

SZ.



SZENT ISTVÁN
EGYETEM



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

SZAKDOLGOZAT

Monolit vasbeton szerkezetű társasház tartószerkezeti
tervezése

Puskás Máté
Nappali Építőmérnök
Neptun kód: XXXXXXXXXX
2018

Konzulens: Borbély Éva



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: epitomerneki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS 2018

Puskás Máté

Nappali tagozatos Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:

CI. sz. 7 lakásos tásasház tartószerkezeti tervezése

Belső konzulens:

Borbély Éva mérnök tanár

Külső konzulens:

A szakdolgozat beadási határideje: 2018. május 31. (csütörtök) 12⁰⁰

Budapest, 2018. 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

Puskás Máté

Nappali tagozatos Építőmérnök szakos
hallgató részére

CI. sz. 7 lakásos tásház tartószerkezeti tervezése
című szakdolgozatához

Elkészítendő munkarészek:

1. Vázlattevek a számításhoz (ún. pozíciós tervek)
2. Részletes statikai számítások
3. Vázlatok a kiviteli tervekhez (vasalási vázlatok, fakeresztmetszetek)
4. Kiviteli tervek a felszerkezet tartószerkezeti elemeiről
5. Kiviteli terv az alapozásról
6. Részletes tartószerkezeti műszaki leírás

Megjegyzés: A fedélszék kiviteli tervét, a liftakna, a kondenzátorhelyiség és a támfal tervét nem kell elkészíteni.

Budapest, 2018. május 28.

Borbély Éva
belső konzulens

TERV ÉS IRATJEGYZÉK

Tartószerkezeti műszaki leírás

Statikai számítás

M= 1:50

Koporsófödém vasalása

M= 1:50

Tetőtéri födém

M= 1:50

Közbenső födém

M= 1:50

Garázs födém

M= 1:25

Lépcső vasalása

M= 1:25

Falak vasalása

M= 1:50

Alapozás



SZENT ISTVÁN
EGYETEM



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

TARTÓSZERKEZET MŰSZAKI LEÍRÁSA

Monolit vasbeton szerkezetű társasház

Tartalomjegyzék:

1. Előzmények	1
2. Kidolgozandó feladatok	1
3. Felhasznált szabványok	1
4. A szerkezet általános jellemzője	1
4.1. Monolit vasbeton födémek	1
4.2. Monolit vasbeton pillérek	2
4.3. Monolit vasbeton gerendák	2
4.4. Monolit vasbeton falak	2
4.5. Monolit vasbeton alapok	2
4.6. Monolit vasbeton lépcsők:	2
5. Munkavédelem	2
6. Egyéb előírások	

1. Előzmények

Szakdolgozatom témája egy monolit vasbeton szerkezetű többlakásos lakóépület tartószerkezeti tervezése és kiviteli terveinek elkészítése.
Konzulensem Borbély Éva a tárgyi épület építészeti rajzait rendelkezésemre bocsájtotta.

2. Kidolgozandó feladatok

- Vázlattervek
- Részletes statikai számítások
- Vázlatok a kiviteli tervekhez
- Kiviteli tervek a felszerkezet tartószerkezeti elemeiről
- Kiviteli terv az alapozásról
- Részletes tartószerkezeti műszaki leírás

3. Felhasznált szabványok

- MSZ EN 1990 EC0 szabványsor
- MSZ EN 1991 EC1 szabványsor
- MSZ EN 1992 EC2 szabványsor

A tartószerkezeti tervezés alapjai
A tartószerkezetet érő erőhatások
Betonszerkezetek tervezése

4. A szerkezet általános jellemzése

A tervezett épület 28,60(20,20) x 10,80 m befoglaló méretű, alápincézett (garázs), földszint + három emelet kialakítású, téglalap alaprajzi elrendezésű épület.
A külső és belső teherhordó falak monolit vasbetonból készülnek.
A közbső födémek monolit vasbeton síklemez kialakításúak, melyeket a belső, szintén monolit vasbeton, pillérek támasztanak alá.
A zárófödém koporsófödém kialakítású, egy részén fa szerkezetű szaruzat, melyen tetőhéjalás és cserépfedé helyezkedik el.
A szerkezetből érkező terheket gerendarács alap (pillér- és sávalap együttesen) veszi fel és adja át a teherbíraltalajra.
Az épületre ható vízszintes terheket a külső vasbeton falak veszik fel.

4.1. Monolit vasbeton födémek:

- Vastagságuk: 20 cm, 15 cm
- Alapvasalásuk: $\Phi 10/20/20$, a szükséges helyeken erősítő vasalást alkalmazva
- Betonminőség: C20/25-XC1-16-F3
- Betonacél minősége: B 500B
- Betonfedés: 2,5 cm

A monolit vasbeton födémek vasalását az esetleges terhek, hasznos terhek, illetve mivel terasz funkciót is ellátnak, hó teher, kombinációjából számoltam.
A tetőszerkezet terhet a koporsófödém két szélére ráterheltem, jelentős többletterhet nem jelentett, mivel csak a lejtést biztosított a széleken.
A maximális mező- és támasznyomaték eléréséhez több terhelési séma (sakktábla elrendezés) módszerrel határoztam meg a födémeken.
A monolit vasbeton födémek alapvasalásának $\Phi 10/20/20$ alapvasalást alkalmaztam, és ahol a mértékadó tehernek ez a vasalás nem felelt meg, ott erősítő vasalást alkalmaztam.
A használhatósági határállapotok (lehajlás és repedéstágasság) számításokhoz kvázi állandó teherkombinációt alkalmaztam.

4.2. Monolit vasbeton pillérek:

- A pillérek keresztmetszeteinek befogadó méretei: 20x20 cm, 30x30 cm
- A pillérek keresztmetszeteinek befogadó méretei: 20x20 cm, 30x30 cm
- Betonminőség: C20/25-XC1-16-F3, C20/25-XC2-16-F3
- Betonacél minősége: B 500B
- Betonfedés: 2,5 cm, 2,8 cm

A monolit vasbeton pillérekre jutó terheket a ráterhelőmonolit vasbeton födémekből és pillérekéből számítottam.
A pillérek kihajlási hosszait, a szerkezet kialakítása alapján vettem figyelembe.
Ahol a mértékadó teherből számított vasalás nem érte el a szabvány szerinti minimálisan alkalmazandó vasmenyiséget, azoknál a pilléreknél a minimális vasmenyiséget alkalmaztam.
A garázs szintjén a pilléreket központosan nyomott szerkezettként méreteztem.

4.3. Monolit vasbeton gerendák:

- Magasságuk: 40 cm, 80 cm, 90 cm
- Betonminőség: C20/25-XC1-16-F3
- Betonacél minősége: B 500B
- Betonfedés: 2,5 cm

A vasbeton gerendákra jutó terheket Axis programmal határoztam meg, kézi számítással ellenőriztem. Ahol a mértékadó teherből számított vasalás nem érte el a szabvány szerinti minimálisan alkalmazandó vasmennyiséget, azoknál a gerendáknál a minimális vasmennyiséget alkalmaztam. A használhatósági határállapotok (lehajlás és repedéstágasság) számításokhoz kvázi állandó teherkombinációt alkalmaztam.

4.4. Monolit vasbeton falak:

- Vastagságuk: 30 cm, 20 cm - kialakításukat az építész tervek tartalmazzák
- Betonminőség: C20/25-XC1-16-F3
- Betonacél minőség: B 500B
- Betonfedés: 2,5 cm (talajjal érintkező esetén 4 cm)

A monolit vasbeton falakra jutó terheket a monolit vasbeton födémek és pillérek terheiből számítottam. A falazat nyírási teherbírásra is ellenőriztem, garázsnál a földnyomásból, illetve a koporsófödémén a szélteherből adódó vízszintes igénybevételekre is, melyekre a falazat biztonsággal megfelelt.

4.5. Monolit vasbeton alapok:

- Magassága: 1 m
- Betonminőség: C25/30-XC2-16-F3
- Betonacél minősége: B 500B
- Betonfedés: 4 cm

Az alapozás meghatározásához rendelkezésemre álltak a talajmechanikai rétegszelvények (lásd: Statikai számítás 9.1 pontjában). Az adatszolgáltatásként kapott építész tervek alapján az alapozási sík - 4,60m. Az alapokra jutó terheket, az alapozás felett lévő függőleges teherhordó szerkezet terheiből számoltam (monolit vasbeton falak és monolit vasbeton pillérek).

4.6. Monolit vasbeton lépcsők:

- Vastagságuk: 15 cm
- Betonminőség: C20/25-XC1-16-F3
- Betonacél minőség: B 500B
- Betonfedés: 2,5 cm

Az épület közlekedője vasbeton anyagú falak között helyezkedik el. A háromkarú lépcsők az egyik külsőfalra, illetve a csatlakozó födémekre támaszkodnak fel, a liftaknát körülvéve. A lakóingatlanokat határoló falak és a lépcsőkar közötti részt, lépéshang-szigetelés céljából, hézagosan alakítottam ki. A lépcsőlemezt a födémről illetve az alaptestből ki kell tüskézni.

5. Munkavédelem

A munka végzésekor a vonatkozó jogszabályokat maradéktalanul be kell tartani! Az IKM 4/2002 (II.20.) SzCsM EÜM együttes rendelet: "Az építőipari munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről."

6. Egyéb előírások

A műszaki leírásban nem részletezett, egyéb szerkezeti megoldások és kialakítások tekintetében az alkalmazott anyagokhoz, rendszerhez kialakított műszaki rányelvek a követendők.

STATIKAI SZÁMÍTÁS

Monolit vasbeton szerkezetű társasház

Tartalomjegyzék

1. Épületre ható terhek és hatások	1
1.1. Állandó terhek	1
1.2. Hasznos terhek	3
1.3. Meteorológiai terhek	3
1.3.1. Hóteher	4
1.3.2. Szélteher - tetőre	6
1.3.3. Szélteher - falakra	7
1.4. Biztonsági tényezők	8
Koporsófödém pozíciós terve	9
2. Koporsófödém méretezése	9
2.1. Födémre ható terhek	9
2.2. Mértékadó teherkombináció	9
2.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok	10
2.4. Statikai modell	10
2.5. Mértékadó igénybevételek	10
2.5.1. Felső vasalás meghatározásához	11
2.5.2. Alsó vasalás meghatározásához	12
2.5.3. Csomóponti támaszerők	12
2.6. Lemezvasalás meghatározása	12
2.6.1. Középső födém	12
2.6.1.1. Alsó vasalás - x irány	13
2.6.1.2. Alsó vasalás - y irány	15
2.6.1.3. Felső vasalás - x irány	16
2.6.1.4. Felső vasalás - y irány	17
2.6.2. Szélső födémek	17
2.6.2.1. Alsó vasalás - x irány	18
2.6.2.2. Alsó vasalás - y irány	19
2.6.2.3. Felső vasalás - x irány	20
2.6.2.4. Felső vasalás - y irány	21
2.7. Pillér vasalás meghatározása	21
2.7.1. Középső födém	22
2.7.2. Szélső födém	23
2.8. Átszűrődés vizsgálata	23
2.8.1. Középső födém	23
2.8.2. Szélső födém	24
2.9. Gerenda vasalás meghatározása	24
2.9.1. G1 jelű gerenda vasalása	27
2.10. Lehajlási követelmények ellenőrzése	27
2.10.1. Középső födém	28
2.10.2. Szélső födém	29
2.10.3. G1 jelű gerenda	29
2.11. Repedéstágasság ellenőrzése	30
2.11.1. Középső födém	30
2.11.2. Szélső födém	31
2.11.3. G1 jelű gerenda	32
Tetőtéri födém pozíciós terve	33
3. Tetőtéri födém méretezése	33
3.1. Födémre ható terhek	33
3.2. Mértékadó teherkombináció	33
3.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok	33
3.4. Statikai modell	34

3.5. Mértékadó igénybevételek	34
3.5.1. Felső vasalás meghatározásához	34
3.5.2. Alsó vasalás meghatározásához	35
3.5.3. Csomóponti támaszerők	36
3.6. Lemezvasalás meghatározása	36
3.6.1. Alsó vasalás - x irány	37
3.6.2. Alsó vasalás - y irány	39
3.6.3. Felső vasalás - x irány	40
3.6.4. Felső vasalás - y irány	41
3.7. Pillér vasalás meghatározása	41
3.8. Átszúródás vizsgálata	41
3.8.1. Közberső pillérnél	42
3.8.2. Szélső pillérnél	43
3.8.3. Födémáttörésnél	44
3.9. Gerenda vasalás meghatározása	44
3.9.1. G1 jelű gerenda vasalása	48
3.9.2. G2 jelű gerenda vasalása	50
3.10. Lehajlási követelmények ellenőrzése	50
3.10.1. Födém	51
3.10.2. Gerenda	51
3.11. Repedéstágasság ellenőrzése	51
3.11.1. Födém	52
3.11.2. Gerenda	53
Közberső födém pozíciós terve	54
4. Közberső födém méretezése	54
4.1. Födémre ható terhek	54
4.2. Mértékadó teherkombináció	55
4.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok	55
4.4. Statikai modell	55
4.5. Mértékadó igénybevételek	56
4.5.1. Felső vasalás meghatározásához	57
4.5.2. Alsó vasalás meghatározásához	57
4.5.3. Csomóponti támaszerők	58
4.6. Lemezvasalás meghatározása	60
4.6.1. Alsó vasalás - x irány	61
4.6.2. Alsó vasalás - y irány	62
4.6.3. Felső vasalás - x irány	64
4.6.4. Felső vasalás - y irány	64
4.7. Pillér vasalás meghatározása	64
4.8. Átszúródás vizsgálata	66
4.8.1. Közberső pillérnél	67
4.8.2. Szélső pillérnél	68
4.8.3. Sarok pillérnél	69
4.8.4. Födémáttörésnél	70
4.9. Lehajlási követelmények ellenőrzése	71
4.10. Repedéstágasság ellenőrzése	72
Garázs födém pozíciós terve	73
5. Garázs födém méretezése	73
5.1. Födémre ható terhek	73
5.2. Mértékadó teherkombináció	74
5.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok	74
5.4. Statikai modell	74
5.5. Mértékadó igénybevételek	74

5.5.1.Felső vasalás meghatározásához	73
5.5.2.Alsó vasalás meghatározásához	74
5.5.3.Csomóponti támaszerők	75
5.6. Lemezvasalás meghatározása	75
5.6.1.Alsó vasalás - x irány	76
5.6.2.Alsó vasalás - y irány	77
5.6.3.Felső vasalás - x irány	78
5.6.4.Felső vasalás - y irány	81
5.7. Pillér vasalás meghatározása	83
5.8. Átszűrődés vizsgálata	83
5.8.1.Közbenső pillérenél	85
5.9. Gerenda vasalás meghatározása	85
5.9.1.G1 jelű gerenda vasalása	88
5.9.2.G2 jelű gerenda vasalása	91
5.9.3.G3 jelű gerenda vasalása	94
5.9.4.G4 jelű gerenda vasalása	97
5.10. Lehajlási követelmények ellenőrzése	97
5.10.1. Födém	98
5.10.2. Gerenda	99
5.11. Repedéstágasság ellenőrzése	99
5.11.1. Födém	99
5.11.2. Gerenda	100
6. Pillérek teherbírása	100
6.1. Pillérek jutó terhek	100
6.2. P1 jelű pillér teherbírásának igazolása	101
6.3. P2 jelű pillér teherbírásának igazolása	102
6.4. P3 jelű pillér teherbírásának igazolása	103
6.5. P4 jelű pillér teherbírásának igazolása	104
6.6. P5 jelű pillér teherbírásának igazolása	105
6.7. P6 jelű pillér teherbírásának igazolása	106
6.8. P7 jelű pillér teherbírásának igazolása	107
6.9. P8 jelű pillér teherbírásának igazolása	108
6.10. P9 jelű pillér teherbírásának igazolása	108
6.11. Összesítő táblázat	109
7. Lépcsőkar méretezése	109
7.1. Lépcsőre ható terhek	109
7.2. Mértékadó terhek	110
7.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok	110
7.4. Statikai modell	111
7.5. Mértékadó igénybevételek	111
7.6. Lemezvasalás meghatározása	112
7.6.1.X irányú vasalás	113
7.6.2.Y irányú vasalás	113
8. Vasbeton falak méretezése	113
8.1. Koporsófödém	113
8.1.1.Statikai váz, terhek	113
8.1.2.Teherbírás ellenőrzése	114
8.1.3.Minimális vasmennyiség meghatározása	115
8.2. Garázs	115
8.2.1.Statikai váz, terhek	115
8.2.2.Teherbírás ellenőrzése	116
8.2.3.Minimális vasmennyiség meghatározása	117
Alapozáspozíciós terve	

9.	Alapozás méretezése	118
9.1.	Kiindulási adatok	118
9.2.	Alapozási sík felvétele	118
9.3.	Alaptest szélességének meghatározása	118
9.3.1.	Sávalap	119
9.3.2.	P1 jelű pillér alatti alaptest	121
9.3.3.	P2 jelű pillér alatti alaptest	122
9.3.4.	P5 jelű pillér alatti alaptest	

1. Épületre ható terhek és hatások

1.1. Állandó terhek

1. rétegrend (lakás)

- 1 cm laminált parketta	$0,01 * 7,5 = 0,075 \text{ kN/m}^2$
- 1 rtg alátétfólia	$0,002 \text{ kN/m}^2$
- 5 cm aljzatbeton	$0,05 * 24 = 1,20 \text{ kN/m}^2$
- 1 rtg technológiai szigetelés	$0,05 \text{ kN/m}^2$
- 5 cm EPS lépéshanggátló szigetelés	$0,05 * 0,10 = 0,005 \text{ kN/m}^2$
- 1 cm belső vakolat	$0,001 * 15 = 0,015 \text{ kN/m}^2$
	$\Sigma = 1,80 \text{ kN/m}^2$

2. rétegrend (lépcsőház)

- 1 cm mázas kerámia	$1,4 * 0,01 = 0,014 \text{ kN/m}^2$
- 2 mm ragasztó rtg	$0,002 * 0,10 = 0,02 \text{ kN/m}^2$
- 5 cm aljzatbeton	$0,05 * 24 = 1,20 \text{ kN/m}^2$
- 1 rtg technológiai szigetelés	$0,05 \text{ kN/m}^2$
- 5 cm EPS lépéshanggátló szigetelés	$0,05 * 0,10 = 0,005 \text{ kN/m}^2$
- 1 cm belsővakolat	$0,001 * 15 = 0,015 \text{ kN/m}^2$
	$\Sigma = 1,30 \text{ kN/m}^2$

3. rétegrend (lépcsőkar)

- 1 cm mázas kerámia	$1,4 * 0,01 = 0,014 \text{ kN/m}^2$
- 2 mm ragasztó rtg	$0,002 * 0,10 = 0,02 \text{ kN/m}^2$
- 5 cm aljzatbeton	$0,04 * 24 = 0,96 \text{ kN/m}^2$
- 1 rtg technológiai szigetelés	$0,05 \text{ kN/m}^2$
- 1 cm belsővakolat	$0,001 * 15 = 0,015 \text{ kN/m}^2$
	$\Sigma = 1,10 \text{ kN/m}^2$

4. rétegrend (tetőterasz)

- 2 cm fagyálló burkolat
- 2 mm ragasztó rtg
- 5-9 cm lejtést adó aljzatbeton
- 2 rtg csapadékvíz elleni szigetelés
- 20 cm EPS hab hőszigetelés
- 1 rtg technológiai szigetelés
- 1 cm belsővakolat

$$\begin{aligned}1,4 * 0,02 &= 0,028 \text{ kN/m}^2 \\0,002 * 0,10 &= 0,02 \text{ kN/m}^2 \\0,07 * 24 &= 2,16 \text{ kN/m}^2 \\2 * 0,1 &= 0,2 \text{ kN/m}^2 \\0,20 * 0,01 &= 0,02 \text{ kN/m}^2 \\0,05 \text{ kN/m}^2 \\0,001 * 15 &= 0,015 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma &= 2,50 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

5. rétegrend (erkély)

- 2 cm fagyálló burkolat
- 2 mm ragasztó rtg
- 5 cm lejtést adó aljzatbeton
- 2 rtg csapadékvíz elleni szigetelés
- 1 rtg technológiai szigetelés
- 1 cm belsővakolat

$$\begin{aligned}1,4 * 0,02 &= 0,028 \text{ kN/m}^2 \\0,002 * 0,10 &= 0,02 \text{ kN/m}^2 \\0,05 * 24 &= 1,2 \text{ kN/m}^2 \\2 * 0,1 &= 0,2 \text{ kN/m}^2 \\0,05 \text{ kN/m}^2 \\0,001 * 15 &= 0,015 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma &= 1,66 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

6. rétegrend (koporsófödém)

- 0,75 cm horganyzott fémlemez
- 9 mm szellőző alátét szőnyeg
- 2 cm teljes felületű deszkaburkolat
- 3 cm ellenléc
- 1 rtg párazáró fólia
- 10 cm szarufa (7,5/10)
- 20 cm EPS hab hőszigetelés
- 1 rtg technológiai szigetelés
- gipszkarton burkolat
- 1 cm belsővakolat

$$\begin{aligned}0,05 \text{ kN/m}^2 \\0,002 * 0,009 &= 0,0002 \text{ kN/m}^2 \\6,5 * 0,02 &= 0,13 \text{ kN/m}^2 \\6,5 * 0,03 &= 0,195 \text{ kN/m}^2 \\0,015 \text{ kN/m}^2 \\6,5 * 0,10 &= 0,65 \text{ kN/m}^2 \\0,20 * 0,01 &= 0,02 \text{ kN/m}^2 \\0,05 \text{ kN/m}^2 \\0,2 \text{ kN/m}^2 \\0,001 * 15 &= 0,015 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma &= 1,66 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

1.2. Hasznos terhek

- lakás
- erkély - terasz
- lépcsőház
- válaszfal teher
- gépészeti teher

2 kN/m^2
 3 kN/m^2
 3 kN/m^2
 $1,5 \text{ kN/m}^2$
 3 kN/m^2

1.3. Meteorológiai terhek

1.3.1. Hóteher

Hóteher értéke $\alpha = 6^\circ$ hajlásszögnél

$$\alpha := 6^\circ$$

$$\mu_i := 0.8$$

$$C_e := 1 \quad C_i := 1 \quad A := 155.38 \text{ m}$$

$$s_k := 0.25 \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{100} \right) \right] = 0.638$$

$$s_{kalk} := 1.25$$

$$s_6 := \mu_i \cdot C_e \cdot C_i \cdot s_{kalk} = 1 \text{ kN/m}^2$$

Hóteher értéke $\alpha = 45^\circ$ hajlásszögnél

$$\alpha := 45^\circ$$

$$\mu_i := 0.8 \cdot \left(2 - \frac{\alpha}{30} \right) = 0.4$$

$$C_e := 1 \quad C_i := 1 \quad A := 155.38 \text{ m}$$

$$s_k := 0.25 \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{100} \right) \right] = 0.638$$

$$s_{kalk} := 1.25$$

$$s_{45} := \mu_i \cdot C_e \cdot C_i \cdot s_{kalk} = 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Alaki tényező	A tető hajlásszöge (α)		
	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_i	0,8	$0,8(2 - \alpha/30)$	0
	0,8 (akadályozott hólecsúszás ⁽¹⁾)		0 ⁽²⁾

1.3.1.1. ábra

Alaki tényező	A tető hajlásszöge (α)		
	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_i	0,8	$0,8(2 - \alpha/30)$	0
	0,8 (akadályozott hólecsúszás ⁽¹⁾)		0 ⁽²⁾

1.3.1.2. ábra

1.3.2. Szélteher - tetőre

Beépítési kategória: IV.

Beépítettségi osztály	z ₀ m	z _{min} m
0. A nyílt tenger hatásának kitett tengeri vagy tengerparti terület	0,003	1
I. Tavak vagy sík, vízszintes terület elhanyagolható növényzettel és akadályok nélkül	0,01	1
II. Kevés növényzettel, pl. fűvel borított, egymástól legalább az akadályok magasságának 20-szorosát kitevő távolságban egyedül álló, elkülönített akadályokat (fákat, épületeket) tartalmazó terület	0,05	2
III. Növényzettel vagy épületekkel egyenletesen fedett, egymástól legfeljebb az akadályok magasságának 20-szorosát kitevő távolságban egyedül álló, elkülönített akadályokat tartalmazó terület (falvak, külvárosi terület, folyamatosan erdővel borított vidék)	0,3	5
IV. Olyan terület, melynek legalább 15%-án épületek állnak, és azok átlagos magassága meghaladja a 15 m-t.	1,0	10

1.3.2.1. ábra

Trolónyomás csúcsértéke

$\rho := 0.00125 \quad v_b := 20 \quad z := 13.42 \text{ m} \quad c_e := 1.4$

$q_b := 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0.25 \text{ kN/m}^2$

$q_p := c_e \cdot q_b = 0.35 \text{ kN/m}^2$

Belső szélteher

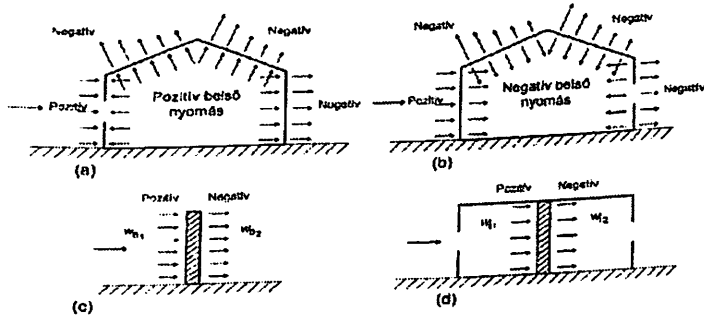
$q_p := c_e \cdot q_b = 0.35 \text{ kN/m}^2$

$c_{pi}^+ = 0.20 \quad c_{pi}^- = 0.30$

$w_i := q_p \cdot c_{pi}$

$w_i^+ = 0.07 \text{ kN/m}^2$

$w_i^- = 0.105 \text{ kN/m}^2$



1.3.2.2. ábra

Külső szélteher

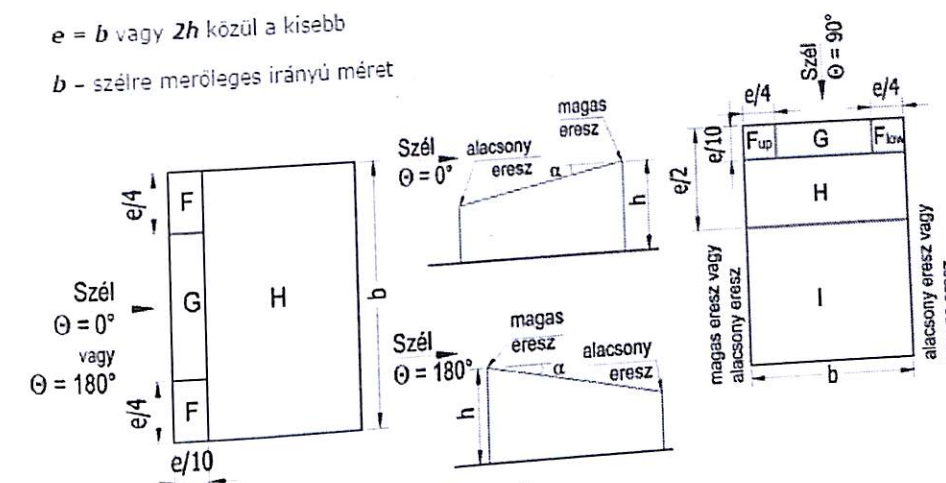
$h := 13.42 \text{ m} \quad b := 20.50 \text{ m}$

$e = \min \left\{ \begin{matrix} 2h \\ b \end{matrix} \right\} = \min \left\{ \begin{matrix} 26.84 \\ 20.50 \end{matrix} \right\}$

$e := 20.50 \text{ m}$

Félnyeregteretők szélnyomási zónái

$e = b$ vagy $2h$ közül a kisebb
 b - szélre merőleges irányú méret



1.3.2.3. ábra

Kereszt irányú szélteher $\alpha = 6^\circ$ hajlásszögnél

$\Theta := 180^\circ$

		Cpe	We
F zóna	szívás	-2,45	-0,8575
	nyomás	0,02	0,007
G zóna	szívás	-1,95	-0,6825
	nyomás	0,02	0,007
H zóna	szívás	-1,11	-0,3885
	nyomás	0,02	0,007

kN/m²

1.3.2.4. ábra

$\Theta := 0^\circ$

		Cpe	We
F zóna	szívás	-2,53	-0,8855
	nyomás		
G zóna	szívás	-2	-0,7
	nyomás		
H zóna	szívás	-1,2	-0,42
	nyomás		

kN/m²

1.3.2.5. ábra

Kereszt irányú szélteher $\alpha = 45^\circ$ hajlásszögnél

$\Theta := 180^\circ$

		Cpe	We
F zóna	szívás		
	nyomás	0,7	0,245
G zóna	szívás		
	nyomás	0,7	0,245
H zóna	szívás		
	nyomás	0,6	0,21

kN/m²

1.3.2.6. ábra

$\Theta := 0^\circ$

		Cpe	We
F zóna	szívás	-1,3	-0,455
	nyomás		
G zóna	szívás	-0,5	-0,175
	nyomás		
H zóna	szívás	-0,7	-0,245
	nyomás		

kN/m²

1.3.2.7. ábra

Hossz irányú szélteher

$b := 11,70 \text{ m}$

$\alpha := 6^\circ$

		Cpe	We
Fup zóna	szívás	-2,63	-0,9205
Flow zóna	szívás	-2,4	-0,84
G zóna	szívás	-2,05	-0,7175
H zóna	szívás	-1,2	-0,42
J zóna	szívás	-0,57	-0,1995

kN/m²

1.3.2.8. ábra

$\alpha := 45^\circ$

		Cpe	We
Fup zóna	szívás	-2,4	-0,84
Flow zóna	szívás	-2	-0,7
G zóna	szívás	-2	-0,7
H zóna	szívás	-1,3	-0,455
J zóna	szívás	-1,2	-0,42

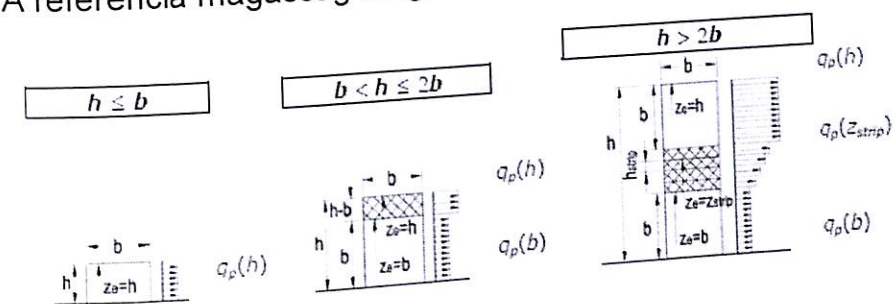
kN/m²

1.3.2.9. ábra

1.3.3. Szélteher - falakra

Beépítési kategória: IV.

A referencia magasság meghatározása



1.3.3.1. ábra

$$b = 11.70 \text{ m} < h = 13.42 \text{ m} \leq 2b = 23.4 \text{ m}$$

A torlónyomás meghatározása

$$q_{pb} := 0.3215 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{ph} := 0.3440 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

terepszint feletti magasság Z (m)	szél torlónyomása $q_p(z)$ (kN/m ²) terepkategória			
	I	II	III	IV
	1	2	3	4
1	0,3873	0,3576	0,3222	0,2955
2	0,4725	0,3576	0,3222	0,2955
3	0,5253	0,4125	0,3222	0,2955
4	0,5643	0,4530	0,3222	0,2955
5	0,5953	0,4855	0,3222	0,2955
6	0,6214	0,5123	0,3497	0,2955
7	0,6437	0,5361	0,3728	0,2955
8	0,6633	0,5563	0,3938	0,2955
9	0,6806	0,5751	0,4125	0,2955
10	0,6965	0,5917	0,4299	0,2955
11	0,7109	0,6069	0,4458	0,3114
12	0,7239	0,6214	0,4602	0,3258
13	0,7362	0,6343	0,4732	0,3389
14	0,7477	0,6466	0,4862	0,3511
15	0,7586	0,6582	0,4978	0,3634
16	0,7687	0,6690	0,5094	0,3743
17	0,7781	0,6792	0,5202	0,3851
18	0,7875	0,6885	0,5303	0,3945
19	0,7962	0,6979	0,5397	0,4046
20	0,8041	0,7066	0,5491	0,4133

1.3.3.2. ábra

Külső nyomási tényező meghatározása egyszerűsített eljárással

Függőleges falak alakú tényezői				$c_{pe,10}$	
h/d	Széláramlás oldalán (I)	Szélárnyékos oldalán (II)	Szélirányra merőlegesen (III)	Szélirányra merőlegesen (III)	
				[1]	[2]
> 5	+0.80	-0.70		-0.56	-1.2
1	+0.80	-0.50			
≤ 0.75	+0.70	-0.30			

A függőleges falak alakú tényezője nem függ a falak fölértékelési tetőformájától (lapos vagy mansett).

1.3.3.3. ábra

$$c_{pe} := 0.8$$

Külső nyomási maximális értéke

$$w_{eb} := c_{pe} \cdot q_{pb} = 0.257 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

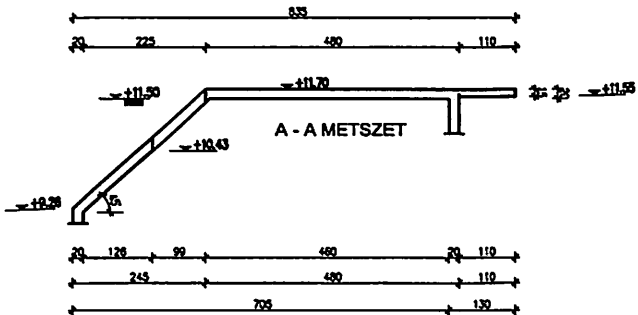
$$w_{eh} := c_{pe} \cdot q_{ph} = 0.275 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

1.4. Biztonsági tényezők (kedvezőtlen esetben)

Állandó terhek: $\gamma_{G.sup} := 1.35$

Esetleges terhek (hasznos-, hó-, szélteher): $\gamma_{Q.sup} := 1.5$

C-C METSZET



2. Koporsófödém méretezése

2.1. Födémre ható terhek

Állandó terhek:

- Önsúly (vtg: 20 cm)
- Tetőszerkezet

$$\begin{aligned} & 5 \text{ kN/m}^2 \\ & 1.66 \text{ kN/m}^2 \\ & g_{k,i} = 6.66 \text{ kN/m}^2 \\ & \gamma_G = 1.35 \end{aligned}$$

Biztonsági tényező

Esetleges terhek:

- Hóteher
- Szél nyomás
- Szél szívás

$$\begin{aligned} & 1 \text{ kN/m}^2 \\ & 0.30 \text{ kN/m}^2 \\ & -0.39 \text{ kN/m}^2 \\ & \gamma_Q = 1.5 \quad \psi := 0.6 \end{aligned}$$

Parciális tényező

2.2. Mértékadó teherkombináció

Teherbírasi vizsgálatoknál:

$$P_{Ed} = (\gamma_G \cdot g_k) + (\gamma_Q \cdot q_{hó}) + (\gamma_Q \cdot \psi \cdot q_{szél}) \quad [\text{kN/m}^2]$$

Név	Típus	Önsúly	Állandó	Hó	Szél szívás	Szél nyomás	Σ [kN/m ²]
1. Tk	ULS	6,75	2,241	1,5	0,162	0	10,653
2. Tk	ULS	6,75	2,241	1,5	0	0,2106	10,7016

2.2.1. ábra

Használhatósági vizsgálatoknál:

$$P_{qp} := g_k + q_{hó} + q_{szélny} \quad [\text{kN/m}^2]$$

Név	Típus	Önsúly	Állandó	Hó	Szél szívás	Szél nyomás
3. Tk	ULS	5	1,66	1	0,09	0,117

2.2.2. ábra

2.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok

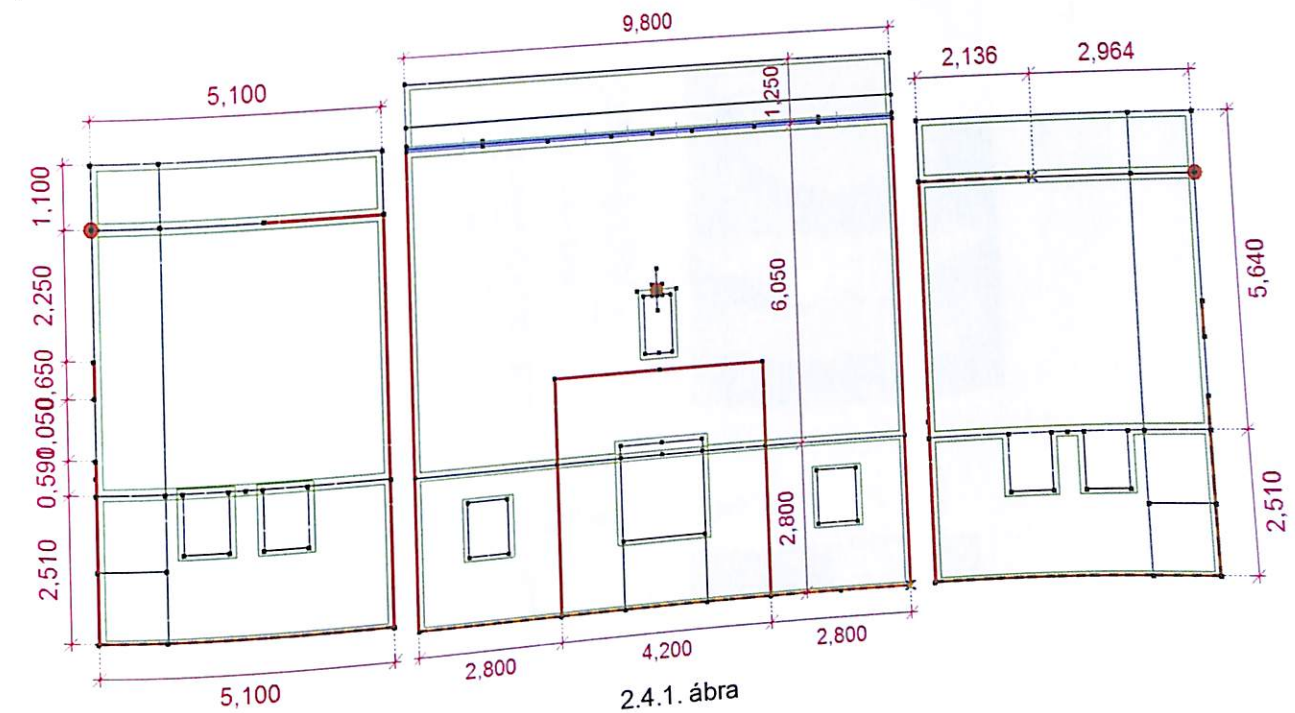
Beton: C20/25

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 20 \text{ N/mm}^2 \\ \gamma_c &= 1.5 \\ f_{cd} &= 13.3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Betonacél: B500

$$\begin{aligned} f_{yk} &= 500 \text{ N/mm}^2 \\ \gamma_s &= 1.5 \\ f_{yd} &= 435 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

2.4. Statikai modell
Az igénybevételek számítását és a szerkezetek méretezését az AXIS statikai programmal végeztem a 2.2. pontban kiszámolt teherkombinációk alapján. A koporsófödémét két külön szerkezetként vizsgáltam.

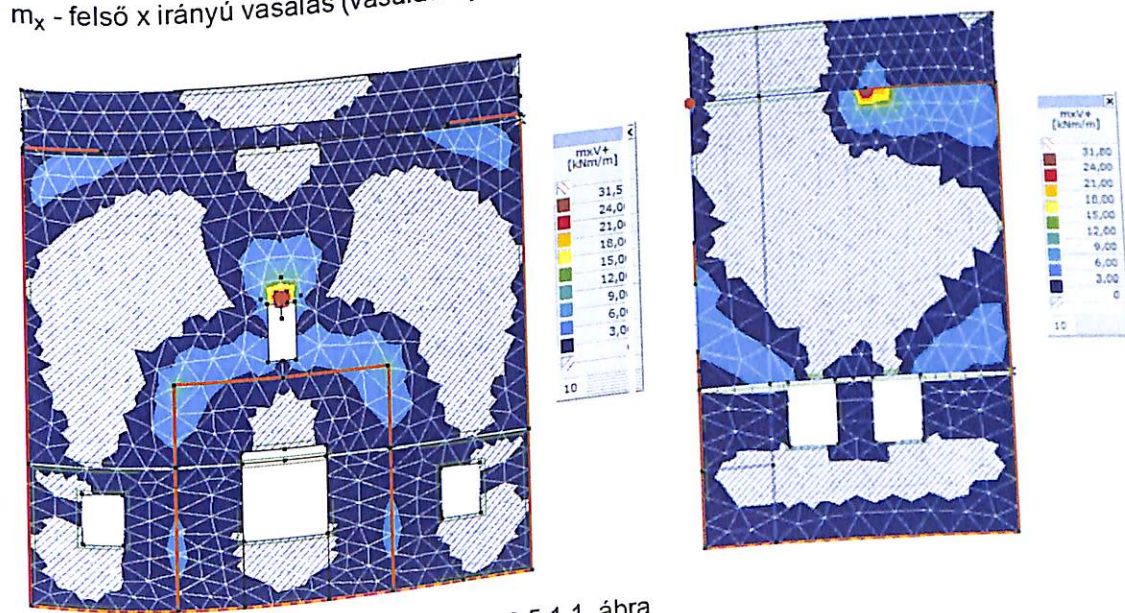


2.4.1. ábra

2.5. Mértékadó igénybevételek

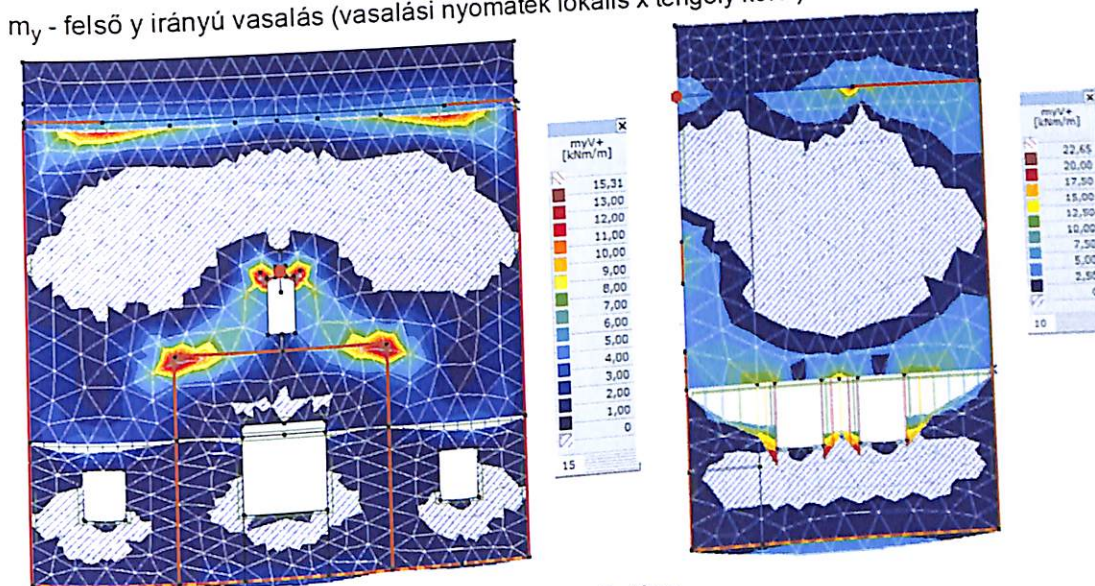
2.5.1. Felső vasalás meghatározásához

m_x - felső x irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális y tengely körül)



2.5.1.1. ábra

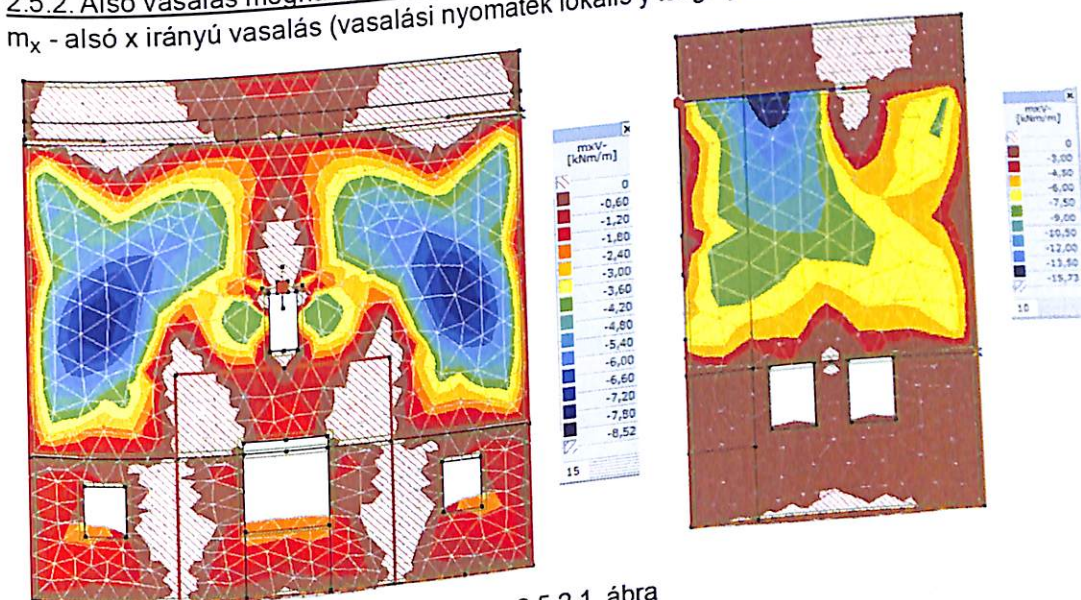
m_y - felső y irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális x tengely körül)



2.5.1.2. ábra

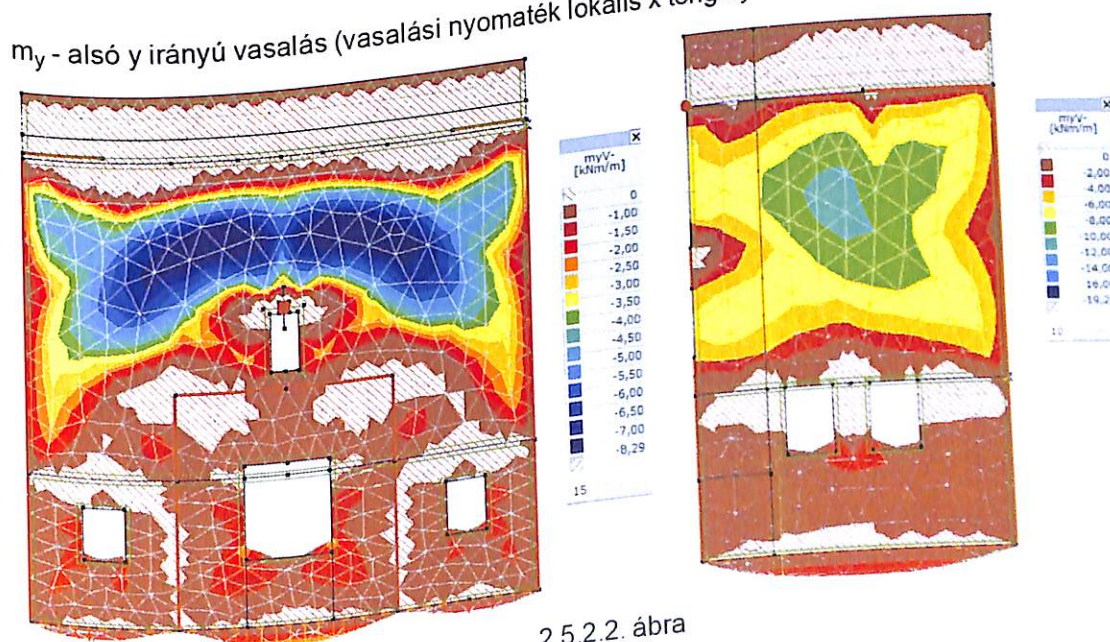
2.5.2. Alsó vasalás meghatározásához

m_x - alsó x irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális y tengely körül)



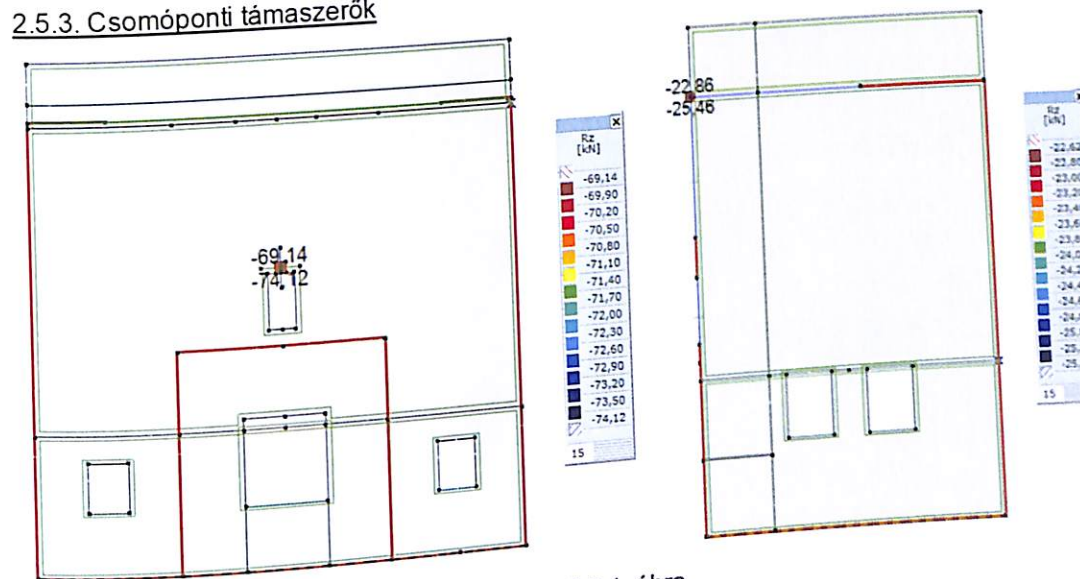
2.5.2.1. ábra

m_y - alsó y irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális x tengely körül)



2.5.2.2. ábra

2.5.3. Csomóponti támaszerők



2.5.3.1. ábra

2.6. Lemezvasalás meghatározása

2.6.1. Középső födém

Alapháló x és y irányban: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása:

Átmérő

$$\phi := 10 \text{ mm}$$

Betontakarás

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

Hatékony magasság

$$h := 200 \text{ mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \text{ mm}$$

$$b := 1000 \text{ mm} \quad d = 175 \text{ mm} \quad A_s := 393 \text{ mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2 \quad f_{yd} := 435 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 12.854$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.073$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Rd} \cdot 10^6$$

$$M_{Rd} := \text{Find}(M_{Rd})$$

$$M_{Rd} = 28.818 \text{ kNm}$$

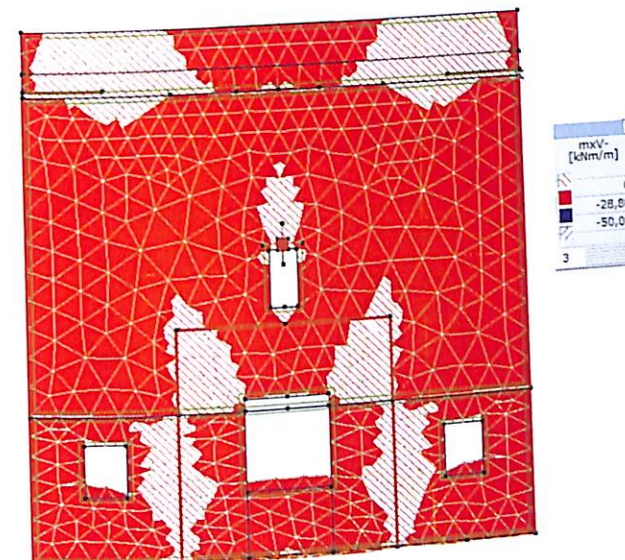
2.6.1.1. Alsó vasalás - x irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 2.6.1. pont alapján

A piros területeken elegendő az alapháló.

$$M_{Rd} = 28.818 \text{ kNm}$$



2.6.1.1.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:
Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 8.52 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 8.52 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 3.7 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.021$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 3.7$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 113.117 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s,prov} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 113.117 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

2.6.1.2. Alsó vasalás - y irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 2.6.1. pont alapján

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$

A piros területeken elegendő az alapháló.



2.6.1.2.1 ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 8.29 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 8.29 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 3.599 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.021$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

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

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 110.031 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s,prov} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 113.117 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

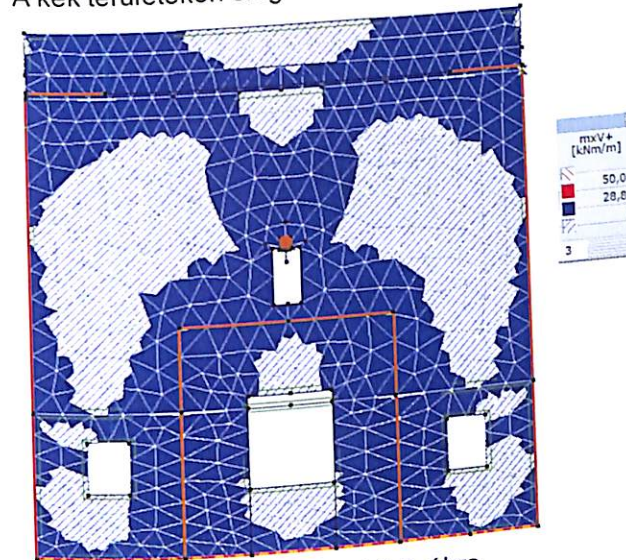
2.6.1.3. Felső vasalás - x irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 2.6.1.1. pont alapján

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$

A kék területeken elegendő az alapháló.



2.6.1.3.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 18.17 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 18.17 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 7.989 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.046$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 7.989$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

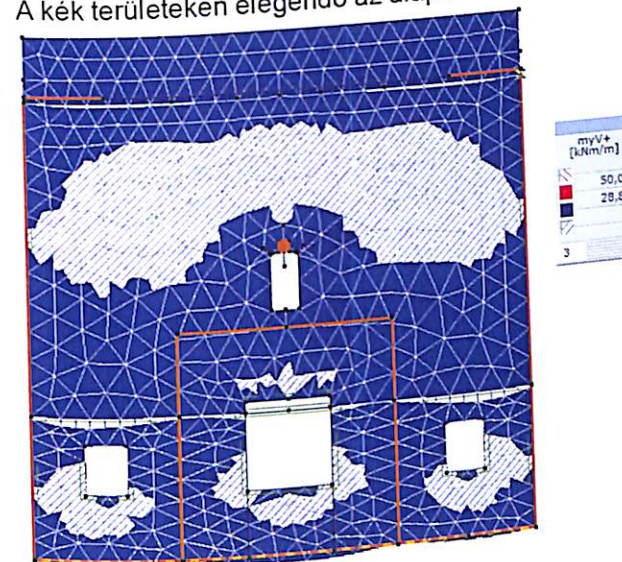
$$A_s = 244.262 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$
 $A_{s,prov} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 244.262 \text{ mm}^2$ - Megfelel
 Az alapvasalás elegendő.

2.6.1.4. Felső vasalás - v irány

Alapháló: $\phi 10/20$
 Alapháló teherbírása a 2.6.1.1. pont alapján
 A kék területeken elegendő az alapháló.

$$M_{Rd} = 28.818 \text{ kNm}$$



2.6.1.4.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$\begin{aligned} M_{Ed} &:= 15.31 \text{ kNm} \\ \phi &:= 10 \text{ mm} \\ c_{nom} &:= 10 + \phi = 20 \text{ mm} \\ h &:= 200 \text{ mm} \\ d &:= \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$b := 1000 \text{ mm} \quad d = 175 \text{ mm} \quad M_{Ed} = 15.31 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 6.706 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.038$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$\begin{aligned} f_{yd} &:= 435 \text{ N/mm}^2 & b &:= 1000 \text{ mm} & x_c &= 6.706 \\ f_{cd} &= 13.3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 205.045 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s, \text{prov}} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 205.045 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

2.6.2. Szélső födémek

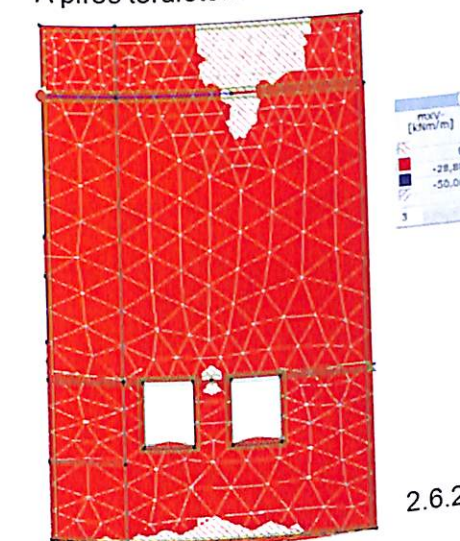
2.6.2.1. Alsó vasalás - x irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 2.6.1. pont alapján

A piros területeken elegendő az alapháló.

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$



2.6.2.1.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 16.85 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 16.85 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 7.396$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.042$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 7.396$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 226.125 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s, \text{prov}} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 226.125 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

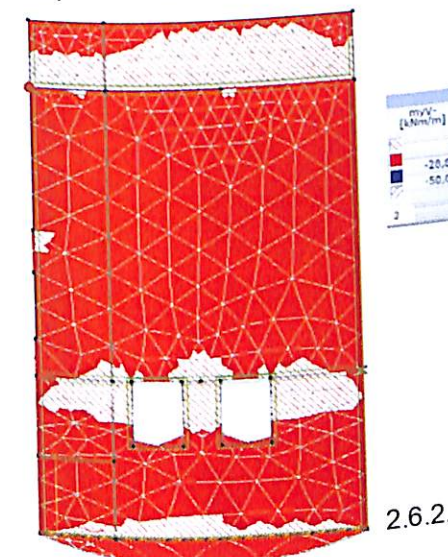
2.6.2.2. Alsó vasalás - y irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 2.6.1.1. pont alapján

A piros területeken elegendő az alapháló.

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$



2.6.2.2.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 18.97 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 18.97 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \varepsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 8.35 \quad \varepsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.048$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 8.35$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 255.285 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s, \text{prov}} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 255.285 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

2.6.2.3. Felső vasalás - x irány

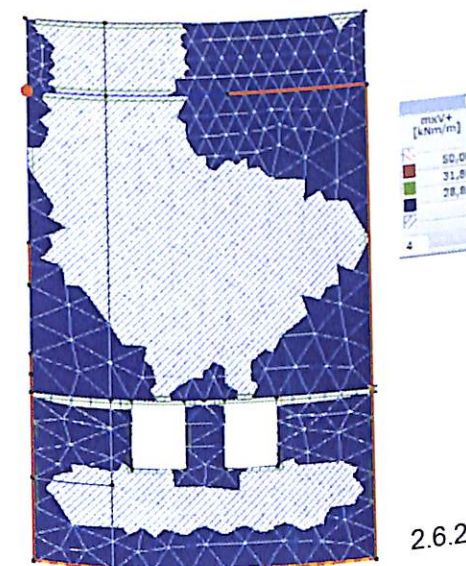
Alapháló: $\phi 10/20$

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$

Alapháló teherbírása a 2.6.1.1. pont alapján

A zöld területeken elegendő az alapháló, a zöld területen (pillér felett) erősítés szükséges.

Azokon a részekon, ahol nem szükséges felső vasalás $\phi 8/20$ alaphálót alkalmazok.



2.6.2.3.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 29.60 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 29.6 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \varepsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 13.217 \quad \varepsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.076$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 13.217$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 404.093 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s, \text{prov}} = 393 \text{ mm}^2 < A_s = 404.093 \text{ mm}^2 - \text{Nem felel meg}$$

Az alapvasalás nem elegendő, az alapháló sűrítése szükséges szükséges.

Alkalmazott vasalás a mértékadó helyen $\phi 10/10$

$$A_{s, \text{prov}} = 785 \text{ mm}^2 > A_s = 404.093 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

2.6.2.4. Felső vasalás - y irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 2.6.1.1. pont alapján

A kék területeken elegendő az alapháló.

Azokon a részeken, ahol nem szükséges felső vasalás $\phi 8/20$ alaphálót alkalmazok.

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$



2.6.2.4.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:
Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 22.91 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$M_{Ed} = 22.91 \quad \text{kNm}$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\varepsilon_{c0} := 0,49$$

$$x_c = 10.137 \quad \varepsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.058$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 10.137$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 309.929 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s, \text{prov}} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 309.929 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

2.7. Pillér vasalás meghatározása

2.7.1. Középső földem - P1

Kihajlási hossz

$$v := 0.5 \quad l := 3800 \quad \text{mm}$$

$$l_0 := v \cdot l = 1.9 \times 10^3 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

Csökkentő tényező

$$\alpha := \frac{l_0}{h} = 9.5$$

$$\phi := 0.86$$

$$\phi_{\max} := 0.68$$

$$\phi_{\text{alk}} := 0.68$$

Mértékadó erő

$$N_{Ed} := 72.12 \quad \text{kN}$$

Keresztmetszeti terület

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$b := 200 \quad \text{mm}$$

$$A_c := h \cdot b = 4 \times 10^4 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $4\phi 12$

$$A_s := 452 \quad \text{mm}^2$$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$$N_{Rd} := \phi \cdot N_k$$

$$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$$

$$N_{Rd} := N_{Ed}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

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

$$\phi_{\text{alk}} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$$

$$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$$

$$N_{Rd} = 495.462 \quad \text{kN}$$

Alkalmazott vasalás 4φ12

$$N_{Rd} = 495.462 \text{ kN} > N_{Ed} = 72.12 \text{ kN} - \text{Megfelel}$$

Minimális vasmennyiség $A_{s,min} = \max \{0.1N_{Ed}/f_{yd}; 0.003A_c\}$

$$0.1 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot 10^3}{f_{yd}} = 16.579 \text{ mm}^2 \quad A_{s,min} = 120 \text{ mm}^2$$

$$0.003 \cdot b \cdot h = 120 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 452 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 120 \text{ mm}^2$$

Az alkalmazott 4φ12 vasalás megfelel.

2.7.2. Szélső földem - P2

Kihajlási hossz

$$v := 0.5 \quad l := 2700 \text{ mm}$$

$$l_o := v \cdot l = 1.35 \times 10^3 \text{ mm}$$

Csökkentő tényező

$$h := 200 \text{ mm}$$

$$\alpha := \frac{l_o}{h} = 6.75 \quad \phi := 0.86$$

$$\phi_{max} := 0.68$$

$$\phi_{alk} := 0.68$$

Mértékadó erő

$$N_{Ed} := 25.46 \text{ kN}$$

Keresztmetszeti terület

$$h := 200 \text{ mm} \quad b := 200 \text{ mm}$$

$$A_c := h \cdot b = 4 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

Alkalmazott vasalás
4φ12

$$A_s := 452 \text{ mm}^2$$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$$N_{Rd} := \phi \cdot N_k$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

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

$$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$$

$$N_{Rd} := N_{Ed}$$

$$\phi_{alk} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$$

$$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$$

$$N_{Rd} = 495.462 \text{ kN}$$

Alkalmazott vasalás 4φ12

$$N_{Rd} = 495.462 \text{ kN} > N_{Ed} = 25.46 \text{ kN} - \text{Megfelel}$$

Minimális vasmennyiség:

$$A_{s,min} = \max \{0.1N_{Ed}/f_{yd}; 0.003A_c\}$$

$$0.1 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot 10^3}{f_{yd}} = 5.853 \text{ mm}^2$$

$$0.003 \cdot b \cdot h = 120 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 452 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 120 \text{ mm}^2$$

Az alkalmazott 4φ12 vasalás megfelel.

$$A_{s,min} = 120 \text{ mm}^2$$

2.8. Átszúródás vizsgálata

2.8.1. Középső födém - P1

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

$$\text{Mértékadó erő} \quad V_{Ed} := 72.12 \quad \text{kN}$$

$$\text{Átmérő} \quad \phi := 12 \quad \text{mm}$$

$$\text{Betontakarás} \quad c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm} \quad b := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 172 \quad \text{mm}$$

$$\beta := 1.15$$

$$u_0 := b + h = 400 \quad \text{mm}$$

$$f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_0 \cdot d} = 1.205 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.552$$

$$\nu_{Rdmax} := 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} = 3.671 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > \nu_{Ed} = 1.205 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 344 \quad \text{mm}$$

$$u_1 := 1607 \quad \text{mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{ctd} := 1.0$$

$$\nu_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 0.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

$$\nu_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 > \nu_{Ed} = 0.3 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej nem szükséges.

2.8.2. Szélső födém - P2

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

$$\text{Mértékadó erő} \quad V_{Ed} := 25.46 \quad \text{kN}$$

$$\text{Átmérő} \quad \phi := 12 \quad \text{mm}$$

$$\text{Betontakarás} \quad c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm} \quad b := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 172 \quad \text{mm}$$

$$\beta := 1.15$$
$$u_0 := 2 \cdot b + 2 \cdot h = 800 \quad \text{mm}$$

$$f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_0 \cdot d} = 0.213 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.552$$

$$\nu_{Rdmax} := 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} = 3.671 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > V_{Ed} = 0.213 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 344 \quad \text{mm}$$

$$u_1 := u_0 + (2 \cdot r \cdot \pi) = 2.961 \times 10^3 \text{ mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{\text{ctd}} := 1.0$$

$$\nu_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 0.057 \quad \text{N/mm}^2$$

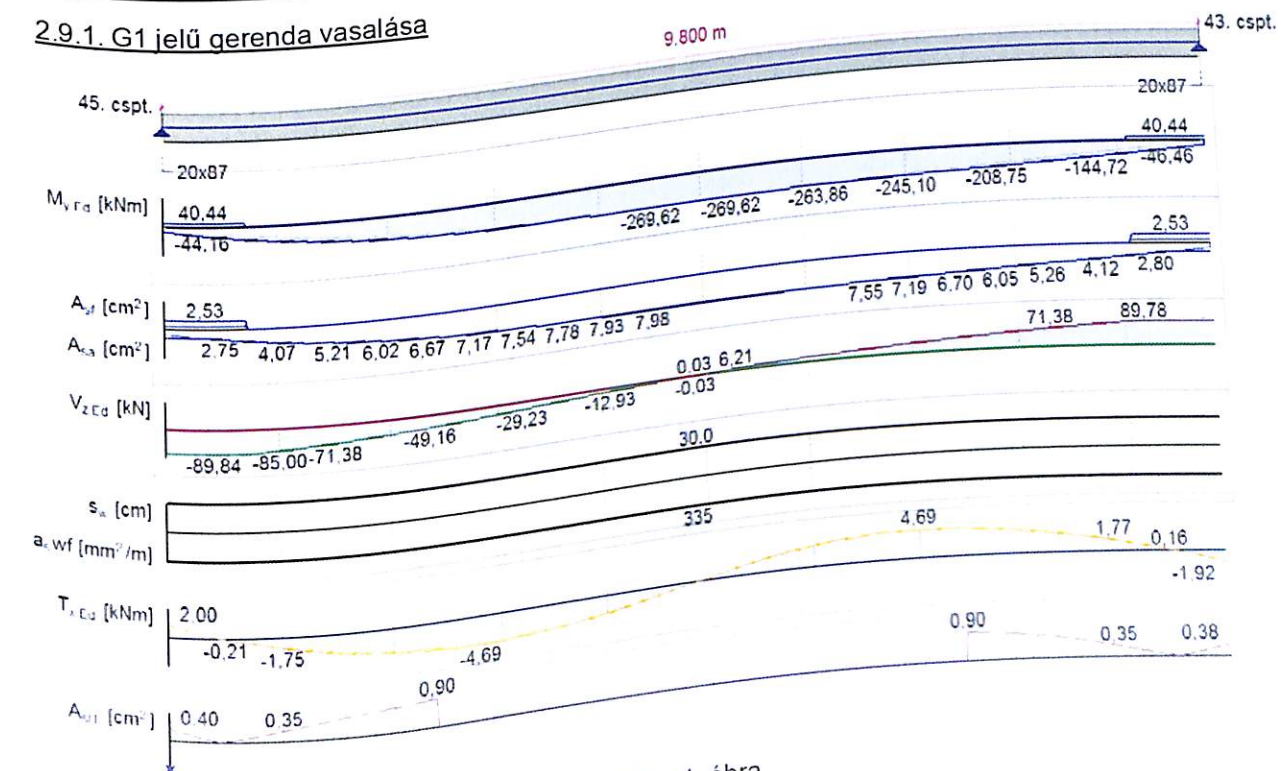
$$\nu_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

$$v_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 0.057 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej nem szükséges.

2.9. Gerenda vasalás

2.9.1. G1 jelű gerenda vasalása



2.9.1.1. ábra

Hajlítási vasalás számítása:

Mértékadó nyomaték	$M_{Ed} := 269.62$	kNm
Tervezett vasátmérő	$\phi := 16$	mm
Kengyel átmérő	$\phi_k := 8$	mm
Betontakarás	$c_{nom} := 10 + \phi = 26$	mm
Hatékony magasság	$h := 900$	mm
	$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 866$	mm

$b := 200$	mm	$d = 866$	mm	$M_{Ed} = 269.62$	kNm
$f_{cd} := 13.3$	N/mm ²				

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 126.247 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.146$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$f_{yd} := 435$	N/mm ²	$b := 200$	mm	$x_c = 126.247$
$f_{cd} = 13.3$	N/mm ²			

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 771.994 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 4 ϕ 16

$$A_{s,prov} = 804 \text{ mm}^2 > A_s = 771.994 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Minimális vasmennyiség:

$f_{yk} := 500$	N/mm ²	$f_{ctm} := 2.2$	N/mm ²
-----------------	-------------------	------------------	-------------------

$$\rho_{min} := \frac{(0.26 \cdot f_{ctm})}{f_{yk}} = 1.144 \times 10^{-3} \quad \blacksquare < 0.0015$$

$$\rho_{min} := 0.0015$$

$$A_{smin} := \rho_{min} \cdot 2 \cdot b \cdot d = 519.6 \quad \text{mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 804 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 519.6 \text{ mm}^2$$

Az alkalmazott 4 ϕ 16 vasalás megfelel.

Mértékadó nyomaték	$M_{Ed} := 40.44$	kNm
Tervezett vasátmérő	$\phi := 14$	mm
Kengyel átmérő	$\phi_k := 8$	mm

Betontakarás $c_{nom} := 10 + \phi = 24$ mm
 Hatékony magasság $h := 900$ mm
 $d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 869$ mm

$b := 200$ mm $d = 869$ mm $M_{Ed} = 40.44$ kNm
 $f_{cd} := 13.3$ N/mm²

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$x_c := \text{Find}(x_c)$ $\epsilon_{c0} := 0.49$

$x_c = 17.675$ $\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.02$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$f_{yd} := 435$ N/mm² $b := 200$ mm $x_c = 17.675$

$f_{cd} = 13.3$ N/mm²

$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$

$A_s := \text{Find}(A_s)$

$A_s = 108.079$ mm²

Alkalmazott vasalás 4 ϕ 14

$A_{s,prov} = 616 \text{ mm}^2 > A_s = 108 \text{ mm}^2$ - Megfelel

Minimális vasmenyiség:

$f_{yk} := 500$ N/mm² $f_{ctm} := 2.2$ N/mm²

$\rho_{min} := \frac{(0.26 \cdot f_{ctm})}{f_{yk}} = 1.144 \times 10^{-3}$ $\rho < 0.0015$

$\rho_{min} := 0.0015$

$A_{smin} := \rho_{min} \cdot 2 \cdot b \cdot d = 521.4$ mm²

$A_{s,prov} = 616 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 522 \text{ mm}^2$

Az alkalmazott 4 ϕ 14 vasalás megfelel.

Nyírási vasalás számítása:

Mértékadó nyíróerő

$V_{Ed} := 8.01$ kN

A beton által felvehető nyíróerő

$c := 0.429$ $f_{ctd} := 1$ N/mm²

$V_{Rdc} := \frac{(c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd})}{10^3} = 74.56$ kN

$V_{Rdc} = 74.56 \text{ kN} > V_{Ed} = 8.01 \text{ kN}$

Méretezett nyírási vasalás nem szükséges.

Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$z := 0.9 \cdot d = 782.1$ mm² $f_{ck} := 20$ N/mm²

$$\gamma := 0.6 \cdot \left[1 - \left(\frac{f_{ck}}{250} \right) \right] = 0.552 \quad f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{Rdmax} := \frac{(0.5 \cdot b \cdot z \cdot \gamma \cdot f_{cd})}{10^3} = 574.187 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rdmax} = 574.187 \text{ kN} > V_{Ed} = 8.01 \text{ kN}$$

Megfelel.

Kengyelek:

Méretezett nyírási vasalás nem szükséges.

Az alkalmazott kengyelkiosztás $\phi 8/30$

2.10. Lehajlási követelmények ellenőrzése

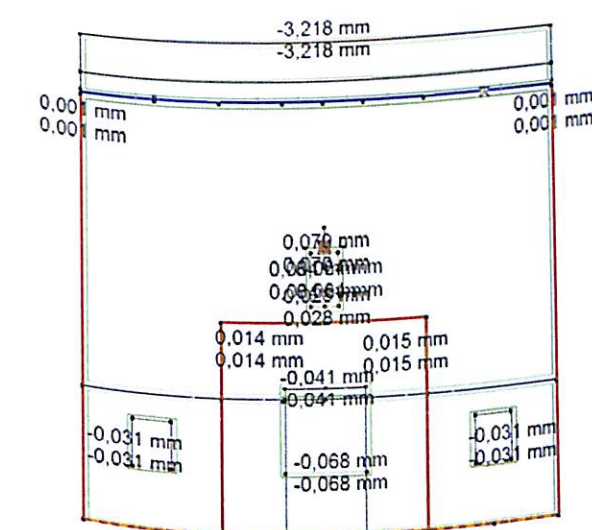
A lehajlást kváziállandó teherkombináció (használhatósági határállapot) szerint számítottam AXIS

méretezőprogrammal.

A vasbeton elemek effektív /kuszás és zsugorodás miatti merevségcsökkenést magában foglaló/ rugalmasság

modulusát használtam.

2.10.1. Középső földem



2.10.1.1. ábra

A mértékadó lehajlás a túlnyúló konzolon jelentkezik.

$$e_z := 3.218 \quad \text{mm} \quad L := 1 \quad \text{m}$$

$$e_{zmax} := \frac{L \cdot 1000}{250} = 4 \quad \text{mm}$$

$$e_{zmax} = 4 \text{ mm} > e_z = 3.218 \text{ mm}$$

Lehajlásra megfelel.

Ellenőrzés kézi számítással

$$P_{Ed} := 10.7 \quad \text{kN/m}$$

$$b := 1 \quad \text{m} \quad d := 0.125 \quad \text{m}$$

$$\frac{\beta \cdot P_{Ed}}{b} = 10.7 \quad \text{kNm}^2$$

$$\frac{\left(\frac{1}{K} \right)}{d} = 20 < \alpha^*(l/d)_{eng} = 23$$

$$\alpha := 1 \quad K := 0.4 \quad l := 1 \quad \text{m}$$

Lehajlásra megfelel.

2.10.2. Szélső födém



2.10.2.1. ábra

A kétirányban teherviselő lemez kisebbik fesztávolságát vettem fel mértékadónak.

$$e_z := 0.64 \quad \text{mm}$$

$$L := 4.54 \quad \text{m}$$

$$e_{z\max} := \frac{L \cdot 1000}{250} = 18.16 \quad \text{mm}$$

$$e_{z\max} = 18.16 \text{ mm} > e_z = 0.64 \text{ mm}$$

Lehajlásra megfelel.

Ellenőrzés kézi számítással

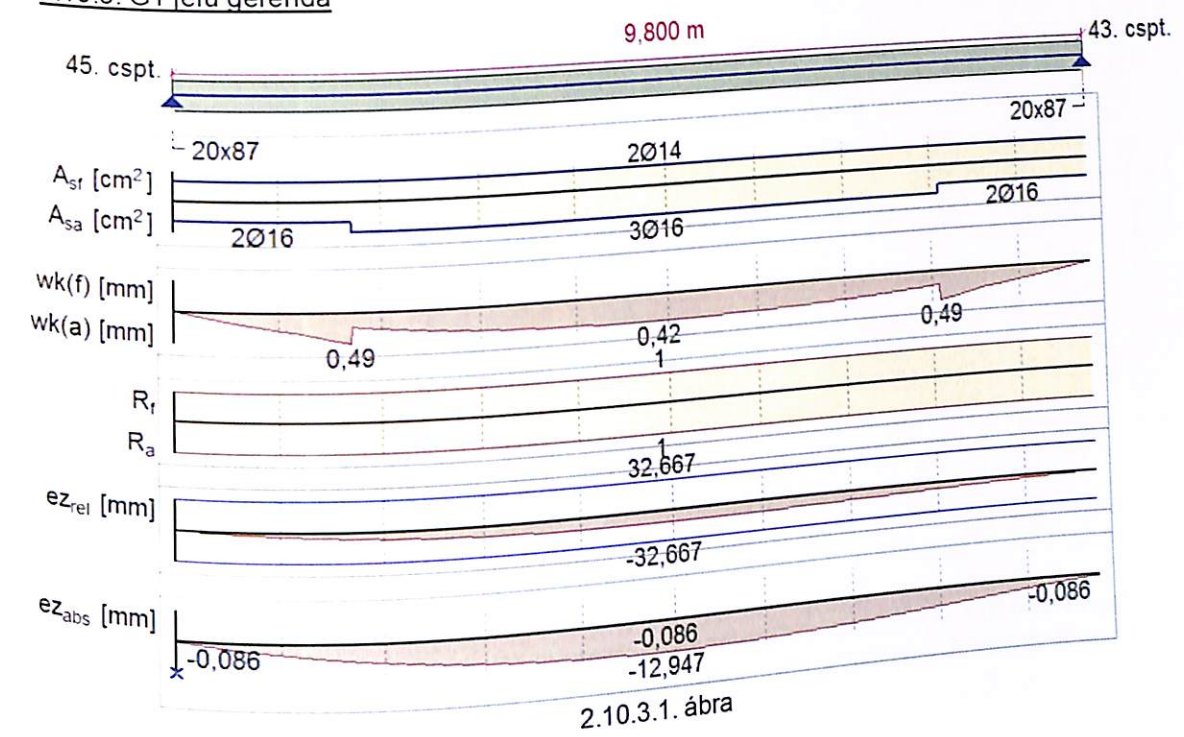
$$P_{Ed} := 10.7 \quad \text{kN/m} \quad \beta := 1 \quad \alpha := 1 \quad K := 1.5$$

$$b := 1 \quad \text{m} \quad d := 0.175 \quad \text{m} \quad l := 4.54 \quad \text{m}$$

$$\frac{\beta \cdot P_{Ed}}{b} = 10.7 \quad \text{kNm}^2$$

$$\frac{\left(\frac{l}{K}\right)}{d} = 17.295 < \alpha^*(l/d)_{eng} = 23 \quad \text{Lehajlásra megfelel.}$$

2.10.3. G1 jelű gerenda



$$e_z := 12.94 \quad \text{mm} \quad L := 9.8 \quad \text{m}$$

$$e_{z\max} := \frac{L \cdot 1000}{250} = 39.2 \quad \text{mm}$$

$e_{z\max} = 39.2 \text{ mm} > e_z = 32.7 \text{ mm}$
Lehajlásra megfelel.

Ellenőrzés kézi számítással

$$P_{Ed} := 10.7 \quad \text{kN/m} \quad \beta := 1 \quad \alpha := 1 \quad K := 1.3$$

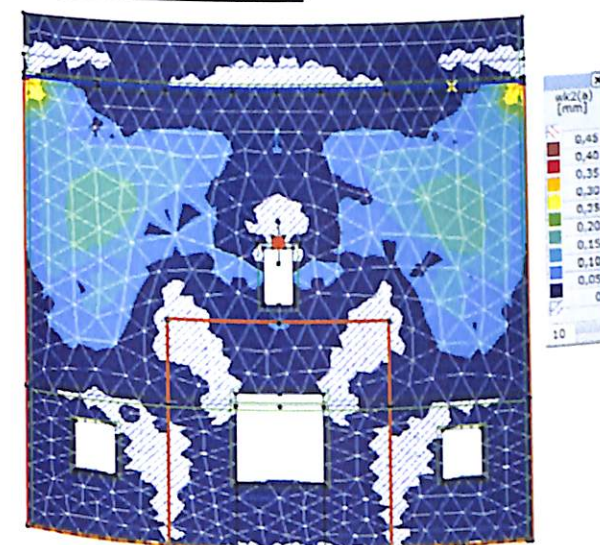
$$b := 0.2 \quad \text{m} \quad d := 0.866 \quad \text{m} \quad l := 9.8 \quad \text{m}$$

$$\frac{\beta \cdot P_{Ed}}{b} = 53.5 \quad \text{kNm}^2$$

$$\frac{\left(\frac{l}{K}\right)}{d} = 8.705 < \alpha^*(l/d)_{eng} = 20 \quad \text{Lehajlásra megfelel.}$$

2.11. Repedéstágasság ellenőrzése
A repedéstágasságot kváziállandó teherkombináció (használhatósági határállapot) szerint számítottam
AXIS méretezőprogrammal.

2.11.1. Középső födém



2.11.1.1. ábra

$$w_{keng} := 0.4 \text{ mm} \quad w_k := 0.45 \text{ mm}$$

$$w_{keng} = 0.4 \text{ mm} > w_k = 0.19 \text{ mm}$$

Repedéstágasságra nem felel meg. A repedéstágasságot csökkentem kéregvasalással. Huzalhálóval alakítom ki a lemez húzott övét belül, úgy hogy kívül helyezkedjen el, x_c magasságig. A betonfedés a kéregvasaláson biztosítva van.

Ellenőrzés kézi számítással

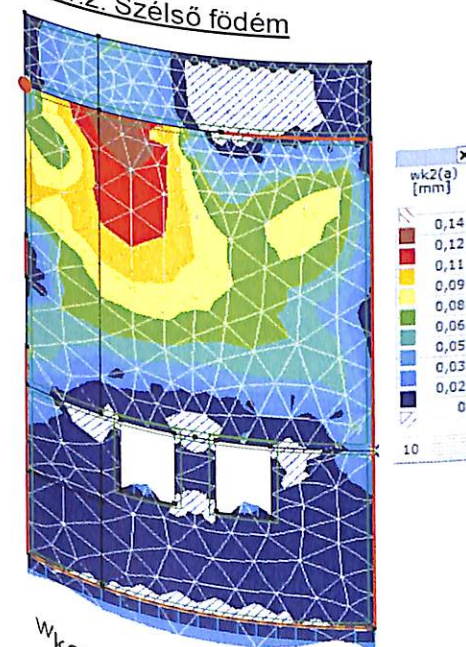
$$A_s := 393 \text{ mm}^2 \quad b := 1000 \text{ mm} \quad d := 125 \text{ mm}$$

$$\rho := \left[\frac{A_s}{(b \cdot d)} \right] \cdot 100 = 0.314$$

Megengedett maximális átmérő $\phi 11$

Alkalmazott átmérő $\phi 10$ - Megfelel

2.11.2. Szélső födém



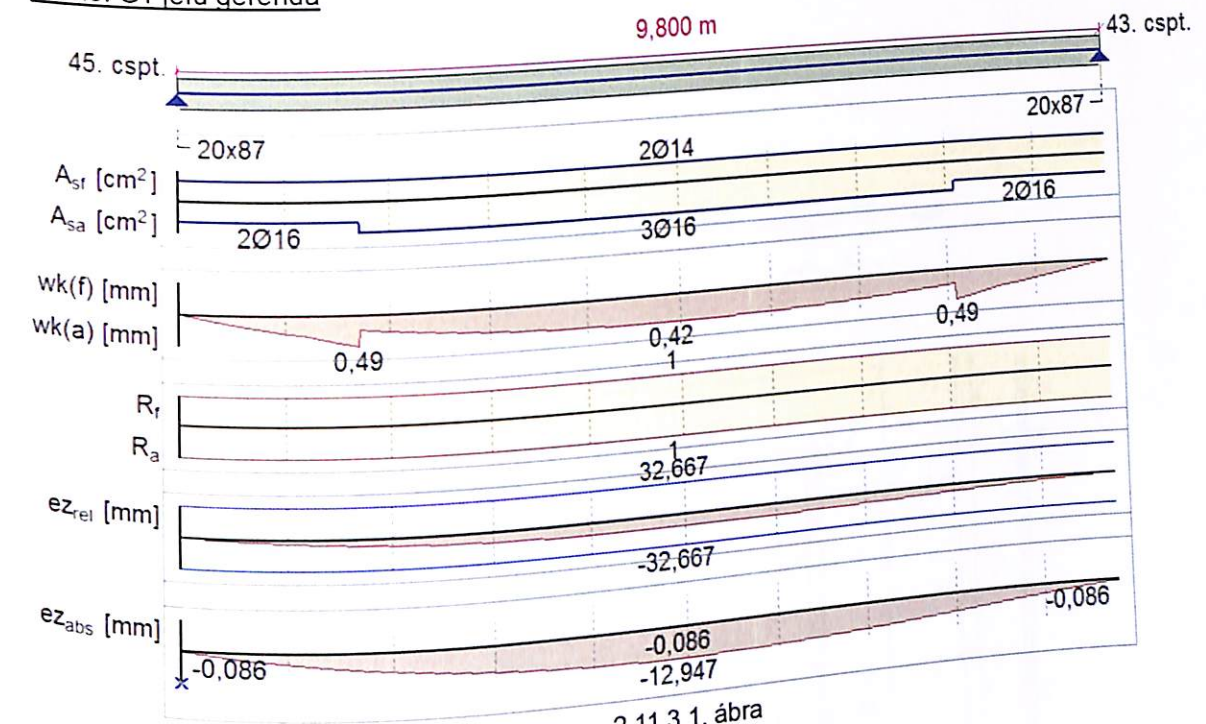
2.11.2.1. ábra

$$w_{keng} := 0.4 \text{ mm} \quad w_k := 0.14 \text{ mm}$$

$$w_{keng} = 0.4 \text{ mm} > w_k = 0.14 \text{ mm}$$

Repedéstágasságra megfelel.

2.11.3. G1 jelű gerenda



2.11.3.1. ábra

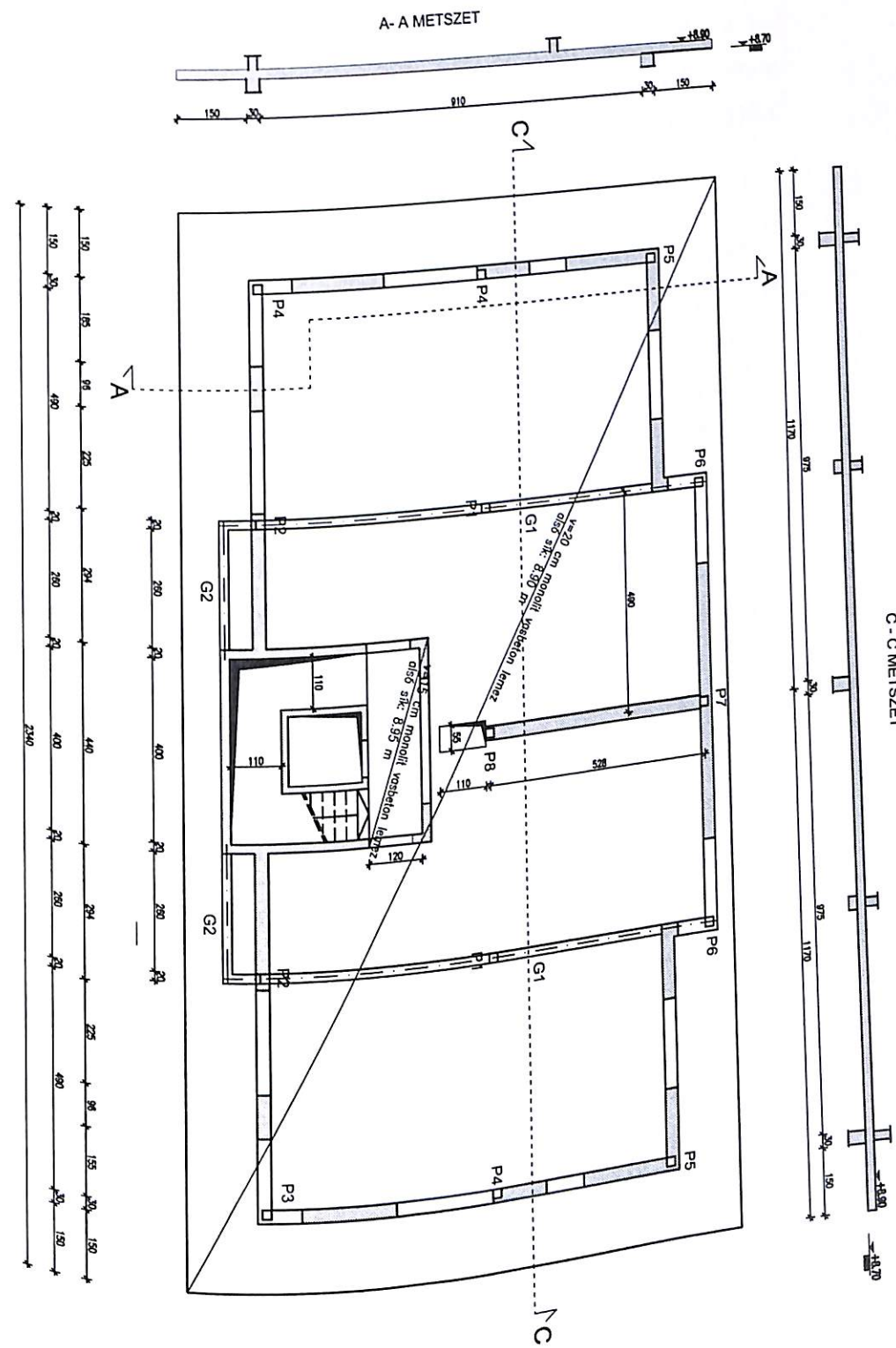
$$w_{keng} := 0.4 \text{ mm} \quad w_k := 0.49 \text{ mm}$$

$$w_{keng} = 0.49 \text{ mm} < w_k = 0.14 \text{ mm}$$

Repedéstágasságra nem felel meg.

A repedéstágasságot csökkentem kéregvasalással. Huzalhálóval alakítom ki a gerenda húzott övét, úgy hogy a kengyeleken kívül helyezkedjen el, xc magasságig. A betonfedés a kéregvasaláson is biztosítva van.

TERÜTÉRI FÖDÉM POZÍCIÓS TERVE C - C METSZET



3. Tetőtéri födém méretezése

3.1. Födémre ható terhek

Állandó terhek:

- Önsúly (vtg: 20 cm)

- Rétegrendből: - lakás

- terasz

- lépcsőház

Biztonsági tényező

5 kN/m²
1.80 kN/m²
2.50 kN/m²
1.30 kN/m²
 $\gamma_G = 1.35$

Esetleges terhek:

- Hóteher

- Válaszfal

- Hasznos teher: - lakás

- terasz

- lépcsőház

Parciális tényező

1 kN/m²
1.50 kN/m²
2 kN/m²
3 kN/m²
3 kN/m²
 $\gamma_Q = 1.5$

3.2. Mértékadó teherkombináció

A mezőnyomatékok meghatározásához "sakktábla szerű" elosztást használtam, az alábbi teherkombinációkkal.

Név	Típus	Önsúly	Hasznos erkély	Hasznos lépcsőház	Hasznos lakás poz 1	Hasznos lakás poz 2	Hasznos total	Válaszfal	Állandó erkély	Állandó lépcsőház	Hó	Σ [kN/m ²]
1. Tk	ULS	6,75	0	0	3	0	0	2,025	0	0	0	11,775
2. Tk	ULS	6,75	0	0	0	3	0	2,025	0	0	0	11,775
3. Tk	ULS	6,75	0	0	0	0	3	2,025	0	1,755	0	15,03
4. Tk	ULS	6,75	0	4,5	0	0	0	0	3,375	0	0,75	15,375
5. Tk	ULS	6,75	4,5	0	0	0	1,4	1,5	0	0	0,5	8,4
6. Tk	SLS	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

3.2.1. ábra

Az ULS rövidítés a teherbírási vizsgálatokra vonatkozik, míg az SLS, a gasználhatósági vizsgálatokra, lásd 2.2. pont

Teherbírási vizsgálatoknál:

$P_{Ed1} = 11.775 \text{ kN/m}^2$

$P_{Ed2} = 11.775 \text{ kN/m}^2$

$P_{Ed3} = 11.775 \text{ kN/m}^2$

$P_{Ed4} = 15.03 \text{ kN/m}^2$

$P_{Ed5} = 15.375 \text{ kN/m}^2$

Használhatósági vizsgálatoknál:

$P_{qp} = 8.4 \text{ kN/m}^2$

3.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok

Beton: C20/25

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

$\gamma_c = 1.5$

$f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$

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

Betonacél: B500

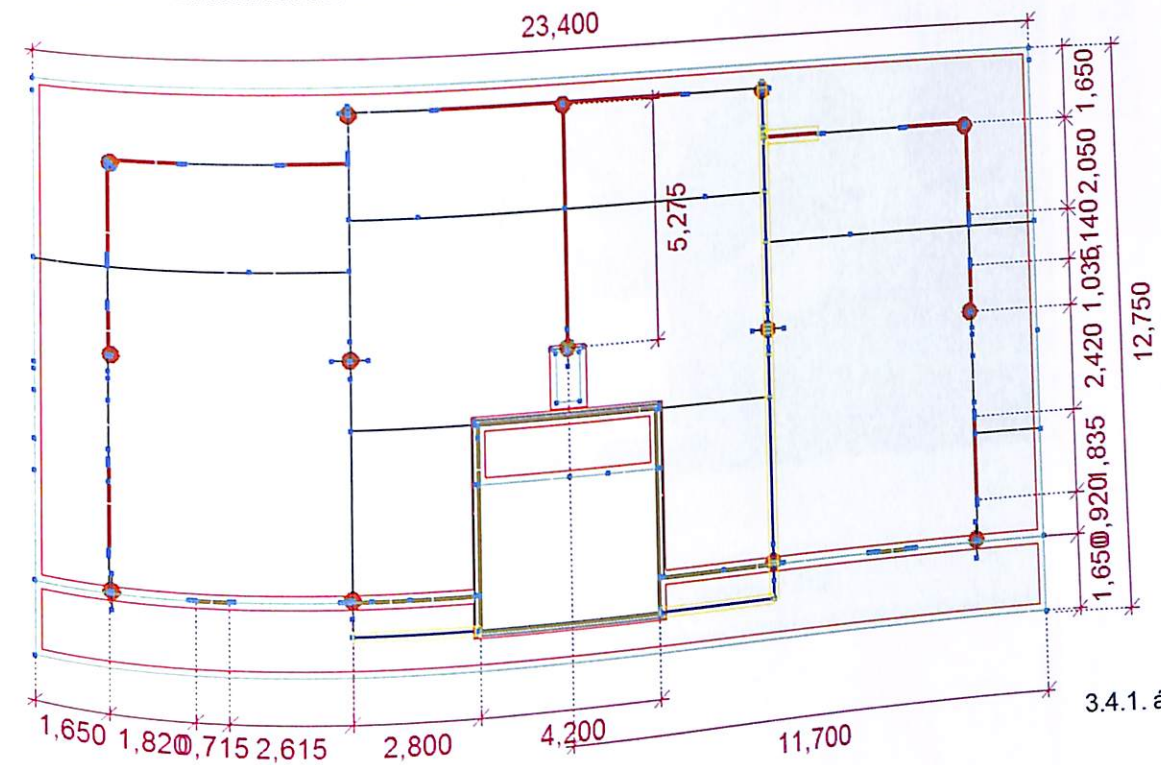
$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_s = 1.5$

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

3.4. Statikai modell

Az igénybevételek számítását és a szerkezetek méretezését az AXIS statikai programmal végeztem a 3.2. pontban kiszámolt teherkombinációk alapján.

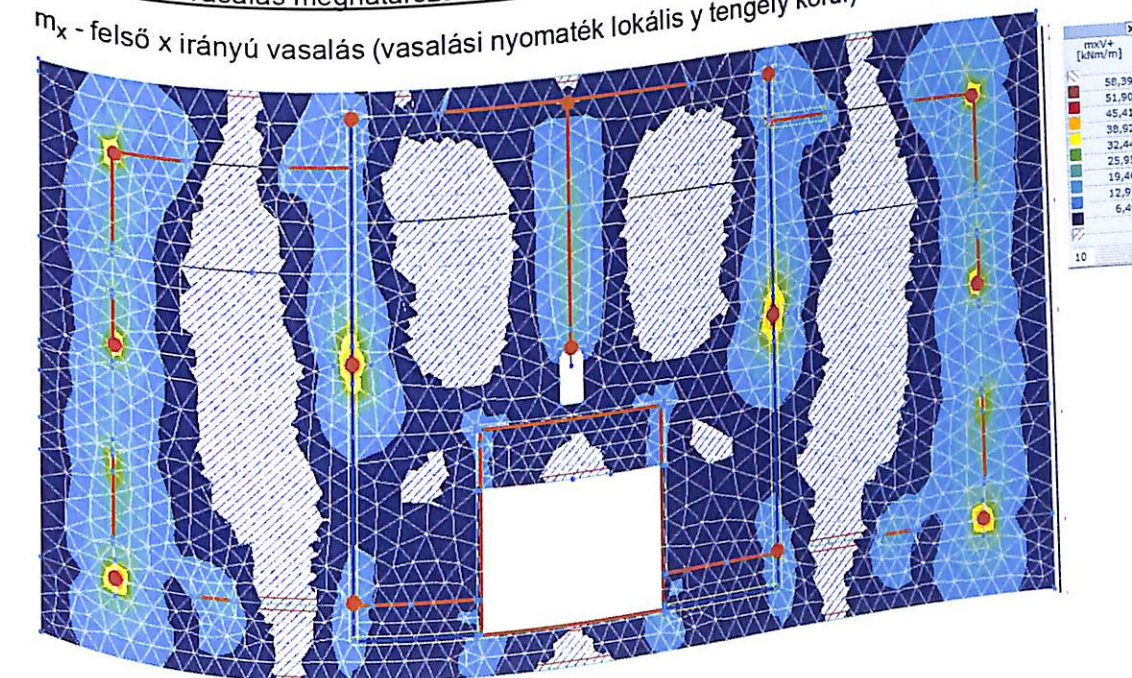


3.4.1. ábra

3.5. Mértékadó igénybevételek

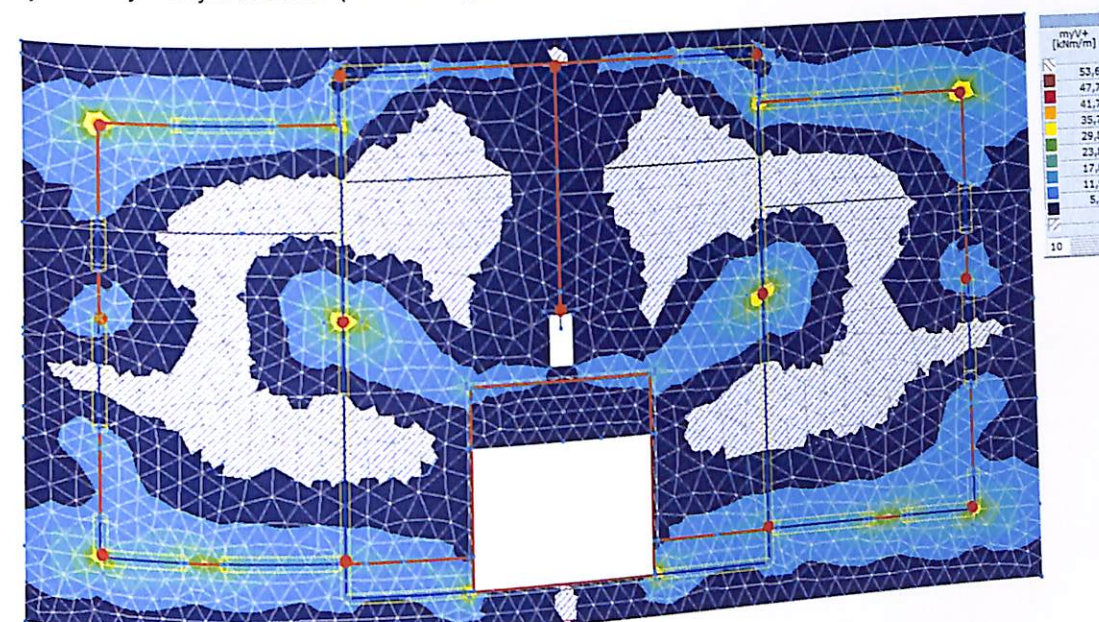
3.5.1. Felső vasalás meghatározásához

m_x - felső x irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális y tengely körül)



3.5.1.1. ábra

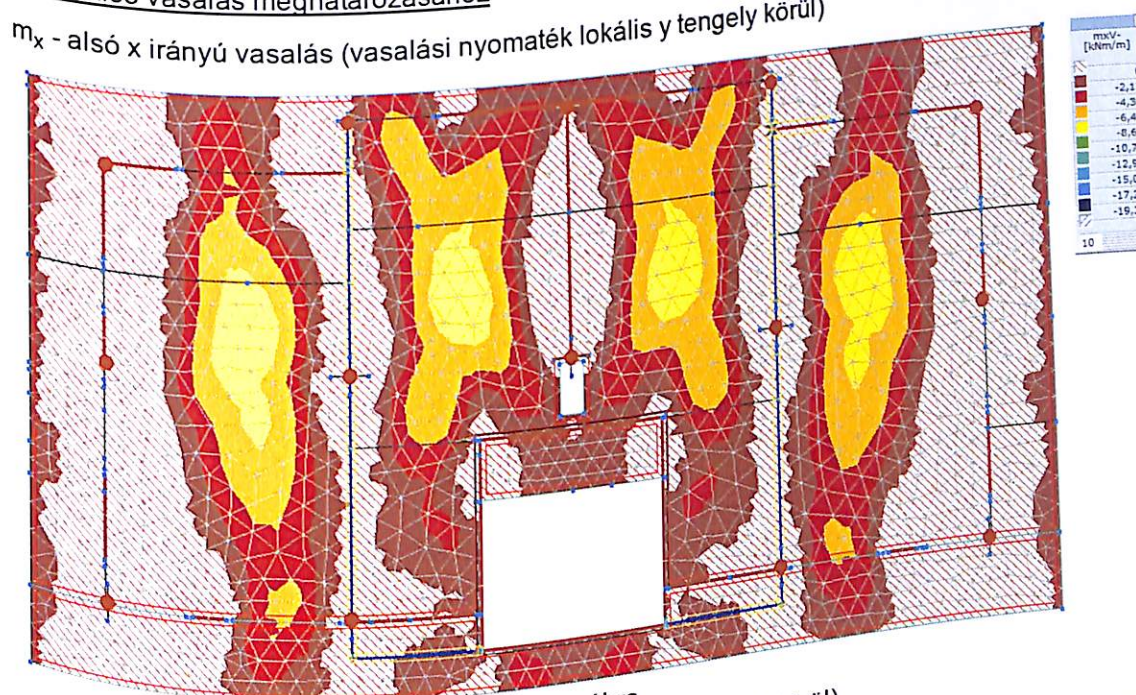
m_y - felső y irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális x tengely körül)



3.5.1.2. ábra

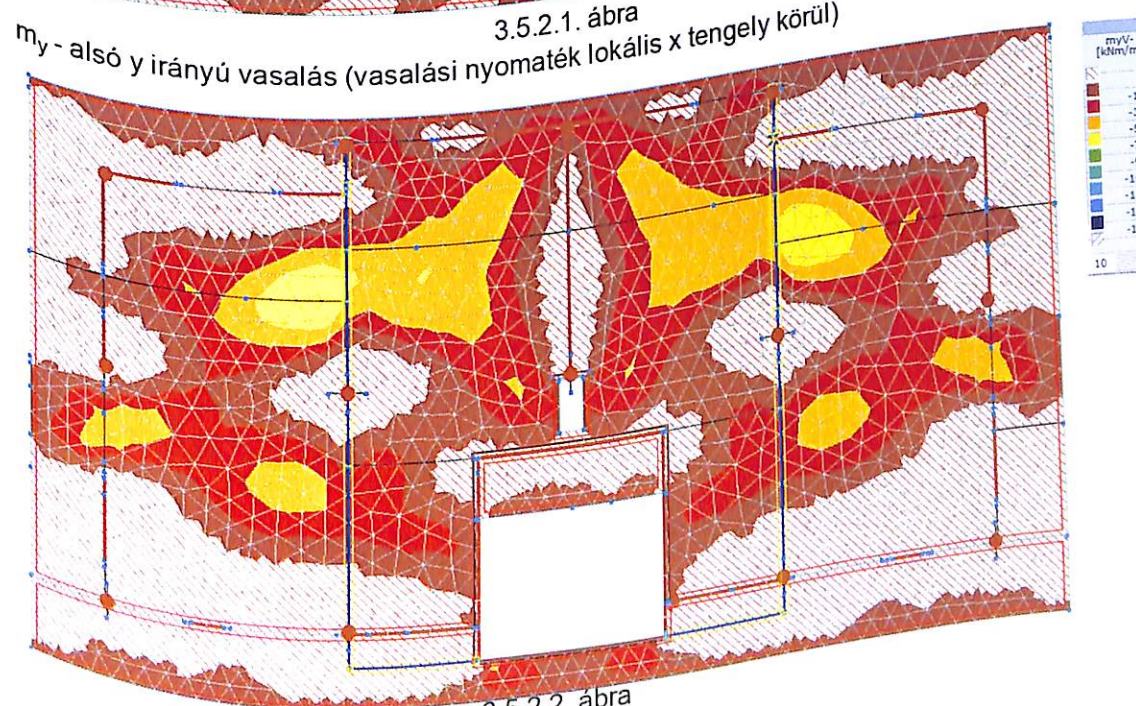
3.5.2. Alsó vasalás meghatározásához

m_x - alsó x irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális y tengely körül)



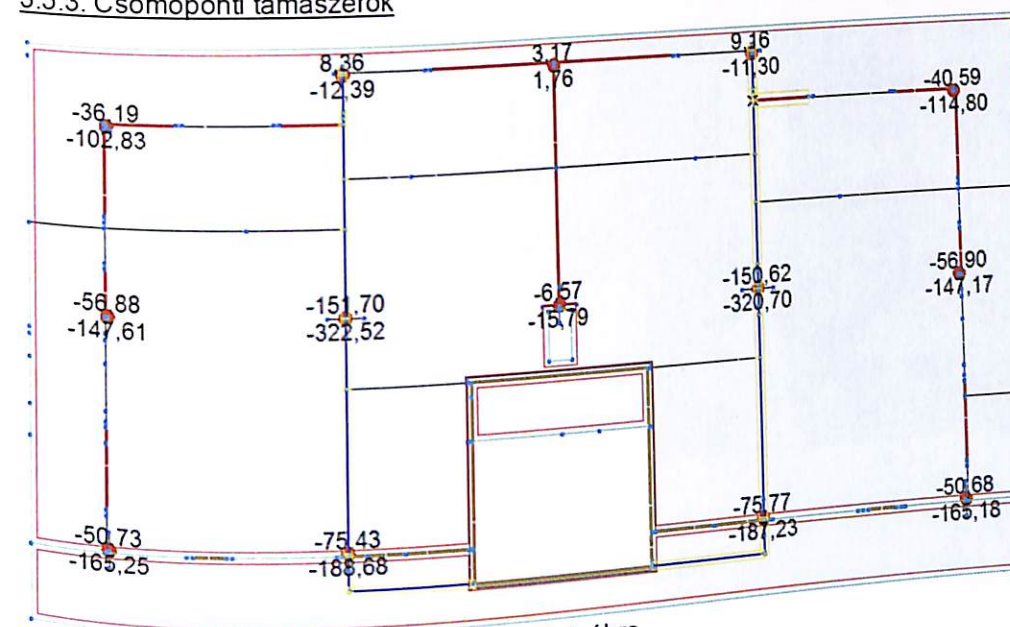
3.5.2.1. ábra

m_y - alsó y irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális x tengely körül)



3.5.2.2. ábra

3.5.3. Csomóponti támaszerők



3.5.3.1. ábra

3.6. Lemezvasalás meghatározása

Alapháló x és y irányban: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása:

Átmérő

$$\phi := 10 \text{ mm}$$

Betontakarás

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

Hatékony magasság

$$h := 200 \text{ mm}$$

$$d := \left(h - c_{\text{nom}} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \text{ mm}$$

$$b := 1000 \text{ mm}$$

$$d = 175 \text{ mm}$$

$$A_s := 393 \text{ mm}^2$$

$$f_{\text{cd}} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

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

$$b \cdot x_c \cdot f_{\text{cd}} = A_s \cdot f_{\text{yd}}$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{\text{c0}} := 0.49$$

$$x_c = 12.854$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.073$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

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

$$M_{\text{Rd}} := \text{Find}(M_{\text{Rd}})$$

$$M_{\text{Rd}} = 28.818 \text{ kNm}$$

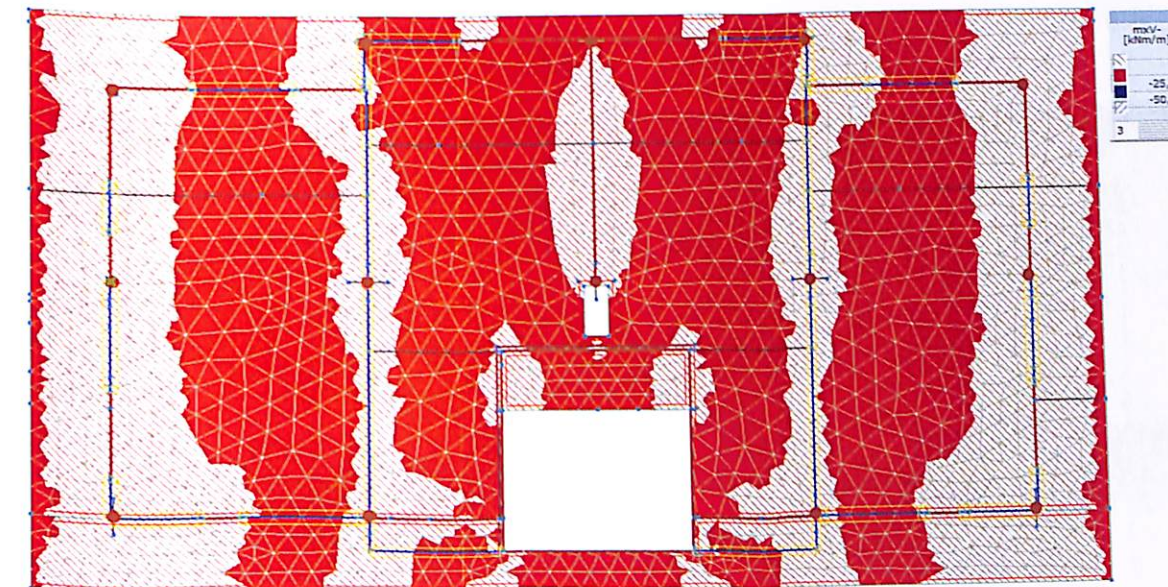
3.6.1. Alsó vasalás - x irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 3.6. pont alapján

A piros területeken elegendő az alapháló.

$$M_{\text{Rd}} = 28.818 \text{ kNm}$$



3.6.1.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 19.35 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 19.35 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 8.521 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.049$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 8.521$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 260.53 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s,prov} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 260.53 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

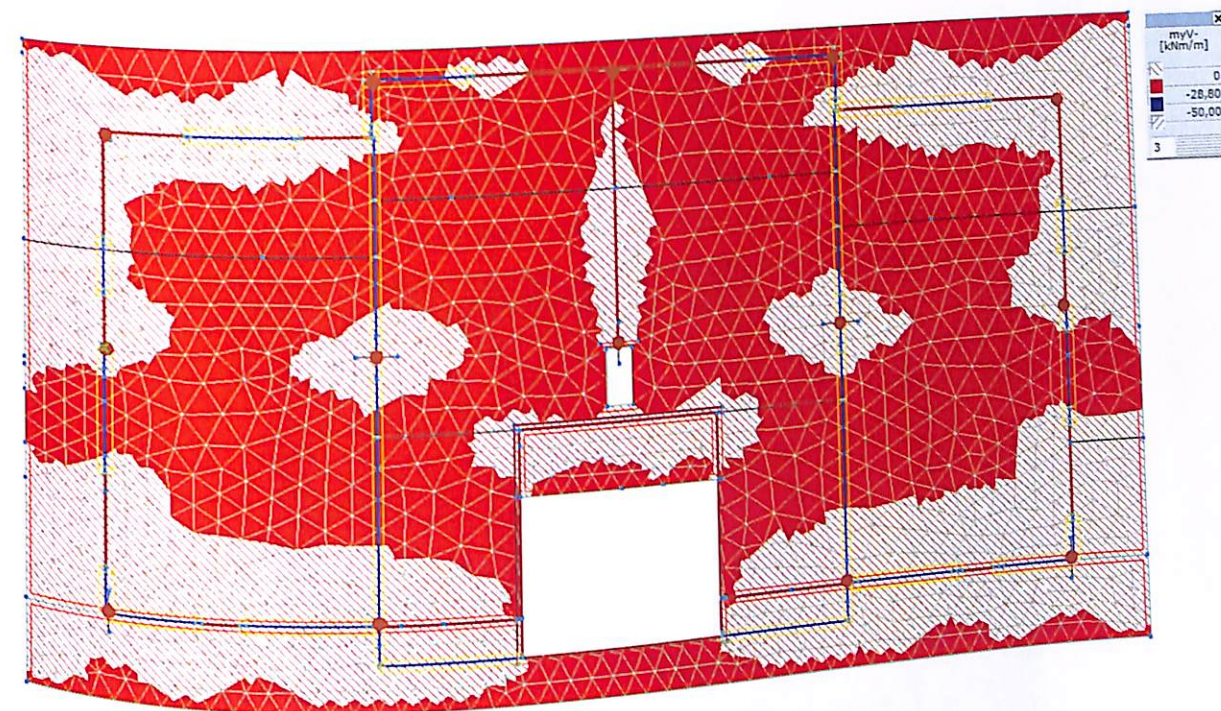
3.6.2. Alsó vasalás - y irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 3.6. pont alapján

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$

A piros területeken elegendő az alapháló.



3.6.2.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 16.43 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 16.43 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 7.207$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.041$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 7.207$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 220.367 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s,prov} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 220.367 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

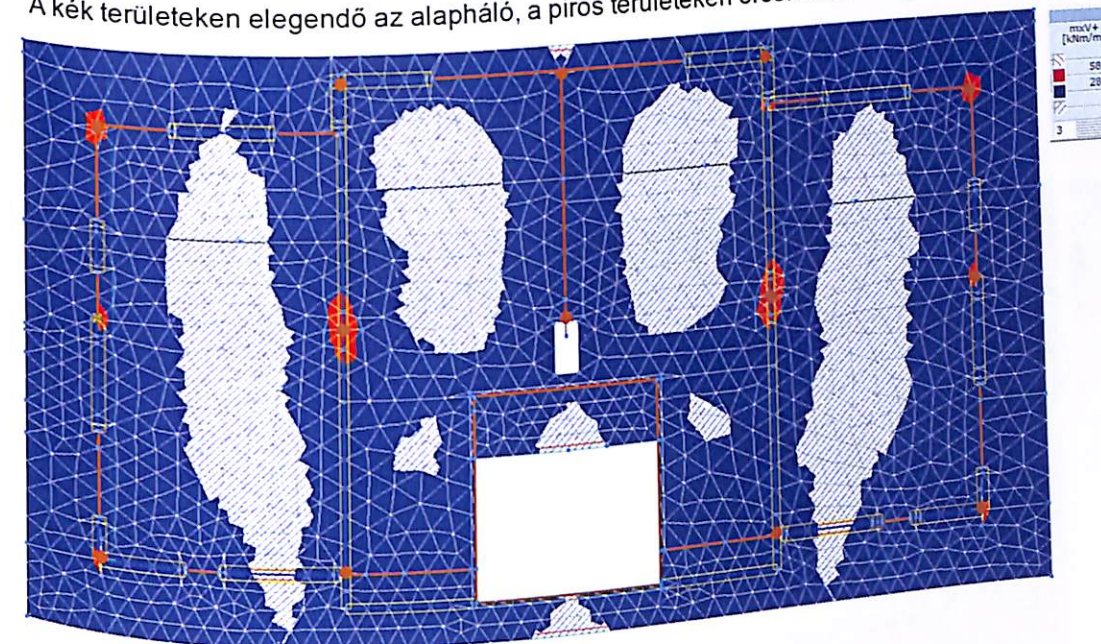
3.6.3. Felső vasalás - x irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 3.6. pont alapján

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$

A kék területeken elegendő az alapháló, a piros területeken erősítés szükséges.



3.6.3.1. ábra

Szükséges vasalás meghatározása

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 58.39 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 12 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 172 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 172 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 58.39 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 27.766$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.161$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

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

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 848.927 \quad \text{mm}^2$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 27.766$$

Alkalmazott vasalás: $\phi 10/20 - A_{s,prov1} = 393 \text{ mm}^2$
 $\phi 12/20 - A_{s,prov2} = 565 \text{ mm}^2$
 $A_{s,prov} = 958 \text{ mm}^2 > A_s = 848.927 \text{ mm}^2$ - Megfelel

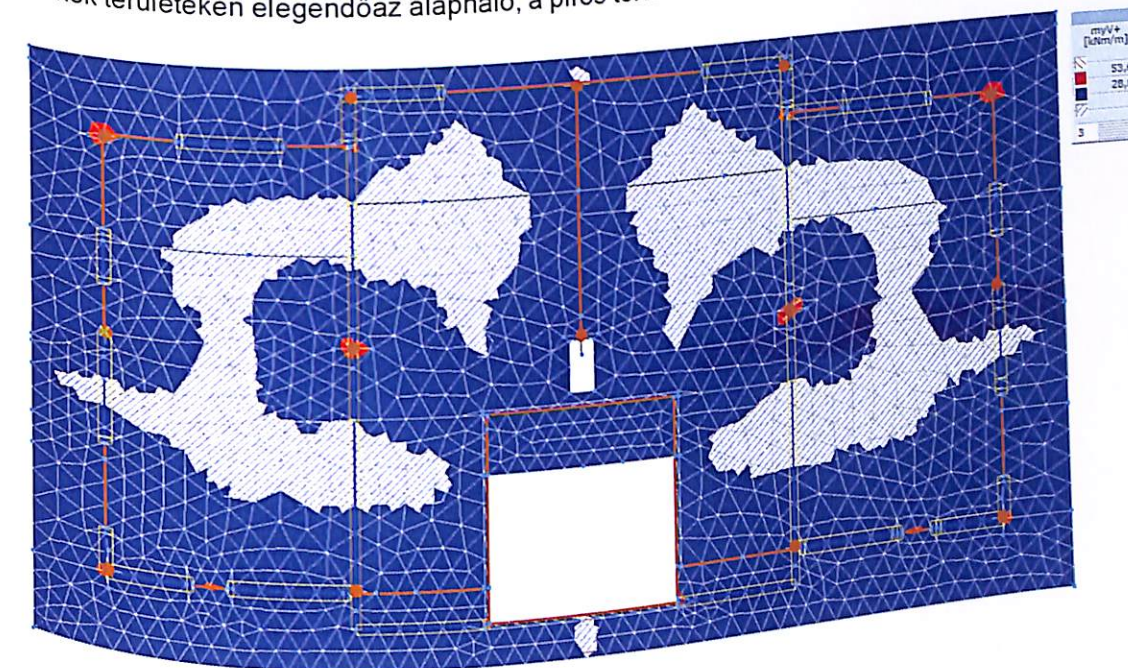
3.6.4. Felső vasalás - y irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírése a 3.6. pont alapján

$$M_{Rd} = 28.818$$

A kék területeken elegendő az alapháló, a piros területeken erősítés szükséges



3.6.4.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 53.68 \text{ kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 12 \text{ mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 22 \text{ mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 200 \text{ mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 172 \text{ mm}$$

$$b := 1000 \text{ mm}$$

$$d = 172 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} = 53.68 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 25.331$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.147$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

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

$$b := 1000 \text{ mm}$$

$$x_c = 25.331$$

$$f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 774.486 \quad \text{mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás:} \quad \phi 10/20 - A_{s,\text{prov}1} = 393 \text{ mm}^2$$

$$\phi 12/20 - A_{s,\text{prov}2} = 565 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\text{prov}} = 958 \text{ mm}^2 > A_s = 774.486 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

3.7. Pillér vasalás meghatározása

lásd 6. Pillérek teherbírása pontban

3.8. Átszúródás vizsgálata

3.8.1. Közbenső pillérnél (P4)

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

$$\text{Mértékadó erő} \quad V_{Ed} := 155.62 \quad \text{kN}$$

$$\text{Átmérő} \quad \phi := 12 \quad \text{mm}$$

$$\text{Betontakarás} \quad c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm} \quad b := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 172 \quad \text{mm}$$

$$\beta := 1.15$$

$$u_0 := 2 \cdot b + 2 \cdot h = 800 \quad \text{mm}$$

$$f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_0 \cdot d} = 1.301 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.552$$

$$\nu_{Rdmax} := 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} = 3.671 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > \nu_{Ed} = 1.301 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 344 \quad \text{mm}$$

$$u_1 := u_0 + (2 \cdot r \cdot \pi) = 2.961 \times 10^3 \quad \text{mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{ctd} := 1.0$$

$$\nu_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 0.351 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

$$v_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 0.351 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej nem szükséges.

3.8.2. Szélső pillérmél (P3)

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

$$\text{Mértékadó erő} \quad V_{Ed} := 156.76 \quad \text{kN}$$

$$\text{Átmérő} \quad \phi := 12 \quad \text{mm}$$

$$\text{Betontakarás} \quad c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm} \quad b := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 172 \quad \text{mm}$$

$$\beta := 1.4$$

$$u_0 := b + 2 \cdot h = 600 \quad \text{mm}$$

$$f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_0 \cdot d} = 2.127 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.552$$

$$v_{Rdmax} := 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} = 3.671 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 2.13 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 344 \quad \text{mm}$$

$$u_1 := u_0 + \frac{(2 \cdot r \cdot \pi)}{2} = 1.681 \times 10^3 \quad \text{mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{ctd} := 1.0$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 0.759 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

$$v_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed} = 0.759 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej szükséges.

Az átszűrődési vasalás számítását a HALFEN HDB méretező programmal végeztem és a programban kapott átszűrődési vasalatot terveztem a szerkezetbe.

HALFEN Project: _____ Page: _____
 Item: _____

HALFEN HDB Punching Shear Reinforcement, ETA-12.0454 (Europe, EN 1992-1-1:2004 + AC 2010 + A1:2014)
 HALFEN Calculation Program HDB, version 13.02

The design, including the calculations, is only valid for the designed and tested product. The test results, including the test results, are only valid for the designed and tested product. The test results, including the test results, are only valid for the designed and tested product.

Proof of Punching Shear Resistance, rectangular edge columns, edge parallel to a (in-situ concrete)

Applied factored load	F_{Ed}	= 150.0 kN
Slab thickness	h	= 140 mm
Effective depth	d	= 117.2 mm
Column width	b	= 200 mm
Column thickness	a	= 20 mm
Distance from edge	e	= 0 mm
Concrete penetration depth	h_p	= 20 mm / 2 mm
Concrete cover top / bottom	c_{top} / c_{bot}	= C20/25 / $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ / B500
Flexural reinforcement ratio	μ	= 1.0 % / $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ / B500

At the column perimeter

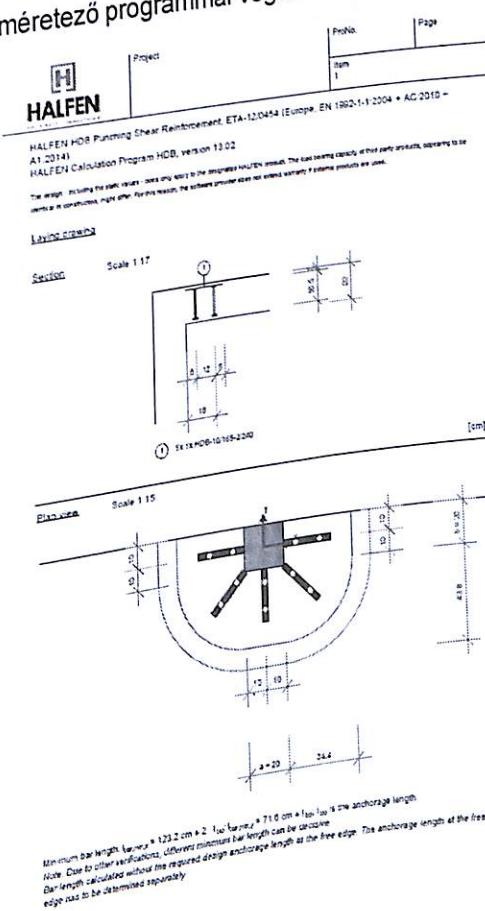
Effective column perimeter	u_1	= 1683.3 mm
Perimeter of reinforcement	u_2	= 1683.3 mm
Perimeter of reinforcement	u_3	= 1683.3 mm
Perimeter of reinforcement	u_4	= 1683.3 mm
Perimeter of reinforcement	u_5	= 1683.3 mm
Perimeter of reinforcement	u_6	= 1683.3 mm
Perimeter of reinforcement	u_7	= 1683.3 mm
Perimeter of reinforcement	u_8	= 1683.3 mm
Perimeter of reinforcement	u_9	= 1683.3 mm
Perimeter of reinforcement	u_{10}	= 1683.3 mm

Slab thickness h

Slab thickness	h	= 140 mm
Effective depth	d	= 117.2 mm
Column width	b	= 200 mm
Column thickness	a	= 20 mm
Distance from edge	e	= 0 mm
Concrete penetration depth	h_p	= 20 mm / 2 mm
Concrete cover top / bottom	c_{top} / c_{bot}	= C20/25 / $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ / B500
Flexural reinforcement ratio	μ	= 1.0 % / $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ / B500

Number of combinations per column $n_{c,1} = 5$ Number of columns = 1

Reinforcement element distance = 22.7 mm / 23.3 mm



3.8.2.1. ábra

3.8.3. Födémáttörésnél (P8)

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

Mértékadó erő $V_{Ed} := 16.93 \quad \text{kN}$

Átmérő $\phi := 12 \quad \text{mm}$

Betontakarás $c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$

$h := 200 \quad \text{mm}$

$d := h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} = 172 \quad \text{mm}$

$\beta := 1.15$

$b := 200 \quad \text{mm}$

$$u_0 := b + h = 400 \quad \text{mm}$$

$$f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_0 \cdot d} = 0.283 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.552$$

$$v_{Rdmax} := 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} = 3.671 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 0.283 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 344 \quad \text{mm}$$

$$u_1 := 1607 \quad \text{mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{ctd} := 1.0$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 0.07 \quad \text{N/mm}^2$$

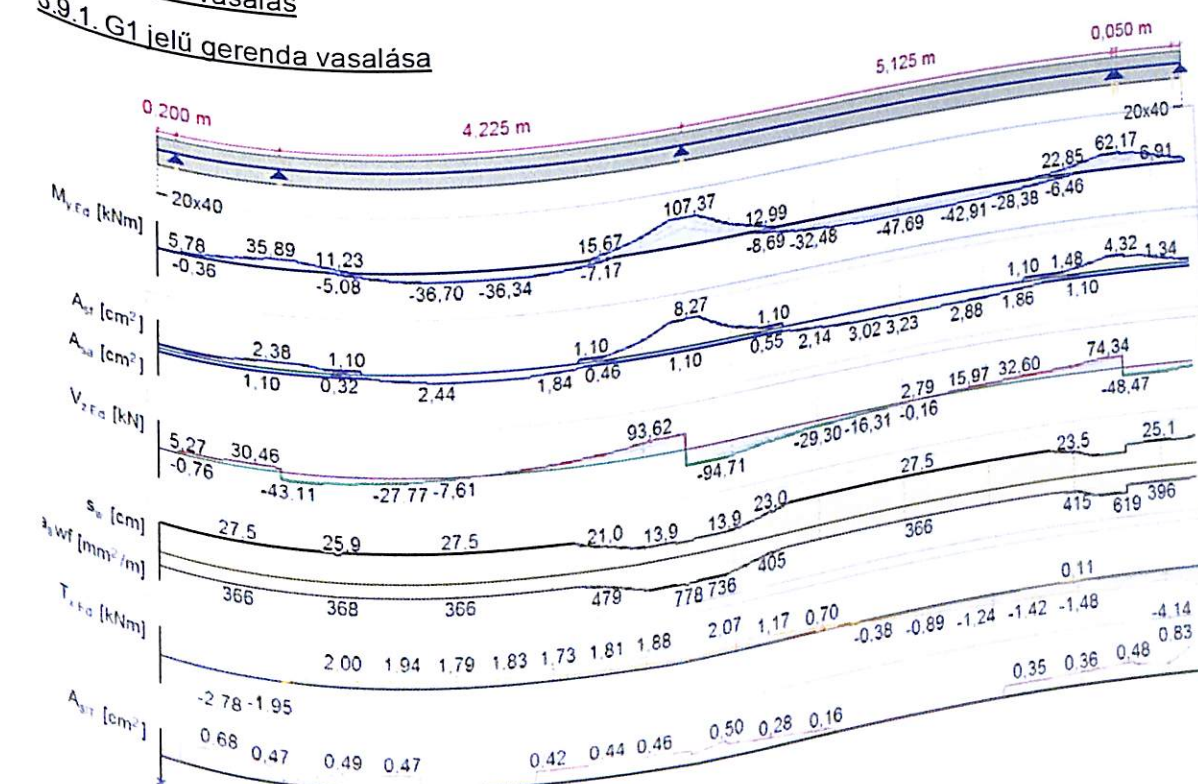
$$v_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

$$v_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 0.07 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej nem szükséges.

3.9. Gerenda vasalás

3.9.1. G1 jelű gerenda vasalása



3.9.1.1. ábra

Hajlítási vasalás számítása:

Támasznál:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 107.37 \quad \text{kNm}$$

Tervezett vasátmérő

$$\phi := 14 \quad \text{mm}$$

Kengyel átmérő

$$\phi_k := 8 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 24 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 400 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 369 \quad \text{mm}$$

$$b := 200 \quad \text{mm}$$

$$d = 369 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 107.37 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 133.561$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.362$$

Szükséges vasmennyiség: A vasak képlékeny állapotban vannak.

$$f_{yd} = 435$$

$$\text{N/mm}^2$$

$$b := 200 \quad \text{mm}$$

$$x_c = 133.561 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} = 13.3$$

$$\text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 816.716 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 6 ϕ 14

$$A_{s,prov} = 924 \text{ mm}^2 > A_s = 816.716 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Minimális vasmennyiség:

$$f_{yk} := 500$$

$$\text{N/mm}^2$$

$$f_{ctm} := 2.2$$

$$\text{N/mm}^2$$

$$\rho_{min} := \frac{(0.26 \cdot f_{ctm})}{f_{yk}} = 1.144 \times 10^{-3}$$

$$\rho < 0.0015$$

$$\rho_{min} := 0.0015$$

$$A_{smin} := \rho_{min} \cdot 2 \cdot b \cdot d = 221.4$$

$$\text{mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 924 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 221.4 \text{ mm}^2$$

Az alkalmazott 6 ϕ 16 vasalás megfelel.



Vasalási vázlat
3.9.1.2. ábra

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 62.17$$

$$\text{kNm}$$

Tervezett vasátmérő

$$\phi := 14 \quad \text{mm}$$

Kengyel átmérő

$$\phi_k := 8 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 24$$

$$\text{mm}$$

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 200 \quad \text{mm} \quad x_c = 52.292 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 319.764 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 3φ14

$$A_{s, \text{prov}} = 462 \text{ mm}^2 > A_s = 319.764 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$



Vasalási vázlat
3.9.1.4. ábra

Nyírási vasalás számítása:

$$\text{Mértékadó nyíróerő} \quad V_{Ed} := 94.71 \quad \text{kN}$$

A beton által felvehető nyíróerő

$$c := 0.348$$

$$f_{ctd} := 1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{Rdc} := \frac{(c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd})}{10^3} = 25.682 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rdc} = 25.682 \text{ kN} < V_{Ed} = 94.71 \text{ kN}$$

Méretezett nyírási vasalás szükséges.

Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$z := 0.9 \cdot d = 332.1 \quad \text{mm}^2 \quad f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\gamma := 0.6 \cdot \left[1 - \left(\frac{f_{ck}}{250} \right) \right] = 0.552 \quad f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{Rdmax} := \frac{(0.5 \cdot b \cdot z \cdot \gamma \cdot f_{cd})}{10^3} = 243.815 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rdmax} = 243.815 \text{ kN} > V_{Ed} = 94.71 \text{ kN}$$

Megfelel.

Kengyelek:

A V_{Ed} minimum az 50%-át viseljük a kengyelek.

$$V_{Rds} := \frac{V_{Ed}}{2} = 47.355 \quad \text{kN}$$

$$\text{Kengyel átmérő} \quad \phi_k := 8 \quad \text{mm}$$

$$f_{ywd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad A_{sw} := 101 \quad \text{mm}^2$$

$$z := 0.9 \cdot d = 332.1 \quad \text{mm}^2$$

$$V_{Rds} \cdot 10^3 = \left(\frac{z}{s_s} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd}$$

$$s_s := \text{Find}(s_s)$$

$$s_s = 308.116 \quad \text{mm}$$

$$s_{alk} := 300 \quad \text{mm}$$

Alkalmazott kengyel $\phi 8/30$

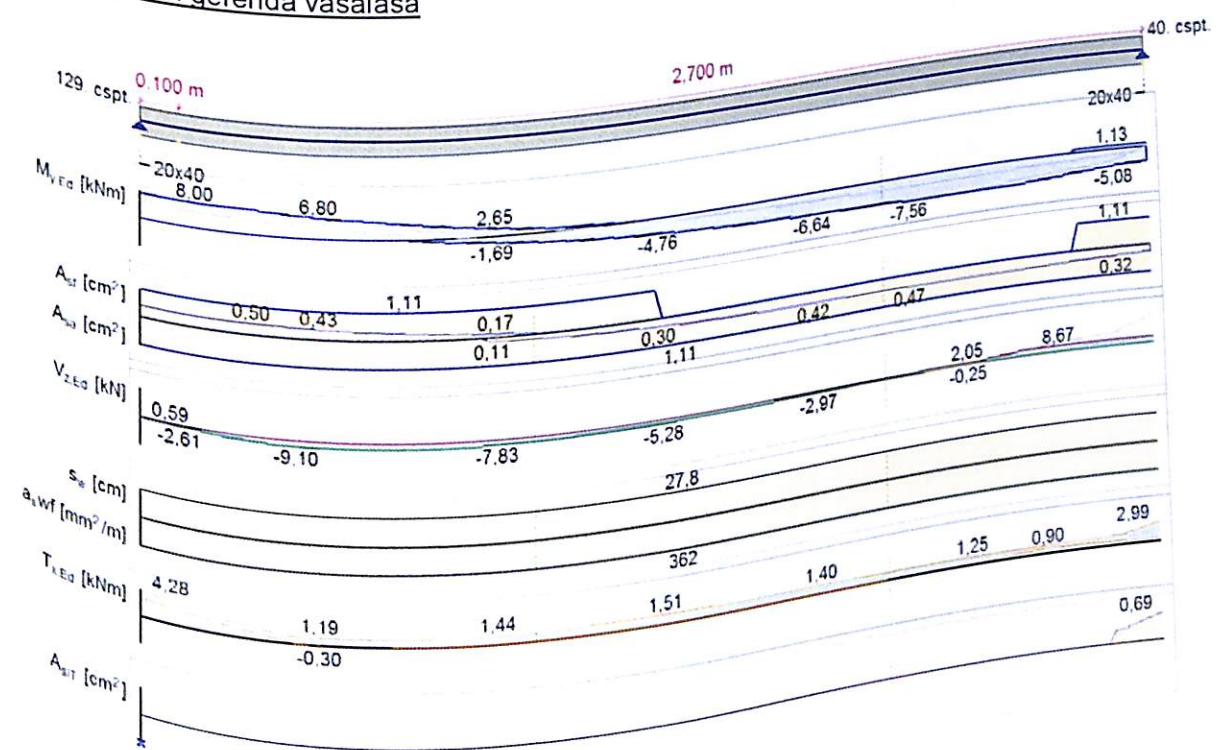
$$V_{Eds} := \frac{\left(\frac{z}{s_{alk}} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd}}{1000} = 48.636 \quad \text{kN} > V_{Rds} = 47.355 \quad \text{kN}$$

$$\text{Mértékadó nyíróerő} \quad V_{Ed} := 43.11 \quad \text{kN}$$

$$\text{A beton által felvehető nyíróerő} \quad c := 0.348 \quad f_{ctd} := 1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{Rdc} := \frac{(c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd})}{10^3} = 25.682 \quad \text{kN}$$

3.9.2. G2 jelű gerenda vasalása



3.9.2.1. ábra

Hajlítási vasalás számítása:

Mértékadó nyomaték

Tervezett vasátmérő

Kengyel átmérő

Betontakarás

$$M_{Ed} := 8 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 12 \quad \text{mm}$$

$$\phi_k := 8 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 400 \text{ mm}$$

$$d := \left(h - c_{\text{nom}} - \frac{\phi}{2} \right) = 372 \text{ mm}$$

$$b := 200 \text{ mm} \quad d = 372 \text{ mm} \quad M_{Ed} = 8 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 8.175 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.022$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \text{ N/mm}^2 \quad b := 200 \text{ mm} \quad x_c = 8.175$$

$$f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 49.987 \text{ mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 2 ϕ 14

$$A_{s, \text{prov}} = 308 \text{ mm}^2 > A_s = 49.987 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$



Vasalási vázlat
3.9.2.1. ábra

Minimális vasmenyiség:

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

$$f_{ctm} := 2.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\min} := \frac{(0.26 \cdot f_{ctm})}{f_{yk}} = 1.144 \times 10^{-3}$$

$$\rho < 0.0015$$

$$\rho_{\min} := 0.0015$$

$$A_{s, \min} := \rho_{\min} \cdot 2 \cdot b \cdot d = 223.2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{prov}} = 308 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 219.6 \text{ mm}^2$$

Az alkalmazott 2 ϕ 14 vasalás megfelel.

Nyírási vasalás számítása:

Mértékadó nyíróerő

$$V_{Ed} := 8.67 \text{ kN}$$

$$c := 0.347$$

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

A beton által felvehető nyíróerő

$$V_{Rdc} := \frac{(c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd})}{10^3} = 25.817 \text{ kN}$$

$$V_{Rdc} = 25.817 \text{ kN} > V_{Ed} = 9.09 \text{ kN}$$

Méretezett nyírási vasalás nem szükséges.

Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$z := 0.9 \cdot d = 334.8 \quad \text{mm}^2 \quad f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\gamma := 0.6 \cdot \left[1 - \left(\frac{f_{ck}}{250} \right) \right] = 0.552 \quad f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{Rdmax} := \frac{(0.5 \cdot b \cdot z \cdot \gamma \cdot f_{cd})}{10^3} = 245.797 \quad \text{kN}$$

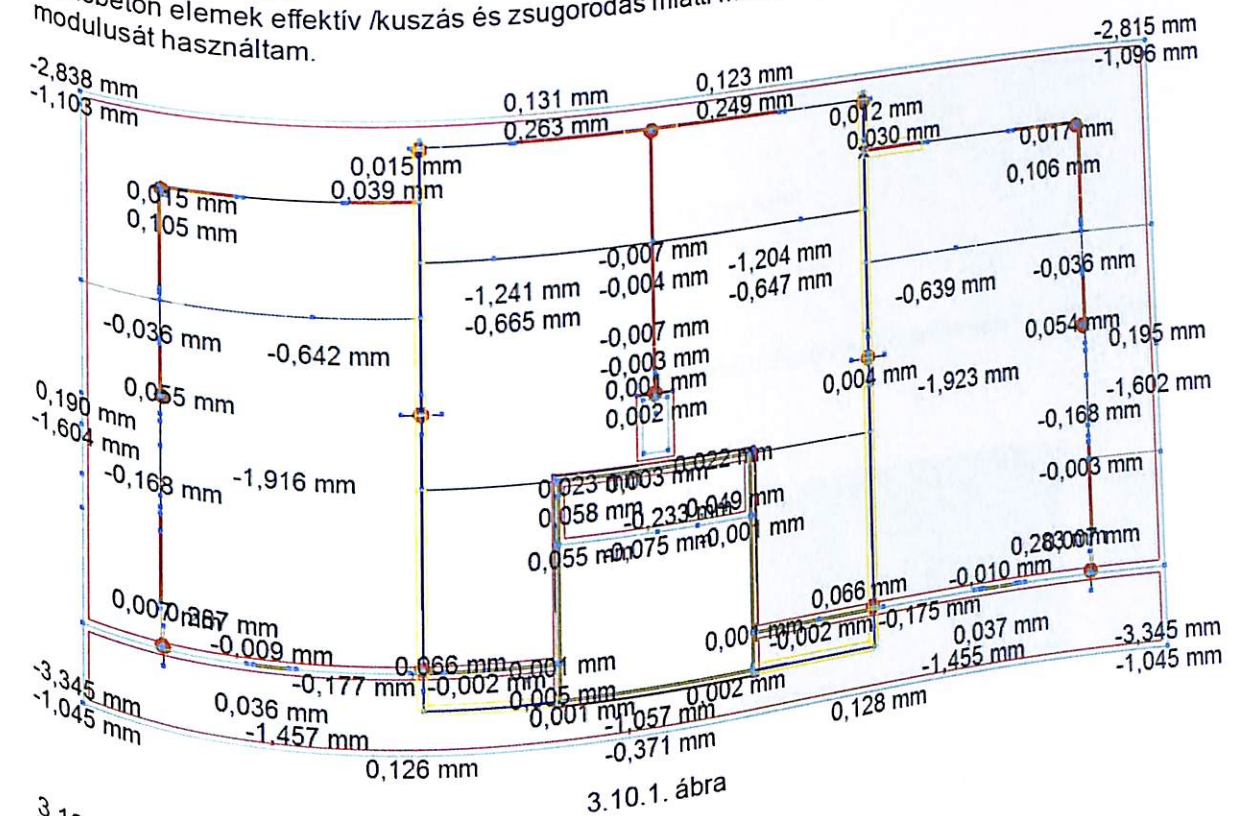
$$V_{Rdmax} = 245.797 \text{ kN} > V_{Ed} = 9.09 \text{ kN}$$

Megfelel.

Méretezett nyírási vasalás nem szükséges.
Az alkalmazott kengyelkiosztás $\phi 8/30$

3.10. Lehajlási követelmények ellenőrzése

A lehajlást kváziállandó teherkombináció (használhatósági határállapot) szerint számítottam AXIS mértezőprogrammal.
A vasbeton elemek effektív /kúszás és zsugorodás miatti merevségcsökkenést magában foglaló/ rugalmasság modulusát használtam.



3.10.1. Födém

A maximális lehajlás a konzolon jelentkezik

$$e_z := 3.34 \quad \text{mm} \quad L := 1 \quad \text{m}$$

$$e_{zmax} := \frac{L \cdot 1000}{250} = 4 \quad \text{mm}$$

$$e_{zmax} = 4 \text{ mm} > e_z = 3.34 \text{ mm}$$

Lehajlásra megfelel.

Ellenőrzés kézi számítással
 $P_{Ed} := 8.4 \quad \text{kN/m}$

$$b := 1 \quad \text{m} \quad d := 0.175 \quad \text{m} \quad \beta := 1 \quad \alpha := 1 \quad K := 0.4 \quad l := 1 \quad \text{m}$$

$$\frac{\beta \cdot P_{Ed}}{b} = 8.4 \text{ kNm}^2$$

$$\frac{\left(\frac{l}{K}\right)}{d} = 14.286 < \alpha^*(l/d)_{eng} = 29 \quad \text{Lehajlásra megfelel.}$$

3.10.1. Gerendán

$$e_z := 17.083 \text{ mm} \quad L := 5.125 \text{ m}$$

$$e_{zmax} := \frac{L \cdot 1000}{250} = 20.5 \text{ mm}$$

$$e_{zmax} = 20.5 \text{ mm} > e_z = 17.083 \text{ mm}$$

Lehajlásra megfelel.

Ellenőrzés kézi számítással

$$P_{Ed} := 8.4 \text{ kN/m} \quad \beta := 1 \quad \alpha := 1 \quad K := 1.5$$

$$b := 1 \text{ m} \quad d := 0.369 \text{ m} \quad l := 5.125 \text{ m}$$

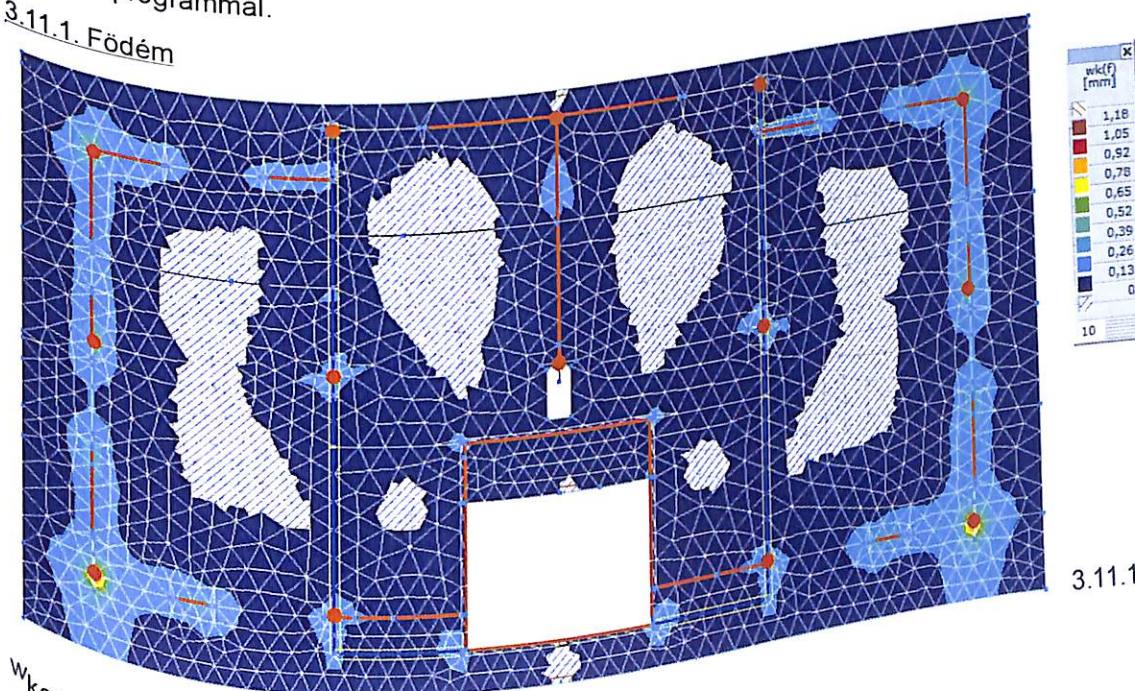
$$\frac{\beta \cdot P_{Ed}}{b} = 8.4 \text{ kNm}^2$$

$$\frac{\left(\frac{l}{K}\right)}{d} = 9.259 < \alpha^*(l/d)_{eng} = 29 \quad \text{Lehajlásra megfelel.}$$

3.11. Repedéstágasság ellenőrzése

A repedéstágasságot kváziállandó teherkombináció (használhatósági határállapot) szerint számítottam AXIS méretezőprogrammal.

3.11.1. Födém



3.11.1.1. ábra

$$w_{keng} := 0.4$$

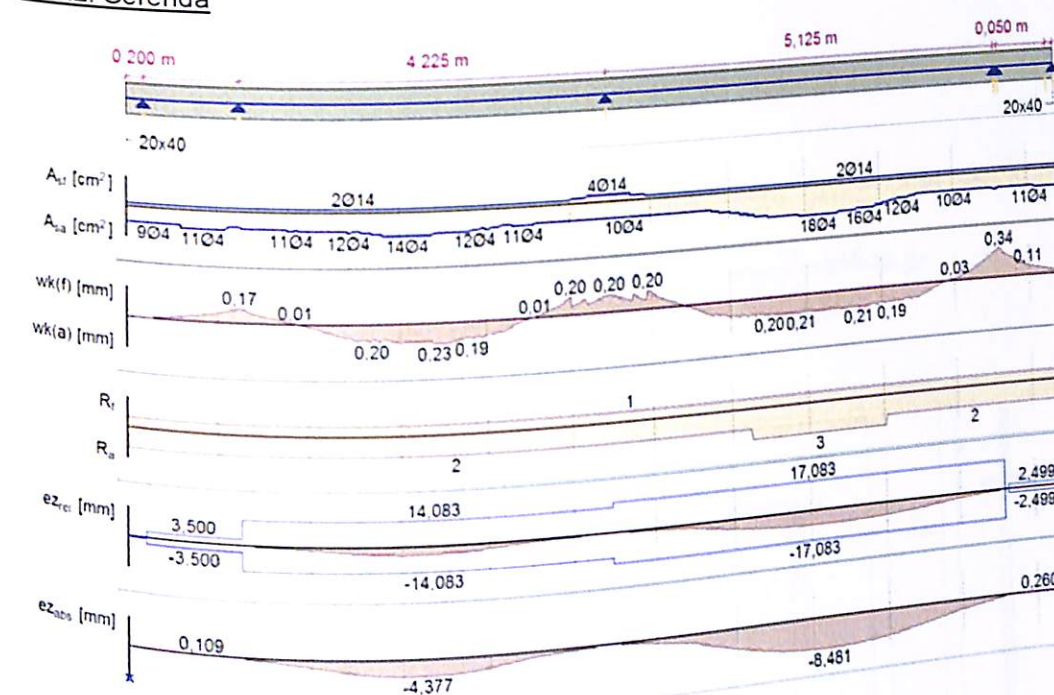
$$w_k := 1.18 \text{ mm}$$

$$w_{keng} = 0.4 \text{ mm} < w_k = 1.18 \text{ mm}$$

Repedéstágasságra nem felel meg.

A repedéstágasságot csökkentem kéregvasalással. Huzalhálót alakítottam ki a húzott övön belül, úgy hogy a kéregvasalásan kívül helyezkedjen el, x_c magasságig. A betonfedés a kéregvasaláson is biztosítva van.

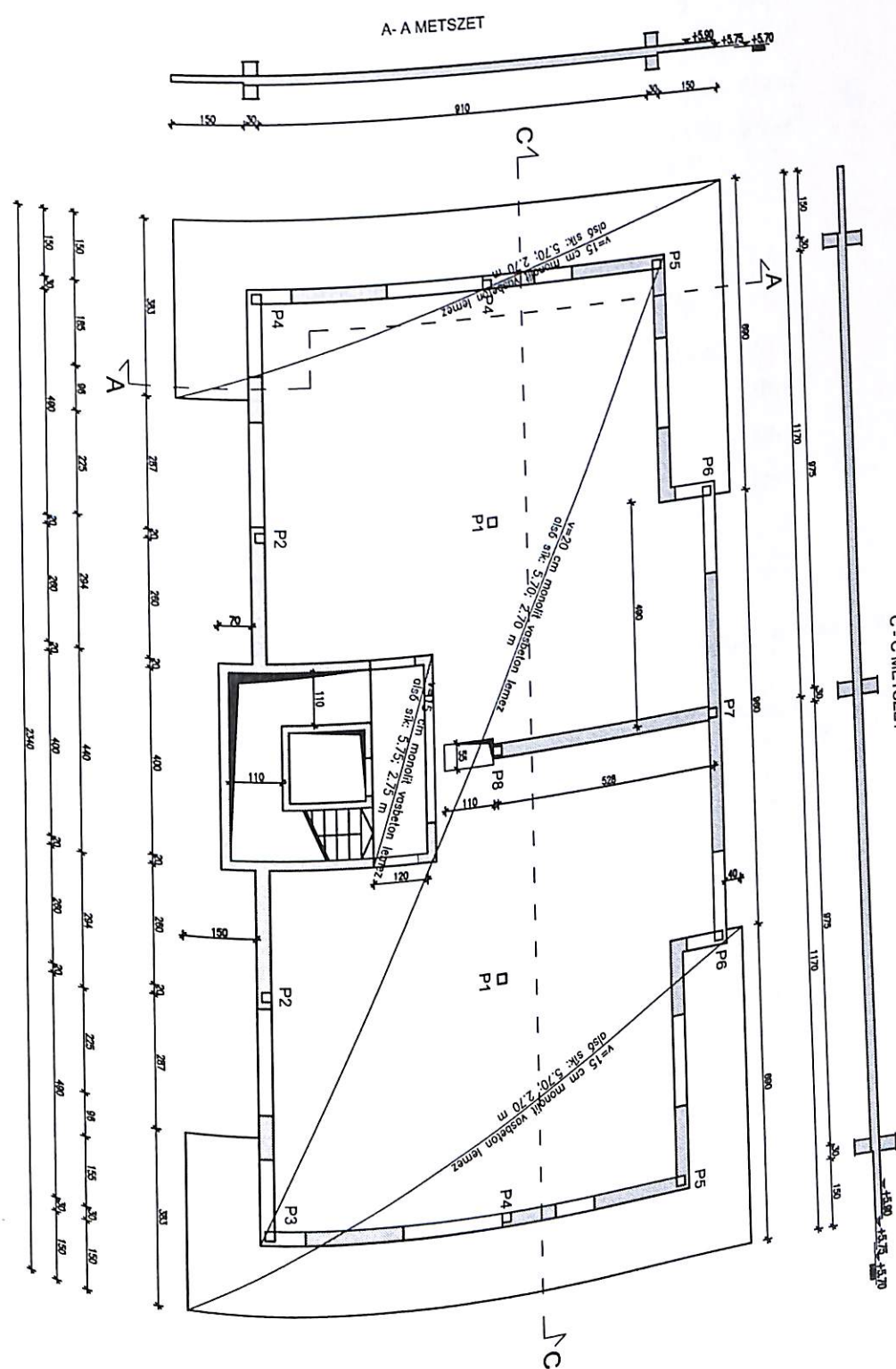
3.11.2. Gerenda



3.11.2.1. ábra

$w_{keng} := 0.4 \text{ mm}$ $w_k := 0.23 \text{ mm}$
 $w_{keng} = 0.4 \text{ mm} > w_k = 0.23 \text{ mm}$
 Repedéstágasságra megfelel.

KÖZBENSŐ FÖDÉM POZÍCIÓS TERVE
készül 2 db
C - C METSZET



4. Közbenső födém méretezése

4.1. Födémre ható terhek

Állandó terhek:

- Önsúly (vtg: 20 cm)

- Rétegrendből: - lakás

- terasz

- lépcsőház

Biztonsági tényező

5 kN/m²
1.80 kN/m²
2.50 kN/m²
1.30 kN/m²
Y_G = 1.35

Esetleges terhek:

- Hóteher

- Válaszfal

- Hasznos teher: - lakás

- terasz

- lépcsőház

Parciális tényező

1 kN/m²
1.50 kN/m²
2 kN/m²
3 kN/m²
3 kN/m²
Y_Q = 1.5

4.2. Mértékadó teherkombináció

A mezőnyomatékok meghatározásához "sakktábla szerű" elosztást használtam, az alábbi teherkombinációkkal.

Név	Típus	Önsúly	Hasznos erkély	Hasznos lépcsőház	Hasznos lakás poz 1	Hasznos lakás poz 2	Hasznos total	Válaszfal	Állandó lakás	Állandó erkély	Állandó lépcsőház	Hó	Σ [kN/m ²]
1. Tk ULS		6,75	0	0	3	0	3	0	2,025	2,43	0	0	14,205
2. Tk ULS		6,75	0	0	0	3	3	0	2,025	2,43	0	0	14,205
3. Tk ULS		6,75	0	0	0	0	0	3	2,025	2,43	0	0	15,03
4. Tk ULS		6,75	0	0	0	0	0	0	2,025	0	1,755	0	15,375
5. Tk ULS		6,75	0	4,5	0	0	0	0	0	3,375	0	0,75	10,2
6. Tk SLS		6,75	4,5	0	0	0	1,4	1,5	1,8	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0						

4.2.1. ábra

Az ULS rövidítés a teherbírási vizsgálatokra vonatkozik, míg az SLS, a gasználhatósági vizsgálatokra, lásd 2.2. pont

Teherbírási vizsgálatoknál:

P_{Ed1} = 14.205 kN/m²

P_{Ed2} = 14.205 kN/m²

P_{Ed3} = 14.205 kN/m²

P_{Ed4} = 15.03 kN/m²

P_{Ed5} = 15.375 kN/m²

Használhatósági vizsgálatoknál:

P_{qp} = 10.2 kN/m²

4.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok

Beton: C20/25

f_{ck} = 20 N/mm²

Y_c = 1.5

f_{cd} = 13.3 N/mm²

f_{ctd} = 1 N/mm²

Betonacél: B500

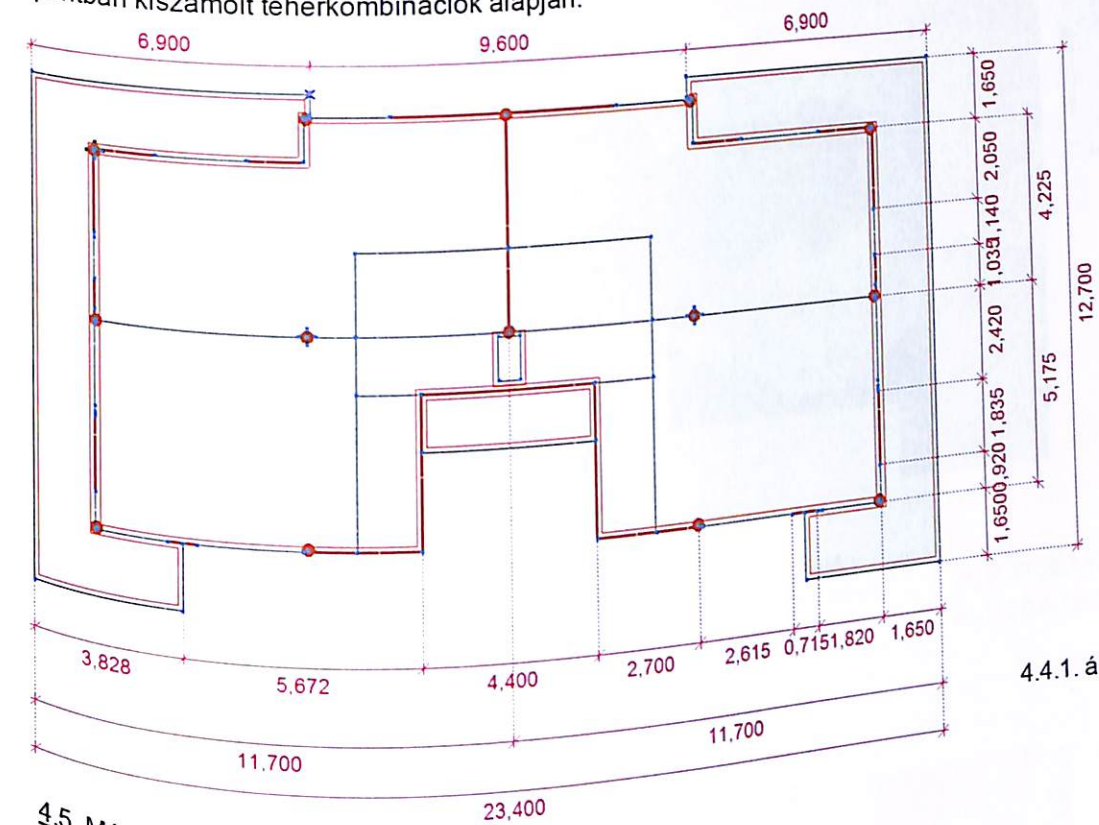
f_{yk} = 500 N/mm²

Y_c = 1.5

f_{yd} = 435 N/mm²

4.4. Statikai modell

Az igénybevételek számítását és a szerkezetek méretezését az AXIS statikai programmal végeztem a 3.2. pontban kiszámolt teherkombinációk alapján.

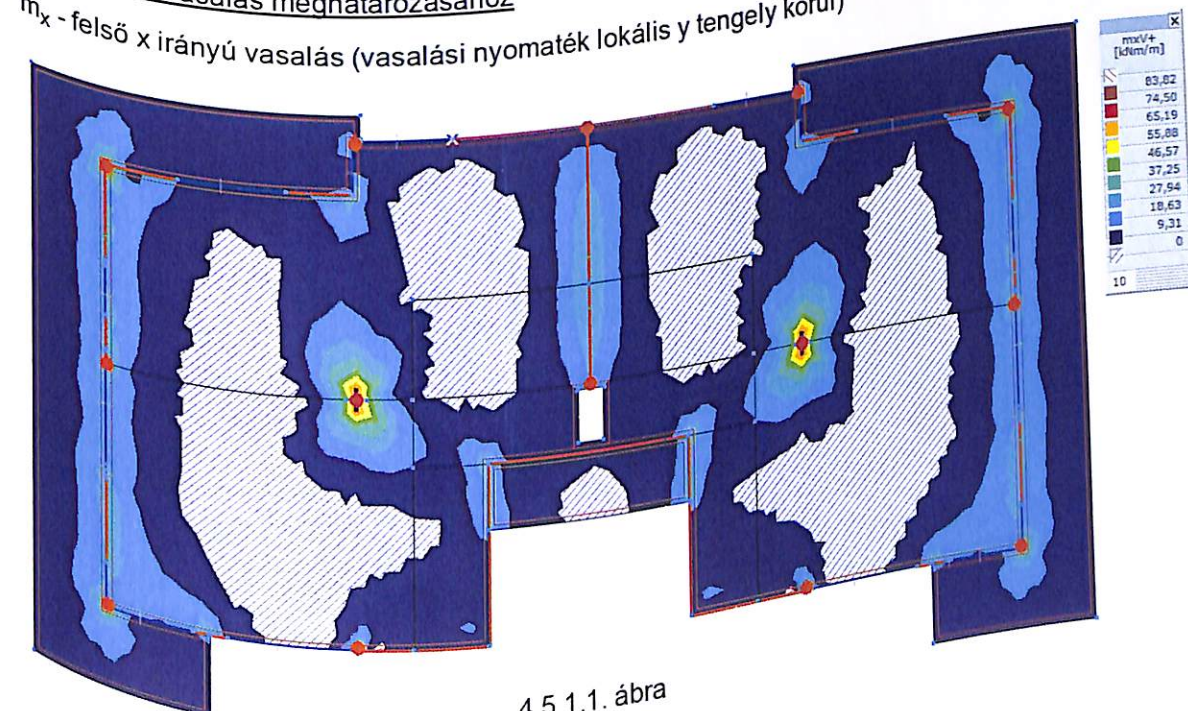


4.4.1. ábra

4.5. Mértékadó igénybevételek

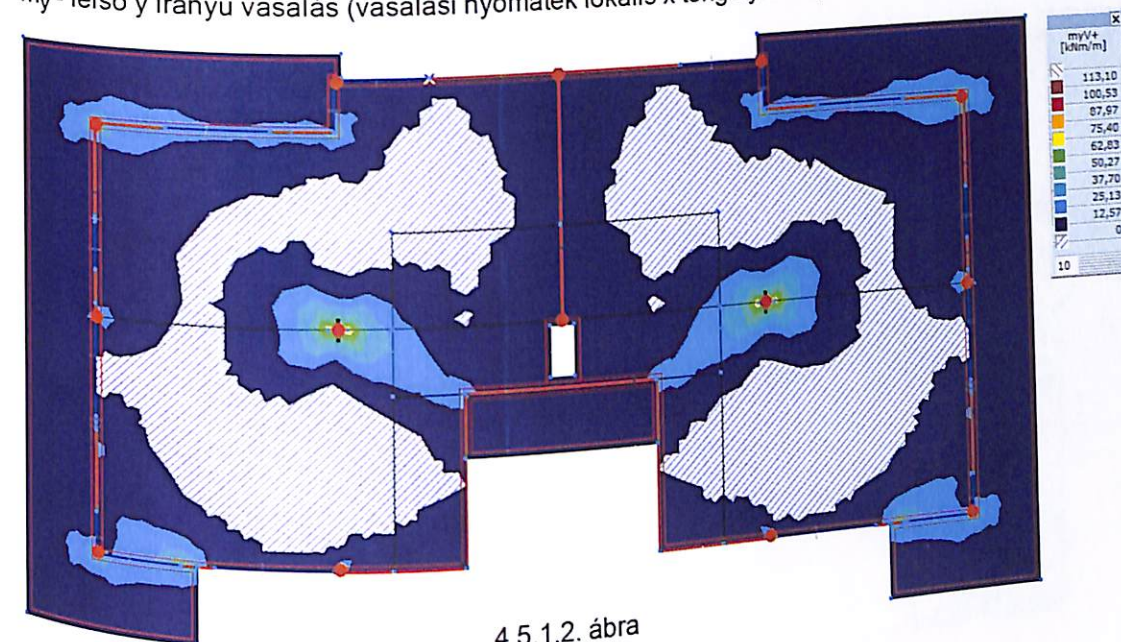
4.5.1. Felső vasalás meghatározásához

m_x - felső x irányú vasalás (vasalási nyomtérk lokális y tengely körül)



4.5.1.1. ábra

m_y - felső y irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális x tengely körül)



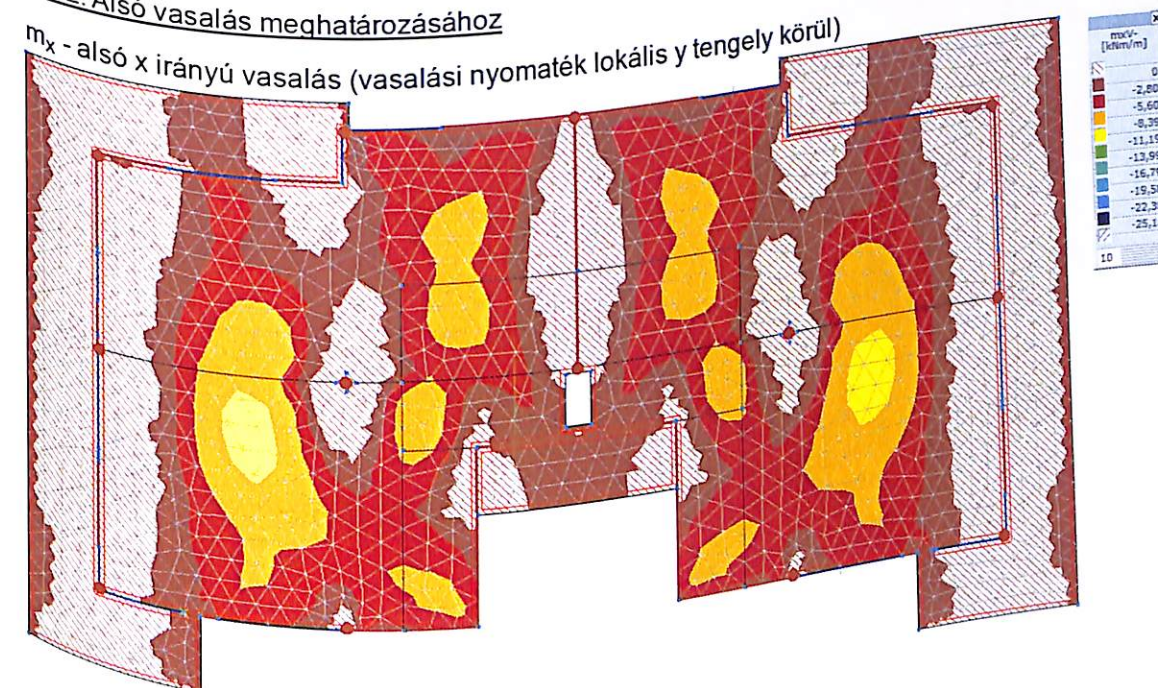
4.5.1.2. ábra

A "redukált" vasalási nyomaték meghatározása a pillérek felett:
A csomóponti megtámasztás alakja és merevségeinek beállítása után:
Belső pillér felett: $m_x = 71.74 \text{ kN/m}$ Szélső pillér felett: $m_x = 31.20 \text{ kN/m}$
 $m_y = 46.40 \text{ kN/m}$

$m_x = 31.20 \text{ kN/m}$
 $m_y = 26.49 \text{ kN/m}$

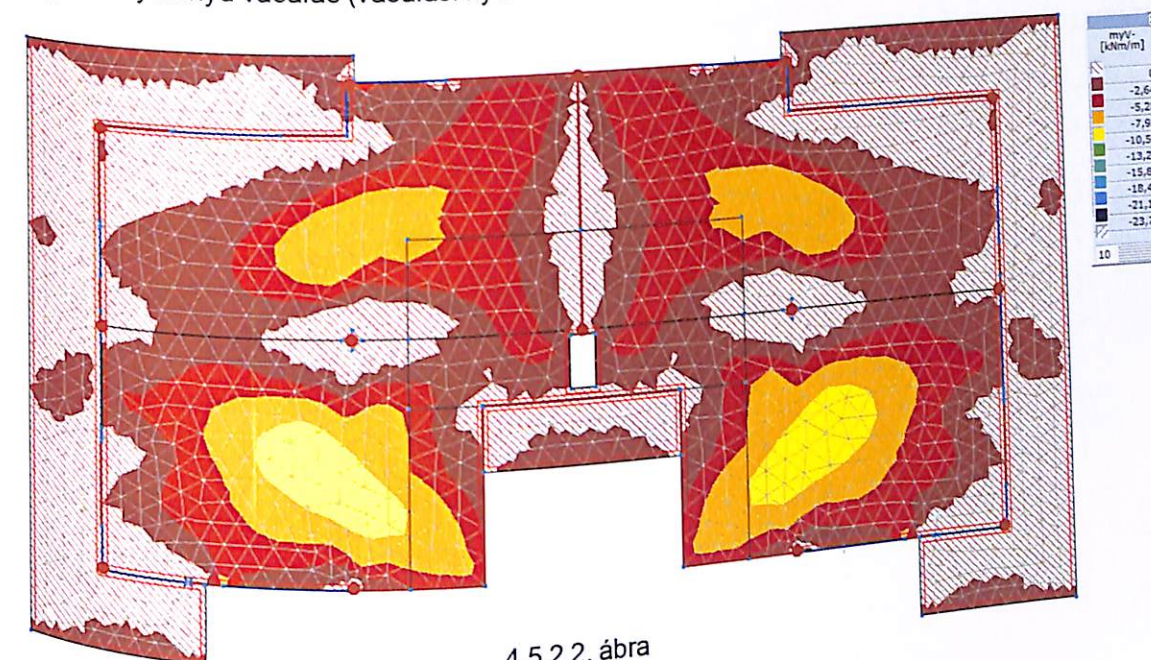
4.5.2. Alsó vasalás meghatározásához

m_x - alsó x irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális y tengely körül)



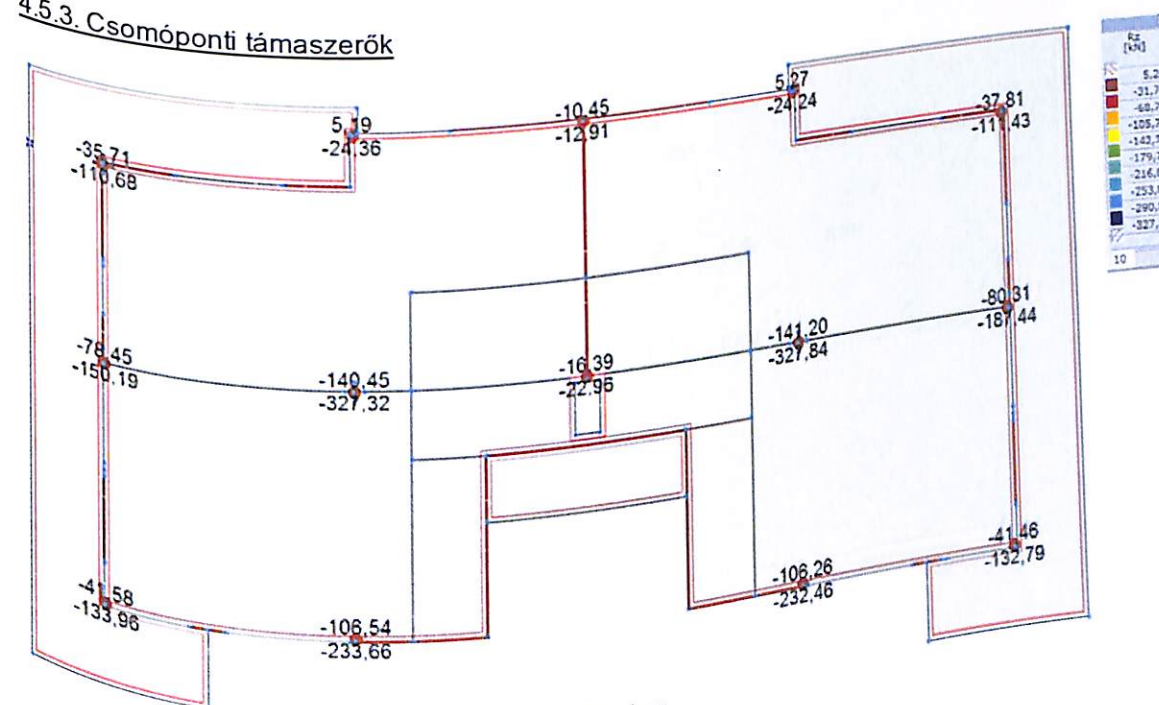
4.5.2.1. ábra

m_y - alsó y irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális x tengely körül)



4.5.2.2. ábra

4.5.3. Csomóponti támaszerők



4.5.3.1. ábra

4.6. Lemezvasalás meghatározása

Alapháló x és y irányban 20 cm-es lemeben: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása:

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$\begin{aligned} \phi &:= 10 \text{ mm} \\ c_{\text{nom}} &:= 20 \text{ mm} \\ h &:= 200 \text{ mm} \\ d &:= \left(h - c_{\text{nom}} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$b := 1000 \text{ mm} \quad d = 175 \text{ mm} \quad A_s := 393 \text{ mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2 \quad f_{yd} := 435 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 12.854 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.073$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Rd} \cdot 10^6$$

$$M_{Rd} := \text{Find}(M_{Rd})$$

$$M_{Rd} = 28.818 \text{ kNm}$$

Alapháló x és y irányban 15 cm-es konzolban: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása:

Átmérő

$$\phi := 10 \text{ mm}$$

Betontakarás

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

Hatékony magasság

$$h := 150 \text{ mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 125 \text{ mm}$$

$$b := 1000 \text{ mm} \quad d = 125 \text{ mm} \quad A_s := 393 \text{ mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2 \quad f_{yd} := 435 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 12.854 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.103$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Rdk} \cdot 10^6$$

$$M_{Rdk} := \text{Find}(M_{Rdk})$$

$$M_{Rdk} = 20.271 \text{ kNm}$$

4.6.1. Alsó vasalás - x irány

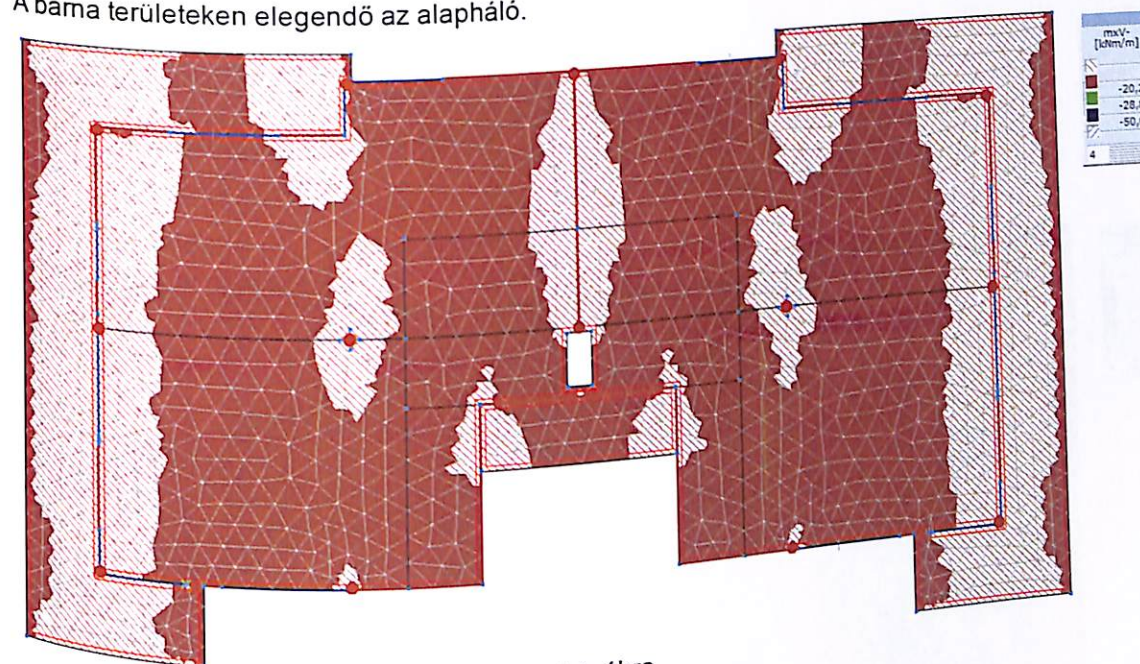
Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 4.6. pont alapján

$$M_{Rd} = 28.818 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdk} = 20.271 \text{ kNm}$$

A bama területeken elegendő az alapháló.



4.6.1.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 25.18 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 25.18 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 11.175$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.064$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

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

$$b := 1000 \quad \text{mm}$$

$$x_c = 11.175$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 341.681 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s,prov} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 341.681 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

4.6.2. Alsó vasalás - y irány

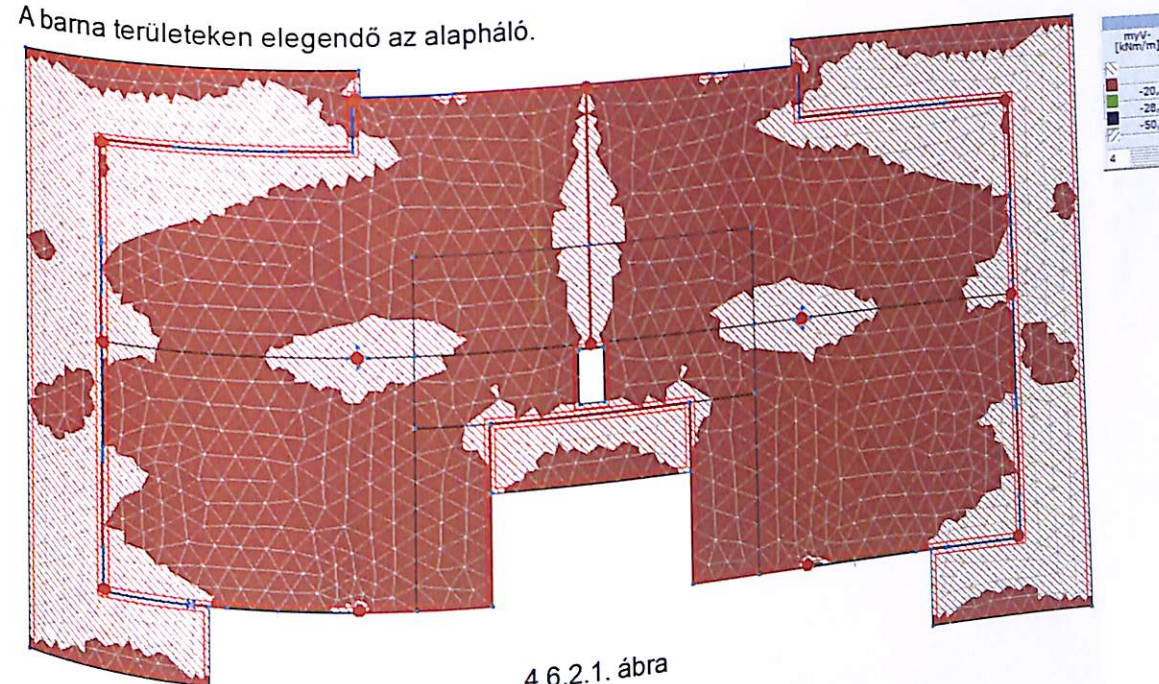
Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 4.6. pont alapján

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$

$$M_{Rdk} = 20.271 \quad \text{kNm}$$

A bama területeken elegendő az alapháló.



4.6.2.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 23.77 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 23.77 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 10.529$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.06$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

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

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 321.935$$

$$\text{mm}^2$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 10.529$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s,prov} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 321.935 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

4.6.3. Felső vasalás - x irány

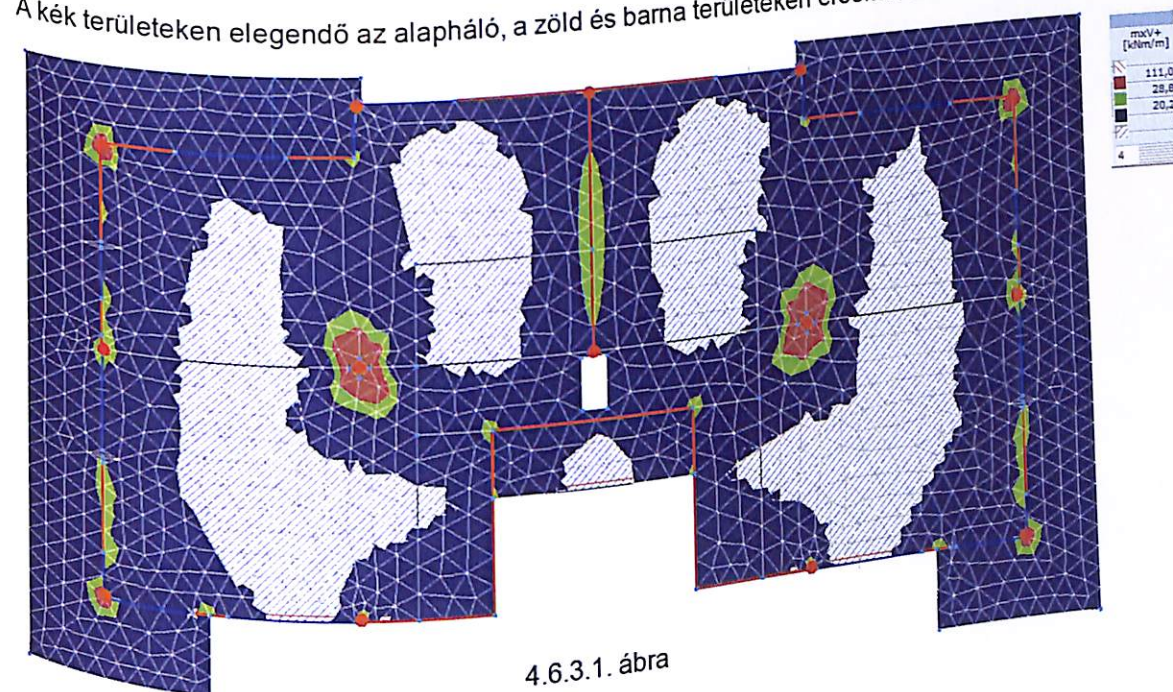
Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 4.6. pont alapján

$$M_{Rd} = 28.818 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdk} = 20.271 \text{ kNm}$$

A kék területeken elegendő az alapháló, a zöld és barna területeken erősítés szükséges.



4.6.3.1. ábra

Szükséges vasalás meghatározása

Belső pilléreknél:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 71.74 \text{ kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 14 \text{ mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 24 \text{ mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 200 \text{ mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 169 \text{ mm}$$

$$b := 1000 \text{ mm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 169 \text{ mm} \quad M_{Ed} = 71.74 \text{ kNm}$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 35.684$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.211$$

Szükséges vasmenetesség: A vasak képlékeny állapotban vannak.

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 35.684$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 1.091 \times 10^3 \quad \text{mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás:} \quad \phi 10/20 - A_{s,prov1} = 393 \text{ mm}^2$$

$$\phi 14/20 - A_{s,prov2} = 770 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 1163 \text{ mm}^2 > A_s = 1091 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Szélső pilléreknél:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 31.20 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 150 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 125 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 125 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 31.2 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 20.438$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.164$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

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

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 624.877 \quad \text{mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás:} \quad \phi 10/10 - A_{s,prov} = 786 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 786 \text{ mm}^2 > A_s = 624.877 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

4.6.4. Felső vasalás - y irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 4.6. pont alapján

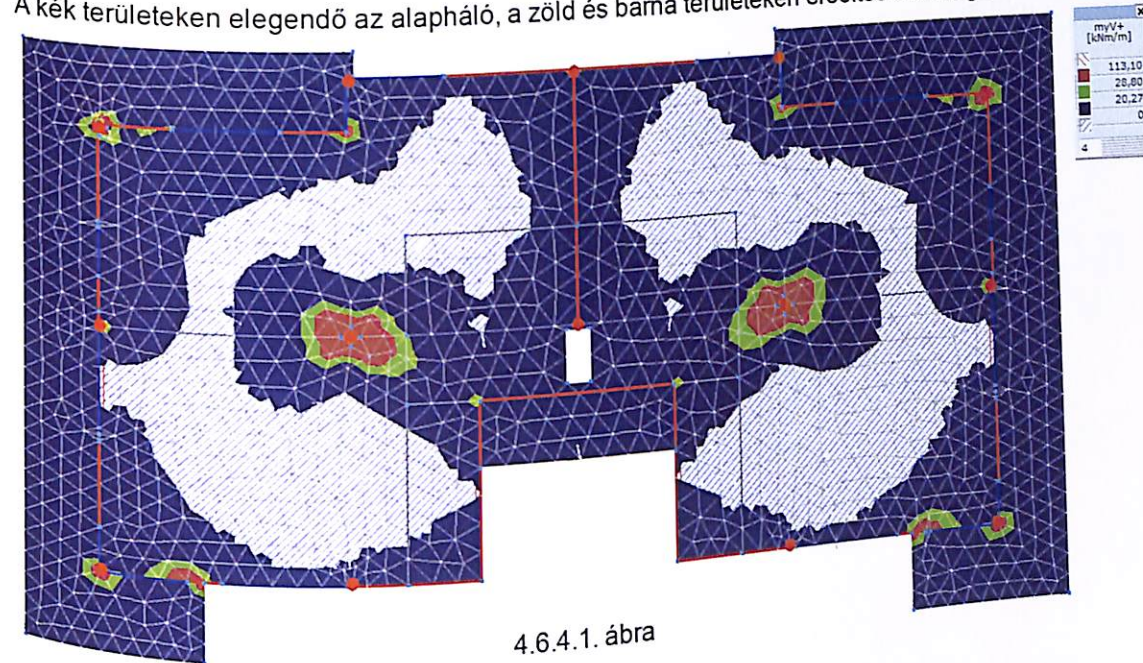
$$M_{Rd} = 28.818$$

kNm

$$M_{Rdk} = 20.271$$

kNm

A kék területeken elegendő az alapháló, a zöld és barna területeken erősítés szükséges.



4.6.4.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Belső pilléreknél:

Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$\begin{aligned} M_{Ed} &:= 46.40 \quad \text{kNm} \\ \phi &:= 10 \quad \text{mm} \\ c_{nom} &:= 10 + \phi = 20 \quad \text{mm} \\ h &:= 200 \quad \text{mm} \\ d &:= \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &:= 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 46.4 \quad \text{kNm} \\ f_{cd} &:= 13.3 \quad \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 21.222$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.121$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 21.222$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 648.868 \quad \text{mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás: } \phi 10/10 - A_{s,prov} = 786 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 786 \text{ mm}^2 > A_s = 648.868 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Szélső pilléreknél:

Mértékadó nyomaték	$M_{Ed} := 26.49$	kNm
Átmérő	$\phi := 10$	mm
Betontakarás	$c_{nom} := 10 + \phi = 20$	mm
Hatékony magasság	$h := 200$	mm
	$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175$	mm

$b := 1000$ mm $d = 175$ mm $M_{Ed} = 26.49$ kNm

$f_{cd} := 13.3$ N/mm²

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$x_c := \text{Find}(x_c)$ $\epsilon_{c0} := 0.49$

$x_c = 11.778$ $\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.067$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$f_{yd} := 435$ N/mm² $b := 1000$ mm $x_c = 11.778$

$f_{cd} = 13.3$ N/mm²

$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$

$A_s := \text{Find}(A_s)$

$A_s = 360.098$ mm²

Alkalmazott vasalás: $\phi 10/20 - A_{s,prov} = 393$ mm²

$A_{s,prov} = 393$ mm² > $A_s = 360.098$ mm² - Megfelel

4.7. Pillér vasalás meghatározása

lásd 6. Pillérek teherbírása pontban

4.8. Átszűrődés vizsgálata

4.8.1. Közberső pillérenél (P1)

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

Mértékadó erő	$V_{Ed} := 327.84$	kN
Átmérő	$\phi := 16$	mm
Betontakarás	$c_{nom} := 10 + \phi = 26$	mm
Lemezvastagság:	$v := 200$	mm
$h := 200$	$b := 200$	mm
$d := \left(v - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 166$		mm

$$\beta := 1.15$$

$$u_0 := 2 \cdot b + 2 \cdot h = 800 \quad \text{mm}$$

$$f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_0 \cdot d} = 2.839 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.552$$

$$v_{Rdmax} := 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} = 3.671 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 2.84 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 332 \quad \text{mm}$$

$$u_1 := u_0 + (2 \cdot r \cdot \pi) = 2.886 \times 10^3 \quad \text{mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{ctd} := 1.0$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 0.787 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

$$v_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed} = 0.79 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej szükséges.

Az átszűrődési vasalás számítását a HALFEN HDB méretező programmal végeztem és a programban kapott átszűrődési vasalatot terveztem a szerkezetbe.

HALFEN		Project	Page
Project		Page	Page
Item		Page	Page
HALFEN HDB Punching Shear Reinforcement, ETA-12/0454 (Europe, EN 1992-1-1:2004 + AC 2010 + A1:2014)			
HALFEN Calculation Program HDB, version 13.02			
The design, including the code values, does not refer to the registered HALFEN product. The load-bearing capacity of every party product, according to the manufacturer's data, must be checked. For this reason, the software provider does not accept liability. Further products are used.			
Proof of Punching Shear Resistance, rectangular internal columns (in-situ corner)			
Applied factored load	V_{Ed}	=	327.0 kN
Load increase factor	γ	=	1.15
Column depth	h	=	20 cm
Column width	b	=	17 cm
Column thickness	s	=	20 cm
Concrete penetration depth	a	=	20 cm
Concrete cover top / bottom	c_{top} / c_{bot}	=	2.0 cm / 2.5 cm
Reinforcement grade / HDB	f_{yk} / f_{td}	=	C20/25 / $f_{td} = 500 \text{ N/mm}^2$ / B500
Reinforcement ratio	ρ	=	1.0 % ($\rho_{lim} = 17.0 \text{ cm}^2/\text{m}$)
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	4.7
Factor for h	h	=	243.0 cm
Factor for b	b	=	2.00
Factor for s	s	=	0.12
Factor for a	a	=	0.5140 kN/m ²
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	442.72 kN/m ²
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	3.12
Factor for h	h	=	381.40 kN/m ²
Factor for b	b	=	442.72 kN/m ²
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	
Factor for a	a	=	
Factor for c_{top} / c_{bot}	c_{top} / c_{bot}	=	
slab control perimeter u_1			
specific column perimeter u_2			
u_1 / u_2			
Factor for γ	γ	=	
Factor for h	h	=	
Factor for b	b	=	
Factor for s	s	=	

4.8.2. Szélső pillérnél (P2)

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

$$\begin{aligned} \text{Mértékadó erő} \quad V_{Ed} &:= 222 \quad \text{kN} \\ \text{Átmérő} \quad \phi &:= 14 \quad \text{mm} \\ \text{Betontakarás} \quad c_{nom} &:= 10 + \phi = 24 \quad \text{mm} \\ \text{Lemezvastagság:} \quad v &:= 200 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

$$h := 200 \quad \text{mm} \quad b := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(v - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 169 \quad \text{mm}$$

$$\beta := 1.4$$

$$u_0 := b + 2 \cdot h = 600 \quad \text{mm}$$

$$f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_0 \cdot d} = 3.065 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.552$$

$$v_{Rdmax} := 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} = 3.671 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 3.065 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 338 \quad \text{mm}$$

$$u_1 := u_0 + \frac{(2 \cdot r \cdot \pi)}{2} = 1.662 \times 10^3 \quad \text{mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{ctd} := 1.0$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 1.107 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

$$v_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed} = 1.107 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej szükséges.

Az átszűrődési vasalás számítását a HALFEN HDB méretező programmal végeztem és a programban naplózott átszűrődési vasalatot terveztem a szerkezetbe.

HALFEN
CONCRETE CONNECTIONS

Project

Profile

Page

Sheet

1 of 1

HALFEN HCB Punching Shear Reinforcement, ETA-120454 (European EN 1920-1:2004 + AC 2010 +

At 2014)

HALFEN Calculation Program HCB, version 13.02

The design - including the HCB values - must only apply to the maximum load (UL) of the slab. The load-bearing capacity under ultimate loads is determined at a certain design - single shot. For this reason, the calculated actual load is kept constant if a further increase occurs.

Layout drawing

Section

Scale 1:17

Plan view

Scale 1:15

Minimum bar length $l_{min} = 125 \text{ cm} + 2 \cdot l_{a1}$; $l_{a1} = 15 \text{ cm}$; $l_{a2} = l_{a1}$ is the anchorage length.

Note: Due to other configurations, different distances for lengths can be decisive.

The length indicated without the required distance for anchorage length at the free edge.

Reinforcement has to be determined separately.

4.8.2.1. ábra

4.8.3. Sarok pillérmél (P5)

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

Mértékadó erő $V_{Ed} := 24.36$ kN

$V_{Ed} := 24.36$
 $\phi := 10$ mm

$\phi := 10 \text{ mm}$
 $c_{nom} := 10 + \phi = 20 \text{ mm}$

$c_{nom} := 10 + \phi = 20$
 $v := 200 \text{ mm}$

h := 200 mm v := 200 mm
b := 200 mm

$$d := \left(v - c_{\text{nom}} - \frac{\Phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$
$$\beta := 1.5$$
$$u_0 := b + h = 400 \quad \text{mm}$$

$f_{ck} := 20$ N/mm²

$f_{cd} := 13.3$ N/mm²

$$v_{Ed} := \left(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3 \right) \quad \text{N/mm}^2$$
$$\sigma_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_{0,d}} = 0.522 \quad \text{N/mm}^2$$
$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{u_0 \cdot d}{f_{clk}} \right)$$
$$v_{D1} = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.552$$
$$\nu_{Rdmax} := 0.5 \cdot \nu_f = 0.071 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 0.552 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 350 \text{ mm}$$

$$u_1 := u_0 + \frac{(2 \cdot r \cdot \pi)}{3} = 1.133 \times 10^3 \text{ mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{ctd} := 1.0$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 0.184 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

$$v_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 0.184 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej nem szükséges.

4.8.4. Födémáttörésnél (P8)

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

$$\text{Mértékadó erő } V_{Ed} := 22.96 \text{ kN}$$

$$\text{Átmérő } \phi := 10 \text{ mm}$$

$$\text{Betontakarás } c_{nom} := 10 + \phi = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Lemezvastagság: } v := 200 \text{ mm}$$

$$h := 200 \text{ mm} \quad b := 200 \text{ mm}$$

$$d := \left(v - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \text{ mm}$$

$$\beta := 1.15$$

$$u_0 := b + h = 400 \text{ mm}$$

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

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_0 \cdot d} = 0.377 \text{ N/mm}^2$$

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.552$$

$$v_{Rdmax} := 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} = 3.671 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 0.377 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 350 \text{ mm}$$

$$u_1 := 1607 \text{ mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{ctd} := 1.0$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 0.094 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

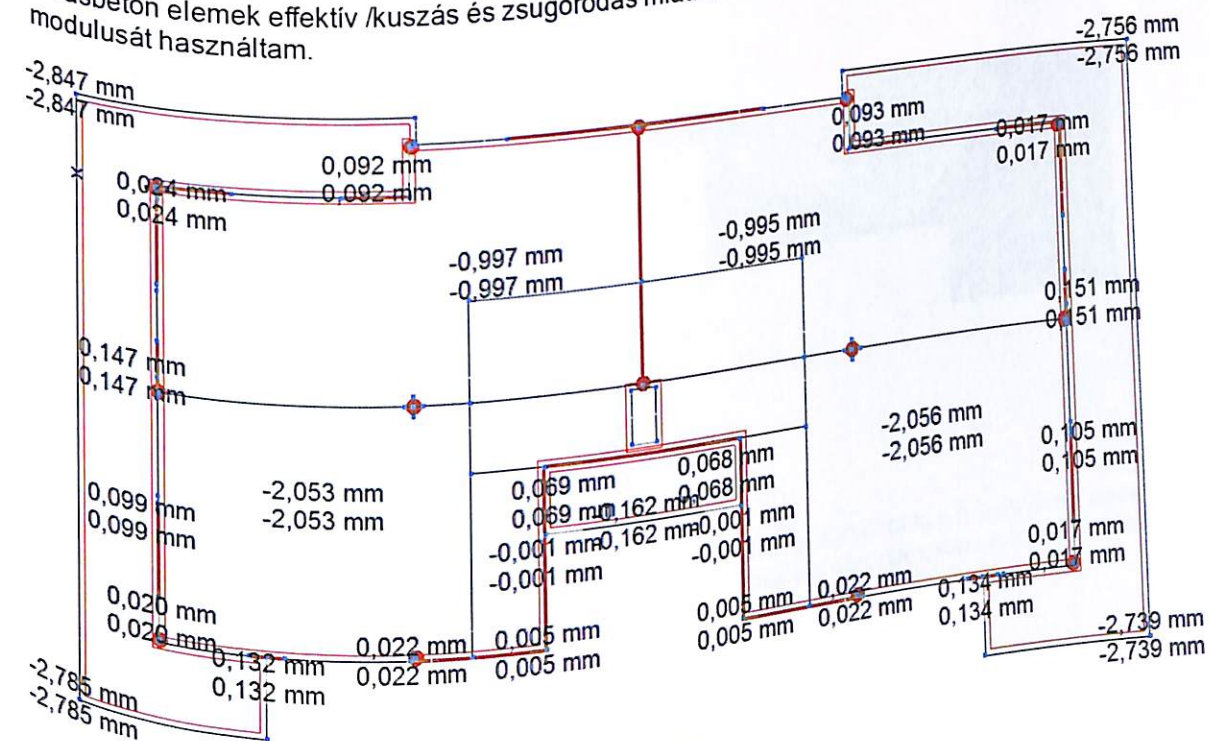
$$v_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 0.094 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej nem szükséges.

4.9. Lehajlási követelmények ellenőrzése

A lehajlást kváziállandó teherkombináció (használatosági határállapot) szerint számítottam AXIS méretezőprogrammal.

A vasbeton elemek effektív /kuszás és zsugorodás miatti merevségcsökkenést magában foglaló rugalmassági modulusát használtam.



4.9.1. ábra

A maximális lehajlás a konzolon jelentkezik

$$e_z := 2.84 \quad \text{mm} \quad L := 1 \quad \text{m}$$

$$e_{zmax} := \frac{L \cdot 1000}{250} = 4 \quad \text{mm}$$

$$e_{zmax} = 4 \text{ mm} > e_z = 2.84 \text{ mm}$$

Lehajlásra megfelel.

Ellenőrzés kézi számítás

$$\beta \cdot E_d := 10.2 \quad \text{kN/m} \quad \beta := 1 \quad \alpha := 1 \quad K := 0.4$$

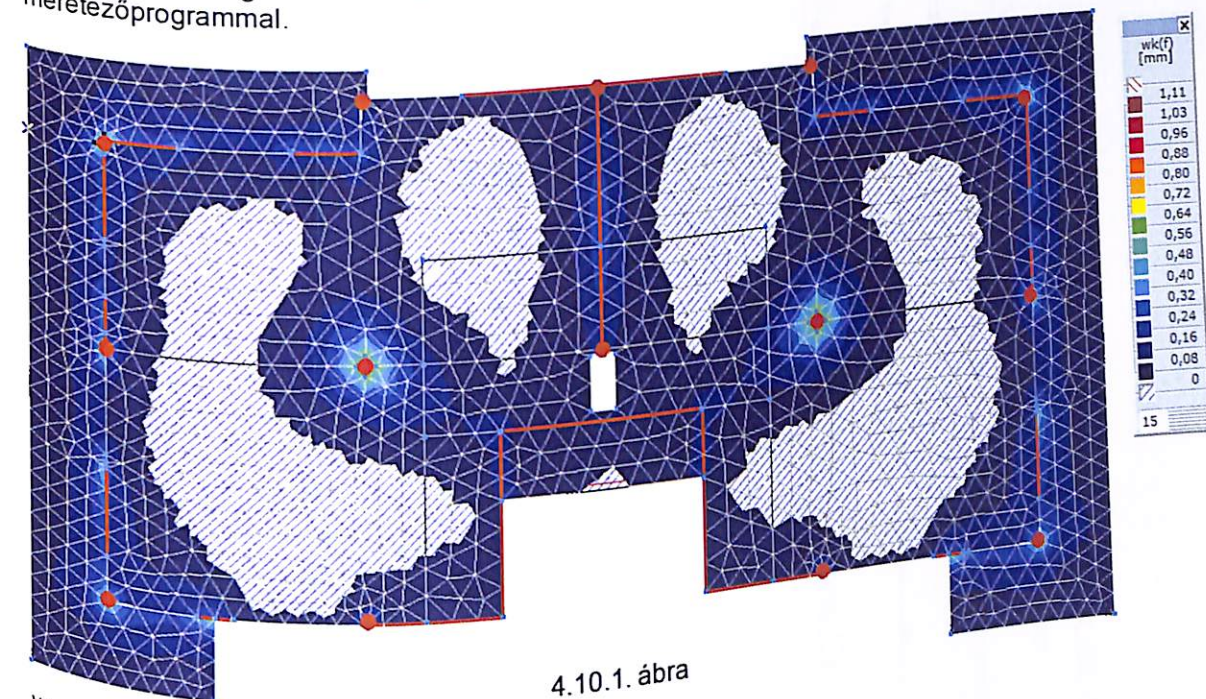
$$d := 0.125 \quad \text{m} \quad l := 1 \quad \text{m}$$

$$\frac{\beta \cdot E_d}{b} = 10.2 \quad \text{kNm}^2$$

$$\frac{\left(\frac{l}{K}\right)}{d} = 20 < \alpha^*(l/d)_{\text{eng}} = 29 \quad \text{Lehajlásra megfelel.}$$

4.10. Repedéstágasság ellenőrzése

A repedéstágasságot kváziállandó teherkombináció (használatosági határállapot) szerint számítottam AXIS méretezőprogrammal.



$$w_{k\text{eng}} := 0.4 \quad \text{mm}$$

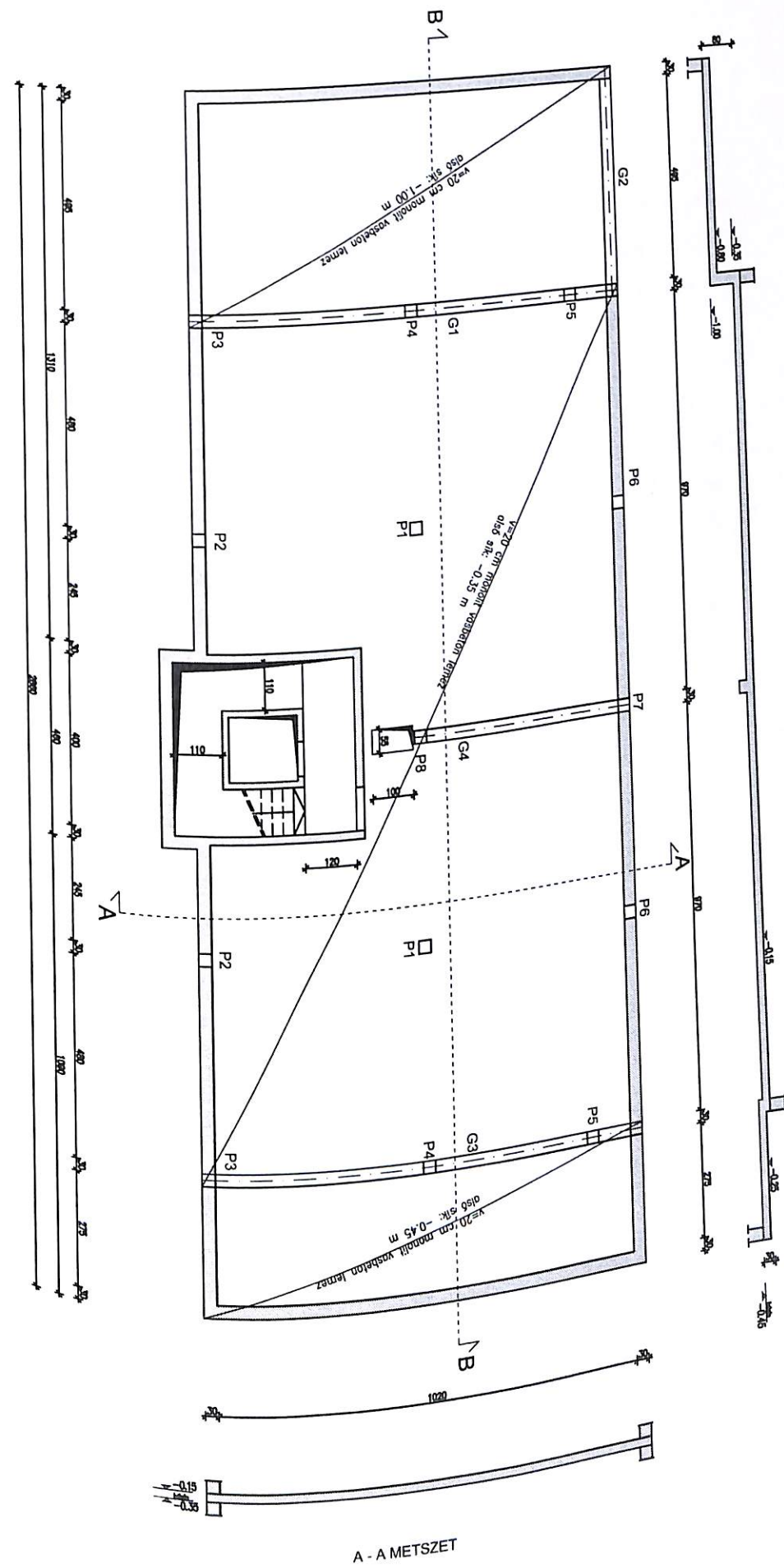
$$w_k := 1.11 \quad \text{mm}$$

$$w_{k\text{eng}} = 0.4 \text{ mm} < w_k = 1.11 \text{ mm}$$

Repedéstágasságra nem felel meg.

A repedéstágasságot csökkentem kéregvasalással. Huzalhálóval alakítom ki a húzott övön belül, úgy hogy a kengyeleken kívül helyezkedjen el, x_c magasságig. A betonfedés a kéregvasaláson is biztosítva van.

GARÁZSFÖDÉM POZÍCIÓS TERVE B - B METSZET



5. Garázs földem méretezése

5.1. Földemre ható terhek

Állandó terhek:

- Önsúly (vtg: 20 cm)	5	kN/m ²
- Rétegtrendből: - lakás	1.80	kN/m ²
- terasz	2.50	kN/m ²
- lépcsőház	1.30	kN/m ²
Biztonsági tényező	YG = 1.35	

Esetleges terhek:

- Hőteher	1	kN/m ²
- Válaszfal	1.50	kN/m ²
- Hasznos teher: - lakás	2	kN/m ²
- terasz	3	kN/m ²
- lépcsőház	3	kN/m ²
Parciális tényező	YQ = 1.5	

5.2. Mértékadó teherkombináció

A mezőnyomatékok meghatározásához "sakktabla szerű" elosztást használtam, az alábbi teherkombinációkkal.

Név	Típus	Önsúly	Állandó	Hasznos - erkély	Hasznos - lépcsőház	Hasznos - lakás poz 1	Hasznos lakás poz 2	Hasznos total	Válaszfal	Állandó - erkély	Állandó - lépcsőház	Σ [kN/m2]
1. Tk	ULS	6,75	2,43	0	0	0	3	0	2,025	0	0	14,205
2. Tk	ULS	6,75	2,43	0	0	0	0	3	2,025	0	0	14,205
3. Tk	ULS	6,75	2,43	0	0	0	0	0	2,025	0	1,755	15,03
4. Tk	ULS	6,75	0	0	4,5	0	0	0	0	3,375	0	14,625
5. Tk	ULS	6,75	0	4,5	0	0	0	1,4	1,5	0	0	9,7
6. Tk	SLS	5	1,8	0	0	0	0	0				

5.2.1. ábra

Teherbírási vizsgálatoknál:

$$P_{Ed1} = 14.205 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{Ed2} = 14.205 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{Ed3} = 14.205 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{Ed4} = 15.03 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{Ed5} = 14.625 \text{ kN/m}^2$$

Használhatósági vizsgálatoknál:

$$P_{qp} = 9.7 \text{ kN/m}^2$$

5.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok

Beton: C20/25

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

$$\gamma_c = 1.5$$

$$f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$$

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

Betonacél: B500

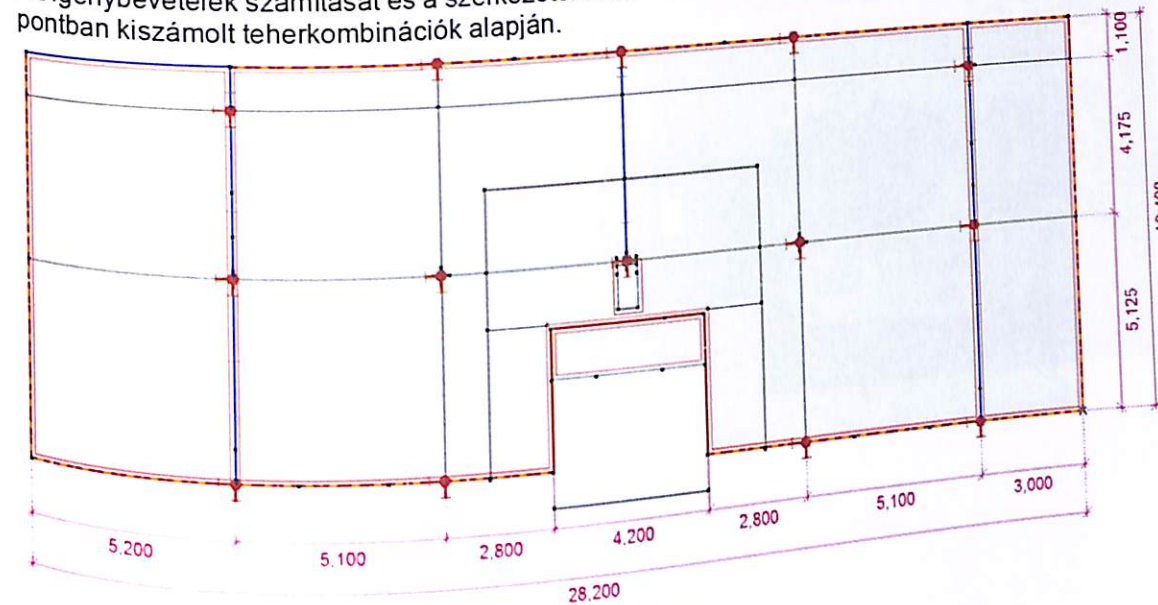
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_s = 1.5$$

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

5.4. Statikai modell

Az igénybevételek számítását és a szerkezetek méretezését az AXIS statikai programmal végeztem a 3.2. pontban kiszámolt teherkombinációk alapján.

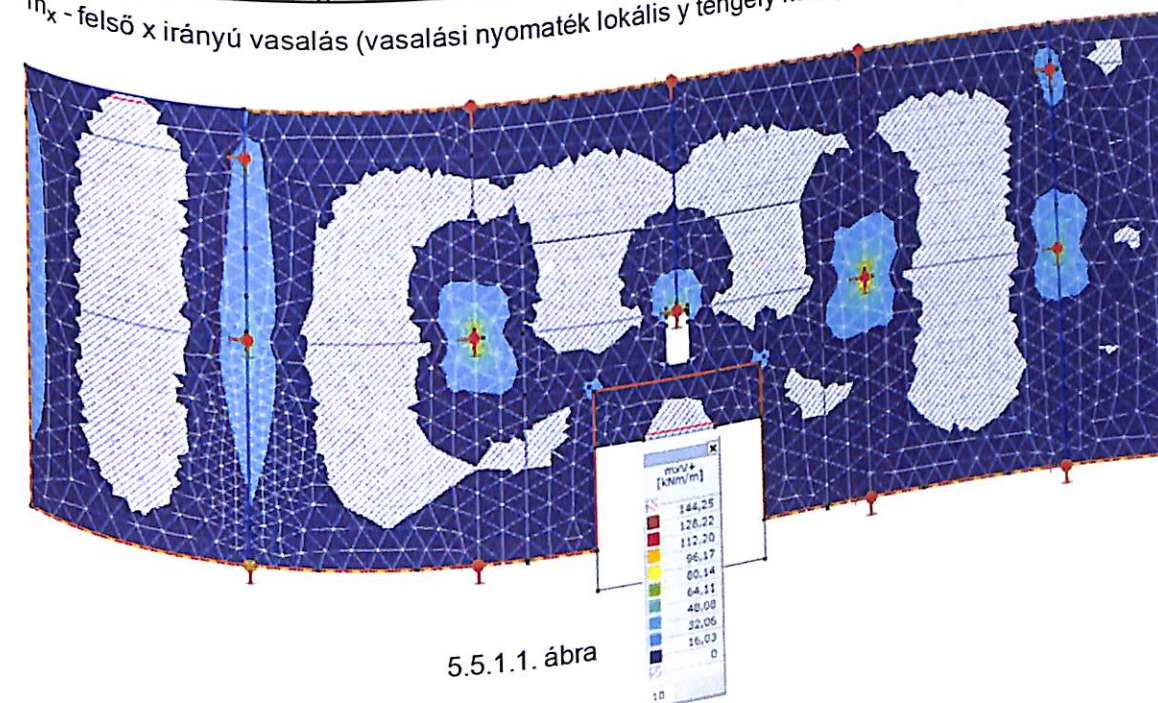


5.4.1.1. ábra

5.5. Mértékadó igénybevételek

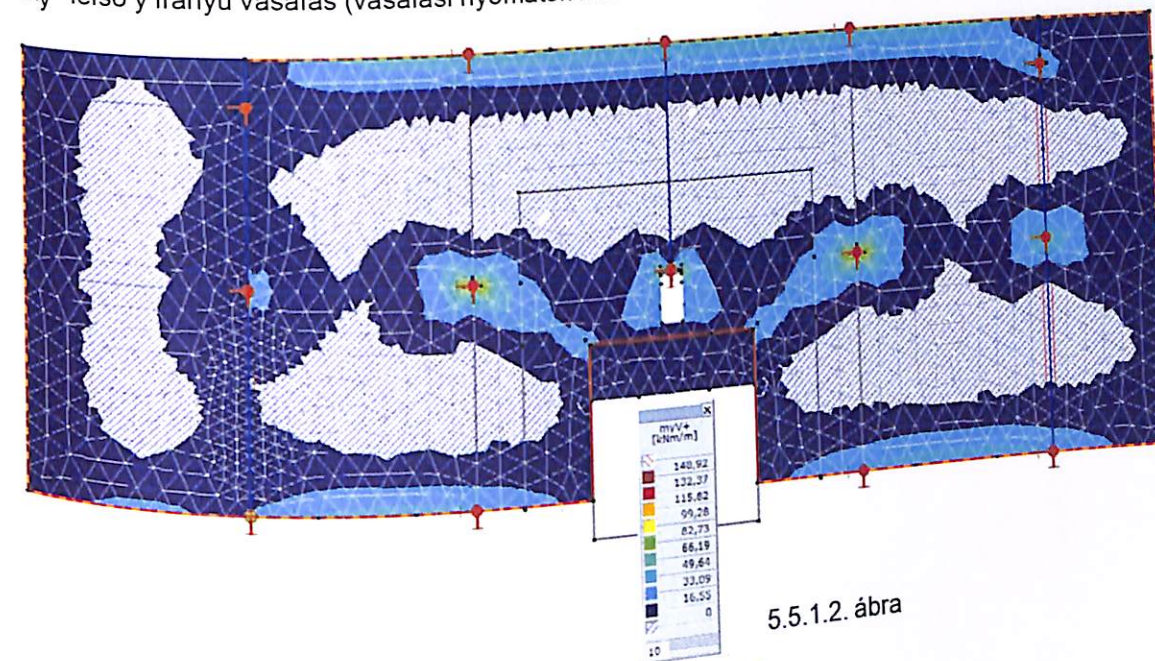
5.5.1. Felső vasalás meghatározásához

m_x - felső x irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális y tengely körül)



5.5.1.1. ábra

m_y - felső y irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális x tengely körül)



5.5.1.2. ábra

A "redukált" vasalási nyomaték meghatározása a pillérek felett:
A csomóponti megtámasztás alakja és merevségeinek beállítása után:

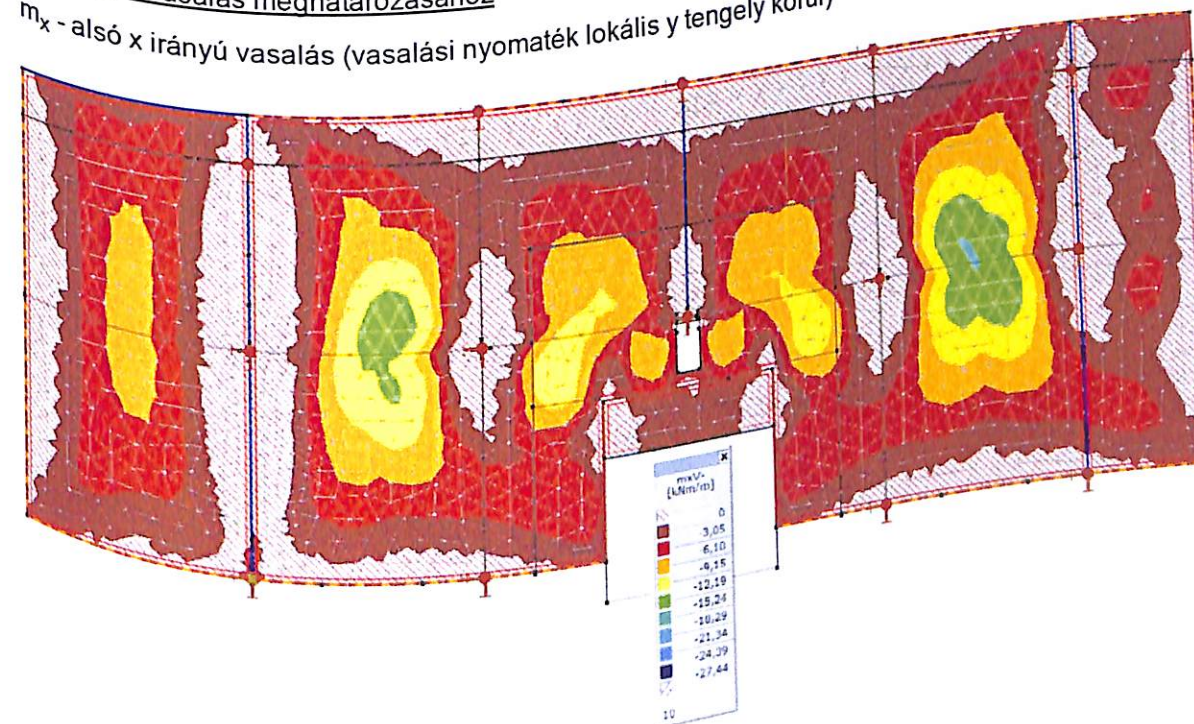
Belső pillér felett: $m_x = 77.69 \text{ kN/m}$
 $m_y = 85.73 \text{ kN/m}$
Áttörésnél: $m_x = 63.61 \text{ kN/m}$
 $m_y = 44.63 \text{ kN/m}$

Szélső pillér felett:

$m_x = 27.46 \text{ kN/m}$
 $m_y = 25.17 \text{ kN/m}$

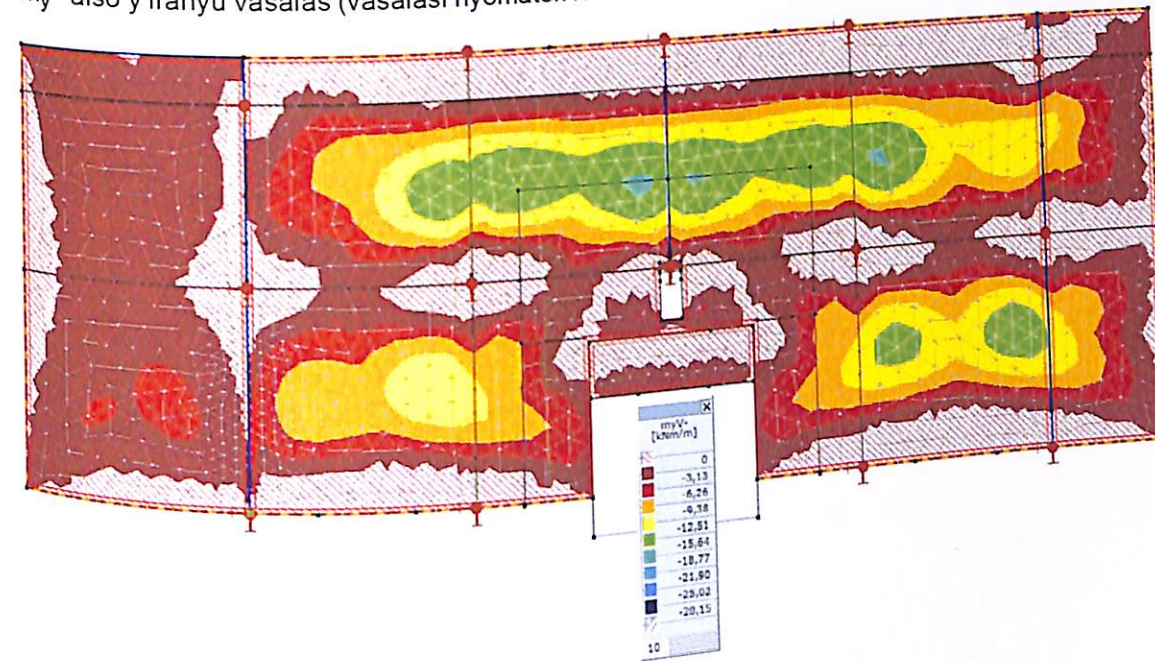
5.5.2. Alsó vasalás meghatározásához

m_x - alsó x irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális y tengely körül)



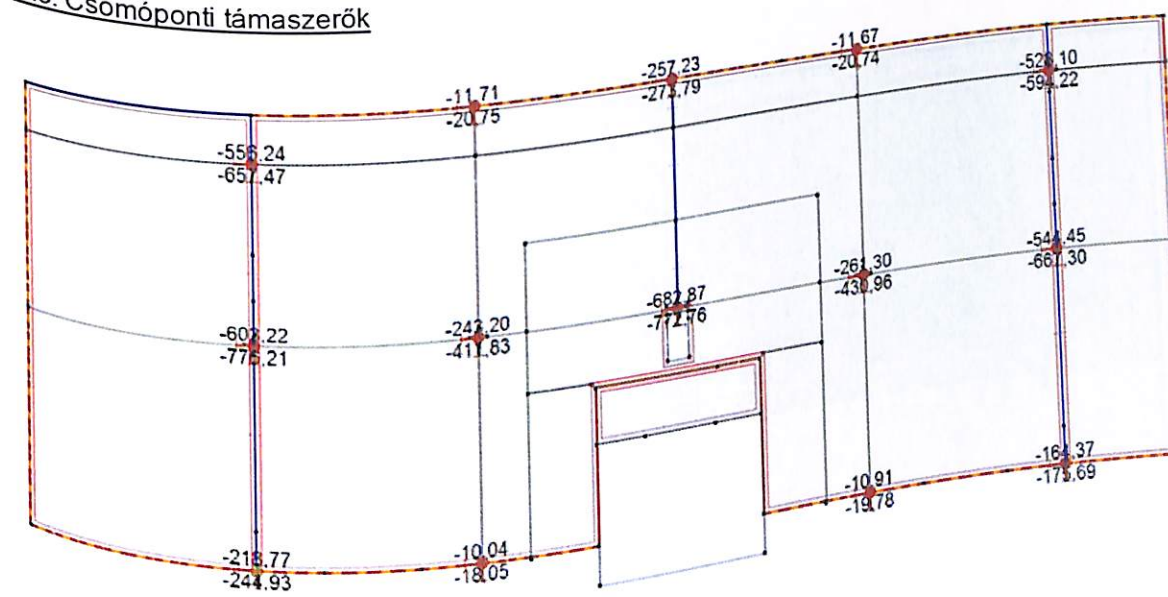
5.5.2.1. ábra

m_y - alsó y irányú vasalás (vasalási nyomaték lokális x tengely körül)



5.5.2.2. ábra

5.5.3. Csomóponti támaszerők



5.5.3.1. ábra

5.6. Lemezvasalás meghatározása

Alapháló x és y irányban 20 cm-es lemeben: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása:

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$\begin{aligned} \phi &:= 10 \text{ mm} \\ c_{nom} &:= 20 \text{ mm} \\ h &:= 200 \text{ mm} \\ d &:= \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &:= 1000 \text{ mm} \\ f_{cd} &:= 13.3 \text{ N/mm}^2 \\ d &= 175 \text{ mm} \\ A_s &:= 393 \text{ mm}^2 \\ f_{yd} &:= 435 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0,49$$

$$x_c = 12.854$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.073$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Rd} \cdot 10^6$$

$$M_{Rd} := \text{Find}(M_{Rd})$$

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$

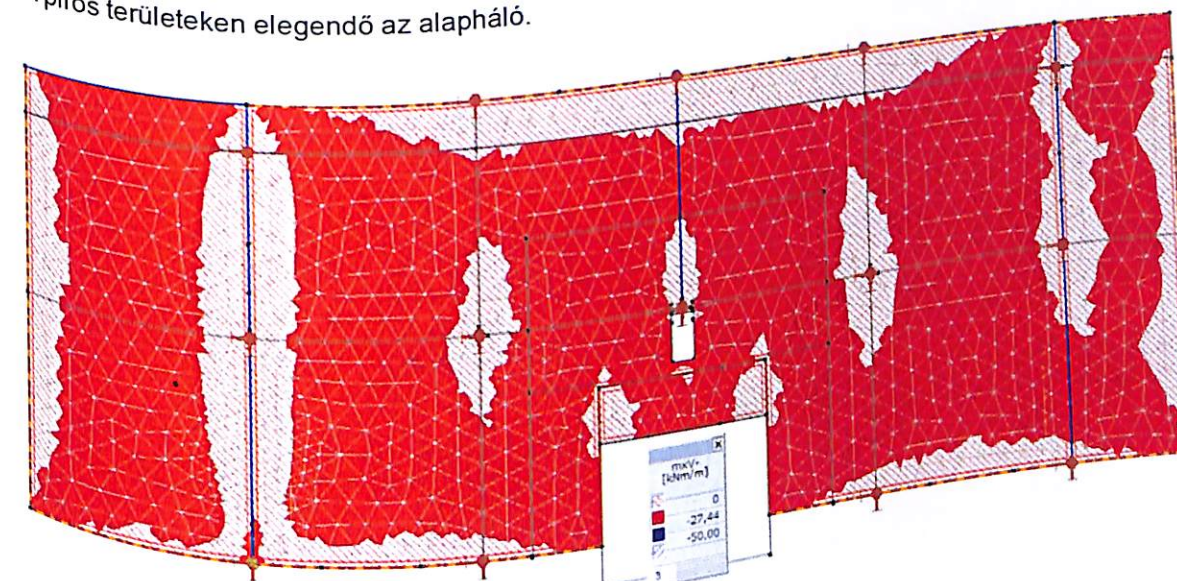
5.6.1. Alsó vasalás - x irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 5.6. pont alapján

A piros területeken elegendő az alapháló.

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$



5.6.1.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:
Mértékadó nyomtér

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 27.44 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0,49$$

$$M_{Ed} = 27.44 \quad \text{kNm}$$

$$x_c = 12.216$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.07$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 12.216$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 373.496 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s, \text{prov}} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 373.496 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Az alapvasalás elegendő.

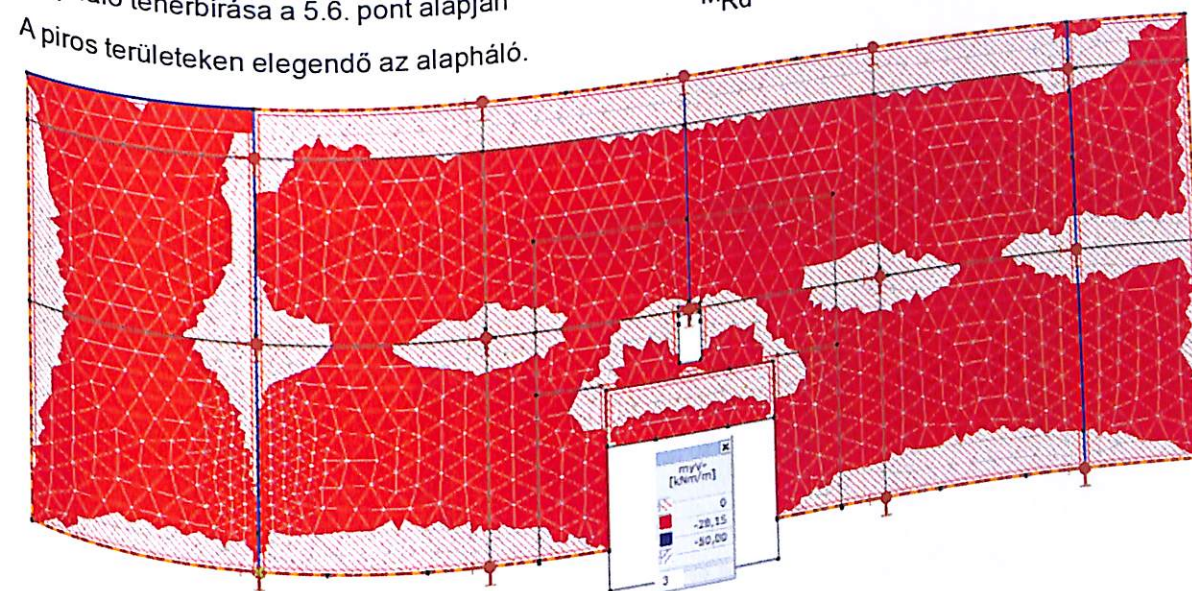
5.6.2. Alsó vasalás - y irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 5.6. pont alapján

A piros területeken elegendő az alapháló.

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$



5.6.2.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:
Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 28.15 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 28.15 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\varepsilon_{c0} := 0,49$$

$$x_c = 12.544$$

$$\varepsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.072$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 12.544$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 383.532 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

$$A_{s, \text{prov}} = 393 \text{ mm}^2 < A_s = 383.532 \text{ mm}^2 - \text{A mértékadó területen sűrítés szükséges}$$

Az alapvasalás elegendő.

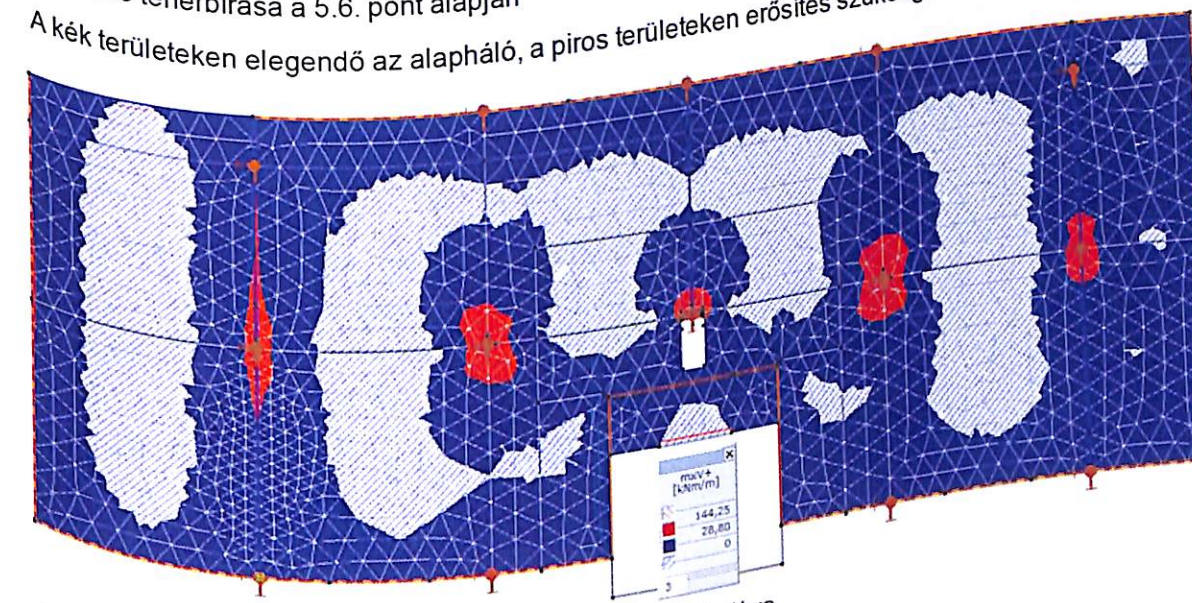
5.6.3. Felső vasalás - x irány

Alapháló: $\phi 10/20$

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$

Alapháló teherbírása a 5.6. pont alapján

A kék területeken elegendő az alapháló, a piros területeken erősítés szükséges.



5.6.3.1. ábra

Szükséges vasalás meghatározása

Belső pilléreknél:

Mértékadó nyomaték

Átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 77.69 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 77.69 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \varepsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 37.369 \quad \varepsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.214$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 37.369$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 1.143 \times 10^3 \quad \text{mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás:} \quad \phi 10/20 - A_{s, \text{prov}1} = 393 \text{ mm}^2$$

$$\phi 14/20 - A_{s, \text{prov}2} = 770 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{prov}} = 1163 \text{ mm}^2 > A_s = 1143 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Áttörésnél:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 63.61 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 14 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 24 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 169 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 169 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 63.61 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \varepsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 31.176 \quad \varepsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.184$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 31.176$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 953.183 \quad \text{mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás:} \quad \begin{aligned} \phi 10/20 - A_{s,\text{prov}1} &= 393 \text{ mm}^2 \\ \phi 14/20 - A_{s,\text{prov}2} &= 770 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s,\text{prov}} = 1166 \text{ mm}^2 > A_s = 953.18 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Szélső pilléreknél:

$$\text{Mértékadó nyomaték} \quad M_{Ed} := 27.46 \quad \text{kNm}$$

$$\text{Átmérő} \quad \phi := 10 \quad \text{mm}$$

$$\text{Betontakarás} \quad c_{\text{nom}} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

$$\text{Hatékony magasság} \quad \begin{aligned} h &:= 200 \quad \text{mm} \\ d &:= \left(h - c_{\text{nom}} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 175 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 27.46 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 12.225 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.07$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 12.225$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 373.778 \quad \text{mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás:} \quad \phi 10/20 - A_{s,\text{prov}} = 393 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\text{prov}} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 373.778 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

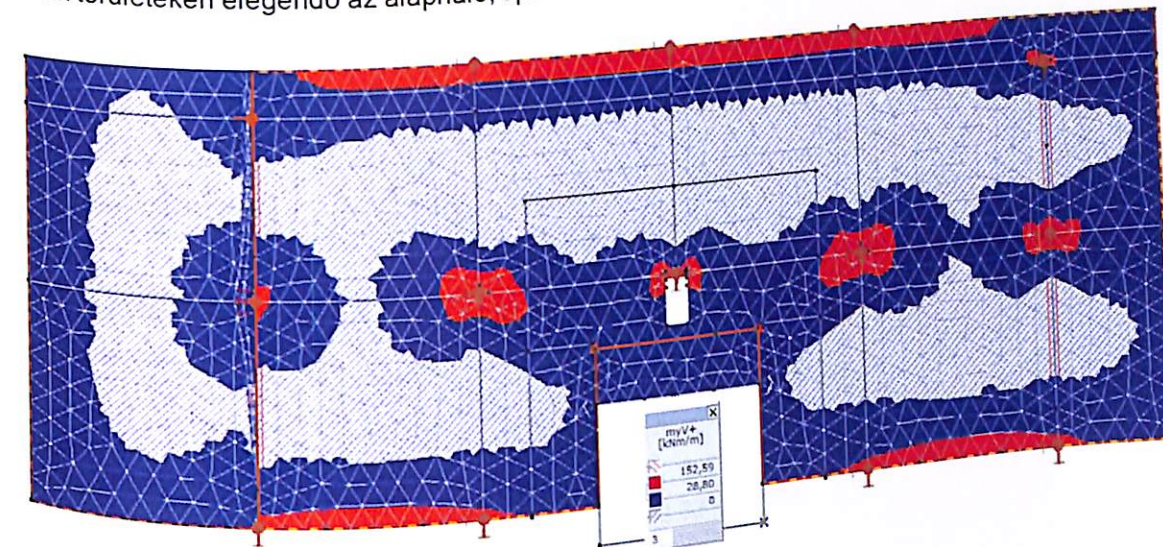
5.6.4. Felső vasalás - y irány

Alapháló: $\phi 10/20$

Alapháló teherbírása a 5.6. pont alapján

$$M_{Rd} = 28.818 \quad \text{kNm}$$

A kék területeken elegendő az alapháló, apiros területeken erősítés szükséges.



5.6.4.1. ábra

Alapháló ellenőrzése:

Belső pilléreknél:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 85.73 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 12 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 200 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 172 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 172 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 85.73 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 42.801$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.249$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 42.801$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 1.309 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás: } \phi 10/20 - A_{s,\text{prov}1} = 393 \text{ mm}^2$$

$$\phi 12/10 - A_{s,\text{prov}2} = 1131 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\text{prov}} = 1524 \text{ mm}^2 > A_s = 1309 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Áttörésnél:

$$\text{Mértékadó nyomaték } M_{Ed} := 44.63 \text{ kNm}$$

$$\text{Átmérő } \phi := 10 \text{ mm}$$

$$\text{Betontakarás } c_{nom} := 10 + \phi = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Hatékony magasság } h := 200 \text{ mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \text{ mm}$$

$$b := 1000 \text{ mm} \quad d = 175 \text{ mm} \quad M_{Ed} = 44.63 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 20.359 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.116$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \text{ N/mm}^2 \quad b := 1000 \text{ mm} \quad x_c = 20.359$$

$$f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 622.482 \text{ mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás: } \phi 10/10 - A_{s,\text{prov}1} = 786 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\text{prov}} = 786 \text{ mm}^2 > A_s = 622.482 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Szélső pilléreknél:

$$\text{Mértékadó nyomaték } M_{Ed} := 25.17 \text{ kNm}$$

$$\text{Átmérő } \phi := 10 \text{ mm}$$

$$\text{Betontakarás } c_{nom} := 10 + \phi = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Hatékony magasság } h := 200 \text{ mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 175 \text{ mm}$$

$$b := 1000 \text{ mm} \quad d = 175 \text{ mm} \quad M_{Ed} = 25.17 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \varepsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 11.171 \quad \varepsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.064$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$$f_{yd} := 435 \text{ N/mm}^2 \quad b := 1000 \text{ mm} \quad x_c = 11.171$$

$$f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 341.541 \text{ mm}^2$$

$$\text{Alkalmazott vasalás: } \phi 10/20 - A_{s, \text{prov}} = 393 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{prov}} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 341.541 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

5.7. Pillér vasalás meghatározása

lásd 6. Pillérek teherbírása pontban

5.8. Átszúródás vizsgálata

5.8.1. Közbenső pillérmél (P2)

A beton tönkremenetele ferde nyomásra:

$$\text{Mértékadó erő} \quad V_{Ed} := 393.39 \text{ kN}$$

$$\text{Átmérő} \quad \phi := 16 \text{ mm}$$

$$\text{Betontakarás} \quad c_{nom} := 10 + \phi = 26 \text{ mm}$$

$$\text{Lemezvastagság:} \quad v := 200 \text{ mm}$$

$$h := 300 \text{ mm} \quad b := 300 \text{ mm}$$

$$d := \left(v - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 166 \text{ mm}$$

$$\beta := 1.15$$

$$u_0 := 2 \cdot b + 2 \cdot h = 1.2 \times 10^3 \text{ mm}$$

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

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu_{Ed} := \frac{(\beta \cdot V_{Ed} \cdot 10^3)}{u_0 \cdot d} = 2.271 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.552$$

$$\nu_{Rdmax} := 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} = 3.671 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rdmax} = 3.671 \text{ N/mm}^2 > v_{Ed} = 2.3 \text{ N/mm}^2$$

A beton ferde nyomásra megfelel.

A beton tönkremenetele nyírásra:

$$r := 2 \cdot d = 332 \quad \text{mm}$$

$$u_1 := u_0 + (2 \cdot r \cdot \pi) = 3.286 \times 10^3 \quad \text{mm}$$

$$c := 0.429$$

$$f_{ctd} := 1.0$$

$$v_{Ed} := \frac{(\beta \cdot v_{Ed} \cdot 10^3)}{u_1 \cdot d} = 0.829 \quad \text{N/mm}^2$$

$$v_{Rdc} := c \cdot f_{ctd} = 0.429$$

$$v_{Rdmax} = 0.429 \text{ N/mm}^2 < v_{Ed} = 0.83 \text{ N/mm}^2$$

Nyírásra vasalt fej szükséges.

Az átszűrődási vasalás számítását a HALFEN HDB méretező programmal végeztem és a programban kapott átszűrődási vasalatot terveztem a szerkezetbe.

HALFEN Project: _____ ProjNo: _____ Page: _____
 HDB 10/155-2/220
 HALFEN HDB Punching Shear Reinforcement, ETA-120454 (Europe, EN 1992-1-1:2004 + AC 2010 + A1:2014)
 HALFEN Calculation Program HDB, version 13.02
 The design, including the results, shall only apply to the integrated software product. The real bearing capacity of every single structure, depending on its particular circumstances, might differ from this design. The software is not liable for any damage caused by its use.

Input data

Applied factored load V_{Ed} = 309.4 kN
 Load increase factor β = 1.15
 Effective depth d = 20 cm
 Column width b = 15.0 cm
 Column thickness t_c = 30 cm
 Column penetration depth a = 0 cm
 Concrete cover top / bottom c_{top} / c_{bottom} = 2.5 cm / 2.5 cm
 Concrete grade / steel grade / HDB $C_{concrete} / C_{steel} / HDB$ = C20/25 / S460 / 10/155-2/220
 Reinforcement ratio ρ (< 2.0 %) = 1.0 % ($\rho_{min} = 0.15 \%$)

at the control perimeter u_1

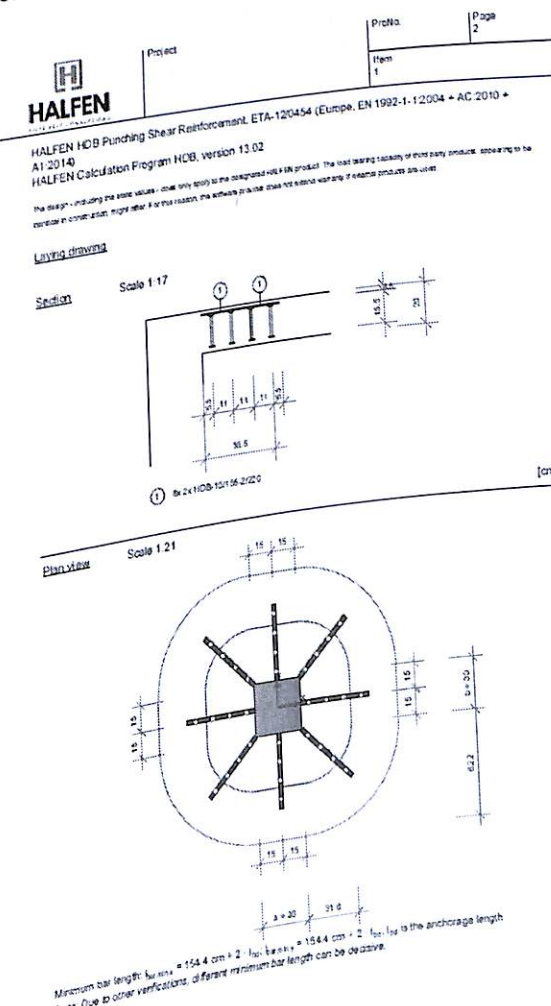
Specific column perimeter u_1 = 7.0
 $u_1 \cdot d$ = 318.5 cm
 $\rho_{min} = \max \{ 1 - \sqrt{C_{concrete} / C_{steel}} ; 0.2 \}$ = 0.12
 $\rho_{max} = \min \{ 1.00 ; \rho_{min} \}$ = 0.12
 $V_{Rdc} = \rho_{min} \cdot V_{Ed} = 0.12 \cdot 309.4 \text{ kN} = 37.13 \text{ kN}$
 $V_{Rdmax} = \rho_{max} \cdot V_{Ed} = 0.12 \cdot 309.4 \text{ kN} = 37.13 \text{ kN}$
 $V_{Rd} = \max \{ V_{Rdc} ; V_{Rdmax} \} = 37.13 \text{ kN}$
 $V_{Ed} - V_{Rd} = 309.4 \text{ kN} - 37.13 \text{ kN} = 272.27 \text{ kN}$

at the outer perimeter u_2

$u_2 = 2 \cdot b + 2 \cdot d = 2 \cdot 15.0 \text{ cm} + 2 \cdot 20.0 \text{ cm} = 70.0 \text{ cm}$
 $u_2 \cdot d = 140.0 \text{ cm}$
 $\rho_{min} = \max \{ 1 - \sqrt{C_{concrete} / C_{steel}} ; 0.2 \}$ = 0.12
 $\rho_{max} = \min \{ 1.00 ; \rho_{min} \}$ = 0.12
 $V_{Rdc} = \rho_{min} \cdot V_{Ed} = 0.12 \cdot 309.4 \text{ kN} = 37.13 \text{ kN}$
 $V_{Rdmax} = \rho_{max} \cdot V_{Ed} = 0.12 \cdot 309.4 \text{ kN} = 37.13 \text{ kN}$
 $V_{Rd} = \max \{ V_{Rdc} ; V_{Rdmax} \} = 37.13 \text{ kN}$
 $V_{Ed} - V_{Rd} = 309.4 \text{ kN} - 37.13 \text{ kN} = 272.27 \text{ kN}$

Stud diameter d_s = 10 mm 12 mm 14 mm 16 mm 18 mm 20 mm 25 mm
 Type chosen = 14 mm 10 7 6 4 3

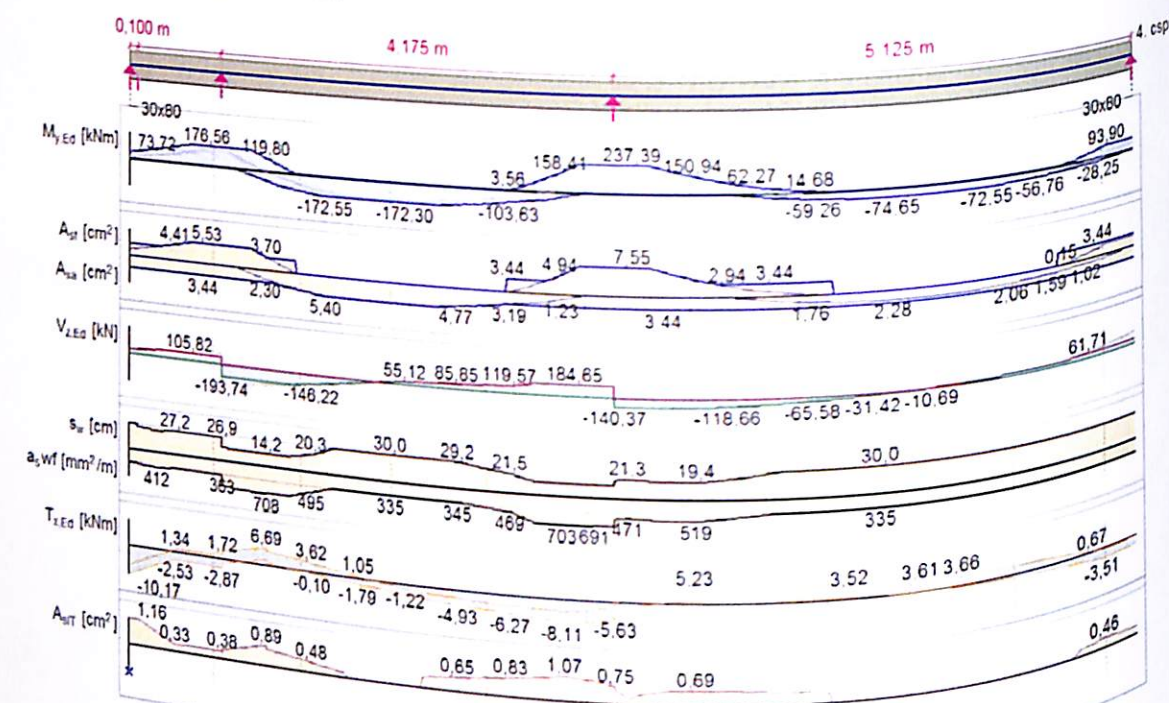
Number of combinations per column n_c = 8 Number of columns = 1
 $V_{Ed} = n_c \cdot V_{Ed} = 8 \cdot 309.4 \text{ kN} = 2475.2 \text{ kN}$
 $V_{Ed} - V_{Rd} = 2475.2 \text{ kN} - 37.13 \text{ kN} = 2438.07 \text{ kN}$
 Inner radius of element distance = 20.6 cm / 45.7 cm



5.8.1.1. ábra

5.9. Gerenda vasalás

5.9.1. G1 jelű gerenda vasalása



Hajlítási vasalás számítása:

5.9.1.1. ábra

Mezőben:

Mértékadó nyomaték

Tervezett vasátmérő

Kengyel átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$b := 300$ mm

$f_{cd} := 13.3$ N/mm²

$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = M_{Ed} \cdot 10^6$

$x_c := \text{Find}(x_c)$

$x_c = 60.128$

$M_{Ed} := 176.56$ kNm

$\phi := 16$ mm

$\phi_k := 8$ mm

$c_{nom} := 10 + \phi = 26$ mm

$h := 800$ mm

$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2}\right) = 766$ mm

$d = 766$ mm $M_{Ed} = 176.56$ kNm

$\epsilon_{c0} := 0.49$

$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.078$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

$f_{yd} = 435$

$f_{cd} = 13.3$ N/mm²

$b := 300$ mm

$x_c = 60.128$ mm

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 551.522 \text{ mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 4 ϕ 16

$$A_{s,prov} = 804 \text{ mm}^2 > A_s = 551.52 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Minimális vasmennyiség:

$$f_{yk} := 500 \text{ N/mm}^2 \quad f_{ctm} := 2.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{min} := \frac{(0.26 \cdot f_{ctm})}{f_{yk}} = 1.144 \times 10^{-3} \quad \rho < 0.0015$$

$$\rho_{min} := 0.0015$$

$$A_{smin} := \rho_{min} \cdot b \cdot d = 689.4 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 804 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 689.4 \text{ mm}^2$$

Az alkalmazott 4 ϕ 16 vasalás megfelel.

Támasznál:

Mértékadó nyomaték

Tervezett vasátmérő

Kengyel átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$b := 300$ mm

$f_{cd} := 13.3$ N/mm²

$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = M_{Ed} \cdot 10^6$

$x_c := \text{Find}(x_c)$

$x_c = 82.068$

$M_{Ed} := 237.39$ kNm

$\phi := 16$ mm

$\phi_k := 8$ mm

$c_{nom} := 10 + \phi = 26$ mm

$h := 800$ mm

$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2}\right) = 766$ mm

$d = 766$ mm $M_{Ed} = 237.39$ kNm

$\epsilon_{c0} := 0.49$

$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.107$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$f_{yd} = 435$

$f_{cd} = 13.3$ N/mm²

$b := 300$ mm

$x_c = 82.068$ mm

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 752.758 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 4φ16

$$A_{s, \text{prov}} = 804 \text{ mm}^2 > A_s = 752.758 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$



Vasalási vázlat
5.9.1.2. ábra

Nyírási vasalás szimaitása:

$$\text{Mértékadó nyíróerő} \quad V_{Ed} := 193.74 \quad \text{kN}$$

$$\text{A beton által felvehető nyíróerő} \quad c := 0.281$$

$$f_{ctd} := 1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{Rdc} := \frac{(c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd})}{10^3} = 64.574 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rdc} = 64.827 \text{ kN} < V_{Ed} = 193.74 \text{ kN}$$

Méretezett nyírási vasalás szükséges.

Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$z := 0.9 \cdot d = 689.4 \quad \text{mm}^2 \quad f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\gamma := 0.6 \cdot \left[1 - \left(\frac{f_{ck}}{250} \right) \right] = 0.552 \quad f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{Rdmax} := \frac{(0.5 \cdot b \cdot z \cdot \gamma \cdot f_{cd})}{10^3} = 759.195 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rdmax} = 759.195 \text{ kN} > V_{Ed} = 193.74 \text{ kN}$$

Megfelel.

Kengyelek:

A V_{Ed} minimum az 50%-át viseljék a kengyelek.

$$V_{Rds} := \frac{V_{Ed}}{2} = 96.87 \quad \text{kN}$$

$$\text{Kengyel átmérő} \quad \phi_k := 8 \quad \text{mm}$$

$$f_{ywd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad A_{sw} := 101 \quad \text{mm}^2$$

$$z := 0.9 \cdot d = 689.4 \quad \text{mm}^2$$

$$V_{Rds} \cdot 10^3 = \left(\frac{z}{s_s} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd}$$

$$s_s := \text{Find}(s_s)$$

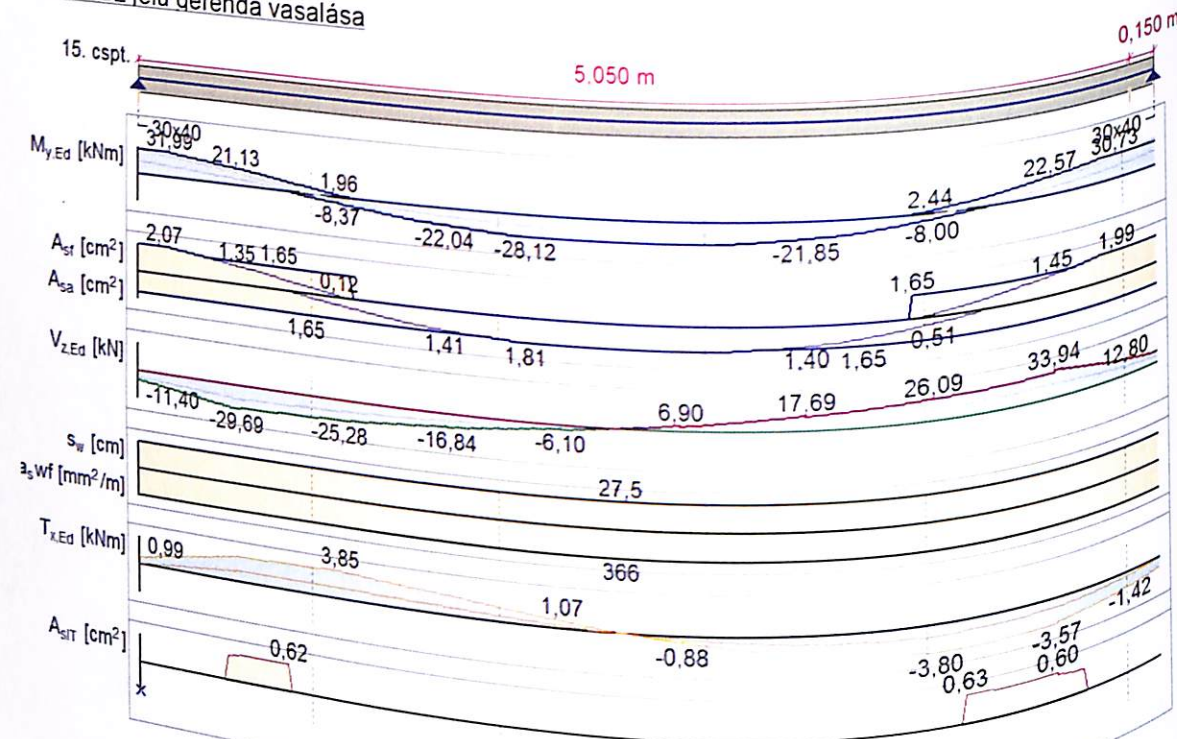
$$s_s = 312.675 \quad \text{mm}$$

$$s_{alk} := 200 \quad \text{mm}$$

Alkalmazott kengyel $\phi 8/20$

$$V_{Eds} := \frac{\left[\frac{z}{s_{alk}} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \right]}{1000} = 151.444 \quad \text{kN} > V_{Rds} = 96.87 \quad \text{kN}$$

5.9.2. G2 jelű gerenda vasalása



5.9.2.1. ábra

Hajlítási vasalás számítása:

Mezőben:

Mértékadó nyomaték

Tervezett vasátmérő

Kengyel átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 28.12 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 12 \quad \text{mm}$$

$$\phi_k := 8 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$$

$$h := 400 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 372 \quad \text{mm}$$

$$b := 300 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 19.454$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.052$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$$f_{yd} = 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 300 \quad \text{mm} \quad x_c = 19.454 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 178.439 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $3\phi 12$

$$A_{s,prov} = 339 \text{ mm}^2 > A_s = 178.439 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Minimális vasmennyiség:

$$f_{yk} := 500 \quad \text{N/mm}^2 \quad f_{ctm} := 2.2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\rho_{min} := \frac{(0.26 \cdot f_{ctm})}{f_{yk}} = 1.144 \times 10^{-3} \quad \blacksquare < 0.0015$$

$$\rho_{min} := 0.0015$$

$$A_{smin} := \rho_{min} \cdot b \cdot d = 334.8 \quad \text{mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 339 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 334.8 \text{ mm}^2$$

Az alkalmazott $3\phi 12$ vasalás megfelel.

Támasznál:

Mértékadó nyomaték

Tervezett vasátmérő

Kengyel átmérő

Betontakarás

Hatékony magasság

$$M_{Ed} := 31.99 \quad \text{kNm}$$

$$\phi := 12 \quad \text{mm}$$

$$\phi_k := 8 \quad \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 + \phi = 22 \quad \text{mm}$$

$$h := 400 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 372 \quad \text{mm}$$

$$b := 300 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 22.216$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.06$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.
Szükséges vasmennyiség:

$$f_{yd} = 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 300 \quad \text{mm} \quad x_c = 22.216 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 203.773 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 3φ12

$$A_{s, \text{prov}} = 339 \text{ mm}^2 > A_s = 203.773 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$



vasalási vázlat
5.9.2.2. ábra

Nyírási vasalás számítása:

$$\text{Mértékadó nyíróerő} \quad V_{Ed} := 33.94 \quad \text{kN}$$

$$\text{A beton által felvehető nyíróerő} \quad c := 0.347$$

$$f_{ctd} := 1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{Rdc} := \frac{(c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd})}{10^3} = 38.725 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rdc} = 38.725 \text{ kN} > V_{Ed} = 33.94 \text{ kN}$$

Méretezett nyírási nem vasalás szükséges.

Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$z := 0.9 \cdot d = 334.8 \quad \text{mm}^2 \quad f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\gamma := 0.6 \cdot \left[1 - \left(\frac{f_{ck}}{250} \right) \right] = 0.552 \quad f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

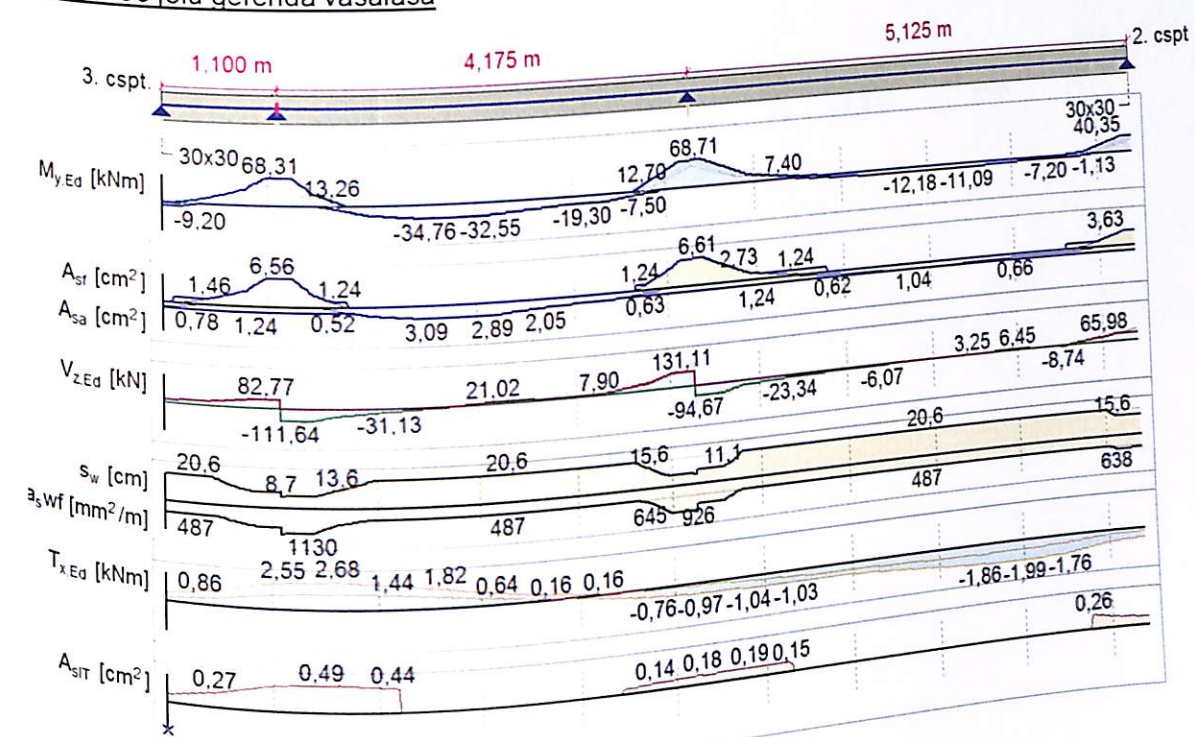
$$V_{Rdmax} := \frac{(0.5 \cdot b \cdot z \cdot \gamma \cdot f_{cd})}{10^3} = 368.695 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rdmax} = 368.695 \text{ kN} > V_{Ed} = 33.94 \text{ kN}$$

Megfelel.

Alkalmazott kengyel φ8/30

5.9.3. G3 jelű gerenda vasalása



5.9.3.1. ábra

Hajlítási vasalás számítása:

Mezőben:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 34.76 \text{ kNm}$$

Tervezett vasátmérő

$$\phi := 14 \text{ mm}$$

Kengyel átmérő

$$\phi_k := 8 \text{ mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 24 \text{ mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 300 \text{ mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 269 \text{ mm}$$

$$b := 300 \text{ mm}$$

$$d = 269 \text{ mm} \quad M_{Ed} = 34.76 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 34.613$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.129$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} = 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 300 \quad \text{mm} \quad x_c = 34.613 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 317.481 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 3φ14

$$A_{s, \text{prov}} = 462 \text{ mm}^2 > A_s = 317.481 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Minimális vasmenyiség:

$$f_{yk} := 500 \quad \text{N/mm}^2 \quad f_{ctm} := 2.2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\rho_{\min} := \frac{(0.26 \cdot f_{ctm})}{f_{yk}} = 1.144 \times 10^{-3} \quad \blacksquare < 0.0015$$

$$\rho_{\min} := 0.0015$$

$$A_{s, \min} := \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 242.1 \quad \text{mm}^2$$

$$A_{s, \text{prov}} = 462 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 242.1 \text{ mm}^2$$

Az alkalmazott 3φ14 vasalás megfelel.

Támasznál:

$$\text{Mértékadó nyomaték} \quad M_{Ed} := 68.71 \quad \text{kNm}$$

$$\text{Tervezett vasátmérő} \quad \phi := 14 \quad \text{mm}$$

$$\text{Kengyel átmérő} \quad \phi_k := 8 \quad \text{mm}$$

$$\text{Betontakarás} \quad c_{nom} := 10 + \phi = 24 \quad \text{mm}$$

$$\text{Hatékony magasság} \quad h := 300 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 269 \quad \text{mm}$$

$$b := 300 \quad \text{mm} \quad d = 269 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 68.71 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 74.27$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.276$$

A vasak képlekeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} = 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 300 \quad \text{mm} \quad x_c = 74.27 \quad \text{mm}$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 681.232 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 5φ14

$$A_{s, \text{prov}} = 770 \text{ mm}^2 > A_s = 681.232 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$

Minimális vasmenyiség:

$$f_{yk} := 500 \quad \text{N/mm}^2 \quad f_{ctm} := 2.2 \quad \text{N/mm}^2$$

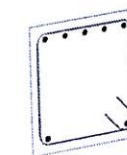
$$\rho_{\min} := \frac{(0.26 \cdot f_{ctm})}{f_{yk}} = 1.144 \times 10^{-3} \quad \blacksquare < 0.0015$$

$$\rho_{\min} := 0.0015$$

$$A_{s, \min} := \rho_{\min} \cdot 2 \cdot b \cdot d = 242.1 \quad \text{mm}^2$$

$$A_{s, \text{prov}} = 770 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 242.1 \text{ mm}^2$$

Az alkalmazott 5φ14 vasalás megfelel.



vasalási vázlat
5.9.3.2. ábra

Nyírási vasalás számítása:

$$\text{Mértékadó nyíróerő} \quad V_{Ed} := 102.99 \quad \text{kN} \quad f_{ctd} := 1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{A beton által felvehető nyíróerő} \quad c := 0.388$$

$$V_{Rdc} := \frac{(c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd})}{10^3} = 31.312 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rdc} = 31.312 \text{ kN} < V_{Ed} = 102.99 \text{ kN}$$

Méretezett nyírási vasalás szükséges.

Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$z := 0.9 \cdot d = 242.1 \quad \text{mm}^2 \quad f_{ck} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\gamma := 0.6 \cdot \left[1 - \left(\frac{f_{ck}}{250} \right) \right] = 0.552 \quad f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{Rdmax} := \frac{(0.5 \cdot b \cdot z \cdot \gamma \cdot f_{cd})}{10^3} = 266.61 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rdmax} = 266.61 \text{ kN} > V_{Ed} = 102.99 \text{ kN}$$

Megfelel.

$A_{V_{Ed}}$ minimum az 50%-át viseljék a kengyelek.

$$V_{Rds} := \frac{V_{Ed}}{2} = 51.495 \quad \text{kN}$$

Kengyel átmérő $\phi_K := 8 \text{ mm}$

$$f_{ywd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad A_{sw} := 101 \quad \text{mm}^2$$

$$z := 0.9 \cdot d = 242.1 \quad \text{mm}^2$$

$$V_{Rds} \cdot 10^3 = \left(\frac{z}{s_s} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd}$$

$$s_S := \text{Find}(s_S)$$

$$s_s = 206.557 \text{ mm}$$

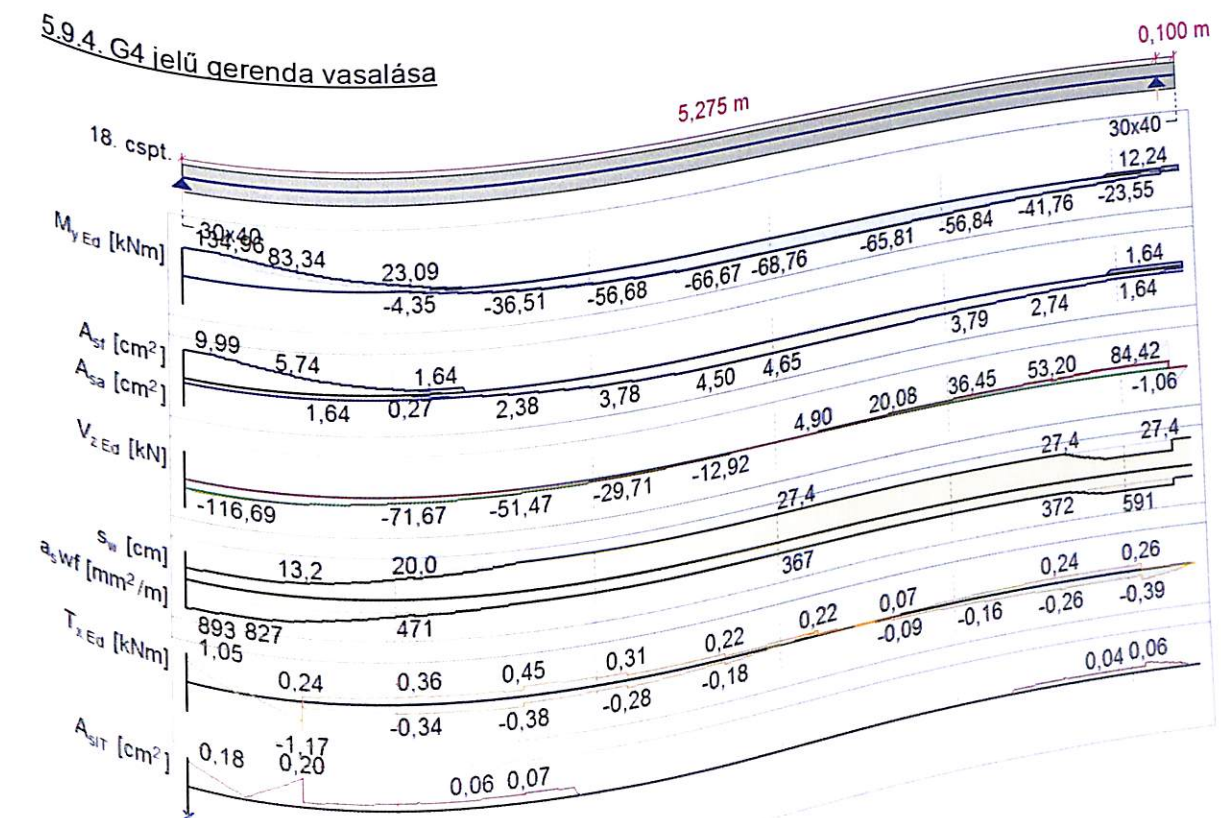
$s_{alk} := 200$ mm

Alkalmazott kengyel $\phi 8/20$

$$V_{Eds} := \frac{\left[\left(\frac{z}{s_{alk}} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \right]}{1000} = 53.183$$

$$kN > V_{Rds} = 51.495 \quad kN$$

5.9.4. G4 jelű gerenda vasalása



5.9.4.1. ábra

Hajlítási vasalás számítása:

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 68.76 \quad \text{kNm}$$

Tervezett vasátmérő $\phi := 16 \text{ mm}$
 Kengyel átmérő $\phi_k := 8 \text{ mm}$
 Betontakarás $c_{nom} := 10 + \phi = 26 \text{ mm}$
 Hatékony magasság $h := 400 \text{ mm}$
 $d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 366 \text{ mm}$

$b := 300 \text{ mm}$ $d = 366 \text{ mm}$ $M_{Ed} = 68.76 \text{ kNm}$

$f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$

$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$

$x_c := \text{Find}(x_c)$ $\epsilon_{c0} := 0.49$

$x_c = 50.58$ $\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.138$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmennyiség:

$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$ $b := 300 \text{ mm}$ $x_c = 50.58 \text{ mm}$

$f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$

$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$

$A_s := \text{Find}(A_s)$

$A_s = 463.94 \text{ mm}^2$

Alkalmazott vasalás 3 ϕ 16
 $A_{s,prov} = 603 \text{ mm}^2 > A_s = 463.94 \text{ mm}^2$ - Megfelel

Minimális vasmennyiség:

$f_{yk} := 500 \text{ N/mm}^2$ $f_{ctm} := 2.2 \text{ N/mm}^2$

$\rho_{min} := \frac{(0.26 \cdot f_{ctm})}{f_{yk}} = 1.144 \times 10^{-3} \quad \blacksquare < 0.0015$

$\rho_{min} := 0.0015$

$A_{smin} := \rho_{min} \cdot 2 \cdot b \cdot d = 329.4 \text{ mm}^2$

$A_{s,prov} = 603 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 329.4 \text{ mm}^2$
 Az alkalmazott 3 ϕ 16 vasalás megfelel.

Támasznál:

Mértékadó nyomaték

$M_{Ed} := 134.96 \text{ kNm}$

Tervezett vasátmérő

$\phi := 16 \text{ mm}$

Kengyel átmérő

$\phi_k := 8 \text{ mm}$

Betontakarás

$c_{nom} := 10 + \phi = 26 \text{ mm}$

Hatékony magasság

$$h := 400 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{\text{nom}} - \frac{\phi}{2} \right) = 366 \quad \text{mm}$$

$$b := 300 \quad \text{mm}$$

$$d = 366 \quad \text{mm} \quad M_{\text{Ed}} = 134.96 \quad \text{kNm}$$

$$f_{\text{cd}} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_{\text{c}} \cdot f_{\text{cd}} \cdot \left(d - \frac{x_{\text{c}}}{2} \right) = M_{\text{Ed}} \cdot 10^6$$

$$x_{\text{c}} := \text{Find}(x_{\text{c}}) \quad \epsilon_{\text{c0}} := 0.49$$

$$x_{\text{c}} = 108.499 \quad \epsilon_{\text{c}} := \frac{x_{\text{c}}}{d} = 0.296$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{\text{yd}} = 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 300 \quad \text{mm} \quad x_{\text{c}} = 108.499 \quad \text{mm}$$

$$f_{\text{cd}} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

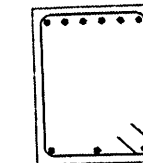
$$b \cdot x_{\text{c}} \cdot f_{\text{cd}} = A_{\text{s}} \cdot f_{\text{yd}}$$

$$A_{\text{s}} := \text{Find}(A_{\text{s}})$$

$$A_{\text{s}} = 995.196 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás 6 ϕ 16

$$A_{\text{s,prov}} = 1206 \text{ mm}^2 > A_{\text{s}} = 995.196 \text{ mm}^2 - \text{Megfelel}$$



vasalási vázlat
5.9.4.2. ábra

Nyírási vasalás szimaitása:

$$\text{Mértékadó nyíróerő} \quad V_{\text{Ed}} := 116.69 \quad \text{kN}$$

$$\text{A beton által felvehető nyíróerő} \quad c := 0.349 \quad f_{\text{ctd}} := 1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{\text{Rdc}} := \frac{(c \cdot b \cdot d \cdot f_{\text{ctd}})}{10^3} = 38.32 \quad \text{kN}$$

$$V_{\text{Rdc}} = 38.32 \text{ kN} < V_{\text{Ed}} = 116.69 \text{ kN}$$

Méretezett nyírási vasalás szükséges.

Ferde nyomott beton rácsrúd teherbírása:

$$z := 0.9 \cdot d = 329.4 \quad \text{mm}^2 \quad f_{\text{ck}} := 20 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\gamma := 0.6 \cdot \left[1 - \left(\frac{f_{\text{ck}}}{250} \right) \right] = 0.552 \quad f_{\text{cd}} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$V_{\text{Rdmax}} := \frac{(0.5 \cdot b \cdot z \cdot \gamma \cdot f_{\text{cd}})}{10^3} = 362.748 \quad \text{kN}$$

$$V_{\text{Rdmax}} = 362.748 \text{ kN} > V_{\text{Ed}} = 116.69 \text{ kN}$$

Megfelel.

Kengyelek:

A V_{Ed} minimum az 50%-át viseljék a kengyelek.

$$V_{Rds} := \frac{V_{Ed}}{2} = 58.345 \quad \text{kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Kengyel átmérő} \quad \phi_k &:= 8 \quad \text{mm} \\ f_{ywd} &:= 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad A_{sw} := 101 \quad \text{mm}^2 \\ z &:= 0.9 \cdot d = 329.4 \quad \text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rds} \cdot 10^3 = \left(\frac{z}{s_s} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd}$$

$$s_s := \text{Find}(s_s)$$

$$s_s = 248.045 \quad \text{mm}$$

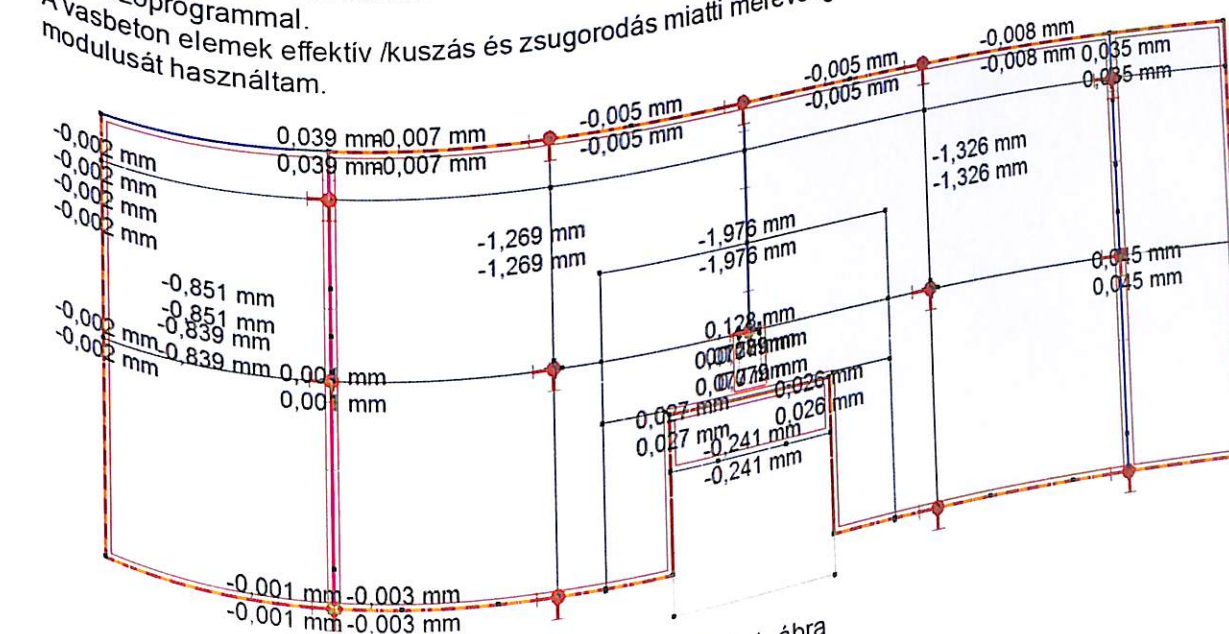
$$s_{alk} := 300 \quad \text{mm}$$

Alkalmazott kengyel $\phi 8/200$

$$V_{Eds} := \frac{\left[\left(\frac{z}{s_{alk}} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \right]}{1000} = 48.241 \quad \text{kN} > V_{Rds} = 58.345 \quad \text{kN}$$

5.10. Lehajlási követelmények ellenőrzése

A lehajlást kváziállandó teherkombináció (használhatósági határállapot) szerint számítottam AXIS méretezőprogrammal.
A vasbeton elemek effektív /kuszás és zsugorodás miatti merevségcsökkenést magában foglaló/ rugalmasság modulusát használtam.



5.10.1. ábra

5.10.1. Födém

A kétirányban teherviselő lemez kisebbik fesztávolságát vettem fel mértékadónak.

$$e_z := 1.326 \quad \text{mm}$$

$$L := 4.90 \quad \text{m}$$

$$e_{z\max} := \frac{L \cdot 1000}{250} = 19.6 \quad \text{mm}$$

$$e_{z\max} = 19.6 \text{ mm} > e_z = 1.326 \text{ mm}$$

Lehajlásra megfelel.

Ellenőrzés kézi számítással

$$P_{Ed} := 14.62 \quad \text{kN/m} \quad \beta := 1 \quad \alpha := 1 \quad K := 1.5$$

$$b := 1 \quad \text{m} \quad d := 0.175 \quad \text{m} \quad l := 4.90 \quad \text{m}$$

$$\frac{\beta \cdot P_{Ed}}{b} = 14.62 \quad \text{kNm}^2$$

$$\frac{\left(\frac{l}{K}\right)}{d} = 18.667 < \alpha^*(l/d)_{\text{eng}} = 25 \quad \text{Lehajlásra megfelel.}$$

5.10.1. Gerendán

$$e_z := 17.093 \quad \text{mm} \quad L := 5.125 \quad \text{m}$$

$$e_{z\max} := \frac{L \cdot 1000}{250} = 20.5 \quad \text{mm}$$

$$e_{z\max} = 20.5 \text{ mm} > e_z = 17.083 \text{ mm}$$

Lehajlásra megfelel.

Ellenőrzés kézi számítással

$$P_{Ed} := 14.62 \quad \text{kN/m} \quad \beta := 1 \quad \alpha := 1 \quad K := 1.5$$

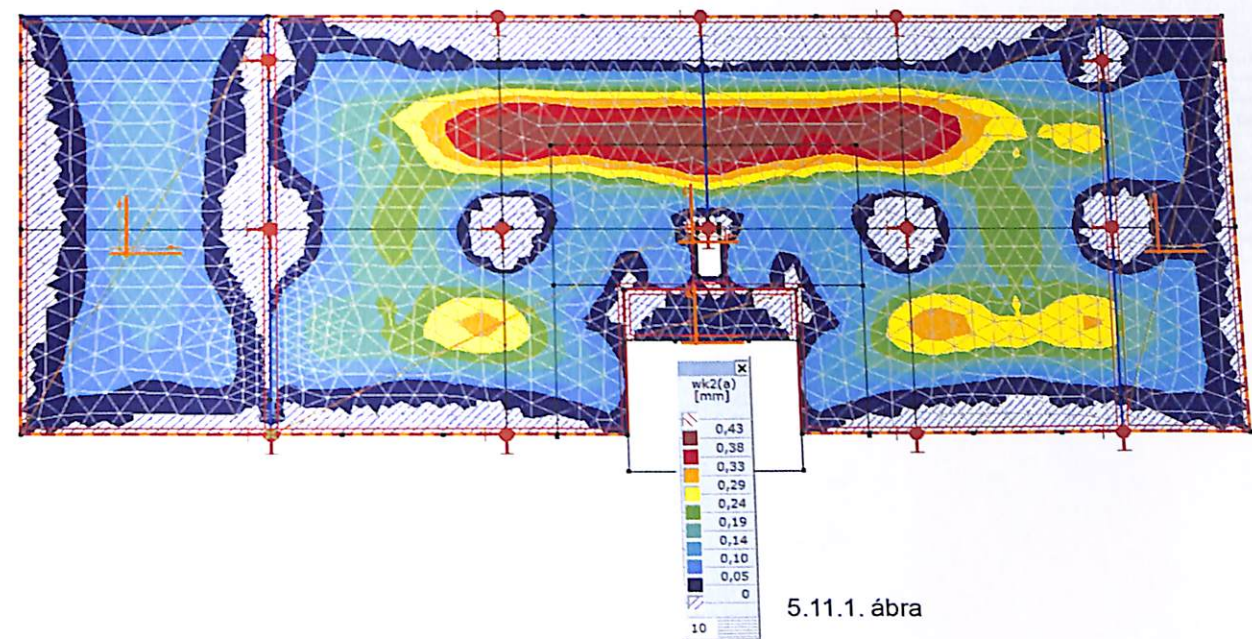
$$b := 1 \quad \text{m} \quad d := 0.369 \quad \text{m} \quad l := 5.125 \quad \text{m}$$

$$\frac{\beta \cdot P_{Ed}}{b} = 14.62 \quad \text{kNm}^2$$

$$\frac{\left(\frac{l}{K}\right)}{d} = 9.259 < \alpha^*(l/d)_{\text{eng}} = 25 \quad \text{Lehajlásra megfelel.}$$

5.11. Repedéstágasság ellenőrzése

A repedéstágasságot kváziállandó teherkombináció (használhatósági határállapot) szerint számítottam AXIS méretezőprogrammal.



5.11.1. ábra

$w_{keng} := 0.4 \text{ mm}$

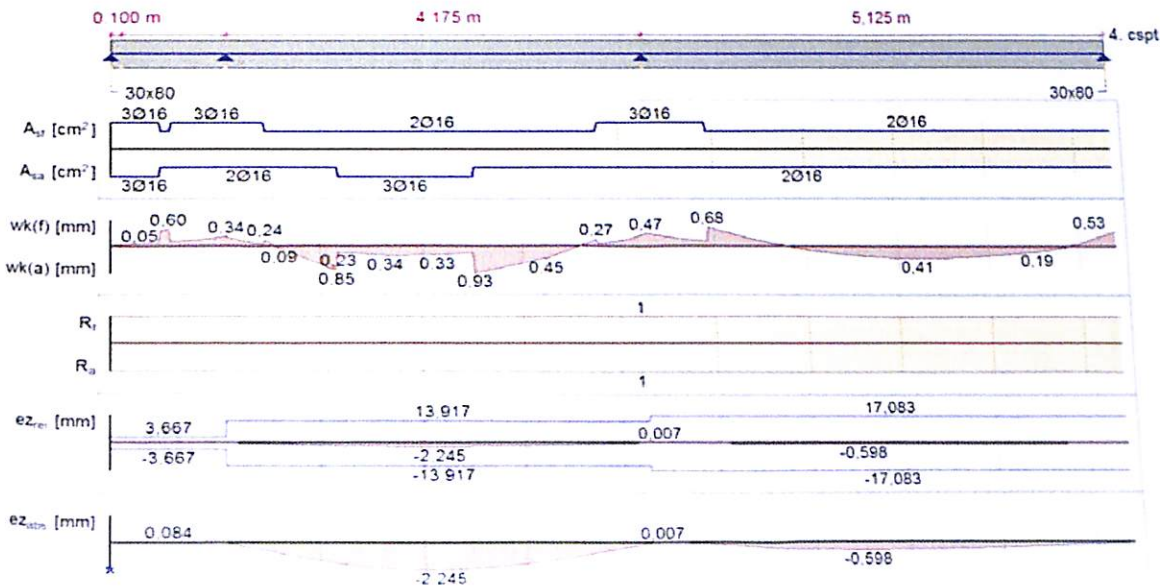
$w_k := 0.43 \text{ mm}$

$w_{keng} = 0.4 \text{ mm} < w_k = 0.43 \text{ mm}$

Repedéstágasságra nem felel meg.

A repedéstágasságot csökkentem kéregvasalással. Huzalhálóval alakítom ki a húzott övön belül, úgy hogy a kengyeleken kívül helyezkedjen el, x_c magasságig. A betonfedés a kéregvasaláson is biztosítva van.

5.11.2. Gerenda



5.11.2.1. ábra

$w_{keng} := 0.4 \text{ mm} \quad w_k := 0.93$

$w_{keng} = 0.4 \text{ mm} > w_k = 0.93 \text{ mm}$

Repedéstágasságra nem felel meg.

A repedéstágasságot csökkentem kéregvasalással. Huzalhálóval alakítom ki a húzott övön belül, úgy hogy a kengyeleken kívül helyezkedjen el, x_c magasságig. A betonfedés a kéregvasaláson is biztosítva van.

6. Pillérek teherbírása

6.1 Pillérek jutó terhek

A pillérek pozíciós tervét lásd a garázs pozíciós tervén.

	Pillérekre jutó terhek															
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8	
	Adott fömről [kN]	Összesen [kN]	Adott fömről [kN]	Összesen [kN]	Adott fömről [kN]	Összesen [kN]	Adott fömről [kN]	Összesen [kN]	Adott fömről [kN]	Összesen [kN]	Adott fömről [kN]	Összesen [kN]	Adott fömről [kN]	Összesen [kN]	Adott fömről [kN]	Összesen [kN]
Kaporsófodémról																
Tetőtér födémről	508.05	508.05	342.85	342.85	156.76	156.76	155.62	155.62	113.01	113.01	25.36	25.36	3.39	3.39	16.93	89.05
2. emeleti födémről	327.84	835.89	223.66	566.51	133.96	290.72	144.04	299.66	111.43	224.44	24.36	49.72	12.91	16.3	22.96	112.01
1. emeleti födémről	327.84	1163.73	223.66	790.17	133.96	424.68	144.04	443.7	111.43	335.87	24.36	74.08	12.91	29.21	22.96	134.97
Földszinti födémről	430.96	1594.69	393.9	1184.07	244.93	669.61	776.21	1219.91	657.47	993.34	20.75	94.83	273.79	303	772.76	907.73

6.2. P1 jelű pillér teherbírásának igazolása

Mértékadó erő $N_{Ed} := 1594.69 \text{ kN}$

Pillér keresztmetszete $h := 300 \text{ mm}$ $b := 300 \text{ mm}$

$A_c := b \cdot h = 9 \times 10^4 \text{ mm}^2$

Beton nyomószilárdságának terv. értéke $f_{cd} := 13.3 \text{ N/mm}^2$

Betonacélok $8\phi 18$
 $A_s := 2036 \text{ mm}^2$

Betonacél folyáshatárának terv. értéke $f_{yd} := 435 \text{ N/mm}^2$

Kihajlási hossz $v := 0.5$ $l := 3300 \text{ mm}$
 $l_0 := v \cdot l = 1.65 \times 10^3 \text{ mm}$

Csökkentő tényező $\alpha := \frac{l_0}{h} = 5.5$ $\phi := 0.86$
 $\phi_{max} := 0.77$
 $\phi_{alk} := 0.77$

Keresztmetszet névleges teherbírása:

$N_u := A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 2.083 \times 10^6 \text{ kN}$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$N_{Rd} := \phi \cdot N_u$

$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$

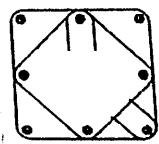
$N_{Rd} := N_{Ed}$

$\phi_{alk} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$

$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$

$N_{Rd} = 1.604 \times 10^3 \text{ kN} > N_{Ed} = 1.595 \times 10^3 \text{ kN}$

Alkalmazott vasalás, 8 $\phi 18$, megfelel.



vasalási vázlat
6.2.1. ábra

Minimális vasmenyiség $A_{s,min} = \max \{0.1N_{Ed}/f_{yd}; 0.003A_c\}$

$$0.1 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot 10^3}{f_{yd}} = 366.595 \quad \text{mm}^2$$

$$0.003 \cdot b \cdot h = 270 \quad \text{mm}^2 \quad A_{s,min} = 120 \text{ mm}^2 < A_s = 2.036 \times 10^3 \quad \text{mm}^2$$

6.3. P2 jelű pillér teherbírásának igazolása

Mértékadó erő $N_{Ed} := 1184.07 \quad \text{kN}$

Pillér keresztmetszete $h := 300 \quad \text{mm} \quad b := 300 \quad \text{mm}$

$$A_c := b \cdot h = 9 \times 10^4 \quad \text{mm}^2$$

Beton nyomószilárdságának terv. értéke $f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$

Betonacéllok $6\phi 16$
 $A_s := 1206 \quad \text{mm}^2$

Betonacél folyáshatárának terv. értéke $f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2$

Kihajlási hossz $v := 0.5 \quad l := 3300 \quad \text{mm}$

$$l_0 := v \cdot l = 1.65 \times 10^3 \quad \text{mm}$$

Csökkentő tényező $\alpha := \frac{l_0}{h} = 5.5 \quad \phi := 0.86$
 $\phi_{max} := 0.77$
 $\phi_{alk} := 0.77$

Keresztmetszet névleges teherbírása:

$$N_u := A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 1.722 \times 10^6 \quad \text{kN}$$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$$N_{Rd} := \phi \cdot N_u$$

$$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$$

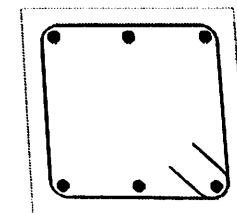
$$N_{Rd} := N_{Ed}$$

$$\phi_{alk} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$$

$$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$$

$$N_{Rd} = 1.326 \times 10^3 \quad \text{kN} > N_{Ed} = 1.184 \times 10^3 \quad \text{kN}$$

Alkalmazott vasalás, $6\phi 16$, megfelel.



vasalási vázlat
6.3.1 ábra

6.4. P3 jelű pillér teherbírásának igazolása

Mértékadó erő	$N_{Ed} := 669.91$	kN	
Pillér keresztmetszete	$h := 300$	mm	$b := 300$ mm
	$A_c := b \cdot h = 9 \times 10^4$	mm ²	
Beton nyomószilárdságának terv. értéke	$f_{cd} := 13.3$	N/mm ²	
Betonacélok	$4\phi 14$		
	$A_s := 616$	mm ²	
Betonacél folyáshatárának terv. értéke	$f_{yd} := 435$	N/mm ²	
Kihajlási hossz	$v := 0.5$		$l := 3300$ mm
	$l_o := v \cdot l = 1.65 \times 10^3$	mm	
Csökkentő tényező	$\alpha := \frac{l_o}{h} = 5.5$		$\phi := 0.86$ $\phi_{max} := 0.77$ $\phi_{alk} := 0.77$

Keresztmetszet névleges teherbírása:

$$N_u := A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 1.465 \times 10^6 \quad \text{kN}$$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$$N_{Rd} := \phi \cdot N_u$$

$$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$$

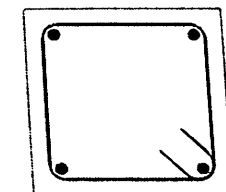
$$N_{Rd} := N_{Ed}$$

$$\phi_{alk} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$$

$$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$$

$$N_{Rd} = 1.128 \times 10^3 \quad \text{kN} \quad > \quad N_{Ed} = 669.91 \quad \text{kN}$$

Alkalmazott vasalás, 4 ϕ 14, megfelel.



vasalási vázlat
6.4.1. ábra

6.5. P4 jelű pillér teherbírásának igazolása

Mértékadó erő	$N_{Ed} := 1219.91$	kN
Pillér keresztmetszete	$h := 300$	mm
	$b := 300$	mm
	$A_c := b \cdot h = 9 \times 10^4$	mm ²
Beton nyomószilárdságának terv. értéke	$f_{cd} := 13.3$	N/mm ²
Betonacélok	$6\phi 14$	
	$A_s := 924$	mm ²
Betonacél folyáshatárának terv. értéke	$f_{yd} := 435$	N/mm ²
Kihajlási hossz	$v := 0.5$	
	$l := 3300$	mm
	$l_0 := v \cdot l = 1.65 \times 10^3$	mm
Csökkentő tényező	$\alpha := \frac{l_0}{h} = 5.5$	
	$\phi := 0.86$	
	$\phi_{max} := 0.77$	
	$\phi_{alk} := 0.77$	

Keresztmetszet névleges teherbírása:

$$N_u := A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 1.599 \times 10^6 \quad \text{kN}$$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$$N_{Rd} := \phi \cdot N_u$$

$$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$$

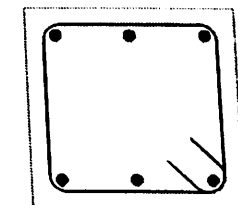
$$N_{Rd} := N_{Ed}$$

$$\phi_{alk} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$$

$$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$$

$$N_{Rd} = 1.231 \times 10^3 \quad \text{kN} > N_{Ed} = 1.22 \times 10^3 \quad \text{kN}$$

Alkalmazott vasalás, 6 ϕ 14, megfelel.



vasalási vázlat
6.5.1 ábra

6.6. P5 jelű pillér teherbírásának igazolása

Mértékadó erő	$N_{Ed} := 993.34$	kN
Pillér keresztmetszete	$h := 300$	mm
	$b := 300$	mm
	$A_c := b \cdot h = 9 \times 10^4$	mm ²
Beton nyomószilárdságának terv. értéke	$f_{cd} := 13.3$	N/mm ²
Betonacélok	$4\phi 14$	
	$A_s := 616$	mm ²
Betonacél folyáshatárának terv. értéke	$f_{yd} := 435$	N/mm ²
Kihajlási hossz	$v := 0.5$	
	$l := 3300$	mm
	$l_o := v \cdot l = 1.65 \times 10^3$	mm
Csökkentő tényező	$\alpha := \frac{l_o}{h} = 5.5$	
	$\phi := 0.86$	
	$\phi_{max} := 0.77$	
	$\phi_{alk} := 0.77$	

Keresztmetszet névleges teherbírása:

$$N_u := A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 1.465 \times 10^6 \text{ kN}$$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$$N_{Rd} := \phi \cdot N_u$$

$$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$$

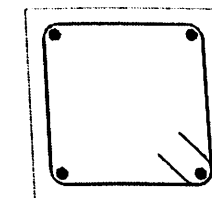
$$N_{Rd} := N_{Ed}$$

$$\phi_{alk} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$$

$$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$$

$$N_{Rd} = 1.128 \times 10^3 \text{ kN} > N_{Ed} = 993.34 \text{ kN}$$

Alkalmazott vasalás, 4 ϕ 14, megfelel.



vasalási vázlat
6.6.1. ábra

6.7. P6 jelű pillér teherbírásának igazolása

Mértékadó erő $N_{Ed} := 93.83$ kN
 Pillér keresztmetszete $h := 300$ mm $b := 300$ mm

$$A_c := b \cdot h = 9 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

Beton nyomószilárdságának terv. értéke $f_{cd} := 13.3$ N/mm²

Betonacéllok $4\phi 12$
 $A_s := 452$ mm²

Betonacél folyáshatárának terv. értéke $f_{yd} := 435$ N/mm²

Kihajlási hossz $v := 0.5$ $l := 3300$ mm

$$l_o := v \cdot l = 1.65 \times 10^3 \text{ mm}$$

Csökkentő tényező $\alpha := \frac{l_o}{h} = 5.5$ $\phi := 0.86$
 $\phi_{max} := 0.77$
 $\phi_{alk} := 0.77$

Keresztmetszet névleges teherbírása:

$$N_u := A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 1.394 \times 10^6 \text{ kN}$$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$$N_{Rd} := \phi \cdot N_u$$

$$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$$

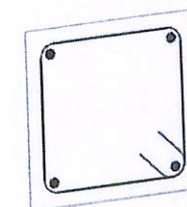
$$N_{Rd} := N_{Ed}$$

$$\phi_{alk} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$$

$$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$$

$$N_{Rd} = 1.073 \times 10^3 \text{ kN} > N_{Ed} = 93.83 \text{ kN}$$

Alkalmazott vasalás, $4\phi 12$, megfelel.



vasalási vázlat
 6.7.1. ábra

6.8. P7 jelű pillér teherbírásának igazolása

Mértékadó erő	$N_{Ed} := 303$	kN
Pillér keresztmetszete	$h := 300$	mm
	$b := 300$	mm
	$A_c := b \cdot h = 9 \times 10^4$	mm ²
Beton nyomószilárdságának terv. értéke	$f_{cd} := 13.3$	N/mm ²
Betonacélok	$4\phi 12$	
	$A_s := 452$	mm ²
Betonacél folyáshatárának terv. értéke	$f_{yd} := 435$	N/mm ²
Kihajlási hossz	$v := 0.5$	$l := 3300$ mm
	$l_o := v \cdot l = 1.65 \times 10^3$	mm
Csökkentő tényező	$\alpha := \frac{l_o}{h} = 5.5$	$\phi := 0.86$
		$\phi_{max} := 0.77$
		$\phi_{alk} := 0.77$

Keresztmetszet névleges teherbírása:

$$N_u := A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 1.394 \times 10^6 \text{ kN}$$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$$N_{Rd} := \phi \cdot N_u$$

$$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$$

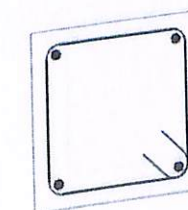
$$N_{Rd} := N_{Ed}$$

$$\phi_{alk} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$$

$$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$$

$$N_{Rd} = 1.073 \times 10^3 \text{ kN} > N_{Ed} = 303 \text{ kN}$$

Alkalmazott vasalás, 4 ϕ 12, megfelel.



vasalási vázlat
6.8.1. ábra

6.9. P8 jelű pillér teherbírásának igazolása

Mértékadó erő	$N_{Ed} := 907.73$	kN
Pillér keresztmetszete	$h := 300$ mm	$b := 300$ mm
	$A_c := b \cdot h = 9 \times 10^4$	mm ²
Beton nyomószilárdságának terv. értéke	$f_{cd} := 13.3$	N/mm ²
Betonacélok	$4\phi 14$	
	$A_s := 616$	mm ²
Betonacél folyáshatárának terv. értéke	$f_{yd} := 435$	N/mm ²
Kihajlási hossz	$v := 0.5$	$l := 3300$ mm
	$l_o := v \cdot l = 1.65 \times 10^3$	mm
Csökkentő tényező	$\alpha := \frac{l_o}{h} = 5.5$	$\phi := 0.86$
		$\phi_{max} := 0.77$
		$\phi_{alk} := 0.77$

Keresztmetszet névleges teherbírása:

$$N_u := A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} = 1.465 \times 10^6 \text{ kN}$$

Központosan nyomott oszlop teherbírása:

$$N_{Rd} := \phi \cdot N_u$$

$$N_{Rd} := \phi \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})$$

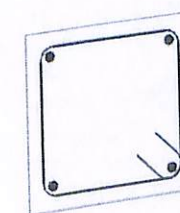
$$N_{Rd} := N_{Ed}$$

$$\phi_{alk} \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}) = N_{Rd} \cdot 10^3$$

$$N_{Rd} := \text{Find}(N_{Rd})$$

$$N_{Rd} = 1.128 \times 10^3 \text{ kN} > N_{Ed} = 907.73 \text{ kN}$$

Alkalmazott vasalás, 4 ϕ 14, megfelel.



vasalási vázlat
6.9.1. ábra

6.10. P9 jelű pillér teherbírásának igazolása

A pillér méretezését lásd a 2.7.2. pontban

6.11. Összesítő táblázat

		Garázs	Földszint	1. emelet	2. emelet	Tetőtér
P1	φ [mm]	18	16	16	16	-
	db	8	4	4	4	-
	b/h [mm]	300/300	300/300	300/300	200/200	-
P2	φ [mm]	16	16	16	12	-
	db	6	8	8	4	-
	b/h [mm]	300/300	200/200	200/200	200/200	-
P3	φ [mm]	14	14	12	12	-
	db	4	4	4	4	-
	b/h [mm]	300/300	200/200	200/200	200/200	-
P4	φ [mm]	14	14	12	12	-
	db	6	4	4	4	-
	b/h [mm]	300/300	200/200	200/200	200/200	-
P5	φ [mm]	14	14	12	12	-
	db	4	4	4	4	-
	b/h [mm]	300/300	200/200	200/200	200/200	-
P6	φ [mm]	12	12	12	12	-
	db	4	4	4	4	-
	b/h [mm]	300/300	200/200	200/200	200/200	-
P7	φ [mm]	12	12	12	12	-
	db	4	4	4	4	-
	b/h [mm]	300/300	200/200	200/200	200/200	-
P8	φ [mm]	14	12	12	12	12
	db	4	4	4	4	4
	b/h [mm]	300/300	200/200	200/200	200/200	200/200
P9	φ [mm]	-	-	-	-	12
	db	-	-	-	-	4
	b/h [mm]	-	-	-	-	200/200

7. Lépcsőkar méretezése

7.1. Lépcsőre ható terhek

Állandó terhek:

- Önsúly (vtg: 15 cm)
- Rétegrendből:

$$\begin{aligned} & 3.43 \text{ kN/m}^2 \\ & 1.30 \text{ kN/m}^2 \\ & \gamma_G = 1.35 \end{aligned}$$

Esetleges terhek:

- Hasznos teher:
- Parciális tényező

$$\begin{aligned} & 3 \text{ kN/m}^2 \\ & \gamma_Q = 1.5 \end{aligned}$$

7.2. Mértékadó terhek

Teherbírási vizsgálatoknál:

$$g_k := 4.73 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_G := 1.35$$

$$q := 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_Q := 1.5$$

$$P_{Ed} := (\gamma_G \cdot g_k) + (\gamma_Q \cdot q) = 10.886 \text{ kN/m}^2$$

Használhatósági vizsgálatoknál:

$$P_{qp1} := g_k + q = 7.73 \text{ kN/m}^2$$

7.3. Alkalmazott szerkezeti anyagok

Beton: C20/25

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

$$\gamma_c = 1.5$$

$$f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$$

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

Betonacél: B500

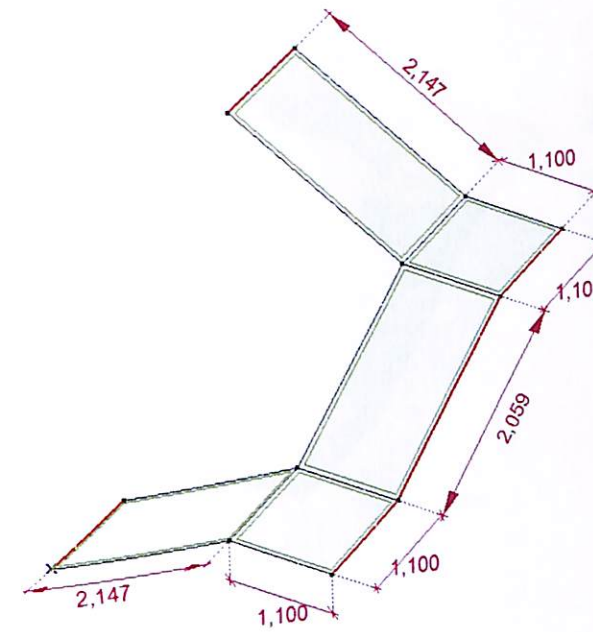
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_s = 1.5$$

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

7.4. Statikai modell

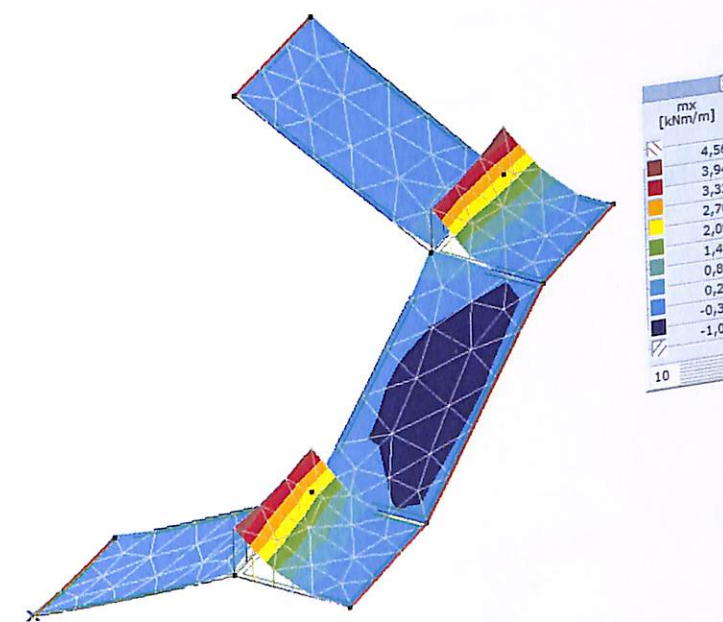
Az igénybevételek számítását és a szerkezetek méretezését az AXIS statikai programmal végeztem a 7.2. pontban megadott terhek alapján.



7.4.1. ábra

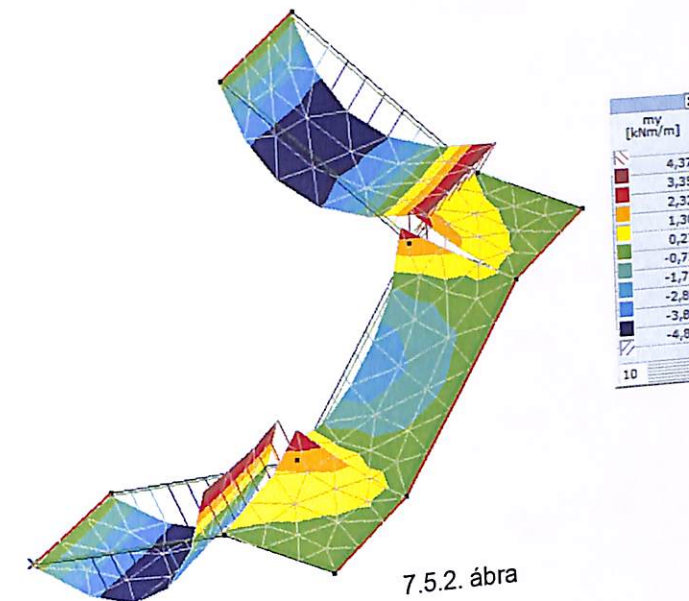
7.5. Mértékadó igénybevételek

m_x - felső x irányú vasalás



7.5.1. ábra

m_y - felső y irányú vasalás



7.6. Lemezvasalás meghatározása

7.6.1. X irányú vasalás

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 4.56 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 150 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 125 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 125 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 4.56 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c)$$

$$\epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 2.774$$

$$\epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.022$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

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

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 2.774$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 84.803 \quad \text{mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$
 $A_{s,prov} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 84.803 \text{ mm}^2$ - Megfelel

7.6.2. Y irányú vasalás

Mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} := 4.85 \quad \text{kNm}$$

Átmérő

$$\phi := 10 \quad \text{mm}$$

Betontakarás

$$c_{nom} := 10 + \phi = 20 \quad \text{mm}$$

Hatékony magasság

$$h := 150 \quad \text{mm}$$

$$d := \left(h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} \right) = 125 \quad \text{mm}$$

$$b := 1000 \quad \text{mm} \quad d = 125 \quad \text{mm} \quad M_{Ed} = 4.85 \quad \text{kNm}$$

$$f_{cd} := 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = M_{Ed} \cdot 10^6$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) \quad \epsilon_{c0} := 0.49$$

$$x_c = 2.952 \quad \epsilon_c := \frac{x_c}{d} = 0.024$$

A vasak képlékeny állapotban vannak.

Szükséges vasmenyiség:

$$f_{yd} := 435 \quad \text{N/mm}^2 \quad b := 1000 \quad \text{mm} \quad x_c = 2.952$$

$$f_{cd} = 13.3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$b \cdot x_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s := \text{Find}(A_s)$$

$$A_s = 90.261 \quad \text{mm}^2$$

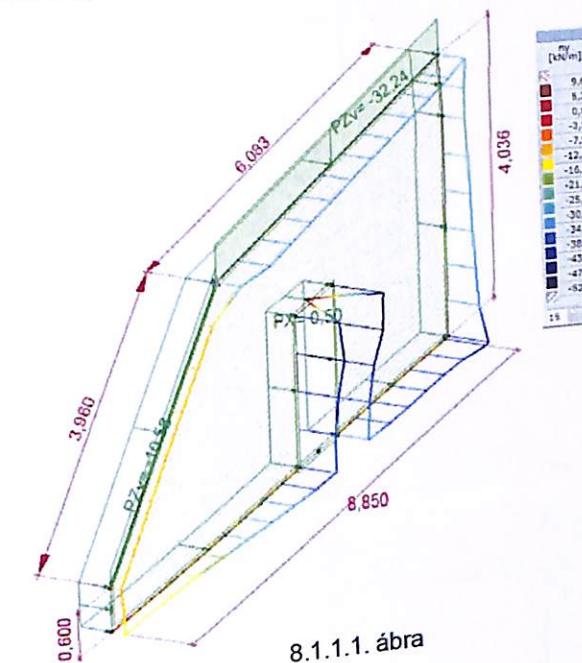
Alkalmazott vasalás $\phi 10/10$

$A_{s,prov} = 393 \text{ mm}^2 > A_s = 90.261 \text{ mm}^2$ - Megfelel

8. Vasbeton falak méretezése

8.1 Koporsófödém

8.1.1 Statikai váz, terhek



8.1.1.1. ábra

8.1.2 Teherbírás ellenőrzése teherbírási vonallal

Koporsófödém, legnagyobb igénybevétel helyén, külső szélteherre számolva

Falvastagság 20 cm
 $h := 200$ mm
 $b := 1000$ mm
 Alkalmazott vasalás $\phi 10/20$

Beton: C20/25
 $f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$

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

$c_{nom} := 20$ mm
 $d_1 := 170$ mm
 $A_s := 785$ mm²
 $f_{yd} := 435$ N/mm²
 $f_{cd} := 13.3$ N/mm²

Mértékadó igénybevételek

$M_{Ed} := 3.92 \cdot 10^6$ kNm

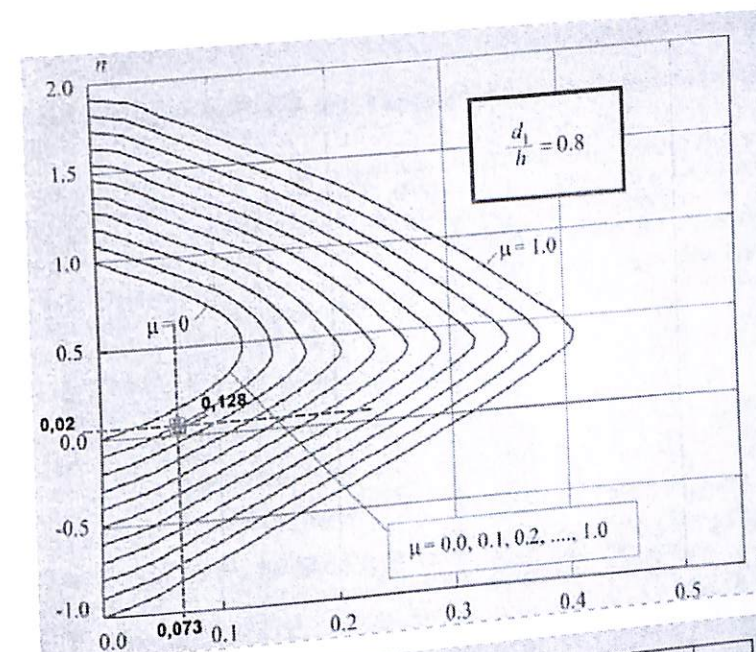
$\mu := \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = 0.128$

$m := \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = 7.368 \times 10^{-3}$

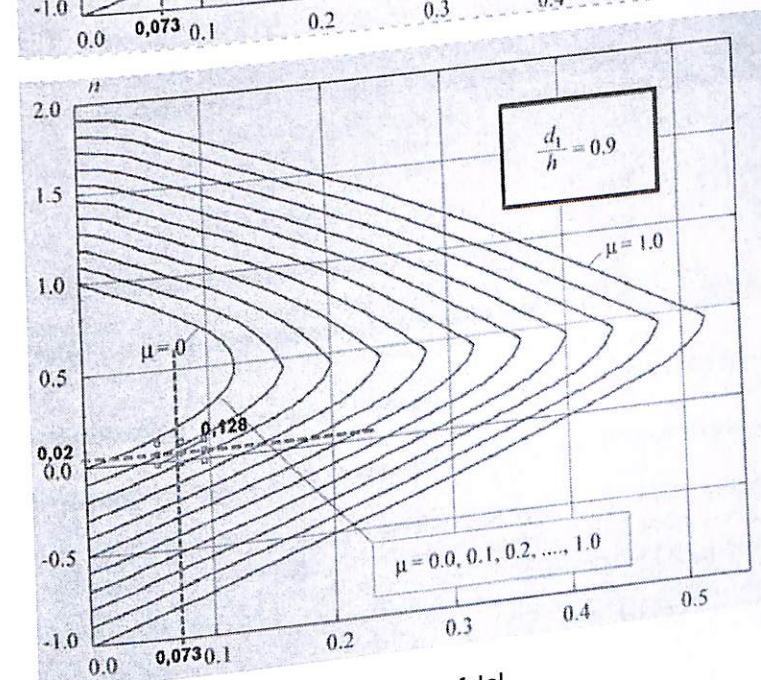
$N_{Ed} := 52.03 \cdot 10^3$ kN

$\frac{d_1}{h} = 0.85$

$n := \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = 0.02$



8.1.2.1. ábra



8.1.2.2. ábra

Az alkalmazott vasalás, $\phi 10/20$, megfelel.

8.1.3 Minimális vasmennyiség meghatározása

Függőleges vasalás

$$A_C := b \cdot h = 2 \times 10^5 \quad \text{mm}^2$$

$$A_{smin} := 0.003 \cdot A_C = 600 \quad \text{mm}^2$$

Vízszintes vasalás

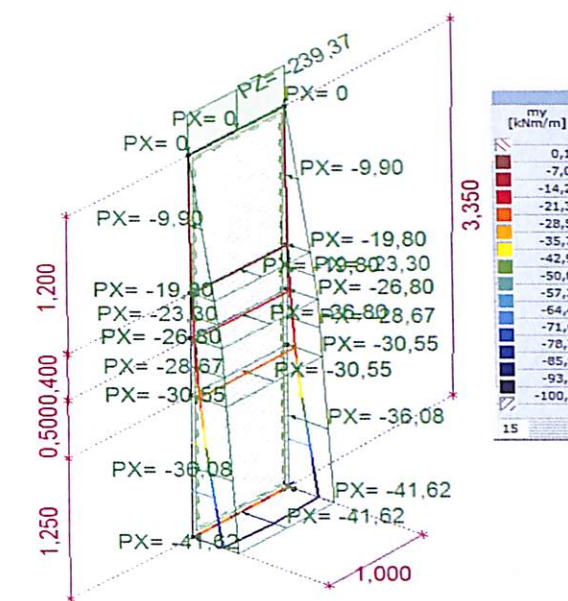
$$A_{smin} := 0.0015 \cdot A_C = 300 \quad \text{mm}^2$$

$$\blacksquare < \blacksquare \quad A_{salk} := 785 \quad \text{mm}^2$$

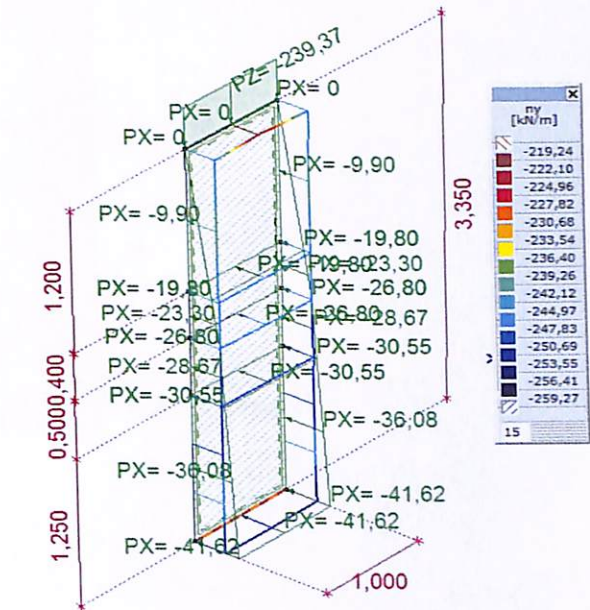
$$\blacksquare < \blacksquare \quad A_{salk} := 785 \quad \text{mm}^2$$

8.2 Garázs

8.2.1 Statikai váz, terhek



8.2.1.1. ábra



8.2.1.2. ábra

8.2.2 Teherbírás ellenőrzése teherbírási vonallal

Garázs, legnagyobb igénybevétel helyén, földnyomásra számolva

Falvastagság	30 cm	Beton: C20/25
$h := 300$ mm		$f_{cd} = 13.3 \text{ N/mm}^2$
$b := 1000$ mm		
Alkalmazott vasalás	$\phi 10/15$	Betonacél: B500
$c_{nom} := 40$ mm		$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$
$d_1 := 240$ mm		
$A_e := 1048$ mm ²		
$f_{yd} := 435$ N/mm ²		
$f_{cd} := 13.3$ N/mm ²		

Mértékadó igénybevételek

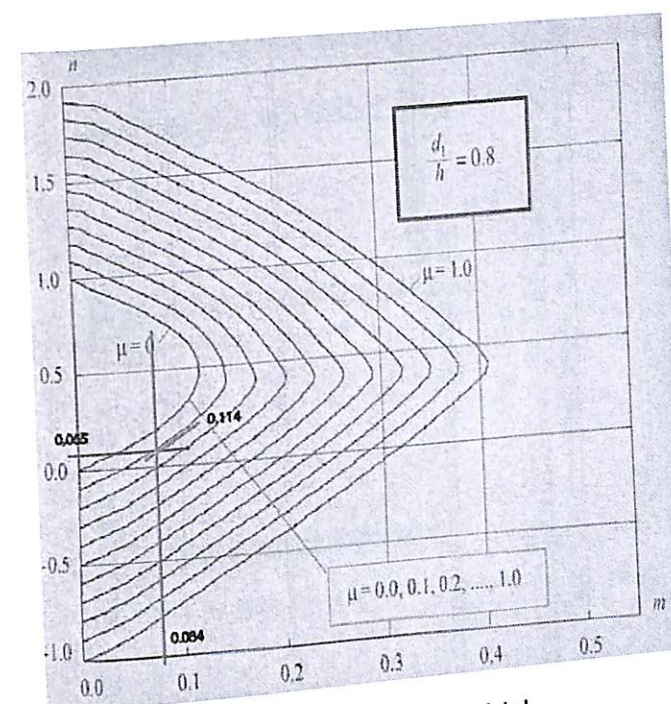
$$M_{Ed} := 100.28 \cdot 10^6 \quad \text{kNm} \quad N_{Ed} := 259.27 \cdot 10^3 \quad \text{kN}$$

$$\mu := \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = 0.114$$

$$\frac{d_1}{h} = 0.8$$

$$m := \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = 0.084$$

$$n := \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = 0.065$$



8.2.2.1. ábra

Az alkalmazott vasalás, $\phi 10/15$, megfelel.

8.2.3 Minimális vasmennyiség meghatározása

Függőleges vasalás

$$A_c := b \cdot h = 3 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} := 0.003 \cdot A_c = 900 \text{ mm}^2$$

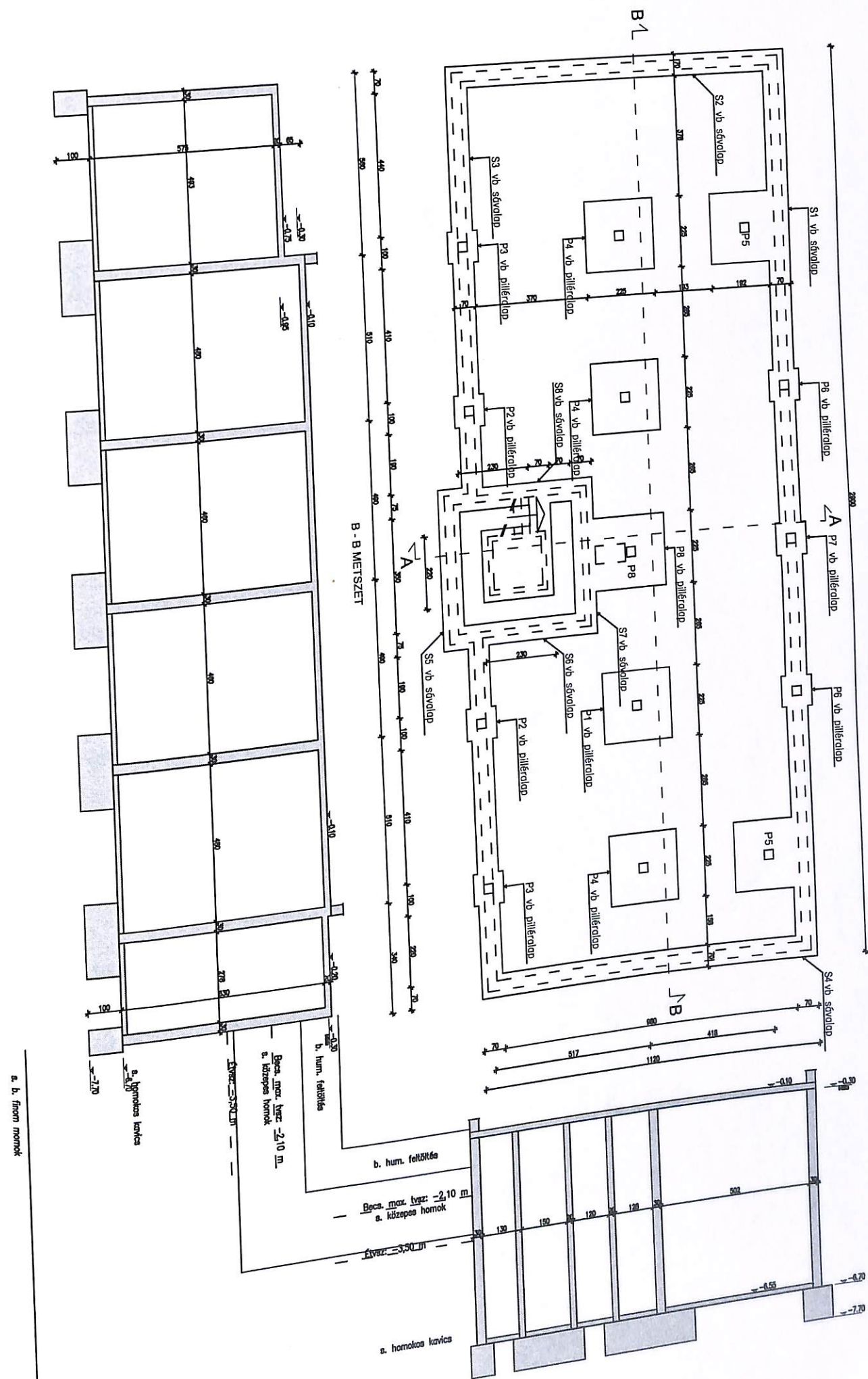
Vízszintes vasalás

$$A_{smin} := 0.0015 \cdot A_c = 450 \text{ mm}^2$$

$$A_{salk} := 1048 \text{ mm}^2$$

$$A_{salk} := 1048 \text{ mm}^2$$

ALAPOZÁS POZÍCIÓS TERVE



9. Alapozás méretezése

9.1 Kiindulási adatok

Réteghatárok [m]	Talaj	ρ [t/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	Es [MN/m ²]
0,00-1,20	b. hum. feltöltés	1,65	-	-	5
1,20-2,10	s. közepes homok	1,75	30	-	24
2,10-6,30	s. hom. kavics	1,90	34	-	26
6,30-11,50	s. b. finom homok	1,85	28	-	22
11,50-	dúrva homok	1,75	29	-	28

9.1.1. ábra

Étvsz: -3,50 m
Becc. max. tvsz.: -2,10 m

9.2 Alapozási sík felvétele

Garázs padló vonal: -3.33 m /153.17 mBf
Garázs padló rétegrendje: 21 cm
Alaptest magassága: 1.00 m

Alapozási sík: -4.06 m /152.44 mBf

9.3 Alaptest szélességének meghatározása

9.3.1 Sávalap

Alapozási sík: 152.44 mBf

Az alaptest méretei
 $B := 0.7$ m
 $L := 1.00$ m
 $H := 1$ m

Talajréteg adatai
 $\rho := 1.90$ t/m³
 $c := 0$ kN/m²
 $\phi := 34^\circ$

Teherbírási tényezők
 $N_q := e^{\pi \cdot \tan(\phi)} \cdot \left(\tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \right)^2$ $N_q = 29.44$
 $N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi)$ $N_\gamma = 38.366$
 $N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi)$ $N_c = 42.164$

Alaki tényezők
 $s_q := 1 + \frac{B}{L} \sin(\phi)$ $s_q = 1.391$
 $s_\gamma := 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L}$ $s_\gamma = 0.79$
 $s_c := \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$ $s_c = 1.405$

Teher ferdeség tényezők

Az eredő erő függőleges, így $i_q := 1$ $i_\gamma := 1$ $i_c := 1$

Az alap alsó síkja vízszintes, így $b_q := 1$ $b_\gamma := 1$ $b_c := 1$

Hatékony takarási feszültség

$t_1 := 1.20$ m $\gamma_1 := 16.5$ kN/m³ $\gamma_v := 10.0$ kN/m³

$t_2 := 0.4$ m $\gamma_2 := 17.5$ kN/m³

$t_3 := 0.5$ m $\gamma_3 := 17.5$ kN/m³

$t_4 := 1.96$ m $\gamma_4 := 19.0$ kN/m³

$q := t_1 \cdot \gamma_1 + t_2 \cdot \gamma_2 + t_3 \cdot (\gamma_3 - \gamma_v) + t_4 \cdot (\gamma_4 - \gamma_v) = 48.19$ kN/m²

Alap alatti hatékony térfogatsúly

$\gamma := 19.0 - 10 = 9$ kN/m³

A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke folyóméterre

$R_k := B \cdot (c \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot B \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)$

$R_k = 1.449 \times 10^3$ kN/m

A talajtörési ellenállás tervezési értéke folyóméterre

$\gamma_R := 1.4$

$R_d := \frac{R_k}{\gamma_R}$ $R_d = 1.035 \times 10^3$ kN/m

Ellenőrzés

Az alapra jutó függőleges teher karakterisztikus értéke

$V_k := 239.37 \cdot 0.74 = 177.134$ kN/m

A függőleges teher tervezési értéke

$\gamma_v := 1.4$

$V_d := V_k \cdot \gamma_v = 247.987$ kN/m

$R_d = 1.035 \times 10^3$ kN/m $>$ $V_d = 247.987$ kN/m

Az alaptest megfelel.

9.3.2 P1 jelű pillér alatti alaptest

Alapozási sík: 152.44 mBf

Az alaptest méretei $B := 2.25$ m
 $L := 2.25$ m
 $H := 1$ m

Talajréteg adatai

$$\rho := 1.90 \quad \text{t/m}^3$$

$$c := 0 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\phi := 34^\circ$$

Teherbírási tényezők

$$N_q := e^{\pi \cdot \tan(\phi) \cdot \left(\tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \right)^2} \quad N_q = 29.44$$

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi) \quad N_\gamma = 38.366$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) \quad N_c = 42.164$$

Alaki tényezők

$$s_q := 1 + \frac{B}{L} \sin(\phi) \quad s_q = 1.559$$

$$s_\gamma := 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \quad s_\gamma = 0.7$$

$$s_c := \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} \quad s_c = 1.579$$

Téher ferdeség tényezők

Az eredő erő függőleges, így

Az alap alsó síkja vízszintes, így

$$i_q := 1 \quad i_\gamma := 1 \quad i_c := 1$$

$$b_q := 1 \quad b_\gamma := 1 \quad b_c := 1$$

Hatékony takarási feszültség

$$t_1 := L \cdot 1 = 2.25 \quad \text{m} \quad \gamma_1 := 19.0 \quad \text{kN/m}^3 \quad \gamma_v := 10.0 \quad \text{kN/m}^3$$

$$q := t_1 \cdot (\gamma_1 - \gamma_v) = 20.25 \quad \text{kN/m}^2$$

Alap alatti hatékony térfogatsúly

$$\gamma := 19.0 - 10 = 9 \quad \text{kN/m}^3$$

A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke folyóméterre

$$R_k := B \cdot (c \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot B \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)$$

$R_k = 2.703 \times 10^3 \quad \text{kN/m}$

A talajtörési ellenállás tervezési értéke folyóméterre

$\gamma_R := 1.4$

$R_d := \frac{R_k}{\gamma_R} \quad R_d = 1.931 \times 10^3 \quad \text{kN/m}$

Ellenőrzés

Pillérről átvitt teher: 1594.69 kN

Az alapra jutó függőleges teher karakterisztikus értéke

$V_k := (1594.69 \cdot 0.74) + 7.2 + (25 \cdot B \cdot H \cdot L) = 1.314 \times 10^3 \quad \text{kN}$

A függőleges teher tervezési értéke

$$\gamma_V := 1.4$$

$$V_d := V_k \cdot \gamma_V = 1.839 \times 10^3$$

$$R_d = 1.931 \times 10^3 \quad \text{kN/m} > V_d = 1.839 \times 10^3 \quad \text{kN/m}$$

Az alaptest megfelel.

9.3.3 P2 jelű pillér alatti alaptest

Alapozási sík: 152.44 mBf

Az alaptest méretei

$$\begin{aligned} B &:= 1 \quad \text{m} \\ L &:= 1 \quad \text{m} \\ H &:= 1 \quad \text{m} \end{aligned}$$

Talajréteg adatai

$$\begin{aligned} \rho &:= 1.90 \quad \text{t/m}^3 \\ c &:= 0 \quad \text{kN/m}^2 \\ \phi &:= 34^\circ \end{aligned}$$

Teherbírási tényezők

$$\begin{aligned} N_q &:= e^{\pi \cdot \tan(\phi)} \cdot \left(\tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \right)^2 & N_q &= 29.44 \\ N_\gamma &:= 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi) & N_\gamma &= 38.366 \\ N_c &:= (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) & N_c &= 42.164 \end{aligned}$$

Alaki tényezők

$$\begin{aligned} s_q &:= 1 + \frac{B}{L} \sin(\phi) & s_q &= 1.559 \\ s_\gamma &:= 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} & s_\gamma &= 0.7 \\ s_c &:= \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} & s_c &= 1.579 \end{aligned}$$

Teher ferdeség tényezők

Az eredő erő függőleges, így

Az alap alsó síkja vízszintes, így

$$\begin{aligned} i_q &:= 1 & i_\gamma &:= 1 & i_c &:= 1 \\ b_q &:= 1 & b_\gamma &:= 1 & b_c &:= 1 \end{aligned}$$

Hatékony takarási feszültség

$$\begin{aligned} t_1 &:= 1.20 \quad \text{m} & \gamma_1 &:= 16.5 \quad \text{kN/m}^3 \\ t_2 &:= 0.4 \quad \text{m} & \gamma_2 &:= 17.5 \quad \text{kN/m}^3 \\ t_3 &:= 0.5 \quad \text{m} & \gamma_3 &:= 17.5 \quad \text{kN/m}^3 \\ t_4 &:= 1.96 \quad \text{m} & \gamma_4 &:= 19.0 \quad \text{kN/m}^3 \end{aligned}$$

$$\gamma_V := 10.0 \quad \text{kN/m}^3$$

$$q := t_1 \cdot \gamma_1 + t_2 \cdot \gamma_2 + t_3 \cdot (\gamma_3 - \gamma_v) + t_4 \cdot (\gamma_4 - \gamma_v) = 48.19 \quad \text{kN/m}^2$$

Alap alatti hatékony térfogatsúly

$$\gamma := 19.0 - 10 = 9 \quad \text{kN/m}^3$$

A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke folyóméterre

$$R_k := B \cdot (c \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot B \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)$$

$$R_k = 2.333 \times 10^3 \quad \text{kN/m}$$

A talajtörési ellenállás tervezési értéke folyóméterre

$$\gamma_R := 1.4$$

$$R_d := \frac{R_k}{\gamma_R} \quad R_d = 1.666 \times 10^3 \quad \text{kN/m}$$

Ellenőrzés

Pillérrel átvitt terhelés: 1184.07 kN

Az alapra jutó függőleges terhelés karakterisztikus értéke

$$V_k := (1184.07 \cdot 0.74) + 7.2 + (25 \cdot B \cdot H \cdot L) = 908.412 \quad \text{kN}$$

A függőleges terhelés tervezési értéke

$$\gamma_V := 1.4$$

$$V_d := V_k \cdot \gamma_V = 1.272 \times 10^3$$

$$R_d = 1.666 \times 10^3 \quad \text{kN/m} > V_d = 1.272 \times 10^3 \quad \text{kN/m}$$

Az alaptest megfelel.

9.3.4 P5 jelű pillér alatti alaptest

Alapozási sík: 152.44 mBf

Az alaptest méretei

$$\begin{aligned} B &:= 1.75 \quad \text{m} \\ L &:= 1.75 \quad \text{m} \\ H &:= 1 \quad \text{m} \end{aligned}$$

Talajréteg adatai

$$\begin{aligned} \rho &:= 1.90 \quad \text{t/m}^3 \\ c &:= 0 \quad \text{kN/m}^2 \\ \phi &:= 34^\circ \end{aligned}$$

Teherbírási tényezők

$$N_q := e^{\pi \cdot \tan(\phi)} \cdot \left(\tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \right)^2 \quad N_q = 29.44$$

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi) \quad N_\gamma = 38.366$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi) \quad N_c = 42.164$$

Alaki tényezők

$$s_q := 1 + \frac{B}{L} \sin(\phi) \quad s_q = 1.559$$

$$s_\gamma := 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \quad s_\gamma = 0.7$$

$$s_c := \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} \quad s_c = 1.579$$

Teher ferdeség tényezők

Az eredő erő függőleges, így

$$i_q := 1 \quad i_\gamma := 1 \quad i_c := 1$$

Az alap alsó síkja vízszintes, így

$$b_q := 1 \quad b_\gamma := 1 \quad b_c := 1$$

Hatékony takarási feszültség

$$t_1 := L \cdot 1 = 1.75 \quad \text{m} \quad \gamma_1 := 19.0 \quad \text{kN/m}^3 \quad \gamma_v := 10.0 \quad \text{kN/m}^3$$

$$q := t_1 \cdot (\gamma_1 - \gamma_v) = 15.75 \quad \text{kN/m}^2$$

Alap alatti hatékony térfogatsúly

$$\gamma := 19.0 - 10 = 9 \quad \text{kN/m}^3$$

A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke folyóméterre

$$R_k := B \cdot (c \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot B \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)$$

$$R_k = 1.635 \times 10^3 \quad \text{kN/m}$$

A talajtörési ellenállás tervezési értéke folyóméterre

$$\gamma_R := 1.4$$

$$R_d := \frac{R_k}{\gamma_R} \quad R_d = 1.168 \times 10^3 \quad \text{kN/m}$$

Ellenőrzés

Pillérről átadódó teher: 993.34 kN

Az alapra jutó függőleges teher karakterisztikus értéke

$$V_k := (993.34 \cdot 0.74) + 7.2 + (25 \cdot B \cdot H \cdot L) = 818.834 \quad \text{kN}$$

A függőleges teher tervezési értéke

$$V_d := V_k \cdot \gamma_v = 1.146 \times 10^3$$

$$R_d = 1.168 \times 10^3 \quad \text{kN/m} \quad > \quad V_d = 1.146 \times 10^3 \quad \text{kN/m}$$

Az alaptest megfelel.