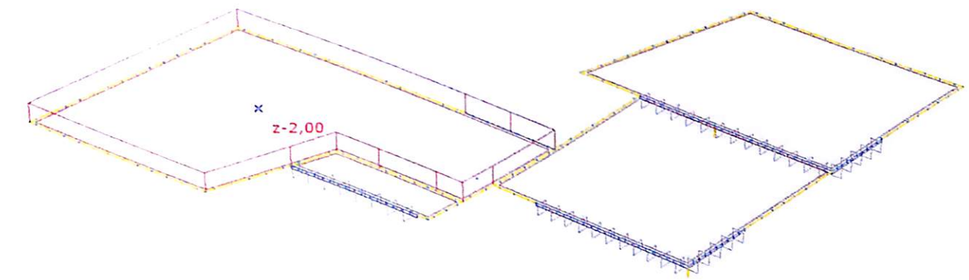
Szabvány : Eurocode
Eset : Lépcső haszn.

Lépcső (hasznos)



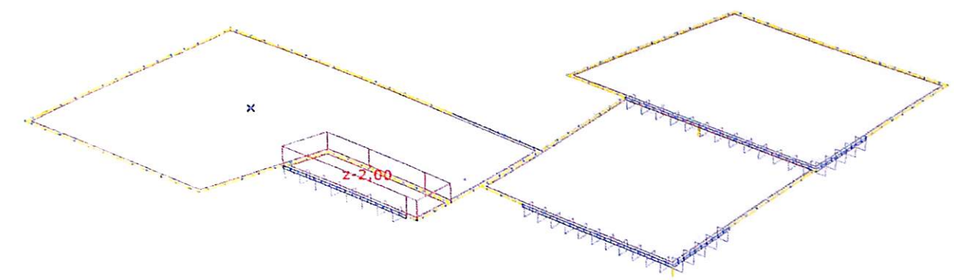
Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos,

Hasznos_1



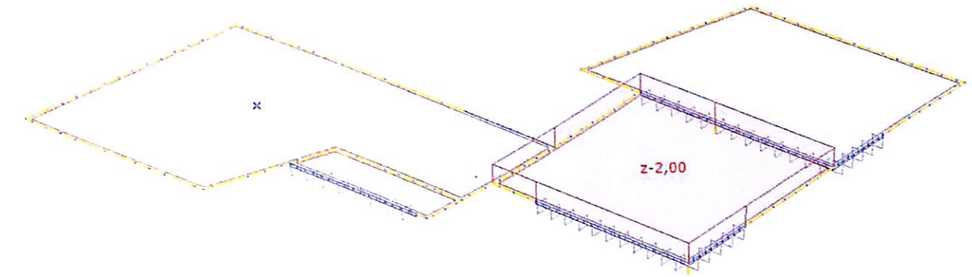
Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos,

Hasznos_2



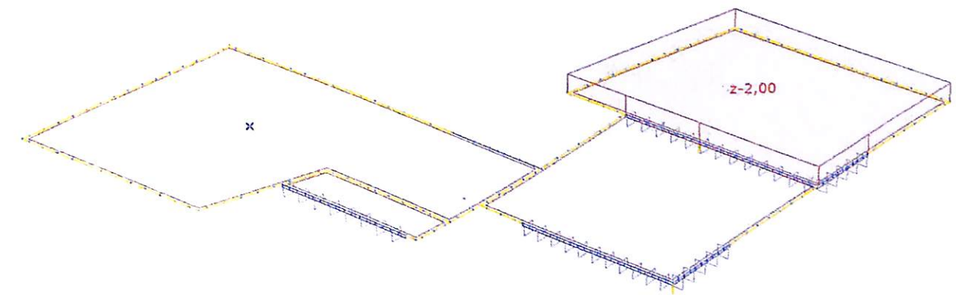
Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos$_3$

Hasznos_3



Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos$_4$

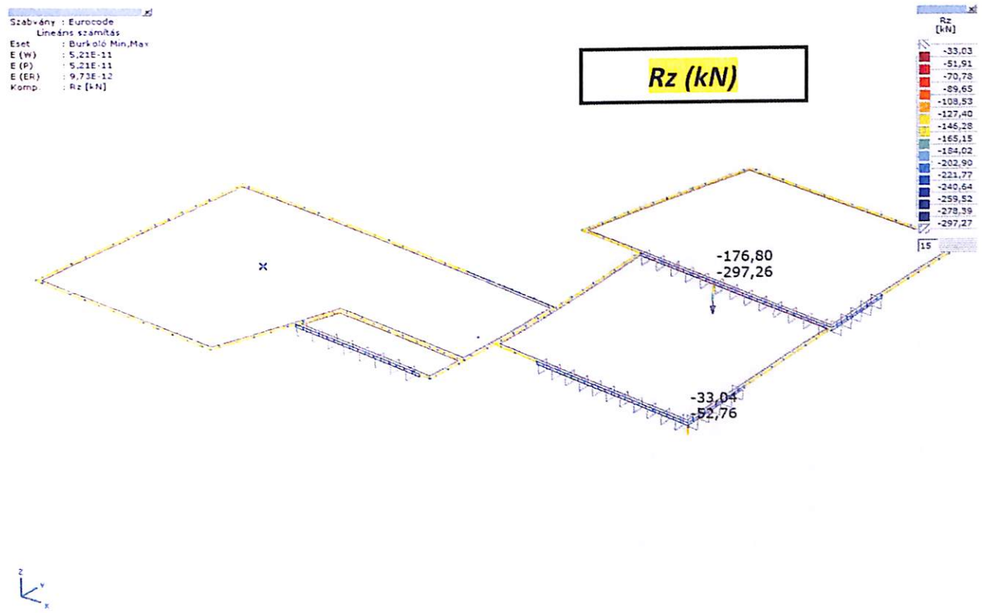
Hasznos_4

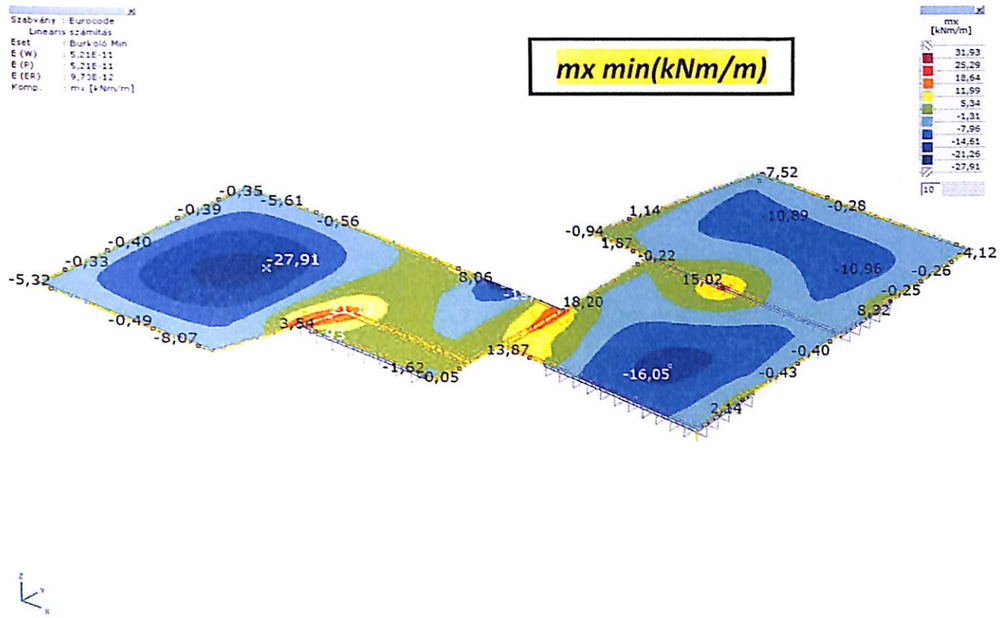


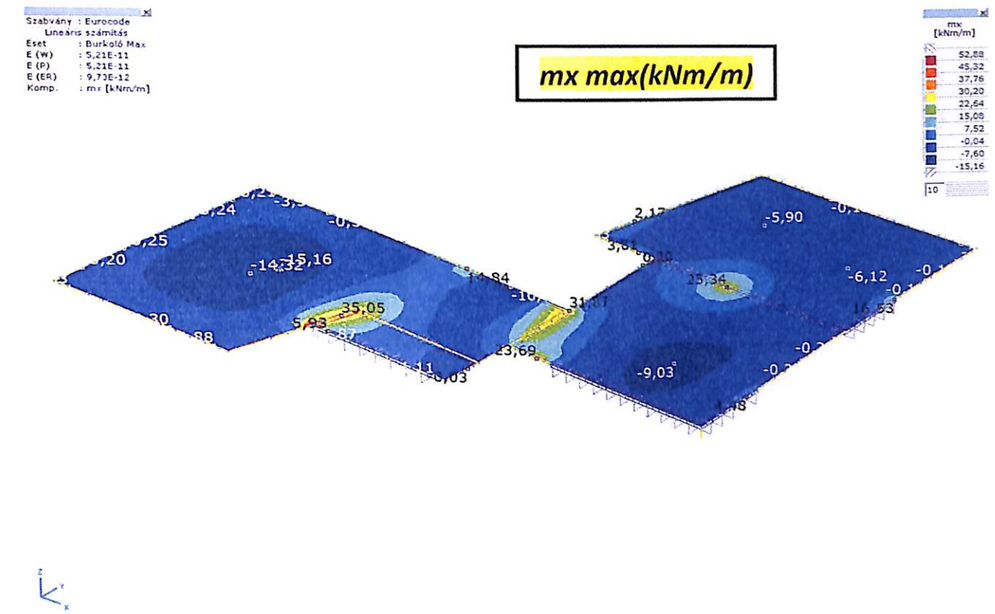
Teherkombinációk:

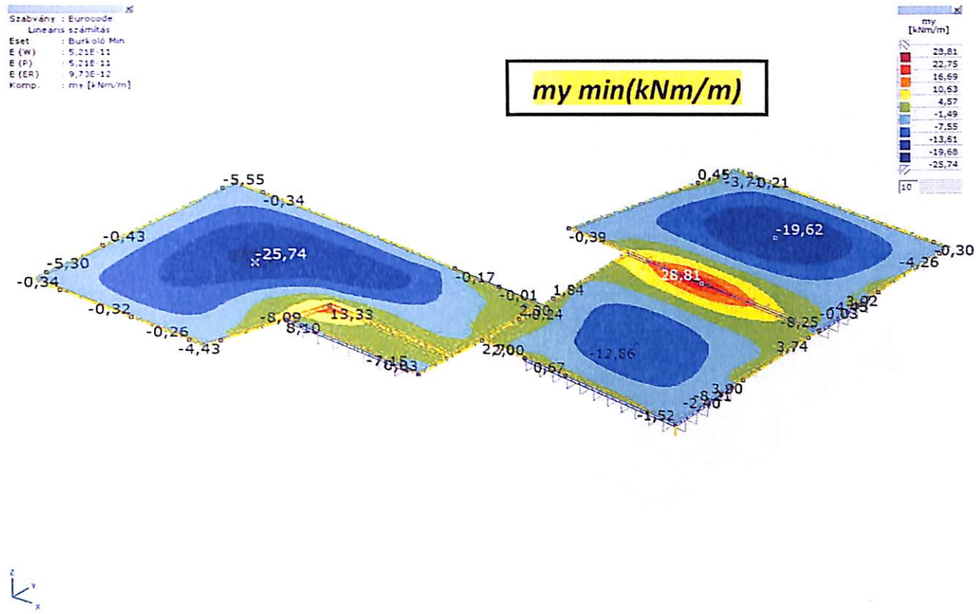
	Önsúly	Üvegszerk	Tető_áll.	Tető hasznos	Válaszfal	Lépcső öns.	Lépcső haszn.	Hasznos_1	Hasznos_2	Hasznos_3	Hasznos_4
1	1,00	1,00	1,00	0	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0
2	1,00	1,00	1,00	0	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0	0,30
3	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,05	1,50	1,50	1,50	1,50
4	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,05	1,50	1,50	1,50	0
5	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,05	1,50	1,50	0	1,50
6	1,35	1,35	1,35	1,50	1,35	1,35	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
7	1,35	1,35	1,35	1,50	1,35	1,35	1,05	1,05	1,05	1,05	0
8	1,35	1,35	1,35	1,50	1,35	1,35	1,05	1,05	1,05	0	1,05
9	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,50	1,05	1,05	1,05	1,05
10	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,50	1,05	1,05	1,05	0
11	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,50	1,05	1,05	0	1,05

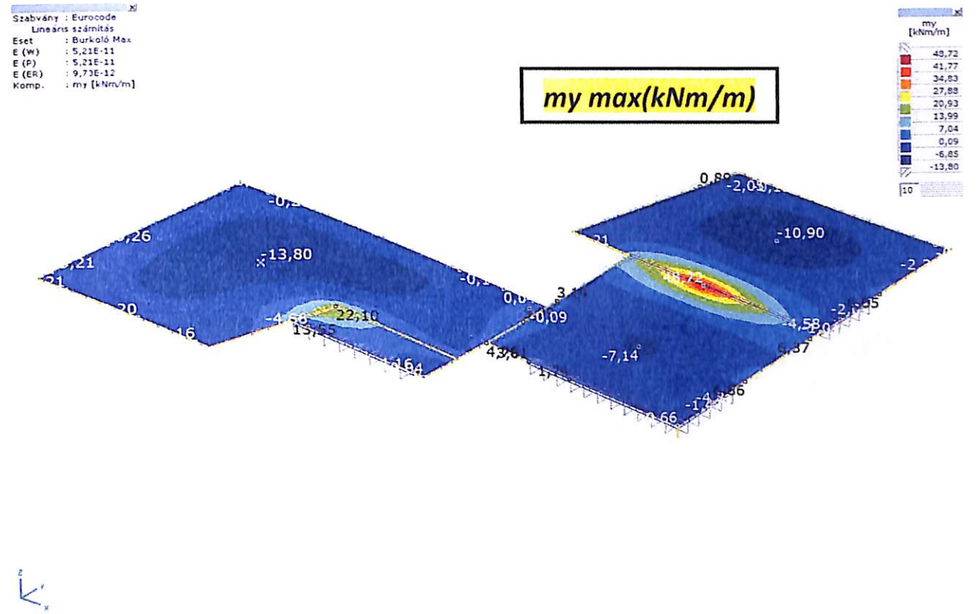
AXIS VM eredmények (igénybevételek):



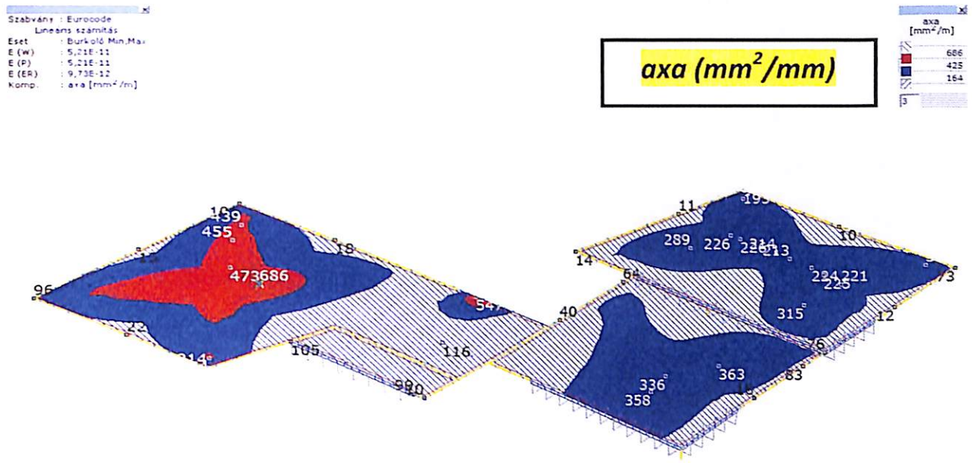

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min
E (W) : 5,21E-11
E (P) : 5,21E-11
E (ER) : 9,73E-12
Komp. : mx [kNm/m]
mx min(kNm/m)
mx
[kNm/m]
31,93
25,29
18,64
11,99
5,34
-1,31
-7,96
-14,61
-21,26
-27,91
-27,91
-5,32
-0,35
-0,39
-5,61
-0,56
-0,40
-0,33
-0,49
-8,07
3,56
8,06
-1,62
-0,05
13,87
7,52
1,14
-0,94
1,87
-0,22
-10,89
-0,28
-4,12
-10,96
-0,26
-0,25
15,02
18,20
8,22
-16,05
-0,40
-0,43
2,14

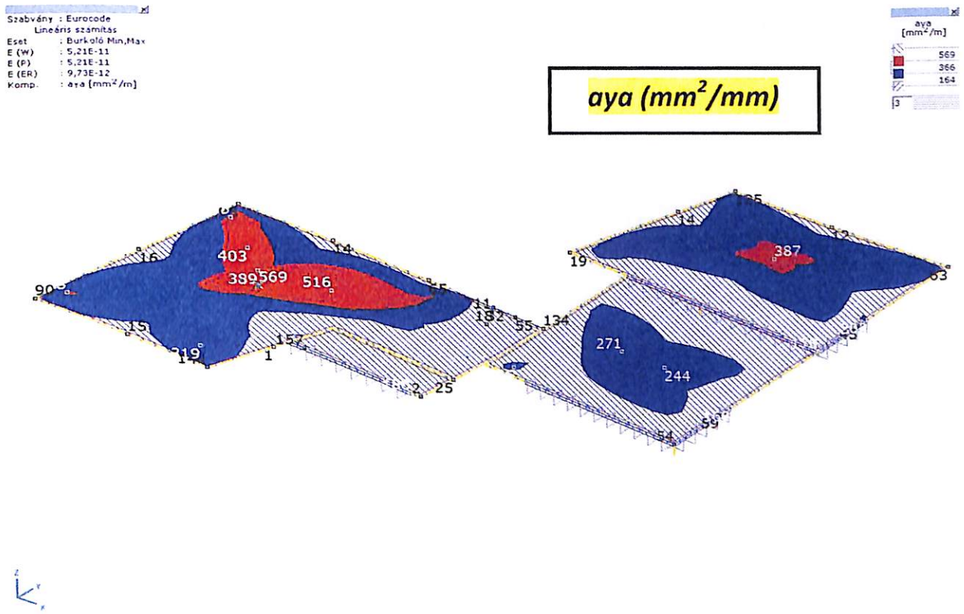

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Max
E (W) : 5,21E-11
E (P) : 5,21E-11
E (ER) : 9,73E-12
Komp. : mx [kNm/m]
mx max(kNm/m)
mx
[kNm/m]
52,88
45,32
37,76
30,20
22,64
15,08
7,52
-0,04
-7,60
-15,16
-15,16
-14,32
35,05
5,93
-5,90
-6,12
15,34
-9,03

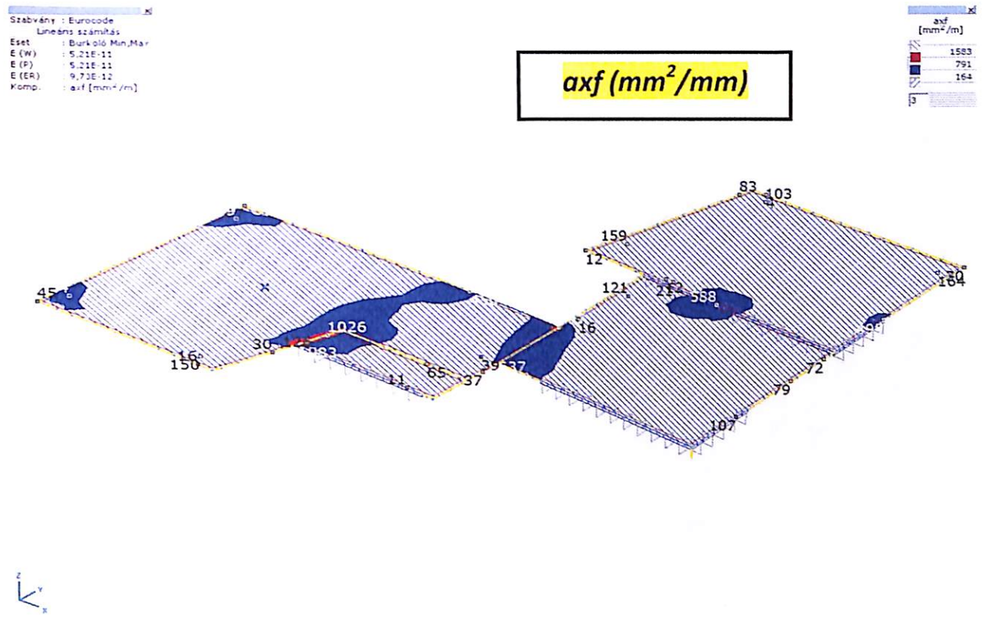

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min
E (W) : 5,21E-11
E (P) : 5,21E-11
E (ER) : 9,73E-12
Komp. : my [kNm/m]
my min(kNm/m)
my
[kNm/m]
28,81
22,75
16,69
10,63
4,57
-1,49
-7,55
-13,61
-19,68
-25,74
-5,55
-0,34
-0,43
-5,30
-0,34
-25,74
-0,32
-0,26
-4,43
-8,09
13,33
-0,17
-0,01
1,84
-19,62
0,45
-0,21
-0,39
0,30
-4,26
28,81
-12,86
3,74
-8,25
3,92
-0,03
3,90
1,52

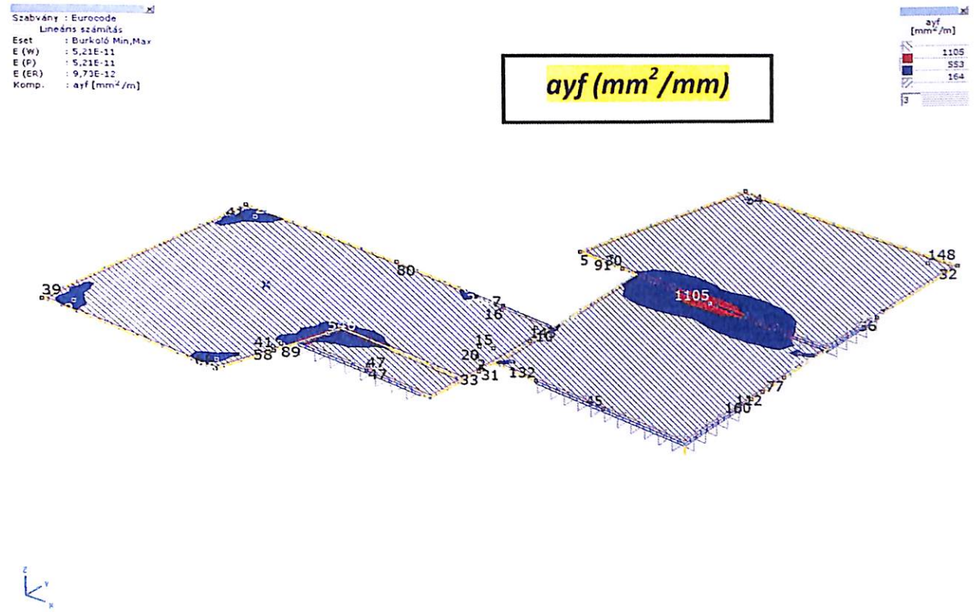

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Max
E (W) : 5,21E-11
E (P) : 5,21E-11
E (ER) : 9,73E-12
Komp. : my [kNm/m]
my max(kNm/m)
my
[kNm/m]
48,72
41,77
34,83
27,88
20,93
13,99
7,04
0,09
-6,85
-13,80
-13,80
22,10
-10,90
-0,09
-7,14

Szükséges vasalás:

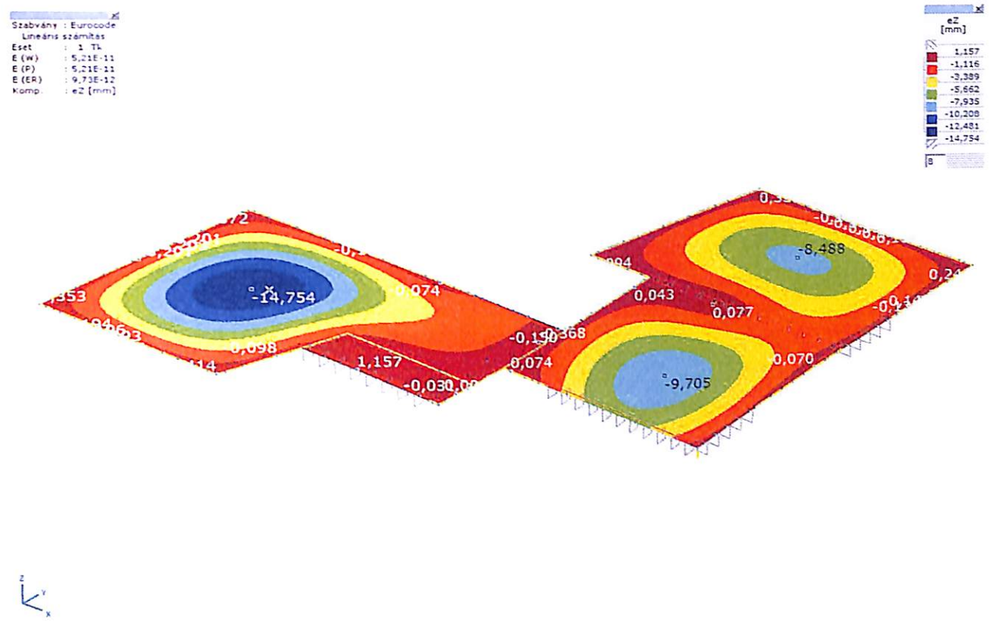


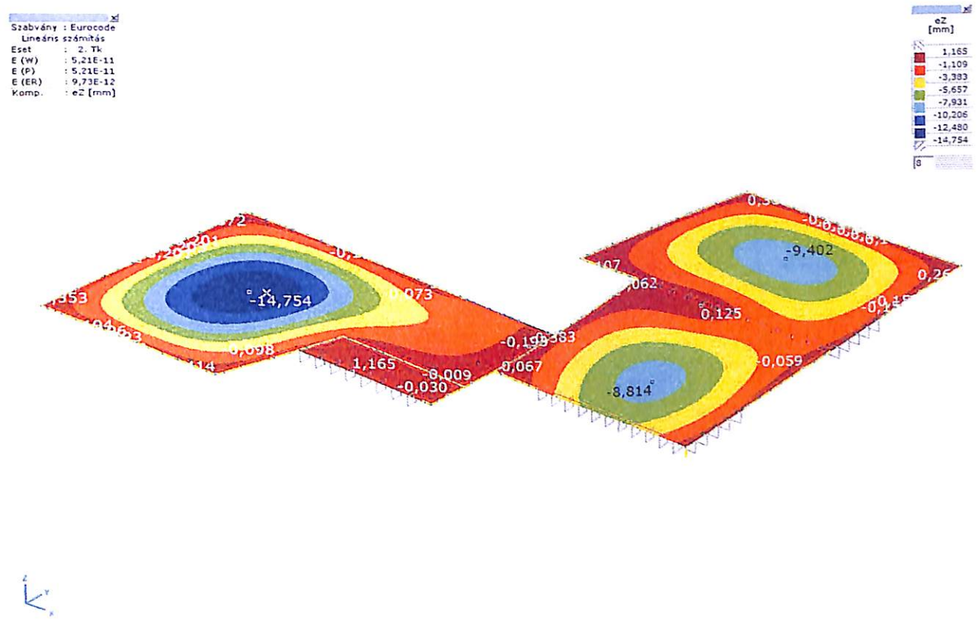



Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min,Max
E (W) : 5,21E-11
E (P) : 5,21E-11
E (ER) : 9,73E-12
Komp. : axf [mm²/m]
axf (mm²/mm)
axf [mm²/m]
1583
791
164
1026
150
30
65
37
39
37
16
121
159
12
83
103
158
72
79
107


Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min,Max
E (W) : 5,21E-11
E (P) : 5,21E-11
E (ER) : 9,73E-12
Komp. : ayf [mm²/m]
ayf (mm²/mm)
ayf [mm²/m]
1105
553
164
39
41
80
7
16
15
20
33
31
132
41
58
89
47
47
1105
5
91
90
54
148
32
56
45
160
12
77

Alakváltozások (lehajlás) ellenőrzése:





e_z=14,754 mm
e_{max}=6400/250=25,6 mm

14,75 mm<25,6 mm
MEGFELEL!

e_z=9,705 mm
e_{max}=5500/250=22 mm

9,705 mm<22 mm
MEGFELEL!

e_z=9,402 mm
e_{max}=5200/250=20,8 mm

9,402 mm<20,8 mm
MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

- Minimális vasalás:

A_{smin}=0,0013·b·d=0,0013·1000·150-(20+8/2)=163,8 mm^2

- Maximális vasalás:

A_{smax}=0,04·b·h=0,04·1000·150=6000 mm^2

- Vasak maximális távolsága:

főirányban:
min(3h;400)=min(450;400) →400 mm
mellékirányban:
min(3,5h;450)=min(525;450)→450 mm

- Acélbetétek minimális átmérője:

d_{min}=5 mm

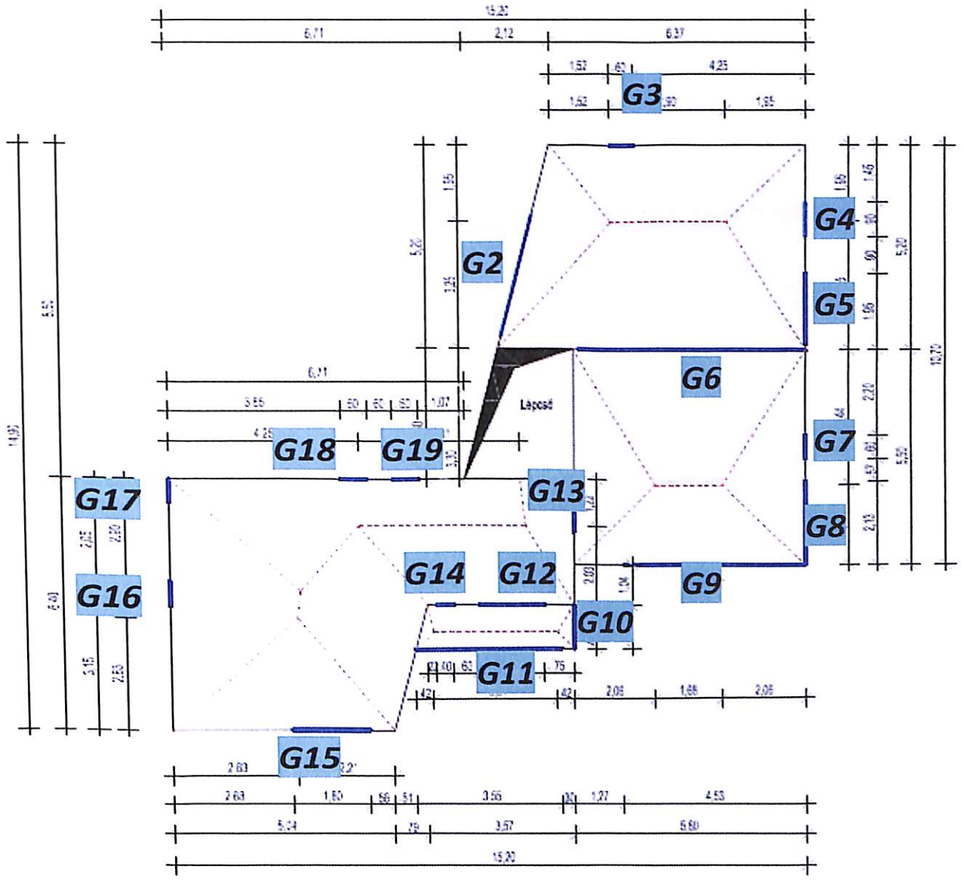
- Acélbetétek maximális átmérője:

d_{max}=h/10=150/10=15 mm

- Lemezvastagság:

h_{min}=70 mm<h_{alk}=150 mm

Töréskép:


G3
G2
G4
G5
G6
G7
G8
G9
G18
G19
G13
G17
G16
G14
G12
G10
G11
G15
Lapos

G27 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság közelítő meghatározása:

L = a gerenda feltámaszkodásainak középvonalai között értelmezett távolság

$$\frac{L/K}{d} \le \left(\frac{L}{d}\right)_{lim}$$

$$\frac{4800/1}{d} \le 20$$

$$d \ge 240mm \rightarrow \boldsymbol{d_{alk} = 240mm}$$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{főővas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 20 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 20 = 30mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{kengyel}; c_{nom}^{főővas}) = \max(25;30) = \boldsymbol{30mm}$$

Tartómagasság:

$$h = d + \frac{\phi}{2} + \phi_s + c_{nom} = 240 + \frac{20}{2} + 10 + 30 = 290mm \rightarrow \boldsymbol{h_{alk} = 300mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 4500 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 4500 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 4800mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 4800 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 4800mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(4800;4800) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 4800mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0{,}3 \cdot 0{,}3 \cdot 25 = 2{,}25 kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0{,}015 \cdot (0{,}3 + 0{,}3 + 0{,}3) \cdot 21 + (0{,}015 \cdot 1 \cdot 21) \cdot 2 = 0{,}91 kN/m$

Műkőburkolat:

$g_k = 0{,}30 \cdot 0{,}06 \cdot 20 + 1 \cdot 0{,}06 \cdot 20 = 1{,}56 kN/m$

Hőszigetelés:

$g_k = 0{,}09 kN/m$

Téglafal:

$g_k = 0{,}38 \cdot 1{,}00 \cdot 7{,}5 = 2{,}85 kN/m$

Ablak:

$g_k = 0{,}6 \cdot 0{,}7 = 0{,}42 kN/m$

Tető súlya (T4):

$$g_k = \frac{\frac{0{,}83}{0{,}94} \cdot 1{,}90}{2} = 0{,}84 kN/0{,}8 fm \rightarrow 1{,}05 kN/m$$

Hóteher (T4):

$$g_k = \frac{\frac{0{,}80}{0{,}94} \cdot 1{,}90}{2} = 0{,}81 kN/0{,}8 fm \rightarrow 1{,}01 kN/m$$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot s_k = 2{,}25 + 0{,}91 + 1{,}56 + 0{,}09 + 2{,}85 + 0{,}42 + 1{,}05 + 0 \cdot 1{,}01 =$ ***9,13kN/m***

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz (rendkívüli tervezési helyzet):

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + C_{esl} \cdot s_k = 1{,}35 \cdot 9{,}13 + 2{,}00 \cdot 1{,}0{,}1 =$ ***14,35kN/m***

Igénybevételek:

Nyomaték:

$$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{14{,}35 \cdot 4{,}80^2}{8} = \mathbf{41{,}33kNm}$$

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{14,35 \cdot 4,80}{2} = \mathbf{34,40kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (30 + 20/2 + 10) = \mathbf{250\ mm}$$

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 250 - \sqrt{250^2 - \frac{2 \cdot 41,33 \cdot 10^6}{300 \cdot 13,3}} = \mathbf{45,48mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0,49 \cdot 250 = \mathbf{122,5\ mm}$$

$$x_c \langle x_{c0} = 45,48mm \langle 122,5mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$$z = d - x_c/2 = 250 - 45,48/2 = \mathbf{204,52mm}$$

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{41,33 \cdot 10^6}{435 \cdot 204,52} = \mathbf{464mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

5 db Ø12 ***565 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n - 1} = \frac{300 - (2 \cdot 30 + 2 \cdot 10 + 5 \cdot 12)}{5 - 1} = \mathbf{40mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 14 \\ 20 \\ 16 + 5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$$

40mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (30 + 12/2 + 10) = \mathbf{254\ mm}$

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{565 \cdot 435}{300 \cdot 13,3} = \mathbf{61,6mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0,49 \cdot 254 = \mathbf{124,46mm}$

$x_c \langle x_{c0}$

$61,6mm \langle 124,46mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0,8x \rightarrow x = x_c/0,8 = 61,6/0,8 = \mathbf{77mm}$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2,17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{77} \cdot (254 - 77) = \mathbf{8,05‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

$2,17‰ \langle 8,05‰ \langle 25‰$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 565 \cdot 435 \cdot \left(254 - \frac{77}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{52,96kNm}$$

$\boldsymbol{M_{Rd} = 52,96kNm \rangle M_{Ed} = 41,33kNm}$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{41,33}{52,96} \cdot 100 = \mathbf{78\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = F_{Ed} \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{a_i}{d}\right) = 34,40 \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{300/2}{254}\right) = \mathbf{39,55kN}$$

$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 12 = \mathbf{564mm}$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{39,55 \cdot 10^3}{\frac{300 - 30}{564} \cdot 112,8 \cdot 435} = 1,7 \rightarrow \mathbf{2db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 300 \cdot 254 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{28{,}27kN}$

$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$

28,27kN ⟨34,40kN

Nyírási vasalás szükséges!

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0{,}55}$

$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 254 = \mathbf{228{,}6mm}$

$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 228{,}6 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{250{,}83kN}$

$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$

34,40kN ⟨250,83kN

A keresztmetszet bevasalható!

Nyírás vizsgálat a támasznál:

$s_s = \frac{z}{V_{Ed}} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{228{,}6}{34{,}40 \cdot 10^3} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 = \mathbf{290mm}$

Alkalmazott kengyeltávolság a támasznál 190 mm!

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{228{,}6}{190} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{52{,}58kN}$

$V^s_{Rd,s} \rangle V_{Ed}$

52,58kN ⟩34,40kN

MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 254 = 114{,}3mm^2 \langle A_s = 565mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 300 = 3600mm^2 \rangle A_s = 565mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 190 \cdot 300 = 57mm^2 \langle A_{sw} = 100{,}48mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 254 = 190{,}5mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 190{,}5mm \rangle s_s = 190mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{34{,}4}{2} = 17{,}2kN \langle V^s_{Rd,s} = 52{,}58kN$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{4800 \cdot 1}{254} = 18{,}90 \rangle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 18{,}12$$

NEM FELEL MEG! →A gerendát l/500-el túlemeljük.

$$\frac{l/K}{d} = 18{,}90 \langle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 18{,}12 + 4 = 22{,}12$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{9{,}13}{14{,}35} \cdot \frac{464}{565} = 226{,}9 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 18{,}9mm \rangle \phi_{alk} = 12mm$$

MEGFELEL!

G26 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság:

$h_{alk} = 300mm$

Betonfedés:

$c_{nom} = 40mm$

A G27-as gerenda fővasai miatt 10 mm-el nagyobb betontakarás szükséges.

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 1800 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 1800 + 2\cdot\left(\frac{300}{2}\right) = 2100mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 1800 + 2\cdot\left(\frac{300}{2}\right) = 2100mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(2100;2100) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 2100mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0{,}3\cdot 0{,}3\cdot 25 = 2{,}25kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0{,}015\cdot(0{,}3+0{,}3+0{,}3)\cdot 21 + (0{,}015\cdot 1\cdot 21)\cdot 2 = 0{,}91kN/m$

Műkőburkolat:

$g_k = 0{,}30\cdot 0{,}06\cdot 20 + 1\cdot 0{,}06\cdot 20 = 1{,}56kN/m$

Hőszigetelés:

$g_k = 0{,}09kN/m$

Téglafal:

$g_k = 0{,}38\cdot 1{,}00\cdot 7{,}5 = 2{,}85kN/m$

Ablak:

$g_k = 0{,}6\cdot 0{,}7 = 0{,}42kN/m$

Tető súlya (T4):

$$g_k = \frac{\frac{0,83}{0,94} \cdot 1,90}{2} = 0,84kN/0,8fm \rightarrow 1,05kN/m$$

Hóteher (T4):

$$g_k = \frac{\frac{0,80}{0,94} \cdot 1,90}{2} = 0,81kN/0,8fm \rightarrow 1,01kN/m$$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot s_k = 2,25 + 0,91 + 1,56 + 0,09 + 2,85 + 0,42 + 1,05 + 0 \cdot 1,01 =$ ***9,13kN/m***

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz (rendkívüli tervezési helyzet):

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + C_{esl} \cdot s_k = 1,35 \cdot 9,13 + 2,00 \cdot 1,0,1 =$ ***14,35kN/m***

Igénybevételek:

Nyomaték:

$$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{14,35 \cdot 2,10^2}{8} = \mathbf{7,91kNm}$$

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{14,35 \cdot 2,10}{2} = \mathbf{15,07kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (40 + 20/2 + 10) =$ ***240 mm***

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 240 - \sqrt{240^2 - \frac{2 \cdot 7,91 \cdot 10^6}{300 \cdot 13,3}} = \mathbf{8,39mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0,49 \cdot 240 =$ ***117,6 mm***

$x_c \langle x_{c0} = 8,39mm \langle 117,6mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$z = d - x_c/2 = 240 - 8{,}39/2 =$ ***235,81mm***

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{7{,}91 \cdot 10^6}{435 \cdot 235{,}81} = \mathbf{77{,}11mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

5 db Ø8 ***251,2 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n-1} = \frac{300 - (2 \cdot 40 + 2 \cdot 10 + 5 \cdot 8)}{5-1} = \mathbf{42{,}5mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 14 \\ 20 \\ 16 + 5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$

42,5mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (40 + 8/2 + 10) =$ ***246 mm***

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{251{,}2 \cdot 435}{300 \cdot 13{,}3} = \mathbf{27{,}39mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49 \cdot 246 =$ ***120,54mm***

$x_c \langle x_{c0}$

27,39mm⟨120,54mm

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 27{,}39/0{,}8 =$ ***34,24mm***

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3{,}5}{34{,}24} \cdot (246 - 34{,}24) = \mathbf{21{,}65‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

2,17‰⟨21,65‰⟨25‰

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 251{,}2 \cdot 435 \cdot \left(246 - \frac{27{,}39}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{25{,}38kNm}$$

$$\boldsymbol{M_{Rd} = 25{,}38kNm \rangle M_{Ed} = 7{,}91kNm}$$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{7{,}91}{25{,}38} \cdot 100 = \mathbf{31\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{a_i}{d}\right) = 15{,}07 \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{300/2}{246}\right) = \mathbf{17{,}64kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 8 = \mathbf{376mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{17{,}64 \cdot 10^3}{\frac{300-40}{376} \cdot 251{,}2 \cdot 435} = 0{,}23 \rightarrow \mathbf{3db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 300 \cdot 246 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{27{,}38kN}$$

$$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$$

$$27{,}38kN \rangle 15{,}07kN$$

Nyírási vasalás nem zükséges!(→a szerkesztési szabály szerint elég a minimális vasalás)

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0{,}55}$$

$$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 246 = \mathbf{221{,}4mm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 221{,}4 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{242{,}93kN}$$

$$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$$

$$15{,}07kN \langle 242{,}93kN$$

A keresztmetszet bevasalható!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 246 = 110{,}7mm^2 \langle A_s = 251{,}2mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 300 = 3600mm^2 \rangle A_s = 251{,}2mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 180 \cdot 300 = 54mm^2 \langle A_{sw} = 56{,}52mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 246 = 184{,}5mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 184{,}5mm \rangle s_s = 180mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{15{,}07}{2} = 7{,}54kN \langle V^s_{Rd,s} = 30{,}24kN$$

$$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{221{,}4}{180} \cdot 2 \cdot 28{,}26 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{30{,}24kN}$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{2100 \cdot 1}{246} = 8{,}53 \langle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 18{,}12$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{9{,}13}{14{,}35} \cdot \frac{77{,}11}{251{,}2} = 84{,}93 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 32mm \rangle \phi_{alk} = 8mm$$

MEGFELEL!

G17 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság:

$h_{alk} = 200mm$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{főovas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{kengyel}; c_{nom}^{főovas}) = \max(25;25) = \boldsymbol{25mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 600 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 600 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 900mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 600 + 2 \cdot \left(\frac{200}{2}\right) = 800mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(900;800) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 800mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0,3 \cdot 0,2 \cdot 25 = 1,50kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0,015 \cdot (0,3 + 0,2 + 0,2) \cdot 21 + (0,015 \cdot 0,69 \cdot 21) \cdot 2 = 0,65kN/m$

Műkőburkolat:

$g_k = 0,20 \cdot 0,06 \cdot 20 + 0,69 \cdot 0,06 \cdot 20 = 1,07kN/m$

Hőszigetelés:

$g_k = 0,07kN/m$

Téglafal:

$g_k = 0{,}38 \cdot 0{,}69 \cdot 7{,}5 = 1{,}97 kN/m$

Lemez+RTG:

$g_k = 0{,}6 \cdot 5{,}56 \cdot 0{,}5 = 1{,}67 kN/m$

Válaszfal:

$g_k = 0{,}6 \cdot 1{,}7 \cdot 0{,}5 = 0{,}51 kN/m$

Hasznos:

$q_k = 0{,}6 \cdot 2{,}00 \cdot 0{,}5 = 0{,}60 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot q_k = 1{,}50 + 0{,}65 + 1{,}07 + 0{,}07 + 1{,}97 + 1{,}67 + 0{,}51 + 0{,}3 \cdot 0{,}6 =$ ***7,62kN/m***

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz:

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot q_k = 1{,}35 \cdot 7{,}44 + 1{,}50 \cdot 0{,}60 =$ ***10,94kN/m***

Igénybevételek:

Nyomaték:

$$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{10{,}94 \cdot 0{,}8^2}{8} = \mathbf{0{,}88kNm}$$

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{\left(1{,}35 \cdot 5{,}26 + 1{,}35 \cdot 0{,}6 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1{,}7 + 2{,}00 \cdot 0{,}6 \cdot 2{,}00 \cdot \frac{2}{3}\right) 0{,}8}{2} = \mathbf{3{,}85kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 200 - (25 + 10/2 + 10) =$ ***160 mm***

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 160 - \sqrt{160^2 - \frac{2 \cdot 0{,}88 \cdot 10^6}{300 \cdot 13{,}3}} = \mathbf{1{,}38mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0{,}49 \cdot 160 =$ ***78,4 mm***

$x_c \langle x_{c0} = 1{,}38mm \langle 78{,}4mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$z = d - x_c/2 = 160 - 1{,}38/2 =$ ***159,31mm***

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{0{,}88 \cdot 10^6}{435 \cdot 159{,}31} = \mathbf{12{,}70mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

3 db Ø8 ***150,7 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n-1} = \frac{300 - (2 \cdot 25 + 2 \cdot 10 + 3 \cdot 8)}{3-1} = \mathbf{103mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 14 \\ 20 \\ 16+5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$

103mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 200 - (25 + 12/2 + 10) =$ ***161 mm***

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{150{,}7 \cdot 435}{300 \cdot 13{,}3} = \mathbf{16{,}43mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49 \cdot 261 =$ ***127,89mm***

$x_c \langle x_{c0}$

16,43mm⟨127,89mm

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 16{,}43/0{,}8 =$ ***20,53mm***

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3{,}5}{20{,}53} \cdot (161 - 20{,}53) = \mathbf{23{,}9‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

2,17‰⟨23,9‰⟨25‰

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 150{,}7 \cdot 435 \cdot \left(161 - \frac{16{,}43}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{10{,}02kNm}$$

$$\boldsymbol{M_{Rd} = 10{,}02kNm \rangle M_{Ed} = 0{,}88kNm}$$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{0{,}88}{10{,}02} \cdot 100 = \mathbf{9\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{a_i}{d}\right) = 3{,}85 \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{300/2}{161}\right) = \mathbf{5{,}87kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 8 = \mathbf{376mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{5{,}87 \cdot 10^3}{\frac{300-25}{376} \cdot 50{,}2 \cdot 435} = 0{,}37 \rightarrow \mathbf{2db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 300 \cdot 161 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{17{,}92kN}$$

$$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$$

$$17{,}92kN \rangle 3{,}85kN$$

Nyírási vasalás nem szükséges!(→a szerkesztési szabály szerint elég a minimális vasalás)

Ø6/120

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0{,}55}$$

$$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 161 = \mathbf{144{,}9mm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 144{,}9 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{158{,}99kN}$$

$$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$$

$$3{,}85kN \langle 158{,}99kN$$

A keresztmetszet bevasalható!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 200mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 161 = 72{,}45mm^2 \langle A_s = 150{,}7mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 200 = 2400mm^2 \rangle A_s = 150{,}7mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 120 \cdot 300 = 36mm^2 \langle A_{sw} = 56{,}52mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 161 = 120{,}75mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 120{,}75mm \rangle s_s = 120mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{3{,}85}{2} = 1{,}925kN \langle V^s_{Rd,s} = 29{,}69kN$$

$$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{144{,}9}{120} \cdot 2 \cdot 28{,}26 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{29{,}69kN}$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{800 \cdot 1}{161} = 4{,}97 \langle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 19{,}94$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{7{,}62}{10{,}94} \cdot \frac{12{,}7}{150{,}7} = 24{,}23 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 32mm \rangle \phi_{alk} = 12mm$$

MEGFELEL!

G16 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság:

$h_{alk} = 200mm$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{főovas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{kengyel}; c_{nom}^{főovas}) = \max(25;25) = \boldsymbol{25mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 600 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 600 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 900mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 600 + 2 \cdot \left(\frac{200}{2}\right) = 800mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(900;800) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 800mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$$g_k = 0,3 \cdot 0,2 \cdot 25 = 1,50kN/m$$

Vakolat/habarcs:

$$g_k = 0,015 \cdot (0,3 + 0,2 + 0,2) \cdot 21 + (0,015 \cdot 0,69 \cdot 21) \cdot 2 = 0,65kN/m$$

Műkőburkolat:

$$g_k = 0,20 \cdot 0,06 \cdot 20 + 0,69 \cdot 0,06 \cdot 20 = 1,07kN/m$$

Hőszigetelés:

$$g_k = 0,07kN/m$$

Téglafal:

$g_k = 0{,}38 \cdot 0{,}69 \cdot 7{,}5 = 1{,}97 kN/m$

Lemez+RTG:

$g_k = 2{,}9 \cdot 5{,}56 = 16{,}12 kN/m$

Válaszfal:

$g_k = 2{,}9 \cdot 1{,}7 = 4{,}93 kN/m$

Hasznos:

$q_k = 2{,}9 \cdot 2{,}00 = 5{,}80 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot q_k = 1{,}50 + 0{,}65 + 1{,}07 + 0{,}07 + 1{,}97 + 16{,}12 + 4{,}93 + 0{,}3 \cdot 5{,}80 =$ ***28,05kN/m***

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz:

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot q_k = 1{,}35 \cdot 26{,}31 + 1{,}50 \cdot 5{,}80 =$ ***44,22kN/m***

Igénybevételek:

Nyomaték:

$$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{44{,}22 \cdot 0{,}8^2}{8} = \mathbf{28{,}30kNm}$$

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{44{,}22 \cdot 0{,}8}{2} = \mathbf{17{,}69kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 200 - (25 + 10/2 + 10) =$ ***160 mm***

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 160 - \sqrt{160^2 - \frac{2 \cdot 28{,}30 \cdot 10^6}{300 \cdot 13{,}3}} = \mathbf{53{,}01mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0{,}49 \cdot 160 =$ ***78,4 mm***

$x_c \langle x_{c0} = 53{,}01mm \langle 78{,}4mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$z = d - x_c/2 = 160 - 53{,}01/2 =$ ***133,5mm***

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{28{,}30 \cdot 10^6}{435 \cdot 133{,}5} = \mathbf{487mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

5 db Ø12 ***565 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n-1} = \frac{300 - (2 \cdot 25 + 2 \cdot 10 + 5 \cdot 12)}{5-1} = \mathbf{45mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 14 \\ 20 \\ 16+5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$

45mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 200 - (25 + 12/2 + 10) =$ ***159 mm***

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{565 \cdot 435}{300 \cdot 13{,}3} = \mathbf{61{,}6mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49 \cdot 159 =$ ***77,91mm***

$x_c \langle x_{c0}$

61,6mm⟨159mm

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 61{,}6/0{,}8 =$ ***77mm***

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3{,}5}{77} \cdot (159 - 77) = \mathbf{3{,}7‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

2,17‰⟨3,7‰⟨25‰

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 565 \cdot 435 \cdot \left(159 - \frac{61,6}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{39,08kNm}$$

$$\boldsymbol{M_{Rd} = 39,08kNm \rangle M_{Ed} = 28,30kNm}$$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{28,30}{39,08} \cdot 100 = \mathbf{72\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{a_i}{d}\right) = 17,69 \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{300/2}{159}\right) = \mathbf{27,20kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 12 = \mathbf{564mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{27,20 \cdot 10^3}{\frac{300-25}{564} \cdot 113 \cdot 435} = 1,13 \rightarrow \mathbf{3db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0,371 \cdot 300 \cdot 159 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{17,69kN}$$

$$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$$

$$17,69kN = 17,69kN$$

Nyírási vasalás nem zükséges!(→a szerkesztési szabály szerint elég a minimális vasalás)

Ø6/120

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$\nu = 0,6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6\left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0,55}$$

$$z = 0,9d = 0,9 \cdot 159 = \mathbf{143,1mm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 143,1 \cdot 0,55 \cdot 13,3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{157,02kN}$$

$$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$$

$$17,69kN \langle 157,02kN$$

A keresztmetszet bevasalható!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 200mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 159 = 71{,}55mm^2 \langle A_s = 565mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 200 = 2400mm^2 \rangle A_s = 565mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 120 \cdot 300 = 36mm^2 \langle A_{sw} = 56{,}52mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 161 = 120{,}75mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 120{,}75mm \rangle s_s = 120mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{17{,}69}{2} = 8{,}85kN \langle V^s_{Rd,s} = 32{,}98kN$$

$$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{161}{120} \cdot 2 \cdot 28{,}26 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{32{,}98kN}$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{800 \cdot 1}{161} = 4{,}97 \langle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 15{,}62$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{28{,}05}{44{,}22} \cdot \frac{487}{565} = 237{,}7 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 16{,}5mm \rangle \phi_{alk} = 12mm$$

MEGFELEL!

G11 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság közelítő meghatározása:

L = a gerenda feltámaszkodásainak középvonalai között értelmezett távolság

$$\frac{L/K}{d} \leq \left(\frac{L}{d}\right)_{lim}$$

$$\frac{3725/1}{d} \leq 16$$

$$d \geq 232{,}8\text{mm} \rightarrow \boldsymbol{d_{alk} = 240mm}$$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{\text{kengyel}} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25\text{mm}$$

$$c_{nom}^{\text{főovas}} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 20 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 20 = 30\text{mm}$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{\text{kengyel}}; c_{nom}^{\text{főovas}}) = \max(25;30) = \boldsymbol{30mm}$$

Tartómagasság:

$$h = d + \frac{\phi}{2} + \phi_s + c_{nom} = 240 + \frac{20}{2} + 10 + 30 = 290\text{mm} \rightarrow \boldsymbol{h_{alk} = 300mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 3490 mm

felfekvés = 22 és 25 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 3490 + \left(\frac{220 + 250}{2}\right) = 3725\text{mm}$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 3490 + 2 \cdot \left(\frac{250}{2}\right) = 3740\text{mm}$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(3725;3690) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 3725mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0{,}3 \cdot 0{,}22 \cdot 25 = 1{,}65 kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0{,}015 \cdot (0{,}3 + 0{,}3 + 0{,}22) \cdot 21 + (0{,}015 \cdot 3{,}725 \cdot \sin 60 \cdot 21) \cdot 2 = 2{,}29 kN/m$

Műkőburkolat:

$g_k = 0{,}3 \cdot 0{,}06 \cdot 25 + 3{,}725 \cdot \sin 60 \cdot 0{,}06 \cdot 20 = 4{,}32 kN/m$

Hőszigetelés:

$g_k = 0{,}23 kN/m$

Téglafal:

$g_k = 0{,}38 \cdot 3{,}725 \cdot \sin 60 \cdot 7{,}5 = 2{,}47 kN/m$

Lemez+RTG:

$g_k = 0{,}42 \cdot 5{,}56 = 2{,}34 kN/m$

Válaszfal:

$g_k = 0{,}42 \cdot 1{,}7 = 0{,}71 kN/m$

Koszorú:

$g_k = 0{,}30 \cdot 0{,}30 \cdot 25 = 2{,}25 kN/m$

Tető:

$$g_k = \frac{\frac{4{,}43}{1{,}35}}{0{,}8} = 4{,}10 kN/m$$

Hasznos:

$q_k = 0{,}42 \cdot 2{,}00 = 0{,}84 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot q_k = 20{,}36 + 0{,}3 \cdot 0{,}84 = \boldsymbol{20{,}61 kN/m}$

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz:

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot q_k = 1{,}35 \cdot 20{,}36 + 1{,}50 \cdot 0{,}84 = \boldsymbol{28{,}75 kN/m}$

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot q_k = 1{,}35 \cdot 20{,}36 + 2{,}00 \cdot 2{,}45 = \boldsymbol{32{,}39 kN/m}$

Igénybevételek:

Nyomaték:

$$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{32{,}39 \cdot 3{,}725^2}{8} = \boldsymbol{56{,}18 kNm}$$

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{32{,}39 \cdot 3{,}725}{2} = \mathbf{60{,}33kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (30 + 20/2 + 10) = \mathbf{250\ mm}$$

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 250 - \sqrt{250^2 - \frac{2 \cdot 56{,}18 \cdot 10^6}{220 \cdot 13{,}3}} = \mathbf{94{,}76mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0{,}49 \cdot 250 = \mathbf{122{,}5mm}$$

$$x_c \langle x_{c0} = 94{,}76mm \langle 122{,}5mm$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$$z = d - x_c/2 = 250 - 94{,}76/2 = \mathbf{202{,}62mm}$$

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{56{,}18 \cdot 10^6}{435 \cdot 202{,}62} = \mathbf{637{,}4mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

4 db Ø16 ***803,8 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n - 1} = \frac{220 - (2 \cdot 30 + 2 \cdot 10 + 4 \cdot 16)}{4 - 1} = \mathbf{25{,}3mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 14 \\ 20 \\ 16 + 5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$$

25,3mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 300 - (30 + 16/2 + 10) = \mathbf{252mm}$

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{803{,}8 \cdot 435}{220 \cdot 13{,}3} = \mathbf{119{,}5mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49 \cdot 252 = \mathbf{123{,}48mm}$

$x_c \langle x_{c0}$

$119{,}5mm \langle 123{,}48mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 119{,}5/0{,}8 = \mathbf{149{,}38mm}$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3{,}5}{149{,}38} \cdot (252 - 149{,}38) = \mathbf{2{,}4‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

$2{,}17‰ \langle 2{,}4‰ \langle 25‰$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 803{,}8 \cdot 435 \cdot \left(252 - \frac{119{,}5}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{67{,}22kNm}$$

$\boldsymbol{M_{Rd} = 67{,}22kNm \rangle M_{Ed} = 56{,}18kNm}$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{56{,}18}{67{,}22} \cdot 100 = \mathbf{84\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{a_i}{d}\right) = 60{,}33 \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{220/2}{252}\right) = \mathbf{59{,}13kN}$$

$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 16 = \mathbf{752mm}$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{60{,}33 \cdot 10^3}{\frac{220 - 30}{752} \cdot 200{,}96 \cdot 435} = 2{,}73 \rightarrow \mathbf{3db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 220 \cdot 252 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} =$ ***20,57kN***

$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$

20,57kN $\langle$ 60,33kN

Nyírási vasalás szükséges!

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) =$ ***0,55***

$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 252 =$ ***226,8mm***

$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 220 \cdot 226{,}8 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} =$ ***182,49kN***

$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$

60,33kN $\langle$ 182,49kN

A keresztmetszet bevasalható!

Nyírás vizsgálat a támasznál:

$s_s = \frac{z}{V_{Ed}} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{226{,}8}{60{,}33 \cdot 10^3} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 =$ ***164mm***

Alkalmazott kengyeltávolság 160 mm! (Ø8/16)

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{226{,}8}{160} \cdot 2 \cdot 50{,}24 \cdot 435 \cdot 10^{-3} =$ ***61,95kN***

$V^s_{Rd,s} \rangle V_{Ed}$

61,95kN $\rangle$ 60,33kN

MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 220mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 220 \cdot 252 = 83{,}16mm^2 \langle A_s = 803{,}8mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 220 \cdot 300 = 2640mm^2 \rangle A_s = 803{,}8mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 160 \cdot 220 = 35{,}2mm^2 \langle A_{sw} = 100{,}48mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 252 = 189mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 220 = 330mm$$

$s_{s,max} = 189mm \rangle s_s = 160mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{60{,}33}{2} = 30{,}17kN \langle V^s_{Rd,s} = 61{,}95kN$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{3725 \cdot 1}{252} = 14{,}78 \rangle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 15{,}12$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{20{,}61}{32{,}39} \cdot \frac{637{,}4}{803{,}8} = 219{,}9 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 20{,}59mm \rangle \phi_{alk} = 14mm$$

MEGFELEL!

G9 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság közelítő meghatározása:

L = a gerenda feltámaszkodásainak középvonalai között értelmezett távolság

$$\frac{L/K}{d} \leq \left(\frac{L}{d}\right)_{lim}$$

$$\frac{4800/1}{d} \leq 16$$

$$d \geq 300mm \rightarrow \boldsymbol{d_{alk} = 300mm}$$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{\ kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{\ főovas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 20 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 20 = 30mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{\ kengyel}; c_{nom}^{\ főovas}) = \max(25;30) = \boldsymbol{30mm}$$

Tartómagasság:

$$h = d + \frac{\phi}{2} + \phi_s + c_{nom} = 300 + \frac{20}{2} + 10 + 30 = 350mm \rightarrow \boldsymbol{h_{alk} = 350mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 4500 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 4500 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 4800mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 4500 + 2 \cdot \left(\frac{350}{2}\right) = 4850mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(2100;2150) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 2100mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0{,}3 \cdot 0{,}35 \cdot 25 = 2{,}63 kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0{,}015 \cdot (0{,}3 + 0{,}3 + 0{,}3) \cdot 21 = 0{,}28 kN/m$

Műkőburkolat:

$g_k = 0{,}30 \cdot 0{,}06 \cdot 20 = 0{,}56 kN/m$

Hőszigetelés:

$g_k = 0{,}02 kN/m$

Ablak:

$g_k = 2{,}1 \cdot 0{,}7 = 1{,}47 kN/m$

Lemez+RTG:

$g_k = 2{,}06 \cdot 5{,}56 = 11{,}45 kN/m$

Válaszfal:

$g_k = 2{,}06 \cdot 1{,}7 = 3{,}5 kN/m$

Hasznos:

$q_k = 2{,}06 \cdot 2{,}00 = 4{,}12 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot q_k = 2{,}63 + 0{,}28 + 0{,}56 + 0{,}02 + 1{,}47 + 11{,}45 + 3{,}5 + 0{,}3 \cdot 4{,}12 = \boldsymbol{21{,}15 kN/m}$

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz:

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot q_k = 1{,}35 \cdot 19{,}91 + 1{,}50 \cdot 4{,}12 = \boldsymbol{33{,}05 kN/m}$

Igénybevételek:

Nyomaték:

$$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{33{,}05 \cdot 4{,}80^2}{8} = \boldsymbol{95{,}18 kNm}$$

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{33{,}05 \cdot 4{,}80}{2} = \boldsymbol{79{,}32 kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 350 - (30 + 20/2 + 10) = \mathbf{300\ mm}$

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 300 - \sqrt{300^2 - \frac{2 \cdot 95{,}18 \cdot 10^6}{300 \cdot 13{,}3}} = \mathbf{94{,}09mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0{,}49 \cdot 300 = \mathbf{147\ mm}$

$x_c \langle x_{c0} = 94{,}04mm \langle 147mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$z = d - x_c/2 = 300 - 94{,}09/2 = \mathbf{253mm}$

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{95{,}18 \cdot 10^6}{435 \cdot 253} = \mathbf{865mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

5 db Ø16 ***1004 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n - 1} = \frac{300 - (2 \cdot 30 + 2 \cdot 10 + 5 \cdot 16)}{5 - 1} = \mathbf{35mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 14 \\ 20 \\ 16 + 5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$

35mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 350 - (30 + 16/2 + 10) = \mathbf{302\ mm}$

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1004 \cdot 435}{300 \cdot 13,3} = \mathbf{109,46mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0,49 \cdot 302 = \mathbf{148mm}$

$x_c \langle x_{c0}$

$109,46mm \langle 148mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0,8x \rightarrow x = x_c/0,8 = 109,46/0,8 = \mathbf{136,8mm}$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2,17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{136,8} \cdot (302 - 136,8) = \mathbf{4,2‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

$2,17‰ \langle 4,2‰ \langle 25‰$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 1004 \cdot 435 \cdot \left(302 - \frac{109,46}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{131,9kNm}$$

$\boldsymbol{M_{Rd} = 131,9kNm \rangle M_{Ed} = 95,18kNm}$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{95,18}{131,9} \cdot 100 = \mathbf{72\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{a_i}{d}\right) = 79,32 \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{300/2}{302}\right) = \mathbf{83kN}$$

$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 16 = \mathbf{752mm}$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{83 \cdot 10^3}{\frac{300 - 30}{752} \cdot 200,8 \cdot 435} = 2,7 \rightarrow \mathbf{3db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 300 \cdot 302 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{33{,}61kN}$

$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$

33,61kN ⟨79,32kN

Nyírási vasalás szükséges!

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0{,}55}$

$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 302 = \mathbf{271{,}8mm}$

$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 271{,}8 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{298{,}23kN}$

$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$

79,32kN ⟨298,23kN

A keresztmetszet bevasalható!

Nyírás vizsgálat a támasznál:

$s_s = \frac{z}{V_{Ed}} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{302}{79{,}32 \cdot 10^3} \cdot 2 \cdot 78{,}5 \cdot 435 = \mathbf{260mm}$

Alkalmazott kengyeltávolság a támasznál 220 mm !

Ø10/220

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{302}{220} \cdot 2 \cdot 78{,}5 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{93{,}75kN}$

$V^s_{Rd,s} \rangle V_{Ed}$

93,75kN ⟩79,32kN

MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 350mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 302 = 135{,}9mm^2 \langle A_s = 1004mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 350 = 4200mm^2 \rangle A_s = 1004mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 220 \cdot 300 = 66mm^2 \langle A_{sw} = 157mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 302 = 226{,}5mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 226{,}6mm \rangle s_s = 220mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{79{,}32}{2} = 39{,}66kN \langle V^s_{Rd,s} = 93{,}75kN$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{4800 \cdot 1}{302} = 15{,}89 \rangle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 15{,}14$$

NEM FELEL MEG! →A gerendát l/500-el túlemeljük.

$$\frac{l/K}{d} = 15{,}89 \langle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 15{,}14 + 4 = 19{,}14$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{21{,}15}{33{,}05} \cdot \frac{865}{1004} = 239{,}4 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 16{,}14mm \rangle \phi_{alk} = 16mm$$

MEGFELEL!

G8 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság:

$h_{alk} = 350mm$

Betonfedés:

$c_{nom} = 40mm$

A G9-es gerenda fővasai miatt 10 mm-el nagyobb betontakarás szükséges.

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 1800 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 1800 + 2\cdot\left(\frac{300}{2}\right) = 2100mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 1800 + 2\cdot\left(\frac{350}{2}\right) = 2150mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(2100;2150) \rightarrow l_{eff} = 2100mm$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0,3\cdot 0,35\cdot 25 = 2,63kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0,015\cdot(0,3+0,3+0,3)\cdot 21 = 0,28kN/m$

Műkőburkolat:

$g_k = 0,30\cdot 0,06\cdot 20 = 0,56kN/m$

Hőszigetelés:

$g_k = 0,02kN/m$

Ablak:

$g_k = 2,1\cdot 0,7 = 1,47kN/m$

Lemez+RTG:

$g_k = 2,06\cdot 5,56\cdot 0,5 = 5,73kN/m$

Válaszfal:

$g_k = 2,06\cdot 1,7\cdot 0,5 = 1,75kN/m$

Hasznos:

$q_k = 2{,}06 \cdot 2{,}00 \cdot 0{,}5 = 2{,}06 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot q_k = 2{,}63 + 0{,}28 + 0{,}56 + 0{,}02 + 1{,}47 + 5{,}73 + 1{,}75 + 0{,}3 \cdot 2{,}06 =$ ***13,06kN/m***

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz:

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot q_k = 1{,}35 \cdot 12{,}44 + 1{,}50 \cdot 2{,}06 =$ ***19,88kN/m***

Igénybevételek:

Nyomaték:

$$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{19{,}88 \cdot 2{,}10^2}{8} = \mathbf{10{,}96kNm}$$

Nyírás:

$$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{\left(1{,}35 \cdot 4{,}96 + 1{,}35 \cdot 2{,}06 \cdot \frac{2}{3} \cdot (5{,}56 + 1{,}7) + 2{,}00 \cdot 2{,}06 \cdot 2{,}00 \cdot \frac{2}{3}\right) \cdot 2{,}10}{2} = \mathbf{25{,}42kN}$$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 350 - (40 + 20/2 + 10) =$ ***290 mm***

Nyomott zóna magassága:

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 290 - \sqrt{290^2 - \frac{2 \cdot 10{,}96 \cdot 10^6}{300 \cdot 13{,}3}} = \mathbf{9{,}63mm}$$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0{,}49 \cdot 290 =$ ***142,1 mm***

$x_c \langle x_{c0} = 9{,}63mm \langle 142{,}1mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$z = d - x_c/2 = 290 - 9{,}63/2 =$ ***285,19mm***

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{10{,}96 \cdot 10^6}{435 \cdot 285{,}19} = \mathbf{285{,}18mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

4 db Ø10 ***314 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b-(2c_{nom}+2\phi_s+n\cdot\phi)}{n-1} = \frac{300-(2\cdot 40+2\cdot 10+4\cdot 10)}{5-1} = \mathbf{40mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix}\phi \\ 20 \\ d_g+5\end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix}14 \\ 20 \\ 16+5\end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$

40mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$$d = h-a = h-(c_{nom}+\phi/2+\phi_s) = 350-(40+10/2+10) = \mathbf{295\ mm}$$

$$x_c = \frac{A_s^{alk}\cdot f_{y,d}}{b\cdot f_{cd}} = \frac{314\cdot 435}{300\cdot 13{,}3} = \mathbf{34{,}23mm}$$

$$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49\cdot 295 = \mathbf{144{,}55mm}$$

$x_c \langle x_{c0}$

34,23mm⟨144,55mm

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 34{,}23/0{,}8 = \mathbf{42{,}79mm}$$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000}\cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x}\cdot(d-x) = \frac{3{,}5}{42{,}79}\cdot(295-42{,}79) = \mathbf{20{,}6‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

2,17‰⟨20,6‰⟨25‰

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d-\frac{x_c}{2}\right) = 314\cdot 435\cdot\left(295-\frac{34{,}23}{2}\right)\cdot 10^{-6} = \mathbf{37{,}96kNm}$$

$$\boldsymbol{M_{Rd} = 37{,}96kNm \rangle M_{Ed} = 10{,}96kNm}$$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{10,96}{37,96} \cdot 100 = \mathbf{29\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{a_i}{d}\right) = 25,42 \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{300/2}{295}\right) = \mathbf{26,93kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 10 = \mathbf{470mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{26,93 \cdot 10^3}{\frac{300-40}{470} \cdot 314 \cdot 435} = 0,36 \rightarrow \mathbf{2db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0,371 \cdot 350 \cdot 295 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{38,31kN}$$

$$V_{Rd,c} \rangle V_{Ed}$$

$$38,31kN \rangle 25,42kN$$

Nyírási vasalás nem szükséges!(→a szerkesztési szabály szerint elég a minimális vasalás)

Ø6/15

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$\nu = 0,6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6\left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0,55}$$

$$z = 0,9d = 0,9 \cdot 295 = \mathbf{265,5mm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 265,5 \cdot 0,55 \cdot 13,3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{291,32kN}$$

$$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$$

$$25,42kN \langle 291,32kN$$

A keresztmetszet bevasalható!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 350mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 295 = 132{,}75mm^2 \langle A_s = 314mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 350 = 4200mm^2 \rangle A_s = 314mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 150 \cdot 300 = 45mm^2 \langle A_{sw} = 56{,}52mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 290 = 217{,}5mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 217{,}5mm \rangle s_s = 150mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{25{,}42}{2} = 12{,}71kN \langle V^s_{Rd,s} = 32{,}64kN$$

$$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{265{,}5}{200} \cdot 2 \cdot 28{,}26 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{32{,}64kN}$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{2100 \cdot 1}{295} = 7{,}11 \rangle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 16{,}77$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{13{,}06}{19{,}88} \cdot \frac{285{,}18}{314} = 259{,}50 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 14{,}05mm \rangle \phi_{alk} = 10mm$$

MEGFELEL!

G6 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozatlan háromtámaszú tartó

Tartómagasság közelítő meghatározása:

L = a gerenda feltámaszkodásainak középvonalai között értelmezett távolság

$h_{alk} = 350mm$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{főővas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 20 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 20 = 30mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{kengyel}; c_{nom}^{főővas}) = \max(25;30) = \mathbf{30mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 4500 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 2000 + 2\cdot\left(\frac{300}{2}\right) = 2300mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 2000 + 2\cdot\left(\frac{350}{2}\right) = 2350mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(2000;2350) \rightarrow \mathbf{l_{eff} = 2300mm}$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 3200 + 2\cdot\left(\frac{300}{2}\right) = 3300mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 3000 + 2\cdot\left(\frac{350}{2}\right) = 3350mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(3300;3350) \rightarrow \mathbf{l_{eff} = 3350mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$g_k = 0{,}3 \cdot 0{,}35 \cdot 25 = 2{,}63 kN/m$

Vakolat/habarcs:

$g_k = 0{,}015 \cdot (0{,}3 + 0{,}35 + 0{,}35) \cdot 21 = 0{,}32 kN/m$

Vb. lemez+rétgerend:

$g_k = 6{,}69 \cdot 5{,}56 = 37{,}20 kN/m$

Válaszfal:

$g_k = 6{,}69 \cdot 1{,}7 = 11{,}37 kN/m$

Hasznos:

$q_k = 6{,}69 \cdot 2 = 13{,}38 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot q_k = 2{,}63 + 0{,}32 + 37{,}20 + 11{,}37 + 13{,}38 + 0{,}3 \cdot 13{,}38 =$ ***55,53kN/m***

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz:

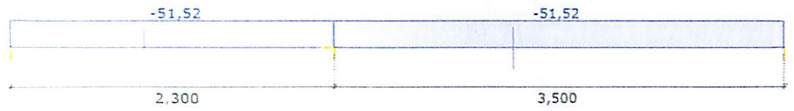
$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_k \cdot q_k = 1{,}35 \cdot 51{,}5 + 1{,}50 \cdot 13{,}38 =$ ***89,66kN/m***

Teherkombinációk:

	Állandó	*Hasznos_1*	*Hasznos_2*
1	1,00	0,3	0
2	1,00	0	0,3
3	1,00	0,3	0,3
4	1,35	1,50	0
5	1,35	0	1,50
6	1,35	1,50	1,50

Szabvány : Eurocode
Eset : Állandó teher

Állandó teher



Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos,

Hasznos_1

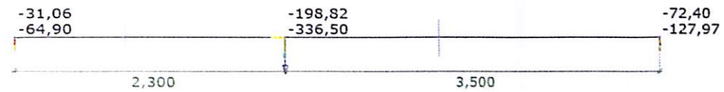
Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos,

Hasznos_2

Támaszerők:

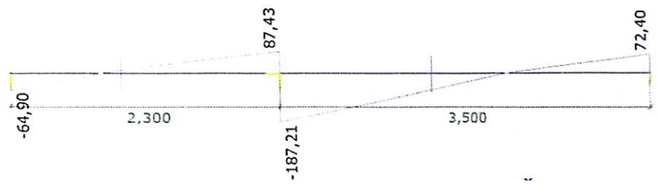
Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min,Max
E (W) : 1,49E-16
E (P) : 1,49E-16
E (ER) : 4,44E-16
Komp. : Rz [kN]

Rz (kN)



Igénybevételek:

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min
E (W) : 1,49E-16
E (P) : 1,49E-16
E (ER) : 4,44E-16
Komp. : Qz [kN]



Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Max
E (W) : 1,49E-16
E (P) : 1,49E-16
E (ER) : 4,44E-16
Komp. : Qz [kN]

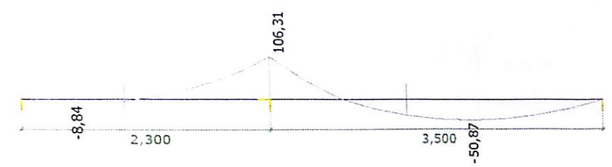
Qz max (kN)

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min
E (W) : 1,49E-16
E (P) : 1,49E-16
E (ER) : 4,44E-16
Komp. : My [kNm]

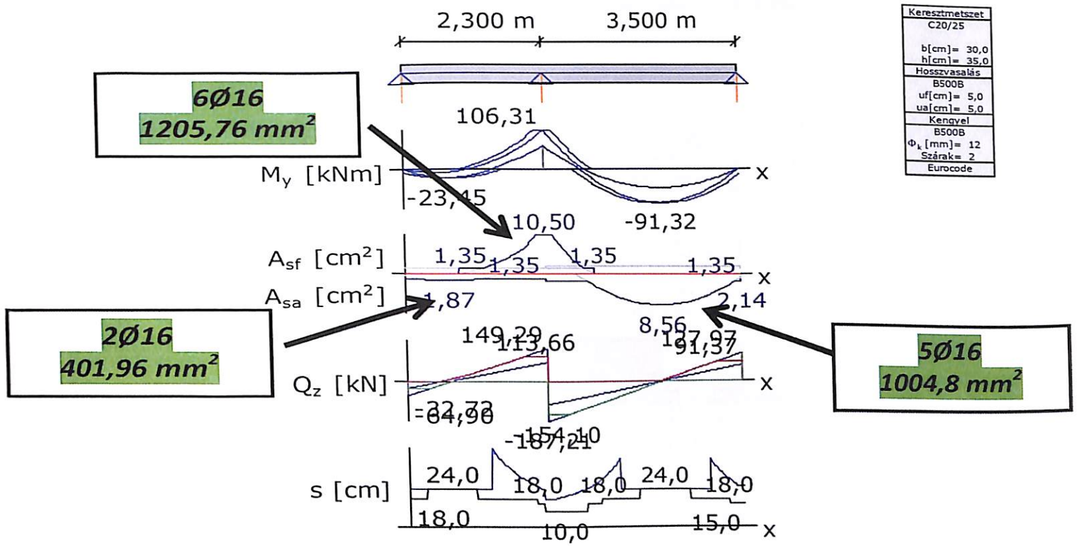
My min (kNm)

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Max
E (W) : 1,49E-16
E (P) : 1,49E-16
E (ER) : 4,44E-16
Komp. : My [kNm]

My max (kNm)



Vasalás meghatározása:



Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{a_i}{d}\right) = 64{,}90 \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{300/2}{300}\right) = \boldsymbol{68{,}15kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 16 = \boldsymbol{752mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{68{,}15 \cdot 10^3}{\frac{300-30}{752} \cdot 200{,}96 \cdot 435} = 2{,}17 \rightarrow \boldsymbol{3db}$$

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{a_i}{d}\right) = 127{,}97 \cdot \left(0{,}5 + 1{,}1\frac{300/2}{300}\right) = \boldsymbol{134{,}37kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 16 = \boldsymbol{752mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{134{,}37 \cdot 10^3}{\frac{300-30}{752} \cdot 200{,}96 \cdot 435} = 4{,}3 \rightarrow \boldsymbol{5db}$$

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b-(2c_{nom}+2\phi_s+n\cdot\phi)}{n-1} = \frac{300-(2\cdot 30+2\cdot 12+6\cdot 16)}{6-1} = \mathbf{24mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix}\phi\\ 20\\ d_g+5\end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix}16\\ 20\\ 16+5\end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$

24mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése (1-es mezőben):

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 350 - (30 + 16/2 + 12) = \mathbf{300\ mm}$

$$x_c = \frac{A_s^{alk}\cdot f_{y,d}}{b\cdot f_{cd}} = \frac{401{,}96\cdot 435}{300\cdot 13{,}3} = \mathbf{43{,}82mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49\cdot 300 = \mathbf{147mm}$

$x_c \langle x_{c0}$

43,82mm⟨147mm

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 43{,}82/0{,}8 = \mathbf{54{,}78mm}$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000}\cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x}\cdot(d-x) = \frac{3{,}5}{54{,}78}\cdot(300-50{,}78) = \mathbf{15{,}7‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

2,17‰⟨15,7‰⟨25‰

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s\cdot f_{yd}\cdot\left(d-\frac{x_c}{2}\right) = 401{,}96\cdot 435\cdot\left(300-\frac{43{,}82}{2}\right)\cdot 10^{-6} = \mathbf{48{,}62kNm}$$

$\boldsymbol{M_{Rd} = 48{,}62kNm \rangle M_{Ed} = 23{,}45kNm}$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\cdot 100 = \frac{23{,}45}{48{,}62}\cdot 100 = \mathbf{48\%}$$

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése (2-es mezőben):

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 350 - (30 + 16/2 + 12) = \mathbf{300\ mm}$

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1004{,}8 \cdot 435}{300 \cdot 13{,}3} = \mathbf{109{,}55mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49 \cdot 300 = \mathbf{147mm}$

$x_c \langle x_{c0}$

$109{,}55mm \langle 147mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 109{,}55/0{,}8 = \mathbf{136{,}93mm}$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3{,}5}{136{,}93} \cdot (300 - 136{,}93) = \mathbf{4{,}7‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

$2{,}17‰ \langle 4{,}7‰ \langle 25‰$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 1004{,}8 \cdot 435 \cdot \left(300 - \frac{136{,}93}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{101{,}20kNm}$$

$\boldsymbol{M_{Rd} = 101{,}20kNm \rangle M_{Ed} = 91{,}32kNm}$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{91{,}32}{101{,}20} \cdot 100 = \mathbf{90\%}$$

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése (a középső támasz fölött):

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 350 - (30 + 16/2 + 12) = \mathbf{300\ mm}$

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1205{,}6 \cdot 435}{300 \cdot 13{,}3} = \mathbf{131{,}43mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49 \cdot 300 = \mathbf{147mm}$

$x_c \langle x_{c0}$

$131{,}43mm \langle 147mm$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 131{,}43/0{,}8 = \mathbf{164{,}3mm}$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3{,}5}{164{,}3} \cdot (300 - 164{,}3) = \mathbf{2{,}9‰}$$

$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$

$2{,}17‰ \langle 2{,}9‰ \langle 25‰$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 1205{,}6 \cdot 435 \cdot \left(300 - \frac{164{,}3}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{114{,}25kNm}$$

$\boldsymbol{M_{Rd} = 114{,}25kNm \rangle M_{Ed} = 106{,}31kNm}$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{106{,}31}{114{,}25} \cdot 100 = \mathbf{93\%}$$

MEGFELEL!

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0{,}371 \cdot 300 \cdot 300 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-3} =$ ***33,39kN***

$V_{Rd,c} \langle V_{Ed}$

28,16kN $\langle$ 185,71kN

Nyírási vasalás szükséges!

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{20}{250}\right) =$ ***0,55***

$z = 0{,}9d = 0{,}9 \cdot 300 =$ ***270mm***

$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 270 \cdot 0{,}55 \cdot 13{,}3 \cdot 10^{-3} =$ ***296,26kN***

$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$

296,26kN $\langle$ 185,71kN

A keresztmetszet bevasalható!

Alkalmazott kengyel teherbírások:

Ø12/100

$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{300}{100} \cdot 2 \cdot 113{,}04 \cdot 435 \cdot 10^{-3} =$ ***265,53kN***

Ø12/150

$V^s_{Rd,s} =$ ***177,02kN***

Ø12/200

$V^s_{Rd,s} =$ ***132,77kN***

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 350mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 300 = 135mm^2 \langle A_s = 401{,}96mm^2; 1205{,}76mm^2; 1004{,}8mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 350 = 4200mm^2 \rangle A_s = 401{,}96mm^2; 1205{,}76mm^2; 1004{,}8mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 190 \cdot 300 = 57mm^2 \langle A_{sw} = 100{,}48mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 300 = 225mm \end{cases} = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm$$

$s_{s,max} = 225mm \rangle s_s = 100mm; 150mm; 200mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{127{,}97}{2} = 63{,}99kN \langle V^s_{Rd,s} = 132{,}77kN$$

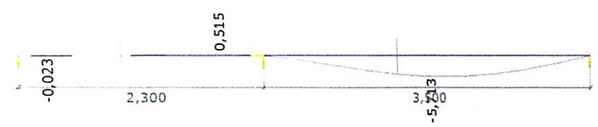
$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{64{,}90}{2} = 32{,}45kN \langle V^s_{Rd,s} = 132{,}77kN$$

MEGFELEL!

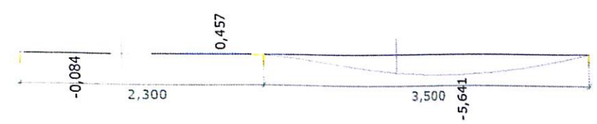
Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : 1. TL
E (W) : 1,49E-16
E (P) : 1,49E-16
E (EP) : 4,44E-16
komp. : eZ [mm]

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : 2. TL
E (W) : 1,49E-16
E (P) : 1,49E-16
E (EP) : 4,44E-16
komp. : eZ [mm]



Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : 3. TL
E (W) : 1,49E-16
E (P) : 1,49E-16
E (EP) : 4,44E-16
komp. : eZ [mm]



1-es mező:

MEGFELEL!

2-es mező:

e_z=5,71 mm

e_{max}=3500/250=14 mm

5,71 mm<14 mm

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése (1-es mezőben):

$$\sigma_s = f_{y,d}\frac{p_{qs}}{p_{Ed}}\frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435\cdot\frac{55,53}{89,66}\cdot\frac{187}{401,96} = 125,21\text{N/mm}^2$$

$$w_{k,eng} = 0,3\text{mm} \rightarrow \phi = 32\text{mm} \rangle \phi_{alk} = 16\text{mm}$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése (2-es mezőben):

$$\sigma_s = f_{y,d}\frac{p_{qs}}{p_{Ed}}\frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435\cdot\frac{55,53}{89,66}\cdot\frac{856}{1004,8} = 228,88\text{N/mm}^2$$

$$w_{k,eng} = 0,3\text{mm} \rightarrow \phi = 18,5\text{mm} \rangle \phi_{alk} = 16\text{mm}$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése (a középső támasz fölött):

$$\sigma_s = f_{y,d}\frac{p_{qs}}{p_{Ed}}\frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435\cdot\frac{55,53}{89,66}\cdot\frac{1050}{1205,76} = 234,26\text{N/mm}^2$$

$$w_{k,eng} = 0,3\text{mm} \rightarrow \phi = 17,29\text{mm} \rangle \phi_{alk} = 16\text{mm}$$

MEGFELEL!

G4 kiváltógerenda

Statikai váz:

statikailag határozott kéttámaszú tartó

Tartómagasság:

$h_{alk} = 200mm$

Betonfedés:

$$c_{nom}^{kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{főővas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{kengyel}; c_{nom}^{főővas}) = \max(25;25) = \boldsymbol{25mm}$$

Elméleti támaszköz:

szabad nyílás = 900 mm

felfekvés = 2x30 cm

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{t}{2}\right) = 900 + 2 \cdot \left(\frac{300}{2}\right) = 1200mm$$

$$l_{eff1} = l + 2\left(\frac{h}{2}\right) = 900 + 2 \cdot \left(\frac{200}{2}\right) = 1100mm$$

$$l_{eff} = \min(l_{eff1}; l_{eff2}) = \min(1200;1100) \rightarrow \boldsymbol{l_{eff} = 1100mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$$g_k = 0,3 \cdot 0,2 \cdot 25 = 1,50kN/m$$

Vakolat/habarcs:

$$g_k = 0,015 \cdot (0,3 + 0,2 + 0,2) \cdot 21 + (0,015 \cdot 1,1 \cdot \sin 60 \cdot 21) \cdot 2 = 0,88kN/m$$

Műkőburkolat:

$$g_k = 0,20 \cdot 0,06 \cdot 20 + 1,1 \cdot \sin 60 \cdot 0,06 \cdot 20 = 1,38kN/m$$

Hőszigetelés:

$$g_k = 0,08kN/m$$

Téglafal:

$g_k = 0{,}38 \cdot 1{,}1 \cdot \sin 60 \cdot 7{,}5 = 2{,}71 kN/m$

Lemez+RTG:

$g_k = 1{,}95 \cdot 5{,}56 \cdot \frac{2}{3} = 7{,}23 kN/m$

Válaszfal:

$g_k = 1{,}95 \cdot 1{,}7 \cdot \frac{2}{3} = 2{,}21 kN/m$

Hasznos:

$q_k = 1{,}95 \cdot 2{,}00 \cdot \frac{2}{3} = 2{,}60 kN/m$

Tehercsoportosítások:

Kvázi-állandó hatáskombináció használati határállapotban:

$\sum G_k + \psi_2 \cdot q_k = 1{,}50 + 0{,}88 + 1{,}38 + 0{,}08 + 2{,}71 + 7{,}23 + 2{,}21 + 0{,}3 \cdot 2{,}60 = \mathbf{16{,}77 kN/m}$

Hatáskombináció teherbírási vizsgálathoz:

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot q_k = 1{,}35 \cdot 15{,}99 + 1{,}50 \cdot 2{,}60 = \mathbf{25{,}49 kN/m}$

Igénybevételek:

Nyomaték:

$M_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l^2}{8} = \frac{25{,}49 \cdot 1{,}1^2}{8} = \mathbf{3{,}86 kNm}$

Nyírás:

$V_{Ed} = \frac{p_{ed} \cdot l}{2} = \frac{25{,}49 \cdot 1{,}1}{2} = \mathbf{14{,}02 kN}$

Méretezés hajlításra:

Hatékony magasság:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 200 - (25 + 10/2 + 10) = \mathbf{160\ mm}$

Nyomott zóna magassága:

$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 160 - \sqrt{160^2 - \frac{2 \cdot 3{,}86 \cdot 10^6}{300 \cdot 13{,}3}} = \mathbf{6{,}17 mm}$

Húzott acélbetétek megfolynak-e

$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0{,}49 \cdot 160 = \mathbf{78{,}4\ mm}$

$x_c \langle x_{c0} = 6{,}17\text{mm} \langle 78{,}4\text{mm}$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

Erőkar:

$z = d - x_c/2 = 160 - 6{,}17/2 = \mathbf{156{,}92mm}$

Szükséges vasalás:

$$A_s^{szüks.} = \frac{M_{d,max}}{f_{y,d} \cdot z} = \frac{3{,}86 \cdot 10^6}{435 \cdot 156{,}92} = \mathbf{57mm^2}$$

Alkalmazott vasalás:

3 db Ø8 ***150,7 mm²***

Acélbetétek távolsága:

$$\Delta\phi = \frac{b - (2c_{nom} + 2\phi_s + n \cdot \phi)}{n-1} = \frac{300 - (2 \cdot 25 + 2 \cdot 10 + 3 \cdot 8)}{3-1} = \mathbf{103mm}$$

Acélbetétek minimális távolsága:

$$\Delta\phi_{min} = \max\begin{pmatrix} \phi \\ 20 \\ d_g + 5 \end{pmatrix} = \max\begin{pmatrix} 14 \\ 20 \\ 16+5 \end{pmatrix} = \mathbf{21mm}$$

$\Delta\phi \rangle \Delta\phi_{min}$

103mm⟩21mm

MEGFELEL!

Nyomatéki teherbírás ellenőrzése:

$d = h - a = h - (c_{nom} + \phi/2 + \phi_s) = 200 - (25 + 8/2 + 10) = \mathbf{161\ mm}$

$$x_c = \frac{A_s^{alk} \cdot f_{y,d}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{150{,}7 \cdot 435}{300 \cdot 13{,}3} = \mathbf{16{,}43mm}$$

$x_{c0} = \zeta_0 \cdot d = 0{,}49 \cdot 161 = \mathbf{78{,}89mm}$

$x_c \langle x_{c0}$

$16{,}43\text{mm} \langle 78{,}89\text{mm}$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$x_c = 0{,}8x \rightarrow x = x_c/0{,}8 = 16{,}43/0{,}8 = \mathbf{20{,}54mm}$

$$\varepsilon_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{E_{sd}} = \frac{435}{200000} \cdot 1000 = \mathbf{2{,}17‰}$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{20,54} \cdot (161 - 20,54) = \mathbf{23,9‰}$$

$$\varepsilon_{y,d} \langle \varepsilon_s \langle \varepsilon_{uk}$$

$$2,17‰ \langle 23,9‰ \langle 25‰$$

A húzott acélbetétek valóban megfolynak.

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 150,7 \cdot 435 \cdot \left(161 - \frac{16,43}{2}\right) \cdot 10^{-6} = \mathbf{10,01kNm}$$

$$\boldsymbol{M_{Rd} = 10,01kNm \rangle M_{Ed} = 3,86kNm}$$

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 = \frac{3,86}{10,01} \cdot 100 = \mathbf{39\%}$$

MEGFELEL!

Tartóvég lehorgonyzás:

$$F_{ed} = V_{Ed} \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{a_i}{d}\right) = 14,02 \cdot \left(0,5 + 1,1\frac{300/2}{161}\right) = \mathbf{21,37kN}$$

$$l_{bd} = c \cdot \phi = 47 \cdot 8 = \mathbf{376mm}$$

$$n = \frac{F_{Ed}}{\frac{l}{l_{bd}} \cdot A_s \cdot f_{yd}} = \frac{21,37 \cdot 10^3}{\frac{300 - 25}{376} \cdot 150,7 \cdot 435} = 0,44 \rightarrow \mathbf{2db}$$

Nyírási vasalás tervezése:

Beton nyírási teherbírása:

$$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0,371 \cdot 300 \cdot 161 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{17,92kN}$$

$$V_{Rd,c} \rangle V_{Ed}$$

$$17,92kN = 14,02kN$$

Nyírási vasalás nem szükséges!(→a szerkesztési szabály szerint elég a minimális vasalás)

Ø6/120

Nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$\nu = 0,6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6\left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0,55}$$

$$z = 0,9d = 0,9 \cdot 161 = \mathbf{144,9mm}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 144,9 \cdot 0,55 \cdot 13,3 \cdot 10^{-3} = \mathbf{158,99kN}$$

$$V_{Ed} \langle V_{Rd,max}$$

$$17,92kN \langle 158,99kN$$

A keresztmetszet bevasalható!

Szerkesztési szabályok:

- minimális keresztmetszeti szélesség:

$b_{min} = 80mm \langle b_{alk} = 300mm$

MEGFELEL!

- minimális keresztmetszeti magasság:

$h_{min} = 120mm \langle h_{alk} = 200mm$

MEGFELEL!

Hosszvasalás:

- minimális vashányad (1,5‰):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot d = 0{,}0015 \cdot 300 \cdot 161 = 72{,}45mm^2 \langle A_s = 150{,}7mm^2$

MEGFELEL!

- maximális vashányad (4%):

$A_{s,min} = \rho_{w,min} \cdot b \cdot h = 0{,}04 \cdot 300 \cdot 200 = 2400mm^2 \rangle A_s = 150{,}7mm^2$

MEGFELEL!

Kengyelezés:

- minimális vashányad (1‰):

$A_{sw,min} = \rho_{w,min} \cdot s_s \cdot b = 0{,}001 \cdot 120 \cdot 300 = 36mm^2 \langle A_{sw} = 56{,}52mm^2$

MEGFELEL!

- maximális kengyeltávolság:

$$s_{s.max} = \min \begin{cases} 300mm \\ 1{,}5 \cdot b = 1{,}5 \cdot 300 = 450mm \\ 0{,}75d = 0{,}75 \cdot 161 = 120{,}75mm \end{cases}$$

$s_{s,max} = 120{,}75mm \rangle s_s = 120mm$

MEGFELEL!

- maximális nyíróerőnek legalább a felét kengyelel kell felvenni:

$$\frac{V_{Ed}}{2} = \frac{14{,}02}{2} = 7{,}01kN \langle V^s_{Rd,s} = 32{,}98kN$$

$$V^s_{Rd,s} = \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{161}{120} \cdot 2 \cdot 28{,}26 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = \mathbf{32{,}98kN}$$

MEGFELEL!

Alakváltozás (lehajlás) közelítő ellenőrzése:

$$\frac{l/K}{d} = \frac{1100 \cdot 1}{161} = 6{,}83 \langle \left(\frac{l/K}{d}\right)_{eng} = 15{,}{,}92$$

MEGFELEL!

Repedéstágasság közelítő ellenőrzése:

$$\sigma_s = f_{y,d} \frac{p_{qs}}{p_{Ed}} \frac{A_s^{req}}{A_s^{prov}} = 435 \cdot \frac{16{,}77}{25{,}49} \cdot \frac{57}{150{,}7} = 108{,}19 N/mm^2$$

$$w_{k,eng} = 0{,}3mm \rightarrow \phi = 32mm \rangle \phi_{alk} = 8mm$$

MEGFELEL!

Statikai váz:

alul-felül csuklós ingaoszlop

$l_0 = \upsilon \cdot l \rightarrow \upsilon = 1{,}0$

$l_0 = 0{,}02 + 2{,}75 + 0{,}15/2 = \mathbf{2{,}85m}$

Geometria:

30/30 km.

Betonfedés:

$$c_{nom}^{kengyel} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 6 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom}^{főővas} = 10 + \max\begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + \max\begin{pmatrix} 8 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix} = 10 + 15 = 25mm$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom}^{kengyel}; c_{nom}^{főővas}) = \max(25;25) = \mathbf{25mm}$$

Terhek és hatások:

Gerenda önsúlya:

$G_d = 1{,}35 \cdot (0{,}3 \cdot 0{,}3 \cdot 2{,}85 \cdot 25) = 6{,}41kN$

Vakolat/habarcs:

$G_d = 1{,}35 \cdot (0{,}015 \cdot 0{,}3 \cdot 4 \cdot 2{,}85 \cdot 21) = 1{,}45kN$

G6 gerenda középső támaszereje:

$Q_d = 336{,}50kN$

$N_{Ed} = 6{,}41 + 1{,}45 + 336{,}50 = \mathbf{344{,}36kN}$

Kihajlás csökkentő tényező értéke:

$$\alpha = \frac{l_0}{h} = \frac{2850}{300} = 9{,}5 \leq 12 \rightarrow \varphi = 0{,}86$$

$$\varphi_{max} = 0{,}77 \langle \varphi = 0{,}86 \Rightarrow \varphi = \mathbf{0{,}77}$$

Szükséges vasalás meghatározása:

$N_{Rd} \rangle N_{Ed}$

$N_{Rd} = \varphi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$

$$A_s' \geq \frac{\frac{N_{Ed}}{\varphi} - A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{\frac{344{,}36 \cdot 10^3}{0{,}77} - 300 \cdot 300 \cdot 13{,}3}{435} = \mathbf{-1723{,}63mm^2}$$

Azaz a szerkesztési szabályokban meghatározott minimális vasalás elegendő (4Ø10)!

$$N_{Rd} = \varphi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = 0{,}77 \cdot (300 \cdot 300 \cdot 13{,}3 + 314 \cdot 435) \cdot 10^{-3} = \mathbf{1026{,}86kN}$$

$N_{Rd} \rangle N_{Ed}$

$989{,}00kN \rangle 344{,}36kN$

MEGFELEL!

Kihasználtság:

$$\eta = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \cdot 100 = \frac{344{,}36}{1026{,}86} \cdot 100 = \mathbf{34\%}$$

Alkalmazott kengyelezés:

Ø6/150

A toldási szakaszon: 0,6·150 = 90 mm

Szerkesztési szabályok:

- minimális hosszirányú acélbetét átmérő:

$\phi_{min} = 8mm \langle \phi_{alk} = 10mm$

MEGFELEL!

- minimális hosszirányú acélmennyiség:

$$A_{s,min}{}^1 = 0{,}1\frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = 0{,}1 \cdot \frac{455{,}45 \cdot 10^3}{435} = 104{,}70mm^2$$

$$A_{s,min}{}^2 = 0{,}003A_c = 0{,}003 \cdot 300 \cdot 300 = 270mm^2$$

$$A_{s,min} = \max(A_{s,min}{}^1; A_{s,min}{}^2) = \max(104{,}70mm^2; 270mm^2) \rightarrow A_{s,min} = 270mm^2$$

$$A_{s,min} = 270mm^2 \langle A_{s,alk} = 314mm^2$$

MEGFELEL!

- maximális hos

$A_{s,max} = 0{,}04 \cdot A_c = 0{,}$

MEGFELEL!

- minimális ke

$\phi_{s,min}{}^{1} = \frac{\phi_{max}}{4} = \frac{10}{4} =$

$\phi_{s,min}{}^{2} = 6mm$

$\phi_{s,min} = max(\phi_{s,min}{}^{1};$

$\phi_{s,min} = 6mm = \phi_{s,al}$

MEGFELEL!

- kengyelek

$s_{s,max}{}^{1} = 15\phi_{min} = 1$

$s_{s,max}{}^{2} = h_{min} = 300$

$s_{s,max}{}^{3} = 400mm$

$s_{s,min} = min(s_{s,min}{}^{1};$

$s_{s,min} = 150mm =$

MEGFELEL!

L1 pinc

Statikai modell:

x és y irányban kétto

Terhek és hatások:

Állandó teher:

Rétegrend (építész
1 cm kerámia burko
6 cm aljzatbeton
1 rtg. hővisszaverő
4 cm PS hab hőszig
14 cm vasbeton le
1,5 cm vakolat

$G_k = 5{,}31 kN/m^2$

Válaszfal:

$g_k = 1{,}70 kN/m$

Lépcső:

$g_k = 15{,}44 kN/m$

$q_k = 7{,}39 kN/m$

Hasznos:

$q_k = 2{,}00 kN/m$

Tehercsoportos

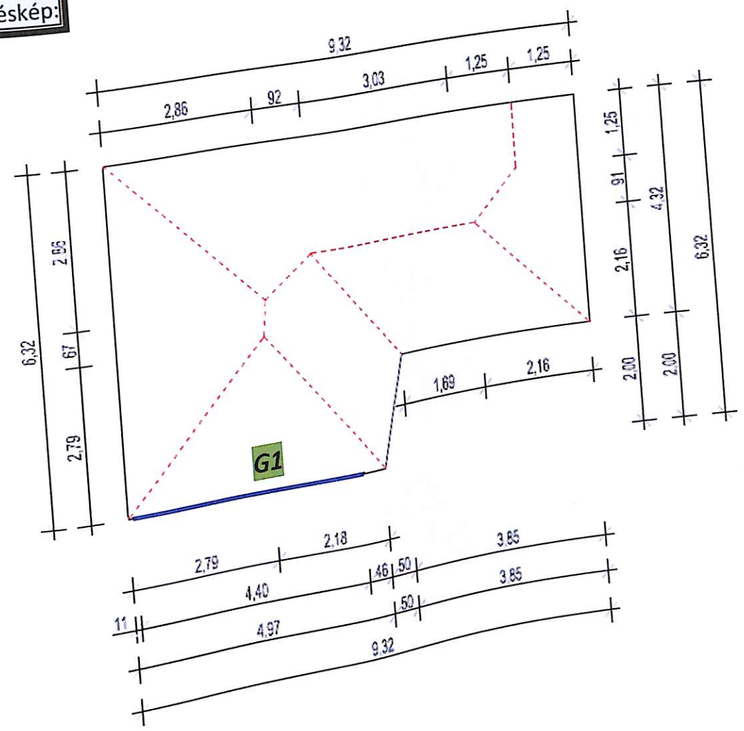
Kvázi-állandó ha

$\sum G_k + \psi_2 \cdot q_k =$

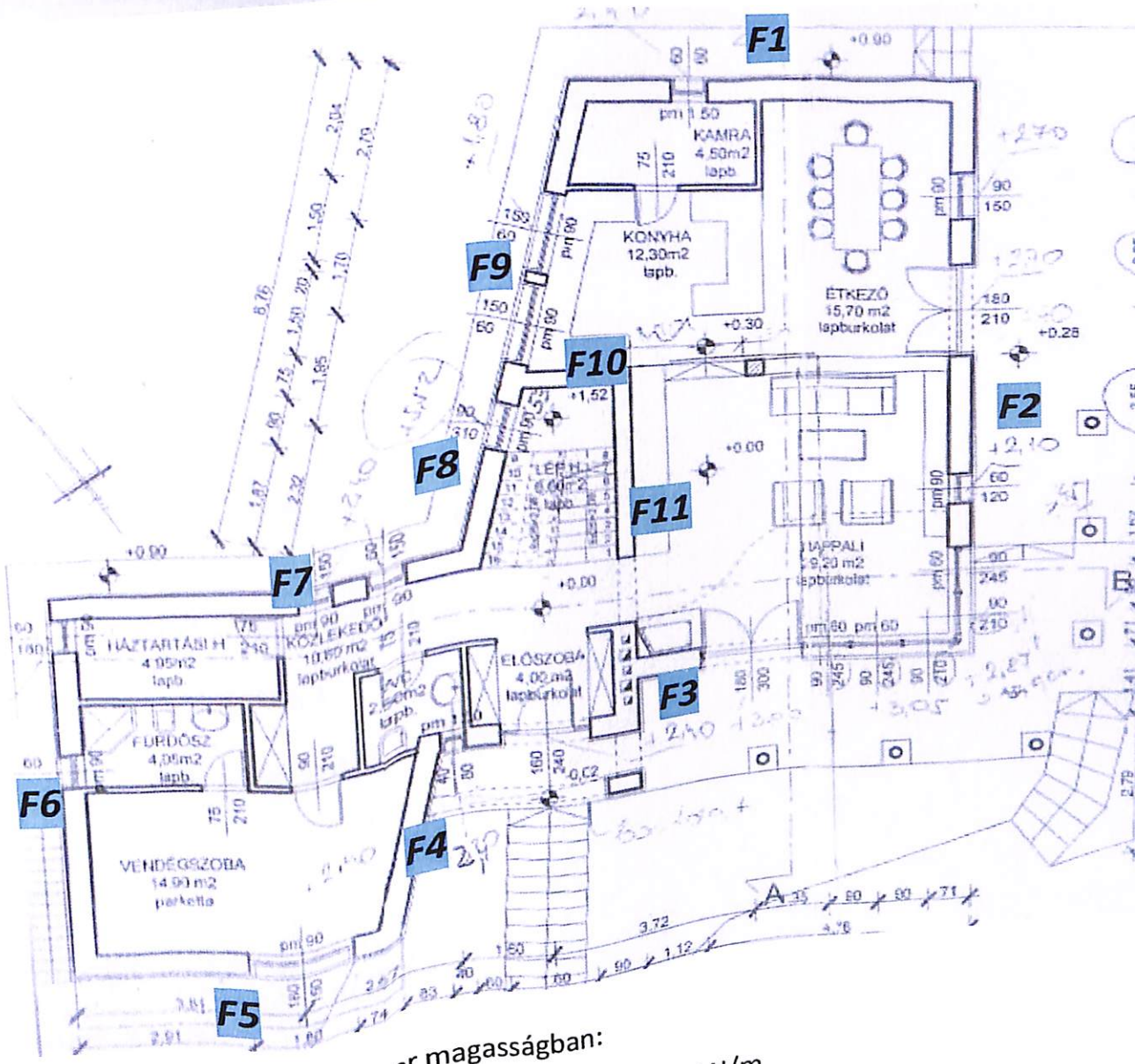
Hatáskombinác

$p_{Ed} = \gamma_g \cdot G_k + \gamma$

Töréskép:


9,32
2,86
92
3,03
1,25
1,25
6,32
2,96
67
2,79
1,25
91
2,16
2,00
4,32
2,00
6,32
1,69
2,16
G1
2,79
2,18
3,85
4,40
46
50
3,85
11
4,97
50
9,32

Terhek levitele a pince síkig



Külső homlokzati fal 1 méter magasságban:

6 cm műkő burk.	1,35x20x0,06x1=1,62 kN/m
1,5 cm habarcs/vakolat	(1,35x0,015x1x2,1)x2=0,09 kN/m
38 cm PTH falazat	1,35x7,5x0,38x1=3,85 kN/m
hőszigetelés	0,06 kN/m

p_d=1,62+0,09+3,85+0,06=5,62 kN/m

F1 fal (±0,00-7,55):

tetőről:

1,35x5,22x1,95x2/3=9,16 kN/m

hóteher:

1,5x0,7x1,06x1,95x2/3=1,15 kN/m

vb. lemez (L3):

1,35x0,14x25x1,95x2/3=6,14 kN/m

válaszfal:

1,35x1,7x1,95x2/3=2,98 kN/m

vb. lemez (L2)+RTG:

1,35x5,60x1,95x2/3=9,83 kN/m

hasznos teher:

1,5x2,0x1,95x2/3=3,90 kN/m

Téglafal:

5,15x5,62=28,94 kN/m

p_d=62,10k N/m

F2 fal (±0,00-7,15):

tetőről:

1,35x5,22x1,95x0,5=6,87 kN/m

hóteher:

1,5x0,7x1,06x1,95x0,5=0,86 kN/m

vb. lemez (L3):

1,35x0,14x25x1,95x0,5=3,07 kN/m

válaszfal:

1,35x1,7x1,95x0,5=1,49 kN/m

vb. lemez (L2)+RTG:

1,35x5,60x1,95x0,5=7,37 kN/m

hasznos teher:

1,5x2,0x1,95x0,5=40,18 kN/m

Téglafal:

7,15x5,62=42,43 kN/m

p_d=102,27 kN/m

MSZ EN 1990 Euro
MSZ EN 1991 euro
MSZ EN 1992 euro
MSZ EN 1995 euro
MSZ EN 1998 euro

F. Leonhardt, E. M
Dr. habil Jankó Lá
Dr. habil Jankó La
Dr. habil Jankó La
Dr. Kausay Tibor
Farkas György, K
szerint
Fazekas Zsolt: Ta
Dr. Strobl And
tervezése
Vasbeton szerke
Orbán Zoltán, B
Dr. Kovács Imre
Dr. Draskóczy A
Dr. Bódi István
Molnár I., Szűc
Ijjas Gy., Szabó
Antal Á., Faza
szerkezetek
Szűcs S., Weh
Dr. Bódi István
Freund Péter:
Inter-CAD Kft
Dezső Zsigmo
(Útmutató pé
Koris Kálmán
(segédlet)
Galgóczi Gyu
Deák Gy., D
tervezés az
Dr. Dulácska
Holzmann I.
Horváth Lás

Műszaki leírás

Előzmények:
A címben szereplő épület kivitelezési munkáihoz kapcsolódó tartószerkezeti kiviteli tervdokumentáció elkészítésével bízott meg a Megrendelő.

Általános adatok (kiindulói adatok):
A tervezéshez szükséges általános geometriai adatokat, a terep adatait, a helyszínrajzot és az építmény használatával/funkciójával kapcsolatos adatokat a Megrendelő bocsátotta a rendelkezésünkre.
Az épület ***±0,00*** szintje: ***+85,10 m B.f.*** van.
A statikai számítások elkészítésénél az engedélyes építész tervekre hagyatkoztam.

Szerkezet általános jellemzése:
A tervezett épület alaprajzilag és magassági értelemben is tagolt, háromszintes (pinceszint, földszint és emelet.) Funkciója lakóépület.

Alapozás:
Az alapozási tervek nem része a tartószerkezeti terveknek.

Teherhordó falak:
A tervezett épület teherhordó falai Porotherm 30-as pincetégla és Porotherm 38-as vázkerámia fal.

Válaszfalak:
A válaszfalak Porotherm 10-es, melyeket az építész terv alapján kell felépíteni a födémek kizsaluzást követően.

Kiváltók:
A tervezet kiváltókat, ott ahol szükséges monolit vasbetonból kell készíteni (lásd. vasalási tervek).
Alkalmazott anyagok:
beton: C20/25-XC1-16-S3
acél: B500
Alkalmazott anyagok:
beton: C20/25-XC1-16-S3
acél: B500
A monolit vasbeton kiváltógerendák némelyikét tartóközépen túl kell emelni, melynek mértékét a statikai terv tartalmazza.
A monolit vasbeton kiváltógerendák az átfogó nyomott övét.
A Porotherm A10 illetve Porotherm elemmagas áthidalókból beépített áthidalók kisméretű téglaráfalazással készüljön, mely megadja a kiváltó nyomott övét.
A G2-es kiváltógerenda közepére 5 cm vastag Hungarocell-t kell helyezni 20 cm hosszan.
A G11-es monolit vasbeton kiváltógerenda közepére 5 cm vastag Hungarocell-t kell helyezni 50 cm hosszan.

Födémek:
A födémek kétirányban monolit vasbeton lemezek. A födémeket alsó és felső kétirányú vasalással kell ellátni a kivitelli tervek alapján.

Lépcső:

A lépcső statikai váza kétkarú kéttámaszú monolit vasbeton lemez. A támaszok kialakítását a födémekből a kitüskézésekkel kell biztosítani illetve a felfalazott lépcsőházból horonymarással a téglafalat vissza kell vésni. A tartószerkezet közepét túl kell emelni a statikai számítás szerint.

Oszlop:

Az oszlop és az alopozás kapcsolatát a kitüskézések biztosítják. A négy darab főacélt kengyelek fogják közre. A főacélokat a G6-os alulbordás kiváltógerendán keresztül a lemezbe be kell „griffelni".

Tetőszerkezet (C22-es min. fa):

A tetőszerkezet egyik része torokggerendás, összetett nyeregtetős fa fedélszék, mely két oszlopra és a talpszelemenekre támaszkodik fel. A fedélszék másik része kontytető és félnyeregtető összekapcsolása. A kontytetőt középét egy oszlop tartja, a félnyeregtető közvetlenül ráül a tetőt alátámasztó monolit vasbeton lemezre (L3).
A talpszelemeneket a koszorúgerendába tőcsavarokkal kell rögzíteni. A koszorúgerenda 30/30 keresztmetszetű.

Egyéb előírások:

A kivitelezés során az érvényben lévő szabványok, műszaki előírások, balesetelhárítási és biztonságtechnikai szabályzatok előírásai szigorúan betartandók!
A műszaki leírásban nem részletezett, egyéb szerkezeti megoldások és kialakítások tekintetében az alkalmazott anyagokhoz, rendszerhez kialakított műszaki irányelvek a követendők.
A kivitelezési munkák csak a szükséges kiviteli tervdokumentáció birtokában, felelős műszaki vezető irányítása mellett végezhető.
Alkalmazott anyagok:
beton: C20/25-XC1-16-S3
acél: B500

1037
c

Felelős statikus terve
Bajusz Tibor (6900 Má

Szakági tervezők nev
Kovács Zoltán Miklós

Építési tevékenység
Új családi ház építés

Építettő neve:
Kapócs Gábor és Cse

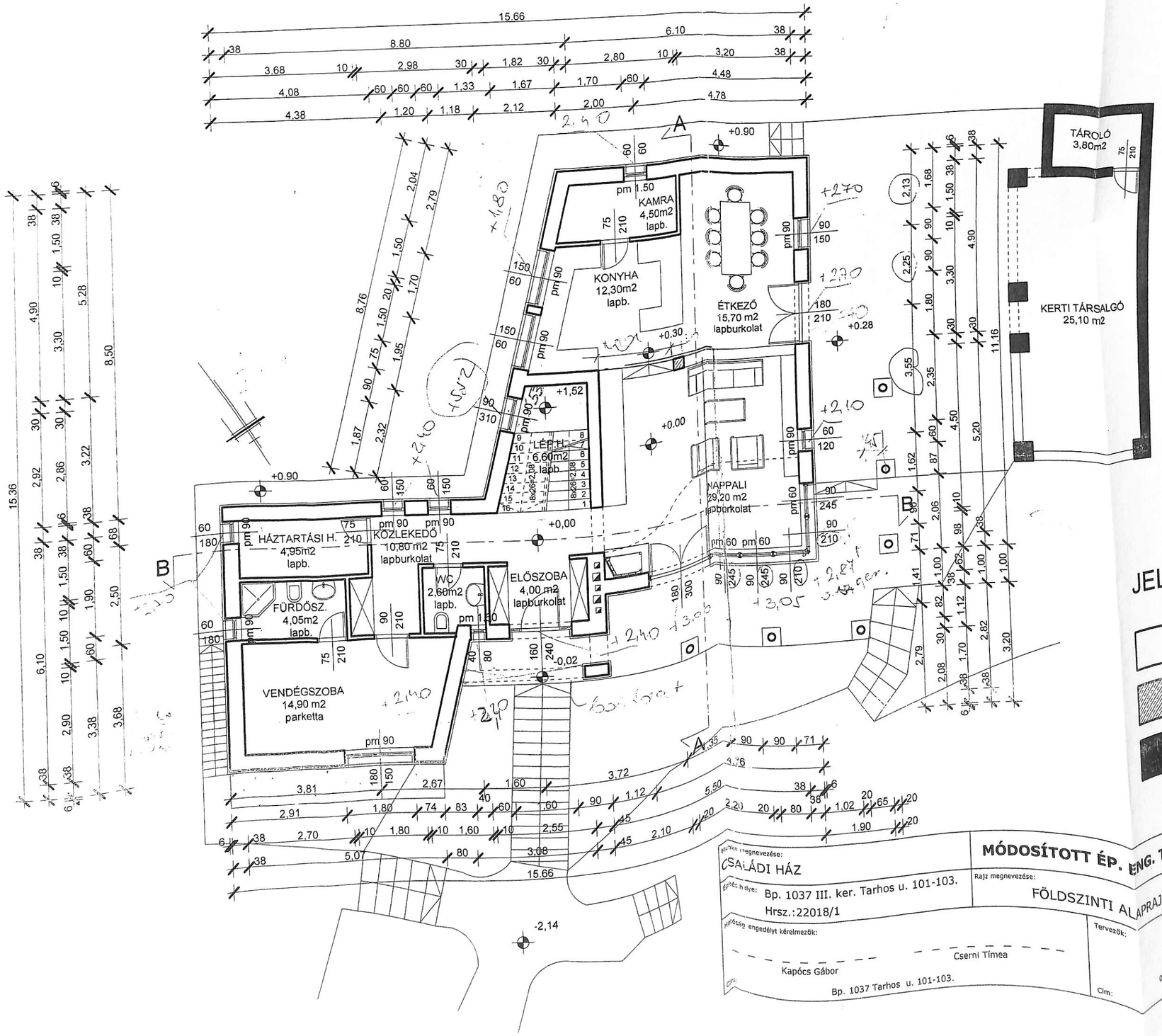
Tervezett építési te
1037 Budapest, III. k

Kijelentem, hogy a
általános érvényű é

- az épített
(ÉTV.),
- az országo
Korm. Ren
- az építés
dokumen
- az építő
dokumen
- a munkav
- a tűz elle
Törvényb
- a tűzvéd
2/2002.
követeln
- az Orszá
módosít
- a tervez

Kijelentem tová
megegyezik az
A terület védet
került alkalmaz

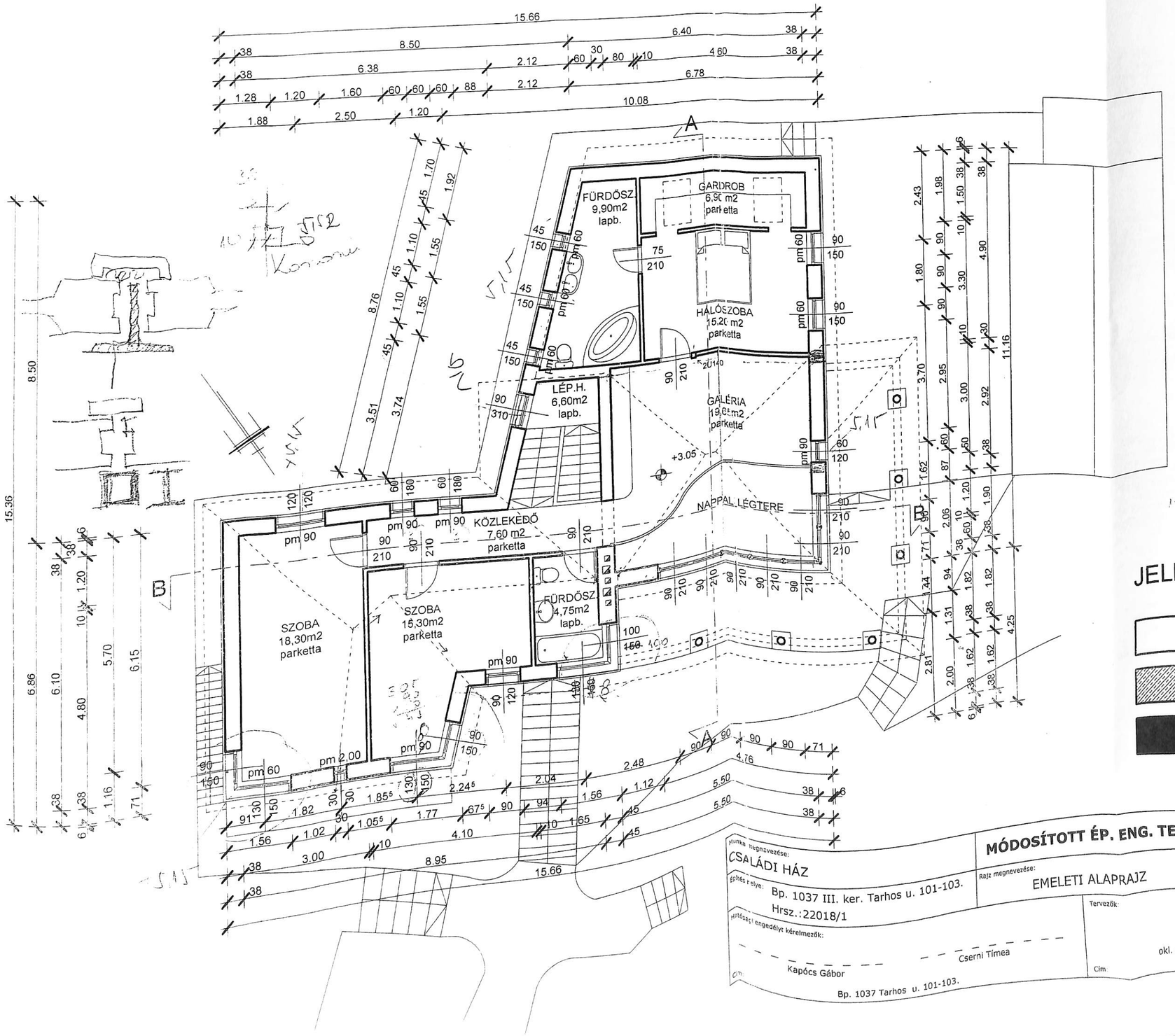
Makó, 2018. m



JELMAGYARÁZAT:

- Tervezett
- Tervezett VB.szerk.
- Meglévő

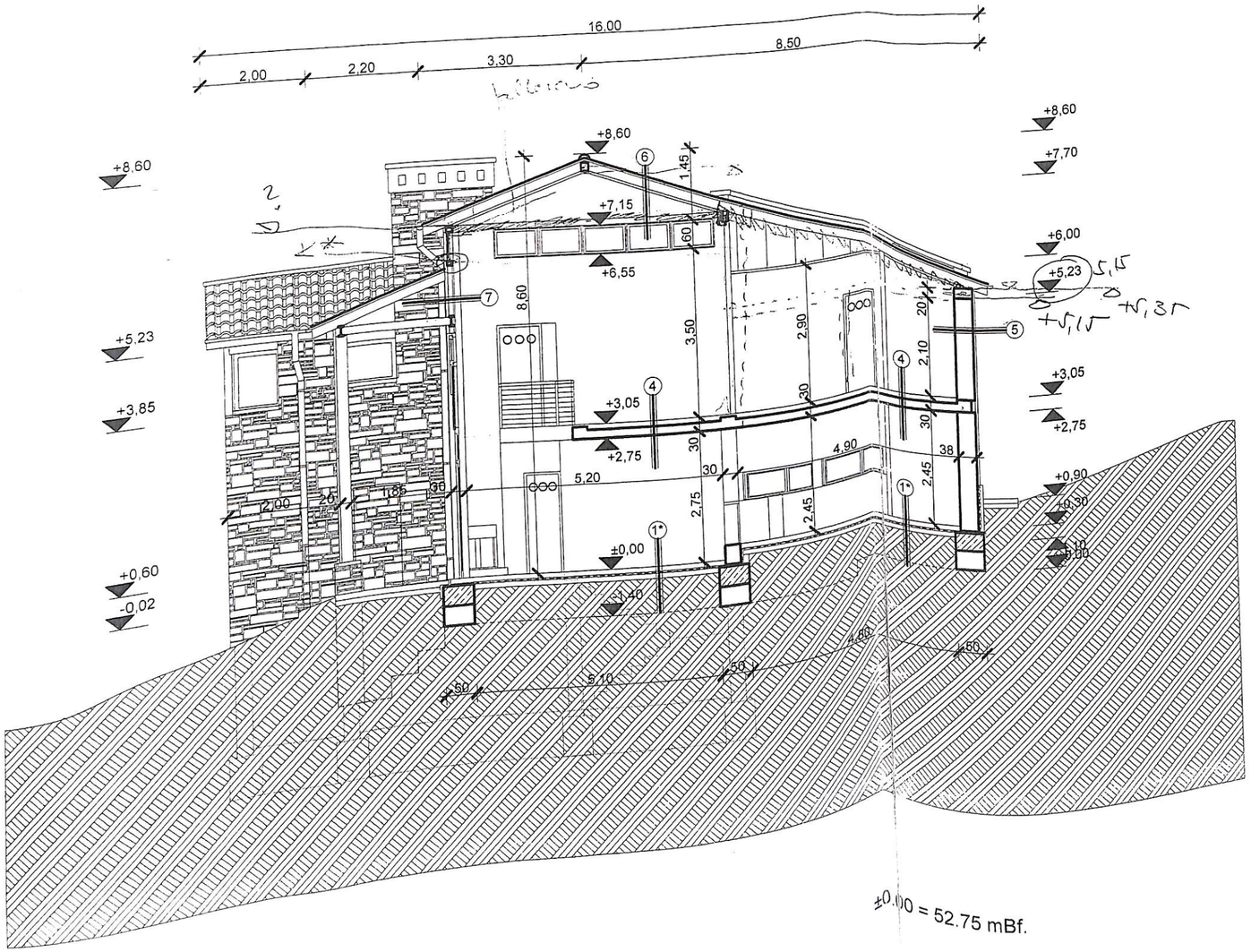
Épület megnevezése: CSALÁDI HÁZ	MÓDOSÍTOTT ÉP. ENG. TERV	Kelt: 2003 NOV.	E-1
Épület helye: Bp. 1037 III. ker. Tarhos u. 101-103. Hrsz.:22018/1	Rajz megnevezése: FÖLDSZINTI ALAPRAJZ	Lépték: M 1:100	
Hatóság engedélyt kérelmezők: Kapócs Gábor, Cserni Tímea; Cím: Bp. 1037 Tarhos u. 101-103.	Tervezők: Cím:	Kovács Zoltán Miklós okl. építészmérnök É2 01-4116/01 Bp. 1124 Thomán I. u. 16/II.	Reviczky Zalán építészmérnök



JELMAGYARÁZAT:

- Tervezett
- Tervezett VB.szerk.
- Meglévő

Munka megnevezése: CSALÁDI HÁZ	MÓDOSÍTOTT ÉP. ENG. TERV	Kelt: 2003 NOV.	E-2
Építés helye: Bp. 1037 III. ker. Tarhos u. 101-103. Hrsz.:22018/1	Rajz megnevezése: EMELETI ALAPRAJZ	Lépték: M 1:100	
Hatósági engedélyt kérelmezők: Kapócs Gábor, Cserni Tímea	Tervezők: Kovács Zoltán Miklós okl. építészmérnök É2 01-4116/01 Bp. 1124 Thomán I. u. 16/II.; Reviczky Zalán építészmérnök		
Cím: Bp. 1037 Tarhos u. 101-103.	Cím:		



1* -2 cm kerámia burk.
-6 cm sim. aljzatbeton
-5 cm PS.hab.hószig.
-1 rtg. PE fólia szig.védő rtg.
-2 rtg. modifikált bit. vastaglemez
talajnedvesség elleni szigetelés
-1 rtg. kellősítés
-10 cm vasalt aljzat C12
-15 cm tömörített kavicsfeltöltés
-termett talaj

4 -1,5 cm laminált parketta burkolat
-6 cm aljzatbeton
-1 rtg. hővisszaverő fólia(padlófűtésnél)
-4 cm PS hab hőszig. úsztató rtg.
-19 cm vasbeton lemez födém
-1.5 cm vakolat

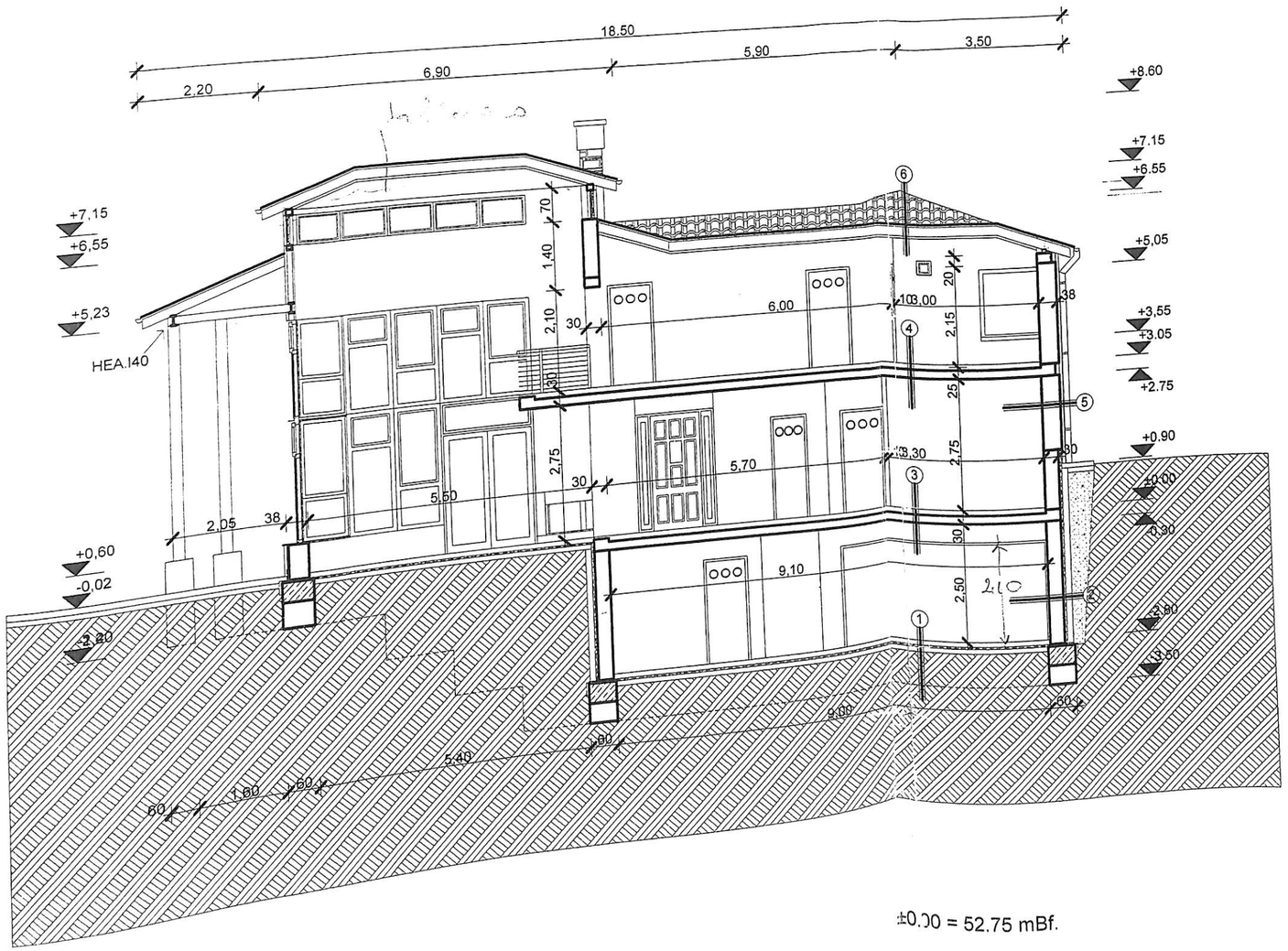
5 -6 cm fagyálló mészkő burkolat
-1.5 cm habarcs rtg.
-38 cm Porotherm 38 falazótégla fal
-1.5 cm vakolat

6 -1 rtg. körülhorhornyolt cserépfedés
-2.5 cm cserépléécezés
-2.5 cm ellenlécezés, átszell. légrtg.
-1 cm hővisszaverő PE fólia másodlagos vízszig.
-5 cm átszellőztetett légréteg
-10 cm ásványgyapot hőszig. 10/15 km. szarufák között
-1 rtg. PE fólia párafékező rtg.
-1 rtg. PE fólia párafékező rtg.
-1.5 cm gipszkarton burkolat

7 -2 cm gyalult deszkaburkolat
-1 rtg. PE fólia
-12 cm ásványgyapot hőszig.
-1 rtg. PE fólia párafékező rtg.
-2 cm belső gyalult deszkaburk.

±0.00 = 52.75 mBf.

Munka megnevezése: CSALÁDI HÁZ	MÓDOSÍTOTT ÉP. ENG. TERV	Kelt: 2003 NOV.	E-4
Építés helye: Bp. 1037 III. ker. Tarhos u. 101-103. Hrsz.:22018/1	Rajz megnevezése: A-A METSZET	Lépték: M 1:100	
Módosítási engedélyt kérelmezők: Kapócs Gábor, Cserni Tímea	Tervezők: Kovács Zoltán Miklós okl. építészmérnök É2 01-4116/01 Bp. 1124 Thomán I. u. 16/II.	Reviczky Zalán építészmérnök	
Cím: Bp. 1037 Tarhos u. 101-103.			



±0.00 = 52.75 mBf.

1. -6 cm sim. aljzatbeton
-1 rtg. PE fólia
-2 rtg. modifikált bit. vastaglemez
talajnedvesség elleni szigetelés
-1 rtg. kellősítés
-10 cm vasalt aljzat C12
-15 cm tömörített kavicsfeltöltés
-termett talaj

2. -termett talaj
-kavicsfeltöltés
-12 cm szig. tartó km. téglafall
2m-enként erősítő pillérrel
-1 rtg. kellősítés
-2 rtg. modifikált bit. vastaglemez
talajnedvesség elleni szigetelés
-1 cm habarcs kitöltés
-30 cm Porotherm pincetégla falazat
-1.5 cm vakolat

3. -1 cm kerámia burkolat
-6 cm aljzatbeton
-1 rtg. hővisszaverő fólia(padlófűtésnél)
-4 cm PS hab hőszig. úsztató rtg.
-19 cm vasbeton lemez födém
-1.5 cm vakolat

4. -1,5 cm laminált parketta burkolat
-6 cm aljzatbeton
-1 rtg. hővisszaverő fólia(padlófűtésnél)
-4 cm PS hab hőszig. úsztató rtg.
-19 cm vasbeton lemez födém
-1.5 cm vakolat

5. -6 cm fagyálló mészkő burkolat
-1.5 cm habarcs rtg.
-38 cm Porotherm 38 falazótégla fal
-1.5 cm vakolat

6. -1 rtg. körülhornyolt cserépfedés
-2.5 cm cserépléécezés
-2.5 cm ellenlécezés, átszell. légrtg.
-1 rtg. hővisszaverő PE fólia másodlagos vízszig.
-5 cm átszellőztetett légréteg
-10 cm ásványgyapot hőszig. 10/15 km. szarufák között
-1 rtg. PE fólia párafékező rtg.
-1.5 cm gipszkarton burkolat

Munka megnevezése: CSALÁDI HÁZ	MÓDOSÍTOTT ÉP. ENG. TERV	Kelt: 2003 NOV.	E-5
Építés helye: Bp. 1037 III. ker. Tarhos u. 101-103. Hrsz.:22018/1	Rajz megnevezése: B-B METSZET	Lépték: M 1:100	
Hatósági engedélyt kérelmezők: Kapócs Gábor, Cserni Tímea	Tervezők: Kovács Zoltán Miklós okl. építészmérnök É2 01-4116/01 Bp. 1124 Thomán I. u. 16/II.	Reviczky Zalán építészmérnök	
Cím: Bp. 1037 Tarhos u. 101-103.	Cím:		

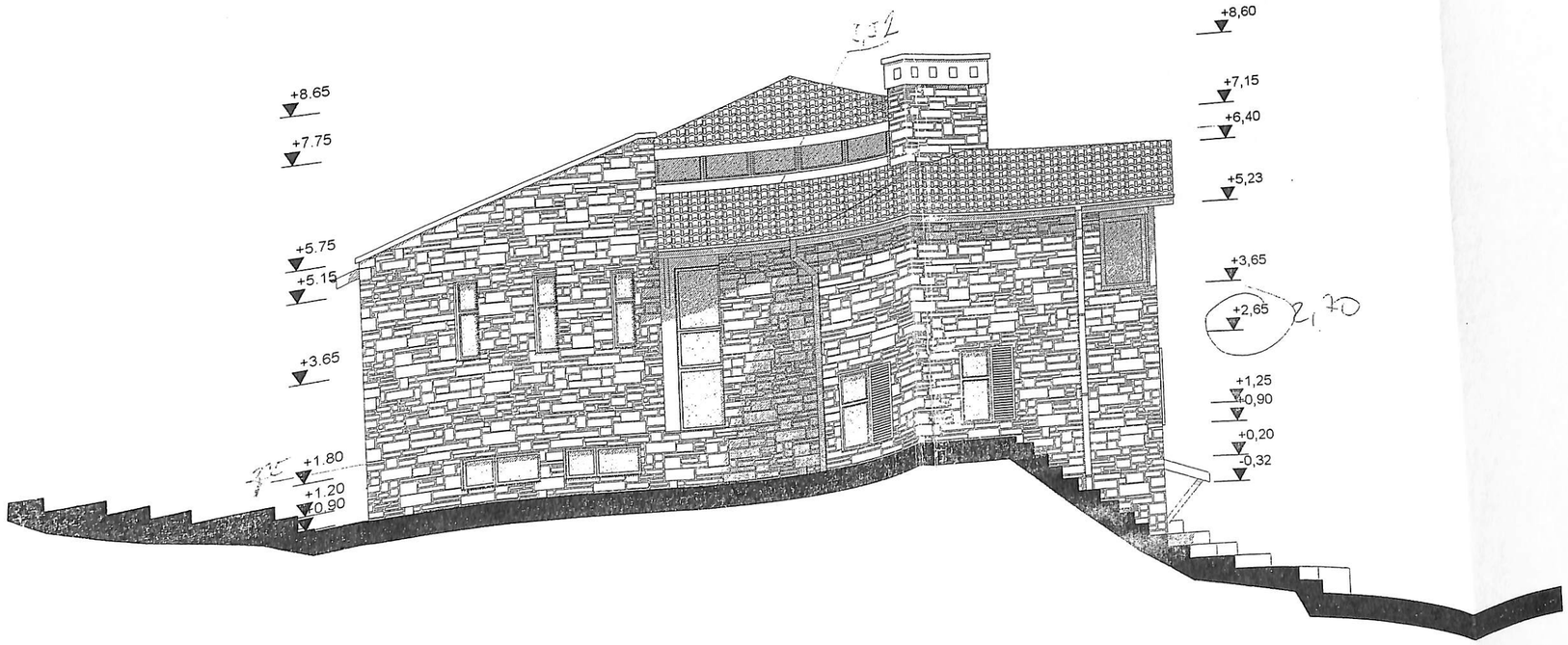
JELMAGYARÁZAT:

- Körülhornyolt cserépfedés piros színben
- Fenyő deszkaburkolat natúr lazúrral
- Téglaburkolat vörös színben
- Fagyálló mészkő burkolat barna színben

Munka megnevezése: CSALÁDI HÁZ	MÓDOSÍTOTT ÉP. ENG. TERV	Kelt: 2003 NOV.	E-6
Épités helye: Bp. 1037 III. ker. Tarhos u. 101-103. Hrsz.:22018/1	Rajz megnevezése: DÉLNYUGATI HOMLOKZAT	Lépték: M 1:100	
Hatósági engedélyt kérelmezők: Kapócs Gábor, Cserni Tímea; Cím: Bp. 1037 Tarhos u. 101-103.	Tervezők: Kovács Zoltán Miklós okl. építészmérnök É2 01-4116/01 Bp. 1124 Thomán I. u. 16/II.; Reviczky Zalán építészmérnök; Cím:		

JELMAGYARÁZAT:

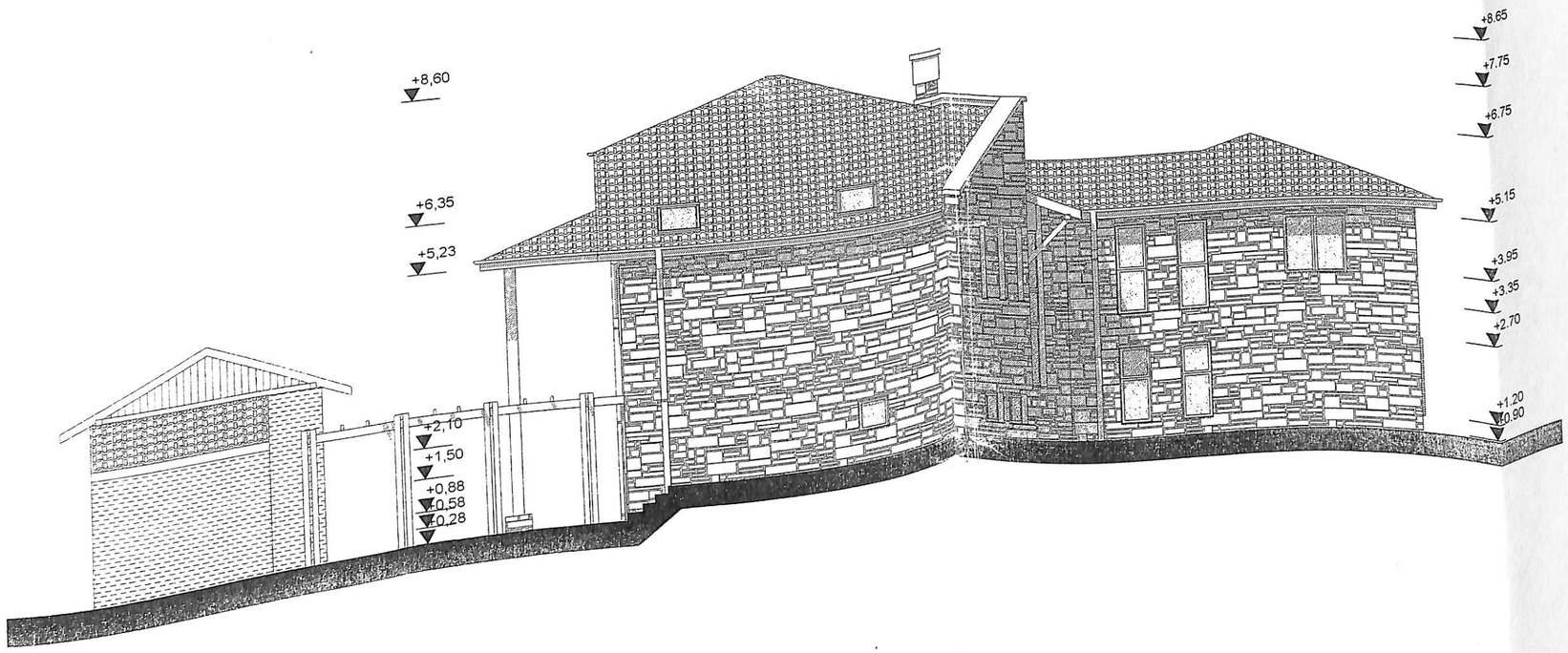
- Körülhornyolt cserépfedés piros színben
- Fenyő deszkaburkolat natúr lazúrral
- Téglaburkolat vörös színben
- Fagyálló mészkő burkolat barna színben



Munka megnevezése: C.SALÁDI HÁZ	MÓDOSÍTOTT ÉP. ENG. TERV	Kelt: 2003 NOV.	E-7
Építés helye: Bp. 1037 III. ker. Tarhos u. 101-103. Hrsz.:22018/1	Rajz megnevezése: ÉSZAKNYUGATI HOMLOKZAT	Léptékt: M 1:100	
Hatósági engedélyt kérelmezők: Kapócs Gábor, Cserni Timea Cím: Bp. 1037 Tarhos u. 101-103.	Tervezők: Kovács Zoltán Miklós okl. építészmérnök ÉZ 01-4116/01 Bp. 1124 Thomán I. u. 16/II. Cím:	Reviczky Zalán építészmérnök	

JELMAGYARÁZAT:

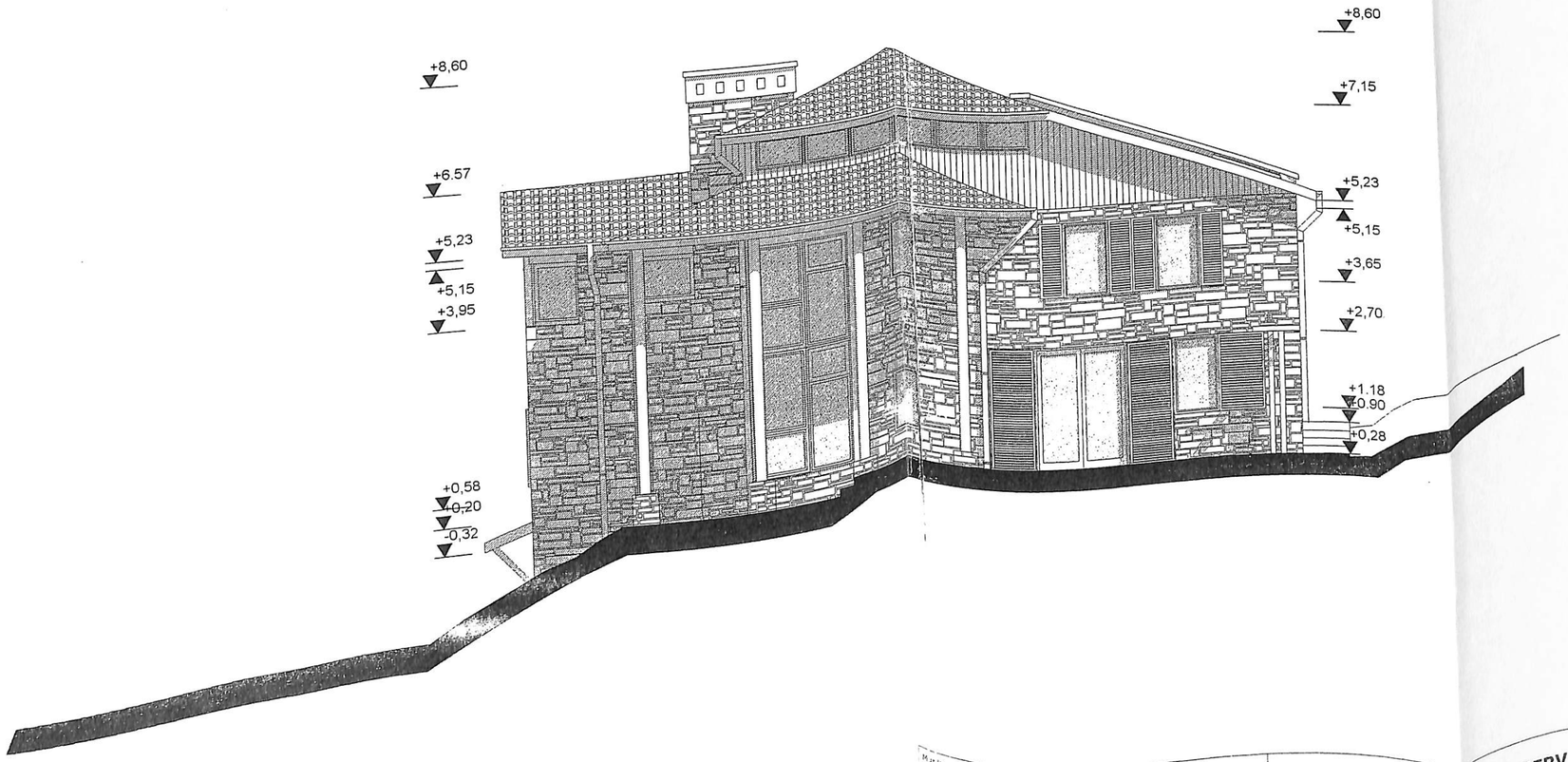
- Körülhornyolt cserépfedés piros színben
- Fenyő deszkaburkolat natúr lazúrral
- Téglaburkolat vörös színben
- Fagyálló mészkő burkolat barna színben



Munka megnevezése: CSALÁDI HÁZ	**MÓDOSÍTOTT ÉP. ENG. TERV**	Kelt: 2003 NOV.	E-8
Építés helye: Bp. 1037 III. ker. Tarhos u. 101-103. Hrsz.:22018/1	Rajz megnevezése: ÉSZAKKELETI HOMLOKZAT	Lépték: M 1:100	
Műszaki engedélyt kérelmezők: Kapócs Gábor, Cserni Timea Cím: Bp. 1037 Tarhos u. 101-103.	Tervező: Kovács Zoltán Miklós okl. építészmérnök É2 01-4116/01 Bp. 1124 Thomán I. u. 16/II. Cím:	Reviczky Zalán építészmérnök	

JELMAGYARÁZAT:

- Körülhornyolt cserépfedés piros színben
- Fenyő deszkaburkolat natúr lazúrral
- Téglaburkolat vörös színben
- Fagyálló mészkő burkolat barna színben



Munka megnevezése: CSALÁDI HÁZ	MÓDOSÍTOTT ÉP. ENG. TERV	Kelt: 2003 NOV.	E-9
Építés helye: Bp. 1037 III. ker. Tarhos u. 101-103. Hrsz.:22018/1	Rajz megnevezése: DÉLKELETI HOMLOKZAT	Léptékt: M 1:100	
Hatósági engedélyt kérelmezők: Kapócs Gábor, Cserni Tímea; Cím: Bp. 1037 Tarhos u. 101-103.	Tervezők: Kovács Zoltán Miklós okl. építészmérnök É2 01-4116/01 Bp. 1124 Thomán I. u. 16/II.; Reviczky Zalán építészmérnök; Cím:		

L2 közbenső födém

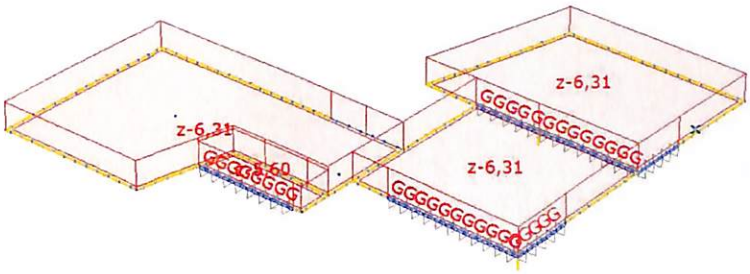
Statikai modell:

Kétirányban teherviselő lemez.

Terhek és hatások:

Szabvány : Eurocode
Eset : Önsúly

Önsúly

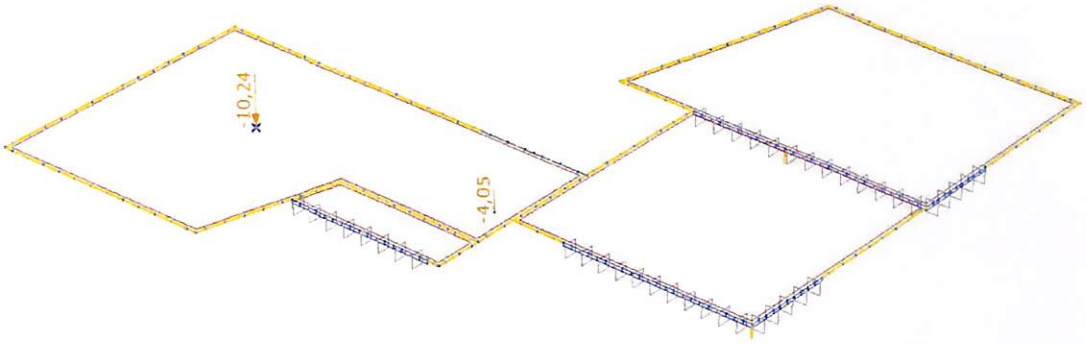


Rétegrend (építész R3)	G (kg/m^2)
1 cm kerámia burkolat	0,01·1750=17,5
6 cm aljzatbeton	0,06·2200=132,0
1 rtg. hővisszaverő fólia (padlófűtésnél)	-
4 cm PS hab hőszig. úsztató rtg.	0,04·10=0,4
1,5 cm vakolat	0,015·2100=31,5
18 cm vasbeton lemezfödém	0,18·2500=450
	631,40 kg/m^2

G_k=556,40 kg/m^2=5,60 kN/m^2

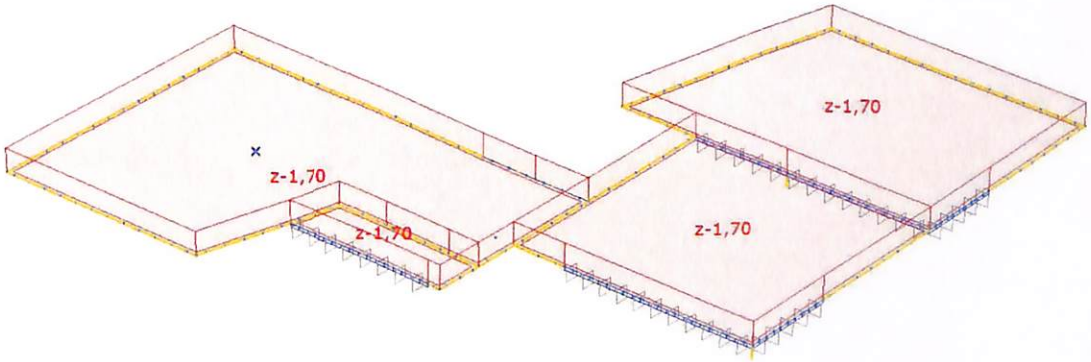
Szabvány : Eurocode
Eset : Tető hasznos

Tető (hasznos - hó)



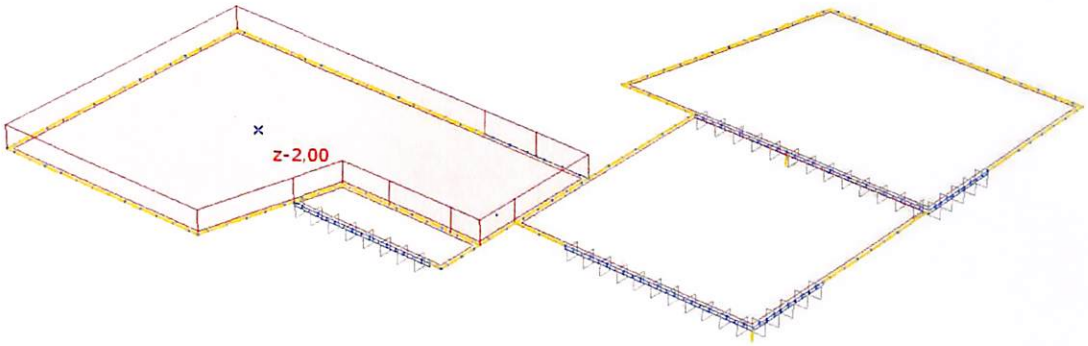
Szabvány : Eurocode
Eset : Válaszfal

Válaszfal



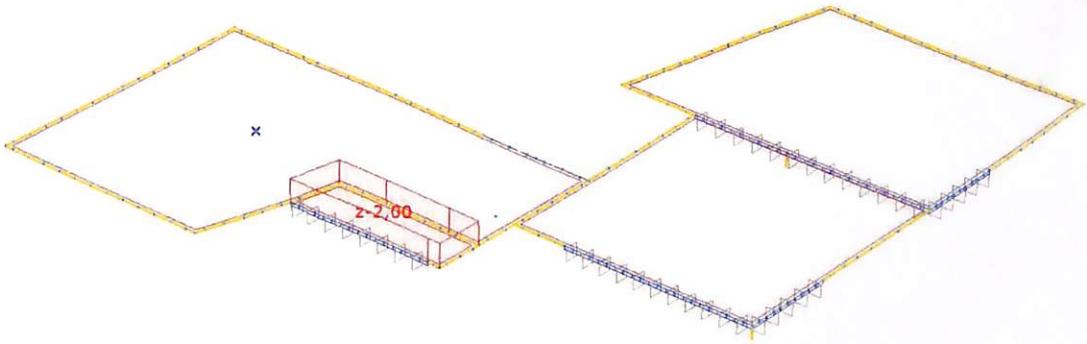
Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos$_1$

Hasznos_1



Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos$_2$

Hasznos_2

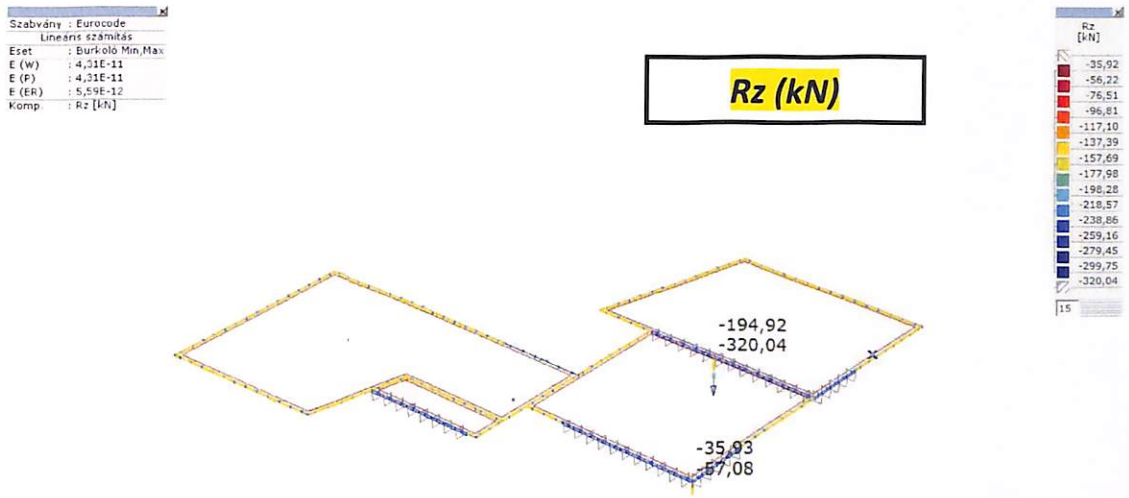


Teherkombinációk:

Teherkombinációk

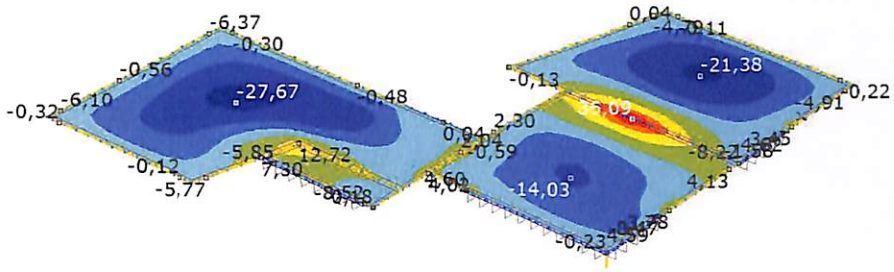
	Önsúly	Üvegszerk	Tető_áll.	Tető hasznos	Válaszfal	Lépcső öns.	Lépcső haszn.	Hasznos_1	Hasznos_2	Hasznos_3	Hasznos_4
2	1,00	1,00	1,00	0	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
3	1,00	1,00	1,00	0	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
4	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,05	1,50	1,50	1,50	1,50
5	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,05	1,50	1,50	1,50	0
6	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,05	1,50	1,50	0	1,50
7	1,35	1,35	1,35	1,50	1,35	1,35	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
8	1,35	1,35	1,35	1,50	1,35	1,35	1,05	1,05	1,05	1,05	0
9	1,35	1,35	1,35	1,50	1,35	1,35	1,05	1,05	1,05	0	1,05
10	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,50	1,05	1,05	1,05	1,05
11	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,50	1,05	1,05	1,05	0
12	1,35	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35	1,50	1,05	1,05	0	1,05

AXIS VM eredmények (igénybevételek):



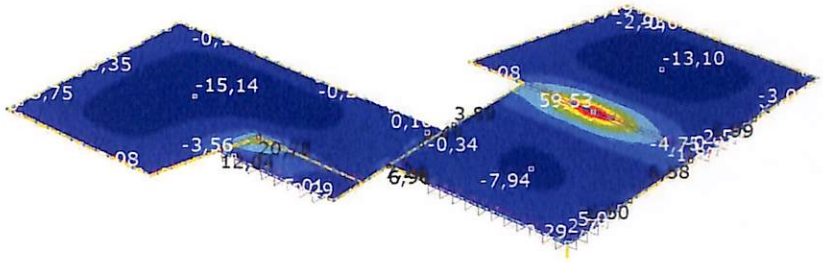
Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min
E (W) : 4,31E-11
E (P) : 4,31E-11
E (ER) : 5,59E-12
Komp. : my [kNm/m]

my min(kNm/m)



Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Max
E (W) : 4,31E-11
E (P) : 4,31E-11
E (ER) : 5,59E-12
Komp. : my [kNm/m]

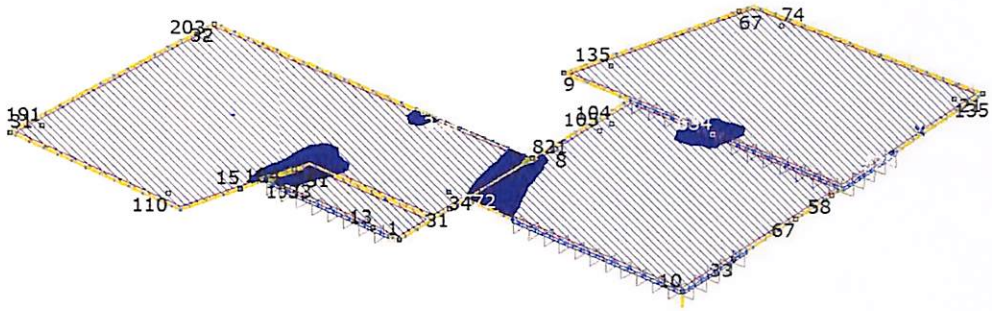
my max(kNm/m)



Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min,Max
E (W) : 4,31E-11
E (P) : 4,31E-11
E (ER) : 5,59E-12
Komp. : axf [mm²/m]

axf (mm²/mm)

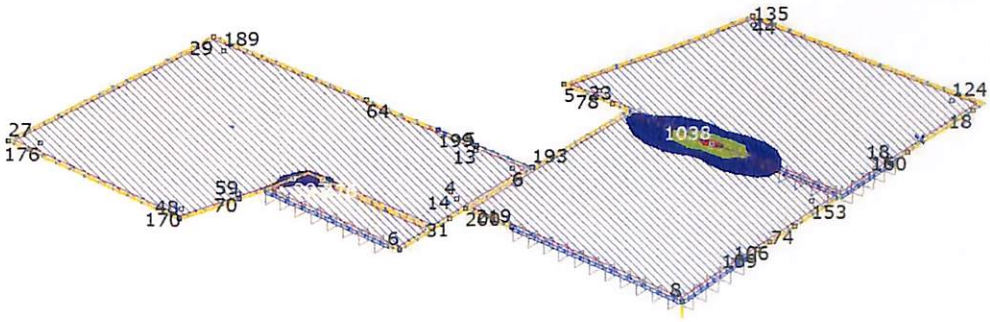
axf
[mm²/m]
1583
1110
637
234



Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min,Max
E (W) : 4,31E-11
E (P) : 4,31E-11
E (ER) : 5,59E-12
Komp. : ayf [mm²/m]

ayf (mm²/mm)

ayf
[mm²/m]
1105
792
478
234



e_z=10,857 mm
e_{max}=6400/250=25,6 mm

10,857 mm<25,6 mm
MEGFELEL!

e_z=7,320 mm
e_{max}=5500/250=22 mm

7,320 mm<22 mm
MEGFELEL!

e_z=6,904 mm
e_{max}=5200/250=20,8 mm

6,904 mm<20,8 mm
MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

- Minimális vasalás:

A_{smin}=0,0013·b·d=0,0013·1000·180-(20+8/2)=210 mm^2

- Maximális vasalás:

A_{smax}=0,04·b·h=0,04·1000·180=7200 mm^2

- Vasak maximális távolsága:

főirányban:
min(3h;400)=min(540;400) →400 mm
mellékirányban:
min(3,5h;450)=min(630;450)→450 mm

- Acélbetétek minimális átmérője:

d_{min}=5 mm

- Acélbetétek maximális átmérője:

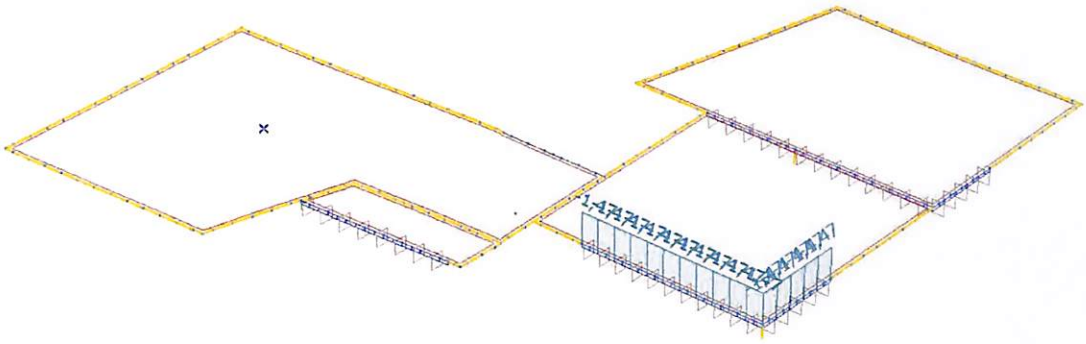
d_{max}=h/10=180/10=18 mm

- Lemezvastagság:

h_{min}=70 mm<h_{alk}=180 mm

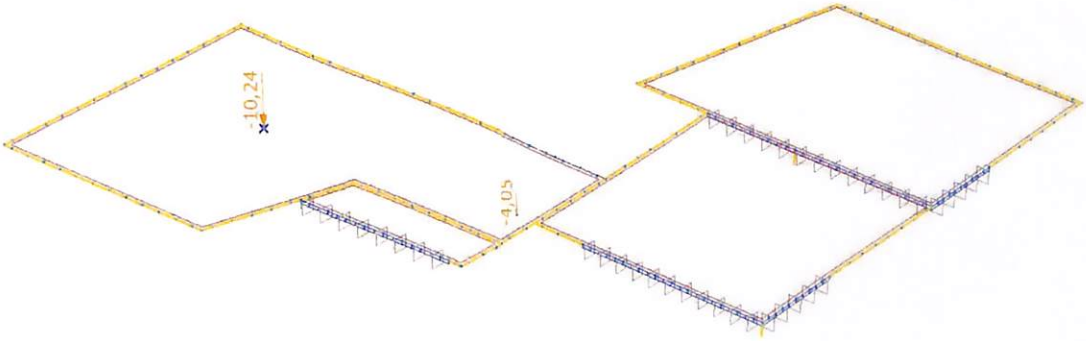
Szabvány : Eurocode
Eset : Üvegszerk

Üvegszerkezet



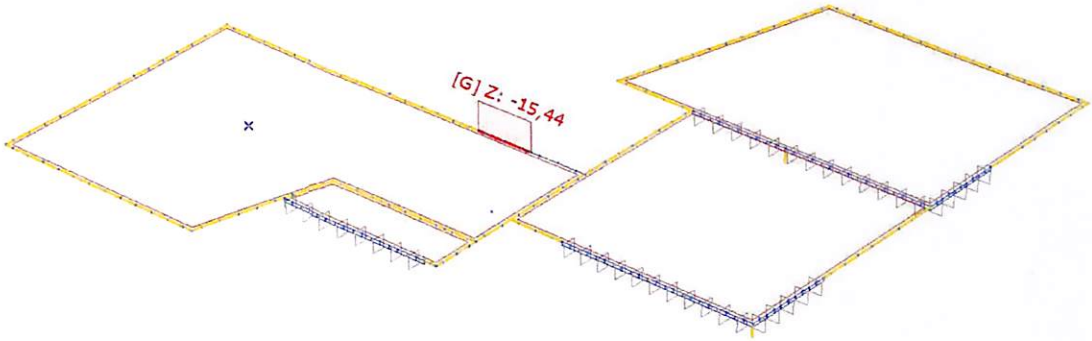
Szabvány : Eurocode
Eset : Tető ll.

Tető (önsúly)



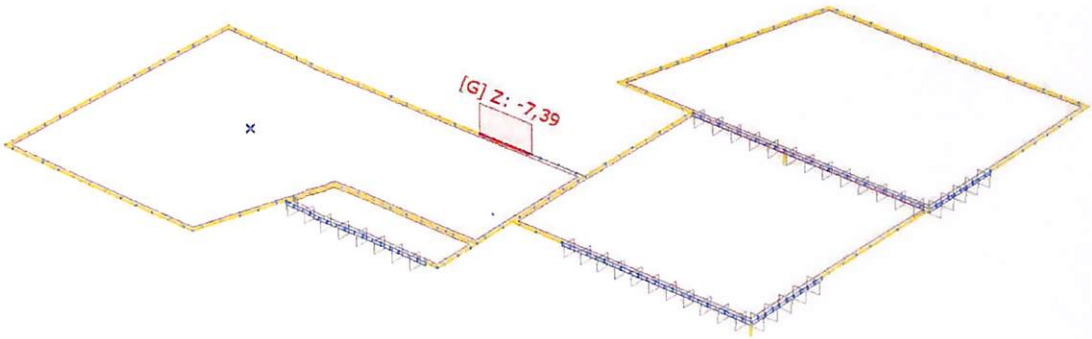
Szabvány : Eurocode
Eset : Lépcső öns.

Lépcső (önsúly)



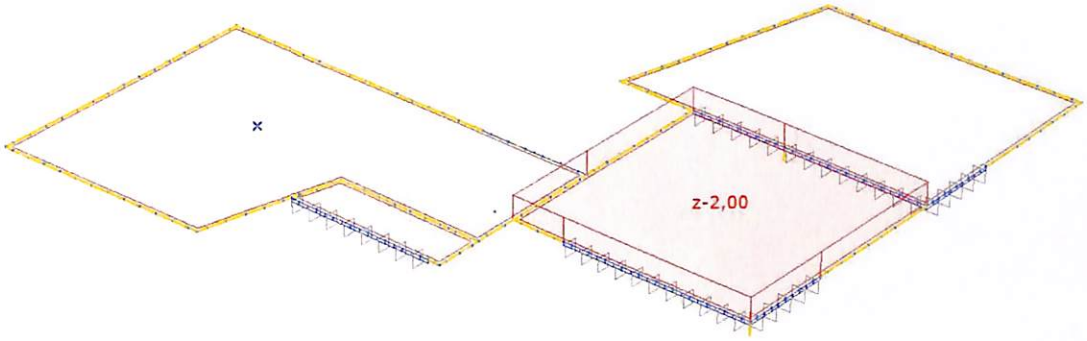
Szabvány : Eurocode
Eset : Lépcső haszn.

Lépcső (hasznos)



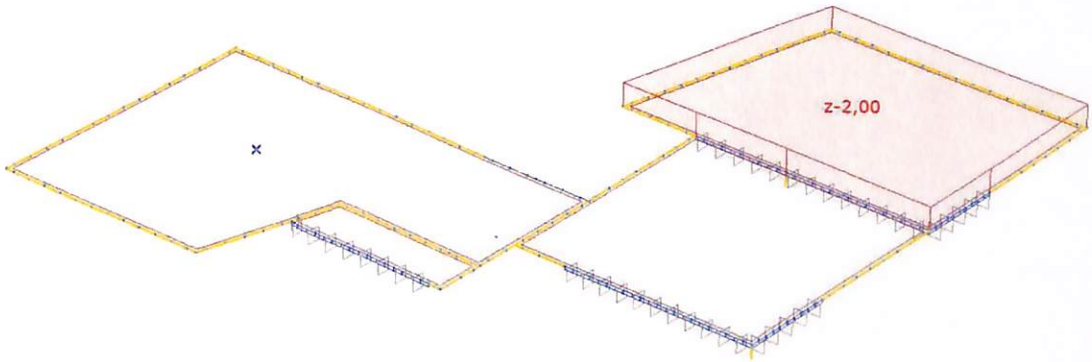
Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos$_3$

Hasznos_3



Szabvány : Eurocode
Eset : Hasznos$_4$

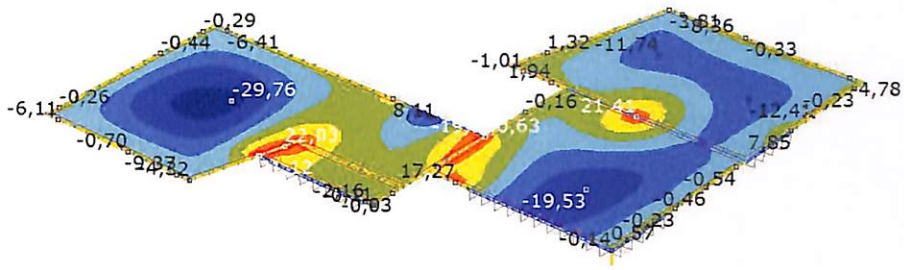
Hasznos_4



Szabvány	: Eurocode
Lineáris számítás	
Eset	: Burkoló Min
E (W)	: 4,31E-11
E (P)	: 4,31E-11
E (ER)	: 5,59E-12
Komp.	: mx [kNm/m]

mx min(kNm/m)

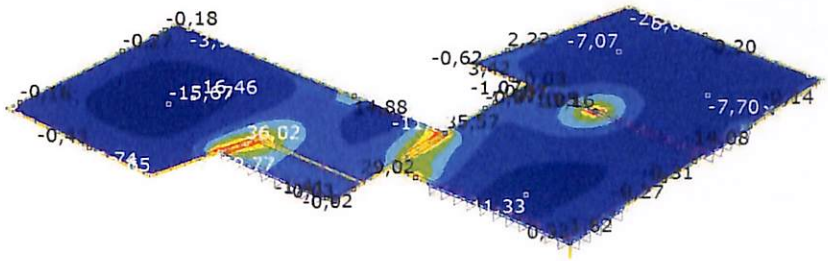
mx [kNm/m]
31,12
24,36
17,59
10,83
4,06
-2,70
-9,47
-16,23
-23,00
-29,76



Szabvány	: Eurocode
Lineáris számítás	
Eset	: Burkoló Max
E (W)	: 4,31E-11
E (P)	: 4,31E-11
E (ER)	: 5,59E-12
Komp.	: mx [kNm/m]

mx max(kNm/m)

mx [kNm/m]
50,77
43,30
35,83
28,36
20,89
13,42
5,95
-1,52
-8,99
-16,46

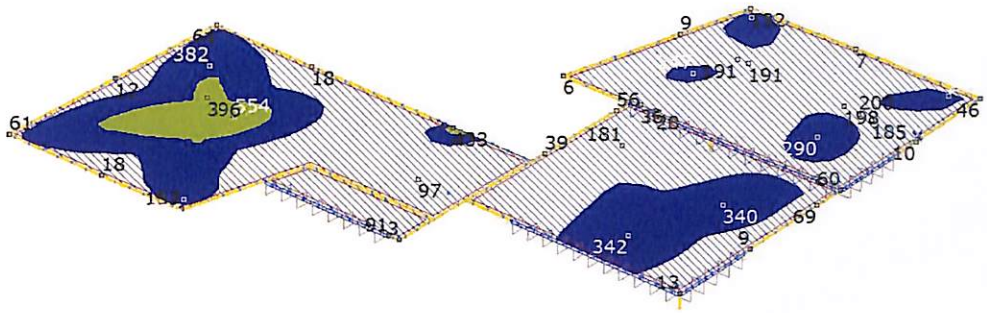


Szükséges vasalás:

Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min,Max
E (W) : 4,31E-11
E (P) : 4,31E-11
E (ER) : 5,59E-12
Komp. : axa [mm²/m]

axa (mm²/mm)

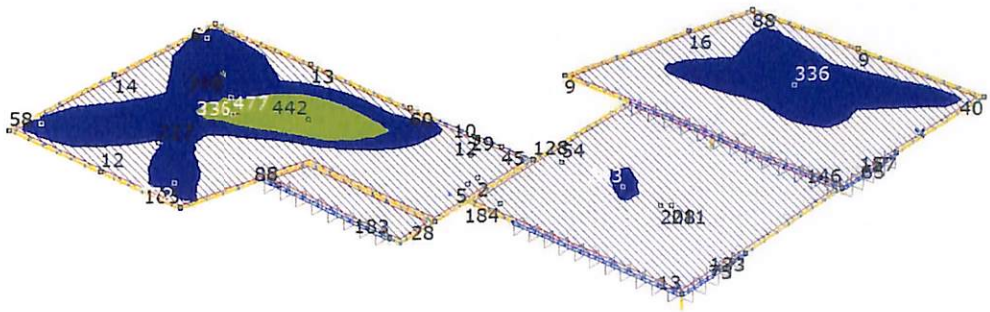
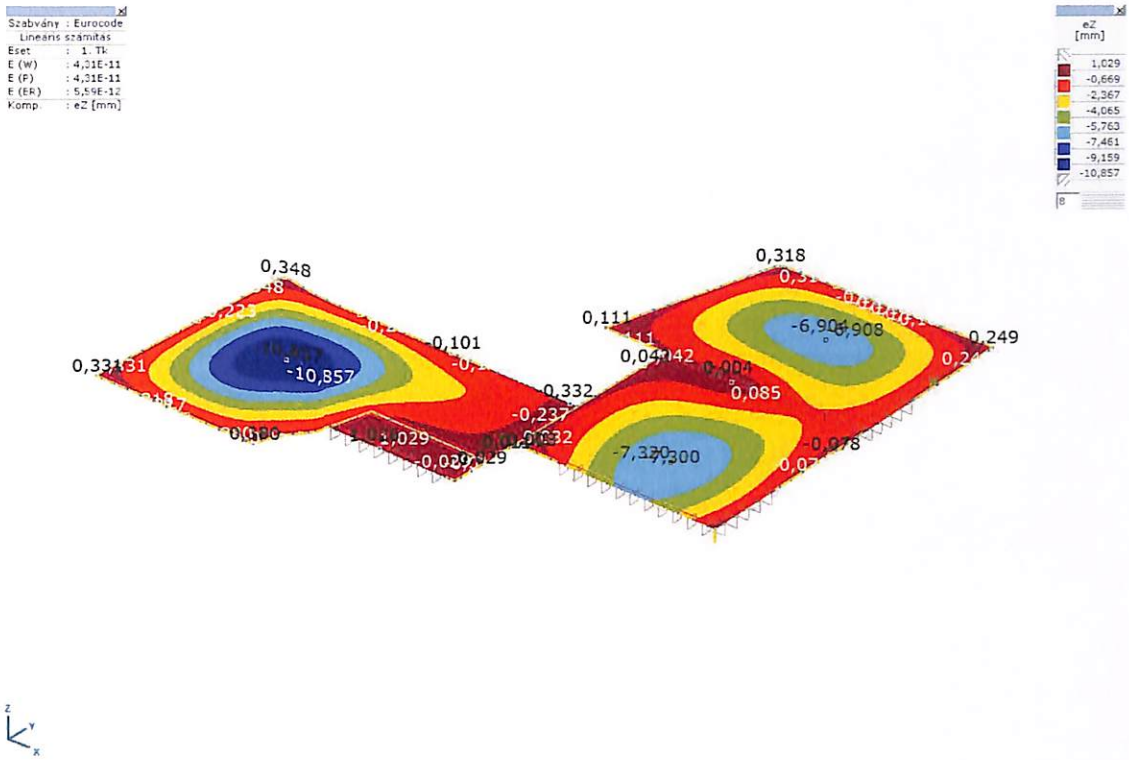
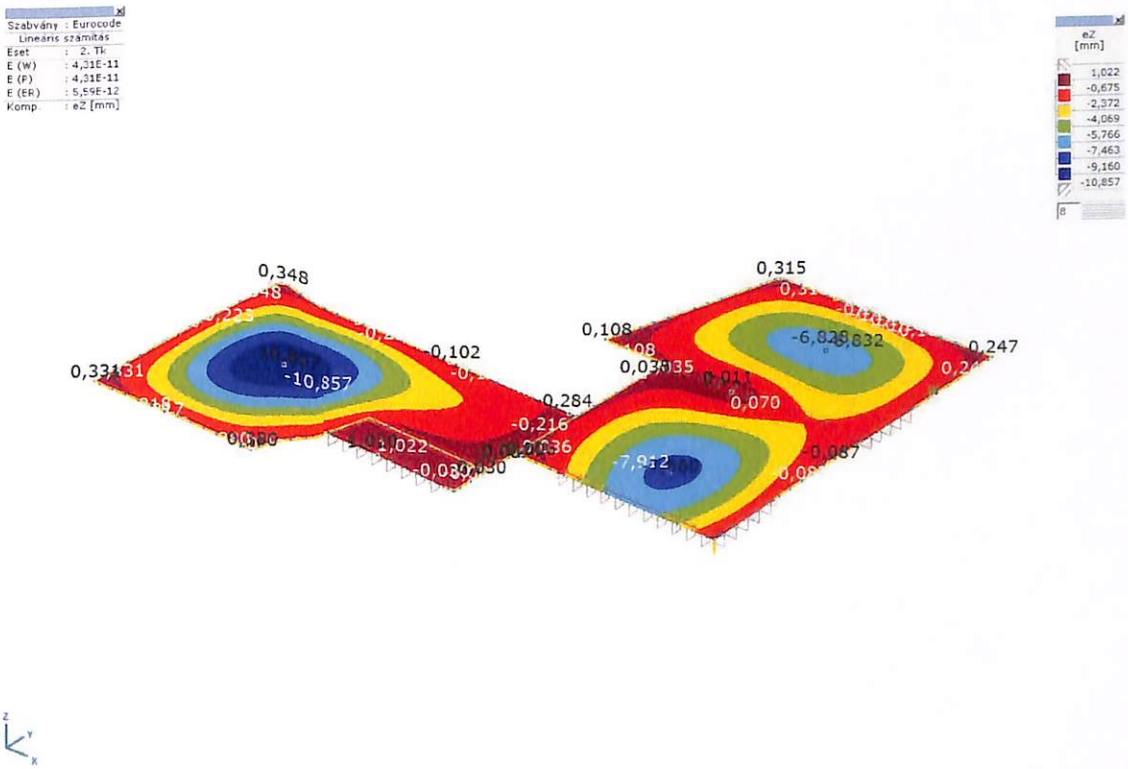
axa [mm²/m]
686
536
385
234



Szabvány : Eurocode
Lineáris számítás
Eset : Burkoló Min,Max
E (W) : 4,31E-11
E (P) : 4,31E-11
E (ER) : 5,59E-12
Komp. : aya [mm²/m]

aya (mm²/mm)

aya [mm²/m]
569
457
346
234



Alakváltozások (lehajlás) ellenőrzése: