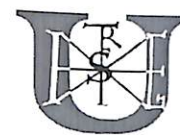


SZAKDOLGOZAT

KOVÁCS DÁVID

2015



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



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
2015

Kovács Dávid

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:

Családi ház Budapest XXI. ker. Bokros utcában

Belső konzulens:

Müller Marianne mestertanár

Külső konzulens:

-

A szakdolgozat beadási határideje: 2015. június 05., péntek 12⁰⁰

Budapest, 2015. május 28.


Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



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

Kovács Dávid

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Családi ház Budapest XXI. ker. Bokros utcában

című szakdolgozatához

1. Vázlattervek a számításhoz (pozíciós tervek)
2. Részletes statikai számítás az épület tartószerkezeteiről
-vasbeton födémek, a hozzá tartozó részletekkel, mint gerendák, pillérek,
-az egyes szintek közötti vasbeton lépcsők,
-az alapok méreteinek meghatározása, a mennyiségi korlátok miatt a süllyedésszámítás nélkül
3. Kiviteli tervek
-az épület vasbeton födémei, a kijelölt szükséges részletekkel (1:50 és 1:25 léptékben)
-lépcsőterv (1:25-ben)
-alapozás (1:50 léptékben)
4. Részletes tartószerkezeti műszaki leírás

Budapest, 2015. május 28.

Müller Marianne
belső konzulens

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet – Mechanika és Tartószerkezetek Szakcsoport

SZAKDOLGOZAT

Négy félszintes monolit vasbeton szerkezetű
lakóház tartószerkezeti tervezése

Készítette:
Kovács Dávid

Konzulens:
Müller Marianne

Budapest

2015

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	5
Az épület bemutatása	5
2. 0+7,20 m Záró födém méretezése.....	8
Kiindulási adatok	8
Statikai váz	8
Terhek	9
Igénybevételek	10
Szükséges vasalás	12
Használhatósági határállapot vizsgálata	15
3. 0+5,70 m Záró födém méretezése.....	17
Kiindulási adatok	17
Statikai váz	18
Terhek	20
Igénybevételek	22
Szükséges vasalás	25
Használhatósági határállapot vizsgálata	27
4. 0+4,20 Közbenső födém méretezése	27
Kiindulási adatok	27
Statikai váz	28
Terhek	29
Igénybevételek	29

Szükséges vasalás	31
Használhatósági határállapot vizsgálata	34
5. 0+2,70 Közbenső földm méretezése	36
Kiindulási adatok	36
Statikai váz	36
Terhek	37
Igénybevételek	38
Szükséges vasalás	40
Használhatósági határállapot vizsgálata	43
6. 0+1,20 Pince földm méretezése	45
Kiindulási adatok	45
Statikai váz	46
Terhek	47
Igénybevételek	49
Szükséges vasalás	52
Használhatósági határállapot vizsgálata	54
7. Lépcső méretezése	54
Statikai Váz	55
Terhek	55
Igénybevétel	56
Szükséges vasmennyiség	57
8. Előre gyártott áthidalók	66
9. Monolit vasbeton gerendák	67
G9	71
G12	75
G10	75

G11	79
G13	83
G14	87
10. Porotherm falazatok	91
11. P1 jelű vasbeton pillér	97
12. Alapozás	98

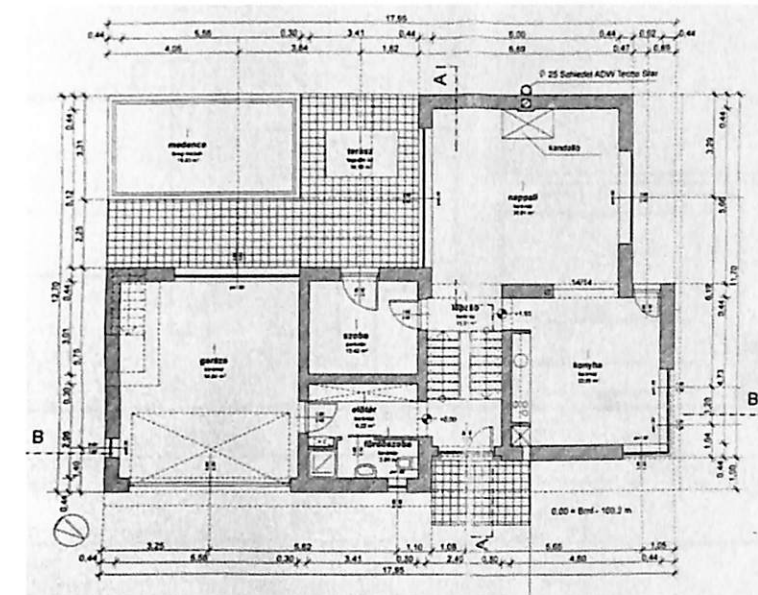
Mellékletek

1. Alapozás elrendezési terv	M=1:50
2. 0+1,20 m Pince földem vasalása	M=1:50
3. 0+2,70 m közbenső földem alsó vasalása	M=1:50
4. 0+2,70 m közbenső földem felső vasalása	M=1:50
5. 0+4,20 m közbenső földem alsó vasalása	M=1:50
6. 0+4,20 m közbenső földem felső vasalása	M=1:50
7. 0+5,70 m záró földem alsó vasalása	M=1:50
8. 0+5,70 m záró földem felső vasalása	M=1:50
9. 0+7,20 m záró földem alsó vasalása	M=1:50
10. 0+7,20 m záró földem felső vasalása	M=1:50
11. Lépcső vasalási terv	M=1:20
12. Előre gyártott áthidalók	M=1:10
13. Monolit vasbeton gerendák	M=1:20
14. P1 jelű vasbeton pillér vasalása	M=1:20

1.Bevezetés

Az épület bemutatása

Az épület Budapest dinamikus fejlődő övezetében, egy csendes, de autóval és tömegközlekedéssel is egyszerűen megközelíthető helyen épül.



Földszinti építészeti alaprajz

Alaprajzi kialakítás:

A feladat a sík terepen álló pince + négy félszintes épület tartószerkezeti méretezése. A pincében található az épülethez tartozó tároló helyiségek, az emeleti szinteken egy lakóház kerül megépítésre, két kocsi beállós garázzsal és wellness helyiséggel.

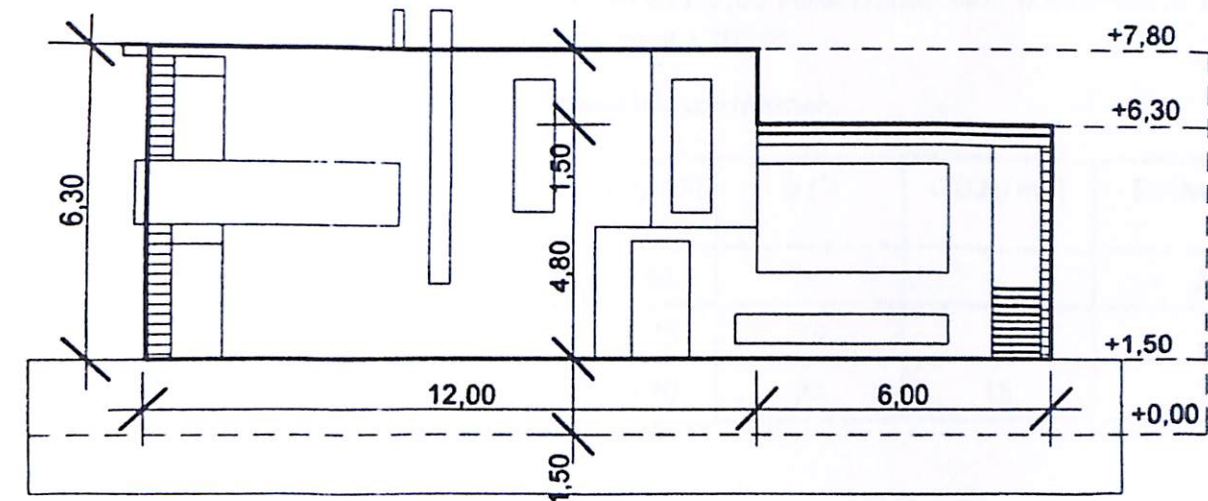
Az épület hőigényét a gáztüzelésű kazán biztosítja az épület pincéjében. Innen indulnak ki a fűtési rendszer felszálló vezetékai, amelyek szétosztják a fűtőtestekre a kellő hőszükségletet. A tárolási tartály a külön gépészeti térben lett elhelyezve. Az épület klimatizálása is a gépészeti térből történik. A gépészeti tér a két zárófödém közötti térben lett kialakítva.

A szintek között a közlekedést közös lépcsőház biztosítja, aminek minden pihenőjéről egy külön fél szint érhető el. Ugyan ez a lépcső vezet a pincébe is.

Alapterület szintenként:

Pince:	25 m ²
0±0,00m álló szint :	45 m ²
0+1,50m álló szint:	80 m ²
0+3,00m álló szint:	45 m ²
0+4,50m álló szint:	81 m ²

Az épület lapos tetős kialakítású, ami két síkban fedi le az épületet a fél szintek miatt 1,5 méteres magassági különbséggel. A két tetőlemez a lépcsőházban egymás fölött helyezkedik el. Itt kap helyet a gépészeti tér.



Délnyugati homlokzat

Az épület vízszintes tartószerkezeti elemei monolit vasbeton szerkezetűek, áthidaló gerendák esetén előre gyártott Porotherm elem magas áthidalók, és monolit vasbeton gerendák alkotják. A függőleges tartószerkezeti elemek Porotherm falazóelemek képezik, a pinceszinten 30 cm vastag zsalukőből vasbeton.

Falak

A falak a Porotherm Klíma rendszerben készülnek. A külső falak Porotherm 44 Klíma falazóelemből, közbenső falaknál Porotherm 30 klíma falazóelemekből.

Monolit vasbeton födémek

A födémek szintenként változó vastagságú monolit vasbeton lemez szerkezetek, melyek beton minősége: C20/25-XC0-16-F2. Betonacél: B 500.

Lépcső

A lépcső kétkarú monolit vasbeton szerkezetű. A lemez vastagsága 14 cm. A burkolata 2 cm gresslap. A felhasznált beton minősége: C20/25-XC0-16-F2. Betonacél: B 500.

Az épület alapozása

Az épület a rendelkezésre álló talajszelvény alapján sáv alapokon nyugszik. A földszinti és a pincszinti burkolati rétegrend betonaljzatra kerül.

A talajvíz nem érinti az alapozási síkokat, így egy rétegű talajnedvesség elleni szigetelés elegendő.

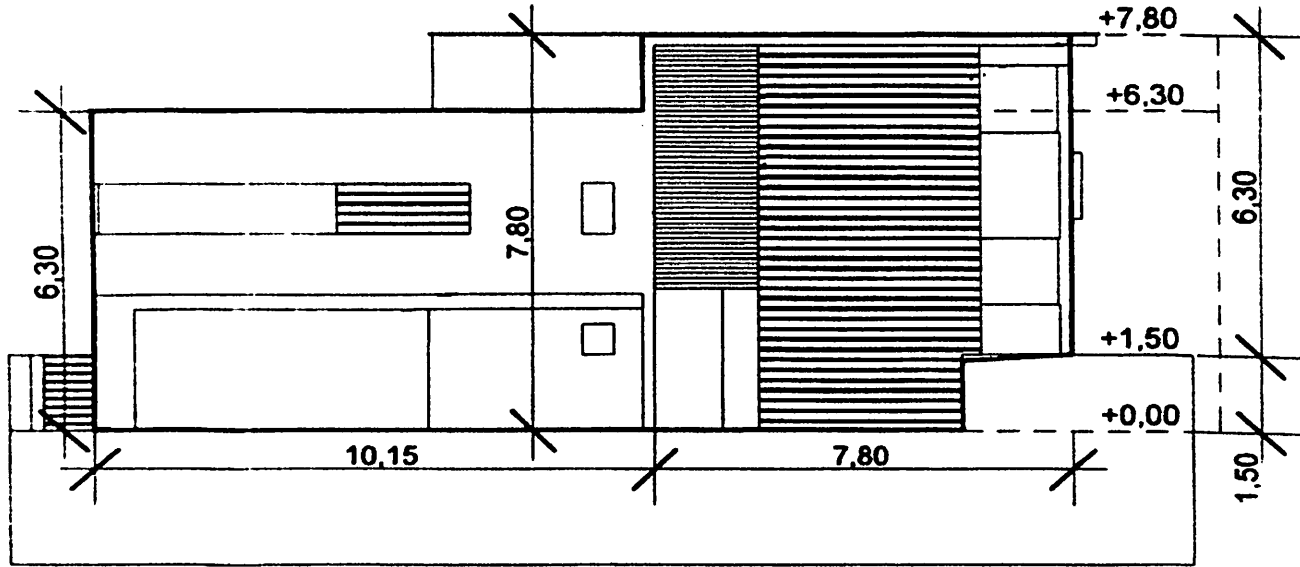
Az alapozási sík 0-0,20 m-en , 0-1,30 m-en és 0-2,65 kerül kialakításra. A különböző szintek lépcsőzéssel összekötve, ami nem haladja meg a 30°-ot.

Talajmechanikai adatok 3 fúrás eredményéből származnak.

	ρ (t/m ³)	ϕ (°)	C (KN/m ²)	Es (MN/m ²)
0+1,50 – 0±0,00m humusz feltöltés	1,65	-	-	17
0±0,00– 0-0,80 mdurva homok	1,75	29	-	24
0-0,80 – 0-3,00 m homokos iszap	1,70	24	15	20

A felhasznált beton minőség: Karbonátosodás nedves, ritkán száraz környezetben, illetve mérsékelt nedvességtartalom mellett:

C20/25 – XC2 – 16 A beton fedés értéke 3,5 cm



Északkeleti homlokzat

2. 0+7,20 m Zárófödém méretezése

Kiindulási adatok

A 0+7,20 m zárófödém monolit vasbeton szerkezetű. A merevítő falak vonal menti megtámasztást biztosítanak a födémnek, melyeket csuklós támasznak feltételeztem. A födém hajlítási vasalását határozom meg.

A betonfedés értéke 25 mm. A monolit vasbeton lemez vastagsága 18,0 cm.

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-16-F2

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{c,eff} = 8,5 \text{ kN/mm}^2$$

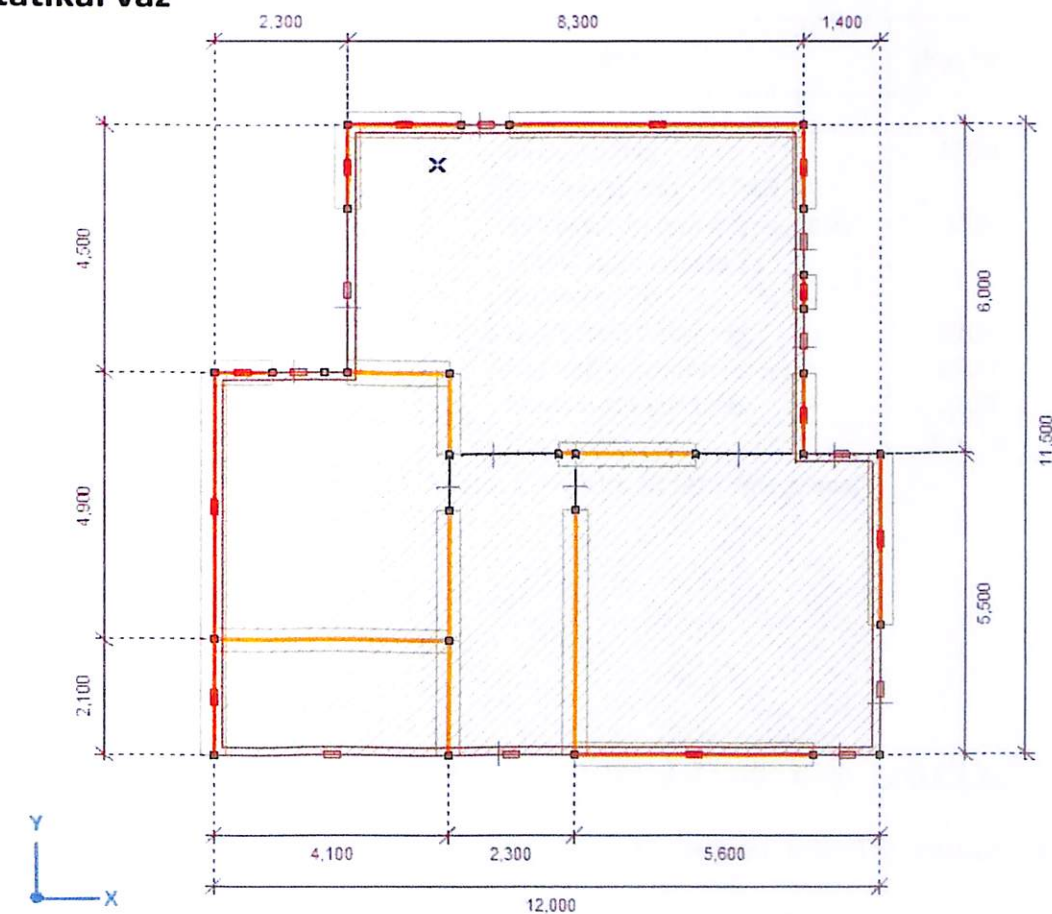
Az alkalmazott betonacél minőség:

B500

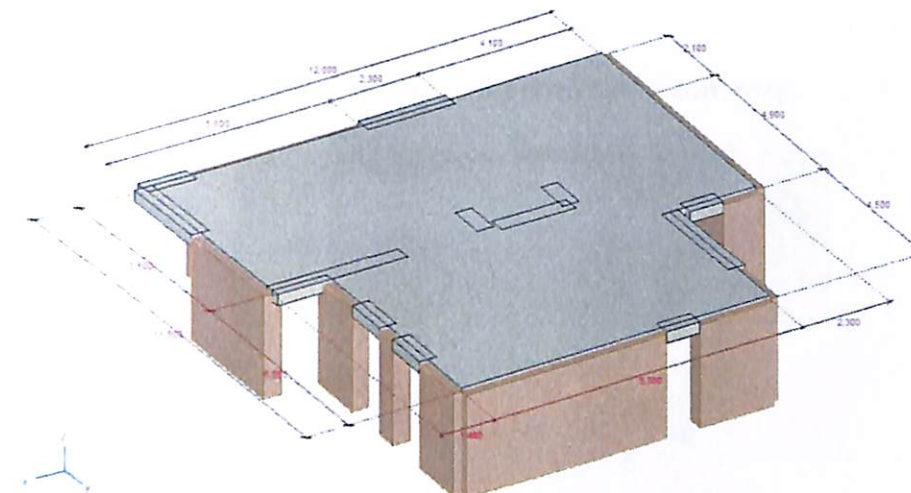
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} = 435 \text{ N/mm}^2$$

Statikai váz



1. ábra: 0+7,20 födém statikai váz



2. ábra: 0+7,20 födém statikai váz 3d

Terhek

Állandó terhek

0+7,20m födém súlyelemzése

Sorszám	Réteg vastagság	Réteg neve	[kg/m ³]	g_k [kg/m ²]
1.	5,0	Kavicsterítés	1800	90
2.		Elválasztó réteg TYPAR		
3.	12	Extrudált PS hab hőszigetelés	150	18
4.		EPDM lepel szigetelés		
5.		Műanyag filc		
6.	12	Lejtéstadó beton rtg.	2200	264
7.	18	Monolit vasbeton lemez	2500	450
8.	1,0	Mennyezet glettelés	2100	21
		Összesen:	$\Sigma g_k =$	843

3. ábra: 0+7,20m födém rétegrendje

Esetleges terhek

Meteorológiai teher

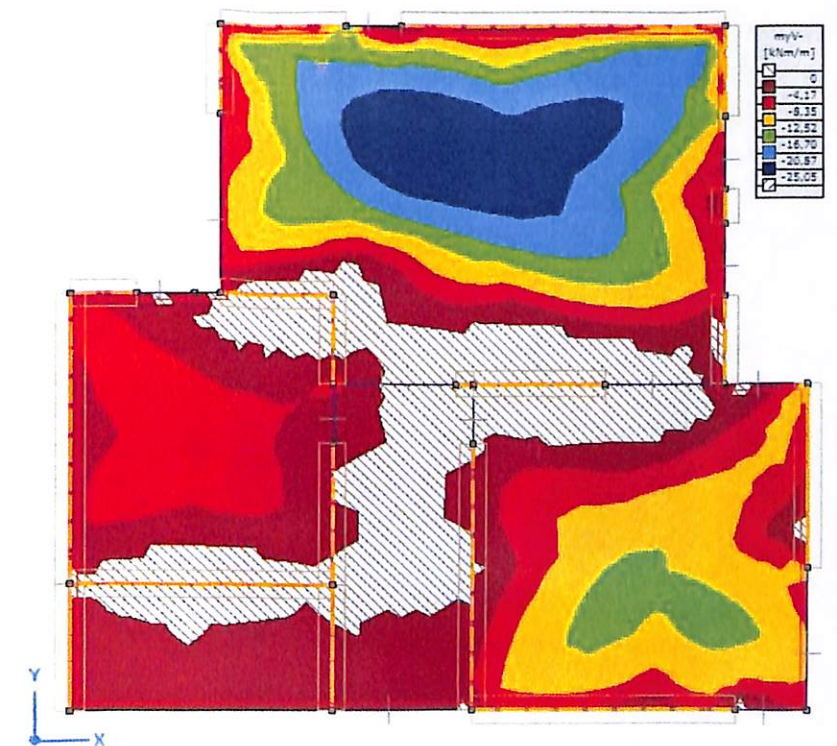
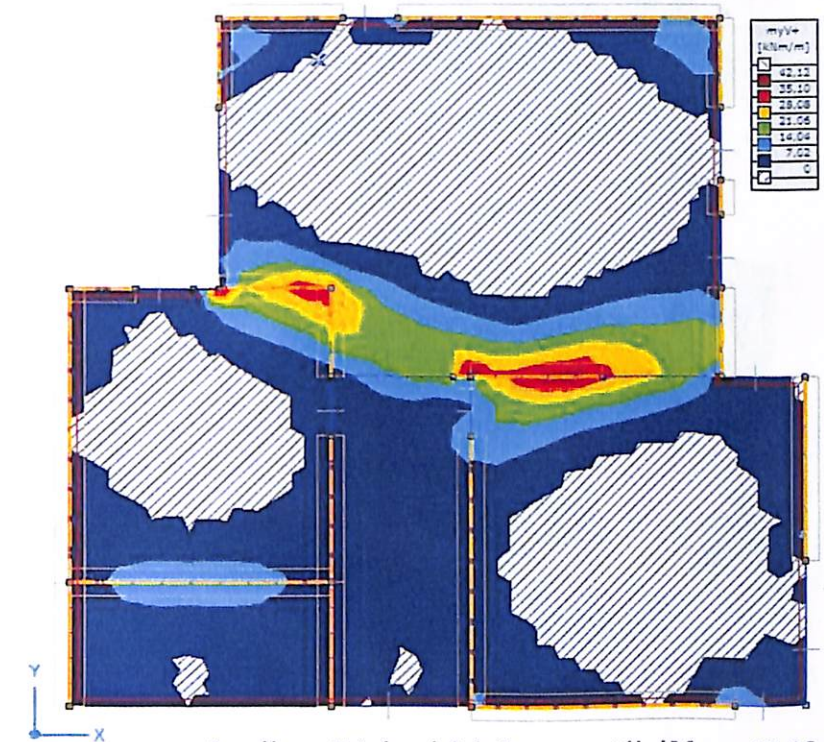
$$\text{Hóteher} \quad s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,25 = \underline{1,00 \text{ kN/m}^2}$$

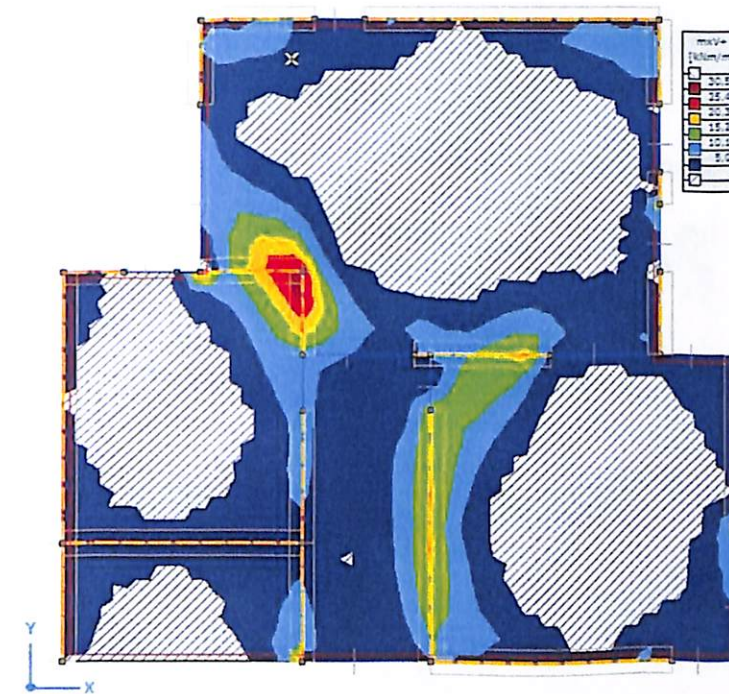
$$s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2 \quad M \leq 400 \text{ m tengerszint feletti magasság esetén}$$

Megjegyzés: A födémen a hóterhet parciális leterheléssel helyeztem el, amivel a mértékadó igénybevételeket kaptam a födém számítása során.

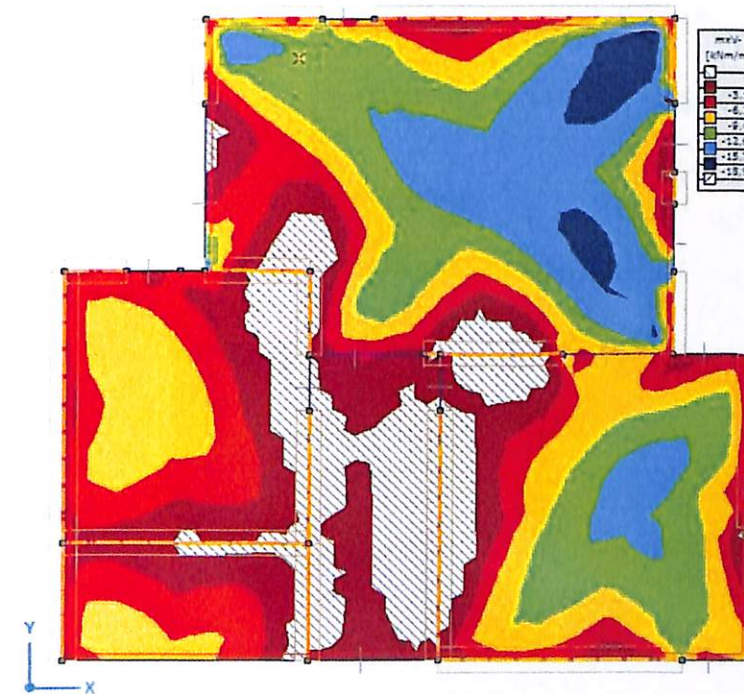
Igénybevételek

A tartó igénybevételeit AxisVM szoftverrel határozom meg.





6. ábra: X irányú felső nyomaték ($M_{Ed}=30,56$ kNm)

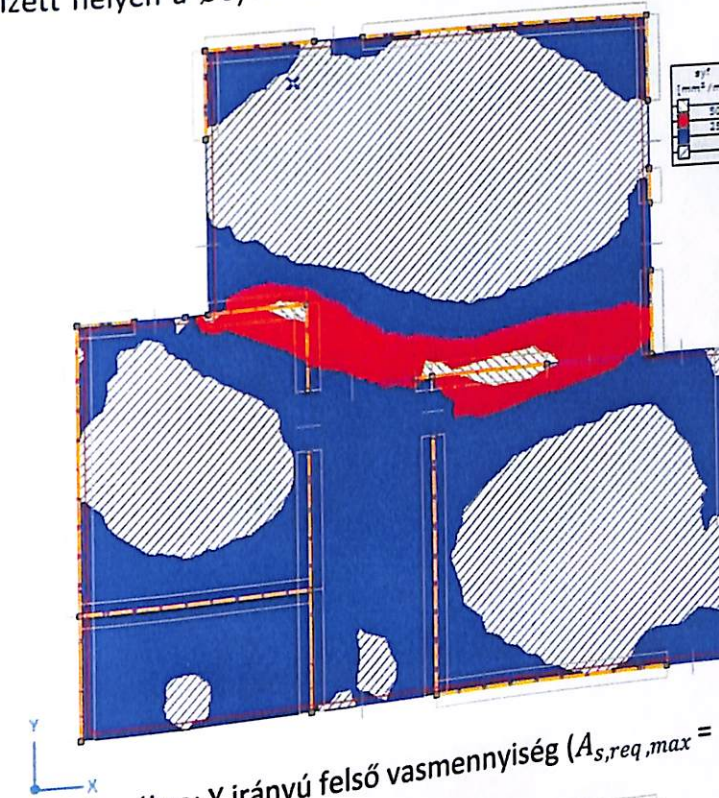


7. ábra: X irányú alsó nyomaték ($M_{Ed}=18,95$ kNm)

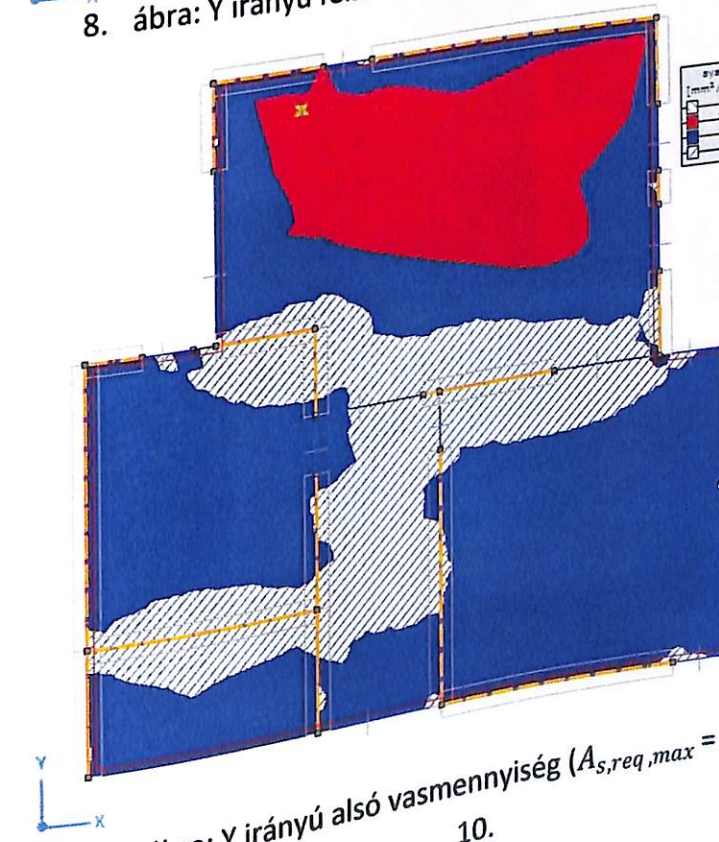
Szükséges vasalás

Az alkalmazott színskála beállításai: A kék területeken Ø8/20 alapháló alkalmazása, ezen felül erősítő vasalással követem a nyomatéki ábrát.

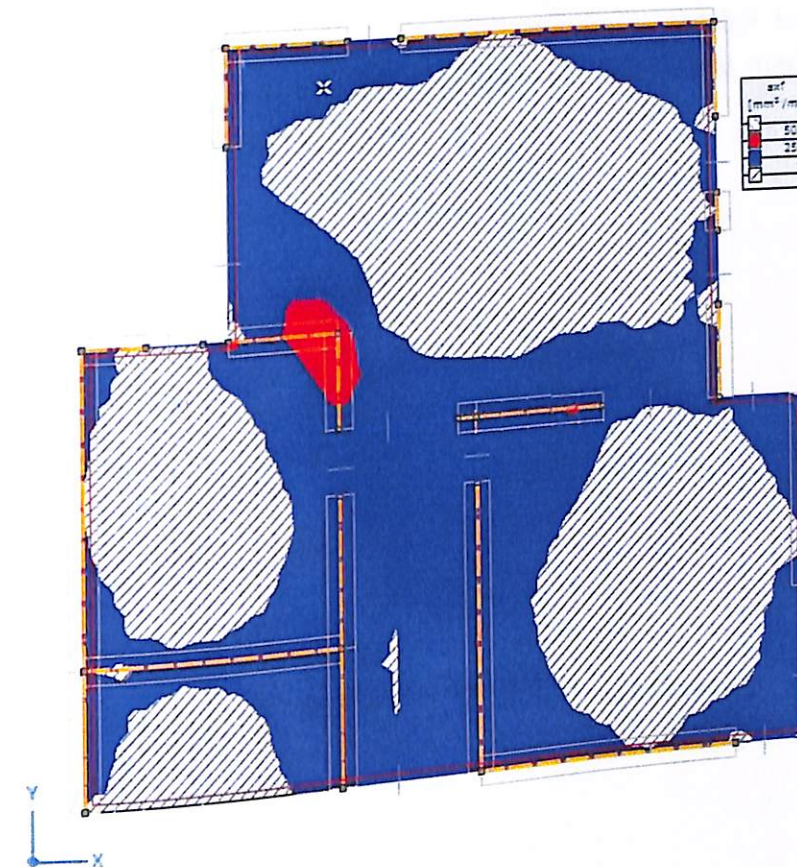
A pirossal jelzett helyen a Ø8/20-es alapháló vasalást további Ø8/20-es erősítő vasalással sűrítém.



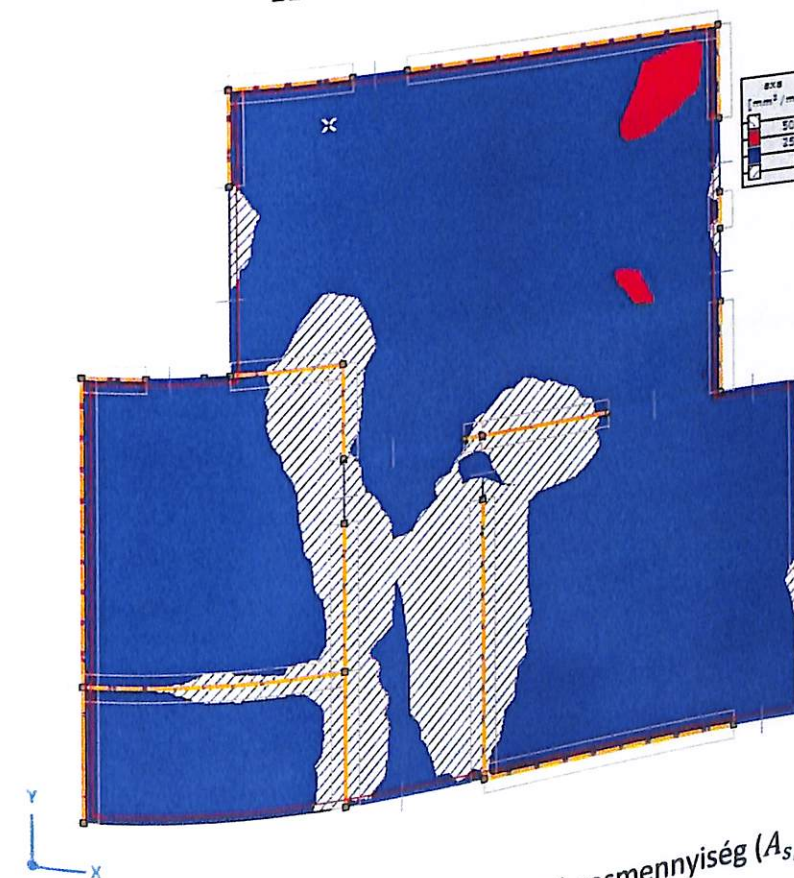
8. ábra: Y irányú felső vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 503mm^2$)



9. ábra: Y irányú alsó vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 503mm^2$)



11. ábra: X irányú felső vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 503 \text{ mm}^2$)



12. ábra: X irányú alsó vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 503 \text{ mm}^2$)

A mértékadó igénybevételt az y irányú felső nyomatéki ábrából kaptam (lásd 4. ábra), melynek értéke: $M_{Ed,max}=42,12$ kNm. Ellenőrző kézi számítással meghatározom az ezen a ponton szükséges vasalás mennyiségét.

$$d = 180 - 25 - 8 = 147 \text{ mm}$$

$$\sum M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$42,12 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$42,12 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 1000 \cdot x_c \cdot 13,3 \cdot \left(147 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$x_c^2 - 294 \cdot x_c + 6333,83 = 0$$

$$x_{c1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{294 \pm \sqrt{294^2 - 4 \cdot 6333,83}}{2 \cdot 1} = 23,40 \text{ mm}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} - A_{sreq} \cdot f_{yd} = 0$$

$$1000 \cdot 23,40 \cdot 13,3 - A_{sreq} \cdot 435 = 0$$

$$A_{sreq} = 715,44 \text{ mm}^2/\text{m} > 503 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Nem felel meg!

Az adott helyen Ø12/20-as megerősítés kell alkalmazni, a Ø8/20 helyett a Ø8/20 alapháló mellé!

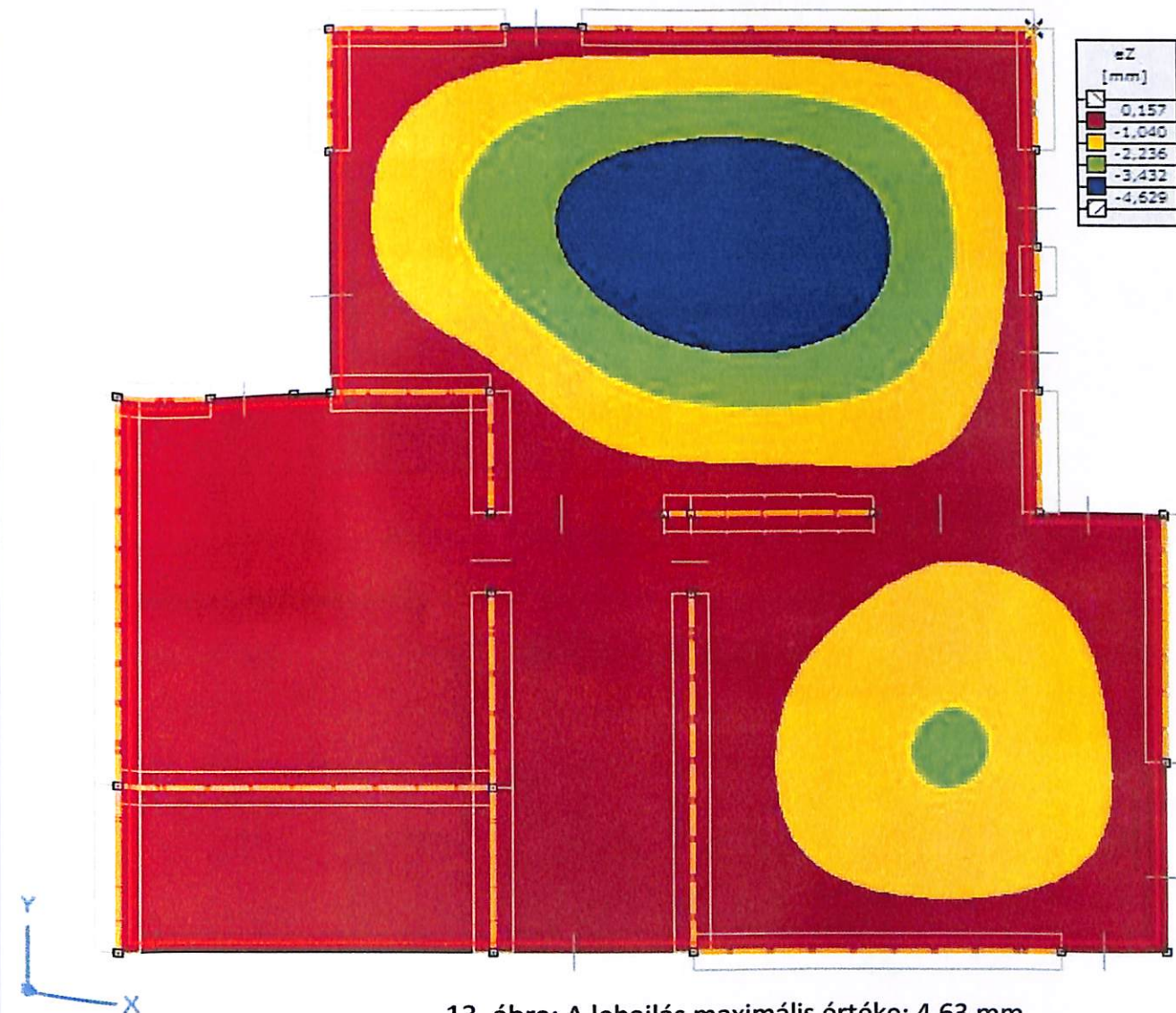
$$\text{Ø8/20 } A_{sreq} = 251 \text{ mm}^2/\text{m} + \text{Ø12/20 } A_{sreq} = 565 \text{ mm}^2/\text{m} = 816 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$816 \text{ mm}^2/\text{m} > 715,44 \text{ mm}^2/\text{m}$$

MEGFELEL!

Használhatósági határállapot vizsgálata

Lehajlás: Lineáris számítással határozom meg a lehajlás értékét AxisVM szoftver segítségével.



13. ábra: A lehajlás maximális értéke: 4,63 mm

A lehajlás határértéke

Sima felület (síklemez földém) esetén: $w_{eng} = \frac{l}{200} = \frac{8300}{200} = 41,5 \text{ mm}$

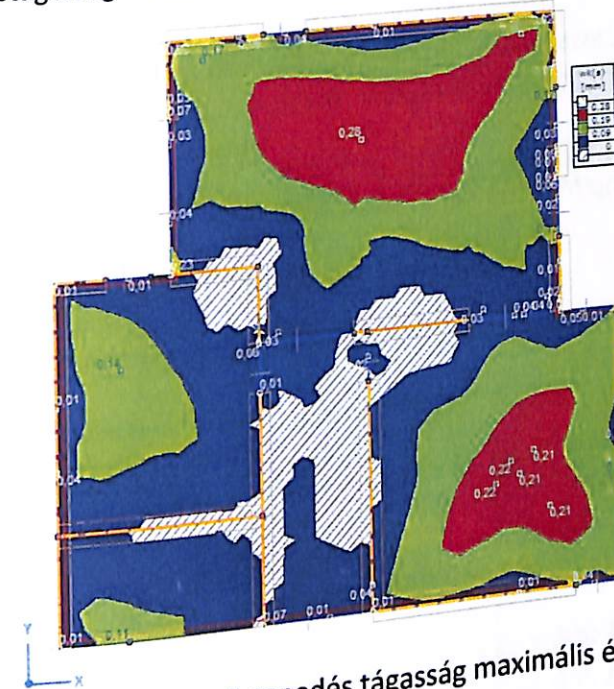
$$w \leq w_{eng}$$

$$w = 4,63 \text{ mm} \leq w_{eng} = 41,5 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

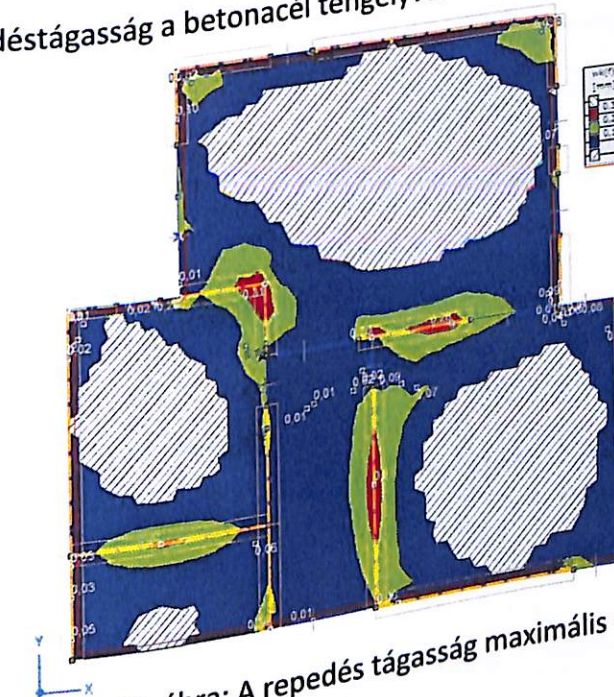
Repedéstágasság

Az alsó repedéstágasság a betonacél tengelyvonalában $w_k(a)$.



14. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,28 mm

A felső repedéstágasság a betonacél tengelyvonalában $w_k(f)$.



15. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,34 mm

A repedéstágasság határértéke

$$w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm}$$

$$w_{ka} = 0,28 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$w_{kf} = 0,31 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

3. 0+5,70 m Záró födém méretezése

Kiindulási adatok

A 0+5,70 m födém monolit vasbeton szerkezetű. A falak vonal menti megtámasztást biztosítanak a födémnek, melyeket csuklós támasznak feltételeztem. A födém hajlítási vasalását határozom meg.

A betonfedés értéke 25mm. A monolit vasbeton lemez vastagsága 18,0 cm.

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-16-F2

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{c,eff} = 8,5 \text{ kN/mm}^2$$

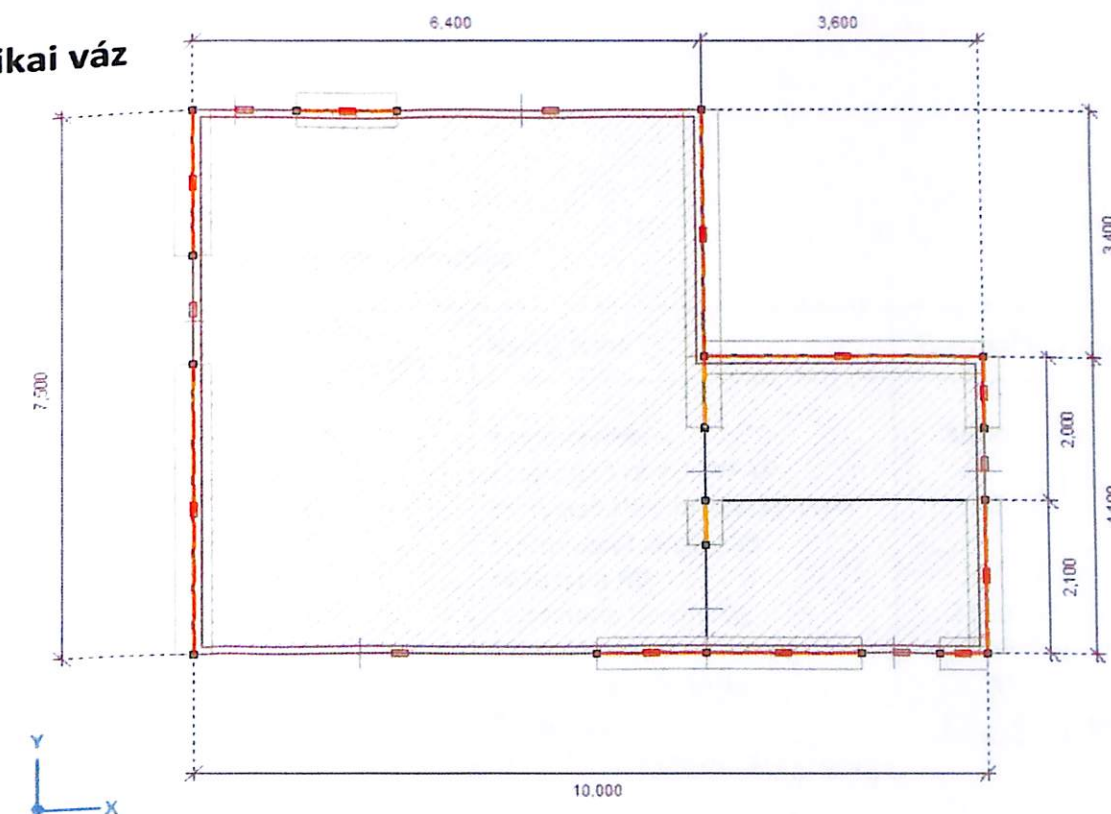
Az alkalmazott betonacél minőség:

B500

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

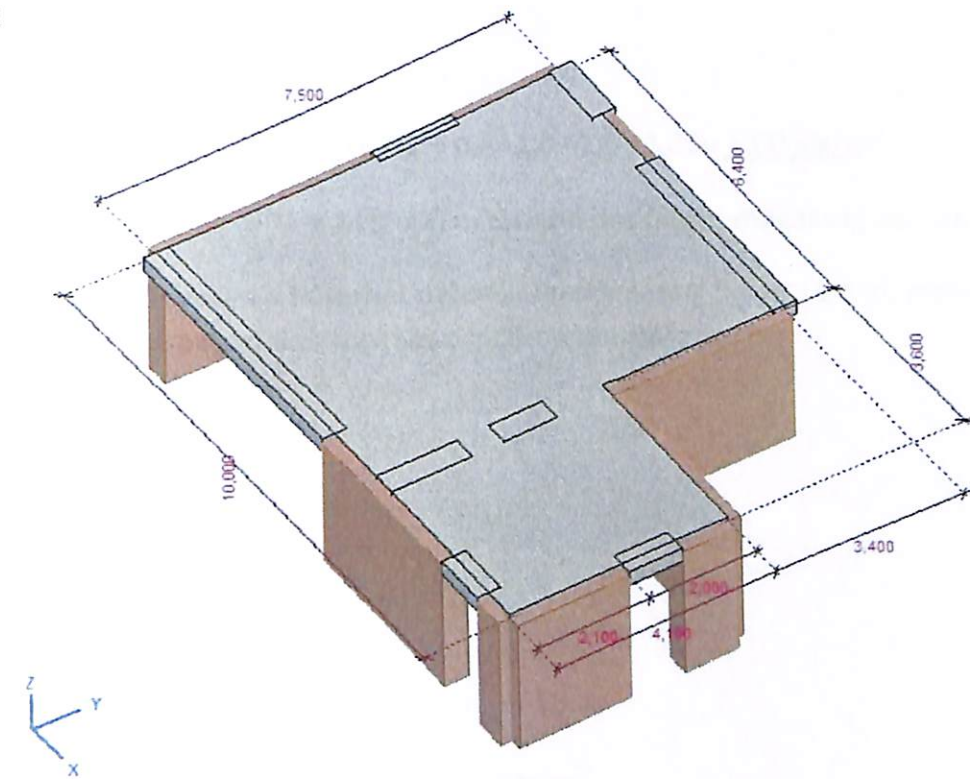
$$f_{yk} = 435 \text{ N/mm}^2$$

Statikai váz



16. ábra: 0+5,70 m födém statikai váz

Statikai váz



17. ábra: 0+5,70 m földem statikai váz 3d

Terhek

Állandó terhek

0+5,70 Záró földem súlyelemzése

Sorszám	Réteg vastagság	Réteg neve	[kg/m ³]	g_k [kg/m ²]
1.	5,0	Kavicsterítés	1800	90
2.		Elválasztó réteg TYPAR		
3.	12	Extrudált PS hab hőszigetelés	150	18
4.		EPDM lepel szigetelés		
5.		Műanyag filc		
6.	12	Lejtéstadó beton rtg.	2200	264
7.	18	Monolit vasbeton lemez	2500	450
8.	1,0	Mennyezet glettelés	2100	21
		Összesen:	$\Sigma g_k =$	843

18. ábra: 0+5,70 m földem rétegtrendje

Esetleges terhek

Meteorológiai teher

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,25 = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2 \quad M \leq 400 \text{ m tengersizint feletti magasság esetén}$$

Megjegyzés: A földemen a hóterhet parciális leterheléssel helyeztem el, amivel a mértékadó igénybevételeket kaptam a földém számítása során.

Hózug-teher

$$l_s = \min\{5m; 2h\} = \{5; 2 * 1,5\} = 3 \text{ m} < 15 \text{ m}$$

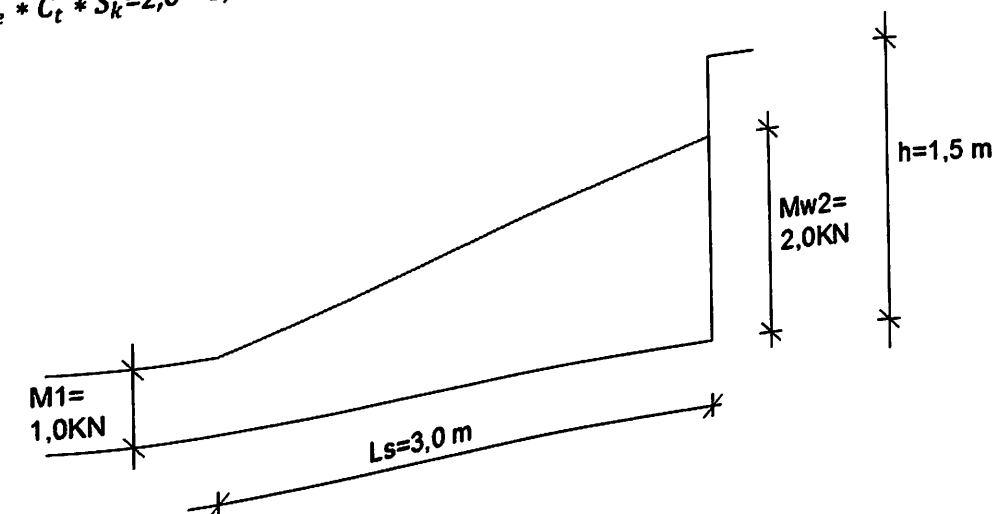
$$S_k = 0,25 * \left(1 + \frac{99,5 \text{ m}}{100}\right) = 0,498 \text{ kN/m}^2 < 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$S_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$v_{sen} = 2 \text{ kN/m}^2 \text{ a megülepedett hó térfogatsúlya}$$

$$M_{w2} = \left\{2,0; \frac{v_{sen} * h}{S_k}\right\} = \min\left\{2,0; \frac{2 * 3}{1,25}\right\} = 2,0 \text{ kN}$$

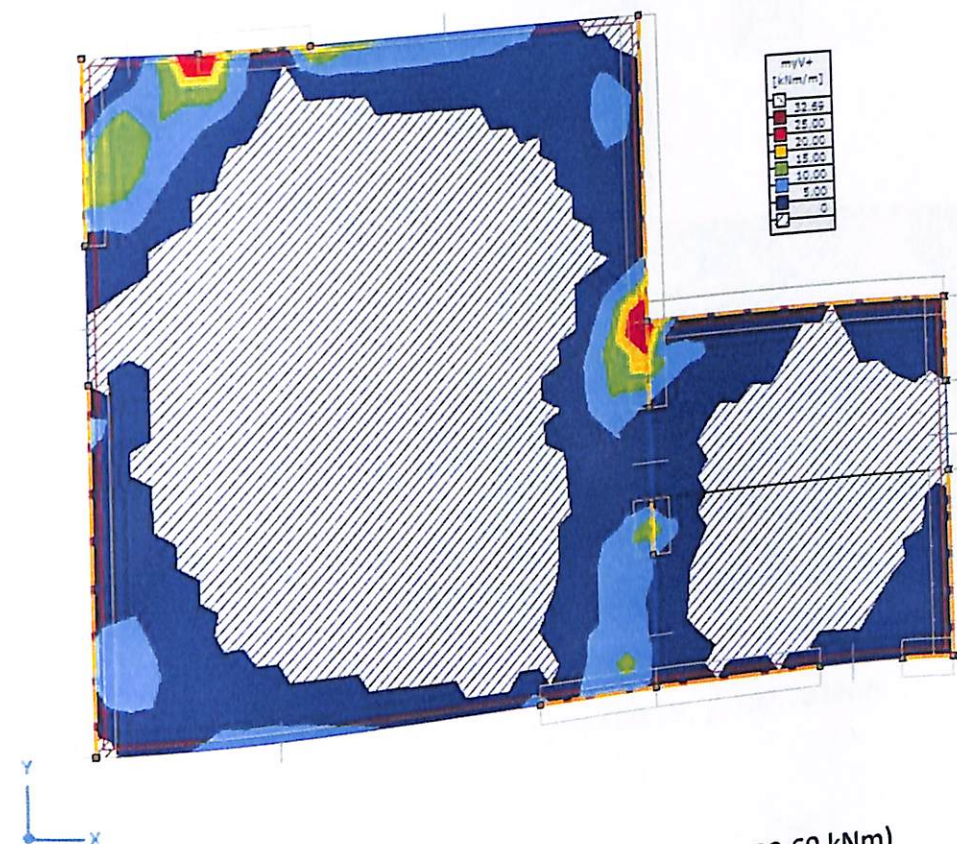
$$S = M_{w2} * C_e * C_t * S_k = 2,0 * 1,0 * 1,0 * 1,25 = 2,5 \text{ kN/m}^2$$



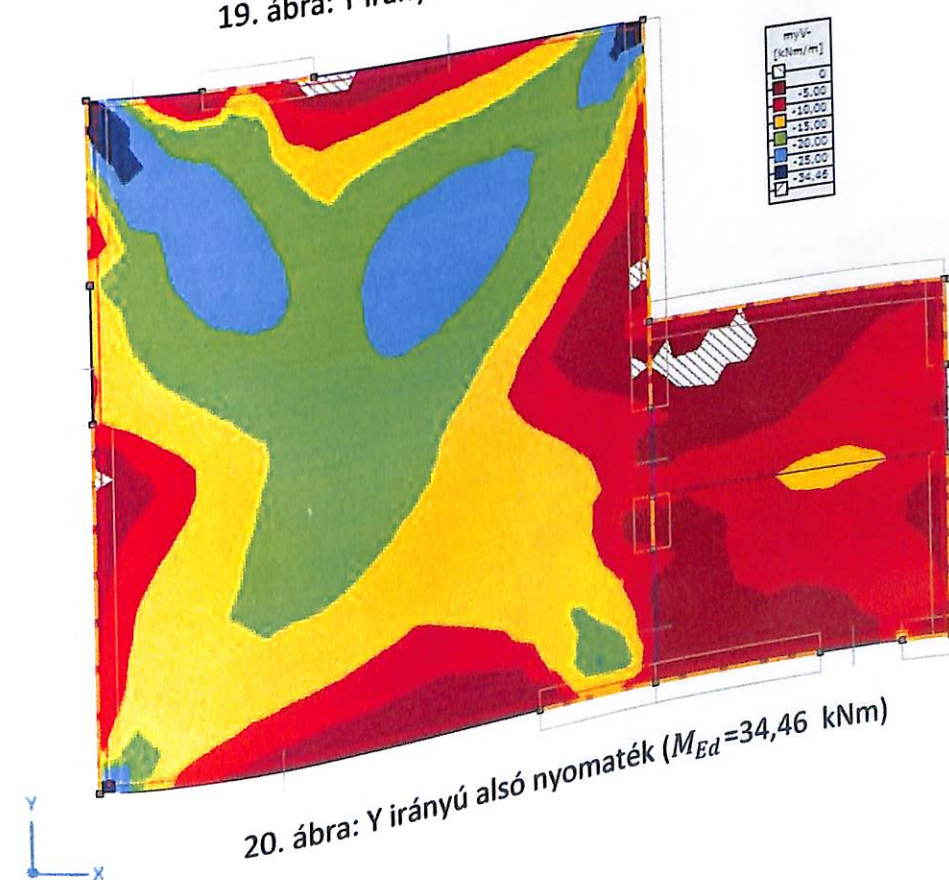
18. ábra: Hózug-teher

Igénybevételek

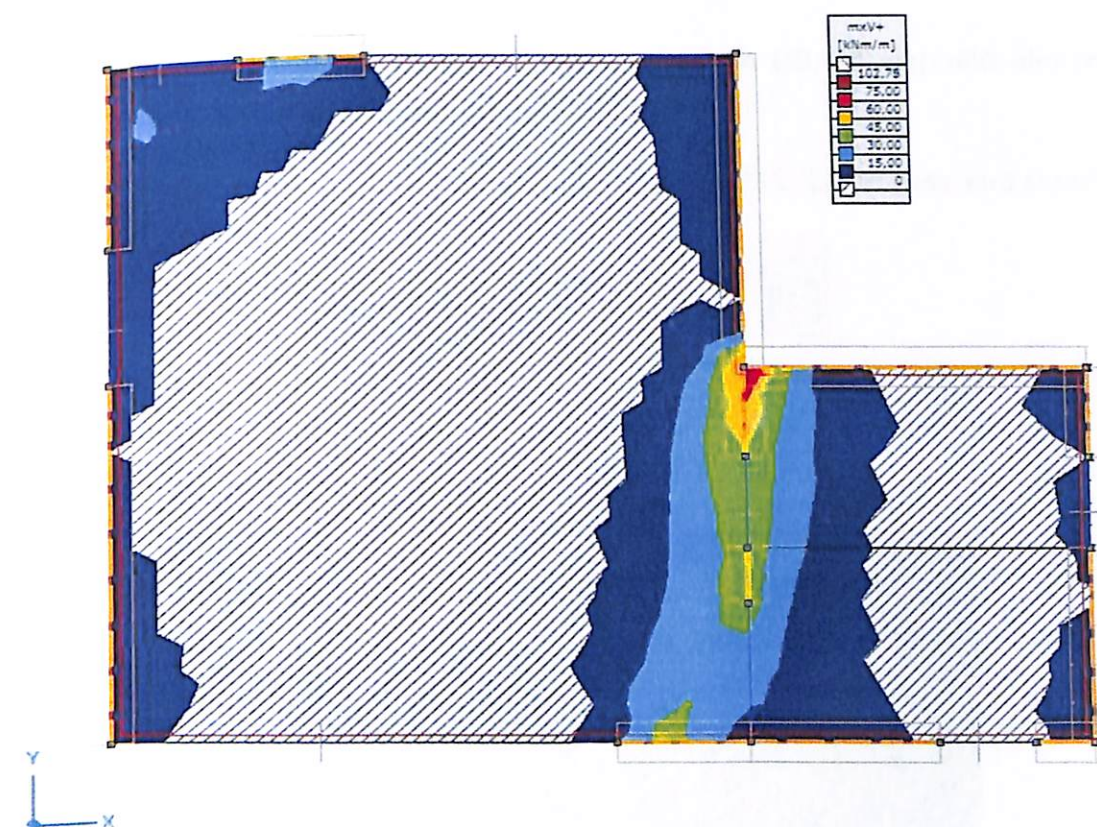
A tartó igénybevételeit AxisVM szoftverrel határozom meg.



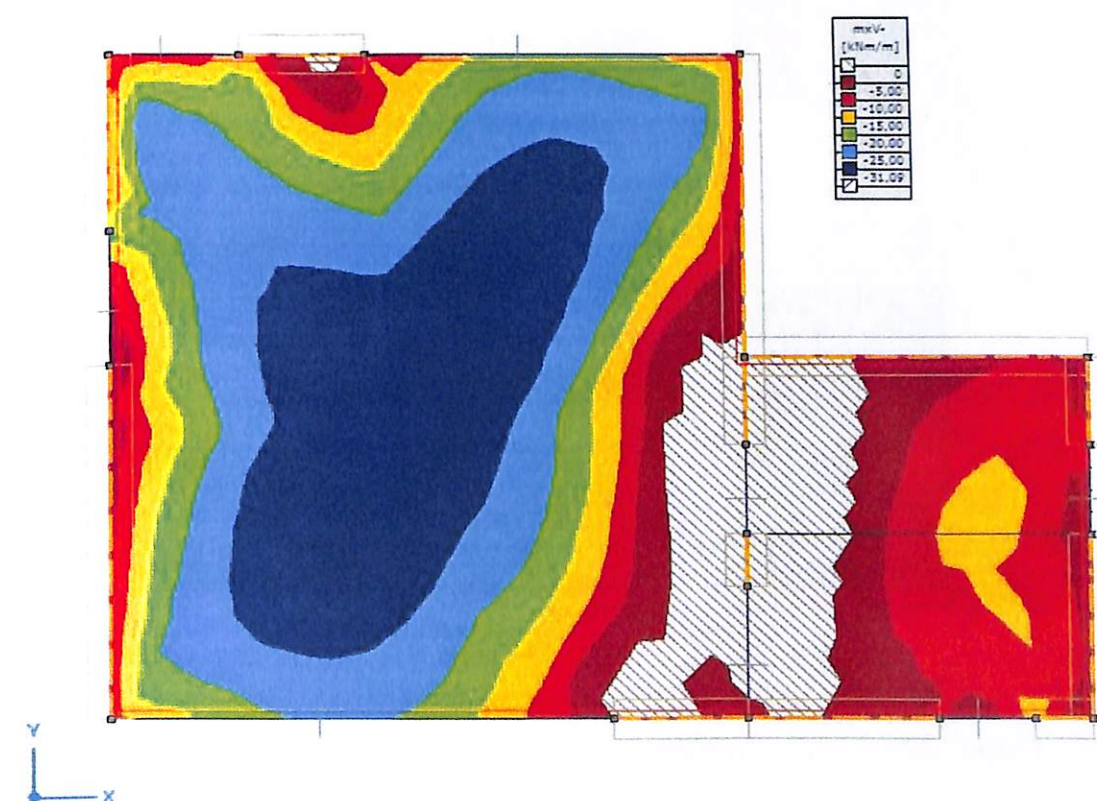
19. ábra: Y irányú felső nyomaték ($M_{Ed} = 32,69$ kNm)



20. ábra: Y irányú alsó nyomaték ($M_{Ed} = 34,46$ kNm)



21. ábra: X irányú felső nyomaték ($M_{Ed}=102,78$ kNm)

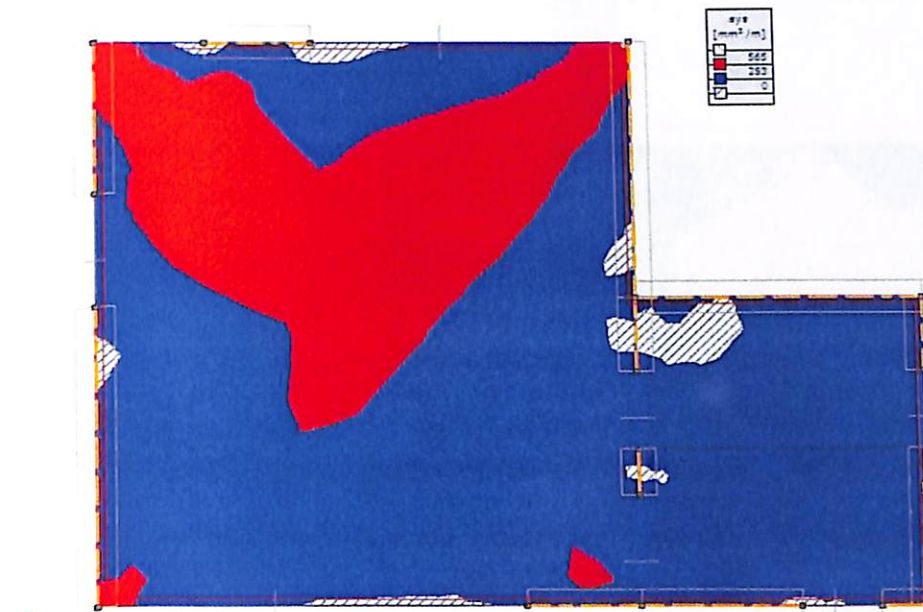


22. ábra: X irányú alsó nyomaték ($M_{Ed}=31,09$ kNm)

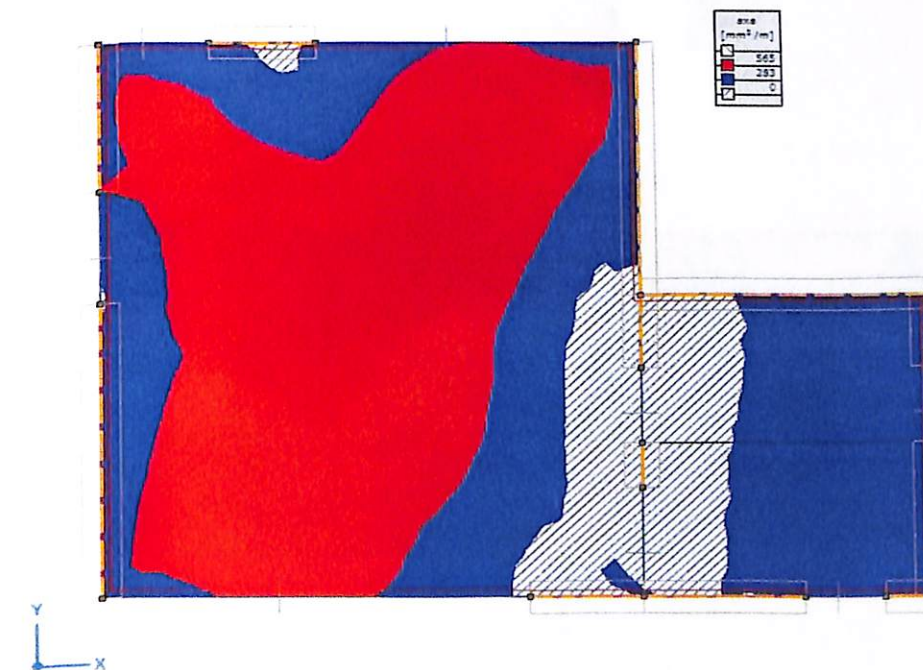
Szükséges vasalás

Az alkalmazott színskála beállításai: A kék területeken Ø8/20 alapháló alkalmazása, ezen felül erősítő vasalással követem a nyomatéki ábrát.

A pirossal jelzett helyen a Ø8/20-as alapháló vasalást Ø12/20-as vasalásra cserélem



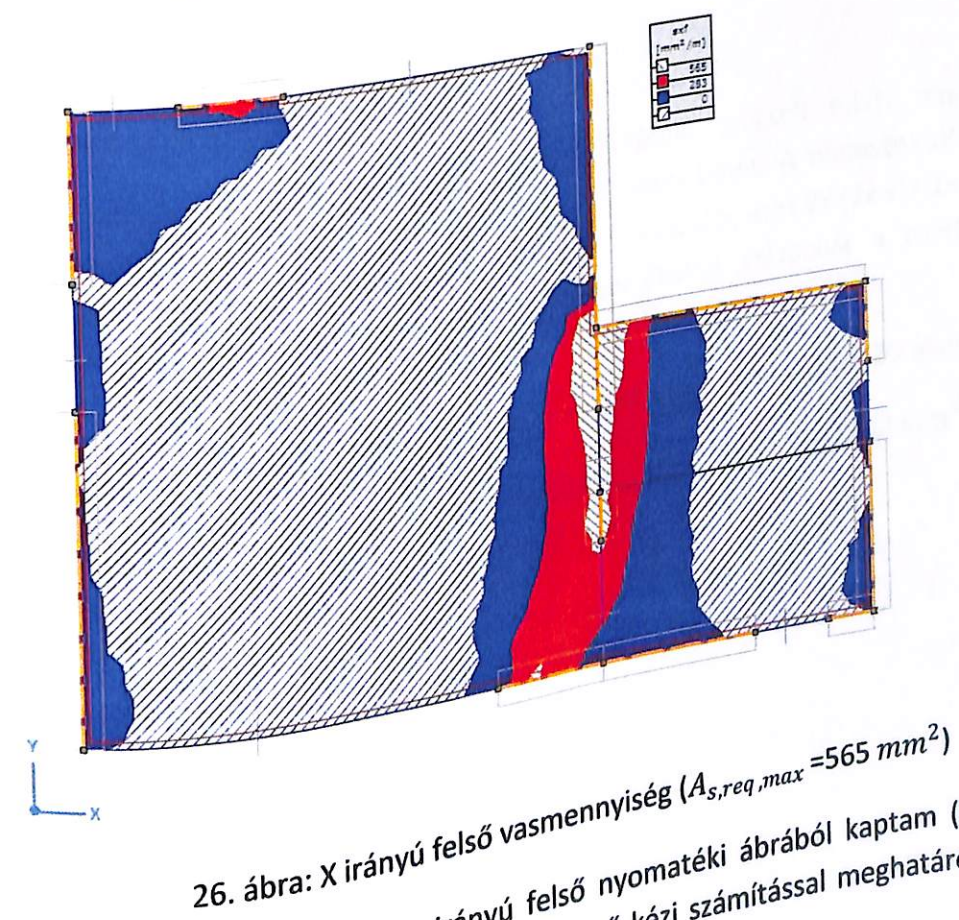
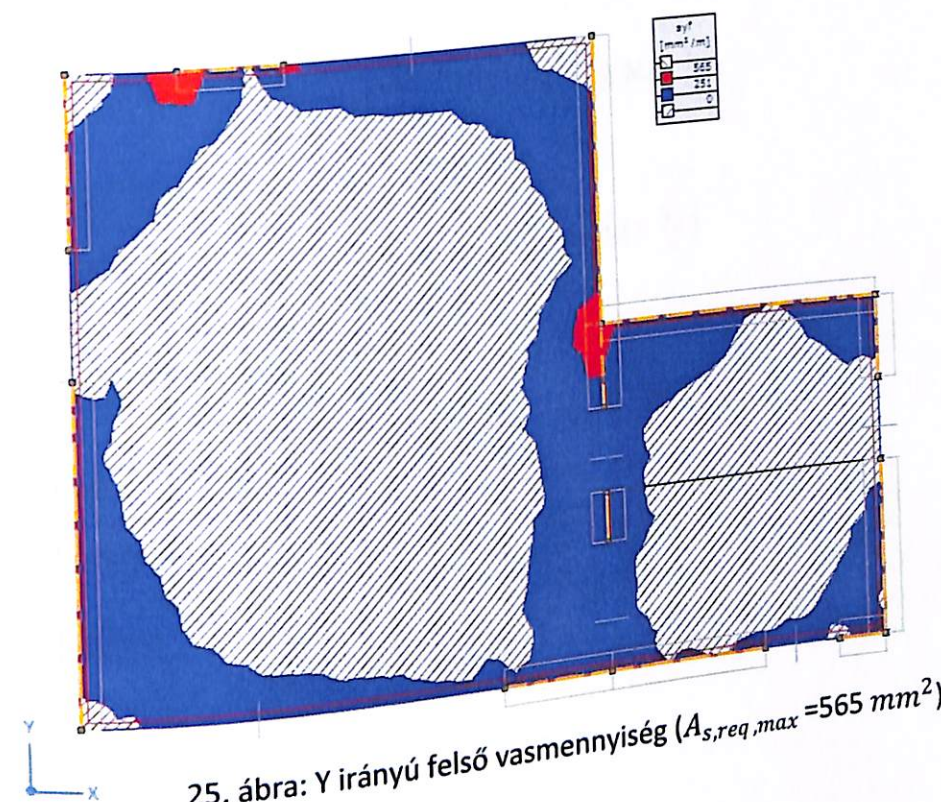
23. ábra: Y irányú alsó vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565mm^2$)



24. ábra: X irányú alsó vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565mm^2$)

Az alkalmazott színskála beállításai: A kék területeken Ø8/20 alapháló alkalmazása, ezen felül erősítő vasalással követem a nyomatéki ábrát.

A pirossal jelzett helyen a Ø8/20-as alapháló vasalást Ø12/20-as vasalásra cserélem.



A mértékadó igénybevételt az x irányú felső nyomatéki ábrából kaptam (lásd: 21. ábra), melynek értéke: $M_{Ed,max} = 102,78 \text{ kNm}$. Ellenőrző kézi számítással meghatározom az ezen a ponton szükséges vasalás mennyiségét.

$$d = 180 - 25 - 8 = 147 \text{ mm}$$

$$\sum M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$102,78 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$102,78 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 1000 \cdot x_c \cdot 13,3 \cdot \left(147 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$x_c^2 - 294 \cdot x_c + 15455,63 = 0$$

$$x_{c1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{294 \pm \sqrt{294^2 - 4 \cdot 15455,63}}{2 \cdot 1} = 68,55 \text{ mm}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} - A_{sreq} \cdot f_{yd} = 0$$

$$1000 \cdot 68,55 \cdot 13,3 - A_{sreq} \cdot 435 = 0$$

$$A_{sreq} = 2095 \text{ mm}^2/\text{m} > 565 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Nem felel meg!

A támaszok felett kialakuló nagy nyomatéki csúcsok miatt nagyobb vasalási mennyiség szükséges, azonban ezt csökkenteni lehet. A támaszoktól mért mindkét irányban a lemezvastagság kétszeresének a hosszán, azaz $2x$ ($2x \cdot v = 2x \cdot 0,18 = 0,72$ m-en a szükséges vasmenyiség átlagértékével számolva a mértékadó helyen 843 mm^2 a szükséges vasmenyiség.

Az adott helyen $\emptyset 12/20$ -as megerősítés kell alkalmazni, a $\emptyset 12/20$ alapháló mellé.

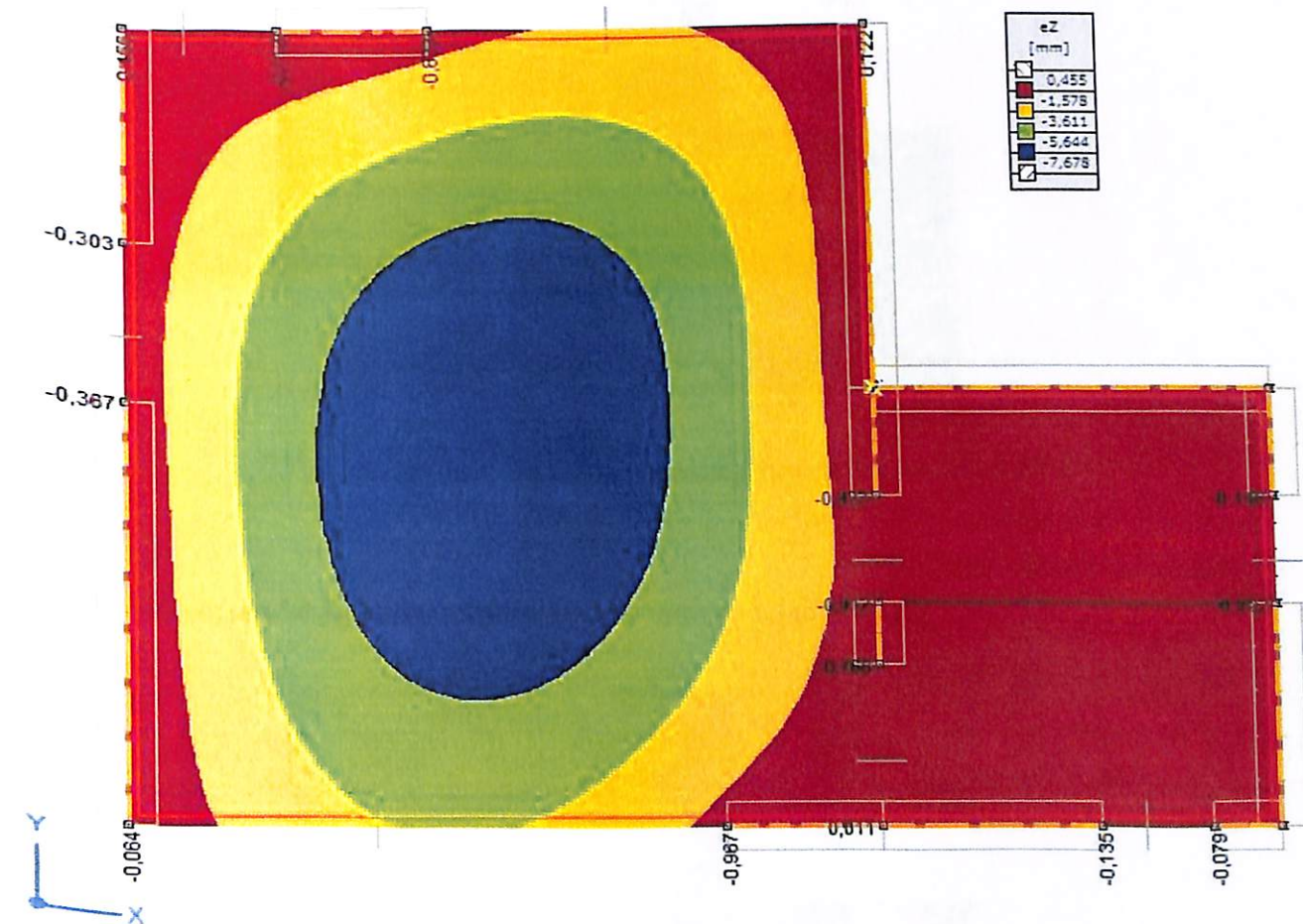
$$\emptyset 12/20 A_{sreq} = 565 \text{ mm}^2/\text{m} + \emptyset 12/20 A_{sreq} = 565 \text{ mm}^2/\text{m} = 1130 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$1130 \text{ mm}^2/\text{m} > 843 \text{ mm}^2/\text{m}$$

MEGFELEL!

Használhatósági határállapot vizsgálata

Lehajlás: lineáris számítással határozom meg a lehajlás értékét AxisVM szoftver segítségével.



27. ábra: A lehajlás maximális értéke: 7,67 mm

A lehajlás határértéke

Sima felület (síklemez födém) esetén: $w_{eng} = \frac{l}{200} = \frac{7500}{200} = 37,5 \text{ mm}$

$$w \leq w_{eng}$$

$$w = 7,67 \text{ mm} \leq w_{eng} = 37,5 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

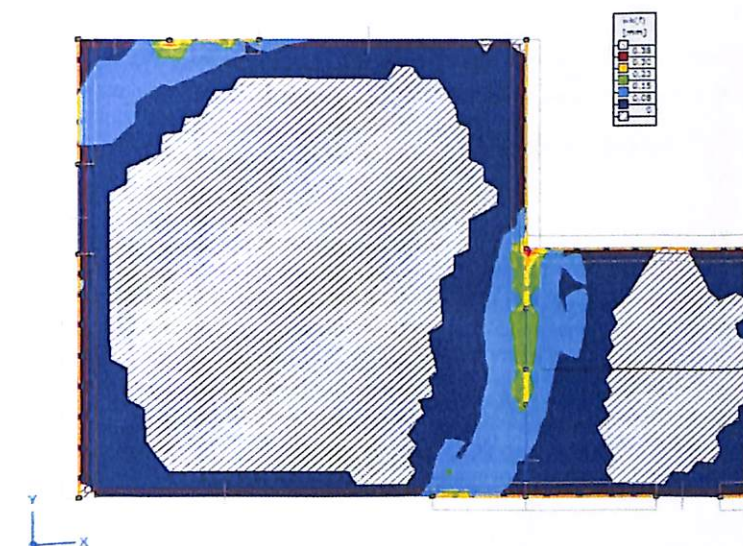
Repedéstágasság

Az alsó repedéstágasság a betonacél tengelyvonalában $w_k(a)$.



28. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,36 mm.

A felső repedéstágasság a betonacél tengelyvonalában $w_k(f)$.



29. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,38 mm.

A repedéstágasság határértéke

$$w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm}$$

$$w_{ka} = 0,36 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$w_{kf} = 0,38 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

4. 0+4,20 m Közbenső földem méretezése

Kiindulási adatok

A 0+4,20 m záróföldem monolit vasbeton szerkezetű. A merevítő falak vonal menti megtámasztást biztosítanak a földemnek, melyeket csuklós támasznak feltételeztem. A földem hajlítási vasalását határozom meg.

A betonfedés értéke 25mm. A monolit vasbeton lemez vastagsága 18,0 cm.

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-16-F2

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{c,eff} = 8,5 \text{ kN/mm}^2$$

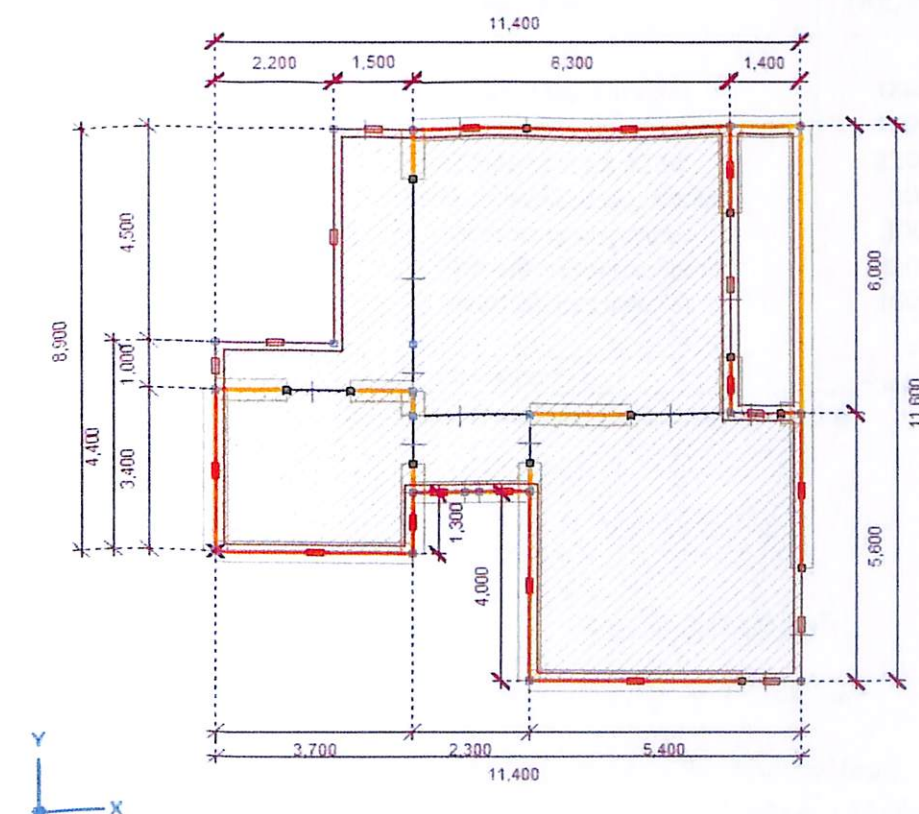
Az alkalmazott betonacél minőség:

B500

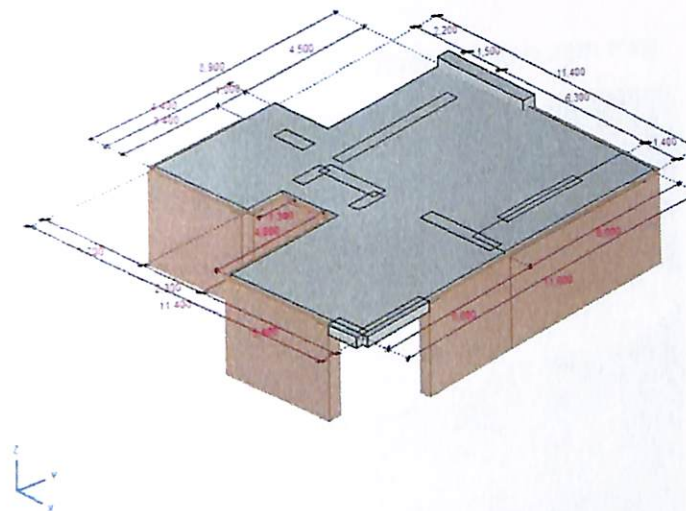
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} = 435 \text{ N/mm}^2$$

Statikai váz



30. ábra: 0+4,20 földem statikai váz



31. ábra: 0+4,20 födém statikai váz 3d

Terhek

Állandó terhek

0+4,20m födém súlyelemzése

Sorszám	Réteg vastagság	Réteg neve	[kg/m ³]	g_k [kg/m ²]
1.	1,0	Kerámia lap burkolat	1800	18
2.	0,5	Ragasztó+aljatkieggyen. rtg.	1600	8
3.	6,0	Aljzatbeton C8 32 kk	2200	132
4.	1,0	Technológiai szigetelés	10	0,1
5.	3,0	Lépéshang szigetelés	300	9
6.	18	Monolit vasbeton lemez	2500	450
7.	2,0	Mészhabarcs vakolat	1600	32
Összesen:			$\Sigma g_k =$	650

32. ábra: 0+4,20m födém rétegrendje

Esetleges terhek

Hasznos teher

$$q_h = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Az épület funkciója: Lakás:

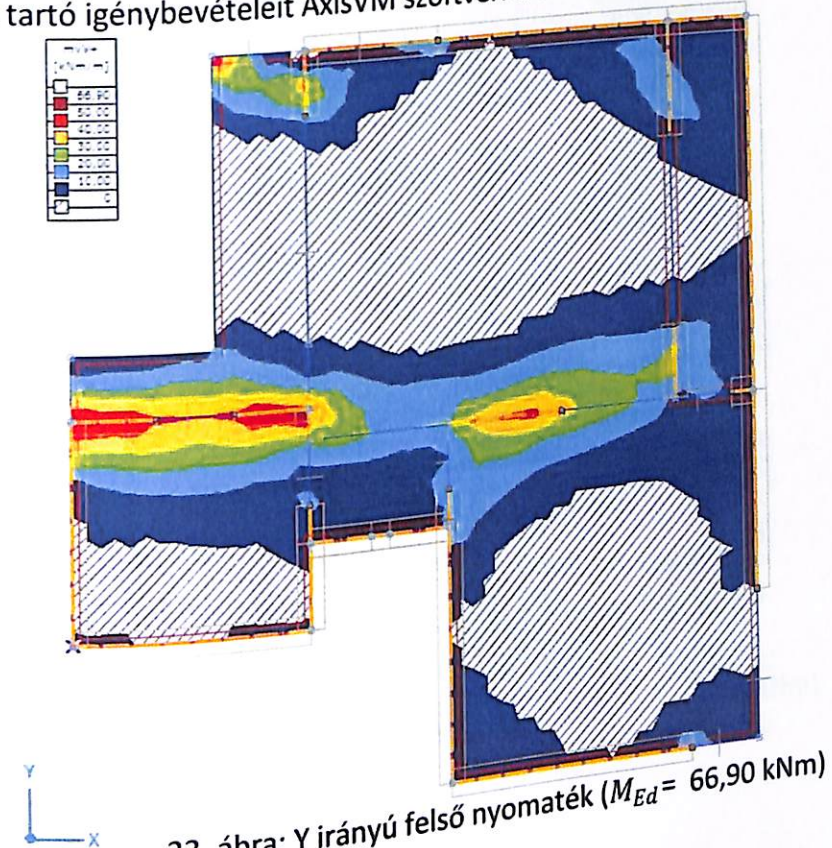
$$q_{vfal} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Válaszfal teher:

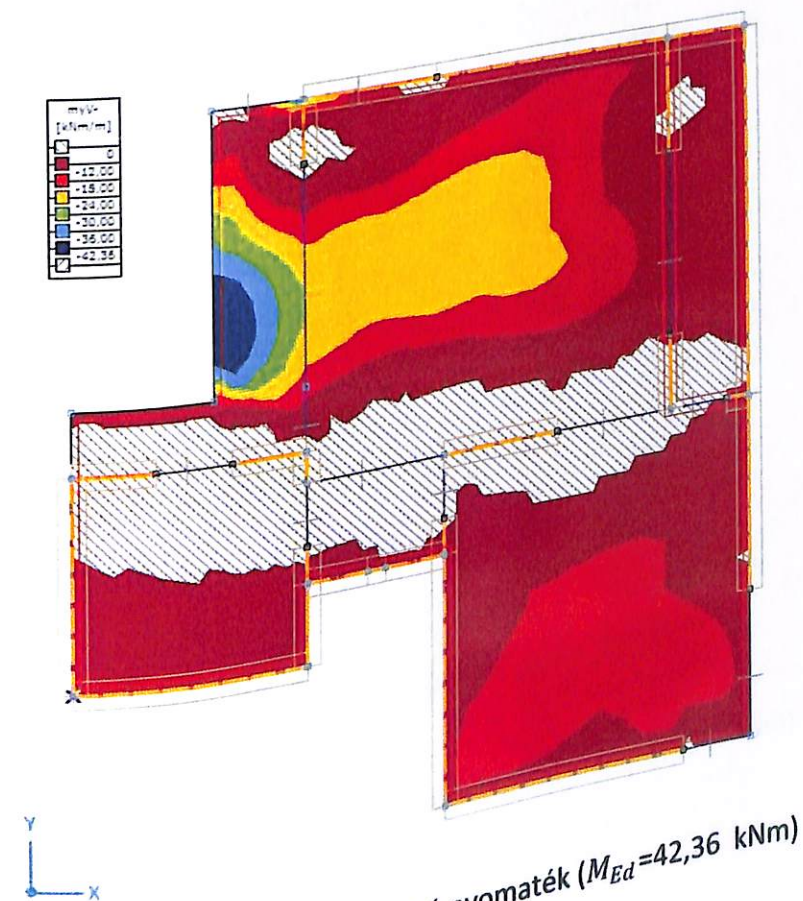
Megjegyzés: A födémen az Lakás terhét parciális leterheléssel, sakktábla szerűen helyeztem el, amivel a mértékadó igénybevételeket kaptam a födém számítása során.

Igénybevételek

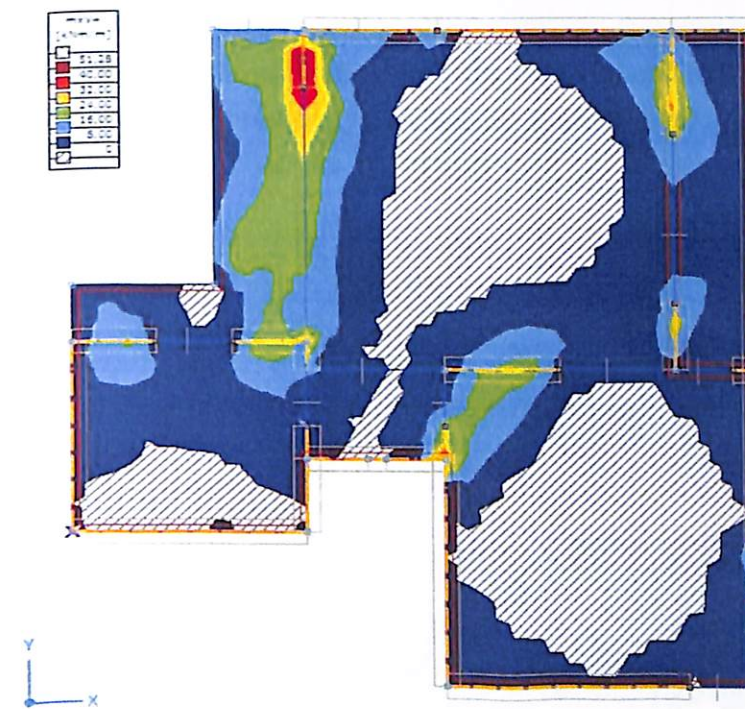
A tartó igénybevételeit AxisVM szoftverrel határozom meg.



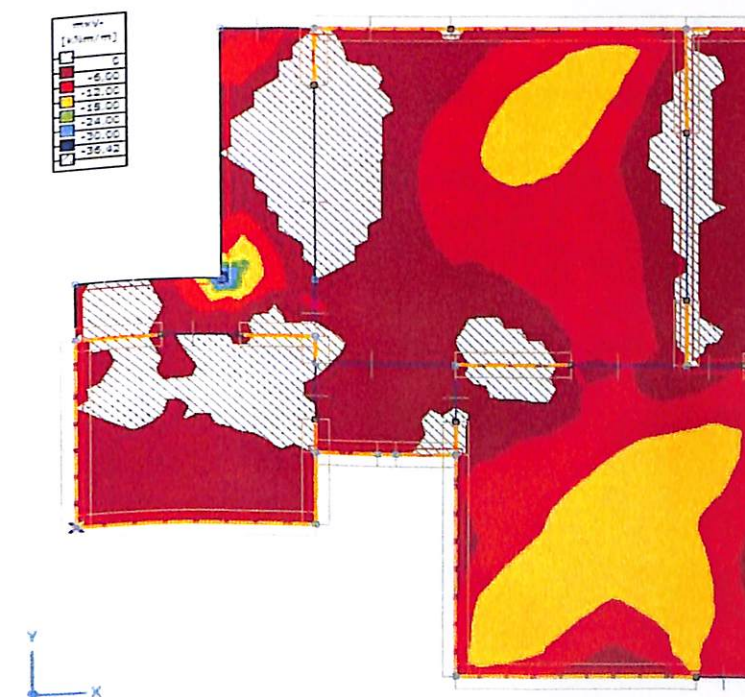
33. ábra: Y irányú felső nyomaték ($M_{Ed} = 66,90$ kNm)



34. ábra: Y irányú alsó nyomaték ($M_{Ed} = 42,36$ kNm)



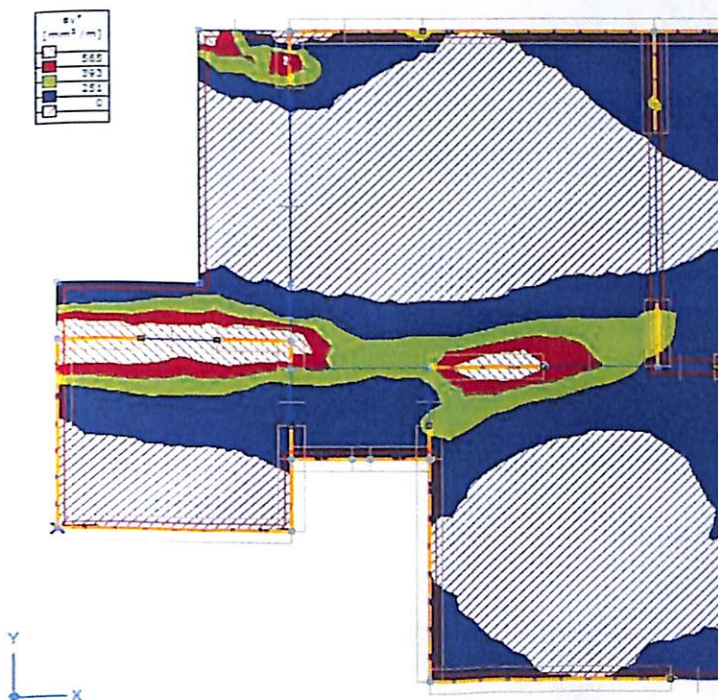
35. ábra: X irányú felső nyomaték ($M_{Ed}=51,28$ kNm)



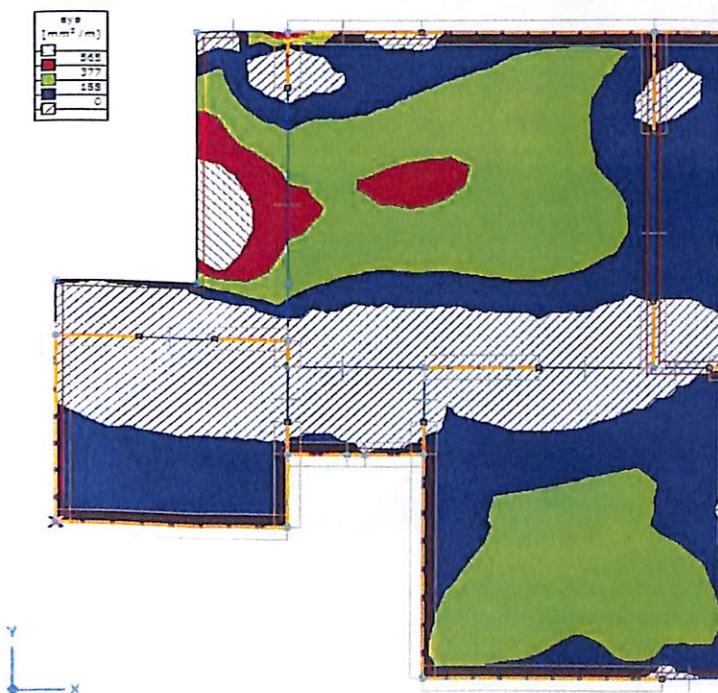
36. ábra: X irányú alsó nyomaték ($M_{Ed}=36,42$ kNm)

Szükséges vasalás

Az alkalmazott színskála beállításai: A kék területeken Ø8/20 alapháló alkalmazása, A zölddel jelzett területeken Ø10/20 , és a piros területeken Ø12/20 -as vasalás alkalmazása. Ezen felül, ha szükséges a Ø12/20 alaphálót Ø8/20-as vasalással erősítem.



37. ábra: Y irányú felső vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565mm^2$)



38. ábra: Y irányú alsó vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565mm^2$)

A mértékadó igénybevételt az y irányú felső nyomatéki ábrából kaptam (lásd 33. ábra), melynek értéke: $M_{Ed,max} = 66,90 \text{ kNm}$. Ellenőrző kézi számítással meghatározom az ezen a ponton szükséges vasalás mennyiségét.

$$d = 180 - 25 - 8 = 147 \text{ mm}$$

$$\sum M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$66,90 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$66,90 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 1000 \cdot x_c \cdot 13,3 \cdot \left(147 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$x_c^2 - 294 \cdot x_c + 10060,15 = 0$$

$$x_{c1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{294 \pm \sqrt{294^2 - 4 \cdot 10060,15}}{2 \cdot 1} = 39,48 \text{ mm}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} - A_{sreq} \cdot f_{yd} = 0$$

$$1000 \cdot 39,48 \cdot 13,3 - A_{sreq} \cdot 435 = 0$$

$$A_{sreq} = 1207,08 \text{ mm}^2/\text{m} > 565 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Nem felel meg!

A támaszok felett kialakuló nagy nyomatéki csúcsok miatt nagyobb vasalási mennyiség szükséges, azonban ezt csökkenteni lehet. A támaszoktól mért mind két irányban a lemezvastagság kétszeresének a hosszán, azaz $2x$ ($2x_v$) = $2 \cdot (2 \cdot 0,18) = 0,72 \text{ m}$ -en a szükséges vasmennyiség átlagértékével számolva a mértékadó helyen 816 mm^2 a szükséges vasmennyiség.

Az adott helyen $\emptyset 12/20$ -as megerősítés kell alkalmazni, $\emptyset 12/20$ alapháló mellé!

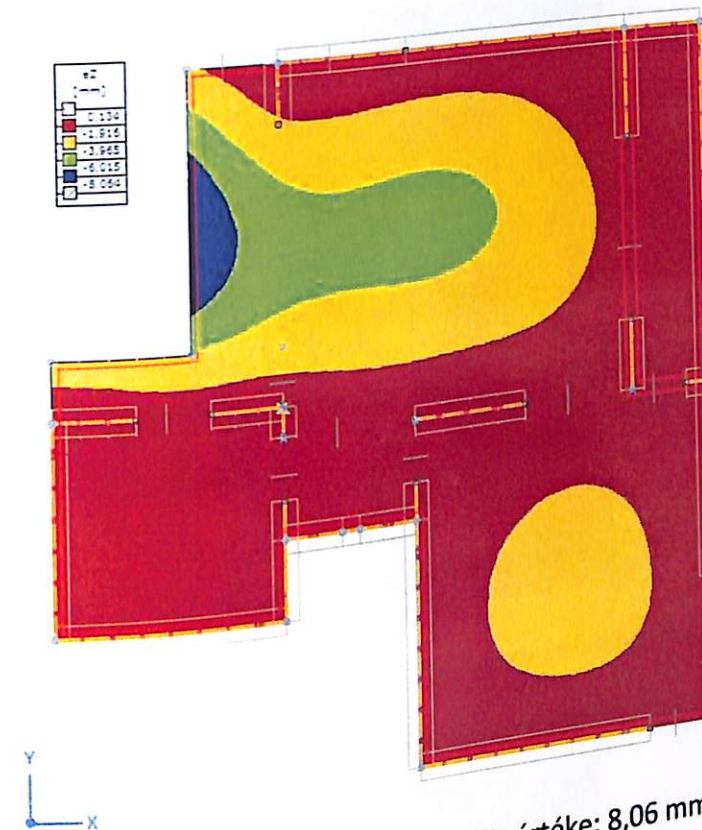
$$\emptyset 12/20 A_{sreq} = 565 \text{ mm}^2/\text{m} + \emptyset 12/20 A_{sreq} = 565 \text{ mm}^2/\text{m} = 1130 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$1130 \text{ mm}^2/\text{m} > 816 \text{ mm}^2/\text{m}$$

MEGFELEL!

Használhatósági határállapot vizsgálata

Lehajlás: Lineáris számítással határozom meg a lehajlás értékét AxisVM szoftver segítségével.



41. ábra: A lehajlás maximális értéke: 8,06 mm

A lehajlás határértéke

Sima felület (síklemez födém) esetén:

$$w_{eng} = \frac{l}{200} = \frac{4500}{200} = 22,5 \text{ mm}$$

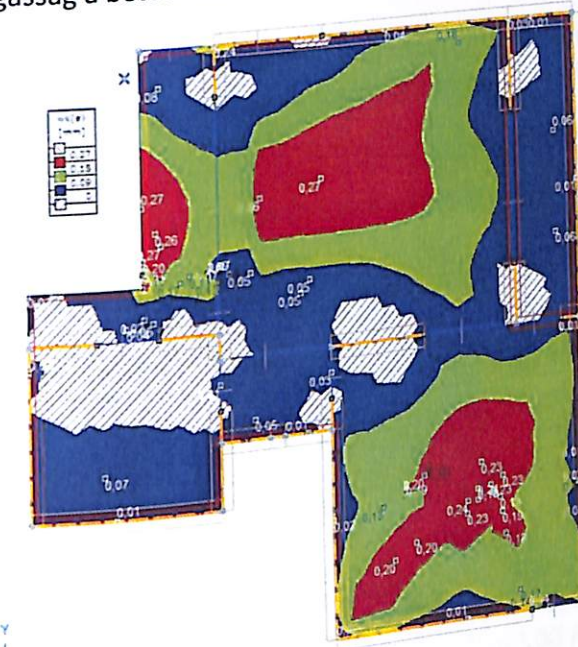
$$w \leq w_{eng}$$

$$w = 8,06 \text{ mm} \leq w_{eng} = 22,5 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

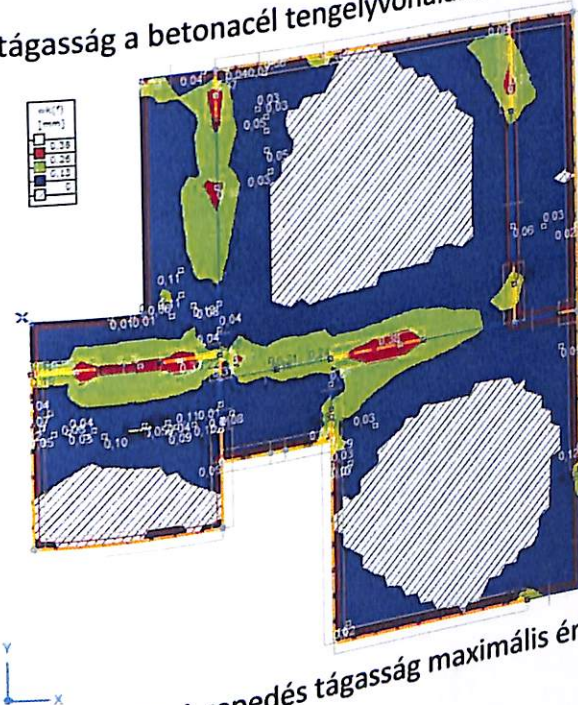
Repedéstágasság

Az alsó repedéstágasság a betonacél tengelyvonalában $w_k(a)$.



42. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,27 mm

A felső repedéstágasság a betonacél tengelyvonalában $w_k(f)$.



43. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,38 mm

A repedéstágasság határértéke

$$w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm}$$

$$w_{ka} = 0,27 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$w_{kf} = 0,38 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

5. 0+2,70 m Közbenső födém méretezése

Kiindulási adatok

A 0+2,70 m födém monolit vasbeton szerkezetű. A falak vonal menti megtámasztást biztosítanak a födémnek, melyeket csuklós támasznak feltételeztem. A födém hajlítási vasalását határozom meg.

A betonfedés értéke 25mm. A monolit vasbeton lemez vastagsága 14,0 cm.

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-16-F2

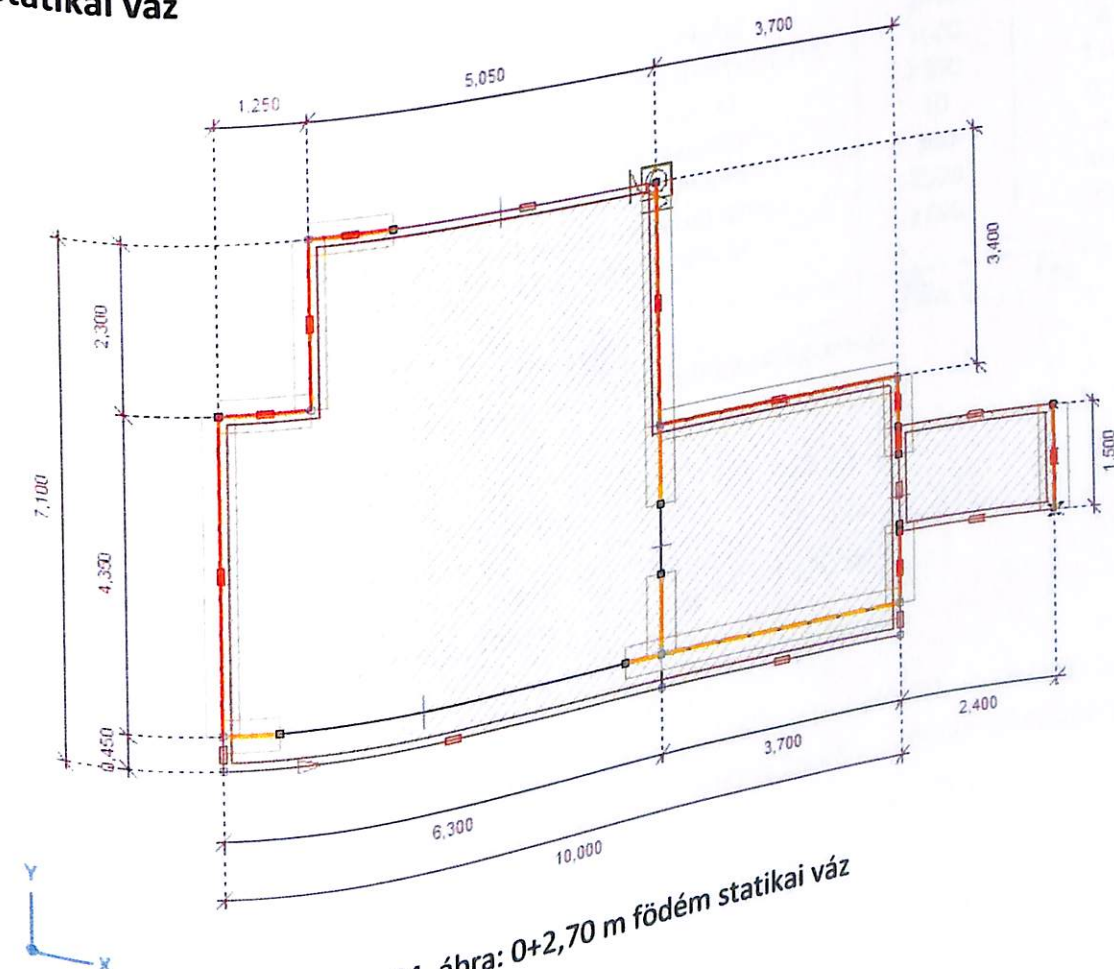
$$\begin{aligned} f_{ck} &= 20,0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{cd} &= 13,3 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ctd} &= 1,0 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ctm} &= 2,2 \text{ N/mm}^2 \\ f_{bd} &= 2,3 \text{ N/mm}^2 \\ E_{c,eff} &= 8,5 \text{ kN/mm}^2 \end{aligned}$$

Az alkalmazott betonacél minőség:

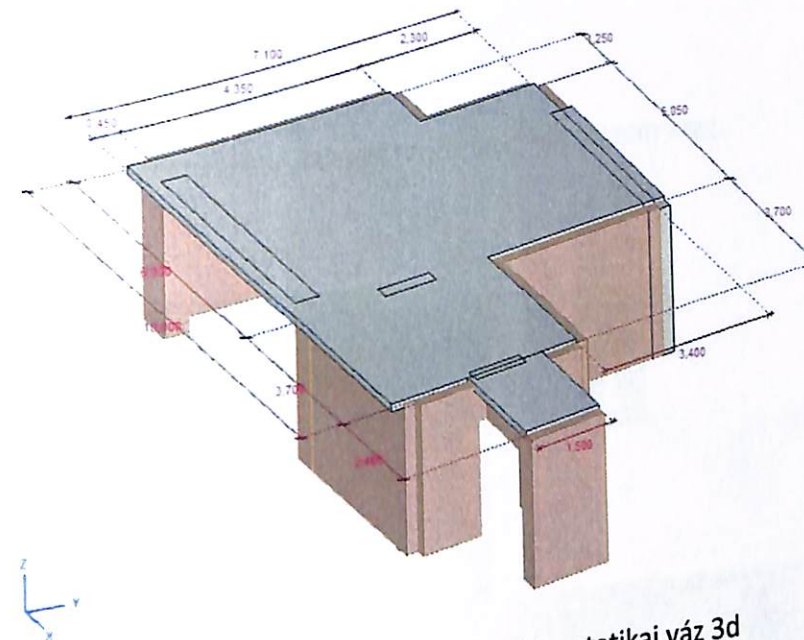
B500

$$\begin{aligned} f_{yk} &= 500 \text{ N/mm}^2 \\ f_{yk} &= 435 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Statikai váz



44. ábra: 0+2,70 m födém statikai váz



45. ábra: 0+2,70 m földem statikai váz 3d

Terhek

Állandó terhek

0+2,70 m földem súlyelemzése

Sorszám	Réteg vastagság	Réteg neve	$[kg/m^3]$	$g_k [kg/m^2]$
1.	1,0	Kerámia lap burkolat	1800	18
2.	0,5	Ragasztó+aljazatkieg. rtg.	1600	8
3.	6,0	Aljzatbeton C8 32 kk	2200	132
4.	1,0	Technológiai szigetelés	10	0,1
5.	3,0	Lépcsőhang szigetelés	300	9
6.	14	Monolit vasbeton lemez	2500	350
7.	2,0	Mészhabarcs vakolat	1600	32
Összesen:			$\Sigma g_k =$	550

46. ábra: 0+2,70 m földem rétegrendje

Esetleges terhek

Hasznos teher

$$q_h = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Az épület funkciója: Lakás:

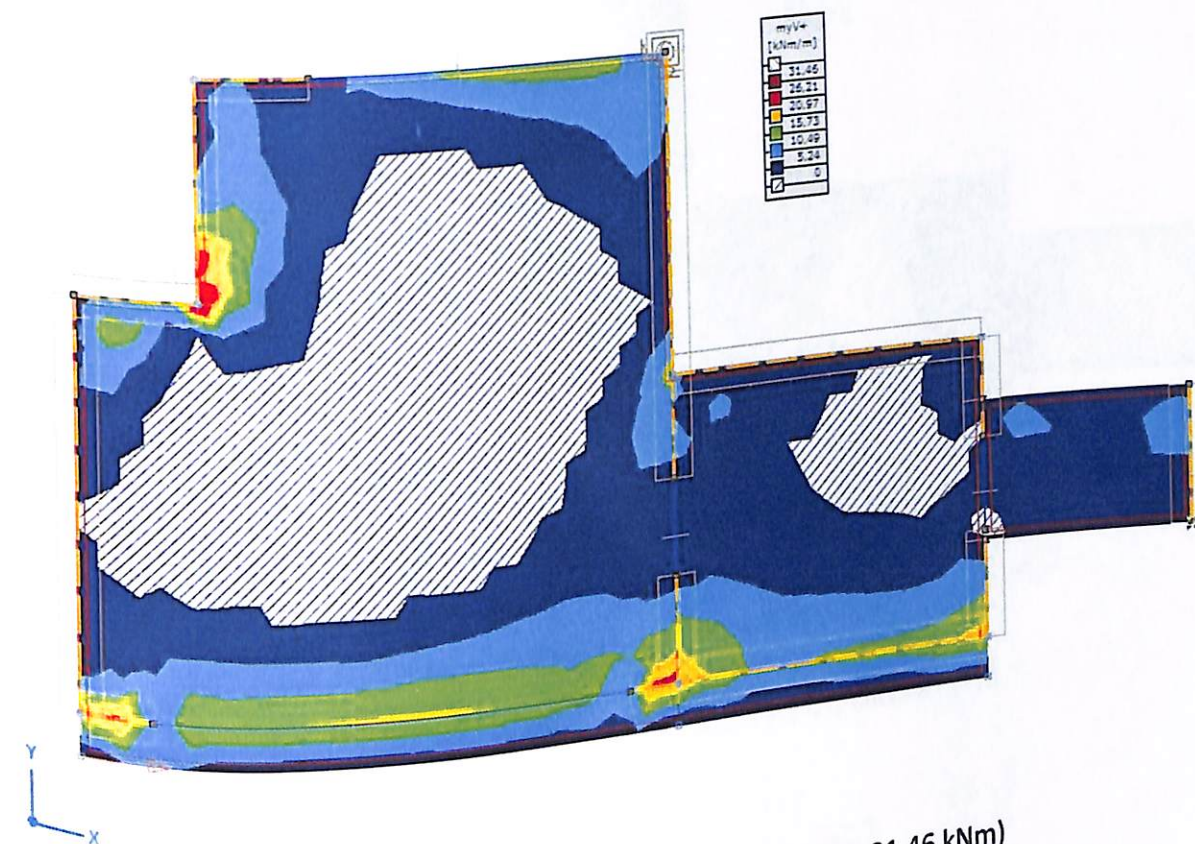
$$q_{vfal} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Válaszfal teher:

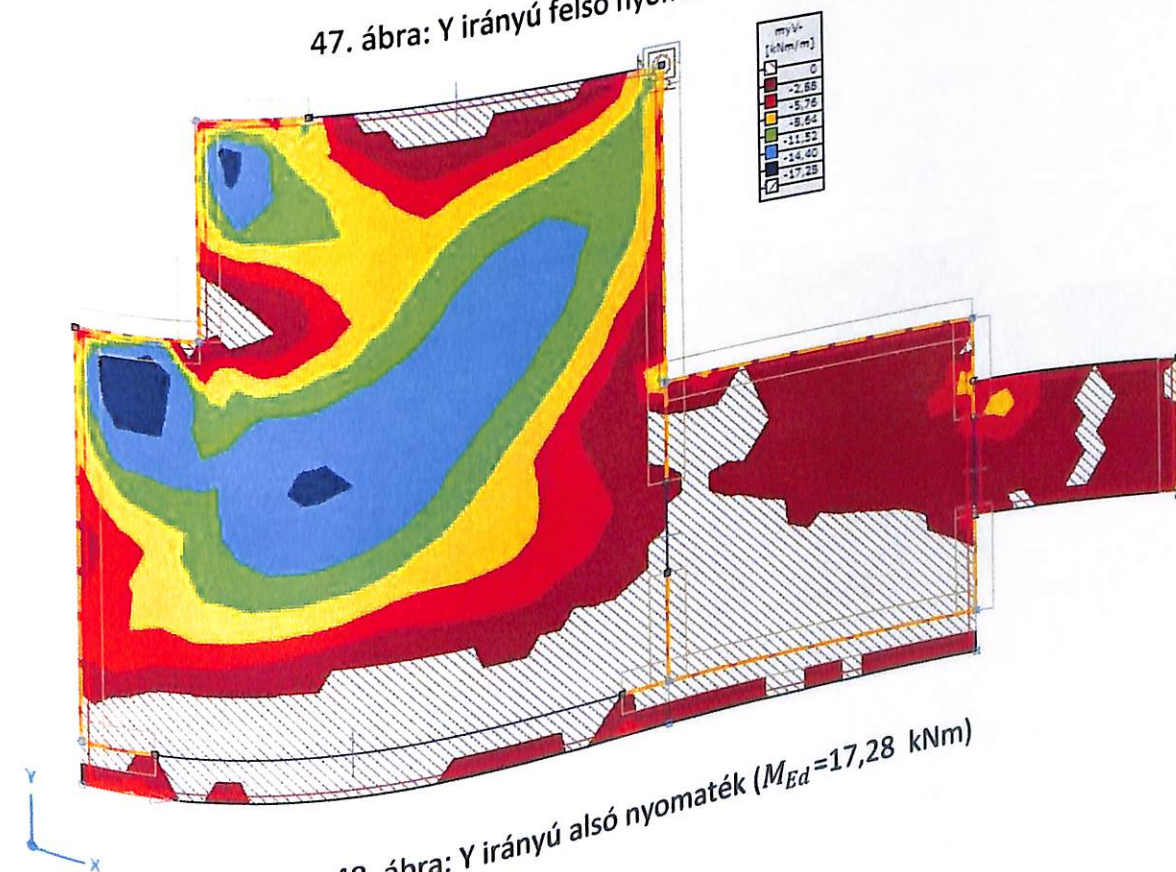
Megjegyzés: A földemen az Lakás terhét parciális leterheléssel, sakktábla szerűen helyeztem el, amivel a mértékadó igénybevételeket kaptam a földem számítása során.

Igénybevételek

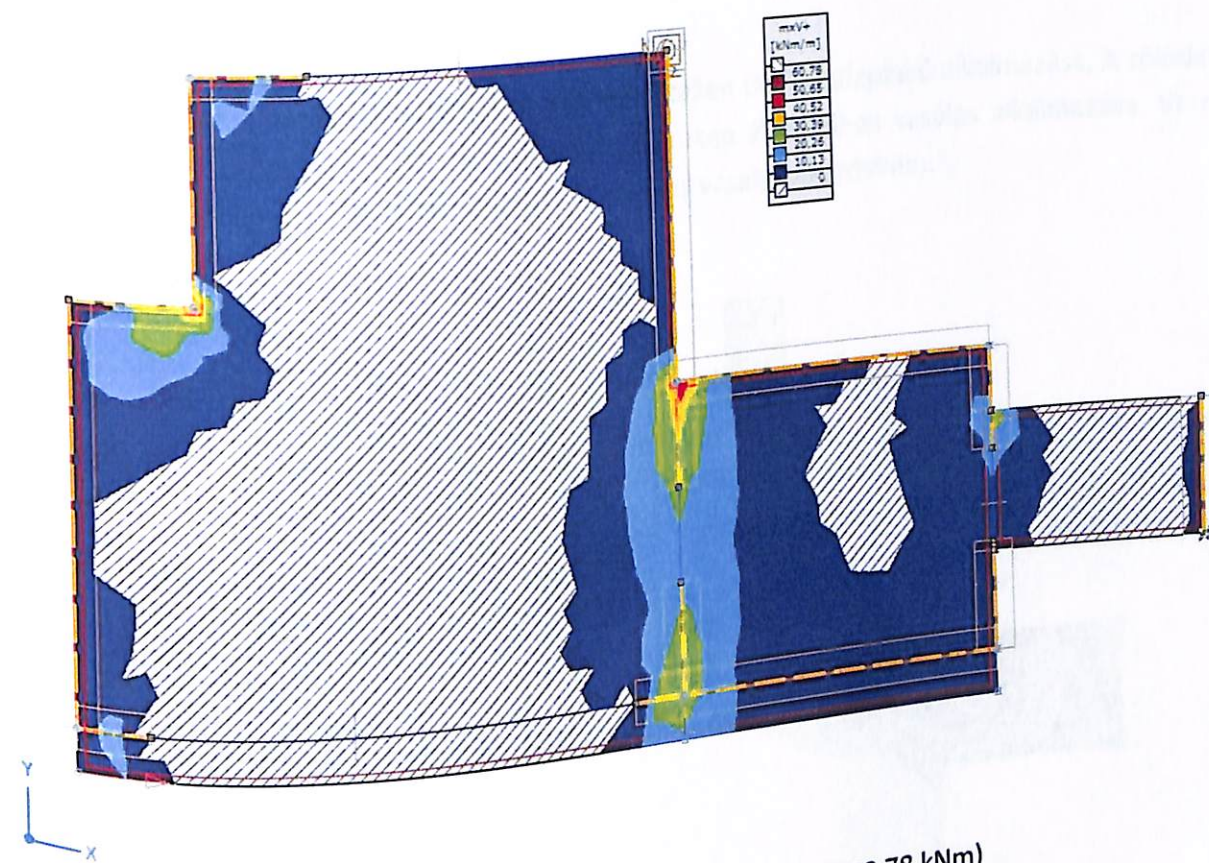
A tartó igénybevételeit AxisVM szoftverrel határozom meg.



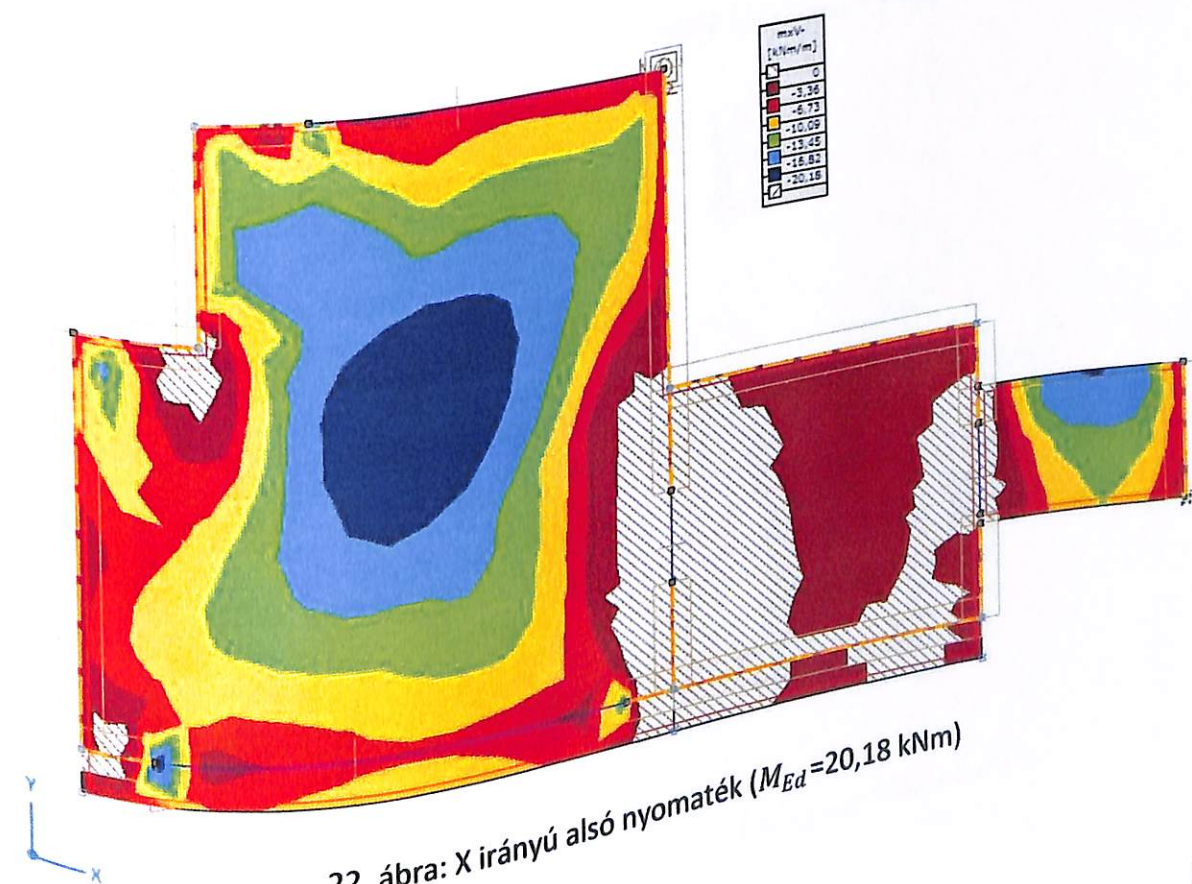
47. ábra: Y irányú felső nyomaték ($M_{Ed} = 31,46$ kNm)



48. ábra: Y irányú alsó nyomaték ($M_{Ed} = 17,28$ kNm)



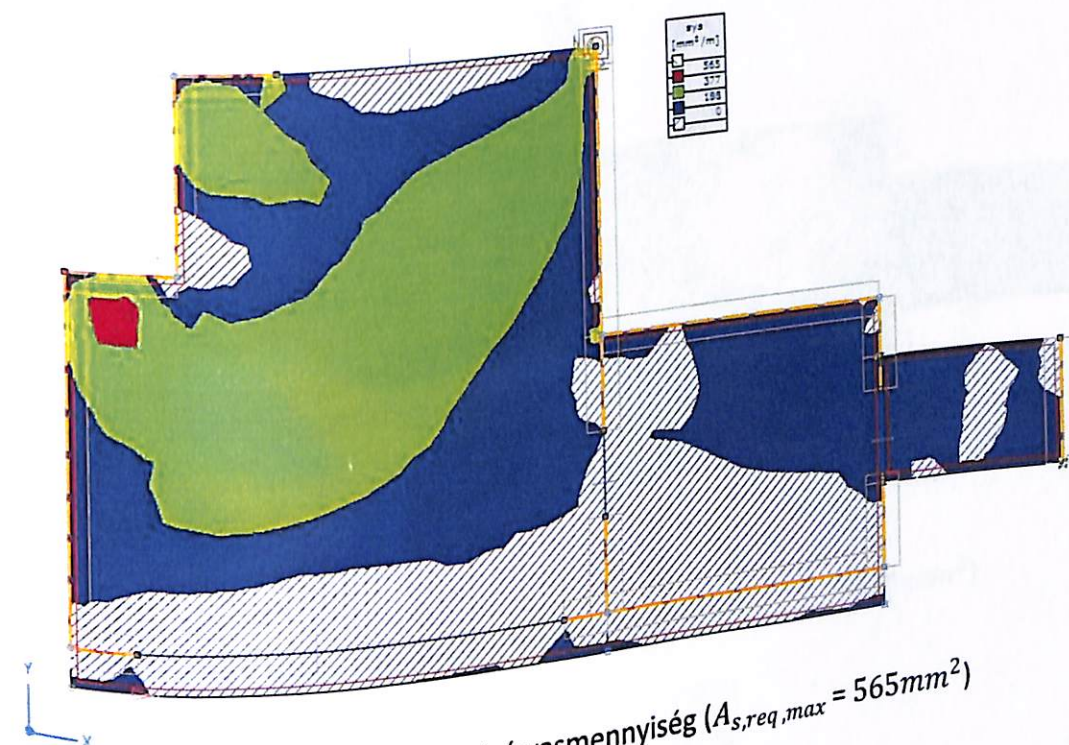
49. ábra: X irányú felső nyomaték ($M_{Ed}=60,78 \text{ kNm}$)



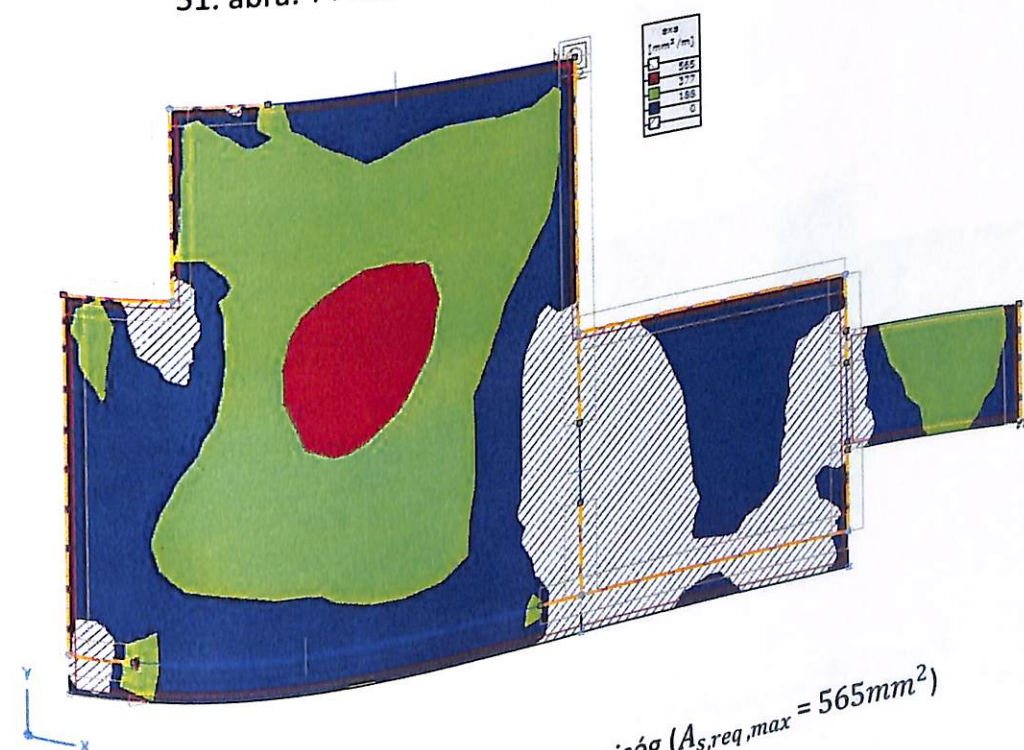
22. ábra: X irányú alsó nyomaték ($M_{Ed}=20,18 \text{ kNm}$)

Szükséges vasalás

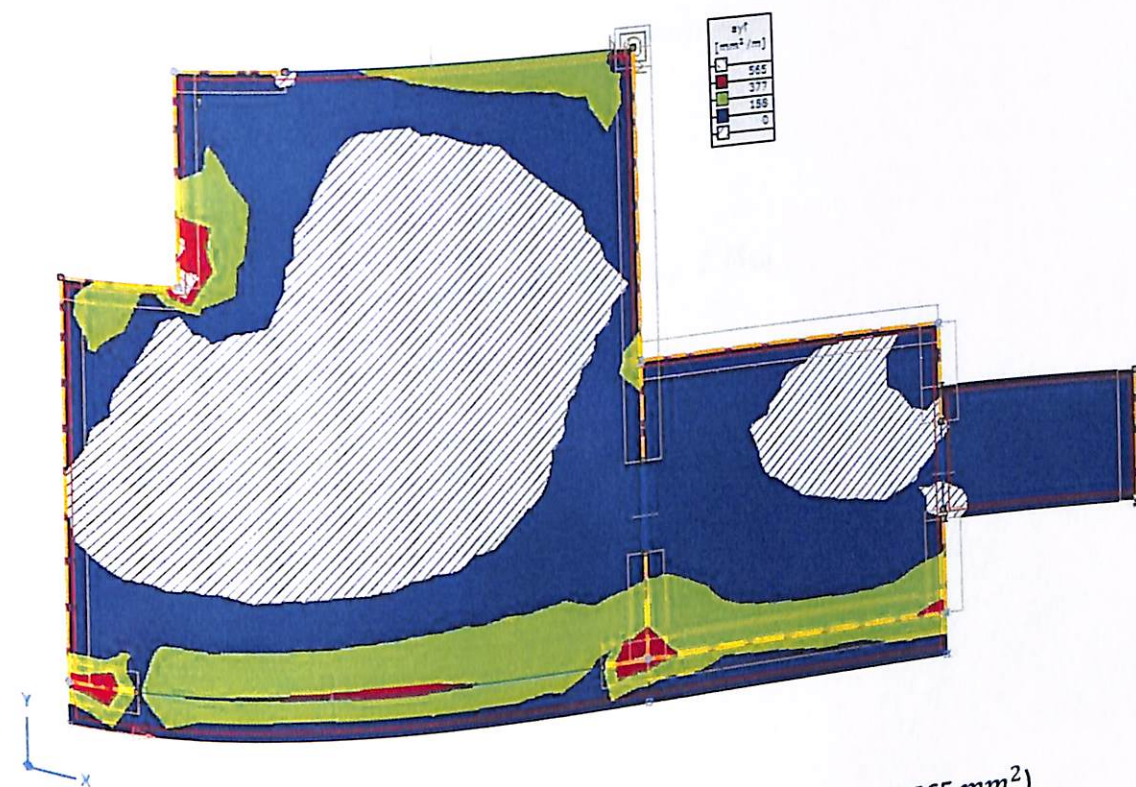
Az alkalmazott színskála beállításai: A kék területeken Ø8/20 alapháló alkalmazása, A zölddel jelzett területeken Ø10/20, és a piros területeken Ø12/20-as vasalás alkalmazása. Ezen felül, ha szükséges a Ø12/20 alaphálót Ø8/20-as vasalással erősítem.



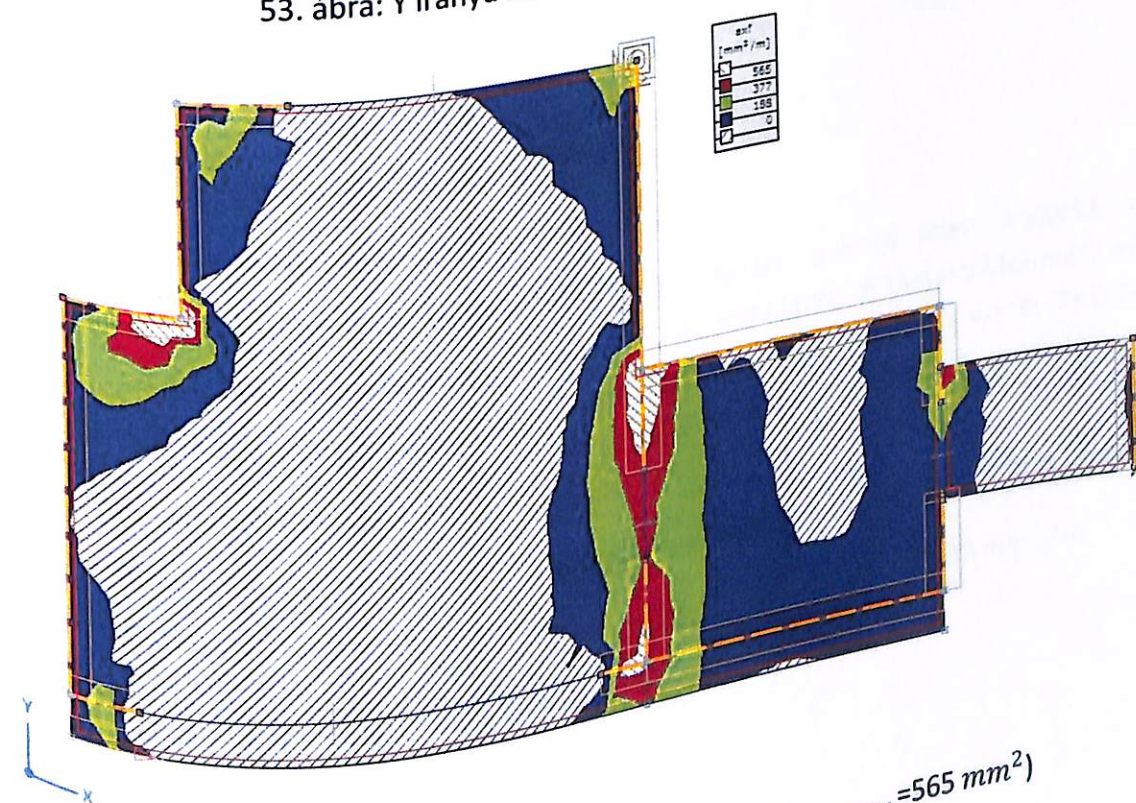
51. ábra: Y irányú alsó vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565mm^2$)



52. ábra: X irányú alsó vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565mm^2$)



53. ábra: Y irányú felső vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565 \text{ mm}^2$)



54. ábra: X irányú felső vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565 \text{ mm}^2$)

A mértékadó igénybevételt az x irányú felső nyomatéki ábrából kaptam (lásd 49. ábra), melynek értéke: $M_{Ed,max}=60,78\text{kNm}$. Ellenőrző kézi számítással meghatározom az ezen a ponton szükséges vasalás mennyiségét.

$$d = 140 - 25 - 8 = 107 \text{ mm}$$

$$\sum M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$60,78 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$60,78 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 1000 \cdot x_c \cdot 13,3 \cdot \left(107 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$x_c^2 - 214 \cdot x_c + 9139,84 = 0$$

$$x_{c1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{214 \pm \sqrt{214^2 - 4 \cdot 9139,84}}{2 \cdot 1} = 58,94 \text{ mm}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} - A_{s_{req}} \cdot f_{yd} = 0$$

$$1000 \cdot 58,94 \cdot 13,3 - A_{s_{req}} \cdot 435 = 0$$

$$A_{s_{req}} = 1802 \text{ mm}^2 / \text{m} > 565 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Nem felel meg!

A támaszok felett kialakuló nagy nyomatéki csúcsok miatt nagyobb vasalási mennyiség szükséges, azonban ezt csökkenteni lehet. A támaszoktól mért mind két irányban a lemezvastagság kétszeresének a hosszán, azaz $2x$ ($2x \cdot v$) = $2x$ ($2x \cdot 0,14$) = $0,56 \text{ m}$ -en a szükséges vasmenyiség átlagértékével számolva a mértékadó helyen 816 mm^2 a szükséges vasmenyiség.

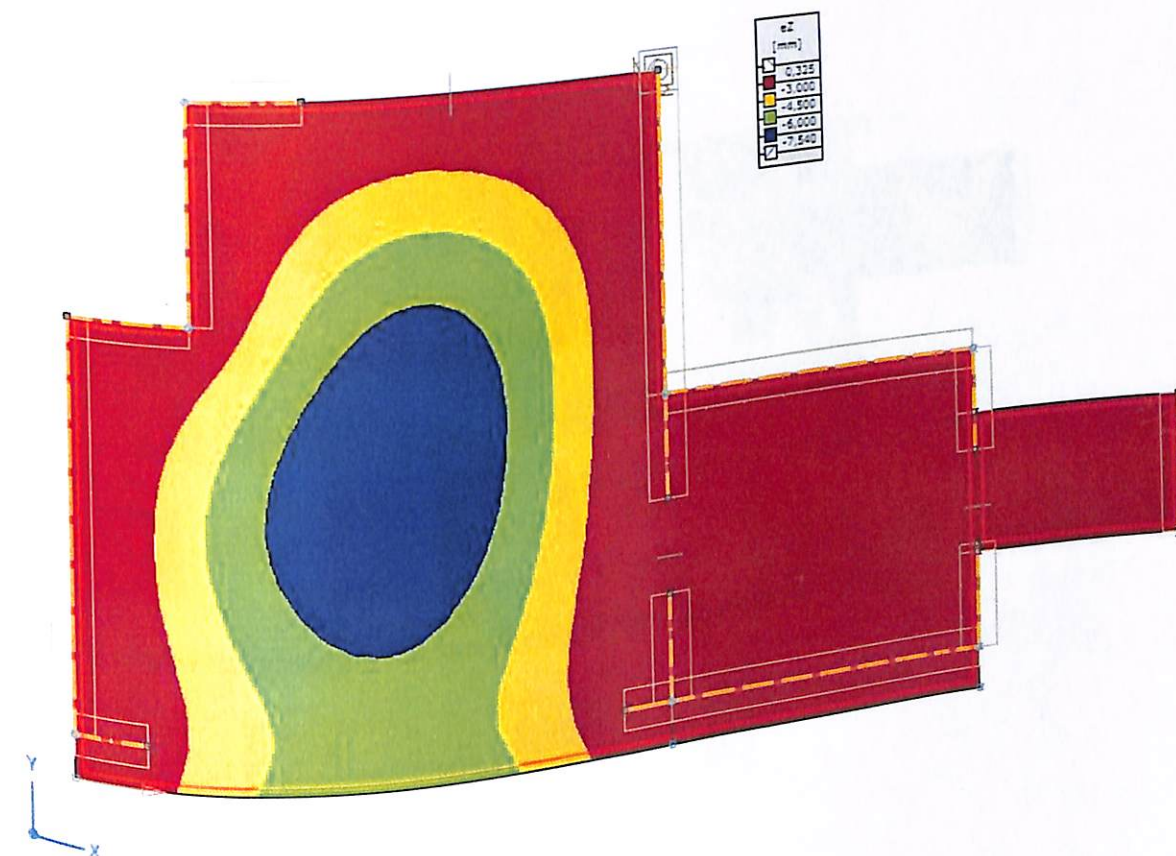
Az adott helyen $\emptyset 12/20$ -as megerősítés kell alkalmazni, $\emptyset 12/20$ alapháló mellé!

$$\emptyset 12/20 A_{s_{req}} = 565 \text{ mm}^2 / \text{m} + \emptyset 12/20 A_{s_{req}} = 565 \text{ mm}^2 / \text{m} = 1130 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$1130 \text{ mm}^2 / \text{m} > 816 \text{ mm}^2 / \text{m} \text{ MEGFELEL!}$$

Használhatósági határállapot vizsgálata

Lehajlás: lineáris számítással határozom meg a lehajlás értékét AxisVM szoftver segítségével.



55. ábra: A lehajlás maximális értéke: 7,54 mm

A lehajlás határértéke

Sima felület (síklemez földém) esetén:

$$w_{eng} = \frac{l}{200} = \frac{7500}{200} = 37,5 \text{ mm}$$

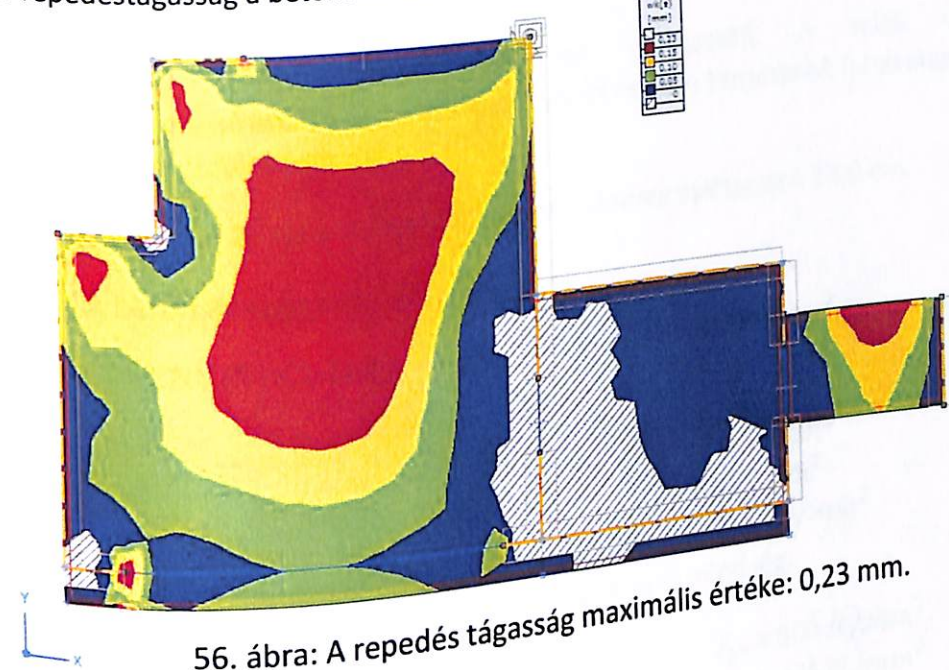
$$w \leq w_{eng}$$

$$w = 7,54 \text{ mm} \leq w_{eng} = 37,5 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

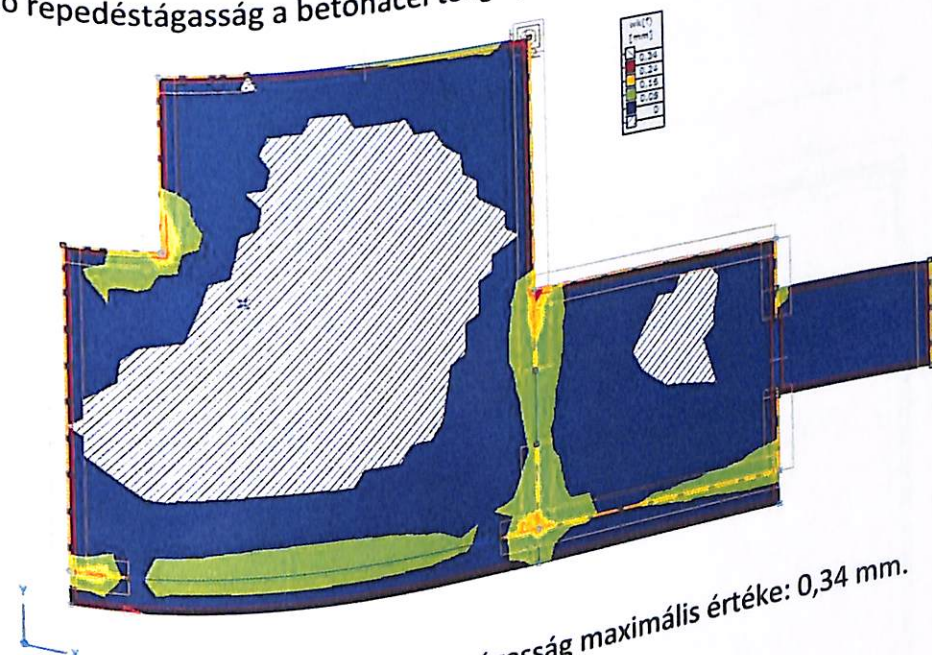
Repedéstágasság

Az alsó repedéstágasság a betonacél tengelyvonalában $w_k(a)$.



56. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,23 mm.

A felső repedéstágasság a betonacél tengelyvonalában $w_k(f)$.



57. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,34 mm.

A repedéstágasság határértéke

$$w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm}$$

$$w_{ka} = 0,23 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$w_{kf} = 0,34 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

6. 0+1,20 m Pince földem méretezése

Kiindulási adatok

A 0+1,20 m földem monolit vasbeton szerkezetű. A falak vonal menti megtámasztást biztosítanak a földemnek, melyeket csuklós támasznak feltételeztem. A földem hajlítási vasalását határozom meg.

A betonfedés értéke 25 mm. A monolit vasbeton lemez vastagsága 14,0 cm.

A beton anyagminősége:

C20/25-XC1-16-F2

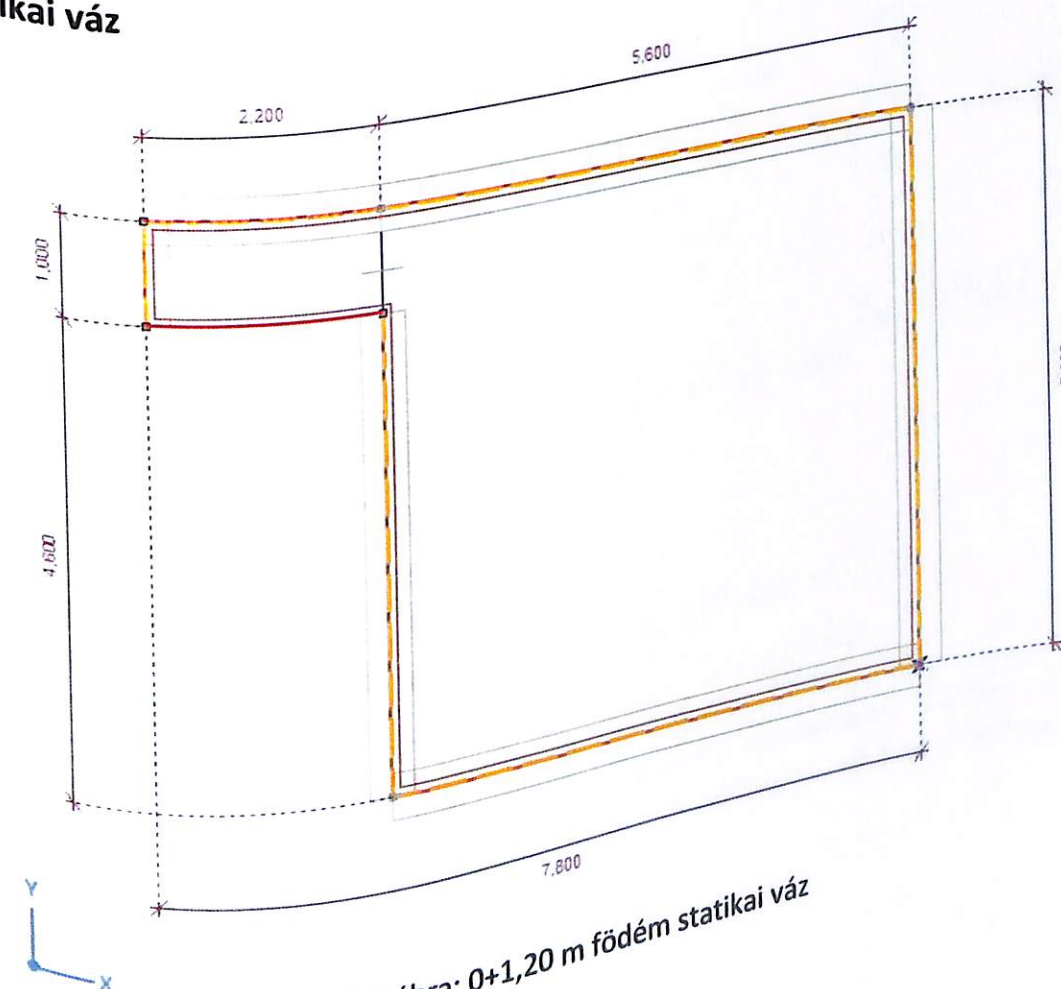
$$\begin{aligned}f_{ck} &= 20,0 \text{ N/mm}^2 \\f_{cd} &= 13,3 \text{ N/mm}^2 \\f_{ctd} &= 1,0 \text{ N/mm}^2 \\f_{ctm} &= 2,2 \text{ N/mm}^2 \\f_{bd} &= 2,3 \text{ N/mm}^2 \\E_{c,eff} &= 8,5 \text{ kN/mm}^2\end{aligned}$$

Az alkalmazott betonacél minőség:

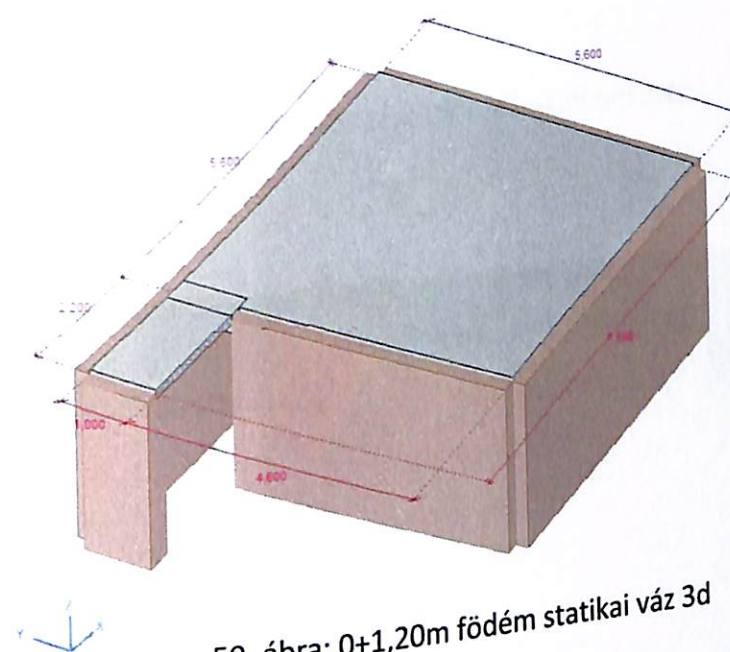
B500

$$\begin{aligned}f_{yk} &= 500 \text{ N/mm}^2 \\f_{yk} &= 435 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Statikai váz



58. ábra: 0+1,20 m földem statikai váz



59. ábra: 0+1,20m földem statikai váz 3d

Terhek

Állandó terhek

0+1,20 földem súlyelemzése

Sorszám	Réteg vastagság	Réteg neve	[kg/m ³]	g_k [kg/m ²]
1.	1,0	Kerámia lap burkolat	1800	18
2.	0,5	Ragasztó+aljzatkiegym. rtg.	1600	8
3.	6,0	Aljzatbeton C8 32 kk	2200	132
4.	1,0	Technológiai szigetelés	10	0,1
5.	3,0	Lépéshang szigetelés	300	9
6.	14	Monolit vasbeton lemez	2500	350
7.	2,0	Mészhabarcs vakolat	1600	32
Összesen:			$\Sigma g_k =$	550

60. ábra: 0+1,20 m földem rétegrendje

Esetleges terhek

Hasznos teher

$$q_h = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Az épület funkciója: Lakás:

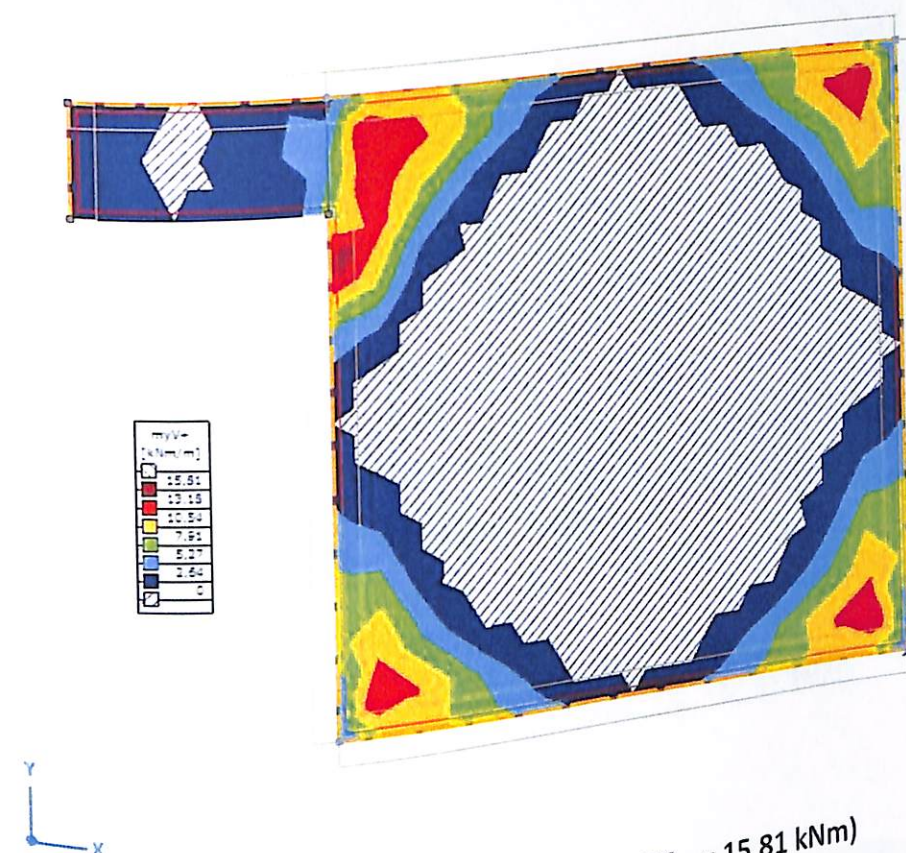
$$q_{vfal} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Válaszfal teher:

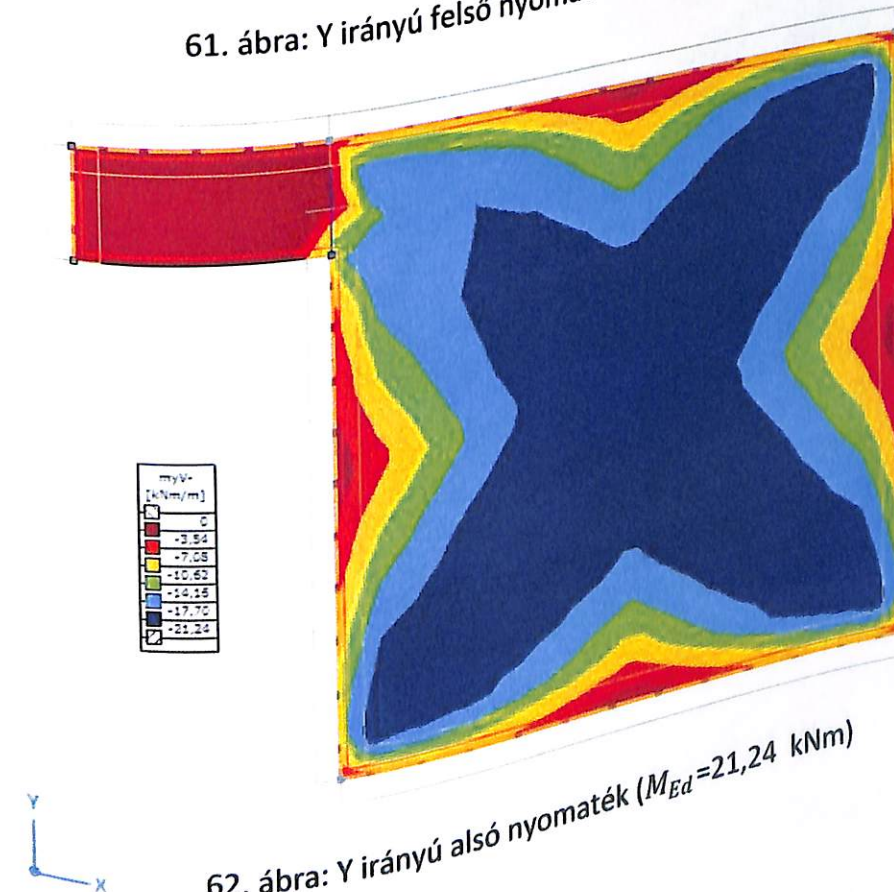
Megjegyzés: A földemen az Lakás terhét parciális leterheléssel, sakktábla szerűen helyeztem el, amivel a mértékadó igénybevételeket kaptam a földem számítása során.

Igénybevételek

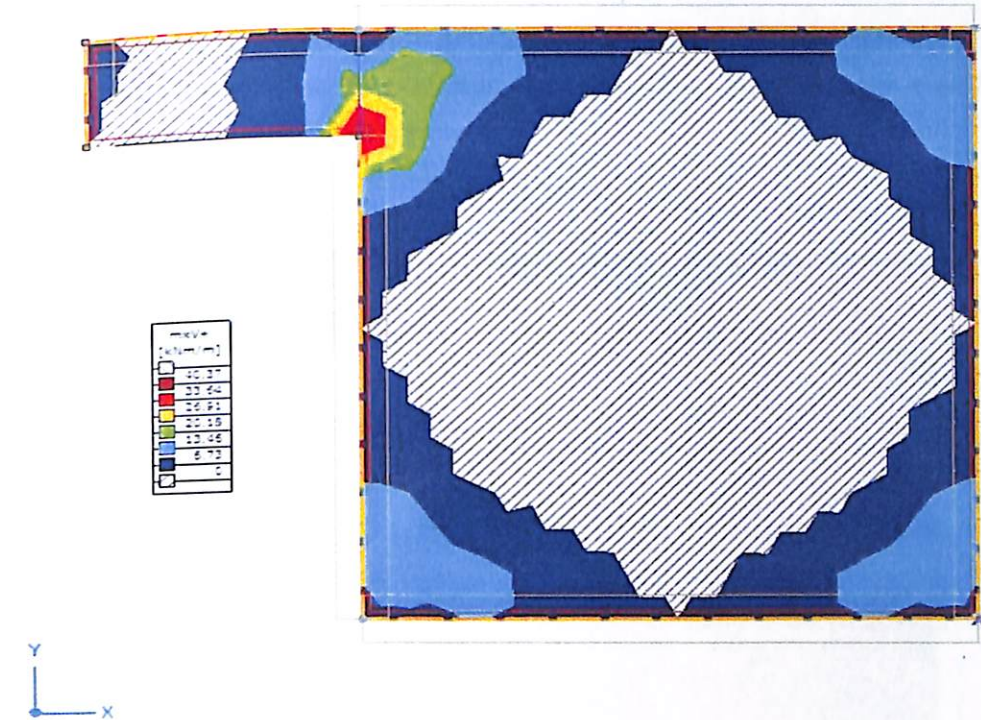
A tartó igénybevételeit AxisVM szoftverrel határozom meg.



61. ábra: Y irányú felső nyomaték ($M_{Ed} = 15,81$ kNm)

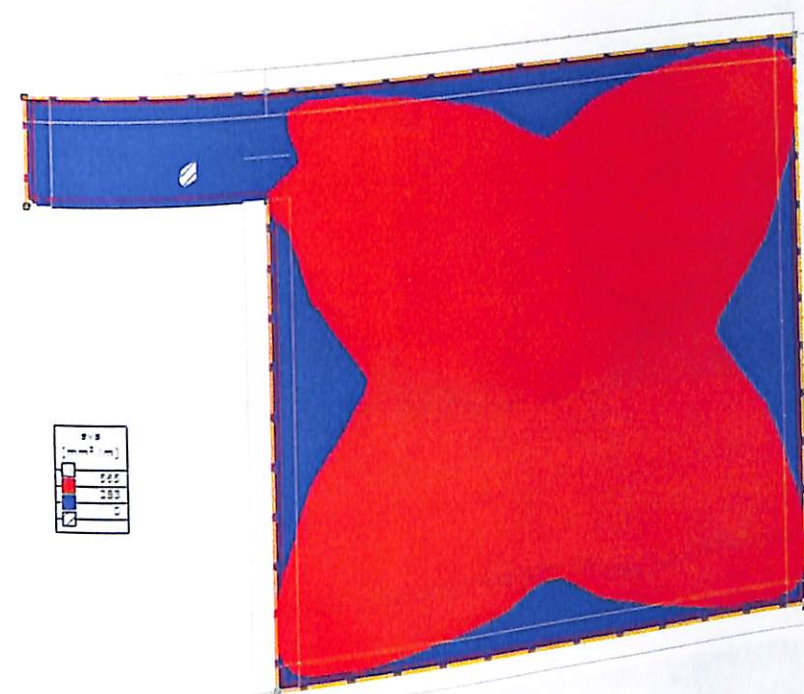


62. ábra: Y irányú alsó nyomaték ($M_{Ed} = 21,24$ kNm)

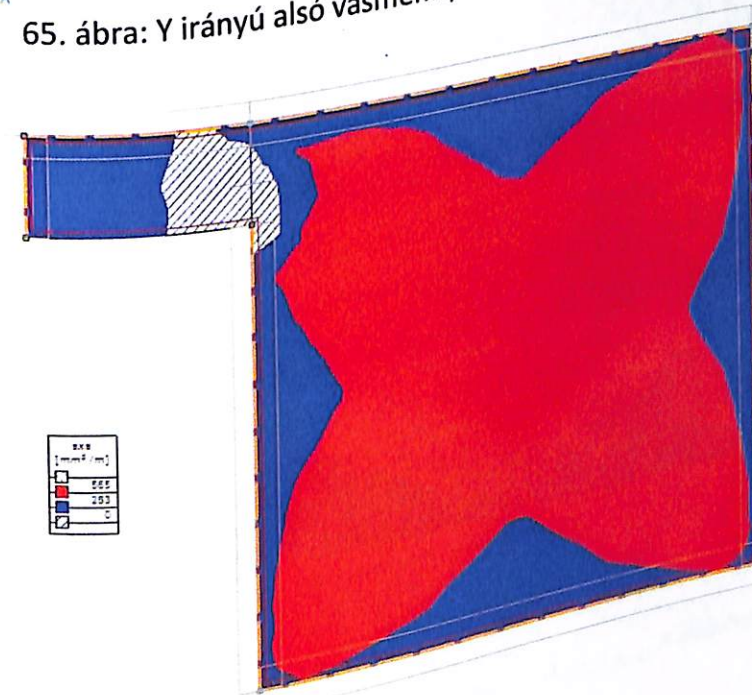


Szükséges vasalás

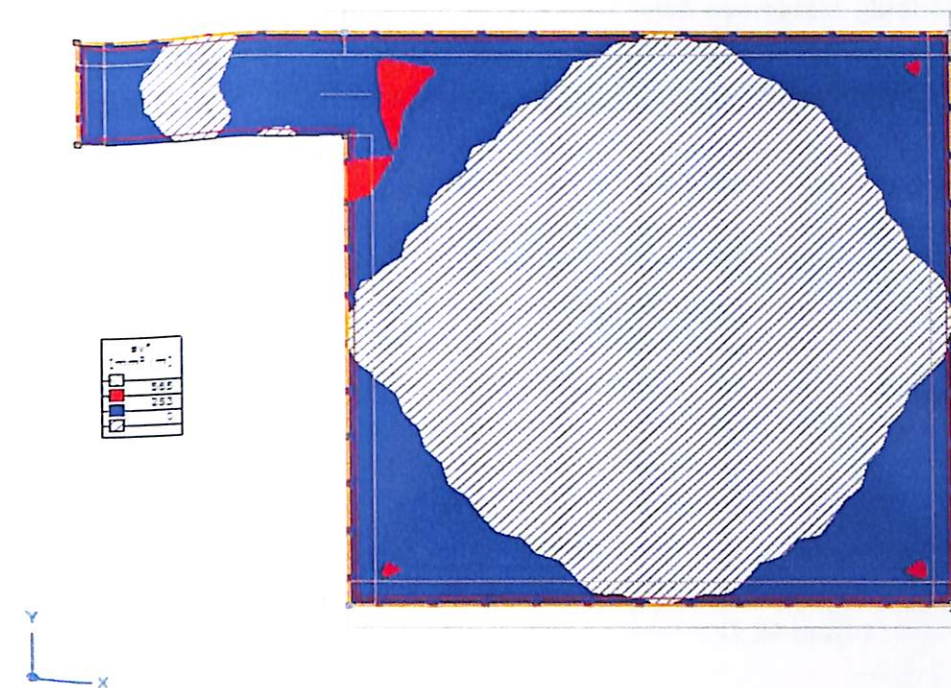
Az alkalmazott színskála beállítása: A kék területeken Ø8/20 alapháló alkalmazása, a piros területeken Ø12/20-as vasalás alkalmazása. Ezen felül, ha szükséges a Ø12/20 alaphálót Ø8/20-as vasalással erősítem



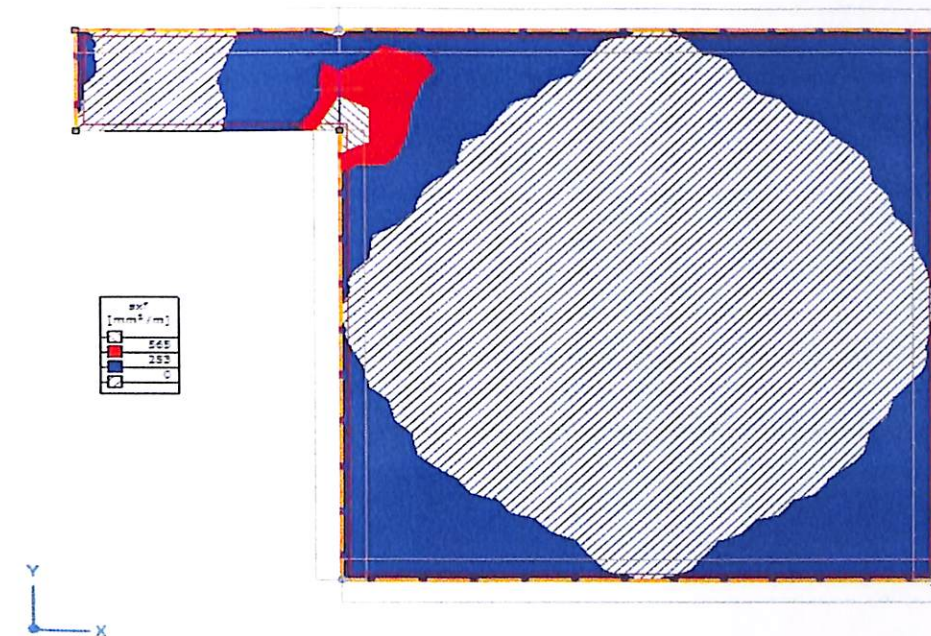
65. ábra: Y irányú alsó vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565mm^2$)



66. ábra: X irányú alsó vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565mm^2$)



67. ábra: Y irányú felső vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565 \text{ mm}^2$)



68. ábra: X irányú felső vasmennyiség ($A_{s,req,max} = 565 \text{ mm}^2$)

A mértékadó igénybevételt az x irányú felső nyomatéki ábrából kaptam (lásd 63. ábra), melynek értéke: $M_{Ed,max}=40,37$ kNm. Ellenőrző kézi számítással meghatározom az ezen a ponton szükséges vasalás mennyiségét.

$$d = 140 - 25 - 8 = 107 \text{ mm}$$

$$\sum M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$40,37 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$40,37 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 1000 \cdot x_c \cdot 13,3 \cdot \left(107 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$x_c^2 - 214 \cdot x_c + 6070,67 = 0$$

$$x_{c1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{214 \pm \sqrt{214^2 - 4 \cdot 6070,67}}{2 \cdot 1} = 33,66 \text{ mm}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} - A_{s_{req}} \cdot f_{yd} = 0$$

$$1000 \cdot 33,66 \cdot 13,3 - A_{s_{req}} \cdot 435 = 0$$

$$A_{s_{req}} = 1029 \text{ mm}^2 / \text{m} > 565 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Nem felel meg!

Az adott helyen Ø12/20-as megerősítés kell alkalmazni, a Ø12/20 alapháló mellé!

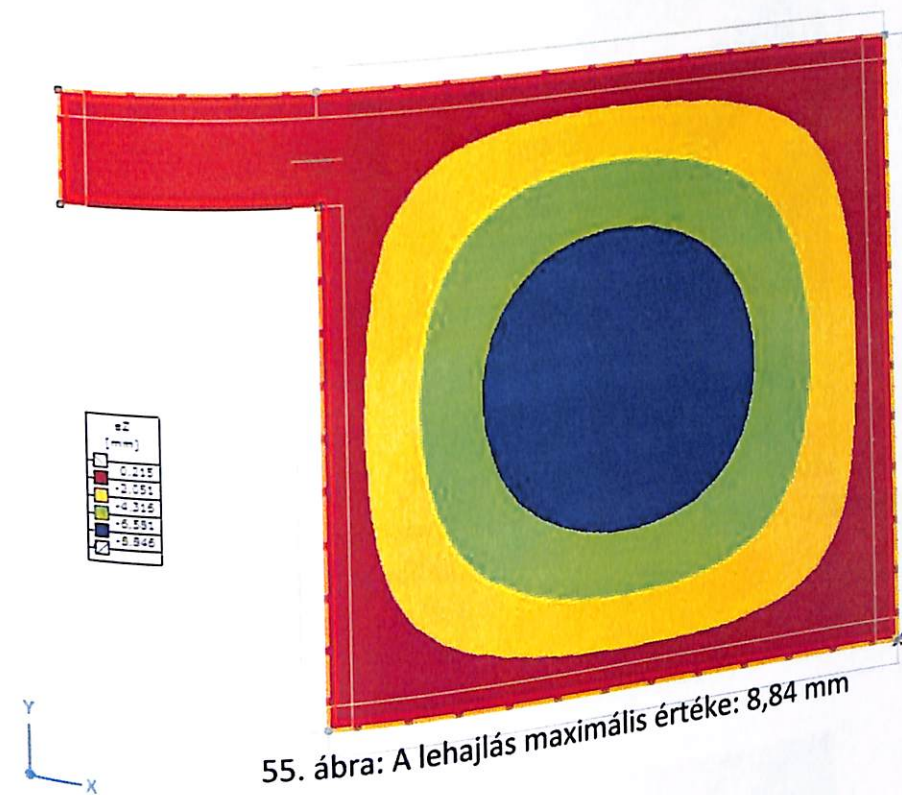
$$\text{Ø12/20 } A_{s_{req}} = 565 \text{ mm}^2 / \text{m} + \text{Ø12/20 } A_{s_{req}} = 565 \text{ mm}^2 / \text{m} = 1130 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$1130 \text{ mm}^2 / \text{m} > 1029 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

MEGFELEL!

Használhatósági határállapot vizsgálata

Lehajlás: lineáris számítással határozom meg a lehajlás értékét AxisVM szoftver segítségével.



A lehajlás határértéke

Sima felület (síklemez födém) esetén:

$$w_{eng} = \frac{l}{200} = \frac{5600}{200} = 28 \text{ mm}$$

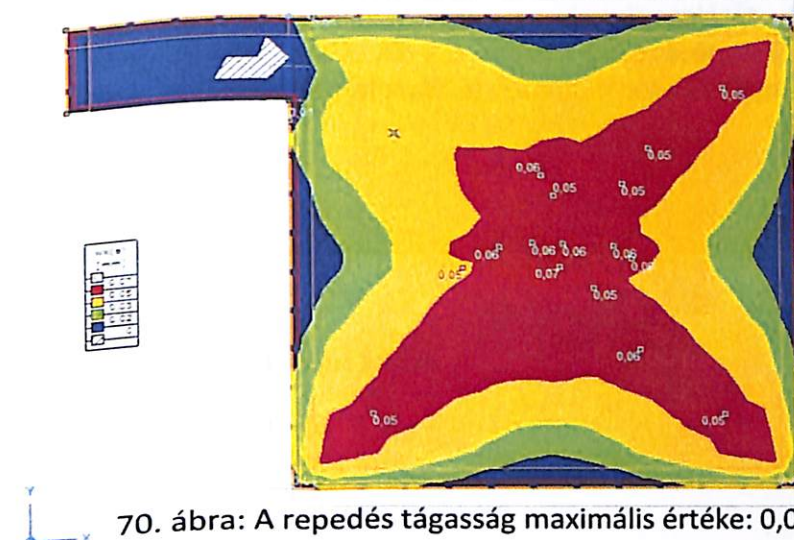
$$w \leq w_{eng}$$

$$w = 8,84 \text{ mm} \leq w_{eng} = 28 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

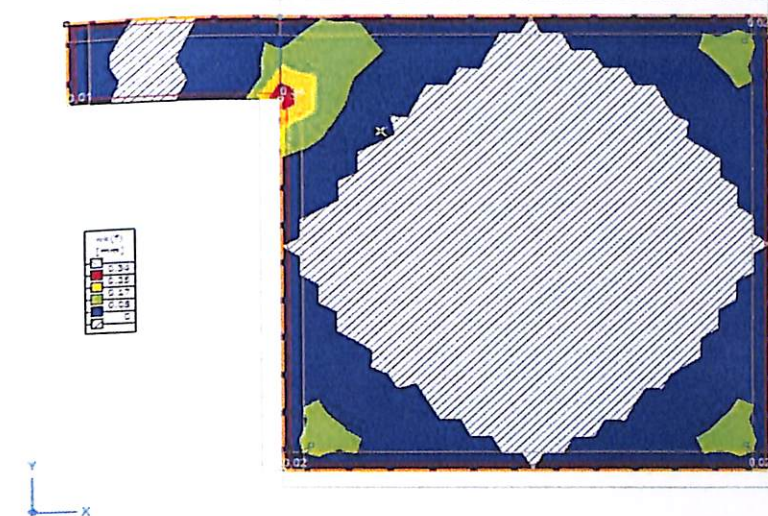
Repedéstágasság

Az alsó repedéstágasság a betonacél tengelyvonalaiban $w_k(a)$.



70. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,07 mm.

A felső repedéstágasság a betonacél tengelyvonalaiban $w_k(f)$.



71. ábra: A repedés tágasság maximális értéke: 0,34 mm.

A repedéstágasság határértéke

$$w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm}$$

$$w_{ka} = 0,07 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$w_{kf} = 0,34 \text{ mm} < w_{k,eng} = 0,4 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

7. Lépcső méretezése

A lépcső monolit vasbeton szerkezetű kéttámaszú tartó. A lépcsőkarok pihenőit a monolit vasbeton lemez födémeikkel együtt zsaluzott vasalt és betonozott. A pihenőkben előre elhelyezett és kinyújtott vasakkal kell a lépcsővasalását összetoldani. A beton anyagminősége C20/25-XC0-16-F2. Az alkalmazott betonacél minőség B500. A betonfedés értéke 25mm. Az épület lépcsőkarjai statikai szempontból megegyeznek.

Általános lépcsőkar

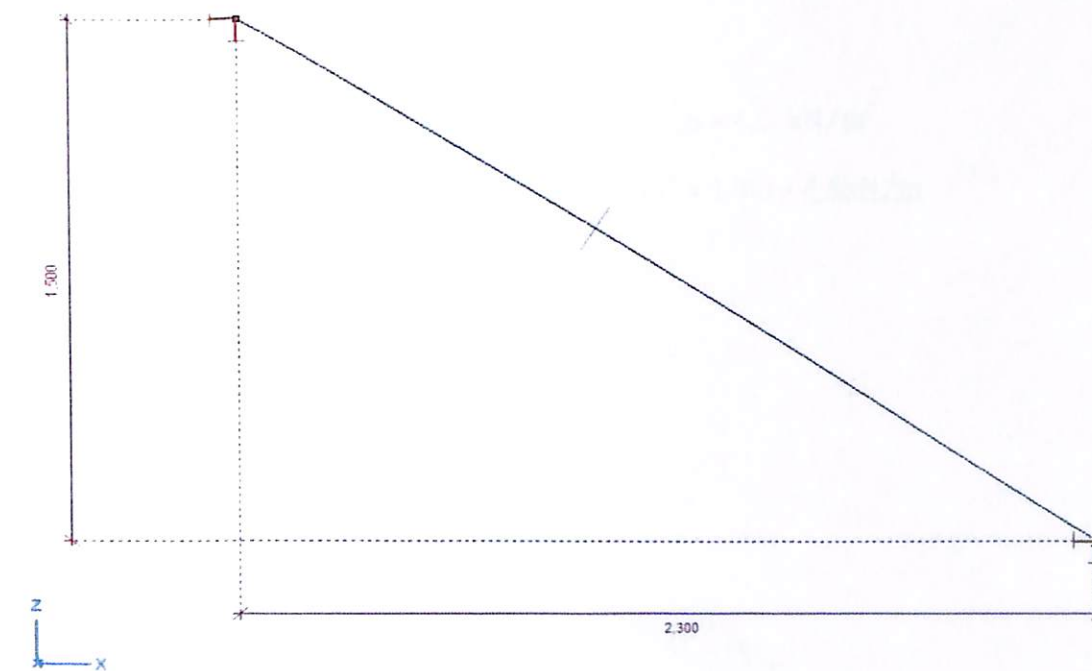
Kiindulási adatok

A lépcső lemez vastagsága: 14 cm

Beton: C20/25-XC0-16-F3 $f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$

Acél: B500 $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$

Statikai váz



72. ábra: Lépcsőkar statikai váza

Terhek

Állandó terhek

a lépcsőkar lemezvastagsága és a rajta levő 2cm-es burkolat önsúlyát tartalmazza

$$c = \sqrt{27^2 + 18,75^2} = 32,87 \text{ cm}$$

$$a = \frac{32,87}{27} \times 14 = 17,0 \text{ cm}$$

$$b = \frac{17 + 17 + 18,75}{2} = 26,3 \text{ cm}$$

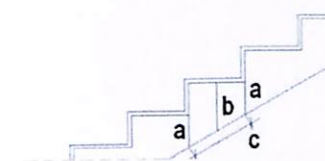
$$\text{burkolat önsúly: } \frac{27 + 18,75}{27} \times 0,44 \text{ kN/m}^2 = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{vasbeton lemez: } 0,263 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 6,5 \text{ kN/m}^2$$

$$(\text{karakterisztikus érték}) \quad g^k = 7,25 \text{ kN/m}^2$$

$$(\text{tervezési érték}) \quad g^d = g^k \times 1,35 = 9,8 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 9,8 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \text{ m} = 9,80 \text{ kN/m}$$



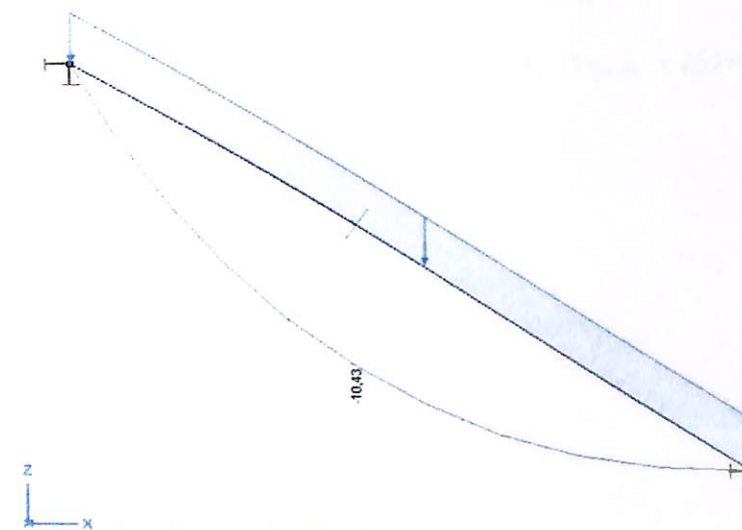
Esetleges terhek

Az épület funkciója: Lépcső: $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

$$q_d = 3,0 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{lépcső}} = 4,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \text{ m} = 4,5 \text{ kN/m}$$

Igénybevételek



73. ábra: Nyomatéki igénybevétel: $M_{Ed} = 10,43 \text{ kNm}$

Szükséges vasmenyiség

$$\text{Beton: C20/25-XC0-16-F3} \quad f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Acél: B500} \quad f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{ed} = 10,43 \text{ kNm}$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$d = 140 - 25 - \frac{12}{2} = 109 \text{ mm}$$

$$\sum M = 0$$

$$M_{ed} \leq M_{Rd}$$

$$10,43 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$10,43 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 1000 \cdot x_c \cdot 13,3 \cdot \left(109 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$x_c^2 - 218 \cdot x_c + 1568,42 = 0$$

$$x_{c1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{218 \pm \sqrt{218^2 - 4 \cdot 1568,42}}{2 \cdot 1} = 7,44 \text{ mm nyomott beton zóna magasság.}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} - A_{s_{req}} \cdot f_{yd} = 0$$

$$1000 \cdot 7,44 \cdot 13,3 - A_{s_{req}} \cdot 435 = 0$$

$$A_{s_{req}} = 227,47 \text{ mm}^2/\text{m} \quad \Rightarrow \quad \text{Alkalmazva: } \emptyset 8/20$$

$$A_{s_{req}} = 227,47 \text{ mm}^2/\text{m} \quad < \quad A_{s_{prov}} = 251 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s_{min}} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 109 = 163,5 \text{ mm}^2/\text{m} < A_{s_{prov}} = 251 \text{ mm}^2/\text{m}$$

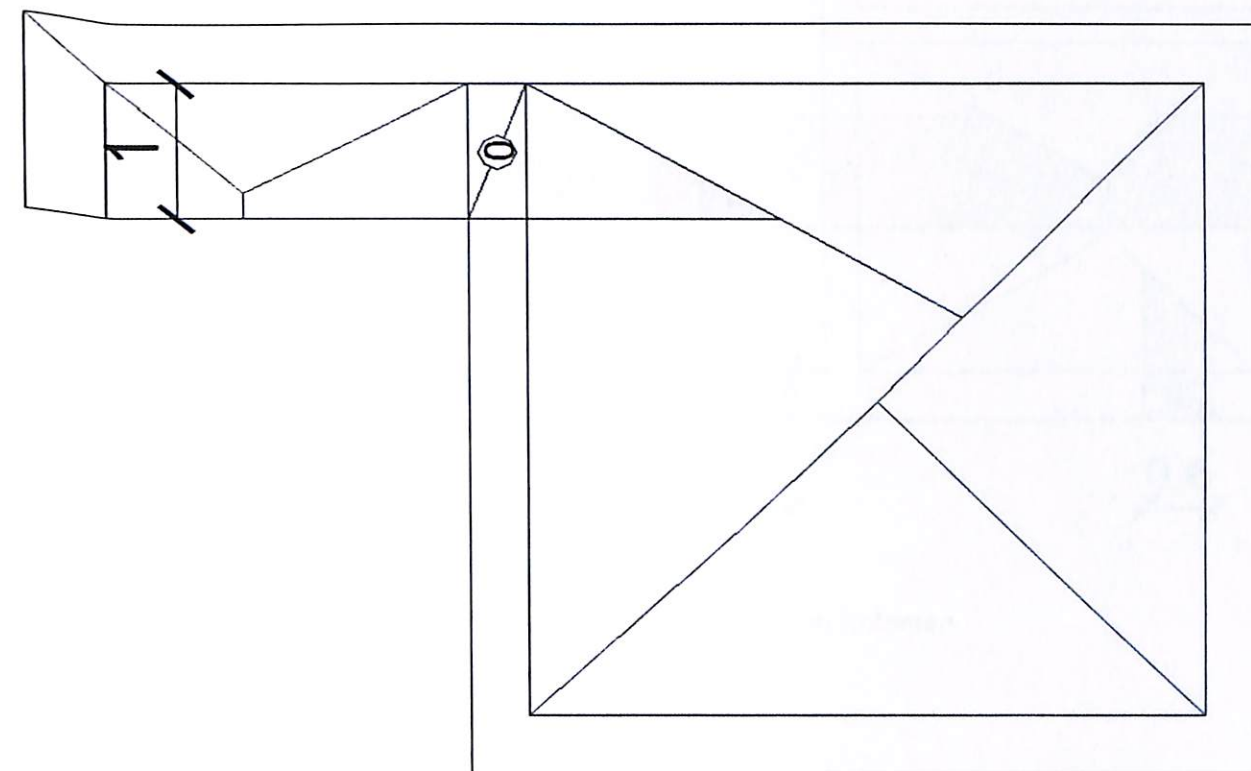
MEGFELEL!

8. Előre gyártott áthidalók

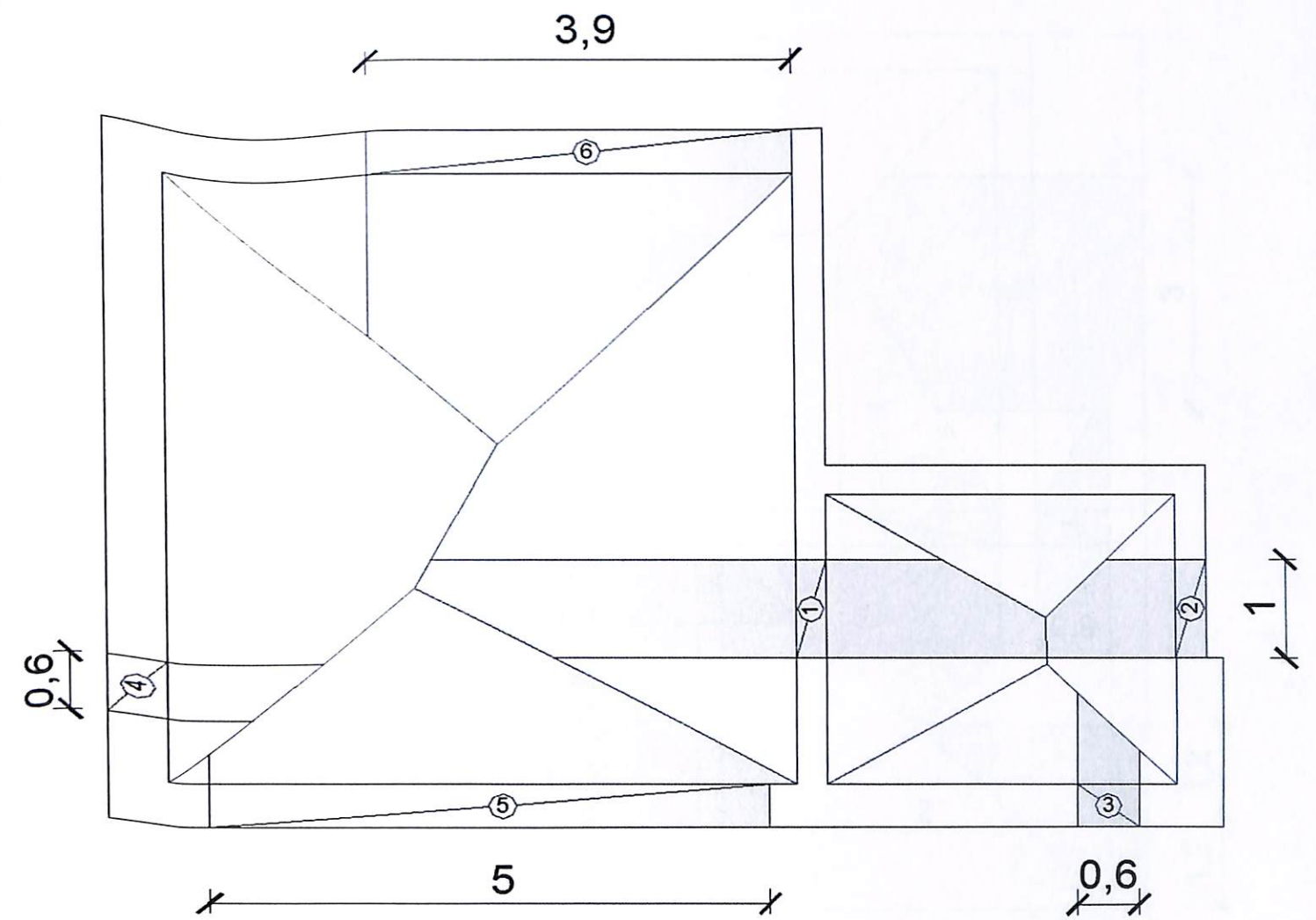
A nyílások áthidalását Porothermelemmagas áthidalókkal váltottam ki, ahol ez nem volt megfelelő teherbírású, vagy túl nagy volt a falköz ott monolit vasbeton gerendákat használtam.

Az áthidalókra adódó terhelési mezőt a törésképek rajzolatából számoltam:

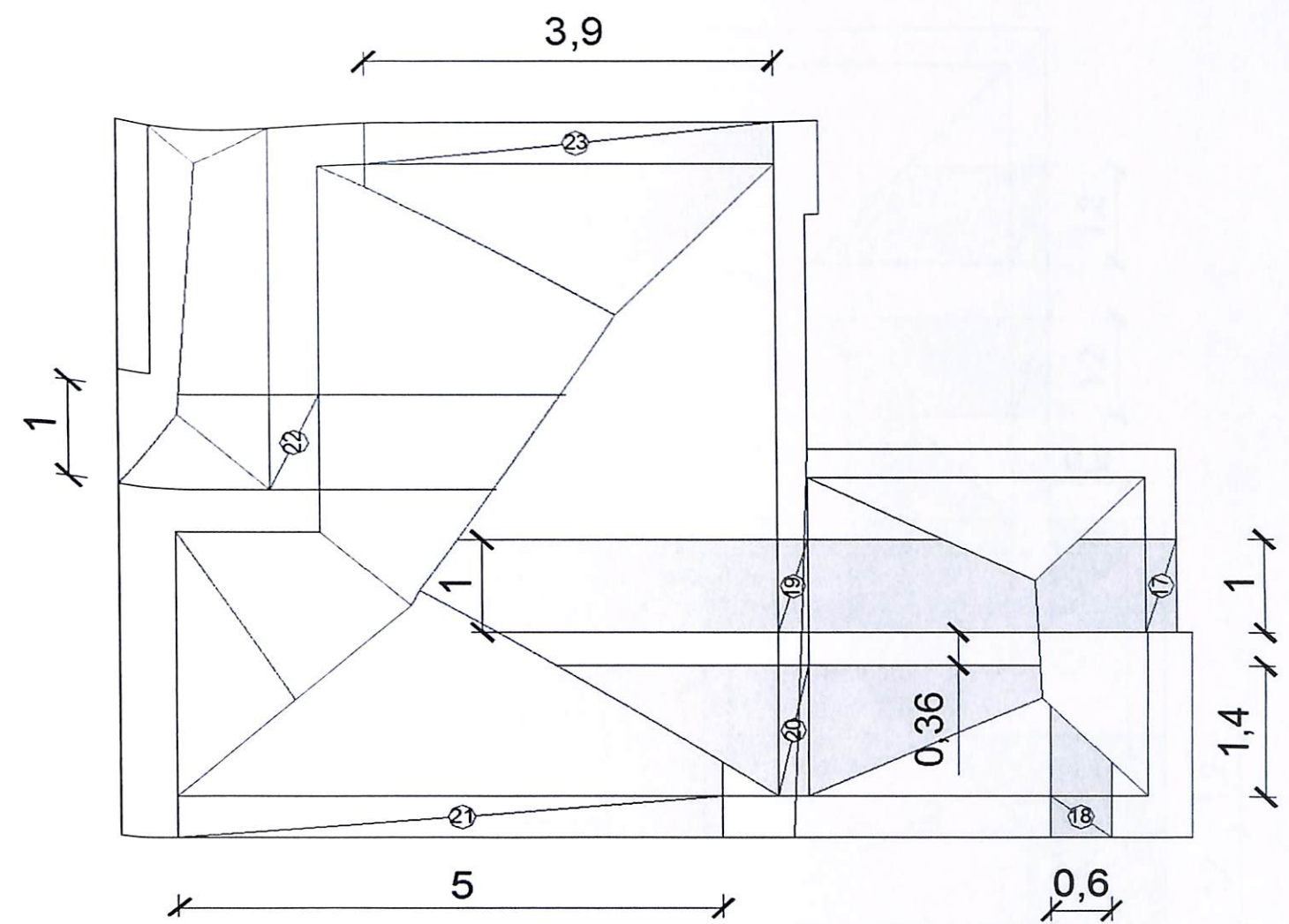
Törésképek:



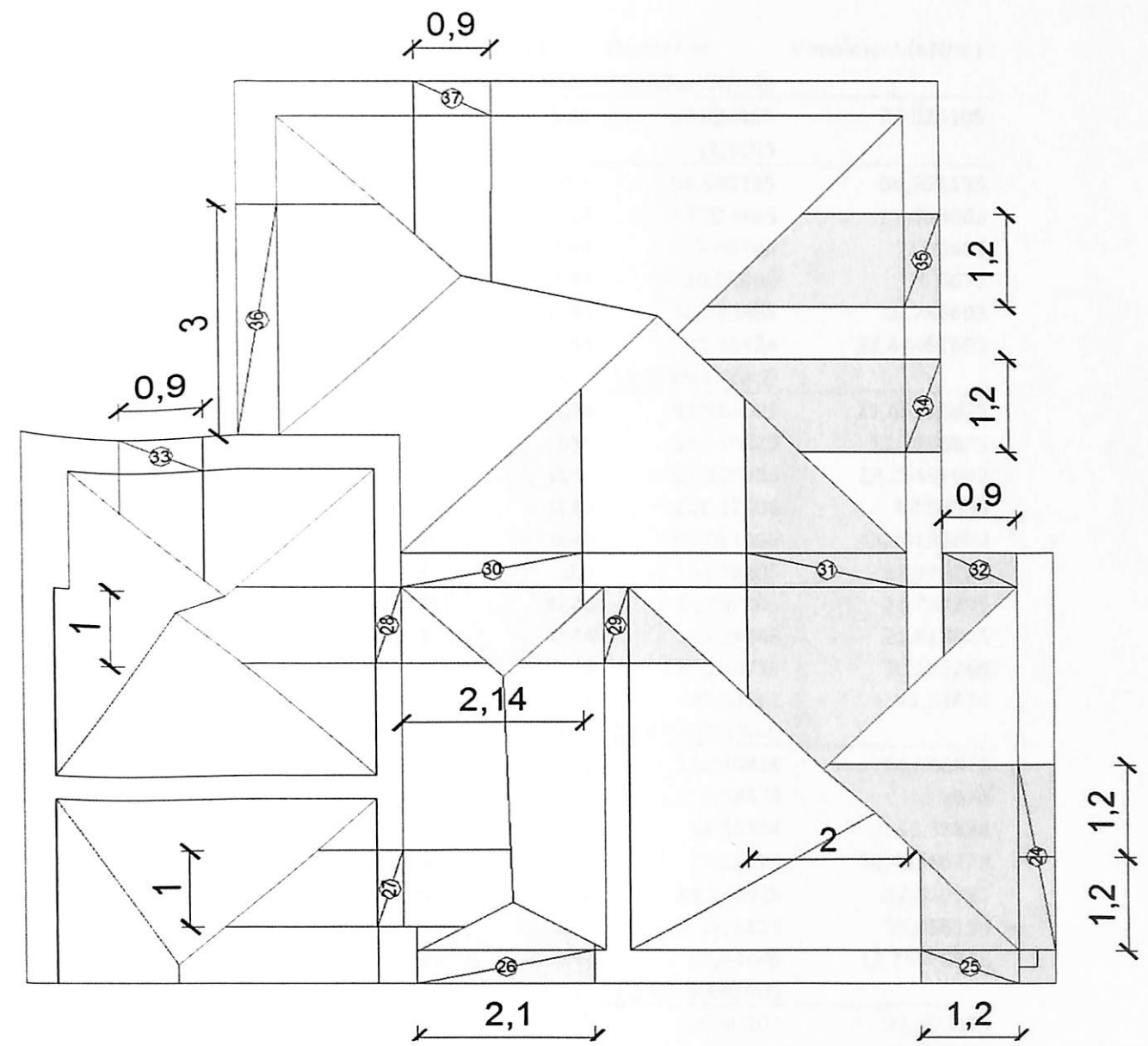
74. ábra: Töréskép a 0+1,20 m födémen



75. ábra: Töréskép a 0+2,70 m földémen



77. ábra: Töréskép a 0+5,70 m földémen



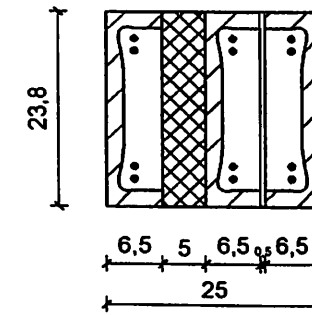
78. ábra: Töréskép a 0+7,20 m földemen

Áthidaló	Falköz(m)	Területe(m2)	Falvtg.(m)	Összteher	Vonalmenti(KN/m)
0+1,20 m földem			Földem teher:	11,9055(KN/m2)	
0	1	3,11	0,38	37,026105	37,026105
0+2,70 m földem				11,9055	
1	1	4,75	0,3	56,551125	56,551125
2	1	1,43	0,3	17,024865	17,024865
3	0,6	0,66	0,44	7,85763	13,09605
4	0,6	0,84	0,44	10,00062	16,6677
5	5	6,63	0,44	78,933465	15,786693
6	3,9	7,68	0,44	91,43424	23,44467692
0+4,20 m földem			Földem teher:	13,2285(KN/m2)	
7	2,4	3,93	0,44	51,988005	21,66166875
8	1,2	1,25	0,44	16,535625	13,7796875
9	0,9	1,31	0,44	17,329335	19,25481667
10	2	9,16	0,44	121,17306	60,58653
11	2,26	7,49	0,44	99,081465	43,84135619
12	1	1,13	0,3	14,948205	14,948205
13	1	1,87	0,44	24,737295	24,737295
14	1,2	1,98	0,44	26,19243	21,827025
15	3	8,87	0,44	117,336795	39,112265
16	4,5	7,32	0,44	96,83262	21,51836
0+5,70 m földem			Földem teher:	12,4755(KN/m2)	
17	1	1,15	0,3	14,346825	14,346825
18	0,6	0,64	0,44	7,98432	13,3072
19	1	4,68	0,3	58,38534	58,38534
20	1,4	5,66	0,3	70,61133	50,43666429
21	5	7,15	0,44	89,199825	17,839965
22	1	2,81	0,44	35,056155	35,056155
23	3,9	4,3	0,44	53,64465	13,75503846
0+7,20 m földem			Földem teher:	12,4755(KN/m2)	
24	2,4	4,04	0,44	50,40102	21,000425
25	1,2	1,34	0,44	16,71717	13,930975
26	2,1	1,09	0,44	13,598295	6,475378571
27	1	2,68	0,3	33,43434	33,43434
28	1	2,73	0,3	34,058115	34,058115
29	1	1,44	0,3	17,96472	17,96472
30	2,14	4,3	0,44	53,64465	25,06759346
31	2	7,09	0,44	88,451295	44,2256475
32	0,9	0,8	0,44	9,9804	11,08933333
33	0,9	1,27	0,44	15,843885	17,60431667
34	1,2	2,55	0,44	31,812525	26,5104375
35	1,2	2,76	0,44	34,43238	28,69365
36	3	4,48	0,44	55,89024	18,63008
37	0,9	2,1	0,44	26,19855	29,1095

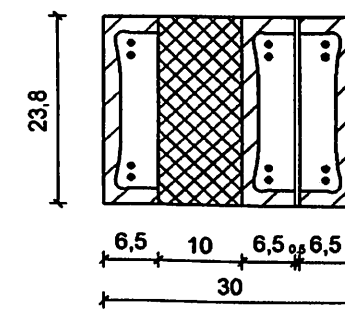
Jel	Áthidaló(m)	1 Db (KN/m)	DB	teherbírás	Vonalmenti(KN/m)
0+1,20 m földém					
0	1,25	14,2	3	42,6 >	37,02611
0+2,70 m földém					
1	1,5	25,89	3	77,67 >	56,55113
2	1,25	14,2	2	28,4 >	17,02487
3	1	33,82	2	67,64 >	13,09605
4	1	33,82	2	67,64 >	16,6677
5	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
6	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
0+4,20 m földém					
7	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
8	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
9	1,25	21,93	2	43,86 >	19,25482
10	2,5	16,38	4	65,52 >	60,58653
11	2,75	13,26	4	53,04 >	43,84136
12	1,25	14,2	2	28,4 >	14,94821
13	1,25	14,2	2	28,4 >	24,7373
14	1,5	15,29	2	30,58 >	21,82703
15	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
16	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
0+5,70 m földém					
17	1,25	14,2	2	28,4 >	14,34683
18	1	33,8	2	67,6 >	13,3072
19	1,5	25,89	3	77,67 >	58,38534
20	1,75	15,17	4	60,68 >	50,43666
21	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
22	1,25	14,2	3	42,6 >	35,05616
23	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
0+7,20 m földém					
24	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
25	Monolit vasbeton gerendával helyettesítve				
26	2,5	14,04	2	28,08 >	6,475379
27	1,25	14,2	3	42,6 >	33,43434
28	1,25	14,2	3	42,6 >	34,05812
29	1,25	14,2	2	28,4 >	17,96472
30	2,5	13,1	2	26,2 >	25,06759
31	2,5	16,38	3	49,14 >	44,22565
32	1,25	21,93	2	43,86 >	11,08933
33	1,25	21,93	2	43,86 >	17,60432
34	1,5	15,29	2	30,58 >	26,51044
35	1,5	15,29	2	30,58 >	28,69365
36	3,5	7,68	3	23,04 >	18,63008
37	1,25	21,93	2	43,86 >	29,1095

A könnyebb beazonosíthatóság miatt az egyforma áthidalókat, aminek a falvastagsága és az áthidaló hossza is megegyezik, egyformán fogom jelölni.

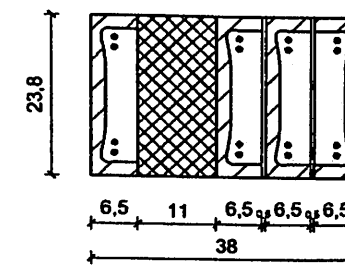
Ezek alapján van 0,25; 0,3; 0,38; és 0,44 m vastag áthidalóim.



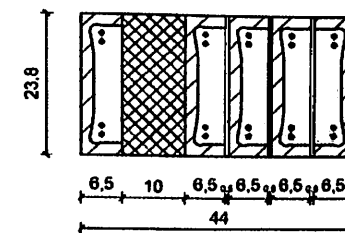
79. ábra: G1 gerenda 25 cm vastag



80. ábra: G3; G5; G7 gerendák 30 cm vastag



81. ábra: G1 gerenda 38 cm vastag



82. ábra: G2 ; G4 ; G6 ; G8 ; G16 gerendák 44 cm vastag

Jel:	Áthidaló hossza (m):	Fal Vtg. (m):	Összes (db):	Porothermelemmagas áthidaló (db)
G1	1	0,38	1	4*1=4 db
G2	1	0,44	3	5*3= 15 db
G3	1,25	0,3	7	3*7=21 db
G4	1,25	0,44	6	5*3= 30 db
G5	1,5	0,3	1	3*1= 3 db
G6	1,5	0,44	3	3*5= 15 db
G7	1,75	0,3	1	3*1= 3 db
G8	2,5	0,44	3	5*3= 15 db
G15	1,5	0,25	1	3*1= 3 db
G16	3,5	0,44	1	5*1= 5 db

9. Monolit vasbeton gerendák

A monolit vasbeton áthidalóimat kéttámaszú tartóként méretezem, melynek igénybevételeit AxisVm szoftverrel határozom meg. A gerenda keresztmetszeti méretei adottak a nyílászáró méretei miatt, tartószerkezeti szempontból nem mindig megkívánt a méret.

Kiindulási adatok

Beton: C20/25-XC0-16-F2 $f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$

Acél: B500 $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$

Teherelemzés: A gerendák terheit a törésképekből kaptam meg(lásd:74. ; 75. ; 76. ; 78. ábra)
Az önsúlyal a szoftver számol.

G9 és G12 gerendák vasalási méretezése:

A két gerenda az épület sarkán helyezkednek el, a sarkon alátámasztás nélkül. A G12-es gerendát a falköz 2-szörösével befogjuk a falba, így a végére rá tudjuk támasztani a G9-es gerendát.

Mindkét gerenda ebben az elhelyezkedésben 2 szinten is megépül, a 0+7,20m zárófödém és a 0+4,20m közbenső födém alatt.

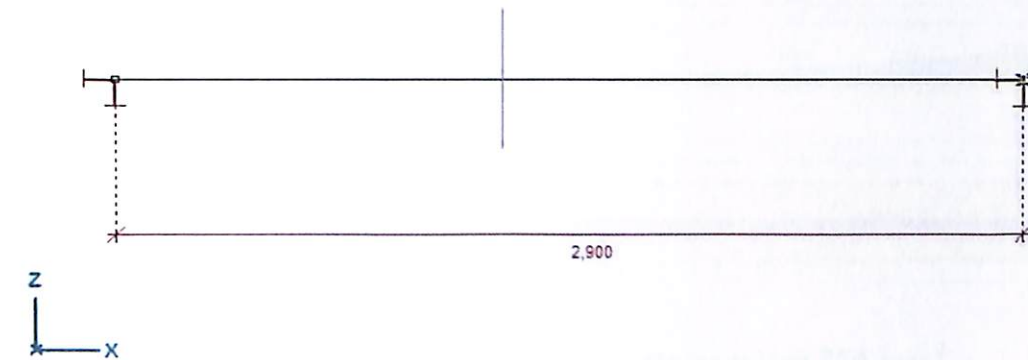
Először a G9-es gerendát méretezem, hogy a támaszerejét feltudjam használni a G12 gerenda terheinél.

G9 gerenda méretezése:

A törésképen: 7; 24

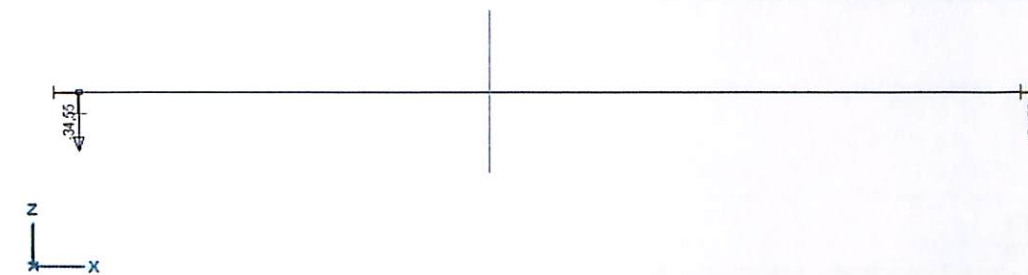
Keresztmetszet: 38*48 cm

Statikai váz:

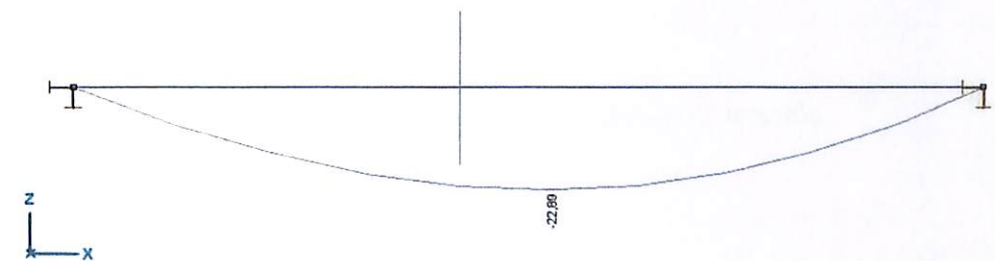


83. ábra: G9 gerenda statikai váz

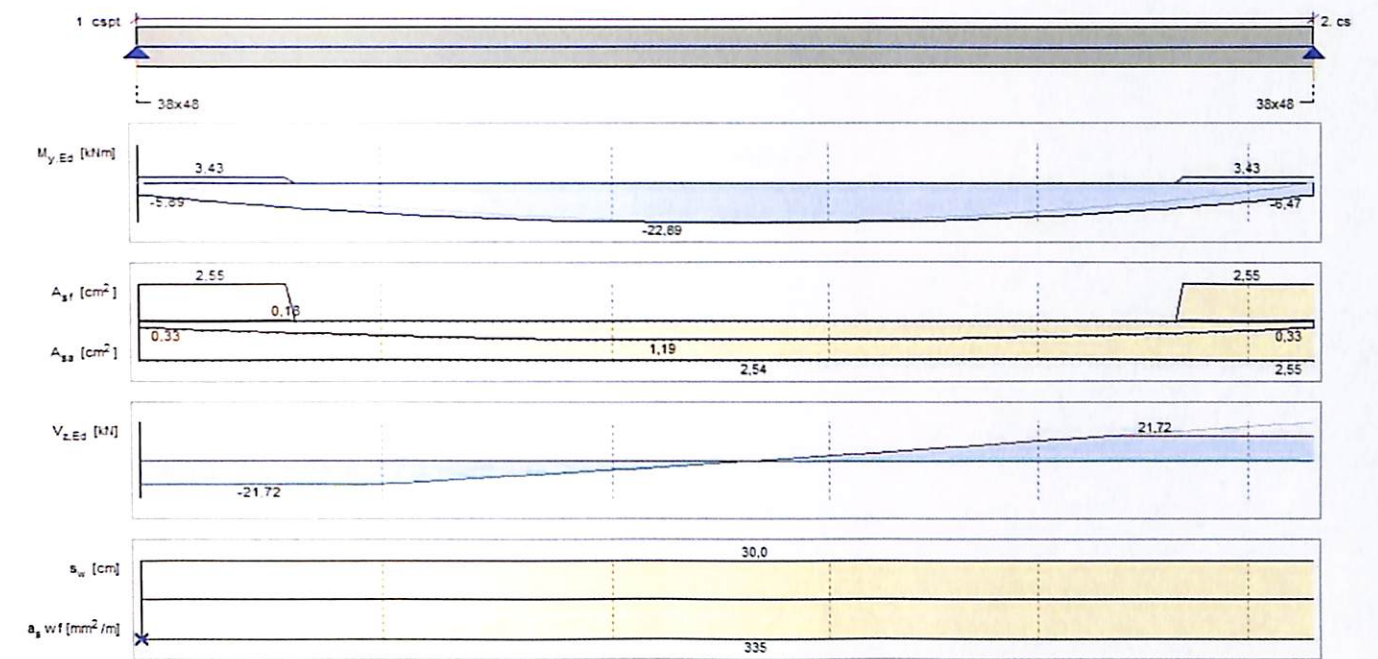
Támaszerők, igénybevételek, szükséges vasalás:



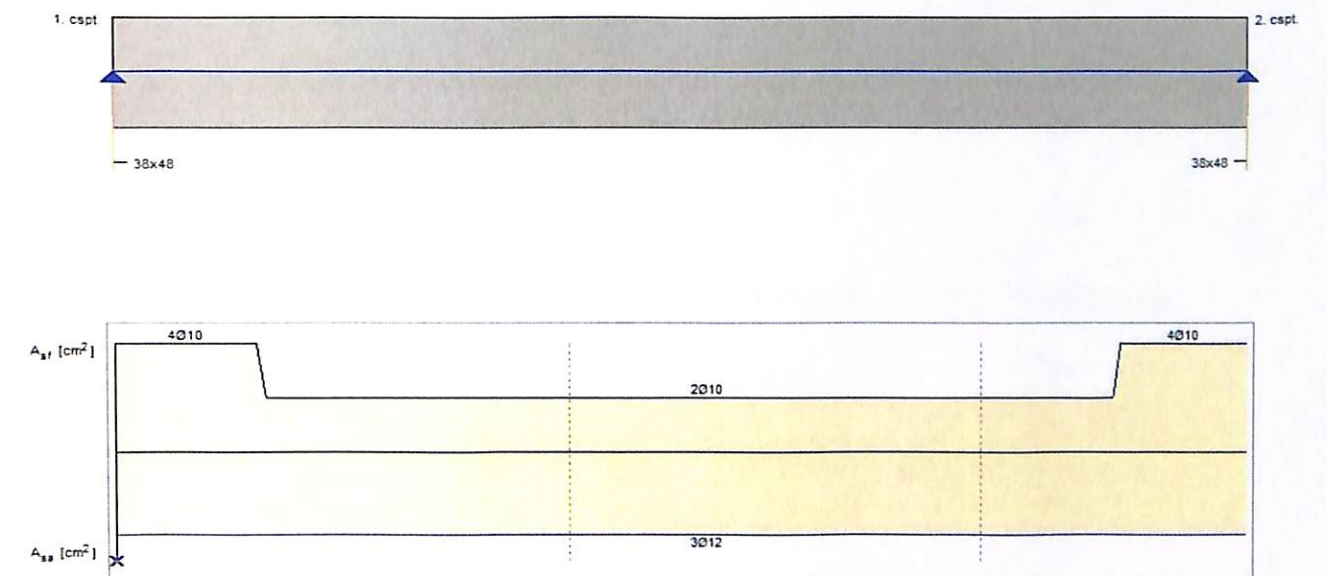
84. ábra: G9 gerenda támaszereje: 34,55 kN



85. ábra: G9 gerenda maximum nyomatéka: 22,89 kNm



86. ábra: G9 gerenda szükséges vasmenység 254 mm^2



87. ábra: G9 gerenda Alkalmazott vasalás

G9 gerenda ellenőrzése

Kiindulási adatok

Beton: C20/25-XC0-16-F2 $f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$

Acél: B500 $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$

$M_{ed} = 22,89 \text{ kNm}$

$c_{nom} = 20 \text{ mm}$

$d = 480 - 20 - \frac{12}{2} = 454 \text{ mm}$

$\Sigma F_x = 03 \text{ } \emptyset 12 = 339 \text{ mm}^2$

$$b_w * x_c * f_{cd} - A_s * f_{yd} = 0$$

$$380 * x_c * 13,3 - 339 * 435 = 0$$

$$x_c = 29,17 \text{ mm}$$

Ellenőrzés:

$$\Sigma M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$M_{Rd} = b_w * x_c * f_{cd} * (d - \frac{x_c}{2})$$

$$M_{Rd} = 380 * 29,17 * 13,3 * (454 - \frac{29,17}{2}) = 34,78 \text{ kNm} < M_{ed} = 22,89 \text{ kNm}$$

MEGFELEL!

Az alkalmazott 3 $\emptyset 12$ –os vasalás megfelel a nyomatéki igénybevételre.

Nyírás vizsgálat

Kiindulási adatok

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-F2-16

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Az alkalmazott betonacél minőség:

B500

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

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

- Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása

$$V_{Rd,max} = 0,5 * b_w * z * v * f_{cd} = 0,5 * 380 * 408,6 * 0,552 * 13,3 = 569,90 \text{ kN}$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 454 = 408,6 \text{ mm}$$

$$v = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 * \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$V_{Ed,max} < V_{Rd,max}$$

$$34,55 \text{ kN} < 538,10 \text{ kN}, \text{ tehát a szerkezet bevasalható!}$$

- A beton nyírási teherbírása

$$V_{Rd,c} = c * b_w * d * f_{ctd} = 0,358 * 380 * 454 * 1,0 = 61,76 \text{ kN}$$

A nyíróerőt a tartó teljes hosszán a beton elviseli.

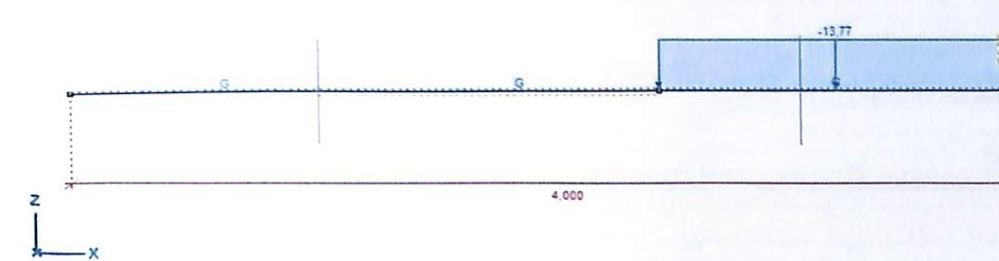
A minimális kengyel távolság: 300 mm, alkalmazott nyíróvasalás $\emptyset 8/20$

G12 gerenda méretezése:

A törésképen: 8; 25

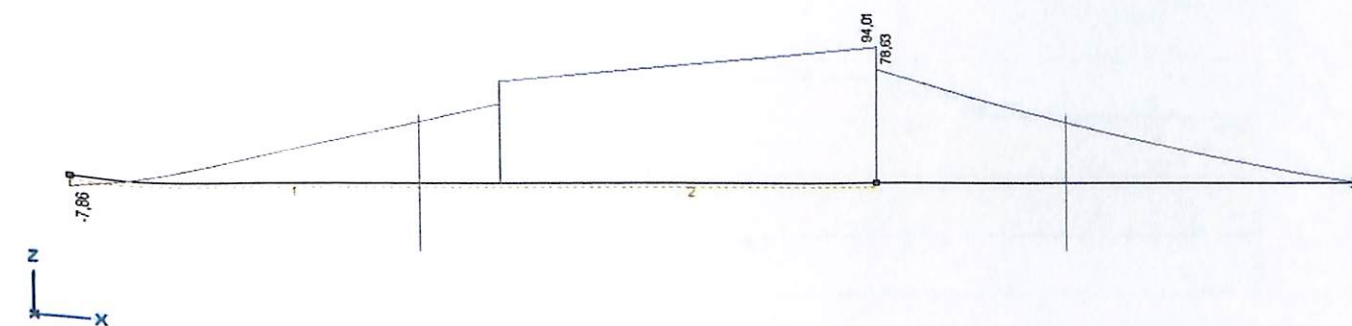
Keresztmetszet: 38*48 cm

Statikai váz:

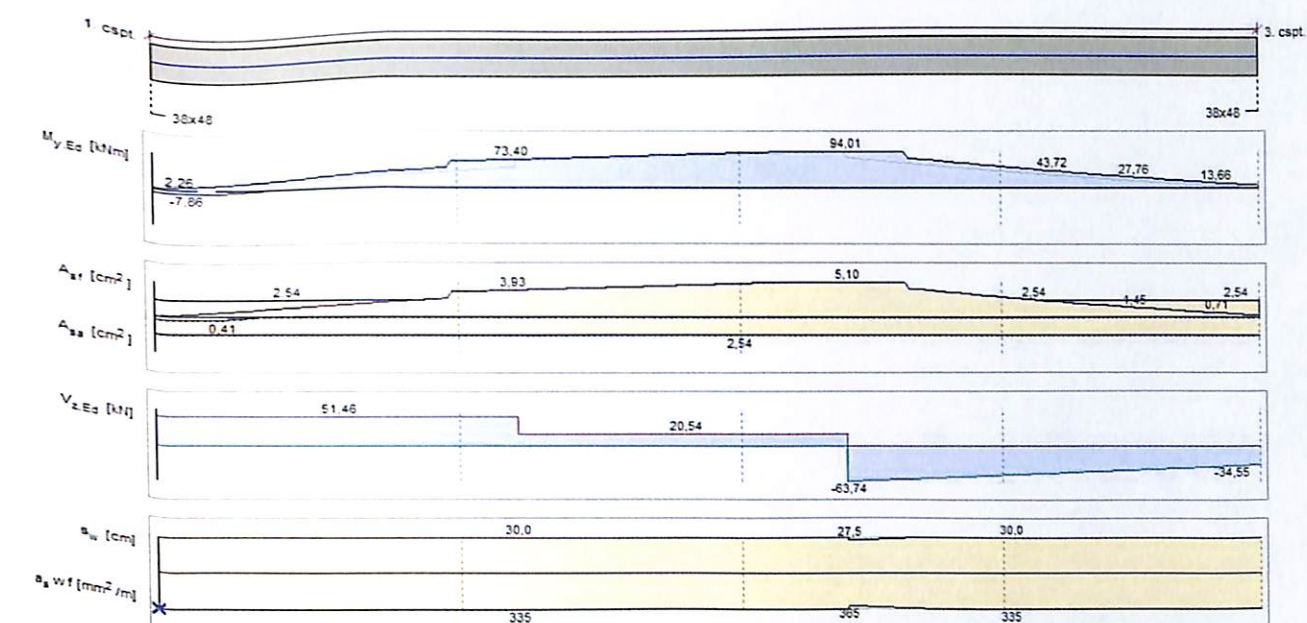


88. ábra: G12 gerenda statikai váz

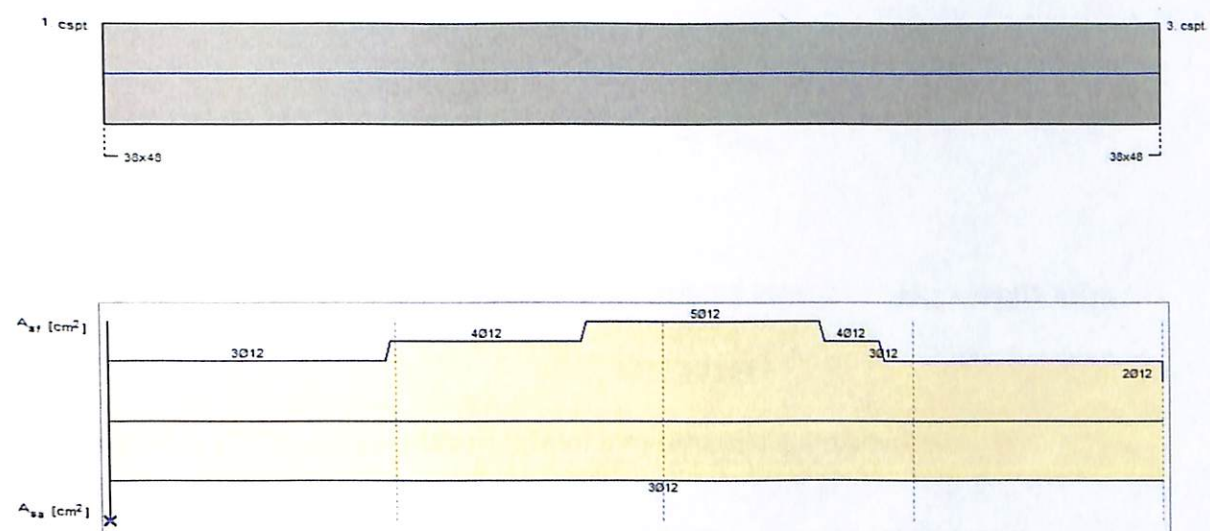
Igénybevételek, szükséges vasalás:



89. ábra: G12 gerenda maximum nyomatéka: 94,01kNm



90. ábra: G12 gerenda szükséges vasmenntiség 510 mm^2



91. ábra: G12 gerenda Alkalmazott vasalás

G12 gerenda ellenőrzése

Kiindulási adatok

$$\text{Beton: C20/25-XC0-16-F2} \quad f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Acél: B500} \quad f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{ed} = 94,01 \text{ kNm}$$

$$c_{nom} = 20 \text{ mm}$$

$$d = 480 - 20 - \frac{12}{2} = 454 \text{ mm}$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad 5 \text{ } \varnothing 12 = 565 \text{ mm}^2$$

$$b_w * x_c * f_{cd} - A_s * f_{yd} = 0$$

$$380 * x_c * 13,3 - 565 * 435 = 0$$

$$x_c = 48,62 \text{ mm}$$

Ellenőrzés:

$$\Sigma M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$M_{Rd} = b_w * x_c * f_{cd} * (d - \frac{x_c}{2})$$

$$M_{Rd} = 380 * 48,62 * 13,3 * (454 - \frac{48,62}{2}) = 105,58 \text{ kNm} < M_{ed} = 94,01 \text{ kNm}$$

MEGFELEL!

Az alkalmazott 5 $\varnothing 12$ -os vasalás megfelel a nyomatéki igénybevételre.

Nyírás vizsgálat

Kiindulási adatok

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-F2-16

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Az alkalmazott betonacél minőség:

B500

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

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

- Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása

$$V_{Rd,max} = 0,5 * b_w * z * v * f_{cd} = 0,5 * 380 * 408,6 * 0,552 * 13,3 = 569,90 \text{ kN}$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 454 = 408,6 \text{ mm}$$

$$v = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 * \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$V_{Ed,max} < V_{Rd,max}$$

$$63,74 \text{ kN} < 538,10 \text{ kN}, \text{ tehát a szerkezet bevasalható!}$$

- A beton nyírási teherbírása

$$V_{Rd,c} = c * b_w * d * f_{ctd} = 0,358 * 380 * 454 * 1,0 = 61,76 \text{ kN}$$

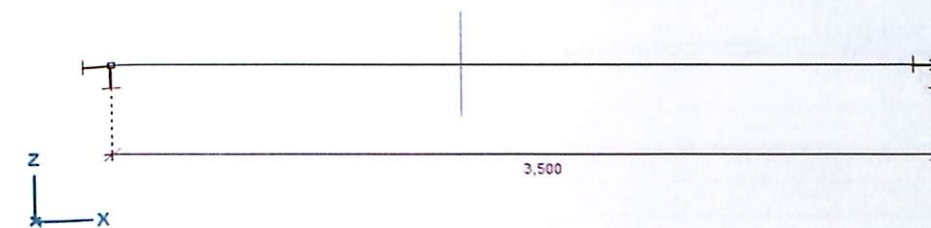
A minimális kengyel távolság: 300 mm, alkalmazott nyíróvasalás $\emptyset 8/20$

G10 gerenda méretezése:

A törésképen: 15

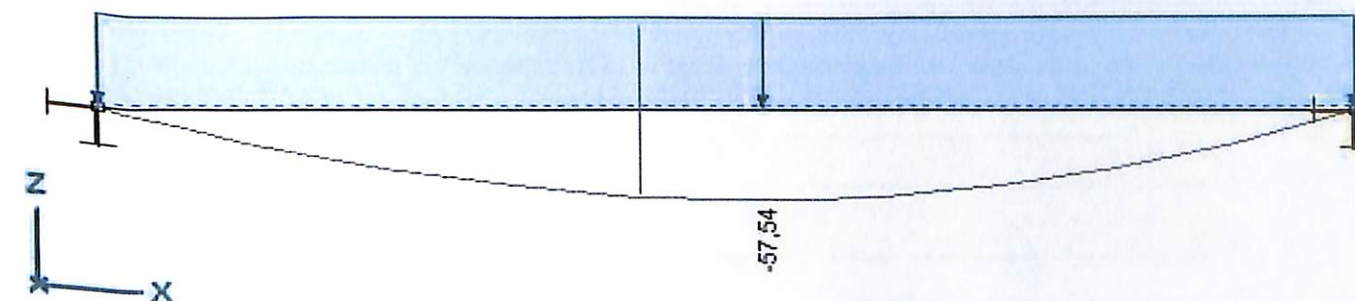
Keresztmetszet: 38*48 cm

Statikai váz:

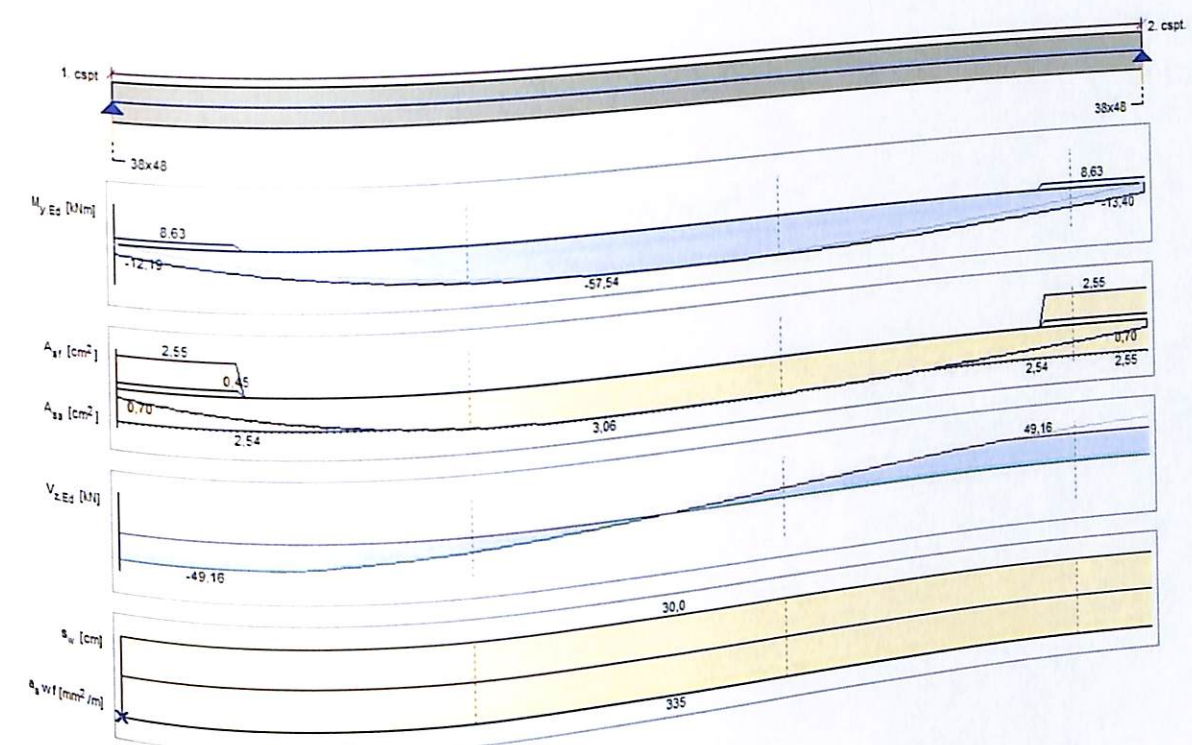


92. ábra: G10 gerenda statikai váz

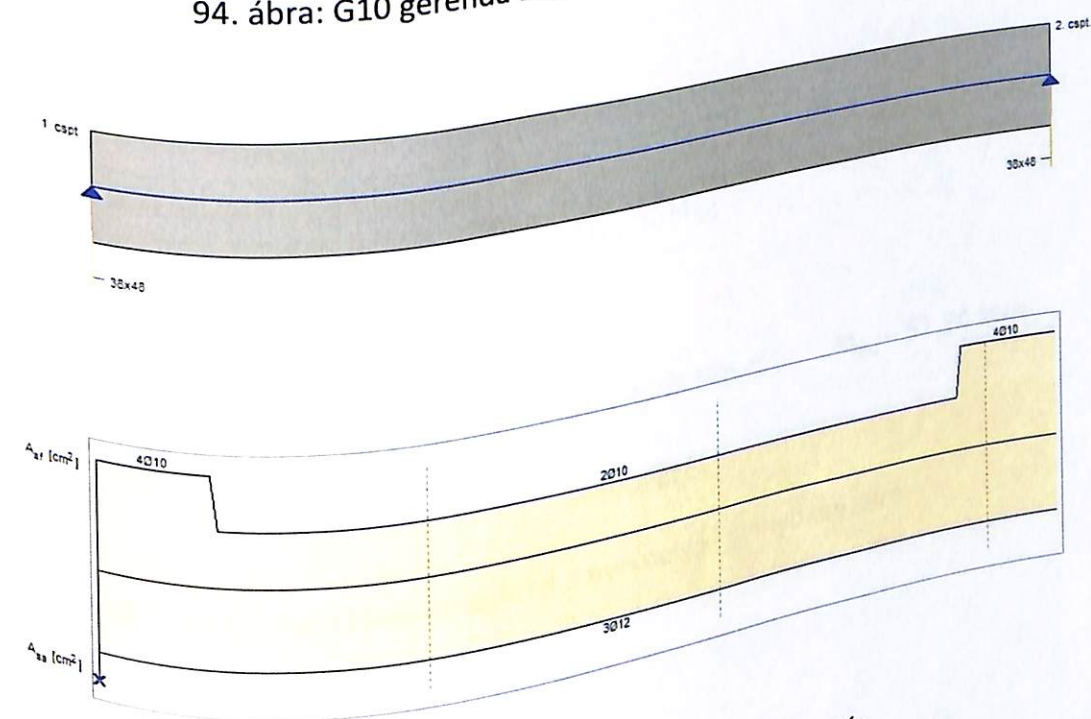
Igénybevételek, szükséges vasalás:



93. ábra: G10 gerenda maximum nyomatéka: 57,54kNm



94. ábra: G10 gerenda szükséges vasmenyiség 575 mm^2



95. ábra: G10 gerenda Alkalmazott vasalás

G10 gerenda ellenőrzése

Kiindulási adatok

$$\text{Beton: C20/25-XC0-16-F2} \quad f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Acél: B500} \quad f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{ed} = 57,54 \text{ kNm}$$

$$c_{nom} = 20 \text{ mm}$$

$$d = 480 - 20 - \frac{12}{2} = 454 \text{ mm}$$

$$\Sigma F_x = 03 \text{ } \emptyset 12 = 339 \text{ mm}^2$$

$$b_w * x_c * f_{cd} - A_s * f_{yd} = 0$$

$$380 * x_c * 13,3 - 339 * 435 = 0$$

$$x_c = 29,17 \text{ mm}$$

Ellenőrzés:

$$\Sigma M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$M_{Rd} = b_w * x_c * f_{cd} * (d - \frac{x_c}{2})$$

$$M_{Rd} = 380 * 29,17 * 13,3 * (454 - \frac{29,17}{2}) = 64,78 \text{ kNm} < M_{ed} = 57,54 \text{ kNm}$$

MEGFELEL!

Az alkalmazott 3 $\emptyset 12$ -os vasalás megfelel a nyomatéki igénybevételre.

Nyírás vizsgálat

Kiindulási adatok

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-F2-16

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Az alkalmazott betonacél minőség:

B500

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

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

- Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása

$$V_{Rd,max} = 0,5 * b_w * z * v * f_{cd} = 0,5 * 380 * 408,6 * 0,552 * 13,3 = 569,90 \text{ kN}$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 454 = 408,6 \text{ mm}$$

$$v = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 * \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$V_{Ed,max} < V_{Rd,max}$$

$$63,74 \text{ kN} < 538,10 \text{ kN}, \text{ tehát a szerkezet bevasalható!}$$

- A beton nyírási teherbírása

$$V_{Rd,c} = c * b_w * d * f_{ctd} = 0,358 * 380 * 454 * 1,0 = 61,76 \text{ kN}$$

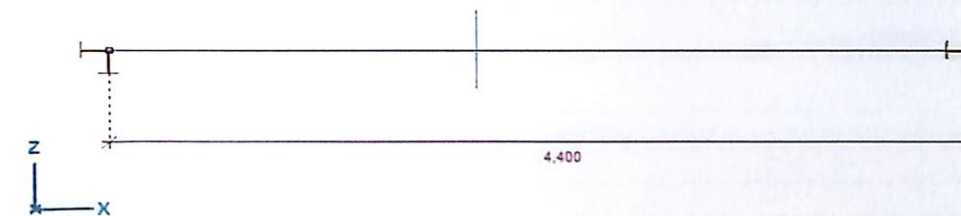
A minimális kengyel távolság: 300 mm, alkalmazott nyíróvasalás Ø 8/20

G11 gerenda méretezése:

A törésképen: 6 ; 23

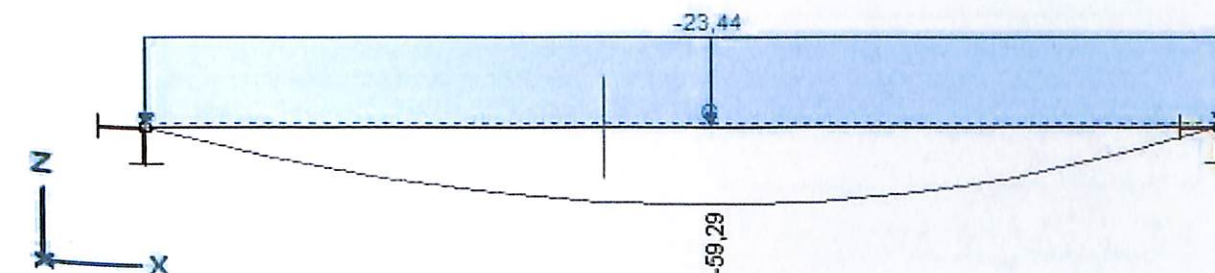
Keresztmetszet: 38*44 cm

Statikai váz:

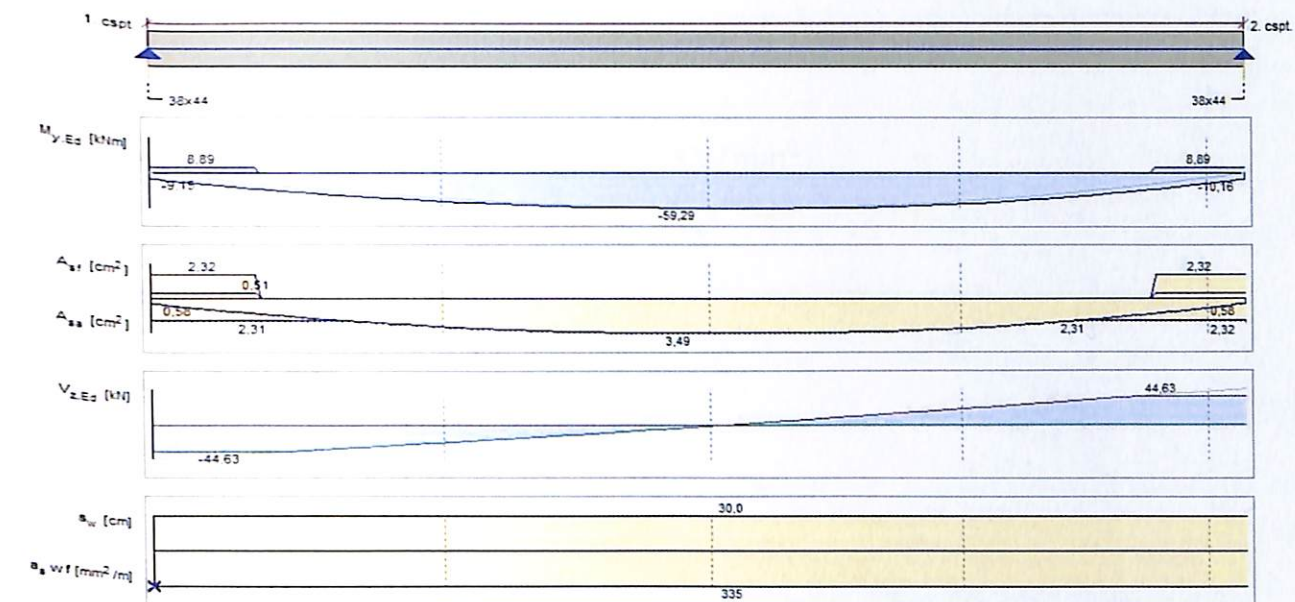


96. ábra: G11 gerenda statikai váz

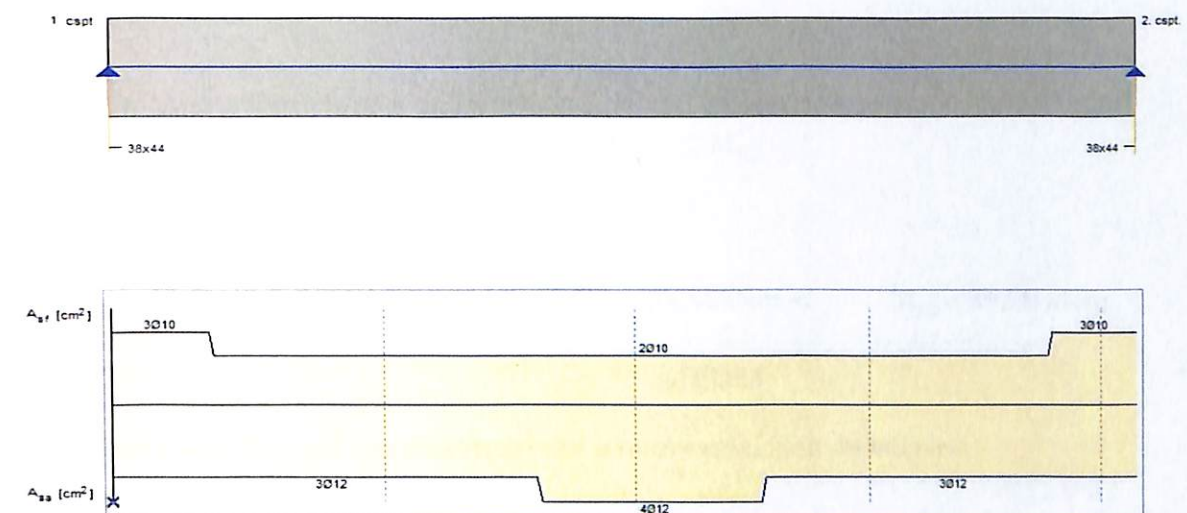
Igénybevételek, szükséges vasalás:



97. ábra: G11 gerenda maximum nyomatéka: 59,29kNm



98. ábra: G11 gerenda szükséges vasmennyiség 349 mm^2



99. ábra: G11 gerenda Alkalmazott vasalás

G11 gerenda ellenőrzése

Kiindulási adatok

$$\text{Beton: C20/25-XC0-16-F2} \quad f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Acél: B500} \quad f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{ed} = 57,54 \text{ kNm}$$

$$c_{nom} = 20 \text{ mm}$$

$$d = 440 - 20 - \frac{12}{2} = 414 \text{ mm}$$

$$\Sigma F_x = 04 \text{ } \emptyset 12 = 452 \text{ mm}^2$$

$$b_w * x_c * f_{cd} - A_s * f_{yd} = 0$$

$$380 * x_c * 13,3 - 452 * 435 = 0$$

$$x_c = 38,90 \text{ mm}$$

Ellenőrzés:

$$\Sigma M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$M_{Rd} = b_w * x_c * f_{cd} * (d - \frac{x_c}{2})$$

$$M_{Rd} = 380 * 38,90 * 13,3 * (414 - \frac{38,90}{2}) = 77,56 \text{ kNm} < M_{ed} = 59,29 \text{ kNm}$$

MEGFELEL!

Az alkalmazott 4 $\emptyset 12$ -os vasalás megfelel a nyomatéki igénybevételre.

Nyírás vizsgálat

Kiindulási adatok

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-F2-16

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Az alkalmazott betonacél minőség:

B500

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

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

- Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása

$$V_{Rd,max} = 0,5 * b_w * z * \nu * f_{cd} = 0,5 * 380 * 372,6 * 0,552 * 13,3 = 519,74 \text{ kN}$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 414 = 372,6 \text{ mm}$$

$$\nu = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 * \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$V_{Ed,max} < V_{Rd,max}$$

$$57,15 \text{ kN} < 519,74 \text{ kN}, \text{ tehát a szerkezet bevasalható!}$$

- A beton nyírási teherbírása

$$V_{Rd,c} = c * b_w * d * f_{ctd} = 0,358 * 380 * 414 * 1,0 = 56,32 \text{ kN}$$

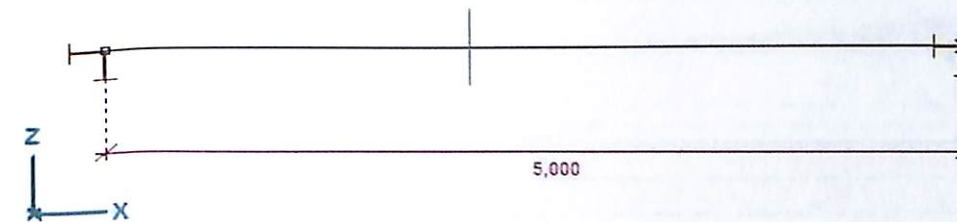
A minimális kengyel távolság: 300 mm, alkalmazott nyíróvasalás $\emptyset 8/20$

G13 gerenda méretezése:

A törésképen: 16

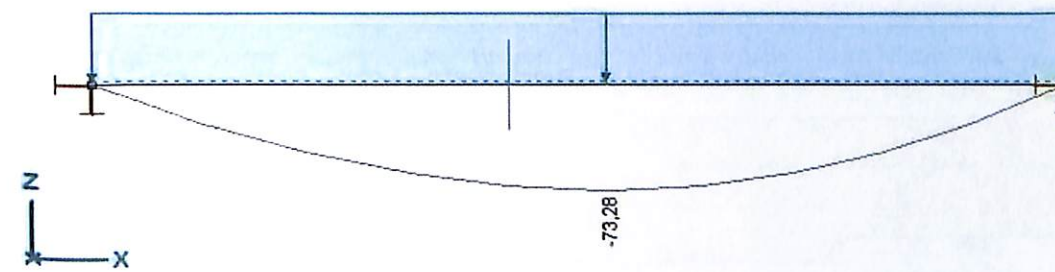
Keresztmetszet: 38*48 cm

Statikai váz:

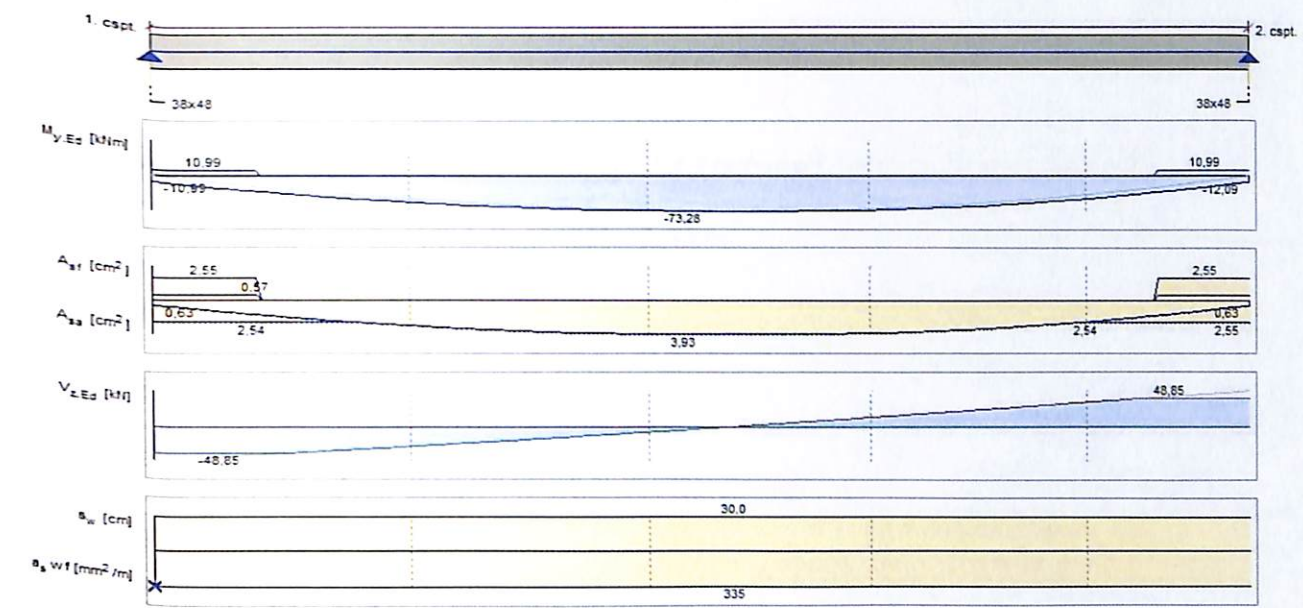


100. ábra: G13 gerenda statikai váz

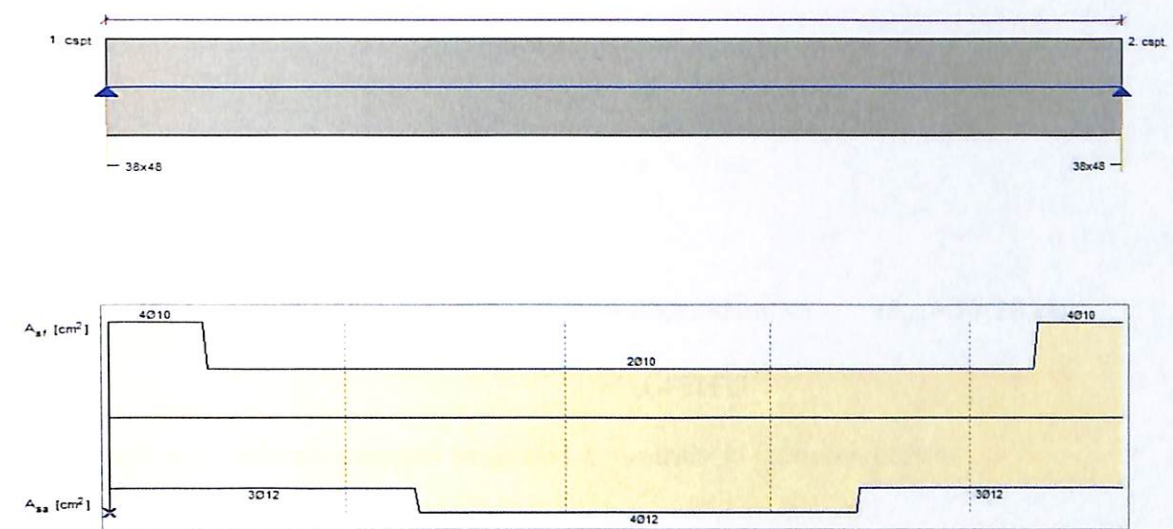
Igénybevételek, szükséges vasalás:



101. ábra: G13 gerenda maximum nyomatéka: 73,28kNm



102. ábra: G13 gerenda szükséges vasmenyiség 393 mm^2



103. ábra: G13 gerenda Alkalmazott vasalás

G13 gerenda ellenőrzése

Kiindulási adatok

$$\text{Beton: C20/25-XC0-16-F2} \quad f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Acél: B500} \quad f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{ed} = 73,28 \text{ kNm}$$

$$c_{nom} = 20 \text{ mm}$$

$$d = 480 - 20 - \frac{12}{2} = 454 \text{ mm}$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad 4 \cdot \emptyset 12 = 452 \text{ mm}^2$$

$$b_w \cdot x_c \cdot f_{cd} - A_s \cdot f_{yd} = 0$$

$$380 \cdot x_c \cdot 13,3 - 452 \cdot 435 = 0$$

$$x_c = 38,90 \text{ mm}$$

Ellenőrzés:

$$\Sigma M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$M_{Rd} = b_w \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$M_{Rd} = 380 \cdot 38,90 \cdot 13,3 \cdot \left(454 - \frac{38,90}{2}\right) = 85,43 \text{ kNm} < M_{ed} = 73,28 \text{ kNm}$$

MEGFELEL!

Az alkalmazott 4 Ø 12 -os vasalás megfelel a nyomatéki igénybevételre.

Nyírás vizsgálat

Kiindulási adatok

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-F2-16

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Az alkalmazott betonacél minőség:

B500

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

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

- Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása

$$V_{Rd,max} = 0,5 * b_w * z * v * f_{cd} = 0,5 * 380 * 408,6 * 0,552 * 13,3 = 569,90 \text{ kN}$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 454 = 408,6 \text{ mm}$$

$$v = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 * \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$V_{Ed,max} < V_{Rd,max}$$

$$61,71 \text{ kN} < 538,10 \text{ kN}, \text{ tehát a szerkezet bevasalható!}$$

- A beton nyírási teherbírása

$$V_{Rd,c} = c * b_w * d * f_{ctd} = 0,358 * 380 * 454 * 1,0 = 61,76 \text{ kN}$$

A nyíróerőt a tartó teljes hosszán a beton elviseli.

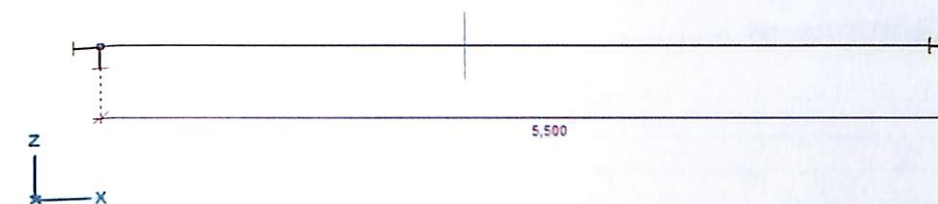
A minimális kengyel távolság: 300 mm, alkalmazott nyíróvasalás Ø 8/20

G14 gerenda méretezése:

A törésképen: 5 ; 21

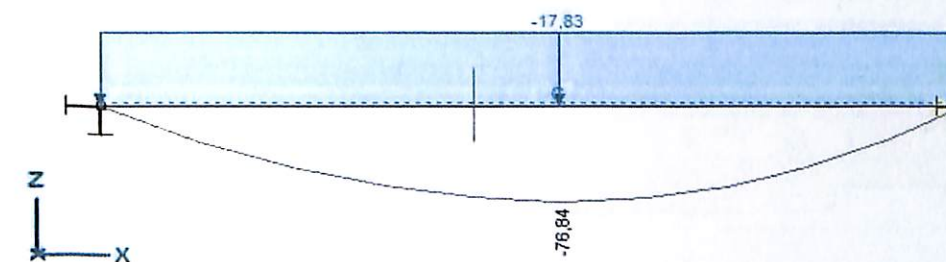
Keresztmetszet: 38*48 cm

Statikai váz:

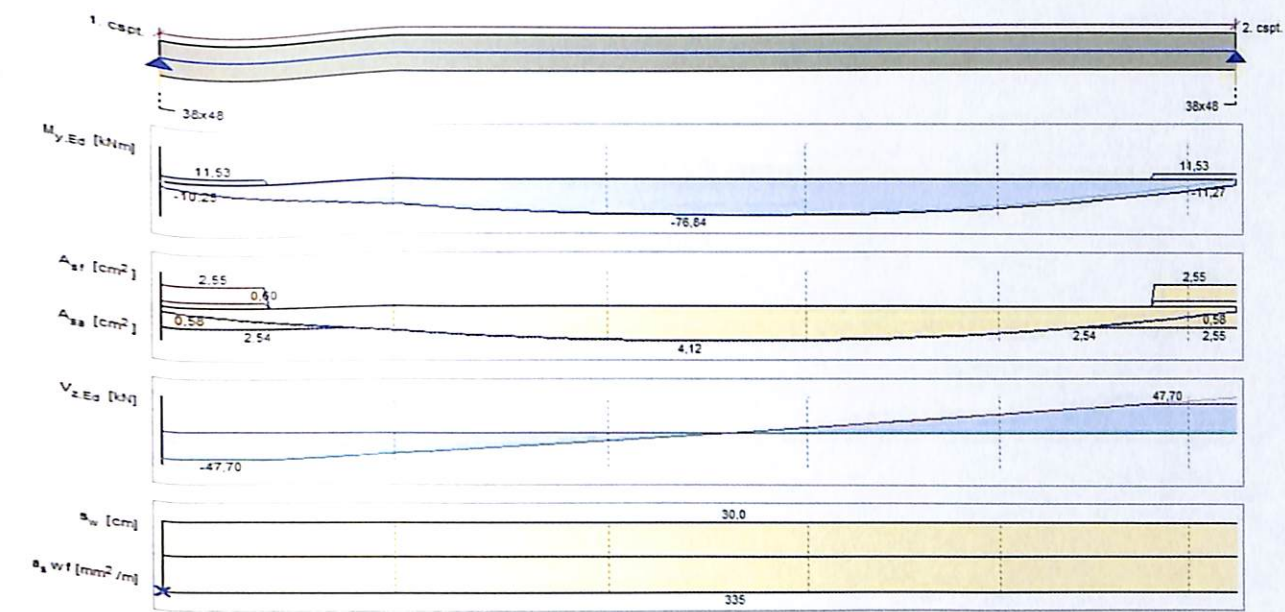


104. ábra: G14 gerenda statikai váz

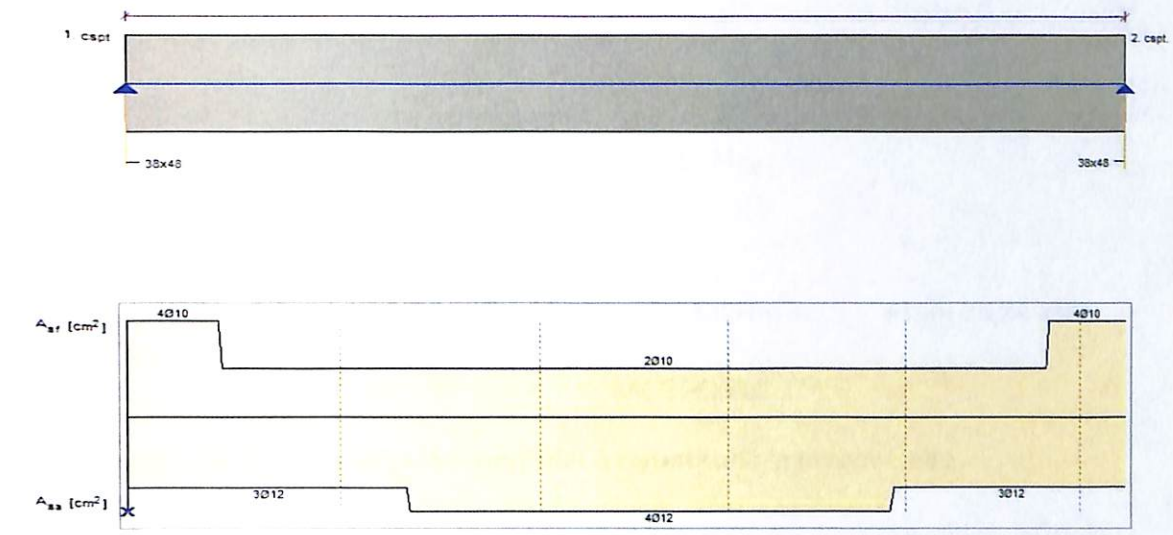
Igénybevételek, szükséges vasalás:



105. ábra: G14 gerenda maximum nyomatéka: 76,84 kNm



106. ábra: G14 gerenda szükséges vasmenyiség 412 mm²



107. ábra: G14 gerenda Alkalmazott vasalás

G14 gerenda ellenőrzése

Kiindulási adatok

$$\text{Beton: C20/25-XC0-16-F2} \quad f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Acél: B500} \quad f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{ed} = 76,84 \text{ kNm}$$

$$c_{nom} = 20 \text{ mm}$$

$$d = 480 - 20 - \frac{12}{2} = 454 \text{ mm}$$

$$\Sigma F_x = 04 \text{ } \emptyset 12 = 452 \text{ mm}^2$$

$$b_w * x_c * f_{cd} - A_s * f_{yd} = 0$$

$$380 * x_c * 13,3 - 452 * 435 = 0$$

$$x_c = 38,90 \text{ mm}$$

Ellenőrzés:

$$\Sigma M = 0$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$M_{Rd} = b_w * x_c * f_{cd} * (d - \frac{x_c}{2})$$

$$M_{Rd} = 380 * 38,90 * 13,3 * (454 - \frac{38,90}{2}) = 85,43 \text{ kNm} < M_{ed} = 76,84 \text{ kNm}$$

MEGFELEL!

Az alkalmazott 4 $\emptyset 12$ -os vasalás megfelel a nyomatéki igénybevételre.

Nyírás vizsgálat

Kiindulási adatok

A beton anyagminősége:

C20/25-XC0-F2-16

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

Az alkalmazott betonacél minőség:

B500

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

$$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

- Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása

$$V_{Rd,max} = 0,5 * b_w * z * v * f_{cd} = 0,5 * 380 * 408,6 * 0,552 * 13,3 = 569,90 \text{ kN}$$

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 454 = 408,6 \text{ mm}$$

$$v = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 * \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$V_{Ed,max} < V_{Rd,max}$$

$$58,55 \text{ kN} < 538,10 \text{ kN}, \text{ tehát a szerkezet bevasalható!}$$

- A beton nyírási teherbírása

$$V_{Rd,c} = c * b_w * d * f_{ctd} = 0,358 * 380 * 454 * 1,0 = 61,76 \text{ kN}$$

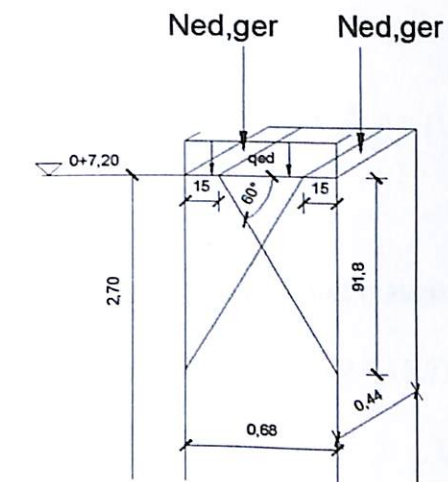
A nyíróerőt a tartó teljes hosszán a beton elviseli.

A minimális kengyel távolság: 300 mm ,alkalmazott nyíróvasalás $\emptyset 8/20$

10. Porotherm falazatok

A Porotherm falazat 4 féle méretben található meg az épületben 0,25 ; 0,3 ; 0,38 ; 0,44 m vastagságban használt az épületben. A falazatot a kritikus mértékadó helyeken fogom ellenőrizni, ahol az egybefüggő fal hossza kevesebb mint 1 m és a két szélén áthidaló is terheli koncentráltan.

1. kritikus hely: (lásd 78. ábra 34 és 35 között)



108. ábra: Porotherm 44 klíma

Fal önsúlya: $14 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,44 \text{ m} = 6,16 \text{ kN/m}$

Felső szintről vonal menti teher (törésképből): q_{Ed} :

$$2,02 \text{ m}^2 \cdot 0,18 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35 + 2,02 \text{ m}^2 \cdot 3,72 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35 + 2,02 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = \\ = 25,44 \text{ kN/m}$$

Koncentrált erő a gerendáról: $N_{Ed,ger} = \frac{28,69 \cdot 1,2}{2} = 17,21 \text{ kN}$

$$f_b : 11,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Falazó habarcs: tetszőleges } f_m : 1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Fal magassága: } 2,7 \text{ m } h_{ef} : 2700 \text{ mm}$$

$$\gamma_m : 2,5 \quad K : 0,55$$

A falazat nyomószilárdságának karakterisztikus értéke:

$$f_k : K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,55 \cdot 11,38^{0,7} \cdot 1,0^{0,3} = 3,01 \text{ N/mm}^2$$

A falazat tervezett nyomószilárdsága:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} = \frac{3,01}{2,5} = 1,2 \text{ N/mm}^2$$

A fal keresztmetszeti területe: $0,68 * 0,44 = 0,29 > 0,1$ ezért a falazat nyomószilárdságát nem kell csökkenteni

Vizsgálat az erőbevezetés alatti felfekvésterületén:

$$A_b = 440 * 150 = 66000 \text{ mm}^2$$

A 60° -os terjedési szöget figyelembe véve, a hatékony teherviselő hossz a fal magasságának a 1763 mm-én.

$$A_{ef} = 680 * 440 = 299200 \text{ mm}^2$$

$$\beta = (1 + 0,3 * \frac{a_1}{h_c}) * (1,5 - 1,1 * \frac{A_b}{A_{ef}}) = (1 + 0,3 * \frac{0}{2700}) * (1,5 - 1,1 * \frac{66000}{299200}) = 1,25$$

$$150$$

$$\beta \leq \min 1,25 + \frac{0}{2 * 2700} = 1,25 \text{ tehát a } \beta = 1,25 \text{ lehet maximálisan}$$

$$N_{Rdc} : \beta * A_b * f_d = 1,25 * 66000 * 1,2 = 99 \text{ kN} > N_{ed} = 2 * 17,21 + 25,44 = 59,86 \text{ kN}$$

MEGFELEL!

A falszakasz középső keresztmetszete:

$$\text{Számított külpontosság: } e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{hm} + e_{init} = 0 + 0 + \frac{2700}{450} = 6 \text{ mm}$$

$$0,05 * t = 0,05 * 440 = 22 \text{ mm} > 6 \text{ mm} \text{ ezért } e_{mk} = 22 \text{ mm}$$

$$e_{mk} / t = \frac{22}{440} = 0,05$$

$$\text{ezért } \phi_m = 0,884$$

$$h_{ef} / t_{ef} = \frac{2700}{440} = 6,13$$

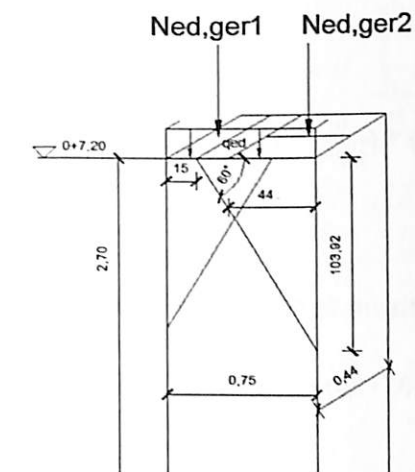
A fal ellenállása a közepén :

$$N_{Rd} : \phi_m * t * f_d = 0,884 * 440 * 680 * 1,2 = 317,4 \text{ kN/m} > N_{ed} = 71,08 \text{ kN/m}$$

$$N_{ed} : 1,35 * 6,16 * \frac{2,7}{2} + 2 * 17,21 * 25,44 = 71,08 \text{ kN/m}$$

MEGFELEL!

2. kritikus hely: (lásd 78. ábra 26 és 27 között)



109. ábra: Porotherm 44 klíma

Fal önsúlya: $14 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,44 \text{ m} = 6,16 \text{ kN/m}$

Felső szintről vonal menti teher (törésképből): q_{Ed} :

$$2,18 \text{ m}^2 \cdot 0,18 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35 + 2,18 \text{ m}^2 \cdot 3,72 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35 + 2,18 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = \\ = 27,46 \text{ kN/m}$$

Koncentrált erő a gerendáról: $N_{Ed,ger1} = \frac{6,5 \cdot 2,1}{2} = 6,8 \text{ kN}$; $N_{Ed,ger2} = \frac{33,43 \cdot 1}{2} = 16,7 \text{ kN}$

$$f_b: 11,38 \text{ N/mm}^2$$

Falazó habarcs: tetszőleges $f_m: 1 \text{ N/mm}^2$

Fal magassága: 2,7 m $h_{ef}: 2700 \text{ mm}$

$$\gamma_m: 2,5 \quad K: 0,55$$

A falazat nyomószilárdságának karakterisztikus értéke:

$$f_k: K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,55 \cdot 11,38^{0,7} \cdot 1,0^{0,3} = 3,01 \text{ N/mm}^2$$

A falazat tervezett nyomószilárdsága:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} = \frac{3,01}{2,5} = 1,2 \text{ N/mm}^2$$

A fal keresztmetszeti területe: $0,75 \cdot 0,44 = 0,33 > 0,1$ ezért a falazat nyomószilárdságát nem kell csökkenteni

Vizsgálat az erőbevezetés alatti felfekvésterületén:

$$A_{b1} = 440 \cdot 150 = 66000 \text{ mm}^2; A_{b2} = 440 \cdot 440 = 193600 \text{ mm}^2$$

A 60°-os terjedési szöget figyelembe véve, a hatékony teherviselő hossz a fal magasságának a 1661 mm-én.

$$A_{ef} = 750 * 440 = 330000 \text{ mm}^2$$

$$\beta = (1 + 0,3 * \frac{a_1}{h_c}) * (1,5 - 1,1 * \frac{A_b}{A_{ef}}) = (1 + 0,3 * \frac{0}{2700}) * (1,5 - 1,1 * \frac{66000}{299200}) = 0,85 < 1$$

$$150$$

$$\beta \leq \min 1,25 + \frac{0}{2 * 2700} = 1,25 \text{ tehát a } \beta = 1,25 \text{ lehet maximálisan}$$

$$N_{Rdc} : \beta * A_b * f_d = 1,25 * 66000 * 1,2 = 99 \text{ kN} > N_{ed} = 6,8 + 16,7 + 27,46 = 50,96 \text{ kN}$$

MEGFELEL!

A falszakasz középső keresztmetszete:

$$\text{Számított külpontosság: } e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{hm} + e_{init} = 0 + 0 + \frac{2700}{450} = 6 \text{ mm}$$

$$0,05 * t = 0,05 * 440 = 22 \text{ mm} > 6 \text{ mm} \text{ ezért } e_{mk} = 22 \text{ mm}$$

$$e_{mk} / t = \frac{22}{440} = 0,05$$

$$\text{ezért } \phi_m = 0,884$$

$$h_{ef} / t_{ef} = \frac{2700}{440} = 6,13$$

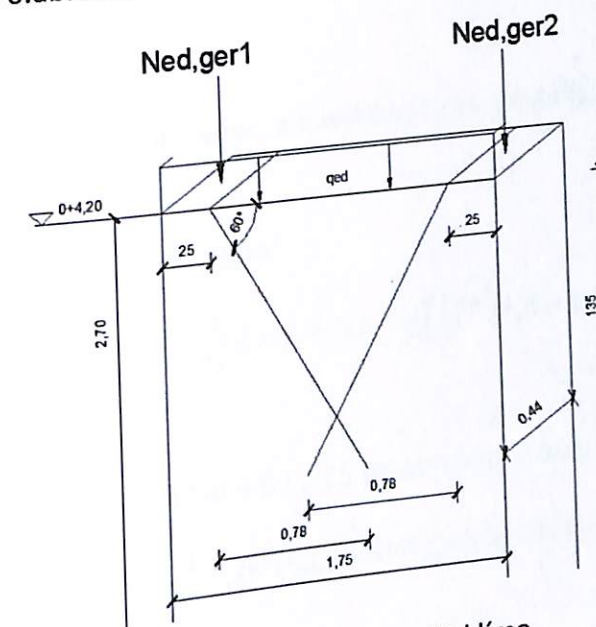
A fal ellenállása a közepén :

$$N_{Rd} : \phi_m * t * f_d = 0,884 * 440 * 750 * 1,2 = 351,2 \text{ kN/m} > N_{ed} = 71,08 \text{ kN/m}$$

$$N_{ed} : 1,35 * 6,16 * \frac{2,7}{2} + 6,8 + 16,7 + 27,46 = 62,18 \text{ kN/m}$$

MEGFELEL!

3. kritikus hely: (lásd 76. ábra 10 és 11 között)



109. ábra: Porotherm 44 klíma

Fal önsúlya: $14 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,44 \text{ m} = 6,16 \text{ kN/m}$

Felső szintről vonal menti teher (törésképből): q_{Ed} :

$$+6,43 \text{ m}^2 \cdot 0,18 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35 + 6,43 \text{ m}^2 \cdot 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35 + 6,43 \text{ m}^2 \cdot 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 +$$

$$+6,43 \text{ m}^2 \cdot 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 + 14 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,44 \text{ m} \cdot 2,7 \text{ m} = 106,81 \text{ kN/m}$$

Koncentrált erő a gerendáról: $N_{Ed,ger1} = \frac{2,26 \cdot 43,84}{2} + \frac{14,94}{2} = 57 \text{ kN}$; $N_{Ed,ger2} = \frac{60,58 \cdot 2}{2} = 60,5 \text{ kN}$

$$f_b: 11,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Falazó habarcs: tetszőleges } f_m: 1 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Fal magassága: } 2,7 \text{ m} \quad h_{ef}: 2700 \text{ mm}$$

$$\gamma_m: 2,5$$

$$K: 0,55$$

A falazat nyomószilárdságának karakterisztikus értéke:

$$f_k: K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,55 \cdot 11,38^{0,7} \cdot 1,0^{0,3} = 3,01 \text{ N/mm}^2$$

A falazat tervezett nyomószilárdsága:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} = \frac{3,01}{2,5} = 1,2 \text{ N/mm}^2$$

A fal keresztmetszeti területe: $1,75 \cdot 0,44 = 0,77 > 0,1$ ezért a falazat nyomószilárdságát nem kell csökkenteni

Vizsgálat az erőbevezetés alatti felfekvésterületén:

$$A_b = 440 \cdot 250 = 110000 \text{ mm}^2$$

A 60°-os terjedési szöget figyelembe véve, a hatékony teherviselő hossz a fal magasságának a 1661 mm-én.

$$A_{ef} = 780 + 250 \cdot 440 = 453200 \text{ mm}^2$$

$$\beta = (1 + 0,3 \cdot \frac{a_1}{h_c}) \cdot (1,5 - 1,1 \cdot \frac{A_b}{A_{ef}}) = (1 + 0,3 \cdot \frac{0}{2700}) \cdot (1,5 - 1,1 \cdot \frac{110000}{453200}) = 1,23$$

150

$$\beta \leq \min 1,25 + \frac{0}{2 \cdot 2700} = 1,25 \text{ tehát a } \beta = 1,25 \text{ lehet maximálisan}$$

$$N_{Rdc} : \beta \cdot A_b \cdot f_d = 1,25 \cdot 110000 \cdot 1,2 = 162,3 \text{ kN} > N_{ed} = 106,81 \cdot 0,25 + 57 + 60,5 = 144,2 \text{ kN}$$

MEGFELEL!

A falszakasz középső keresztmetszete:

$$\text{Számított külpontosság: } e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{hm} + e_{init} = 0 + 0 + \frac{2700}{450} = 6 \text{ mm}$$

$$0,05 \cdot t = 0,05 \cdot 440 = 22 \text{ mm} > 6 \text{ mm} \text{ ezért } e_{mk} = 22 \text{ mm}$$

$$e_{mk} / t = \frac{22}{440} = 0,05$$

$$\text{ezért } \phi_m = 0,884$$

$$h_{ef} / t_{ef} = \frac{2700}{440} = 6,13$$

A fal ellenállása a közepén :

$$N_{Rd} : \phi_m \cdot t \cdot f_d = 0,884 \cdot 440 \cdot 1750 \cdot 1,2 = 351,2 \text{ kN/m} > N_{ed} = 475,2 \text{ kN/m}$$

$$N_{ed} : 1,35 \cdot 6,16 \cdot \frac{2,7}{2} + 57 + 60,5 + 106,81 = 224,31 \text{ kN/m}$$

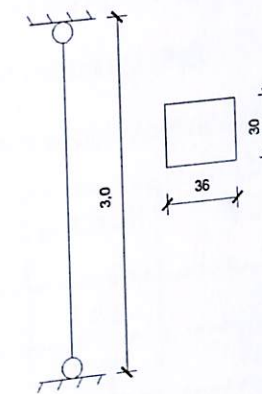
MEGFELEL!

11. P1 jelű vasbeton pillér

Kiindulási adatok

Beton: C20/25-XC0-16-F2 $f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$

Acél: B500 $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$



Terhek:

$$g_{pill} : 0,3 * 0,36 * 3 * 25 * 1,35 = 10,93 \text{ kN}$$

$$g_{födém} : 2,05 \text{ m}^2 * 0,18 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 1,35 + 2,05 \text{ m}^2 * 3,72 \text{ kN/m}^2 * 1,35 +$$

$$+ 2,05 \text{ m}^2 * 1 \text{ kN/m}^2 * 1,5 = 25,82 \text{ kN}$$

$$g_{ger} : \frac{58,38}{2} + \frac{1,4 * 50,43}{2} = 64,49 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} : 10,93 + 25,82 + 64,49 = 101,24 \text{ kN}$$

$$\frac{l_0}{h} = \frac{3,0}{0,3} = 10 \text{ ezért } \varphi = 0,86$$

$$N_{Rd} = \varphi * A_c * f_{cd} = 0,86 * 300 * 360 * 13,3 = 1235 \text{ kN} > N_{Ed} = 101,24 \text{ kN}$$

A beton vasalás nélkül elbírja a terhelést!

$$\text{Minimális vasmenyiség használata: } A_{s,min} = 0,003 * 300 * 360 = 324 \text{ mm}^2$$

$$4\phi 12 \quad A_s = 452 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 324 \text{ mm}^2$$

Kengyel: $\phi 8$

$$15 * 12 = 180 \text{ mm}$$

$$S_{max} = \min \quad h = 300 \text{ mm}$$

$$400 \text{ mm}$$

Alkalmazott kengyelezés: $\phi 8/15$

12. Alapozás

Kiindulási adatok

Az alapozási terven szereplő sávalap szélességi méreteit törő képlettel határozom meg, azonban a terven feltüntetett méretek nem véglegesek, mivel a süllyedések és süllyedés különbségekké számolva a méretek további változtatása szükséges. Az alapozási terv csak koncepció, további statikai számítás szükséges az alapozás kivitelezéséhez.

A mértékadó talajvízszint nem érinti az alapozási síkot.

Talajmechanikai adatok 3 fúrás eredményéből származnak.

	ρ (t/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	Es (MN/m ²)
			-	17
0+1,50 – 0±0,00m humusz feltöltés	1,65	-	-	24
0±0,00– 0-0,80 mdurva homok	1,75	29	-	20
0-0,80 – 0-3,00 m homokos iszap	1,70	24	15	

A beton fedés értéke 3,5 cm

Karbonátosodás nedves, ritkán száraz környezetben, illetve mérsékelt nedvességtartalom mellett:

Beton minőség: C 20/25 – XC2 – 16

$$f_{ck} = 16,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

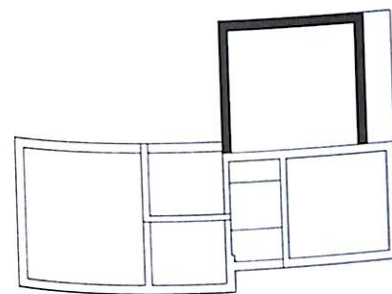
$$f_{ctd} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{c,eff} = 8,5 \text{ kN/mm}^2$$

Alaptest szélességének meghatározása a 0+1,50m alatt



Az alapozás alsó síkja: 0+0,20 m

Terhek: (terhelési mezők a törésképből)

$$\text{Fal: } 2 * 2,7 \text{ m} * 14 \text{ kN/m}^3 * 0,44 \text{ m} * 1,35 = 44,9 \text{ kN/m}$$

$$\text{Födémek: } \frac{(14,71 \text{ m}^2 + 9,85 \text{ m}^2) * 0,18 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 1,35 + 9,85 \text{ m}^2 * 3,72 \text{ kN/m}^2 * 1,35}{6,1} + \frac{9,85 \text{ m}^2 * 1,0 + 14,74 \text{ m}^2 * 2,0 \text{ kN/m}^2 * 1,35 + 14,71 \text{ m}^2 * 2,0 \text{ kN/m}^2 + 14,71 \text{ kN/m}^2 * 1,5}{6,1} = 49,11 \text{ kN/m}$$

$$\text{Összes teher: } 44,9 \text{ kN/m} + 49,11 \text{ kN/m} = 94 \text{ kN/m}$$

Sávalap szélességének meghatározása 94,00 kN/fm terhelés esetén:

$$R_k = A * (q' * N_q * b_q * S_q * i_q + c' * N_c * b_c * S_c * i_c + 0,5 * \gamma' * B * N_\gamma * b_\gamma * S_\gamma * i_\gamma)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} * [\tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2})] = e^{\pi * \tan 18} * [\tan^2(45 + \frac{24}{2})] = 6,580$$

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \varphi = (6,580 - 1) * \cot 24 = 12,53$$

$$\gamma_i = \rho * g = (1,7 - 1) * 10 = 7$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q - 1) * \tan \varphi = 2 * (6,580 - 1) * \tan 24 = 4,96$$

$$S_\gamma, b_\gamma, i_\gamma \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_q, b_q, i_q \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_c, b_c, i_c \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$q = (1,5 \cdot 1,7 \cdot 10 + 0,8 \cdot 1,75 \cdot 10 + 1,5 \cdot 1,65 \cdot 10) / 2,3 = 64,25 \cdot 2,3 = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

$$q' \cdot Nq \cdot bq \cdot Sq \cdot iq + c' \cdot Nc \cdot bc \cdot sc \cdot ic + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot Ny \cdot by \cdot Sy \cdot iy =$$

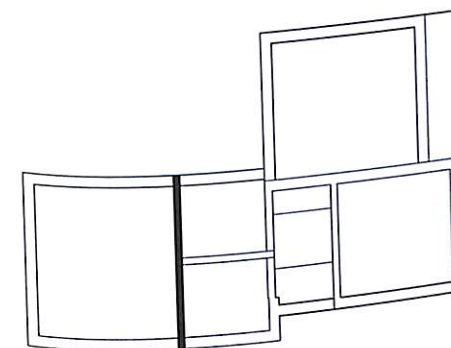
$$= 27,9 \cdot 6,58 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 25 \cdot 12,53 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \cdot B \cdot 4,96 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 7 = 372,18 + 17,36B$$

$$\frac{F_M}{B} = \sigma / \gamma = \frac{1,35 \cdot 94,00}{B} = (372,18 + 17,36B) / 1,4 \rightarrow B^2 + 21,52B - 10,27 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \rightarrow B = x = 0,46 \text{ m} \rightarrow 0,5 \text{ m alk.}$$

A 94,00 kN/fm terhelés esetén az alaptesthez 50 cm széles alapozás szükséges

Alaptest szélességének meghatározása a 0+0,00m alatt



Az alapozás alsó síkja: 0-1,30 m

Terhek: (terhelési mezők a törésképből)

$$\text{Fal: } 2,5 \cdot 2,7 \text{ m} \cdot 14 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,44 \text{ m} \cdot 1,35 = 56,13 \text{ kN/m}$$

$$\text{Födémek: } \frac{(3,95 \text{ m}^2 + 1,88 \text{ m}^2 + 15,6 \text{ m}^2 + 7,57 \text{ m}^2 + 3,51 \text{ m}^2 + 21,26 \text{ m}^2) \cdot 0,18 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 1,35}{7,15} +$$

$$+ \frac{(3,95 \text{ m}^2 + 1,88 \text{ m}^2 + 15,6 \text{ m}^2) \cdot 3,72 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1,35 + (3,95 \text{ m}^2 + 1,88 \text{ m}^2 + 15,6 \text{ m}^2) \cdot 1,0 \text{ kN/m}^2}{7,15} +$$

$$+ \frac{(7,57 \text{ m}^2 + 3,51 \text{ m}^2 + 21,26 \text{ m}^2) \cdot 2,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1,35 + (7,57 \text{ m}^2 + 3,51 \text{ m}^2 + 21,26 \text{ m}^2) \cdot 2,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{7,15} +$$

$$+ \frac{(7,57 \text{ m}^2 + 3,51 \text{ m}^2 + 21,26 \text{ m}^2) \cdot 1,5 \text{ kN/m}^2}{7,15} = 91,76 \text{ kN/m}$$

$$\text{Összes teher: } 56,13 \text{ kN/m} + 91,76 \text{ kN/m} = 147,89 \text{ kN/m}$$

Sávalap szélességének meghatározása 147,89 kN/fm terhelés esetén:

$$R_k = A \cdot (q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot S_q \cdot i_q + c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma)$$

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi} \cdot \left[\tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \right] = e^{\pi \cdot \tan 18^\circ} \cdot \left[\tan^2 \left(45 + \frac{24}{2} \right) \right] = 6,580$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi = (6,580 - 1) \cdot \cot 24 = 12,53$$

$$\gamma_1 = \rho \cdot g = (1,7 - 1) \cdot 10 = 7$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi = 2 \cdot (6,580 - 1) \cdot \tan 24 = 4,96$$

$$S_\gamma, b_\gamma, i_\gamma \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_q, b_q, i_q \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_c, b_c, i_c \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$q = (1,5 \cdot 1,7 \cdot 10 + 0,8 \cdot 1,75 \cdot 10 + 1,5 \cdot 1,65 \cdot 10) / 2,3 = 64,25 \cdot 2,3 = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

$$q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot S_q \cdot i_q + c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma =$$

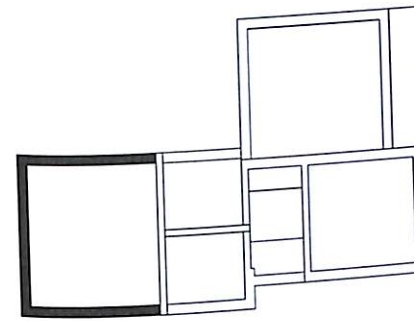
$$= 27,9 \cdot 6,58 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 25 \cdot 12,53 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \cdot B \cdot 4,96 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 372,18 + 17,36B$$

$$\frac{F_M}{B} = \sigma / \gamma = \frac{1,35 \cdot 147,89}{B} = (372,18 + 17,36B) / 1,4 \rightarrow B^2 + 21,52B + 16,16 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \rightarrow B = x = 0,72 \text{ m} \rightarrow 0,8 \text{ m alk.}$$

A 147,89 kN/fm terhelés esetén az alaptesthez 80 cm széles alapozás szükséges

Alaptest szélességének meghatározása a 0+0,00m alatt



Az alapozás alsó síkja: 0-1,30 m

Terhek: (terhelési mezők a törésképből)

$$\text{Fal: } 2 * 2,7 \text{ m} * 14 \text{ kN/m}^3 * 0,44 \text{ m} * 1,35 = 44,9 \text{ kN/m}$$

$$\text{Födémek: } \frac{(12,16 \text{ m}^2 + 15,0 \text{ m}^2) * 0,18 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 1,35 + 15,0 \text{ m}^2 * 3,72 \text{ kN/m}^2 * 1,35}{7,15} +$$

$$+ \frac{15,0 \text{ m}^2 * 1,0 + 12,16 \text{ m}^2 * 2,0 \text{ kN/m}^2 * 1,35 + 12,16 \text{ m}^2 * 2,0 \text{ kN/m}^2 + 12,16 \text{ kN/m}^2 * 1,5}{7,15}$$

$$= 46,24 \text{ kN/m}$$

$$\text{Összes teher: } 44,90 \text{ kN/m} + 46,24 \text{ kN/m} = 91,14 \text{ kN/m}$$

Sávalap szélességének meghatározása 91,14 kN/fm terhelés esetén:

$$R_k = A * (q' * N_q * b_q * S_q * i_q + c' * N_c * b_c * S_c * i_c + 0,5 * \gamma' * B * N_\gamma * b_\gamma * S_\gamma * i_\gamma)$$

$$N_q = e^{\pi * \tan \varphi} * [\tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2})] = e^{\pi * \tan 18} * [\tan^2(45 + \frac{24}{2})] = 6,580$$

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \varphi = (6,580 - 1) * \cot 24 = 12,53$$

$$\gamma_1 = \rho * g = (1,7 - 1) * 10 = 7$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q - 1) * \tan \varphi = 2 * (6,580 - 1) * \tan 24 = 4,96$$

$$S_\gamma, b_\gamma, i_\gamma \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_q, b_q, i_q \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_c, b_c, i_c \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$q = (1,5 \cdot 1,7 \cdot 10 + 0,8 \cdot 1,75 \cdot 10 + 1,5 \cdot 1,65 \cdot 10) / 2,3 = 64,25 \cdot 2,3 = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

$$q' \cdot Nq \cdot bq \cdot Sq \cdot iq + c' \cdot Nc \cdot bc \cdot sc \cdot ic + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot Ny \cdot by \cdot Sy \cdot iy =$$

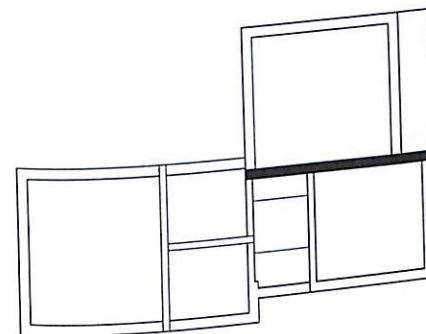
$$= 27,9 \cdot 6,58 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 25 \cdot 12,53 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \cdot B \cdot 4,96 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 372,18 + 17,36B$$

$$\frac{F_M}{B} = \sigma / \gamma = \frac{1,35 \cdot 91,14}{B} = (372,18 + 17,36B) / 1,4 \rightarrow B^2 + 21,52B - 10,27 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \rightarrow B = x = 0,46 \text{ m} \rightarrow 0,5 \text{ m alk.}$$

A 91,14 kN/fm terhelés esetén az alaptesthez 50 cm széles alapozás szükséges

Alaptest szélességének meghatározása a 0-1,35m alatt



Az alapozás alsó síkja: 0-2,65 m

Terhek: (terhelési mezők a törésképből)

$$\text{Fal: } 2 \cdot 2,7 \text{ m} \cdot 14 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,44 \text{ m} \cdot 1,35 + 3,15 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m} = 76,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Födémek: } \frac{(1,46 \text{ m}^2 + 5,27 \text{ m}^2 + 26,92 \text{ m}^2 + 19,96 \text{ m}^2) \cdot 0,18 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35 + 19,96 \text{ m}^2 \cdot 3,72 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35}{7,8} +$$

$$+ \frac{19,96 \text{ m}^2 \cdot 1,0 + (1,4 \text{ m}^2 + 5,27 \text{ m}^2 + 26,92 \text{ m}^2) \cdot 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35}{7,8} +$$

$$+ \frac{(1,4 \text{ m}^2 + 5,27 \text{ m}^2 + 26,92 \text{ m}^2) \cdot 2,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + (1,4 \text{ m}^2 + 5,27 \text{ m}^2 + 26,92 \text{ m}^2) \cdot 1,5 \text{ kN/m}^2}{7,8} = 83,9 \text{ kN/m}$$

$$\text{Alaptest: } 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35 = 33,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Összes teher: } 76,8 \text{ kN/m} + 33,75 \text{ kN/m} + 83,9 \text{ kN/m} = 194,45 \text{ kN/m}$$

Sávalap szélességének meghatározása 194,45 kN/fm terhelés esetén:

$$R_k = A \cdot (q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot S_q \cdot i_q + c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot S_c \cdot i_c + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma)$$

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi} \cdot [\tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2})] = e^{\pi \cdot \tan 18^\circ} \cdot [\tan^2(45^\circ + \frac{18^\circ}{2})] = 6,580$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi = (6,580 - 1) \cdot \cot 24^\circ = 12,53$$

$$\gamma_1 = \rho \cdot g = (1,7 - 1) \cdot 10 = 7$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi = 2 \cdot (6,580 - 1) \cdot \tan 24^\circ = 4,96$$

$$S_\gamma, b_\gamma, i_\gamma \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_q, b_q, i_q \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_c, b_c, i_c \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$q = (1,5 \cdot 1,7 \cdot 10 + 0,8 \cdot 1,75 \cdot 10 + 1,5 \cdot 1,65 \cdot 10) / 2,3 = 64,25 \cdot 2,3 = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

$$q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot S_q \cdot i_q + c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot S_c \cdot i_c + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma =$$

$$= 27,9 \cdot 6,58 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 25 \cdot 12,53 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \cdot B \cdot 4,96 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 372,18 + 17,36B$$

$$\frac{F_M}{B} = \sigma / \gamma = \frac{1,35 \cdot 194,45}{B} = (372,18 + 17,36B) / 1,4 \rightarrow B^2 + 21,52B + 21,25 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \rightarrow B = x = 0,945 \text{ m} \rightarrow 1,0 \text{ m alk.}$$

A 194,45 kN/fm terhelés esetén az alaptesthez 100 cm széles alapozás szükséges

Függőleges feszültségek:

$$\sigma_{z1} = h \cdot \gamma \cdot g = 1,5 \text{ m} \cdot 1,65 \text{ t/m}^3 \cdot 10 = 24,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z1} = h \cdot \gamma \cdot g = 0,8 \text{ m} \cdot 1,75 \text{ t/m}^3 \cdot 10 = 14 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z1} = h \cdot \gamma \cdot g = 0,85 \text{ m} \cdot 1,7 \text{ t/m}^3 \cdot 10 = 14,45 \text{ kN/m}^2$$

$$K_0 = 1 - \sin \varphi \quad 1 - \sin 20^\circ = 0,67$$

$$1 - \sin 29^\circ = 0,52$$

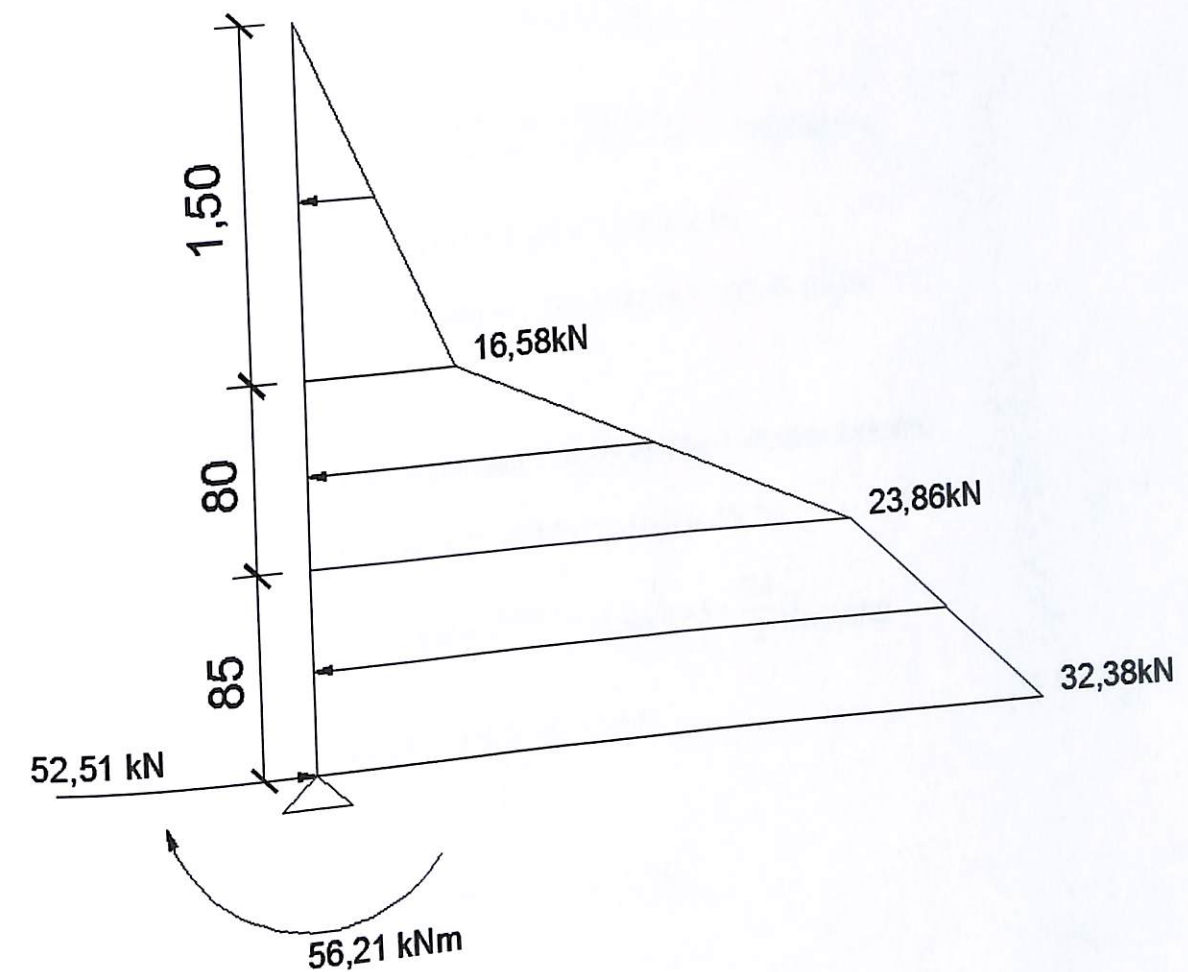
$$1 - \sin 24^\circ = 0,59$$

Vízszintes feszültségek:

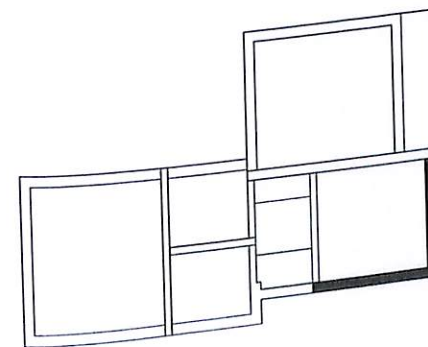
$$\sigma_{x1} = 24,75 \text{ kN/m}^2 * 0,67 = 16,58 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{x2} = 14 \text{ kN/m}^2 * 0,52 = 7,28 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{x3} = 14,45 \text{ kN/m}^2 * 0,59 = 8,52 \text{ kN/m}^2$$



Külpontos Alaptest szélességének meghatározása a 0-1,35m alatt



Az alapozás alsó síkja: 0-2,65 m

Terhek: (terhelési mezők a törésképből)

Vízszintes erő: 52,51 kN

Fal: $2 * 2,7 \text{ m} * 14 \text{ kN/m}^3 * 0,44 \text{ m} * 1,35 + 3,15 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 0,3 \text{ m} = 76,8 \text{ kN/m}$

Földékek: $\frac{(7,82 \text{ m}^2 + 7,81 \text{ m}^2 + 7,73 \text{ m}^2) * 0,18 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 1,35 + 7,73 \text{ m}^2 * 3,72 \text{ kN/m}^2 * 1,35}{5,6} +$

$\frac{7,73 \text{ m}^2 * 1,0 + (7,82 \text{ m}^2 + 7,81 \text{ m}^2) * 2,0 \text{ kN/m}^2 * 1,35}{5,6} +$

$\frac{(7,82 \text{ m}^2 + 7,81 \text{ m}^2) * 2,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + (7,82 \text{ m}^2 + 7,81 \text{ m}^2) * 1,5 \text{ kN/m}^2}{5,6} = 59,9 \text{ kN/m}$

Alaptest: $1 \text{ m} * 1 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 1,35 = 33,75 \text{ kN/m}$

Összes teher: $76,8 \text{ kN/m} + 33,75 \text{ kN/m} + 59,9 \text{ kN/m} = 170,45 \text{ kN/m}$

Sávalap szélességének meghatározása 170,45 kN/m terhelés esetén:

$$R_k = A * (q' * N_q * b_q * S_q * i_q + c' * N_c * b_c * s_c * i_c + 0,5 * \gamma' * B * N_\gamma * b_\gamma * S_\gamma * i_\gamma)$$

$$N_q = e^{\pi * \tan \varphi} * [\tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2})] = e^{\pi * \tan 18^\circ} * [\tan^2(45^\circ + \frac{24}{2})] = 6,580$$

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \varphi = (6,580 - 1) * \cot 24^\circ = 12,53$$

$$\gamma_1 = \rho * g = (1,7 - 1) * 10 = 7$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q - 1) * \tan \varphi = 2 * (6,580 - 1) * \tan 24^\circ = 4,96$$

$$S_\gamma, b_\gamma, i_\gamma \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_q, b_q, i_q \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$S_c, b_c, i_c \text{ (sávalap esetén)} = 1$$

$$q = (1,5 * 1,7 * 10 + 0,8 * 1,75 * 10 + 1,5 * 1,65 * 10) / 2,3 = 64,25 * 2,3 = 27,9 \text{ kN/m}^2$$

$$q' * N_q * b_q * S_q * i_q + c' * N_c * b_c * s_c * i_c + 0,5 * \gamma' * B * N_\gamma * b_\gamma * S_\gamma * i_\gamma =$$

$$= 27,9 * 6,58 * 1 * 1 * 1 + 25 * 12,53 * 1 * 1 * 1 + 0,5 * B * 4,96 * 1 * 1 * 1 = 372,18 + 17,36B$$

$$\frac{F_M}{B} = \sigma / \gamma = \frac{1,35 * 170,45}{B} = (372,18 + 17,36B) / 1,4 \rightarrow B^2 + 21,52B + 18,63 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \rightarrow B = x = 0,83 \text{ m}$$

Külpontosság miatt: $0,83+0,31=1,12\text{m} \rightarrow 1,1\text{ m alk.}$

A $170,45\text{ kN/fm}$ terhelés esetén az alaptesthez 110 cm széles alapozás szükséges külpontosan.

