

SZAKDOLGOZAT

Gulyás Lőrinc

2016

Szakdolgozat

Monolit vasbeton szerkezetű társasház tervezése

Tervező:

Gulyás Lőrinc

Konzulens:

Jaksits Ilona

2016. január 11.



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



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

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2016

Gulyás Lőrinc

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:

Lakóépület tervezése

Belső konzulens:

Jaksits Ilona főiskolai docens

Külső konzulens:

-

A szakdolgozat beadási határideje: 2016. január 11. (hétfő) 12⁰⁰

Budapest, 2016. január 7.


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

Gulyás Lőrinc

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Lakóépület tervezése
című szakdolgozatához

Feladat leírása:
Megtervezendő egy földszint + 3 emeletes társasház tartószerkezetének elemei.

Az épület alaprajza megközelítőleg négyszög alaprajzú, földszint és az első két emelet befoglaló mérete 12x12 m.

A legfelső szint 10x6 m-es, körülötte erkély található.

Az első és második szinten erkélykonzolok, a harmadik földem körül konzolosan kinyúló előtető található. A zárófödém nem járható lapostető.

Az épület két hasonló különálló egységből és egy lépcsőházból áll.

Az épület minden tartószerkezeti eleme monolit vasbeton.

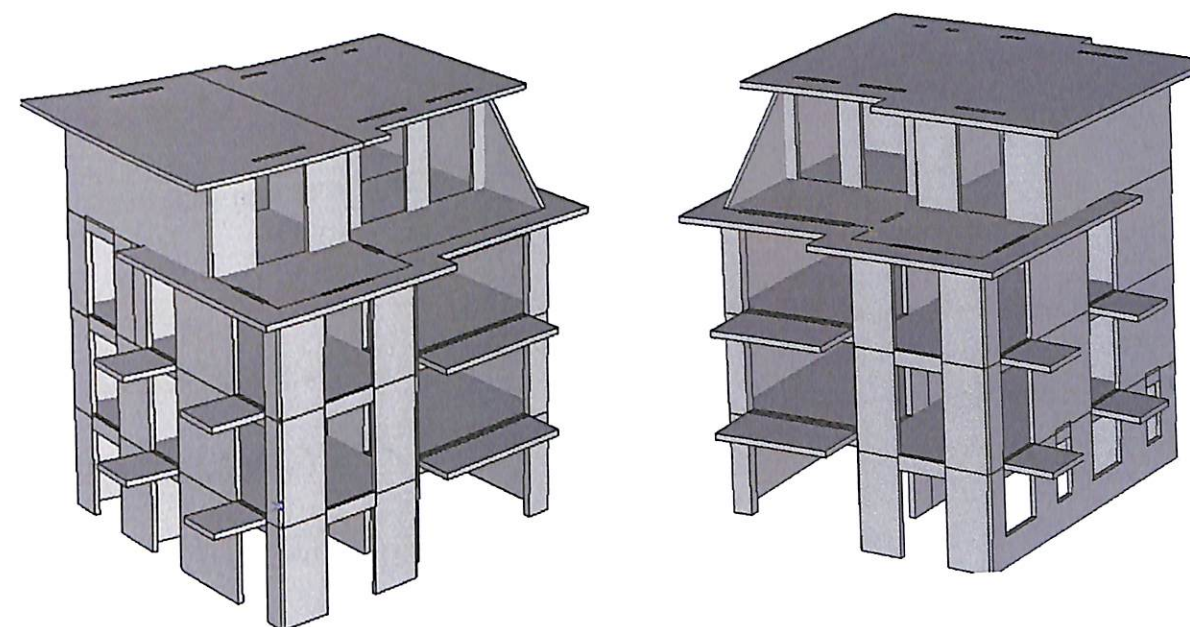
A szakdolgozat tartalmazza:

- közbenső és záró födémek statikai számítását és kiviteli terveit,
- egy lépcsőkar statikai számítását és kiviteli tervét,
- egy gerenda statikai számítását és kiviteli tervét,
- sávalapozás szükséges méretének számítása egy átlagosan terhelt falszakasz alatt.

A terheket a vonatkozó szabványok, előírások, irányelvek alapján kell felvenni.

Budapest, 2016. január 7.


Jaksits Ilona
belső konzulens



„A” és „B” épület háromdimenziós képe

TARTALOMJEGYZÉK

Szakdolgozat	1
Monolit vasbeton szerkezetű társasház tervezése	1
Tervező:	1
Konzulens:	5
TARTALOMJEGYZÉK	9
1 ÁBRAJEGYZÉK	15
2 TARTÓSZERKEZETI MŰSZAKI LEÍRÁS	15
2.1 Előzmények	15
2.2 Általános leírás	15
2.2.1 Az épület általános ismertetése	15
2.2.2 Az építési terület felszíni viszonyai	16
2.3 Tartószerkezetek leírása	16
2.3.1 Alapozás	16
2.3.2 Függőleges teherviselő szerkezetek	17
2.3.3 Vízszintes teherviselő szerkezetek	17
2.3.4 Általános emeleti födémek	18
2.3.5 Záró födémek	18
2.3.6 Erkélylemez	18
2.4 Épületmegerősítés	18

2.5	Megjegyzések	18
3	ALAPOZÁS TERVEZÉSE.....	21
3.1	Tervezési adatok.....	21
3.1.1	Alapadatok	22
3.1.2	Anyagjellemzők	24
3.2	Nyugalmi földnyomás számítása.....	24
3.2.1	Függőleges földnyomás	24
3.2.2	Vízszintes földnyomás.....	25
3.3	Sávalap méretezése.....	25
3.3.1	Alaptest geometriájának felvétele.....	30
3.4	Süllyedésszámítás	30
3.4.1	Feszültségek.....	32
3.4.2	Süllyedésszámítási mellékletek.....	35
4	G1 JELŰ FEJLEMEZES VB. GERENDA MÉRETEZÉSE.....	35
4.1	G1 jelű fejlemez vb. gerenda kötött tervezése kézi számítással teher- bíráásra	35
4.2	G1 jelű vb. gerenda kötött tervezése kézi számítással nyírásra:	43
4.3	G1 jelű vb. gerenda ellenőrzése kézi számítással lehajlásra	44
4.4	G1 jelű vb. gerenda ellenőrzése repedéstágasságra.....	46
5	MONOLIT VB. LEMEZ TERVEZÉSE	48
5.1	Kétirányban teherhordó monolit vb. lemez terheinek számítása Marcus- módszerrel.....	48

5.2	Monolit vb. lemez kötött tervezése kézi számítással teherbírásra.....	50
5.3	Monolit vb. lemez ellenőrzése kézi számítással lehajlásra.....	52
5.4	Monolit vb. lemez ellenőrzése repedéstágasságra	54
6	„A” JELŰ ÉPÜLET FÖDÉMJEINEK MÉRETEZÉSE AXIS VM12 TERVEZŐPROGRAMMAL	56
6.1	„A” jelű épület 1-2. födém számítása	57
6.1.1	Födém terhei.....	57
6.2	„A” jelű épület 3. emeleti födém méretezése AxisVM12 tervező- programmal.....	71
6.3	„A” jelű épület zárófödémjének méretezése.....	83
7	„B” JELŰ ÉPÜLET FÖDÉMJEINEK MÉRETEZÉSE AXIS VM12 TERVEZŐ-PROGRAMMAL.....	96
7.1	„B” jelű épület 1-2. födém méretezése.....	96
7.1.1	Födém terhei.....	108
7.2	„B” jelű épület 3. emeleti födém számítása.....	109
7.2.1	Födém terhei.....	121
7.3	B épület zárófödém számítása	121
7.3.1	Födém terhei.....	132
8	KONZOL KÉZI SZÁMÍTÁSA	132
8.1	Monolit vb. erkélylemez kötött tervezése kézi számítással teherbírásra	132
8.2	Monolit vb. erkélylemez ellenőrzése lehajlásra.....	134
8.3	Monolit vb. erkélylemez ellenőrzése repedéstágasságra	136

9	LÉPCSÓKAR SZÁMÍTÁSA.....	138
9.1	Monolit vb. lépcsókar kötött tervezése.....	138
9.1.1	Lépcsőlemez önsúlyának számítása.....	138
10	TERVMELLÉKLETEK.....	142
11	Köszönetnyilvánítás.....	143

1 ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra – „A” épület háromdimenziós modellje.....	56
2. ábra – M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel	58
3. ábra – M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	59
4. ábra – Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek.....	61
5. ábra – A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	62
6. ábra – A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	63
7. ábra – A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	64
8. ábra – A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	65
9. ábra – A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	66
10. ábra – A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	67
11. ábra – A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	68
12. ábra – A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	69

13. ábra — A födém alsó és felső vasalása alaprajzon jelölve x irányban.....	70
14. ábra — M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	72
15. ábra — M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	72
16. ábra — Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek	74
17. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	75
18. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	76
19. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	77
20. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	78
21. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	79
22. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	80
23. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	81
24. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	82
25. ábra — M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	84
26. ábra — M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	84
27. ábra — Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek	86

28. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	87
29. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	88
30. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	89
31. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	90
32. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	91
33. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	93
34. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	94
35. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	95
36. ábra — „B” épület háromdimenziós modellje.....	96
37. ábra — M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	98
38. ábra — M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	99
39. ábra — Nemlineáris számításal meghatározott lehajlási értékek	100
40. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	101

41. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	102
42. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	103
43. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	104
44. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	105
45. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	106
46. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	107
47. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	108
48. ábra — M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	110
49. ábra — M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	111
50. ábra — Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek.....	112
51. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	113
52. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	114
53. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	115

54. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	116
55. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	117
56. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	118
57. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	119
58. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x irányban.....	120
59. ábra — M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	122
60. ábra — M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel.....	122
61. ábra — Nemlineáris számításal meghatározott lehajlási értékek.....	123
62. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	124
63. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	125
64. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban.....	126
65. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve x irányban.....	127
66. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y irányban.....	128

-
67. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x
irányban..... 129
68. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve y
irányban..... 130
69. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különözete alaprajzon jelölve x
irányban..... 131

2 TARTÓSZERKEZETI MŰSZAKI LEÍRÁS

2.1 Előzmények

Jelen tartószerkezeti terv az engedélyezési tervdokumentáció részeként készült, alapjául 1:200-as léptékű építészeti engedélyezési terv szolgált.

2.2 Általános leírás

2.2.1 Az épület általános ismertetése

A tervezett építmény egy 4 szintes monolit vasbeton tartószerkezetű lakóépület. Legalsó szintje lakótér, mely részben a talajszint alatt helyezkedik el.

Három különálló épületrészből áll, amelyeket dilatáció választ el. A két szélső épületrész lakótér, a közbelső lépcső és liftház.

A tervezett épület 0,00 szintje Balti tengerszint felett 171,00 m magasságban található.

2.2.2 Az építési terület felszíni viszonyai

Az építés helyszíne korábban mezőgazdasági terület volt. Nem található rajta bontandó épület. A talaj humuszcétegének eltávolítása után a terület építésre alkalmas.

Az épület tervezett 0.00 szintje Balti felett 171,00 m magasságban található. A tervezett legnagyobb építmény magasság 180,06 m.

A telek enyhén lejtős.

2.3 Tartószerkezetek leírása

2.3.1 Alapozás

Az épület sávalappal készül, a sávalap nem éri el a mindenkori mért legmagasabb talajvízszintet, így talajvízszint süllyesztésre nincs szükség.

Az épület talajba süllyesztett részénél rézsűs talajmegtámasztást kell alkalmazni. A kitermelendő talaj mennyisége nem teszi szükségessé dúcolat vagy más talajmegtámasztó szerkezet létesítését.

Az alaptestet vasalással kell ellátni az épület esetleges egyenetlen süllyedéseinek következtében létrejövő repedések megelőzése érdekében.

A sávalap talajkiemelésénél 1 m-nél nagyobb mélységű munkaárok esetén dúcolni szükséges.

2.3.2 Függőleges teherviselő szerkezetek

A tervezett épület felszerkezeteinek függőleges terheit minden szinten vasbeton falak veszik fel.

A lépcsőház falai és a homlokzati falak is egységesen monolit vasbetonból készülnek. Ezek a szerkezetek a függőleges terhek hordásán kívül minden szinten az épület merevítésében is részt vesznek.

A vasbeton homlokzati falak a földszint szintjéig 15-20 cm vastagsággal készülnek, a felülről lefelé növekvő igénybevételekhez a vasalás mennyiségével lehet alkalmazkodni.

A két lakószárny merevsége minden irányban biztosított a vasbeton falszerkezeteknek köszönhetően.

A lépcsőház merevségét a liftház által létrehozott merevítő mag és a merevítő falként funkcionáló két fal (melyek a lakószárnyakkal párhuzamosan futnak) biztosítja.

2.3.3 Vízszintes teherviselő szerkezetek

A lakószárnyak egyenként két közbenső egy részben záró és egy záró födémmel rendelkeznek, amelyek falakra adják le terheiket. A lemezek kapcsolata a falszerkezettel nem nyomatékbíró, így a lemezben csak közbenső falak felett, erkélyeknél keletkezik negatív nyomaték. A homlokzati falak mentén csak részleges befogás ébred.

A lakószárnyak két közbenső födéme lakószárnyanként azonos, így egy tervlapon szerepelnek. A harmadik födém már jelentősen eltér az alatta elhelyezkedőktől. Egy födémáttörés látható, valamint a födém mezőjében funkcióváltás van és ezen a vonalon az egyik födémen mezőközépen vonalmenti teher is megjelenik.

A legfelső zárófödém vastagsága 15 cm, a többi 18 cm szerkezeti vastagságú.

A födémek mindegyike egy alap betonacél hálót kapott, amelyet a szükséges helyeken erősítéssel kiegészítettem. A lemezek felső oldali vasalása is teljes felületen alaphálót kapott, mert a födémek tördeltsége miatt a vasak mezőközépen történő kivágása gazdaságtalan lett volna.

2.3.4 Általános emeleti födémek

Az épületek födémjei egységesen alul-felül sík vasbeton lemezek, melyek a homlokzati falakra támaszkodnak. Szerkezeti vázuk szerint így a szerkezetek négy oldalon megtámasztott lemezek.

2.3.5 Záró födémek

Az épület legfelső emeletén vasbeton zárófödém alkot lapostető kialakítást. A födém vastagsága 15 cm. A terhek csupán meteorológiai terhek, karbantartás miatt fellépő teher a meteorológiai teherrel egyidejűleg nem jelentkeznek. Ezek eredményeképpen a tárgyi födémek kisebb szerkezeti vastagságúak és gyengébben is vasaltak, mint a közbelső. A födémek felső és alsó vasalásának tervei a könnyebb kezelhetőség érdekében külön rajzlapon szerepel melyek együtt kezelendők.

2.3.6 Erkélylemez

Az erkélylemez minden esetben a csatlakozó födémmel azonos vastagságúak.

A szerkezet üzemszerű működése nem indokol alsó oldalon elhelyezett betonacélokat, azonban építési állapotokban rossz ütemű zsaluzatbontásnál az erkélylemez könnyen elrepedhet, ezért alsó oldalán is vasalást terveztem elhelyezni.

2.4 Épületmerevítés

Az épület merevségét a tartófalakat alkotó vasbeton elemek nagy tartálékkal biztosítják, így szükségtelen további merevítés betervezése.

2.5 Megjegyzések

Fentiek, valamint a mellékelt statikai számítás alapján megállapítható, hogy a tervezett épület megépítésének az adott helyszínen tartószerkezeti akadály nincs. A szerkezetek terv szerinti, szakszerű kivitelezése esetén kellő biztonsággal képesek betölteni teherhordó funkciójukat, megfelelnek a velük szemben támasztott állékonysági követelményeknek.

Jelen műleíráshoz statikai számítás tartozik, amely az épületek fontosabb tartó-szerkezeti elemei közül a lakószárnyak közbenső födémjei és zárófödémjei, valamint egy lépcsőkar és egy áthidaló gerenda méretezését tartalmazza.

Alkalmazott szabványok:

A statikai számítás során az alábbi szabványok előírásait vettem figyelembe:

MSZ EN 206-1

MSZ EN 10080

MSZ EN 1990

MSZ EN 1991-1

MSZ EN 1992-1

Betonszabvány

Betonacél szabvány

A tartószerkezetek tervezésének alapjai

A tartószerkezeteket érő hatások

Betonszerkezetek tervezése

Alkalmazott programok:

Axis Vm12

AutoCAD 2012

Alkalmazott anyagminőségek:

Betonminőségek:

Betonacélok:

szervezeti betonok
B500

C 25/30-XC1-16-F3

Terhek és hatások

Az épület földrengésre való méretezése nem tárgya a szakdolgozatnak.

Szélteherre tervezőprogram segítségével végeztem közelítő számításokat, melyek eredménye, hogy az épület szélteherre erősen túlbiztosított a vasbeton merevítő falaknak és tárcsaként működő vasbeton födémeknek köszönhetően.

Állandó terhek:

Önsúly: vasbeton szerkezetek esetén 25 kN/m^3 (a vasbeton átlagos térfogatsúlya)

Rétegtrend: $1,5 \text{ kN/m}^2$ (a feltüntetett teher az épület bármely funkciójához tartozó rétegtrendet lefedi)

Esetleges terhek:

Hasznos teher: (alapértékek)

Lakás

2 kN/m^2

Erkély

3 kN/m^2

Válaszfal

2 kN/m^2

Hóteher

1 kN/m^2

Szél:

$\sim 0 \text{ kN/m}^2$ (elhanyagoljuk)

(Közelítő számítások alapján a szélteher által keltett többletterhelést a merevítő falak és tárcsaként működő födémek nagy biztonsággal elviselik.)

3 ALAPOZÁS TERVEZÉSE

3.1 Tervezési adatok

3.1.1 Alapadatok

Talajszint vízszintes magassága:	$GL=171 \text{ mBf}$
<u>Talajvíz adatai:</u>	$GWL=167 \text{ mBf}$
Építési vízszint:	$GWL_k = 166,7 \text{ mBf}$
Karakterisztikus talajvízszint:	$GWL_d = GWL_k + 0,5 \text{ m} = 166,7 + 0,5 = 167,2 \text{ mBf}$
Talajvízszint tervezési értéke:	714 mg/l
Szulfáttartalom:	$p_s = 168,1 \text{ mBf}$
Padlószint magassága:	
<u>Falterhelések:</u>	$V_{falszerk} = 115,0 \text{ kN/m}$
Falszerkezetről érkező teher:	
Vízszintes állandó terhe a pincefalra ható nyugalmi földnyomás	$G_{h,k}$
A felmenő fal vastagsága:	$t_{fal} = 15 \text{ cm}$
Felszíni terhelés:	$\sigma_{z0} = 10,0 \text{ kPa}$
Pincepadló vastagsága:	$v_{pp} = 20,0 \text{ cm}$
Talajellenállási biztonsági tényező:	$\gamma_R = 1,40$

3.1.2 Anyagjellemzők

Talajvíz térfogatsúlya:	$\gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3$
Beton térfogatsúlya:	$\gamma_{vb} = 24,00 \text{ kN/m}^3$

3.1.2.1 Talajrétegződés

1. réteg:

jele:	14 (friss feltöltés)
vastagsága:	$v_1 = 0,90 \text{ m}$
nedves térfogatsűrűség:	$\gamma_1 = 15,30 \text{ kN/m}^3$
telített térfogatsűrűség:	$\gamma_{s,1} = 1,98 \text{ kN/m}^3$
kohézió:	$c_1 = 0,00 \text{ kN/m}^2$
belső súrlódási szög:	$\varphi_1 = 22,0^\circ$
összenyomódási modulus:	$E_{s1} = 0,00 \text{ MPa}$

2. réteg:

jele:	4 (durva homok)
vastagsága:	$v_2 = 4,00 \text{ m}$
nedves térfogatsűrűség:	$\gamma_2 = 18,70 \text{ kN/m}^3$
telített térfogatsűrűség:	$\gamma_{s,2} = 21,0 \text{ kN/m}^3$
kohézió:	$c_2 = 0,00 \text{ kN/m}^2$

belső súrlódási szög:

$$\varphi_2 = 32,0^\circ$$

összenyomódási modulus:

$$E_{s2} = 0,00 \text{ MPa}$$

3. réteg:

jelc:

2 (homokos kavics)

vastagsága:

$$v_3 = 15,10 \text{ m}$$

nedves térfogatsűrűség:

$$\gamma_3 = 19,70 \text{ kN/m}^3$$

telített térfogatsűrűség:

$$\gamma_{s,3} = 21,80 \text{ kN/m}^3$$

kohézió:

$$c_3 = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

belső súrlódási szög:

$$\varphi_3 = 36,0^\circ$$

összenyomódási modulus:

$$E_{s3} = 0,00 \text{ MPa}$$

3.2 Nyugalmi földnyomás számítása

3.2.1 Függőleges földnyomás

$$\sigma_{z1} = \sigma_{z0} + v_1 \cdot \gamma_1 = 10,00 + 0,90 \cdot 15,30 = 23,77 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{z2} = \sigma_{z1} + v_2 \cdot \gamma_2 = 23,77 + 2,00 \cdot 18,70 = 61,17 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{z3} = \sigma_{z2} + v_2 \cdot \gamma_2 + v_2'' (\gamma_{2s} - \gamma_w) = 23,77 + 2,90 \cdot 18,70 + 1,10 (21,0 - 10,0) = 90,10 \text{ kPa}$$

3.2.2 Vízszintes földnyomás

Nyugalmi földnyomási tényezők:

$$K_{0,1} = 1 - \sin \varphi_1 = 1 - \sin 22^\circ = 0,6254$$

$$K_{0,2} = 1 - \sin \varphi_2 = 1 - \sin 32^\circ = 0,4701$$

Nyugalmi földnyomások:

$$\sigma_{x0} = \sigma_{z0} \cdot K_{0,1} = 10,00 \cdot 0,6254 = 6,254 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{x1,1} = \sigma_{z1} \cdot K_{0,1} = 23,77 \cdot 0,6254 = 14,866 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{x1,2} = \sigma_{z1} \cdot K_{0,2} = 23,77 \cdot 0,4701 = 11,174 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{x2} = \sigma_{z2} \cdot K_{0,2} = 61,17 \cdot 0,4701 = 28,756 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{x3} = \sigma_{z3} \cdot K_{0,2} = 90,10 \cdot 0,4701 = 42,356 \text{ kPa}$$

Ezen számítás eredményeit az M1 melléklet mutatja be. Az egyes talajadatokat lásd az 1.3 pontban.

A nyugalmi földnyomásból nyomatéki egyensúlyi egyenlettel meghatározható a vízszintes állandó teher karakterisztikus értéke. Nyomatéki egyenlet az M1 melléklet „0” pontjára felírva:

$$G_{hk}^0 = \frac{\sigma_{x0} * v_1 * t_1 + (\sigma_{x1} - \sigma_{x0}) * \frac{v_1}{2} * t_2 + \sigma_{x1,2} * v_2 * t_3 + (\sigma_{x2} - \sigma_{x1,2}) * \frac{v_2}{2} * t_4}{((p_s - GL) + v_1 + v_2)} =$$

$$\frac{6,254 * 0,90 * 0,47 + \overset{8,612}{(14,866 - 6,254)} * \frac{0,9}{2} * 10,62}{(1,10 + 0,90 + 2,0)} +$$

$$+ \frac{11,174 * 2,0 * 21,92 + \overset{17,582}{(28,756 - 11,174)} * \frac{2,0}{2} * 2,25}{(1,10 + 0,90 + 2,0)} = 33,09 \text{ kN/m}$$

$$H_d = G_{hd} = G_{hk} * \gamma_G = 33,09 * 1,35 = 44,67 \text{ kN/m}$$

3.3 Sávalap méretezése

3.3.1 Alaptest geometriájának felvétele

Sávalap feltételezett szélessége:

$$B_{sáv} = 0,60 \text{ m}$$

Sávalap feltételezett magassága:

$$h_{sáv} = 0,60 \text{ m}$$

Sávalap hossza:

$$L_{sáv} = \infty \text{ m}$$

Alapozási sík meghatározása:

$$FL_{sáv} = pp_s - v_{pp} - h_{sáv} = 97,30 - 0,20 - 0,60 = 96,50 \text{ m}$$

3.3.1.1 Függőleges teher felvétele

Alaptest súlya:

$$G_a = B_{sáv} * h_{sáv} * \gamma_{vb} = 0,60 * 1,10 * 24,00 = 15,84 \text{ kN/m}$$

Függőleges teher tervezési értéke:

$$V_d = G_a * \gamma_G + Q_{vk} * \gamma = 15,84 * 1,35 + 85,18 * 1,35 = 136,38 \text{ kN/m}$$

3.3.1.2 Alaki tényezők

Ferdeség:

$$f = \frac{G_{hk}}{G_{vk} + Q_{vk} + G_a} = \frac{33,09}{85,18 + 15,84} = 0,327$$

Külpontosság:

$$e_{B,k} = \frac{G_{hk} * h_{sáv}}{V_k} = \frac{33,09 * 1,10}{85,18} = 0,427 \text{ m}$$

Hatékony alapszélesség:

$$B_{eff,1} = B_{sáv} - 2e_{B,k} = 0,60 - 2 * 0,427 = -0,256 \text{ m}$$

Következtetés: A hatékony alapszélesség megegyezik a felvettel.

Hatékony alapterület:

$$A' = B_{eff,1} * L' = 0,6 * 1,00 = 0,6 \text{ m}^2$$

3.3.1.3 A talajtörési ellenállás karakterisztikus értékének meghatározása

Teherviselő talaj a 2. réteg (durva homok).

Talajtörési ellenállás tervezési értéke a következő képletből számítható:

$$\frac{R_k}{A} = c' * N_c * b_c * s_c * i_c + q' * N_q * b_q * s_q * i_q + 0,5 * \gamma' * B' * N_\gamma * b_\gamma * s_\gamma * i_\gamma$$

Teherbírási tényezők:

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg} \varphi} * \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = e^{\pi \cdot \text{tg} 32^\circ} * \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{32^\circ}{2} \right) = 23,177$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \varphi = (23,177 - 1) \text{ctg} 32^\circ = 35,491$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \text{tg} \varphi = 2(23,177 - 1) \text{tg} 32^\circ = 27,715$$

Alaki tényezők:

Téglalap alakú test esetén (sávalap):

$$s_q = s_\gamma = s_c = 1,00$$

Alapfelület hajlásának tényezői:

A tervezési feladatban a „b” tényezők értékeit nem kell figyelembe venni, mivel az alapozási sík vízszintes.

$$b_q = b_\gamma = b_c = 1,00$$

Teher ferdeségének jellemzői H vízszintes erő esetén:

$$f = \frac{G_{h,k}}{V_k + B * L * c * ctg\varphi} = \frac{33,09}{85,18 + 0,60 * 1,00 * 0,00 * ctg32^\circ} = 0,388$$

Végtelen kiterjedésű L' miatt:

$$m_b = \frac{2 + \left(\frac{B}{L}\right)}{1 + \left(\frac{B}{L}\right)} = 2,0$$

$$i_q = (1 - f)^{m_b} = (1 - 0,388)^2 = 0,374$$

$$i_\gamma = (1 - f)^{m_b + 1} = (1 - 0,388)^{2+1} = 0,229$$

$$i_c = i_q \cdot \frac{1 - i_q}{N_c * tg\varphi} = 0,8093 \cdot \frac{1 - 0,8093}{35,491 * tg32^\circ} = 0,8007$$

Az alapsík alatti talaj hatékony térfogatsúlyának számítása:

$$\frac{FL_{sáv} - GWL_d}{B} = \frac{168 - 167,2}{0,60} = 0, \leq 0,5 \rightarrow \gamma_1 \xrightarrow{\text{interpolálásán}} = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

Hatékony takarási feszültség számítása:

$$q' = \gamma_2 (h_{sáv} + (FL_{sáv} - GWL_d)) + (\gamma_{t2} - \gamma_w) (GWL_d - FL_{sáv}) = \\ = 18,70 (0,60 + (167 - 166,7)) + 19 (167 - 166,7) = 22,53 \text{ kN/m}^2$$

3.3.1.4 Szükséges alapterest szélesség meghatározása

Egyensúlyi egyenlet:

$$V_d \leq B' \cdot L' \cdot \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{B' \cdot R_k}{\gamma_R} \rightarrow$$

Megfelel ha $V_d \leq R_d = \frac{R_k}{\gamma_R}$

Szükséges szélesség számítása:

$$1,35(4,5 + 1,5) + 3 \cdot 1,5 + 1 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 13,35 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{R_k}{A} \Rightarrow R_k = B' (c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)$$

↓

$$V_d = \frac{B' (c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)}{\gamma_R} \Rightarrow B'$$

$$13084 = \frac{B' (0 \cdot 35,491 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8007 + 22,53 \cdot 23,177 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8093)}{1,4} +$$

$$+ \frac{B' (0,5 \cdot 19,0 \cdot B' \cdot 27,715 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7280)}{1,4}$$

$$191,68 \cdot B'^2 + 422,60 \cdot B' - 130,84 = 0 \Rightarrow B' = 0,275 \text{ m}$$

Az előzetesen feltételezett 60 cm szükséges szélességű alapterest alkalmazandó.

$$R_d = \frac{0,60 (0 \cdot 35,491 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8007 + 22,53 \cdot 23,177 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8093)}{1,4} +$$

$$+ \frac{0,60 (0,5 \cdot 19,0 \cdot 0,60 \cdot 27,715 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7280)}{1,4} = 252,78 \text{ kN/m}$$

$$V_d = 130,84 \text{ kN/m} < R_d = 252,78 \text{ kN/m} \Rightarrow$$

MEGFELEL!

Kihasználtság mértéke:

$$\Lambda = \frac{R_d}{V_d} = \frac{252,78}{130,84} = 193,2\%$$

Következtetés: Az alkalmazott sávalap szélessége 0,60 m, a magassága 1,1 m.

3.4 Süllyedésszámítás

3.4.1 Feszültségek

3.4.1.1 Sávalapra jutó és sávalap alatti feszültségek az 1. vizsgálati helyen

Alaptest súlya:

$$G_a = B_{sáv} * h_{sáv} * \gamma_{vb} = 0,6 * 1,1 * 24,00 = 15,84 \text{ kN/m}$$

Függőleges teher karakterisztikus értéke:

$$V_k = G_{vk} + G_a + \frac{1}{2} * Q_{vk} = 85,18 + 15,84 = 101,02 \text{ kN/m}$$

Hatékony feszültség az alapozási síkon:

$$\sigma_z = 80,20 \text{ kN/m}^2$$

Alapozási sík alatt a többletfeszültség értéke:

$$p_o = \frac{V_k}{B_{sáv}} - \sigma_z = \frac{101,02}{0,6} - 80,20 = 88,167 \text{ kN/m}^2$$

3.4.1.2 Sávalapra jutó és sávalap alatti feszültségek a 2. vizsgálati helyen

Függőleges teher karakterisztikus értéke:

$$V_k = G_{vk} + G_a + \frac{1}{2} \cdot Q_{vk} = 158,52 + 15,84 = 174,35 \text{ kN/m}$$

Hatékony feszültség az alapozási síkon:

$$\sigma_z = 80,20 \text{ kN/m}^2$$

Alapozási sík alatt a többletfeszültség értéke:

$$p_o = \frac{V_k}{B_{sáv}} - \sigma_z = \frac{174,35}{0,6} - 80,20 = 210,4 \text{ kN/m}^2$$

3.4.1.3 Süllyedések ellenőrzése

Süllyedési kritériumok:

$$s_{sáv,k} < 51 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

Süllyedés különbségre vonatkozóan:

$$\frac{s_{sáv,k} - s_{sáv,k}}{L} < 0,002$$

Sávalapok tengelytávolsága: $L = 4,35m$

Számított értékek:

$$s_{sáv} = 6,80mm$$

$$s_{sáv} = 3,20mm$$

Süllyedési kritériumok esetén:

$$s_{sáv} = 6,8mm < s_{sáv,k} = 51mm$$

MEGFELEL!

$$s_{sáv} = 3,2mm < s_{sáv,k} = 51mm$$

MEGFELEL!

Süllyedés különbségre vonatkozóan:

$$\frac{s_{sáv,k} - s_{sáv}}{L} = \frac{6,80 - 3,20}{4350} = 0,00083 < 0,002$$

MEGFELEL!

3.4.2 Süllyedésszámítási mellékletek

- SZ1. Számítási melléklet
- SZ2. Számítási melléklet

SZI. melléklet
Sávalap alapozási síkja alatti feszültségszámítás

Sávalap szélesség $B_{av} = 0,60\text{ m}$
Függőleges teher karakterisztikus értéke $V_{k,av} = 174,35\text{ kN/m}^2$
Többleresztésűség $P_{k,av} = 210,40\text{ kN/m}^2$
Nyugalmi földnyomás az alapozási síkon $\sigma_f = 80,20\text{ kN/m}^2$

Reteg száma	Lamella	Lamella teteje alja [mBt]	Lamella közepe [mBt]	Lamella vastagsága [m]	Mélység "Z" [m]	Z/B [-]	σ/p [-]	$\sigma_{k,av}$ [kN/m ²]	$\sigma_{k,av,100}$ [kN/m ²]	$\sigma_{k,av,200}$ [kN/m ²]	$\sigma_{k,av,300}$ [kN/m ²]	$\Delta\sigma_f$ [kN/m ²]	ΔE_{med} [kN/m ²]	s [m]
2	0	96,00	0	0	0	0	1,000	80,20	16,04	210,4	-	-	-	-
2	1	96,00	95,90	0,20	0,10	0,167	0,885	82,40	16,48	186,20	81,30	117,00	25000	0,0009
2	2	95,80	95,70	0,20	0,30	0,500	0,630	84,60	16,92	132,55	83,50	159,38	25000	0,0006
2	3	95,60	95,50	0,20	0,50	0,833	0,504	86,80	17,36	106,04	85,70	119,30	25000	0,0003
2	4	95,40	95,30	0,20	0,70	1,167	0,431	89,00	17,8	90,68	87,90	98,36	25000	0,0001
2	5	95,20	95,10	0,10	0,90	1,500	0,360	90,10	18,02	75,74	89,55	83,21	25000	0,0000
3	6	95,10	95,10	0,20	1,00	1,667	0,341	92,46	18,49	71,75	91,28	73,75	30000	0,0001
3	7	94,90	94,80	0,20	1,20	2,000	0,288	94,82	18,96	60,60	95,64	66,17	30000	0,0002
3	8	94,70	94,60	0,20	1,40	2,333	0,261	97,18	19,44	54,91	96,00	57,75	30000	0,0003
3	9	94,50	94,40	0,20	1,60	2,667	0,236	99,54	19,91	49,65	98,36	52,28	30000	0,0003
3	10	94,30	94,20	0,20	1,80	3,000	0,203	101,90	20,38	42,71	100,72	46,18	30000	0,0004
3	11	94,10	94,00	0,20	2,00	3,333	0,188	104,26	20,85	39,56	103,08	41,13	30000	0,0004
3	12	93,90	93,80	0,20	2,20	3,667	0,171	106,62	21,32	35,98	105,44	37,77	30000	0,0005
3	13	93,70	93,60	0,20	2,40	4,000	0,155	108,98	21,80	32,61	107,80	34,30	30000	0,0005
3	14	93,50	93,40	0,20	2,60	4,333	0,145	111,34	22,27	30,51	110,16	31,56	30000	0,0006
3	15	93,30	93,20	0,20	2,80	4,667	0,135	113,70	22,74	28,40	112,52	29,46	30000	0,0006
3	16	93,10	93,00	0,20	3,00	5,000	0,125	116,06	23,21	26,30	114,88	27,35	30000	0,0006
3	17	92,90	92,80	0,20	3,20	5,333	0,104	118,42	23,68	24,09	117,24	24,09	30000	0,0006
Szállítási veszteség														0,0068

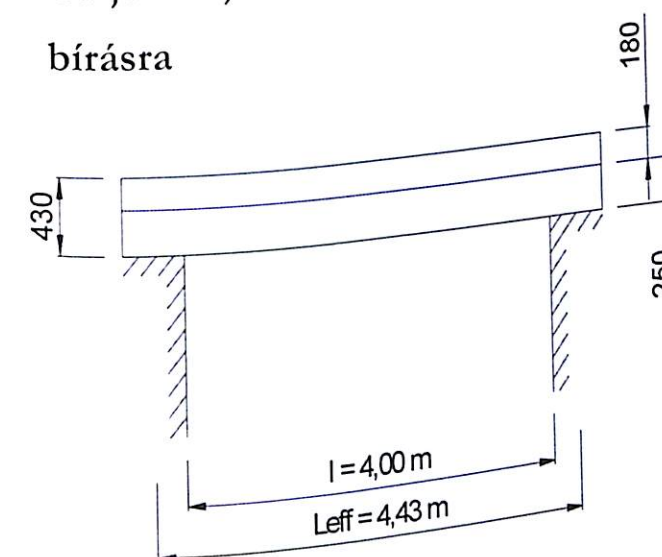
SZ2. melléklet
Sávalap alapozási síkja alatti feszültségszámítás

Sávalap szélesség $B_{sav}=0,60\text{ m}$
Függőleges teher karakterisztikus értéke $V_{k,sav}=101,02\text{ kN/m}^2$
Többletfeszültség $p_{k,sav}=88,17\text{ kN/m}^2$
Nyugalmi földnyomás az alapozási síkon $\sigma_z=80,20\text{ kN/m}^2$

80,20 kN/m ²															
Réteg száma	Lamella	Lamella teteje/alja	Lamella közepe	Lamella vastagság	Mélység "Z" [m]	Z/B [-]	σ/p [-]	σ _{z,hat} [kN/m ²]	σ _{z,hat,20%} [kN/m ²]	σ _{z,többlet} [kN/m ²]	σ _{z,hat,atl} [kN/m ²]	σ _{z,többlet,atl} [kN/m ²]	Δσ _z [kN/m ²]	ΔE _{red} [kN/m ²]	s [m]
		[mBf]	[mBf]	a [m]											
2	0	96,00	0	0	0	0	1,000	80,20	16,04	101,02	-	-	-	-	-
2	1	96,00	95,90	0,20	0,10	0,167	0,885	82,40	16,48	89,40	81,30	95,21	13,91	25000	0,0001
		95,80													
2	2	95,80	95,70	0,20	0,30	0,500	0,630	84,60	16,92	63,64	83,50	76,52	6,98	25000	0,0001
		95,60													
2	3	95,60	95,50	0,20	0,50	0,833	0,504	86,80	17,36	50,91	85,70	57,28	28,42	25000	0,0002
		95,40													
2	4	95,40	95,30	0,20	0,70	1,167	0,431	89,00	17,8	43,54	87,90	47,23	40,67	25000	0,0003
		95,20													
2	5	95,20	95,15	0,10	0,90	1,500	0,360	90,10	18,02	36,37	89,55	39,95	49,60	25000	0,0002
		95,10													
3	6	95,10	95,00	0,20	1,00	1,667	0,341	92,46	18,49	34,45	91,28	35,41	55,87	30000	0,0004
		94,90													
3	7	94,90	94,80	0,20	1,20	2,000	0,288	94,82	18,96	29,09	93,64	31,77	61,87	30000	0,0004
		94,70													
3	8	94,70	94,60	0,20	1,40	2,333	0,261	97,18	19,44	26,37	96,00	27,73	68,27	30000	0,0005
		94,50													
3	9	94,50	94,40	0,20	1,60	2,667	0,236	99,54	19,91	23,84	98,36	25,10	73,26	30000	0,0005
		94,30													
3	10	94,30	94,20	0,20	1,80	3,000	0,203	101,90	20,38	20,51	100,72	22,17	78,55	30000	0,0005
		94,10													
Szállítás:														0,0032	

4 G1 JELŰ FEJLEMEZES VB. GERENDA MÉRETEZÉSE

4.1 G1 jelű fejlemezés vb. gerenda kötött tervezése kézi számítással teherbírára



Beton: C25/30-XC1-16-F3

Acél: B500

Gerenda terhei:

KONZOLRÓL

önsúly: $0,18 \cdot 25 = 4,5 \text{ kN/m}^2$

rétegrend: $1,5 \text{ kN/m}^2$

erkély: 3 kN/m^2

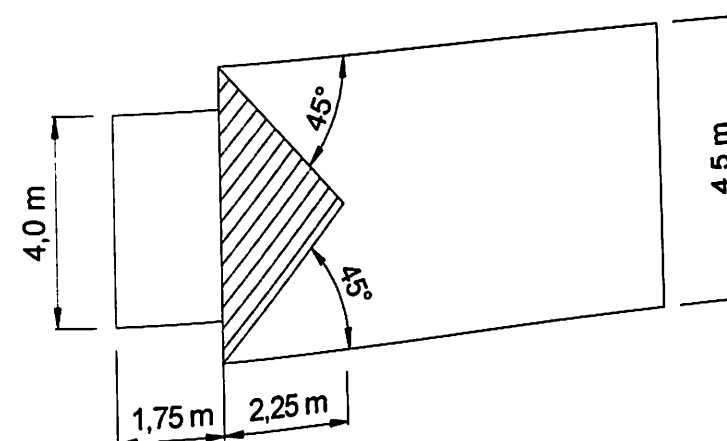
hó: 1 kN/m^2

Mértékadó teherkombináció konzolra:

$1,35(4,5 + 1,5) + 3 \cdot 1,5 + 1 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 13,35 \text{ kN/m}^2$

Lemez:

Terhelőmező:



$$G = 0,18 * 25 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

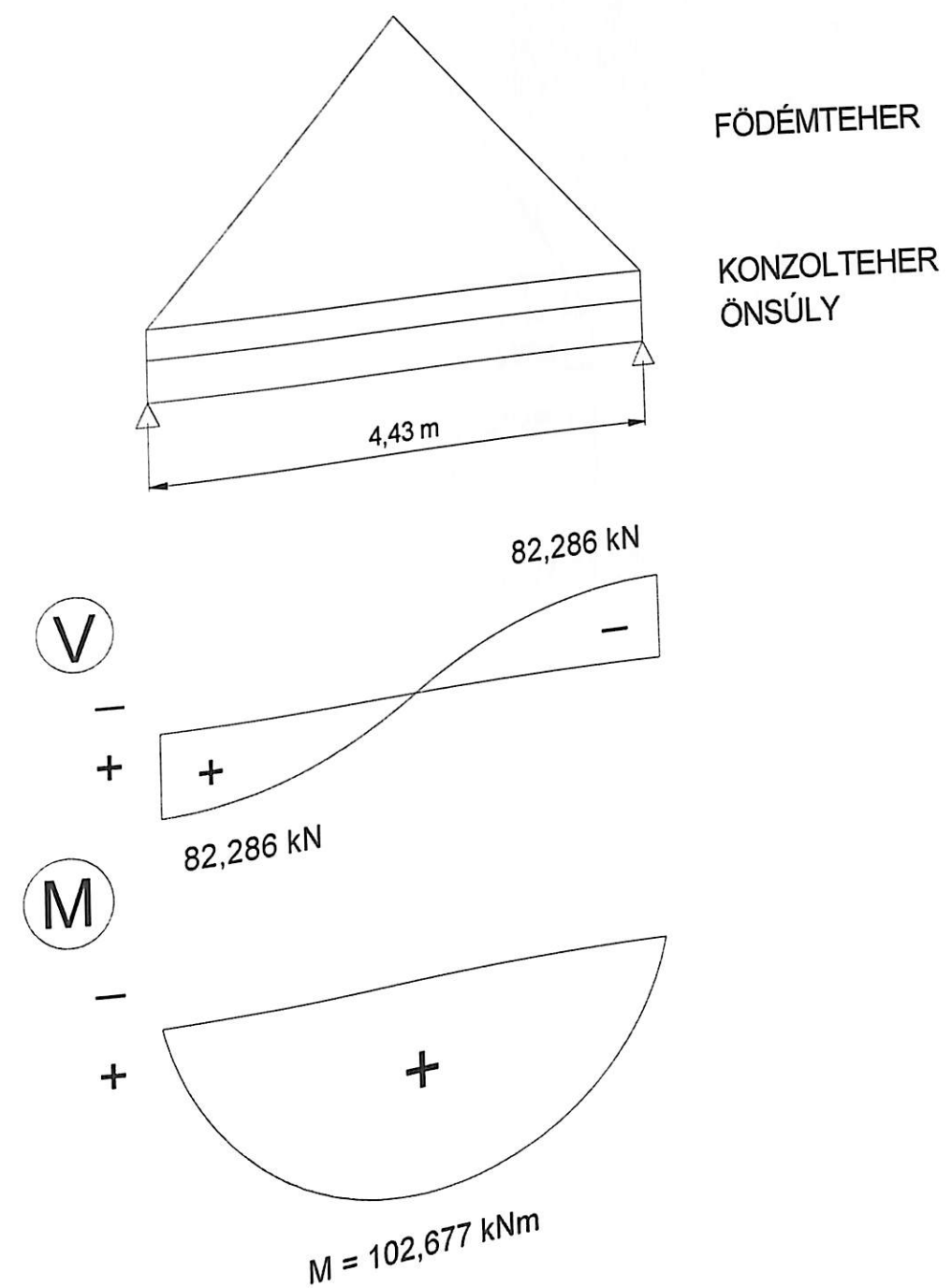
$$\text{rtg.} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{lakás: } 2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{válaszfal: } 2 \text{ kN/m}^2$$

Mértékadó teherkombináció:

$$1,35(4,5 + 1,5) + 2 * 1,5 + 2 * 1,5 * 1,0 = 14,1 \text{ kN/m}^2$$



Gerenda önsúlya:

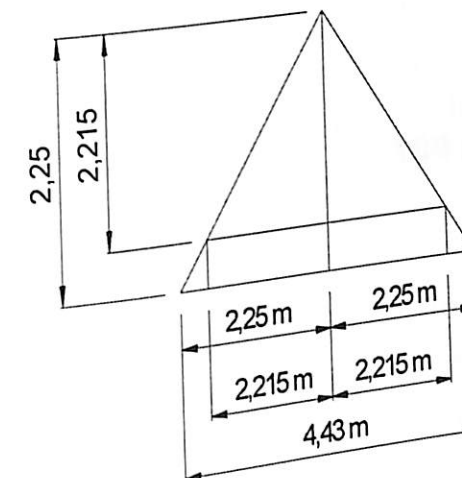
$$G = 0,25 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 1,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35 = 1,6875 \text{ kN/m}^2$$

Gerenda terhelése méterenként:

Konzolról:

$$1,75 \text{ m} \cdot 13,35 \text{ kN/m}^2 = 23,36 \text{ kN/m}$$

Lemezről:



$$2,215 \cdot 1,41 \text{ kN/m}^2 = 31,23 \text{ kN}$$

$$q = 23,0475 \text{ kN/m}^2$$

$$Q = 31,23 \text{ kN}$$

$$\Sigma_{MA} = 0$$

$$2,215 * 4,43 * 23,0475 + 1,476 * 28,2 + 2,952 * 28,2 - 4,43 B_y \Rightarrow +4,43 B_y = 351,022$$

$$B_y = 82,286 \text{ kN} \uparrow$$

$$A_y = 82,286 \text{ kN} \uparrow$$

$$\Sigma_{Fy} = 0$$

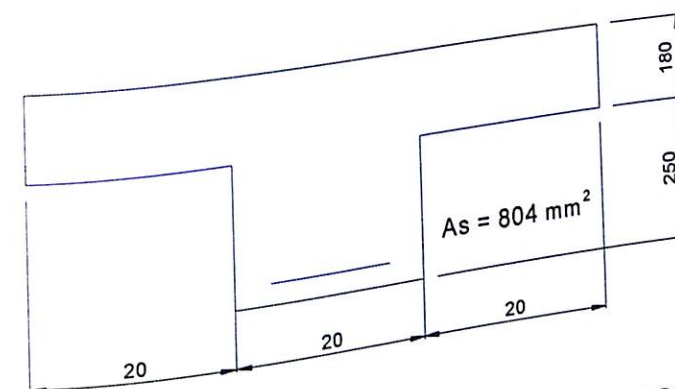
$$M_{Ed} = 82,286 * 2,215 - 2,215 * \frac{2,215}{2} * 23,0475 - \frac{1,476}{3} * 31,23 = 102,677 \text{ kNm}$$

$$C_{nom} = \begin{cases} 8 \\ 15 \\ 10 \end{cases} \quad \begin{cases} 16 \\ 15 \\ 10 \end{cases}$$

$$\frac{25+8}{26}$$

$$d = 430 - 33 - \frac{16}{2} = 389 \text{ mm}$$

Gerenda keresztmetszet:



$$102,677 \cdot 10^6 = 600 \cdot x_c \cdot 16,7 \cdot \left(389 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$-5010 \cdot x_c^2 + 3,897 \cdot 780 x_c - 98,16 \cdot 10^6$$

$$x_c = \frac{3897780 \pm \sqrt{3897780^2 - 4 \cdot (-5010)(102,677 \cdot 10^6)}}{2(-5010)} = 27,3 \text{ mm}$$

$$x_{co} = \zeta \cdot d = 190,61 \text{ mm}$$

$$x_{co} \geq x_c \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$A_s = \frac{600 \cdot 27,3 \cdot 16,7}{435} = 628,841 \text{ mm}^2 \Rightarrow 4\emptyset 16 = 804 \text{ mm}^2$$

Alkalmazott vasalás $4\emptyset 16 = 804 \text{ mm}^2$.

Betonacélok közötti távolság meghatározása:

$$2 * c_{nom} = 66 \text{ mm}$$

$$4 * \emptyset 16 = 64 \text{ mm}$$

$$200 - 66 - 64 = 70/3 = 23,333 \text{ mm}$$

$$a_{min} = a_{max} \begin{cases} 16 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \\ 16 + 5 = 21 \text{ mm} \end{cases}$$

$$d_g + 5 \text{ mm} = 21 \text{ mm} < 23,333 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

Szerkesztési szabályok:

Minimális vasalás:

$$A_{smin} = \rho_{min} * b_t * d$$

$$\rho_{min} = \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk}; 0,0015)$$

$$\rho_{min} = \max(0,26 * 2,6/500; 0,0015)$$

$$\rho_{min} = \max(0,00135; 0,0015) \Rightarrow$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * b_t * d = 0,0015 * 200 * 389 = 116,7 \text{ mm}^2$$

$$A_{salkalmazott} = 804 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 116,7 \text{ mm}^2$$

MEGFELEL!

$$A_{smax} = 0,04 * A_c = 0,04 * 200 * 430 = 3440 \text{ mm}^2$$

$$A_{smax} = 3440 \text{ mm}^2 \geq A_{salkalmazott} = 804 \text{ mm}^2$$

MEGFELEL!

M_{Rd} adott keresztmetszetben, 4Ø16-os fõvas alkalmazásával

$$b * x_c * f_{cd} = A_s * f_{yd}$$

$$x_c = \frac{A_s * f_{yd}}{b * f_{cd}} = \frac{804 * 435}{16,7 * 600} = 34,9 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 600 * 34,9 * 16,7 \left(389 - \frac{34,9}{2} \right) = 129,93 \text{ kNm}$$

Kvázi állandó teher számítása:

Konzolra: $4,5 + 1,5 + 3 * 0,3 = 6,9 \text{ kNm}$

$$T = 1,6 \text{ m} \Rightarrow 1,6 * 6,9 = 11,04 \text{ kN/m}$$

Lakás $4,5 + 1,5 + 2 * 0,3 + 2 = 8,6 \text{ kN/m}$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$0 = 2,215 * 4,43 * (11,04 + 1,25) + 1,476 * (2,215 * 8,6) + 2,952 * (2,215 * 8,6) - 4,43 B_y \Rightarrow$$

$$A_y = B_y = 46,263 \text{ kN}$$

$$M_{qp} = 46,263 * 2,215 - 2,215 \frac{2,215}{2} * (11,04 + 1,25) - \frac{1,476}{3} * (2,215 * 8,6) = 62,952 \text{ kNm}$$

4.2 G1 jelű vb. gerenda kötött tervezése kézi számítással nyírásra:

$$V_{Rdc} = c * b_w * d * f_{cd}$$

$$\frac{89}{c} = \frac{100}{0,032} \Rightarrow c = 0,3295$$

$$V_{Rdc} = 0,3295 * 200 * 3891,20 = 30,762 \text{ kN}$$

$$v = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 * \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$V_{Rdmax} = 0,5 * b_w * z * v * f_{cd} = 0,5 * 200 * 350 * 0,54 * 16,7 = 315,63 \text{ kN}$$

$$V_{Rds}^s = \frac{z}{s_s} * A_{zw} * f_{ywd} = \frac{350}{180} * 101 * 435 = 85,429 \text{ kN} > 82,286 \text{ kN}$$

MEGFELEL!

Ø8/180 ALKALMAZOTT

$$V_{Rds}^s = \frac{z}{s_s} * A_{zw} * f_{ywd} = \frac{350}{250} * 101 * 435 = 61,509 \text{ kN} > 45,219 \text{ kN}$$

MEGFELEL!

Ø8/250 ALKALMAZOTT

4.3 G1 jelű vb. gerenda ellenőrzése kézi számítással lehajlásra

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{4eff}} = \frac{200.000}{9,3 * 10^3} = 21,505$$

$$A_1 = bh + \alpha_e A_{s1} = 200 * 430 + 21,505 * 804 = 103290,02 \text{ mm}^2$$

$$C_1 = \frac{\frac{bh^2}{2} + \alpha_e A_{s1} d_1}{A_1} = \frac{200 * \frac{430^2}{2} + 21,505 * 804 * 389}{103290} = 244,126 \text{ mm}$$

$$I_1 = \frac{bc_l^3}{3} + \frac{b(h - c_l)^2}{3} + \alpha_e A_{s1} (d_1 - c_l)^2 =$$

$$= \frac{200 * 244,13^3}{3} + \frac{200 * (430 - 244,13)^3}{3} + 21,505 * 804 *$$

$$* (389 - 244,13)^2 = 1,761 * 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\frac{1}{3} x_{II}^2 * 200 + 21,505 (x_{II} - 389) * 804 = 0$$

$$66,666 x_{II}^2 + 17290,02 x_{II} - 6725817,78 = 0$$

$$c_2 = x_{II} = \frac{-17290 \pm \sqrt{17290^2 - 4 * (66,666) * (-6725817,78)}}{2 * 66,666} = 213,4 \text{ mm}$$

$$I_{II} = \frac{bc_{II}^3}{3} + \alpha_e A_{sI} (d_I - c_{II})^2 = \frac{200 * 213,4^3}{3} + 21,505 * 804 (389 - 213,4)^2 =$$

$$= 1,181 * 10^9 \text{ mm}^4$$

$$M_{cr} = f_{ctm} * \frac{I_1}{h - c_I} = 2,6 * \frac{1,761 * 10^9}{430 - 244,126} = 24,633 \text{ kNm}$$

$$\zeta = 1 - 0,5(M_{cr}/M_l)^2 = 1 - 0,5(24,633/62,952)^2 = 0,923$$

$$I_{eff} = \frac{I_I I_{II}}{\zeta I_I + (1 - \zeta) I_{II}} = \frac{1,761 * 10^9 * 1,181 * 10^9}{0,923 * 1,761 * 10^9 + (1 - 0,923) * 1,181 * 10^9} = 1,212 * 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\kappa_M = \frac{M}{E_{c,eff} * I_{eff}} = \frac{62,952 * 10^6}{9,3 * 10^3 * 1,212 * 10^9} = 5,585 * 10^{-6}$$

$$W = \frac{\kappa * l^2}{\gamma} = \frac{5,585 * 10^{-6} * 4,43 * 10^{-6}}{9,6} = 2,577 \text{ mm}$$

$$4430/250 = 17,72 \text{ mm} > 2,577 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

4.4 G1 jelű vb. gerenda ellenőrzése repedéstágasságra

P_{ed} :

$$M_{Ed} = 102,677 \cdot 10^6 \text{ kNm}$$

$$q = \frac{102,677 \cdot 8}{4,43^2} = 41,856 \text{ kN/m}$$

$$C25/30 - XC1 - 16 - 73$$

$$C_{nom} = \max 10 + \begin{matrix} 8 \\ 15 \\ 10 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 16 \\ 15 \\ 10 \end{matrix} \\ \hline 20 + 8 \quad 26$$

$$d = 389 \text{ mm}$$

$$M_{qp} = 62,952 \text{ kNm}$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{\gamma} \Rightarrow q = \frac{M \cdot 8}{l^2} = \frac{62,952 \cdot 8}{4,43^2} = 25,662 \text{ kN/m}$$

$$h_{c,eff} = \min \begin{cases} 2,5(h - d) = 2,5(430 - 389) = 102,5 \text{ mm} \\ \frac{h - x}{3} = \frac{430 - 104,713}{3} = 108,429 \text{ mm} \\ \frac{h}{2} = \frac{430}{2} = 215 \text{ mm} \end{cases}$$

$$x_c = \frac{804 \cdot 435}{200 \cdot 16,7} = 104,713 \text{ mm}$$

$$S_{rmax} = 3,4 * C_{nom} + 0,425 * k_1 * k_2 * \varnothing \frac{A_{c,eff}}{A_s} =$$

$$= 3,4 * 28 + 0,425 * 0,8 * 0,5 * 16 \frac{(200 * 108,43)}{804} = 157,366 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = f_{yd} * \frac{\rho_{qp}}{\rho_{ed}} * \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 435 * \frac{25,662}{41,856} * \frac{102,677}{129,93} = 210,76 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0,4 * f_{ctm} \left(\frac{A_{c,eff}}{A_s} \right)}{E_s} = \frac{210,76 - 0,4 * 2,6 \left(\frac{200 * 108,43}{804} \right)}{200}$$

$$= 0,91354 * 10^{-3} \text{ m}$$

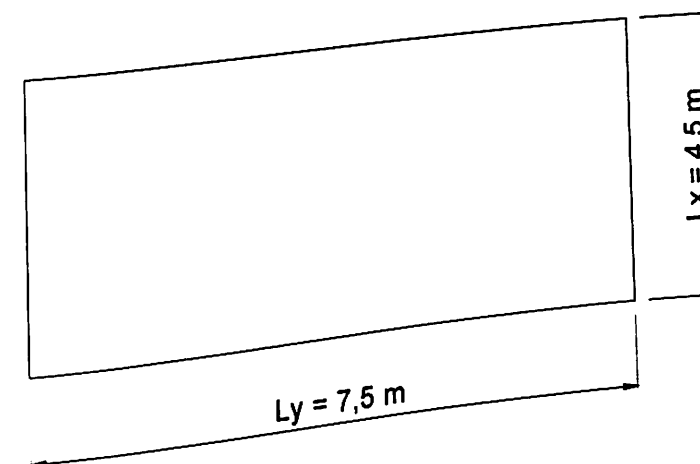
$$\varepsilon_{cm} = 0,4 * \frac{f_{ctm}}{E_{cm}} = 0,4 * \frac{2,6}{31} = 0,0335 * 10^{-3} \text{ m} = 0,000335 \text{ mm}$$

$$W_k = \max \left\{ \begin{array}{l} 157,366 * (0,00091354 - 0,0000335) = 0,1388 \text{ mm} < 0,2 \text{ mm} \\ 0,6 * 157,366 * \frac{210,76}{200,00} = 0,0995 \end{array} \right.$$

MEGFELEL!

5 MONOLIT VB. LEMEZ TERVEZÉSE

5.1 Kétirányban teherhordó monolit vb. lemez terheinek számítása Marcus-módszerrel



Lemez mértékadó terhe:

$$P_{Ed} = 12,075 \text{ kN/m}^2$$

$E \cdot I = \text{áll.}$

$$w_x = \frac{2}{384} * \frac{P_{edx} * l_x^4}{EI}$$

$$w_y = \frac{2}{384} * \frac{P_{edy} * l_y^4}{EI}$$

$$P_{ed} = P_{edx} - \frac{l_x^4}{l_y^4} + P_{edy}$$

$$\frac{2}{384} * \frac{P_{edx} * l_x^4}{EI} = \frac{2}{384} * \frac{P_{edy} * l_y^4}{EI}$$

$$P_{edx} \cdot l_x^4 = P_{edy} \cdot l_y^4 \Rightarrow P_{edy} = P_{edx} \cdot \frac{l_x^4}{l_y^4}$$

$$P_{Ed} = 12,075 \text{ kN/m}^2 = P_{edx} \cdot \frac{l_x^4}{l_y^4} = P_{edx} \cdot \frac{4,5^4}{7,5^4} + P_{edx} \Rightarrow$$

$$12,075 = P_{edx} \cdot \frac{l_x^4}{l_y^4} + P_{edx}$$

$$12,075 = P_{edx} \cdot \frac{4,5^4}{7,5^4} + P_{edx}$$

$$12,075 = P_{edx} \cdot 0,1296 + P_{edx} \Rightarrow 12,075 = 1,1296 P_{edx} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{edx} = 10,6896 \Rightarrow P_{Ed} - P_{edx} = P_{edy} = 12,075 - 10,6896 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1,3853 \text{ kN/mm}^4$$

$$P_{edx} = 10,6896 \text{ kN/m}$$

$$P_{edy} = 1,3853 \text{ kN/m}$$

$$M_{x \max}^+ = \frac{9}{128} \cdot 10,6896 \cdot 4,5^2 = 15,22 \text{ kNm}$$

$$M_{y \max}^+ = \frac{9}{128} \cdot 1,3853 \cdot 7,5^2 = 5,48 \text{ kNm}$$

5.2 Monolit vb. lemez kötött tervezése kézi számítással teherbírásra

$$M_{xmax} = 15,22 \text{ kNm}$$

Beton: C25/30

Betonacél: B500

$$c_{nom} = \begin{cases} 12 \\ 15 \\ 10 \\ \overline{25} \end{cases}$$

$$d = h - c_{nom} - \frac{\emptyset}{2} = 180 - 25 - \frac{10}{2} = 150 \text{ mm}$$

$$M_{xmax} = b * x_c * f_{cd} \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = 15,22 * 10^6 = 1000 * x_c * 16,7 \left(150 - \frac{x_c}{2} \right) =$$

$$= 15,22 * 10^6 = 16700 x_c \left(150 - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$-8350 x_c^2 + 2505000 x_c - 15,22 * 10^6$$

$$x_{1,2} = \frac{-2505000 \pm \sqrt{2505000^2 - 4 * (-8350) * (-15,22 * 10^6)}}{2 * (-8350)} = 6,204 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{b * x_c * f_{cd}}{f_{cd}} = \frac{1000 * 6,204 * 167}{435} = 238,1765 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} < A_{smin} =$$

$$= 1,5\text{‰} * 180 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Szerkesztési szabályok:

$$A_{smin} = \rho_{min} b_t d$$

$$\rho_{\min} = \max(0,26 * f_{ctm} / f_{yk}; 0,0015)$$

$$\rho_{\min} = \max(0,26 * 2,6 / 500; 0,0015)$$

$$\rho_{\min} = \max(0,00135; 0,0015) \Rightarrow$$

$$A_{s\min} = 0,0015 * 1000 * 140 = 210 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{salkalmazott}} = 314 \text{ mm}^2 > A_{s\min} = 210 \text{ mm}^2$$

MEGFELEL!

$$A_{s\max} = 0,04 * A_c = 0,04 * 1000 * 180 = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\max} = 7200 \text{ mm}^2 \geq A_{s\text{salkalmazott}} = 804 \text{ mm}^2$$

MEGFELEL!

$$M_{y\max} < M_{x\max} \Rightarrow A_{sy} = A_{sx}$$

5.3 Monolit vb. lemez ellenőrzése kézi számítással lehajlásra

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff} = 200000 / 9,3 \cdot 10^3 = 21,505$$

$$A_1 = bh + \alpha_e A_{s1} = 1000 \cdot 180 + 21,505 \cdot 314 = 186752,57 \text{ mm}^2$$

$$C_1 = \frac{\frac{bh^2}{2} + \alpha_e A_{s1} d_1}{A_1} = \frac{1000 \cdot 180^2 / 2 + 21,505 \cdot 314 \cdot 137}{186752,57} = 86,782 \text{ mm}^2$$

$$I_1 = \frac{bc_1^3}{3} + \frac{bh - c_1^2}{3} + \alpha_e A_{s1} (d_1 + C_1)^2 =$$

$$= \frac{1000 \cdot 86,782^3}{3} + \frac{1000 \cdot (180 - 86,782)^3}{3} + 21,505$$

$$\cdot 314 (137 - 86,782)^2 = 0,505 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\frac{1}{3} x_{II}^2 \cdot 1000 + 21,505 \cdot (x_{II} - 137) \cdot 314 = 0$$

$$333,333 x_{II}^2 + 6752,57 x_{II} - 925102,09 = 0$$

$$c_2 = x_2 = \frac{-6752,57 \pm \sqrt{6752,57^2 - 4 \cdot (333,333) \cdot (-925102,09)}}{2(333,333)} = 43,517 \text{ mm}$$

$$I_{II} = \frac{bc_{II}^3}{3} + \alpha_e A_{sI} (d_I - c_{II})^2 = \frac{1000 \cdot 43,517^3}{3} + 21,505 \cdot 314 (137 - 43,517)^2$$

$$= 8,648 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_1}{h - c_I} = 2,6 \cdot \frac{0,505 \cdot 10^9}{180 - 86,782} = 14,085 \text{ kNm}$$

$$M_{qp} = \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{7,4 \cdot 1,6^2}{2} = 9,472 \text{ kNm}$$

$$\zeta = 1 - 0,5(M_{cr}/M_l)^2 = 1 - 0,5(14,085 * 10^6 / 8,949 * 10^6) = 0,213$$

$$I_{eff} = \frac{I_l I_{II}}{\zeta I_l + (1 - \zeta) I_{II}} = \frac{0,505 * 10^9 * 8,648 * 10^7}{0,213 * 0,505 * 10^9 + (1 - 0,213) * 8,648 * 10^7} \\ = 2,488 * 10^8 \text{ mm}^4$$

$$\kappa_M = \frac{M}{E_{c,eff} * I_{eff}} = \frac{14,085 * 10^6}{9,3 * 10^3 * 2,488 * 10^8} = 6,087 * 10^{-6} \text{ 1/mm}$$

$$W = \frac{\kappa * l^2}{\gamma} = \frac{1,751 * 10^{-5} * 1,6^2 * 10^6}{13} = 9,482 \text{ mm}$$

$$9,482 \text{ mm} < \frac{4500}{250} = 18 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

5.4 Monolit vb. lemez ellenőrzése repedéstágasságra

$$c_{nom} = 10 + \max \begin{cases} 10 \\ 15 \\ 10 \\ 25 \end{cases}$$

$$d = h - c_{nom} - \frac{\emptyset}{2} = 180 - 25 - \frac{10}{2} = 150 \text{ mm}$$

$$M_{qp} = 8,949 \text{ kNm}$$

$$h_{c,eff} = \min \begin{cases} 2,5(h-d) = 2,5(180-150) = 75 \text{ mm} \\ \frac{h-x}{3} = \frac{180-7,68}{3} = 57,44 \text{ mm} \\ \frac{h}{2} = \frac{180}{2} = 90 \text{ mm} \end{cases}$$

$$x_c = \frac{A_s * f_{yd}}{b * f_{cd}} = \frac{314 * 435}{1000 * 16,7} = 8,18 \text{ mm}$$

$$s_{rmax} = 3,4 * c_{nom} + 0,425 * k_1 * k_2 * \emptyset \frac{A_{c,eff}}{A_s} =$$

$$= 3,4 * 35 + 0,425 * 0,8 * 0,5 * 10 \frac{(1000 * 90)}{314} = 606,26 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = f_{yd} * \frac{\rho_{qp}}{\rho_{ed}} * \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 435 * \frac{7,1}{12,07} * \frac{15,22}{18,56} = 209,748 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0,4 * f_{ctm} \left(\frac{A_{c,eff}}{A_s} \right)}{E_s} = \frac{209,748 - 0,4 * 2,6 \left(\frac{1000 * 90}{314} \right)}{200}$$

$$= 4,417 * 10^{-4} \text{ mm}$$

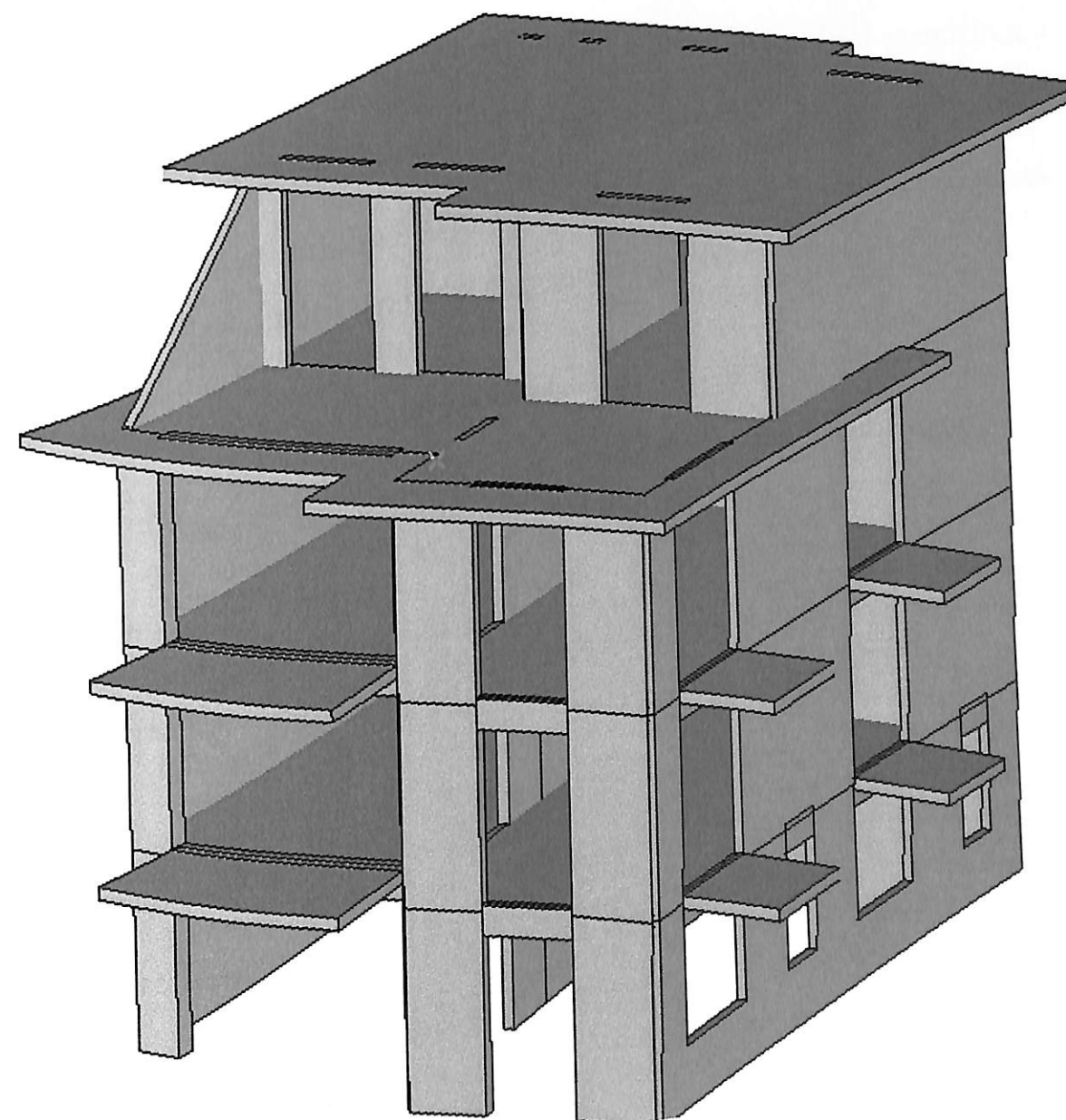
$$\varepsilon_{cm} = 0,4 * \frac{f_{ctm}}{E_{cm}} = 0,4 * \frac{2,6}{31} = 0,0335 * 10^{-3} \text{ mm} = 0,0000335 \text{ mm}$$

$$W_k = \max \begin{cases} 606,26 * (4,417 * 10^{-4} - 0,0000335) = 0,247 \text{ mm} < 0,4 \\ 0,6 * 606,26 * \frac{209,748}{200000} = 0,368 \text{ mm} < 0,4 \end{cases}$$

$$0,368 \text{ mm} < 0,4 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

6 „A” JELŰ ÉPÜLET FÖDÉMJEINEK MÉRETEZÉSE AXIS VM12 TERVEZŐPROGRAMMAL



1. ábra – „A” épület háromdimenziós modellje

Az AxisVm 12 program lehetővé teszi háromdimenziós modellek elkészítését. A fenti modellben jelen van a szerkezet önsúlya, minden esetleges teher és hatás.

Ezáltal könnyen ellenőrizhető az épület tetőponti elmozdulása szél vagy földrengés esetén.

A háromdimenziós modell lehetővé teszi azt is, hogy a falelemeket érő terheléseket külön-külön is leolvassuk vagy épp az épület alapozására jutó terheket lássuk.

Alapozás szempontjából az ilyen modell azért is előnyös, mert jól szemlélteti a kritikus terheléssel érintett elemeket.

Az épület merevsége várhatóan nagy, hiszen a beépítésre kerülő falak és födémek tárcsaként működnek, ezáltal rendkívül nagy merevséget biztosítanak.

6.1 „A” jelű épület 1-2. födém számítása

A födémszerkezet statikai számításait tervezőprogrammal hajtottam végre.

6.1.1 Födém terhei

Állandó terhek:

Önsúly	$\gamma: 1,35$
Rétegrend	$\gamma: 1,35$

Esetleges terhek

Hasznos teher: (alapértékek)

Lakás	2 kN/m^2	$\gamma: 1,5$
Erkély	3 kN/m^2	$\gamma: 1,5$
Válaszfal	2 kN/m^2	$\gamma: 1,5$
Hóteher	1 kN/m^2	$\gamma: 1,5$

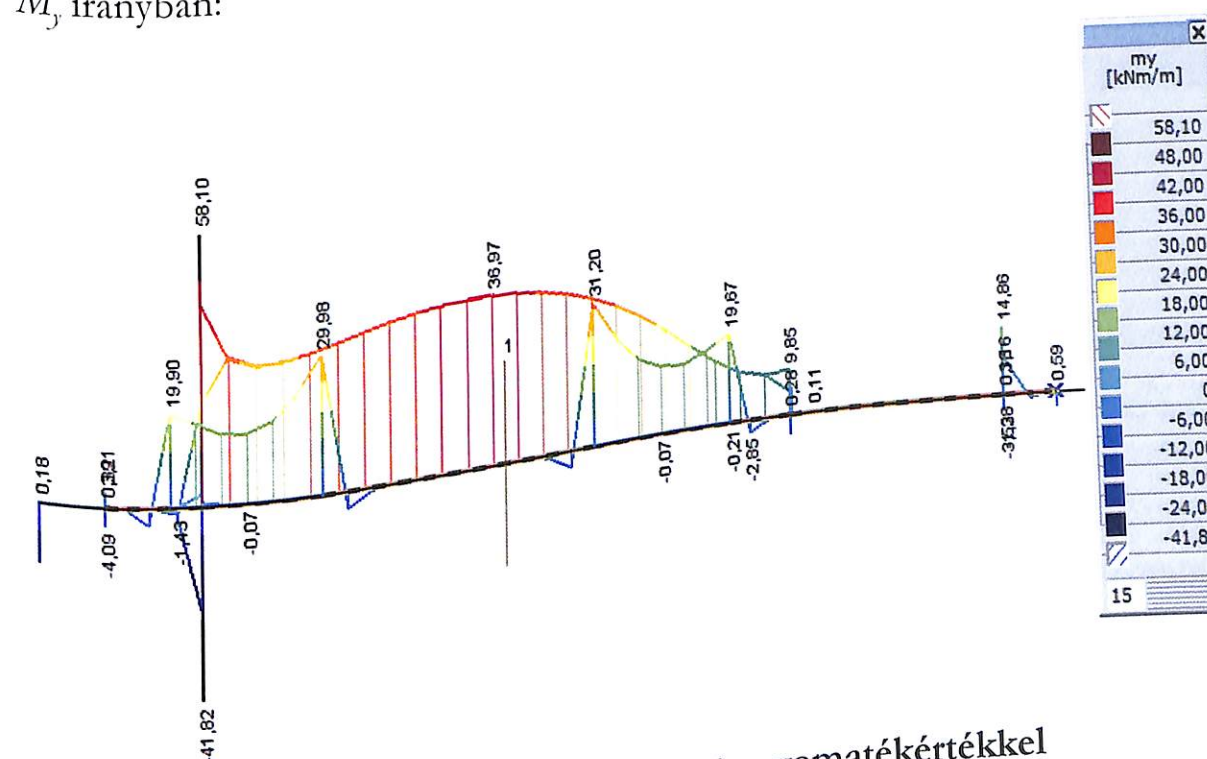
Födém teherkombinációi

A födém egyes mezőit elneveztem 1, 2, 3-as mezőnek. A mezők mindegyikén megjelennek külön az esetleges terhek. Pl.: Lakás 1 = Funkció: „Lakás”, teher: az 1. födémmezőn.

Név	Típus	Ársúly (ALL1)	rtg (ALL1)	lakás 1 (ESE1)	lakás 2 (ESE1)	lakás 3 (ESE1)	válaszfal 1 (ESE1)	válaszfal 2 (ESE1)	válaszfal 3 (ESE1)	erődy (ESE1)	hő (ESE1)	Megjegyzés
1 max	ULS (a, b)	1,35	1,35	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
2 1es	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	1,50	0	1,50	0	1,50	0	0	
3 2es	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	0	1,50	0	
4 3es	ULS (a, b)	1,35	1,35	1,50	1,50	0	1,50	0	1,50	0	0	
5 1-2	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	1,50	1,50	1,50	0,30	0,30	0,30	0	
6 2-3	ULS (a, b)	1,35	1,35	1,50	0	0,30	0,30	1,50	0	1,50	0	
7 1-3	ULS (a, b)	1,35	1,35	1,50	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0	
8 TK SLS	SLS Kvázist.	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	

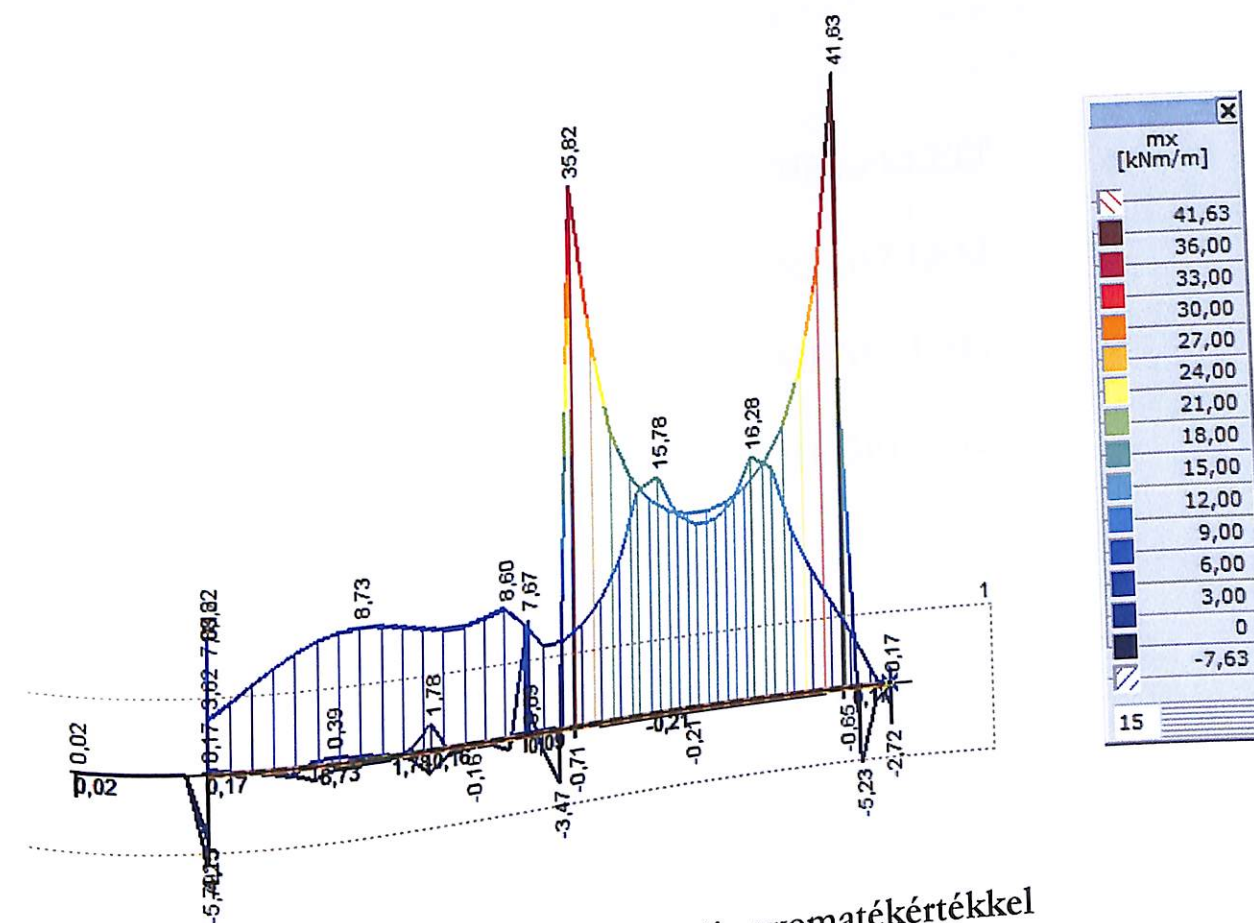
Terhekből számított hajlítónyomatékok:

M_y irányban:



2. ábra – M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel

M_x irányban:



3. ábra – M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel

Az ábrákon látható feszültségcsúcsok levághatók és azok környezetében szétoszthatók. Ha a feszültség csúcsokra kapott maximum értékre méreteznénk, a szerkezetet a legtöbb részén feleslegesen túlméreteznénk.

A monolit vasbeton lemez szükséges betonacél kiosztását tervezőprogrammal számítottam.

A terhek és elemek felvétele után kapott ábra megmutatja a szükséges betonacél mennyiségeket a folyóméterre vetítve vasalási irányonként.

Szerkesztési szabályok:

Lehajlások és megengedett értékeik:

A megengedett legnagyobb lehajlás: $L/250$

$$1675 \text{ mm} / 250 = 6,7 \text{ mm} > 4,705 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

$$3025 \text{ mm} / 250 = 12,1 \text{ mm} > 0,804 \text{ mm}$$

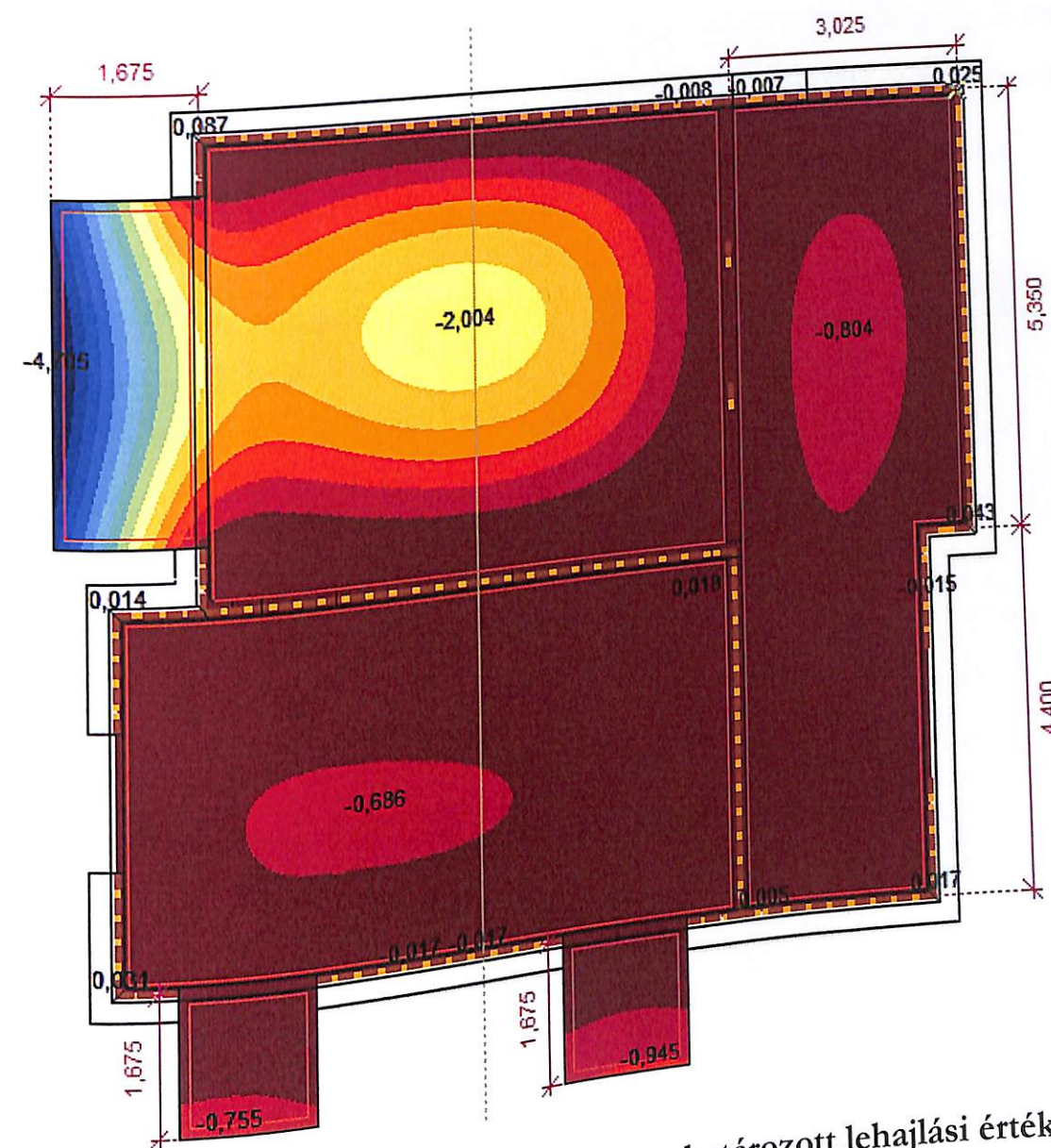
MEGFELEL!

$$5350 \text{ mm} / 250 = 21,4 \text{ mm} > 2,004 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

$$4400 \text{ mm} / 250 = 17,6 \text{ mm} > 0,686 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

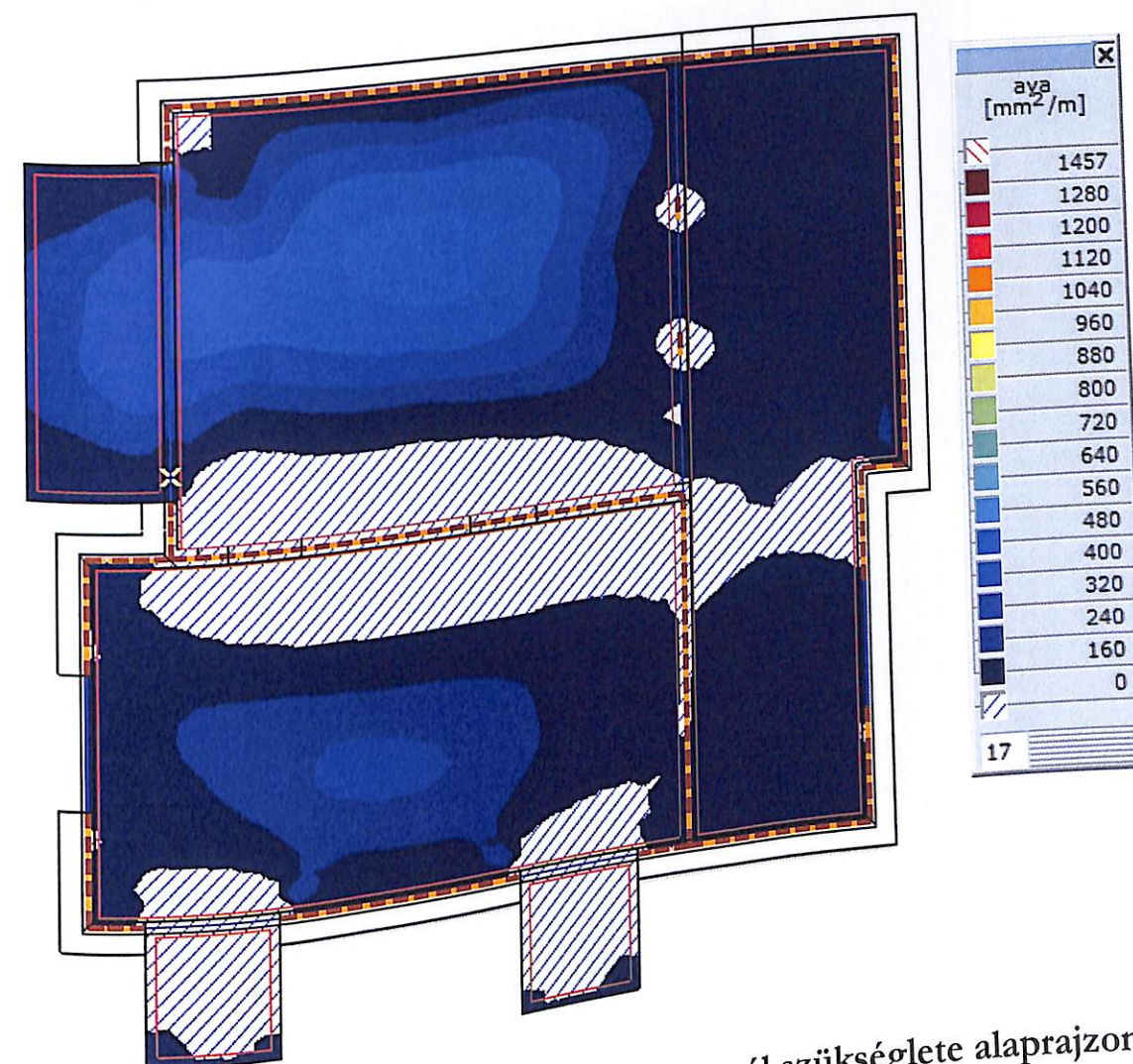


4. ábra – Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek

4. ábra – Nemlineáris számítással megvalósított elem módszer segítségével számított elmozdulások

A statikai számítás alapján szükségessé
tájtják:

Fontos megjegyezni, hogy a feszültségcsúcsok emelik magasabbra a szükséges betonacél mennyiségét, ezért nem mindenhol szükséges a listában feltüntetett betonacél mennyiség.

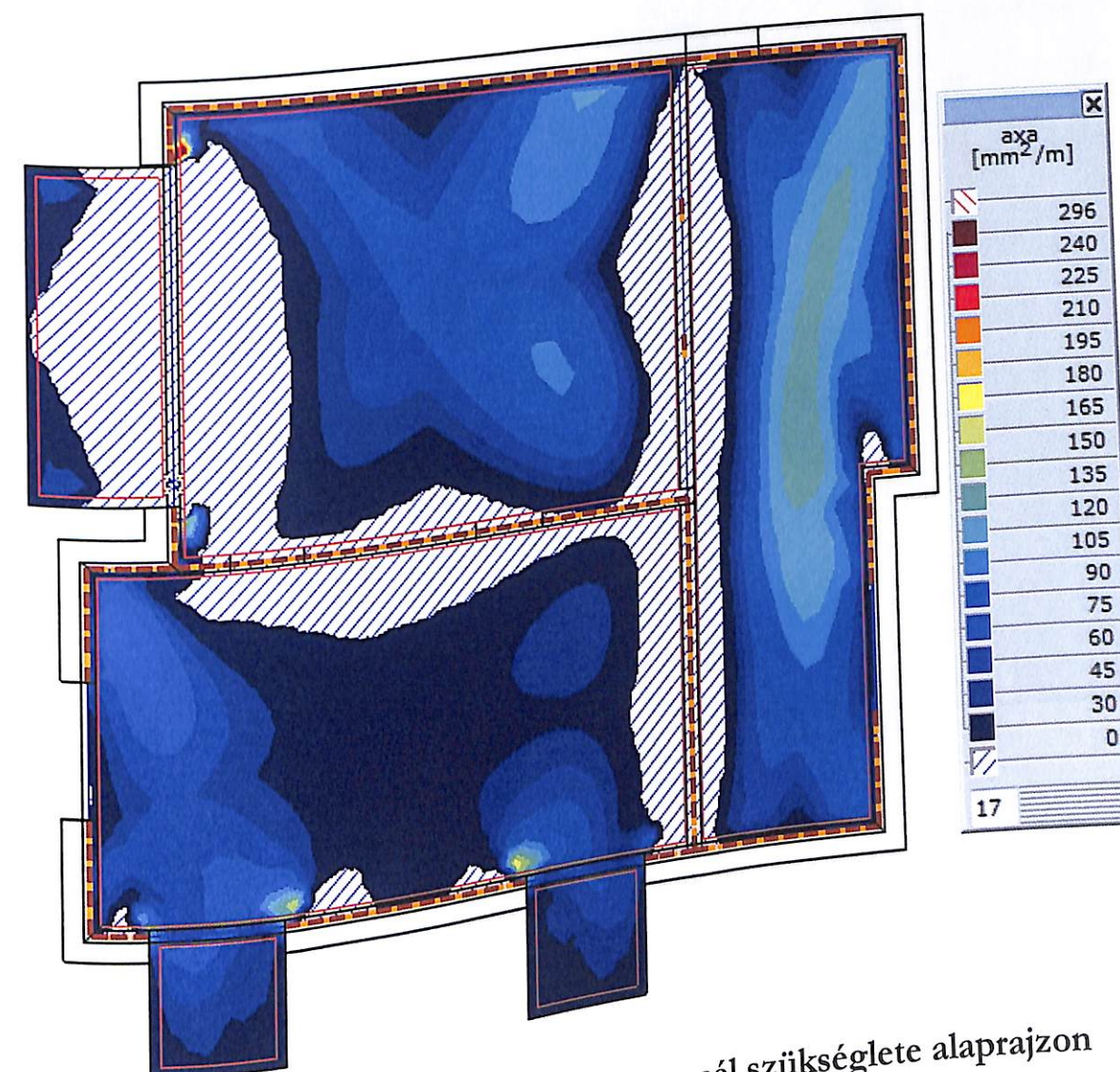


5. ábra – A földem alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban

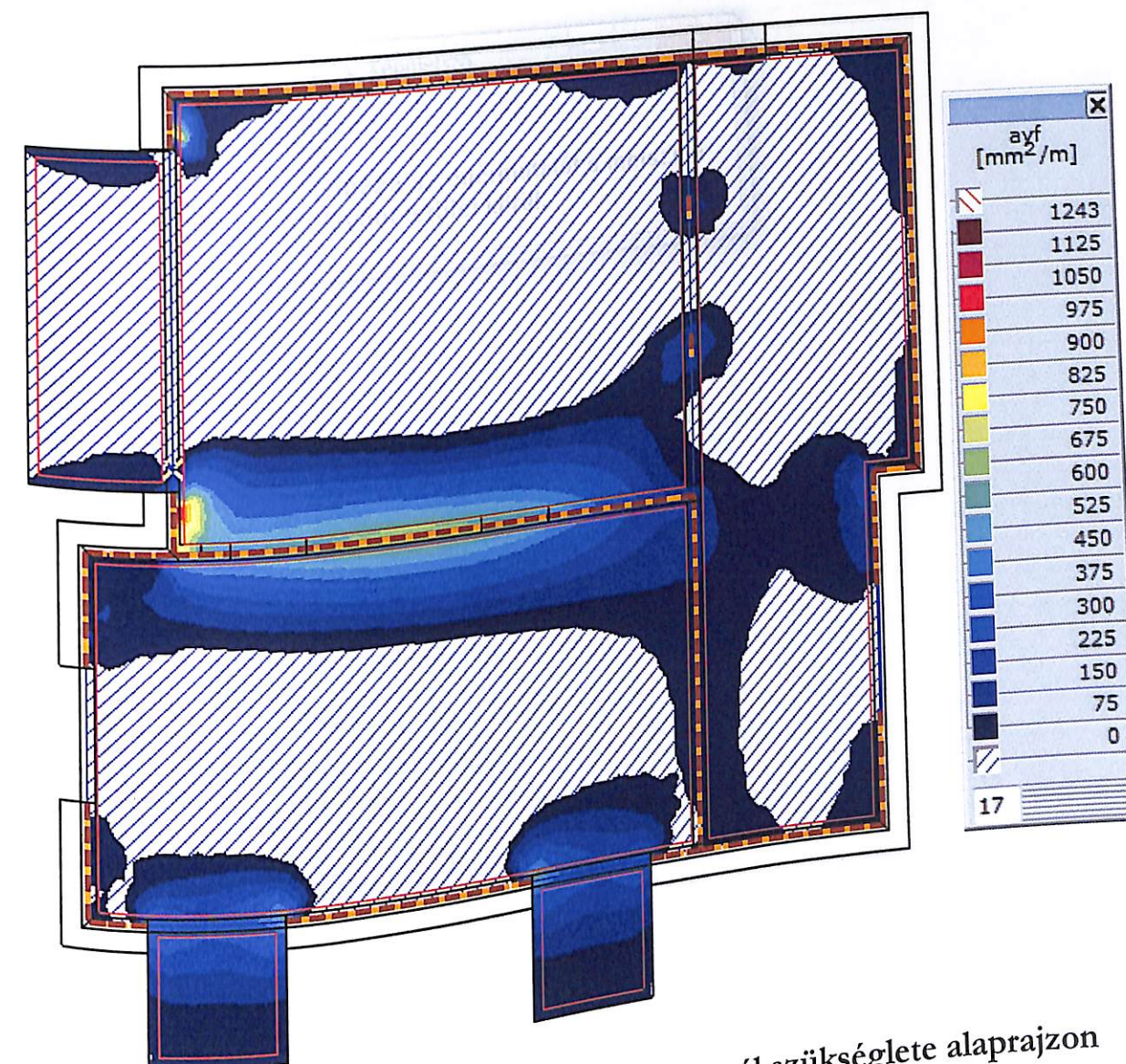
(y az alaprajzon függőleges irányú)

A fenti ábrán jól látható, hogy a konzolként kinyúló erkélyek alsó oldali betonacél szerelése a szerkezet üzemi működése során nem szükséges. Terveimben ennek ellenére mindenhol elhelyeztem ebben a pozícióban is a minimális betonacél

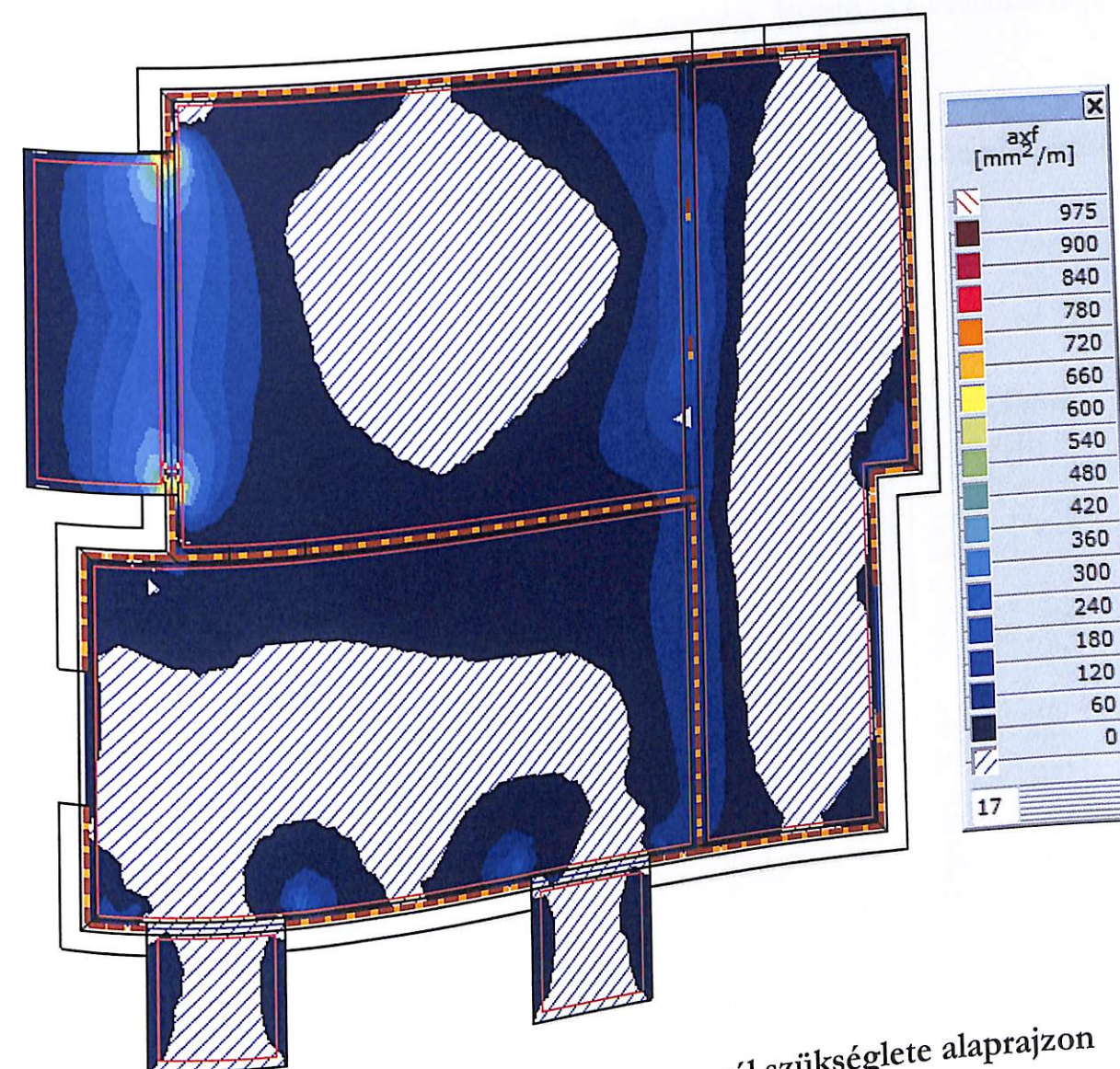
menyiséget, mert a kiszaluzás nem megfelelő ütemének következtében a konzol lerepedhet a födémmel való kapcsolatánál.



6. ábra – A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)



7. ábra – A földem felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)

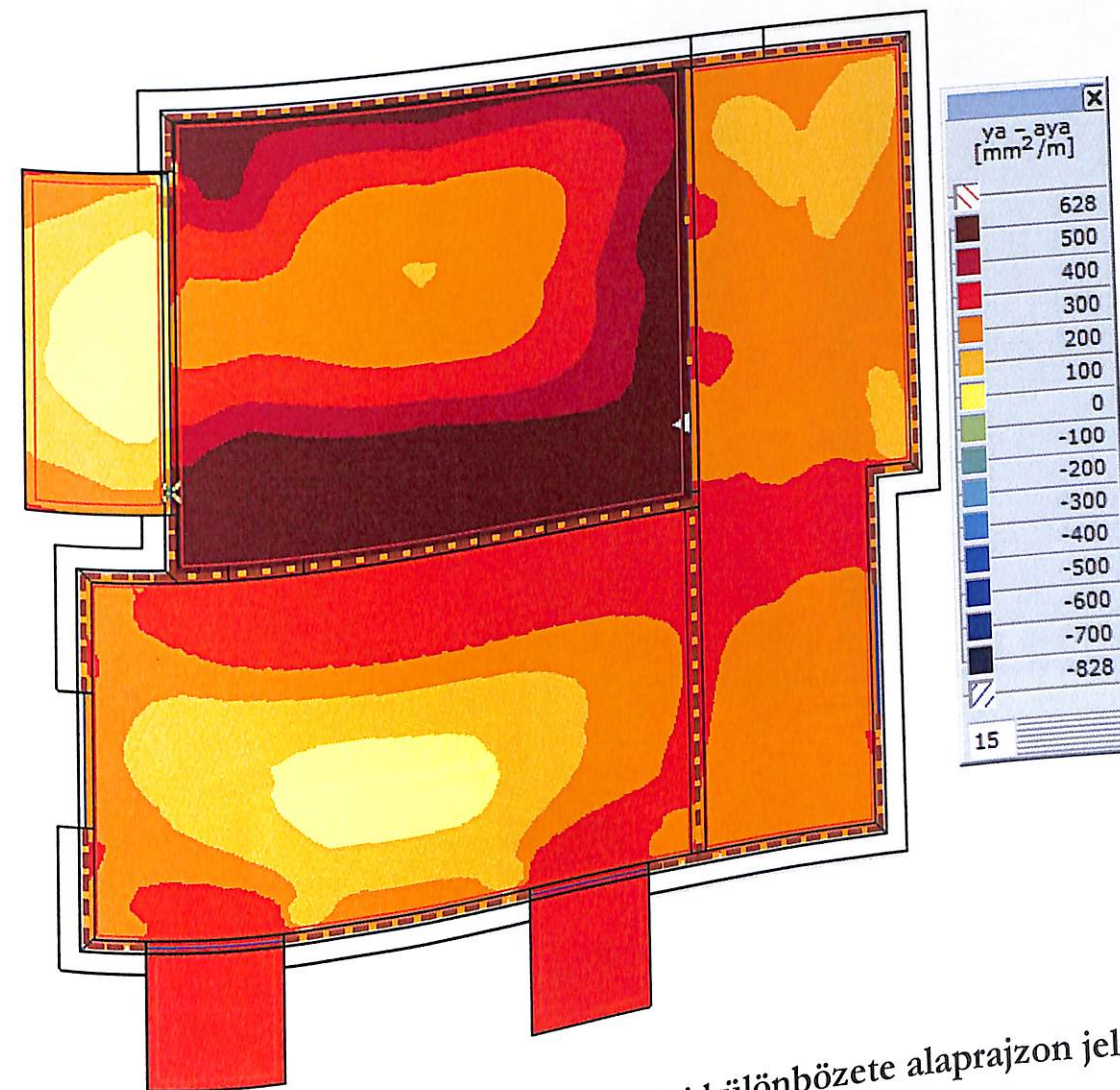


8. ábra – A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)

A fenti kétdimenziós eredmény képekből jól látható, hogy a felső pozícióban elhelyezett vasalások nem igényelnek teljes felületen alapháló elhelyezést. Tervemben ennek ellenére a felső övben is teljes felületen alaphálót helyeztem el. Ennek oka, hogy a tervet és így annak használatát, valamint a kivitelezést is bonyolította volna a megnövekedett vaspozíciók száma. A könnyebb átláthatóság és szerelhetőség gazdaságosabb lehet, mint a kevesebb betonacél beépítése több munka árán.

Az alábbi képen a szükséges betonacél mennyisége látható, az alkalmazottal szemben.

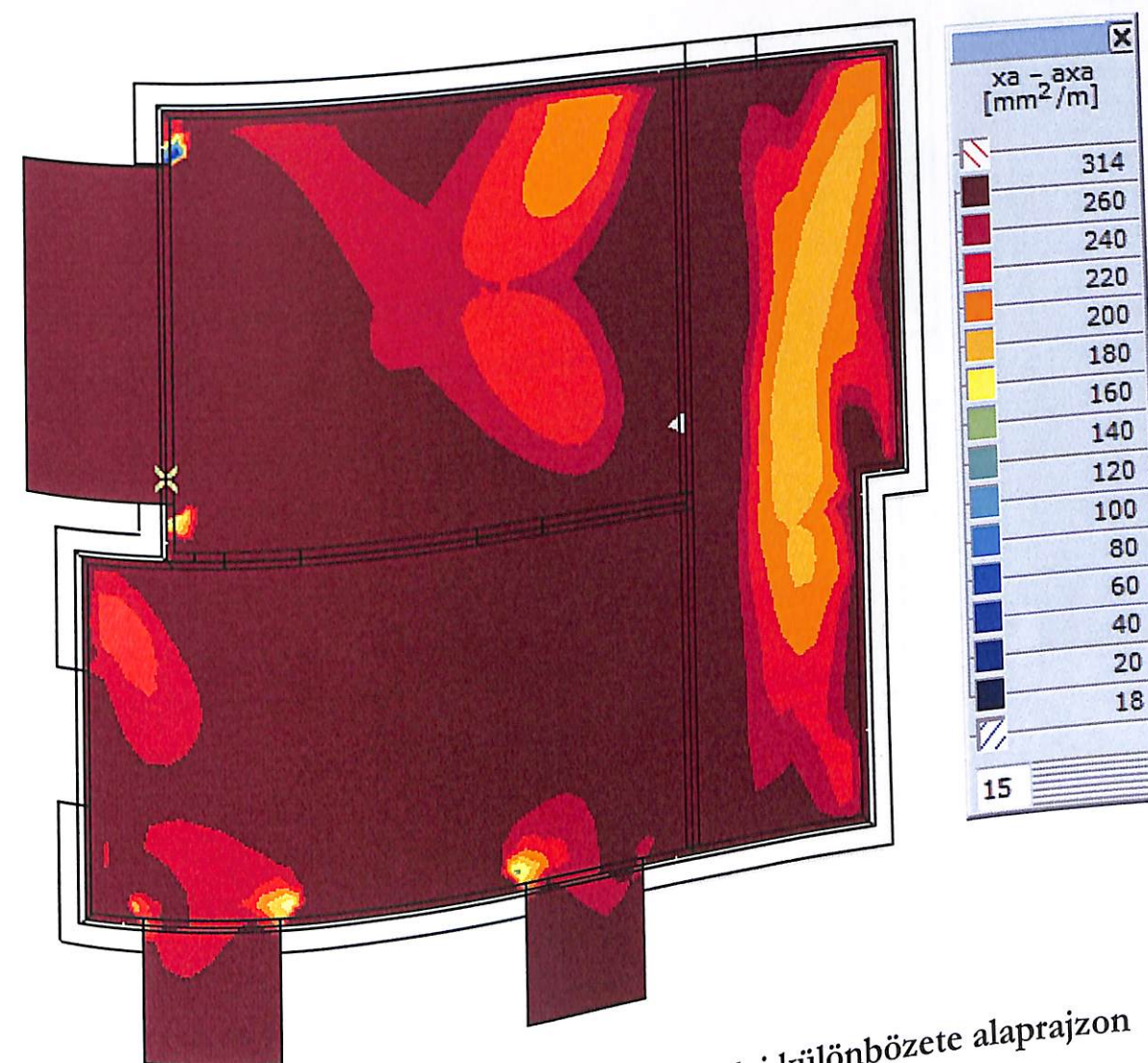
A negatív érték a hiányzó betonacélok mennyiségét mutatja, mely negatív értékeket a feszültségcsúcsok adják.



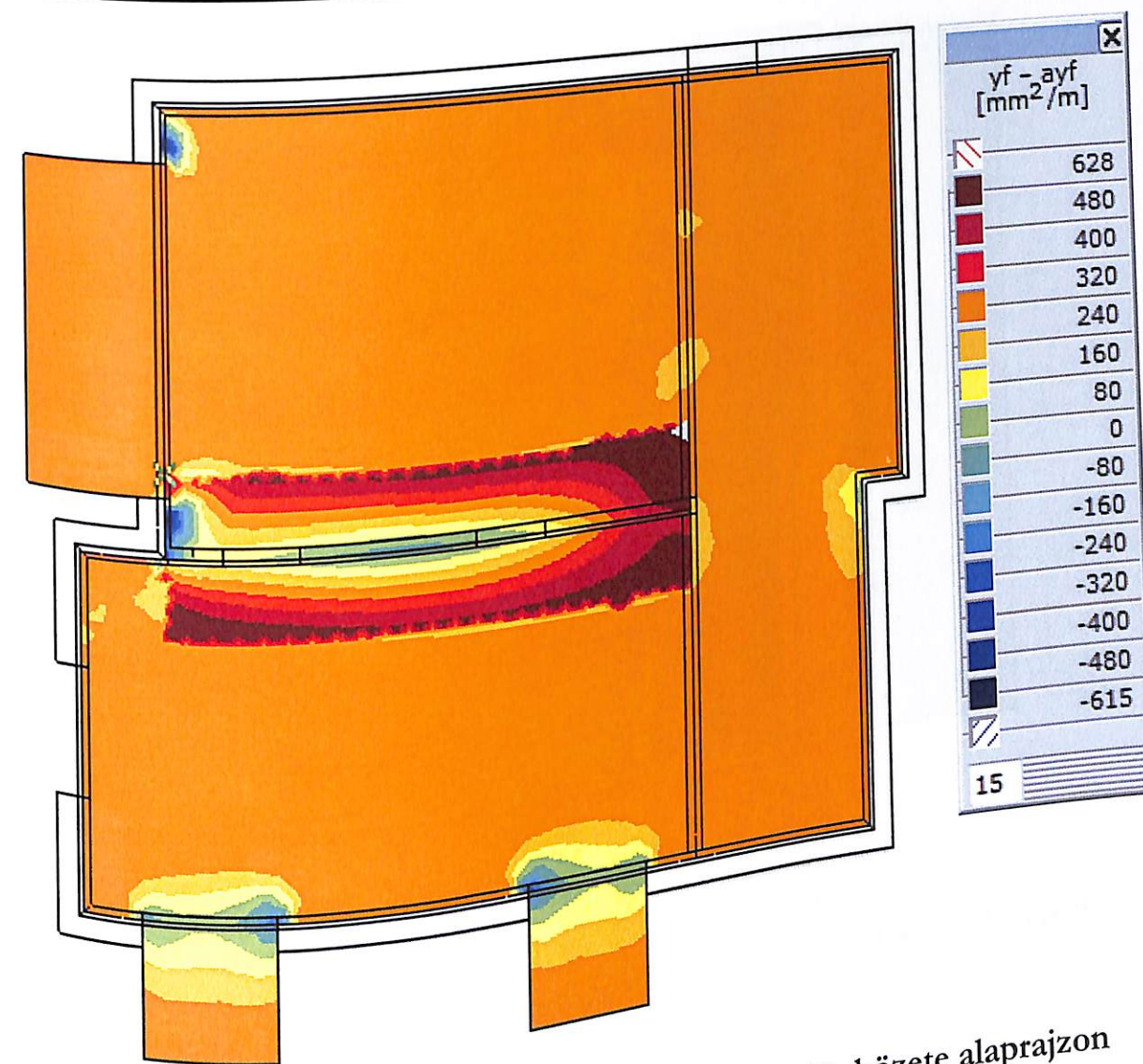
9. ábra – A födém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon jelölve
(y az alaprajzon függőleges irányú)

A födémeket két irányban teherhordónak tekintettem és ennek megfelelően méreteztem. Az y irány tekinthető erősebben terheltnek a két mértékadó födémszakasz esetében. Az alaprajzon jobb oldalt elhelyezkedő födémszakasz erősebben terhelt

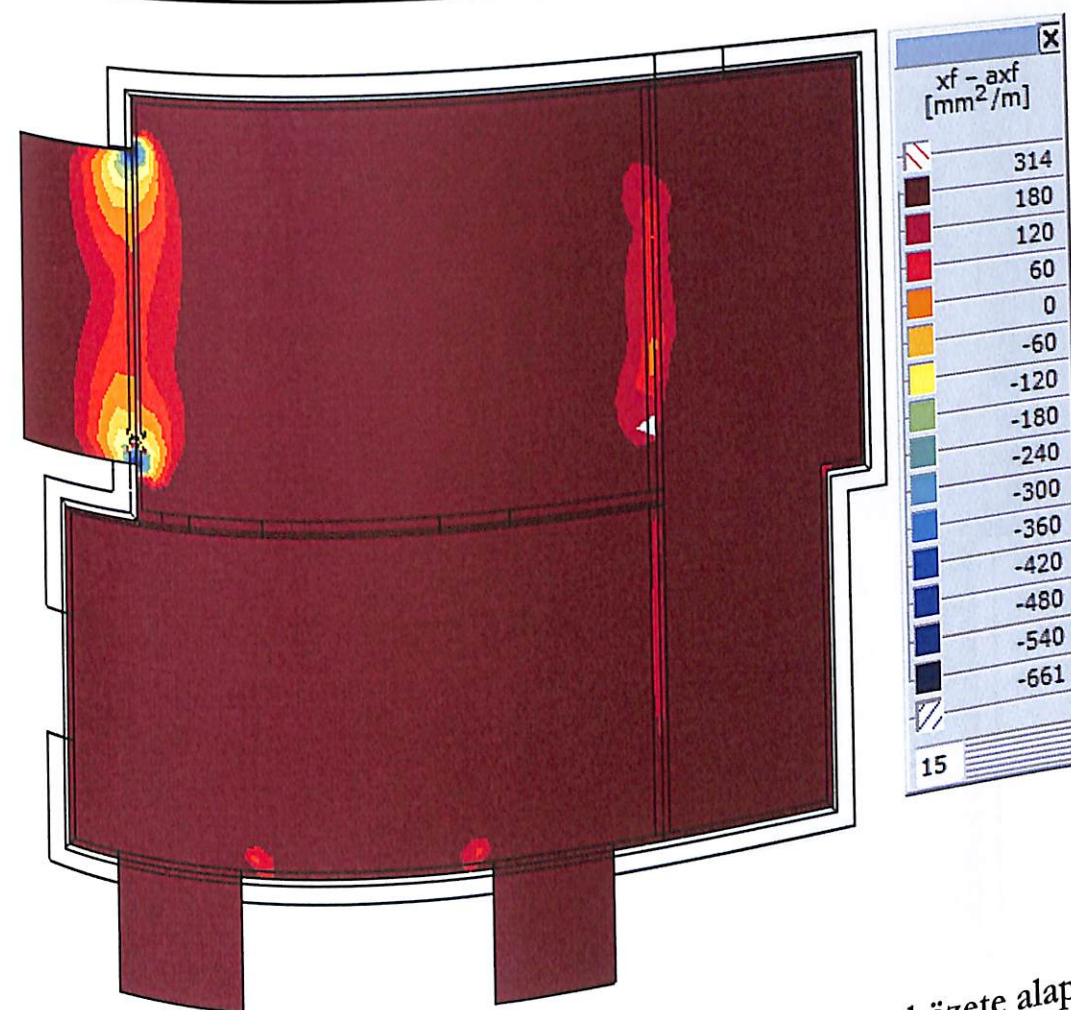
iránya az x , de a többihez képes kis fesztávnak köszönhetően a másik két födém-
szakasznál használt alapháló itt is megfelel.



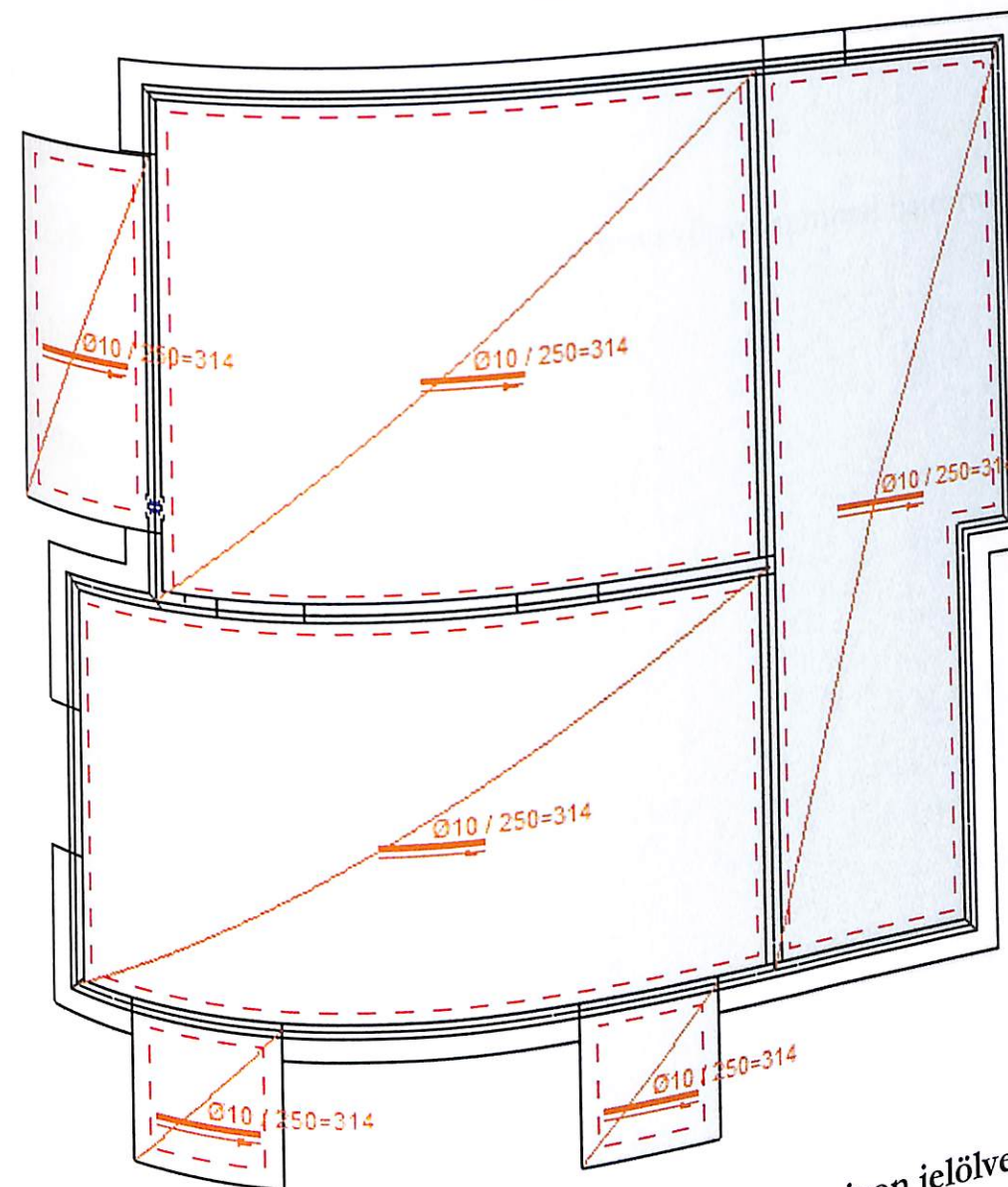
10. ábra – A födém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)



11. ábra – A földem felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)



12. ábra – A födém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)



13. ábra – A födém alsó és felső vasalása alaprajzon jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)

6.2 „A” jelű épület 3 emeleti födém méretezése AxisVM12 tervezőprogrammal

A födém szerkezet statikai számításait tervezőprogrammal hajtottam végre.

Födém terhei:

Állandó terhek

Önsúly $\gamma : 1,35$

Rétegrend $\gamma : 1,35$

Esetleges terhek

Hasznos teher: (alapértékek)

Lakás: 2 kN/m^2 $\gamma : 1,5$

Erkély: 3 kN/m^2 $\gamma : 1,5$

Válaszfal: 2 kN/m^2 $\gamma : 1,5$

Hóteher: 1 kN/m^2 $\gamma : 1,5$

Födém teherkombinációi

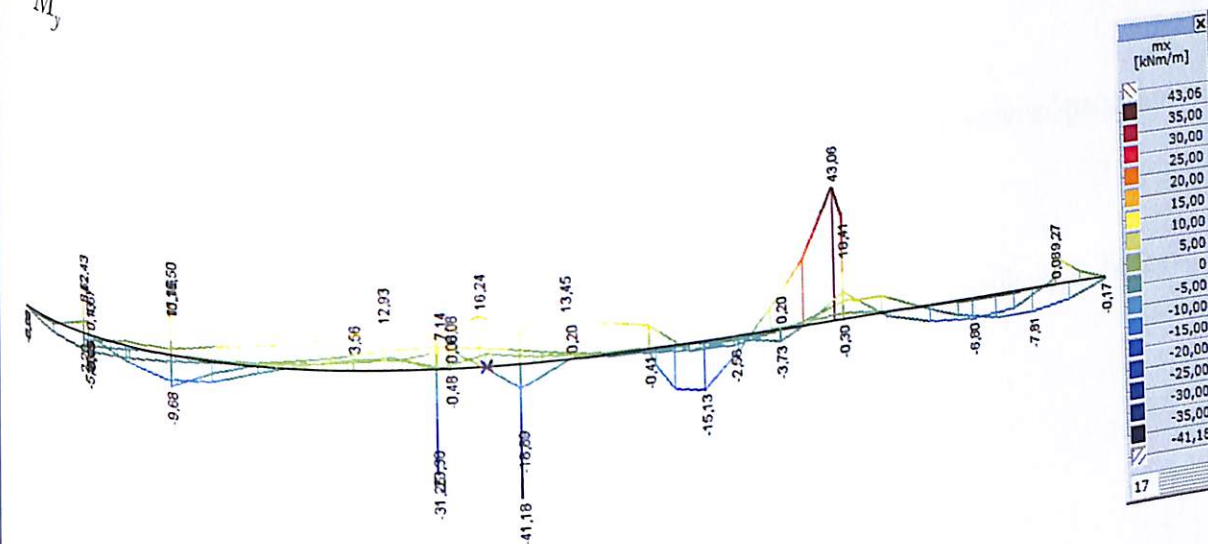
A födém egyes mezőit elneveztem 1, 2, 3-as mezőnek. A mezők mindegyikén megjelennek külön az esetleges terhek. Pl.: Lakás 1 = Funkció „Lakás”, teher 1 födémmezőn.

Típus	Önsúly	rtg	konzol hó	erkély 1	erkély 2	lakás 1	válaszfal 1	lakás 2	válaszfal 2	lakás 3	válaszfal 3	hó 1	hó 2	vonamanti teher	Megjegyzés
1. Lakás 1	1,35	1,35	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
2. Lakás 2	1,35	1,35	0	1,50	0	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
3. Lakás 3	1,35	1,35	0	0	0	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
4. Lakás 4	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
5. Lakás 5	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
6. Lakás 6	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
7. Lakás 7	1,35	1,35	0	0	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
8. Lakás 8	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
9. Lakás 9	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
10. Lakás 10	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
11. Lakás 11	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
12. Lakás 12	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
13. Lakás 13	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
14. Lakás 14	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
15. Lakás 15	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
16. Lakás 16	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
17. Lakás 17	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
18. Lakás 18	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
19. Lakás 19	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
20. Lakás 20	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
21. Lakás 21	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
22. Lakás 22	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
23. Lakás 23	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
24. Lakás 24	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
25. Lakás 25	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
26. Lakás 26	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
27. Lakás 27	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
28. Lakás 28	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
29. Lakás 29	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
30. Lakás 30	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
31. Lakás 31	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
32. Lakás 32	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
33. Lakás 33	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
34. Lakás 34	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
35. Lakás 35	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
36. Lakás 36	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
37. Lakás 37	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
38. Lakás 38	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
39. Lakás 39	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
40. Lakás 40	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
41. Lakás 41	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
42. Lakás 42	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
43. Lakás 43	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
44. Lakás 44	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
45. Lakás 45	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
46. Lakás 46	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
47. Lakás 47	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
48. Lakás 48	1,35	1,35	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
49. Lakás 49	1,35	1,35	0	0	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
50. Lakás 50	1,35	1,35	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	

Terhekből számított hajlítónyomatékok:

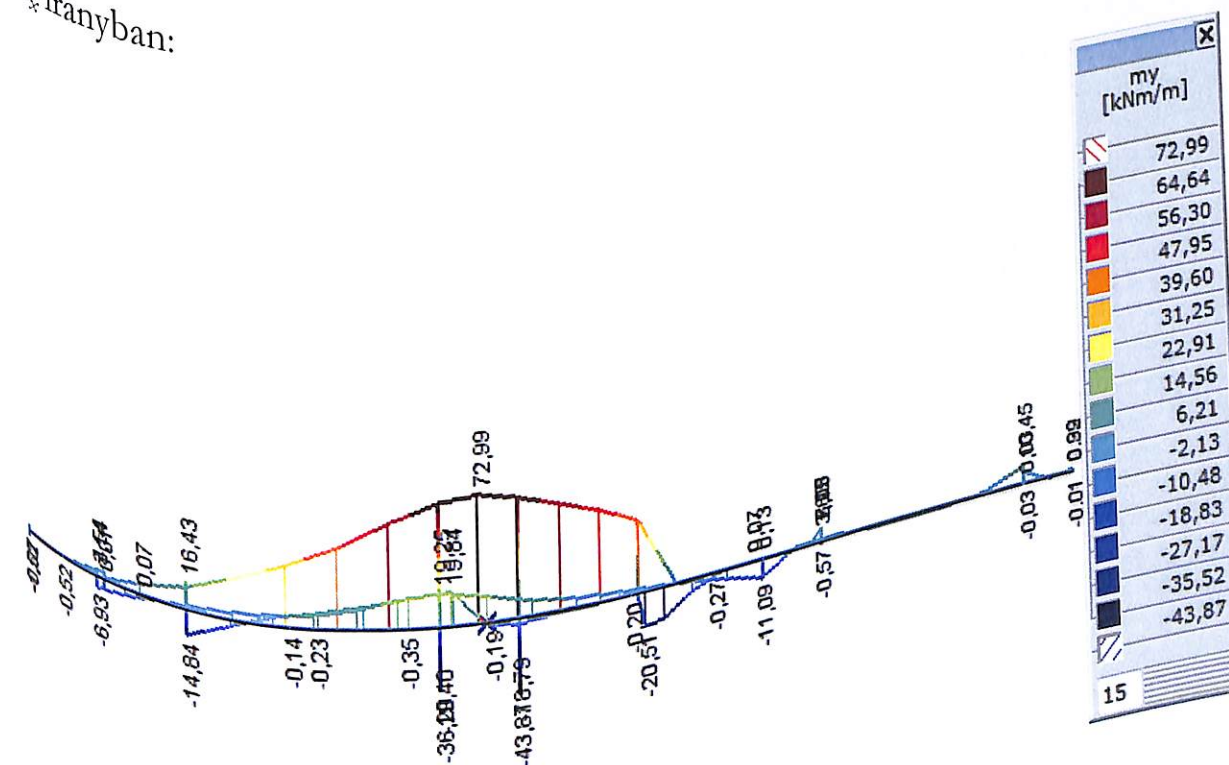
M_y

irányban:



14. ábra — M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel

M_x irányban:



15. ábra — M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel

Az ábrákon látható feszültségcsúcsok levághatók és azok környezetében szétoszthatók. Ha a feszültség csúcsokra kapott maximum értékre méreteznénk, a szerkezet legtöbb részén feleslegesen túlméreteznénk.

A monolit vasbeton lemez szükséges betonacél kiosztását tervezőprogrammal számítottam.

A terhek és elemek felvétele után kapott ábra megmutatja a szükséges betonacél mennyiségeket a folyóméterre vetítve vasalási irányonként.

Lehajlások és megengedett értékeik:

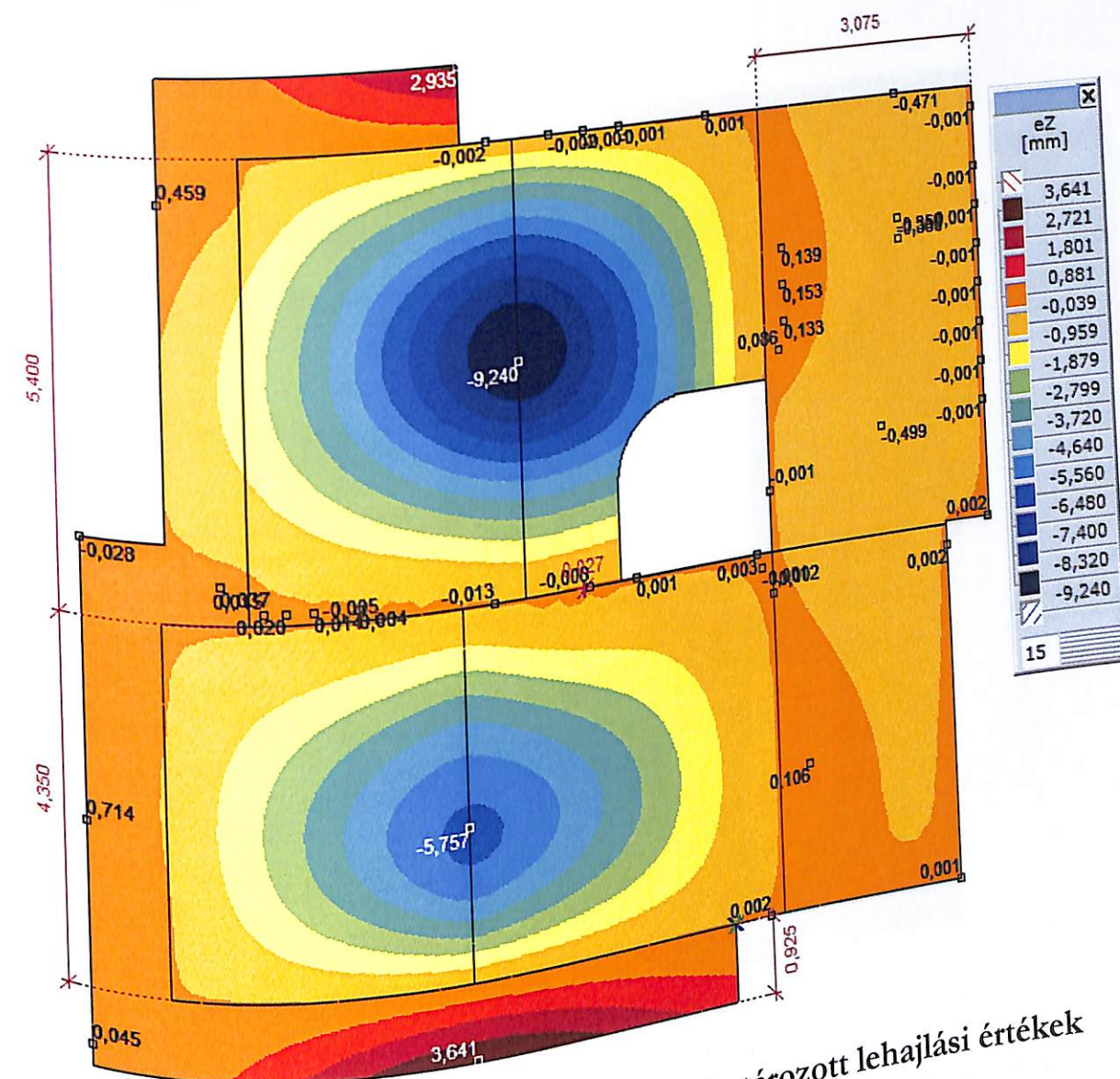
A megengedett legnagyobb lehajlás: $L/250$

$$925 \text{ mm} / 250 = 4,51 \text{ mm} > 3,641 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$3075 \text{ mm} / 250 = 12,1 \text{ mm} > 0,499 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$5400 \text{ mm} / 250 = 21,6 \text{ mm} > 9,240 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$4350 \text{ mm} / 250 = 17,4 \text{ mm} > 5,757 \text{ mm} \quad \text{MEGFELEL!}$$

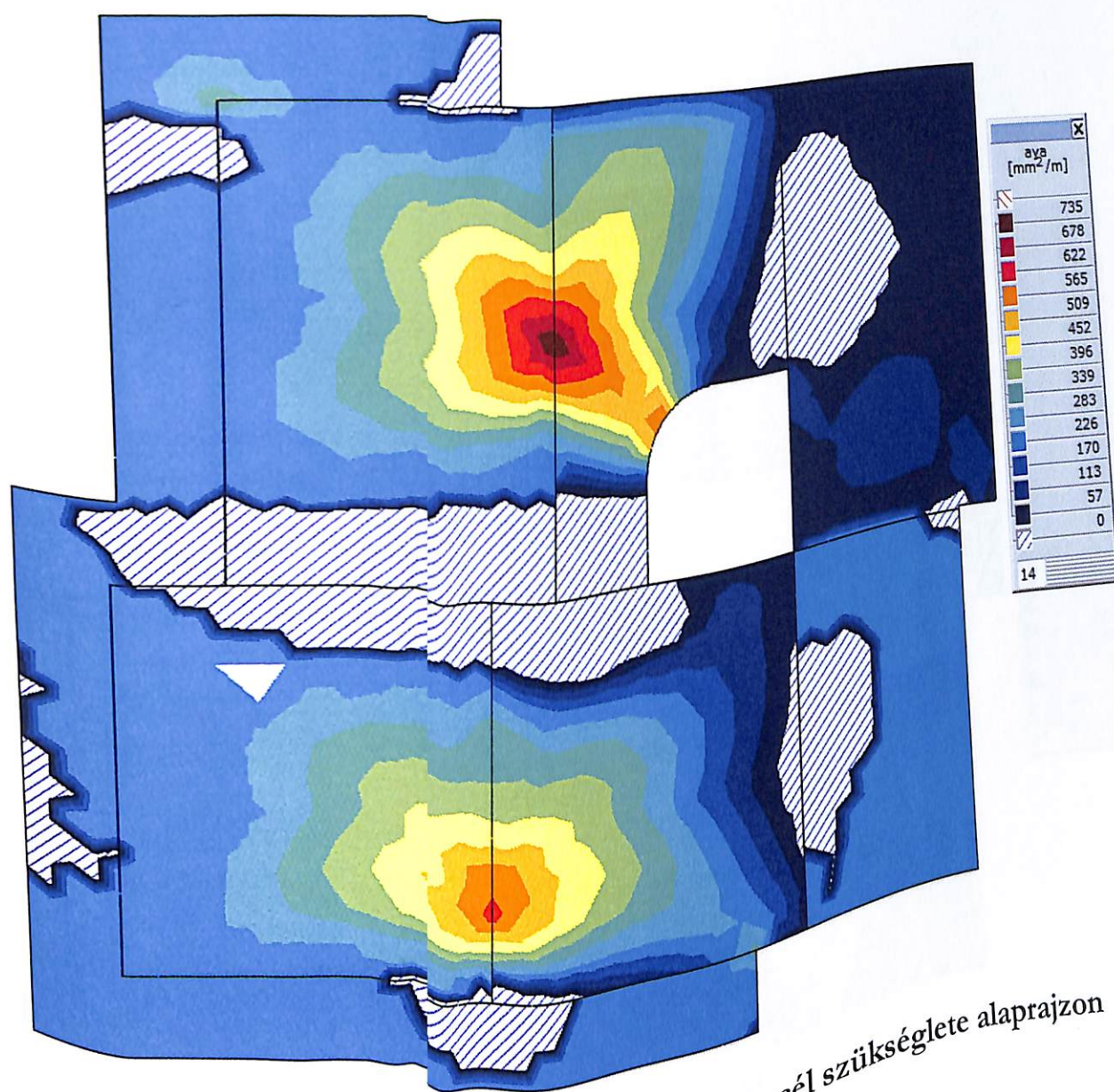


16. ábra — Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek

16. ábra — Nemlineáris számítással meghatározott lemezteljesítmények

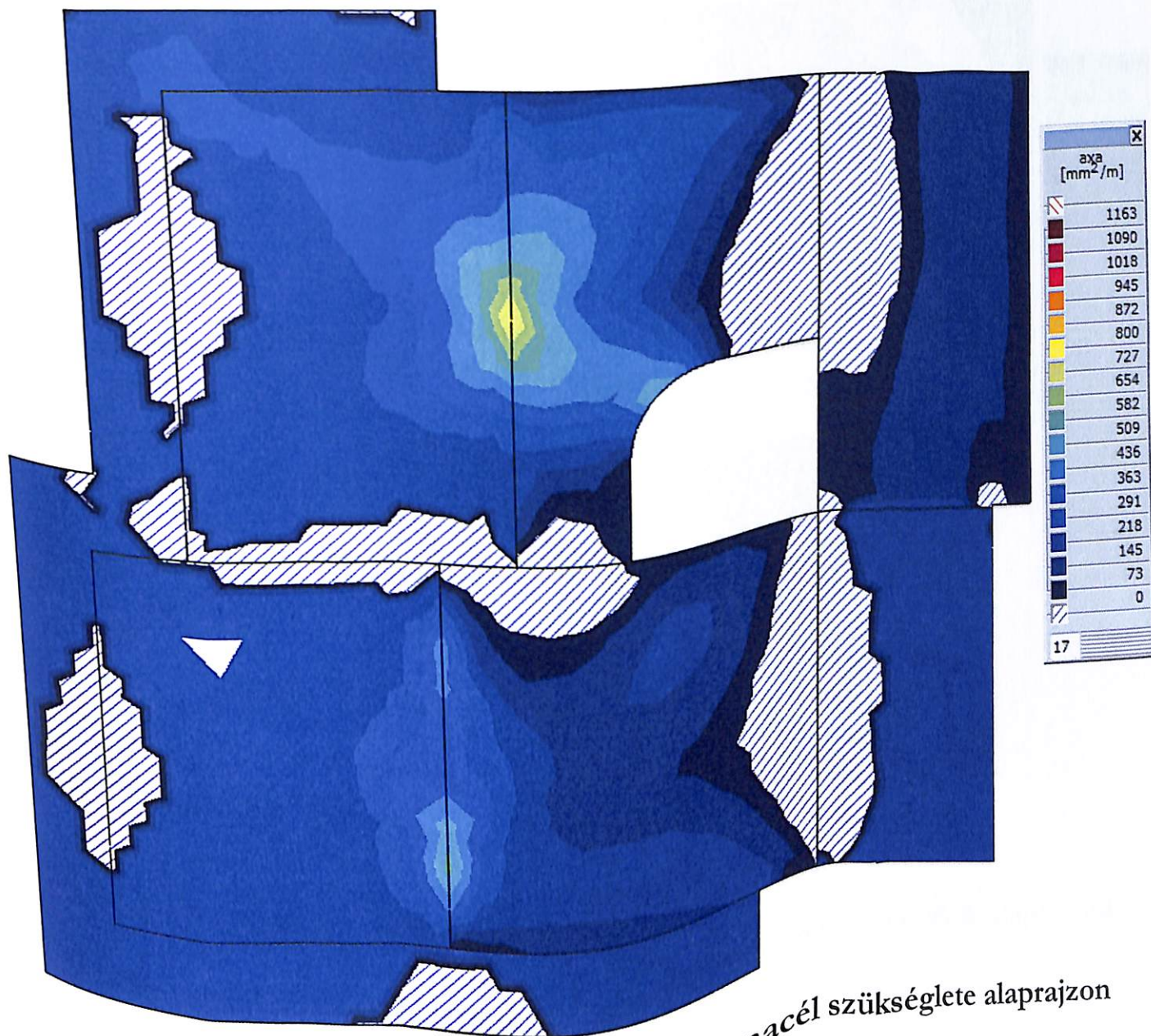
A statikai számítás alapján szükséges vasmennyiség

Fontos megjegyezni, hogy a feszültségcsúcsok emelik magasabbra a szükséges betonacél mennyiségét, ezért nem mindenhol szükséges a lista által feltüntetett betonacél mennyiség.

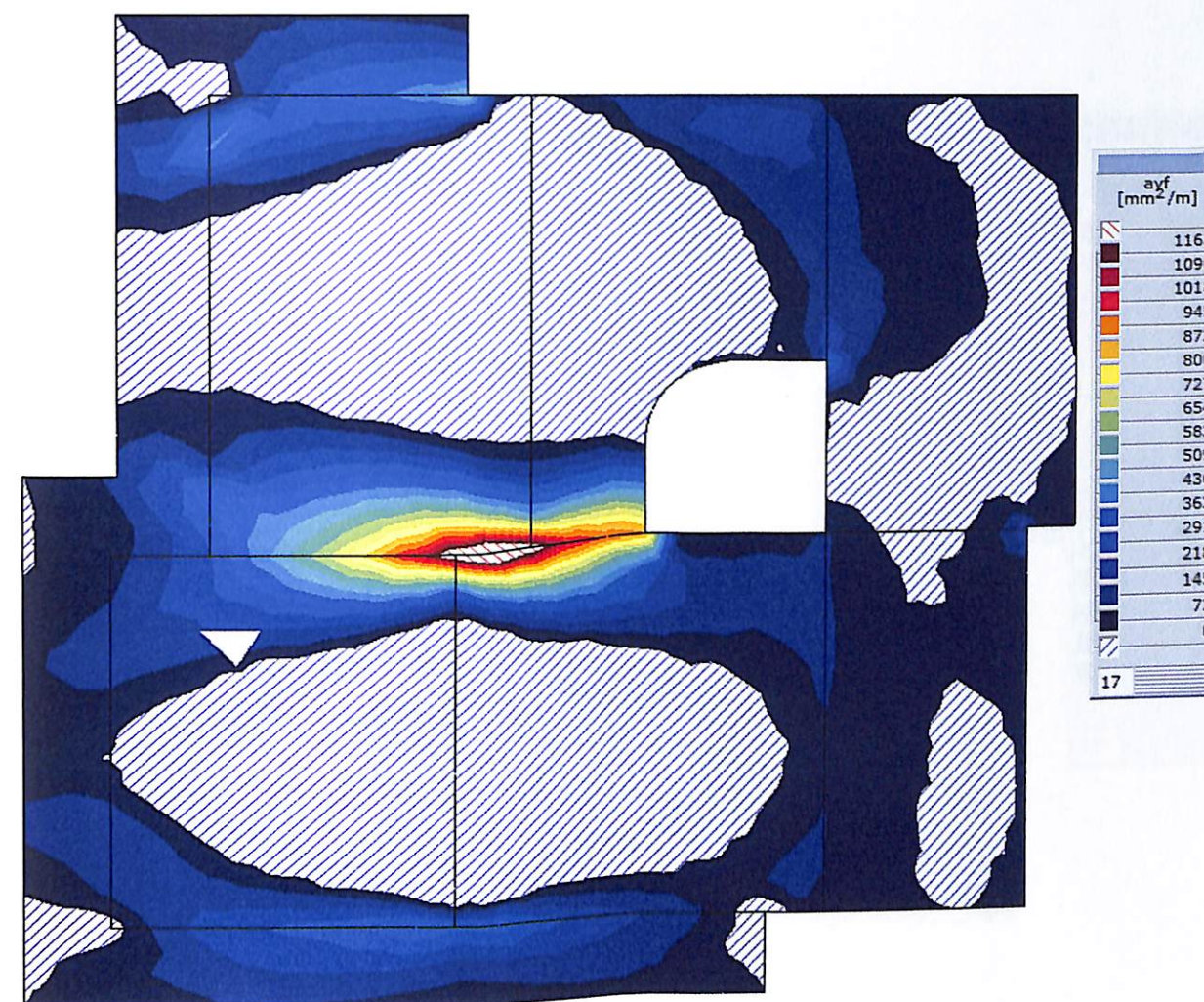


17. ábra — A földem alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon jelölve y irányban

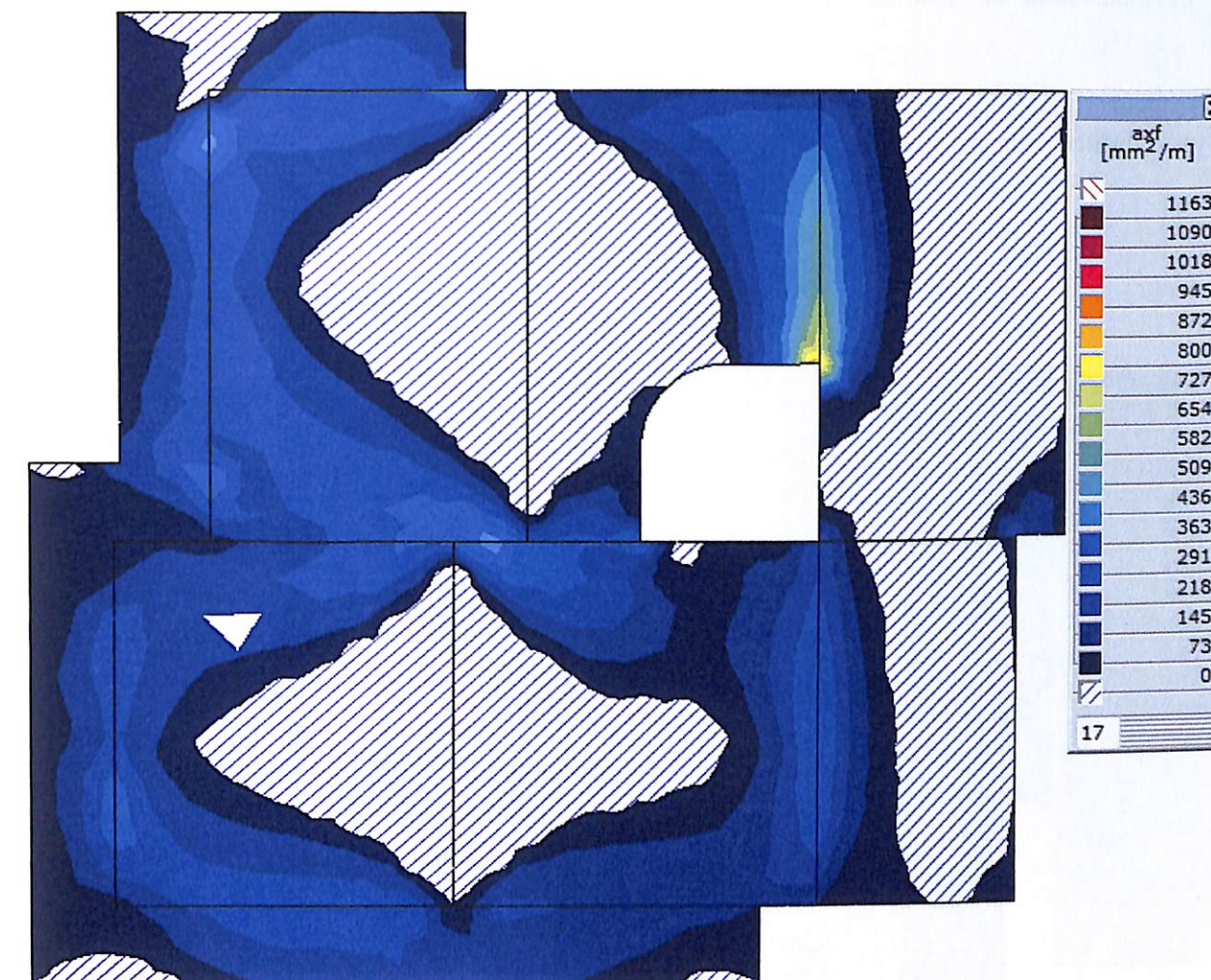
A fenti ábrán jól látható, hogy a konzolként kinyúló erkélyek alsó oldali betonacél szerelése a szerkezet üzemi működése során nem szükséges. Terveimben ennek ellenére mindenhol elhelyeztem ebben a pozícióban is a minimális betonacél mennyiséget, mert a kizsákluzás nem megfelelő ütemének következtében a konzol lerepedhet a földemmel való kapcsolatánál.



18. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban



19. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban

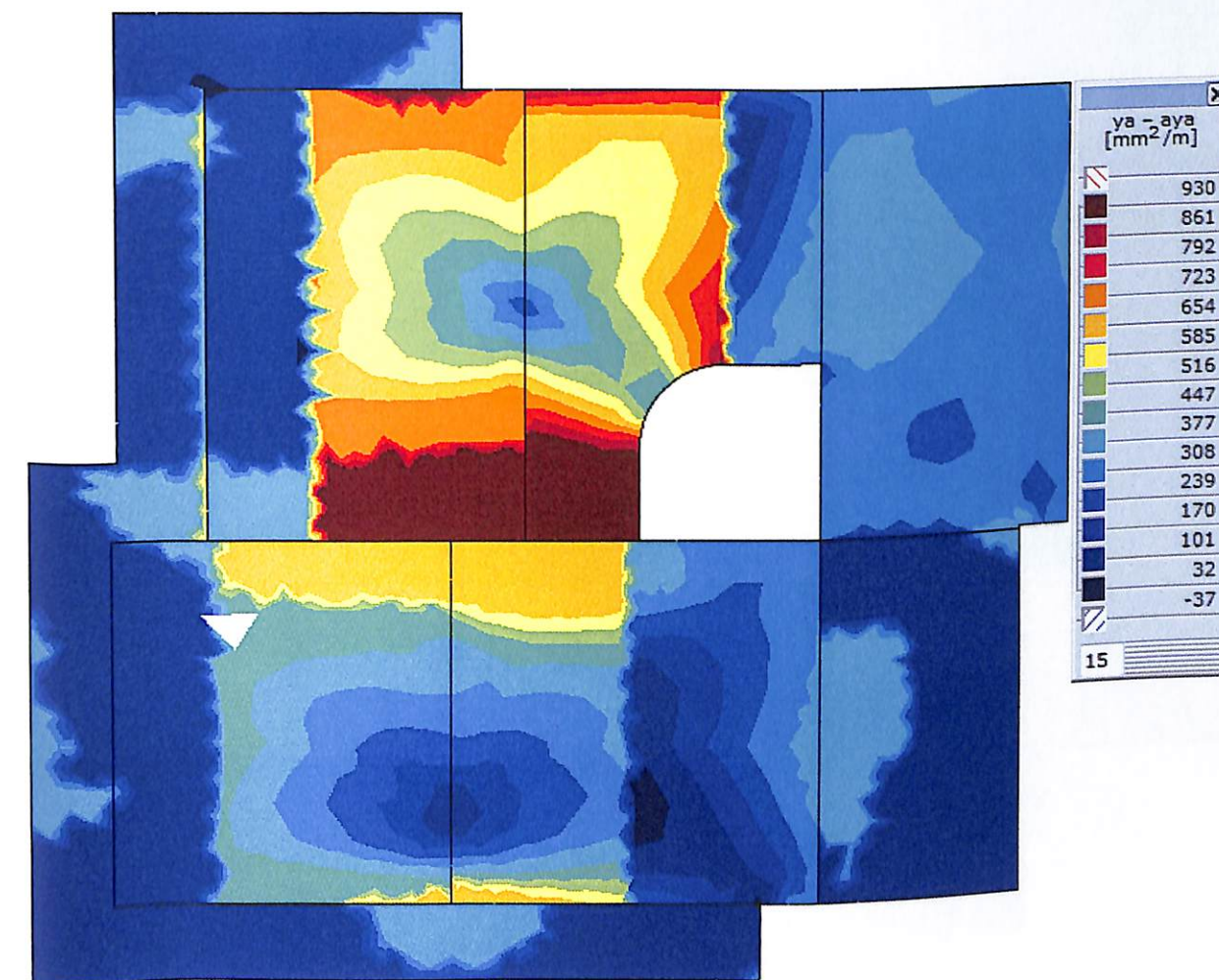


20. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban

A fenti kétdimenziós eredmény képekből jól látható, hogy a felső pozícióban elhelyezett vasalások nem igényelnek teljes felületen alapháló elhelyezést. Tervemben ennek ellenére a felső övben is teljes felületen alaphálót helyeztem el. Ennek oka, hogy a tervet és így annak használatát valamint a kivitelezést is bonyolította volna a megnövekedett vaspozíciók száma. A könnyebb átláthatóság és szerelhetőség gazdaságosabb lehet, mint a kevesebb betonacél beépítése több munka árán.

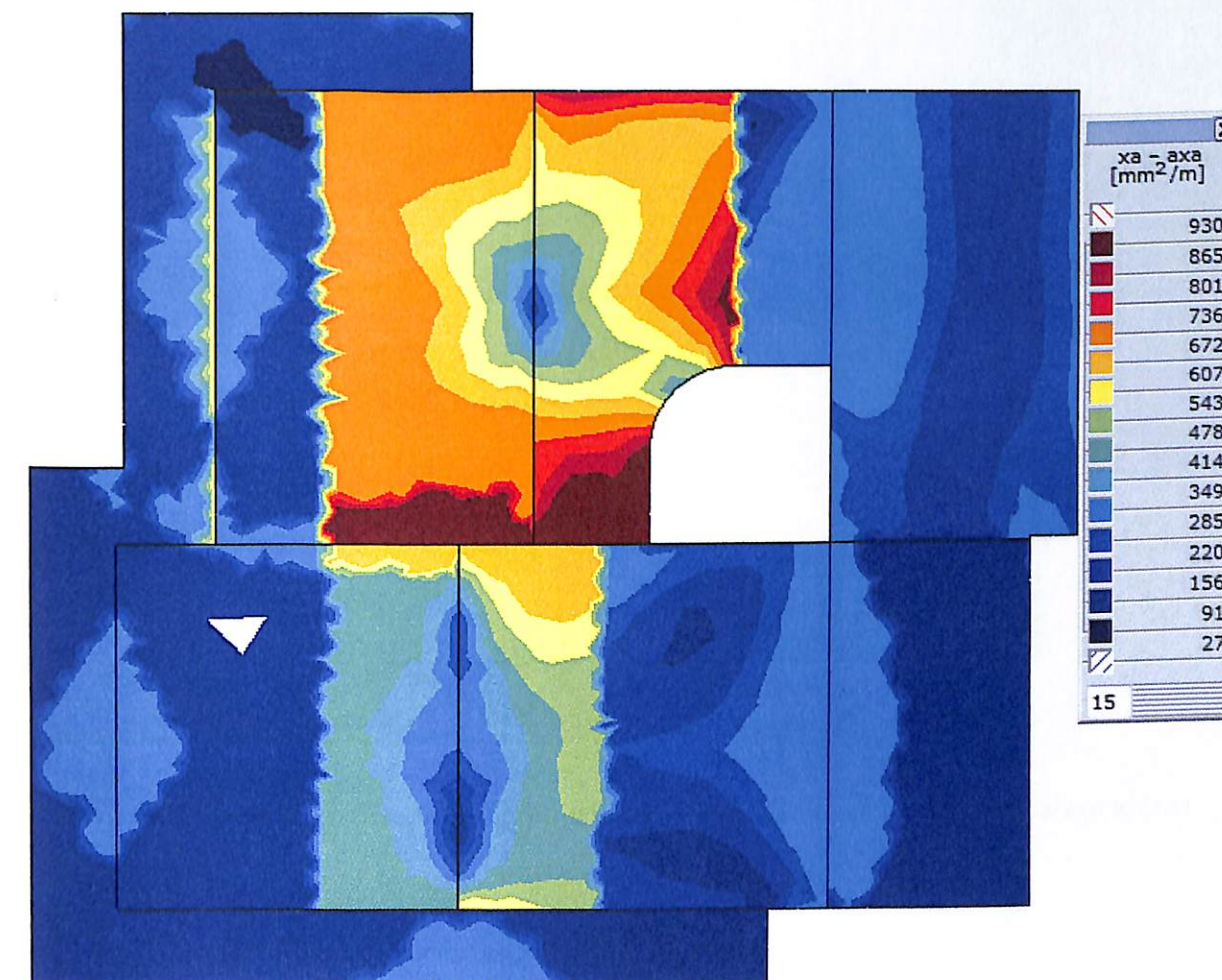
Az alábbi képen a szükséges betonacél mennyiségét látható, az alkalmazottal szemben.

A negatív érték a hiányzó betonacél mennyiségét mutatja, a negatív értékeket a feszültségcsúcsok adják.



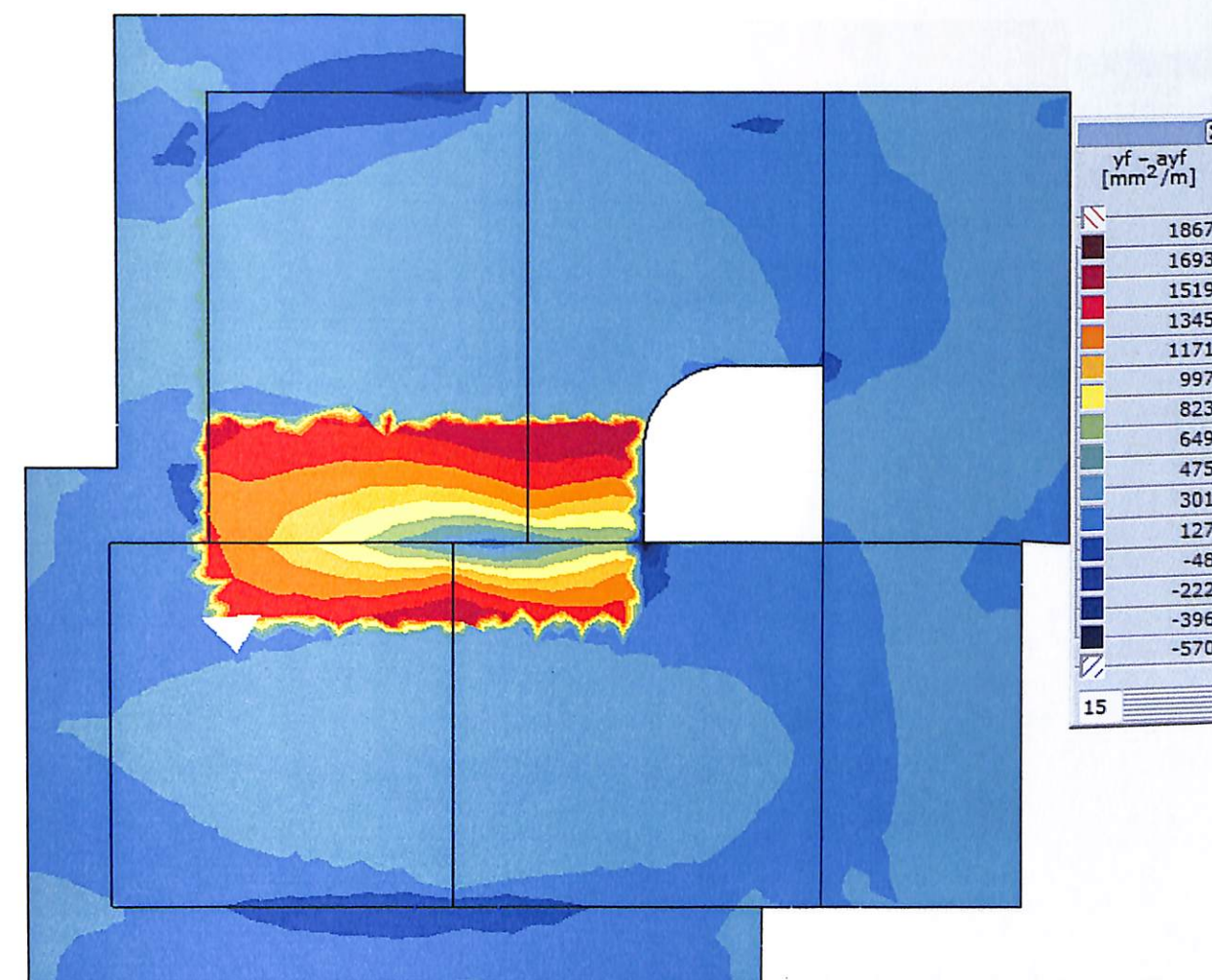
21. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)

A födémet két irányban teherhordónak tekintettem és ennek megfelelően méreteztem. Az y irány tekinthető erősebben terheltnek a két mértékadó födémszakasz esetében. Az alaprajzon jobb oldalt elhelyezkedő födémszakasz erősebben terhelt iránya az x, de a többihez képes kis fesztávnak köszönhetően a másik két födémszakasznál használt alapháló itt is megfelel.

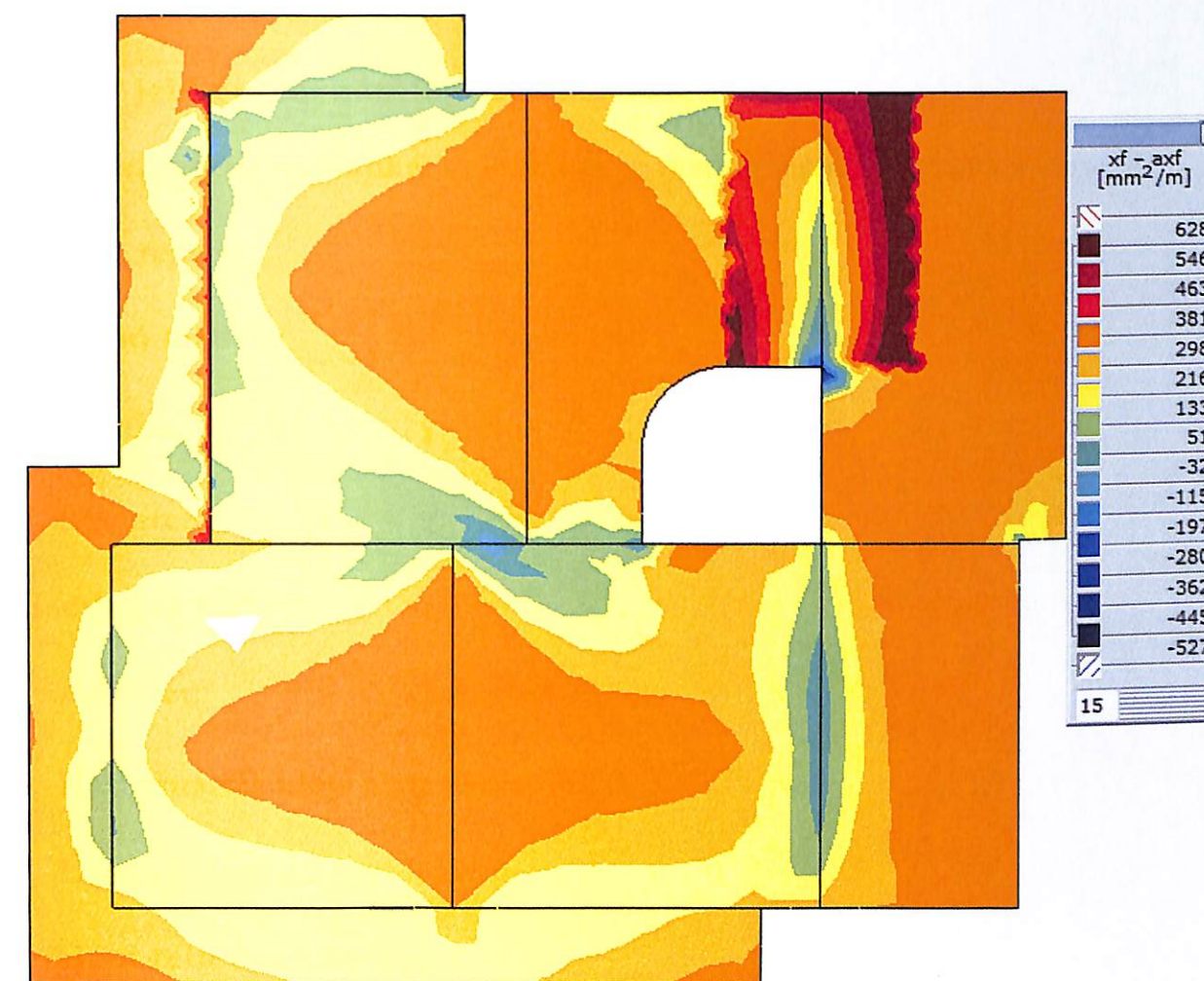


22. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon függőleges irányú)



23. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)



24. ábra — A földem alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon függőleges irányú)

6.3 „A” jelű épület zárófödémjének méretezése

A födém szerkezet statikai számításait tervezőprogrammal hajtottam végre.

Födém terhei:

Állandó terhek:

Önsúly $\gamma: 1,35$

Rétegrend $\gamma: 1,35$

Esetleges terhek:

Hóteher: 1 kN/m^2 $\gamma: 1,5$

Karbantartás ideje alatt várható teher: 1 kN/m^2 $\gamma: 1,5$

Esetleges terhek egyidejűsége: 0

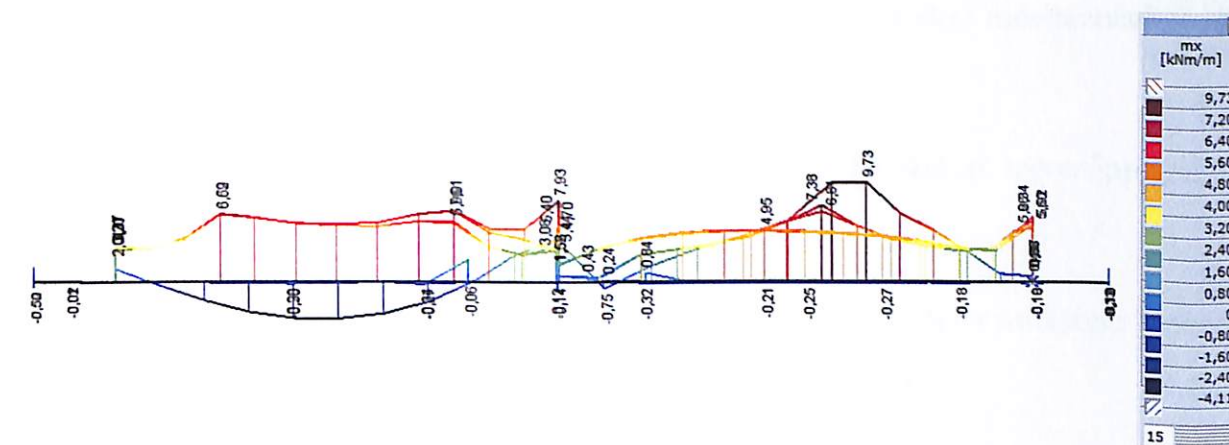
Födém teherkombinációi:

A födém egyes mezőit elneveztem 1, 2-es mezőnek.

	Név	Típus	önsúly	rtg	hó 1	hó 2	Megjegyzés
1	max	ULS (a, b)	1,35	1,35	1,50	1,50	
2	1es	ULS (a, b)	1,35	1,35	1,50	0	
3	2es	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	1,50	
4	4. TkSLS	SLS Kváziáll...	1,00	1,00	0,30	0,30	

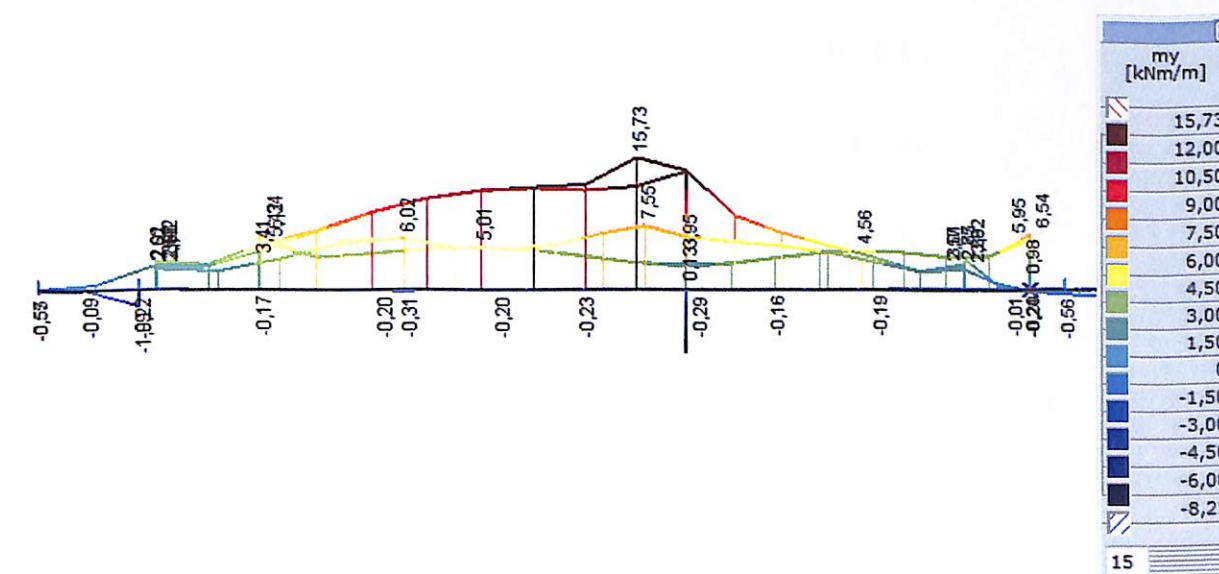
Terhekből számított hajlítónyomatékok:

M_y irányban:



25. ábra — M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel

M_x irányban:



26. ábra — M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel

Az ábrákon látható feszültségcsúcsok levághatók és azok környezetében szétoszthatók. Ha a feszültségcsúcsokra kapott maximum értékre méreteznénk, a szerkezetet a legtöbb részén feleslegesen túlméreteznénk.

A monolit vasbeton lemez szükséges betonacél kiosztását tervezőprogrammal számítottam.

A terhek és elemek felvétele után kapott ábra megmutatja a szükséges betonacél mennyiségeket a folyóméterre vetítve vasalási irányonként.

Lehajlások és megengedett értékeik:

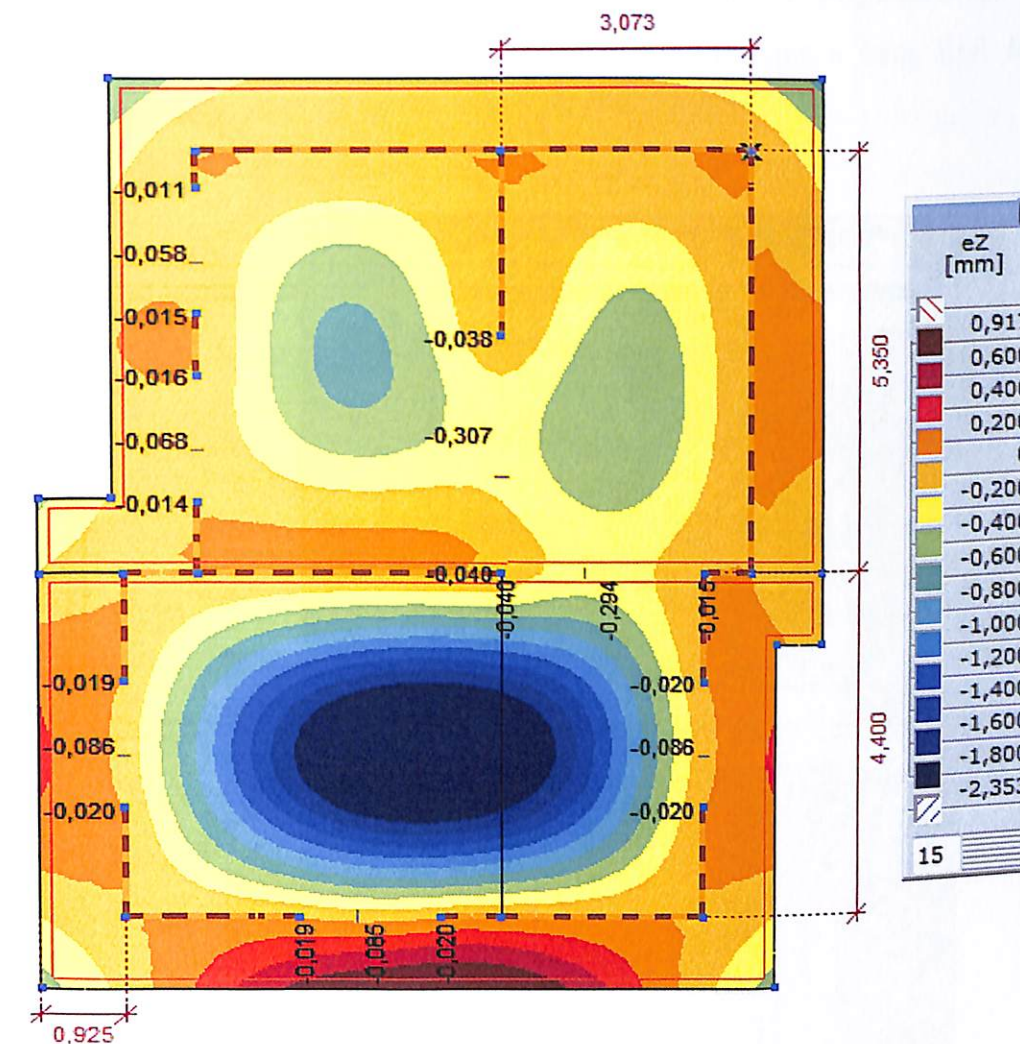
A megengedett legnagyobb lehajlás: $L/250$

$$925 \text{ mm} / 250 = 4,51 \text{ mm} > 0,086 \text{ mm} \quad \textbf{MEGFELEL!}$$

$$3075 \text{ mm} / 250 = 12,1 \text{ mm} > 0,550 \text{ mm} \quad \textbf{MEGFELEL!}$$

$$5350 \text{ mm} / 250 = 21,6 \text{ mm} > 0,600 \text{ mm} \quad \textbf{MEGFELEL!}$$

$$4400 \text{ mm} / 250 = 17,6 \text{ mm} > 2,353 \text{ mm} \quad \textbf{MEGFELEL!}$$

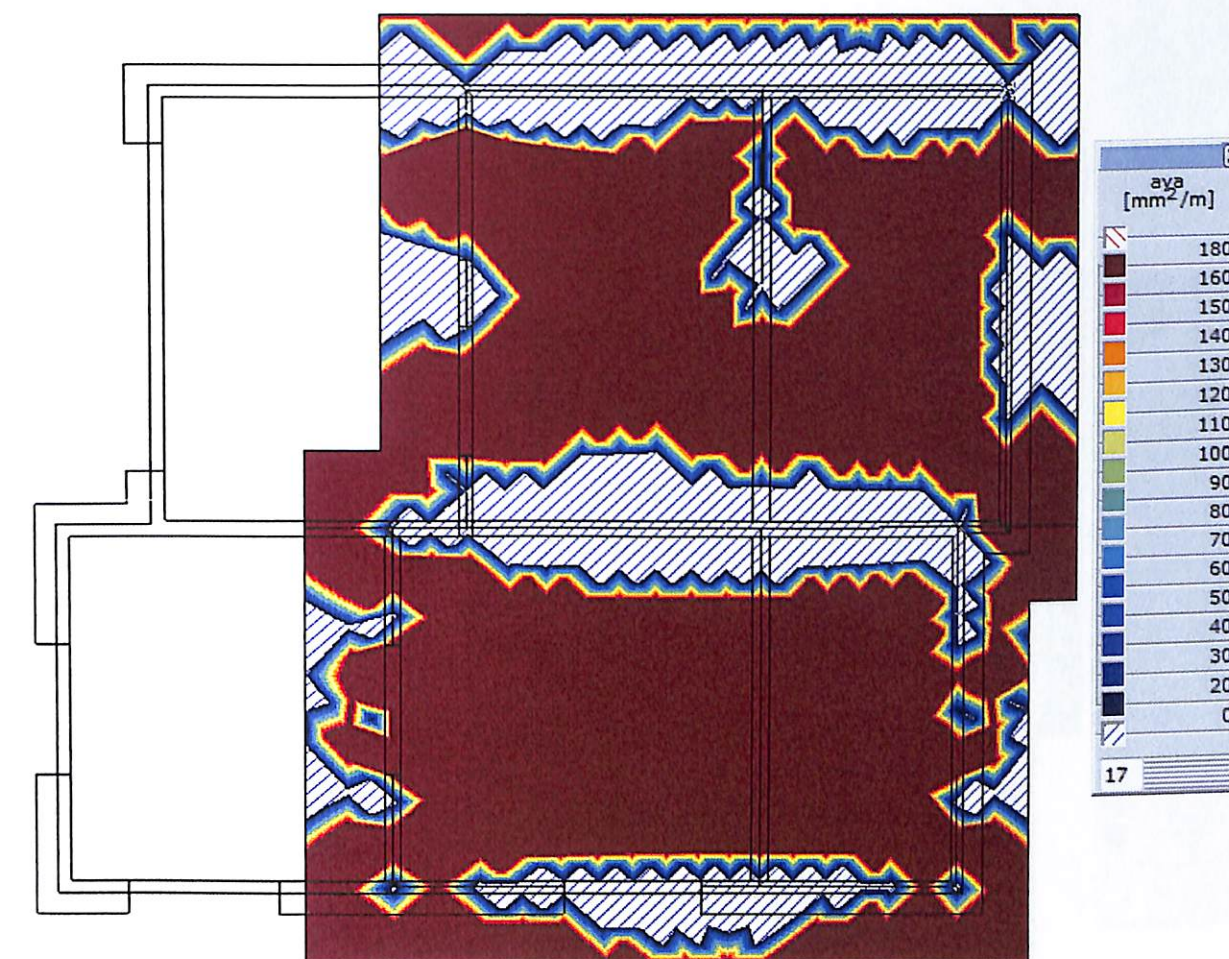


27. ábra — Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek

A nemlineáris számításban a program a véges elem módszer segítségével számtalan olyan hatást vesz figyelembe számításakor melyet a kézi lehajlás számítás elhanyagol, vagy valamilyen módon túlbecsül a biztonság javára tett közelítéssel.

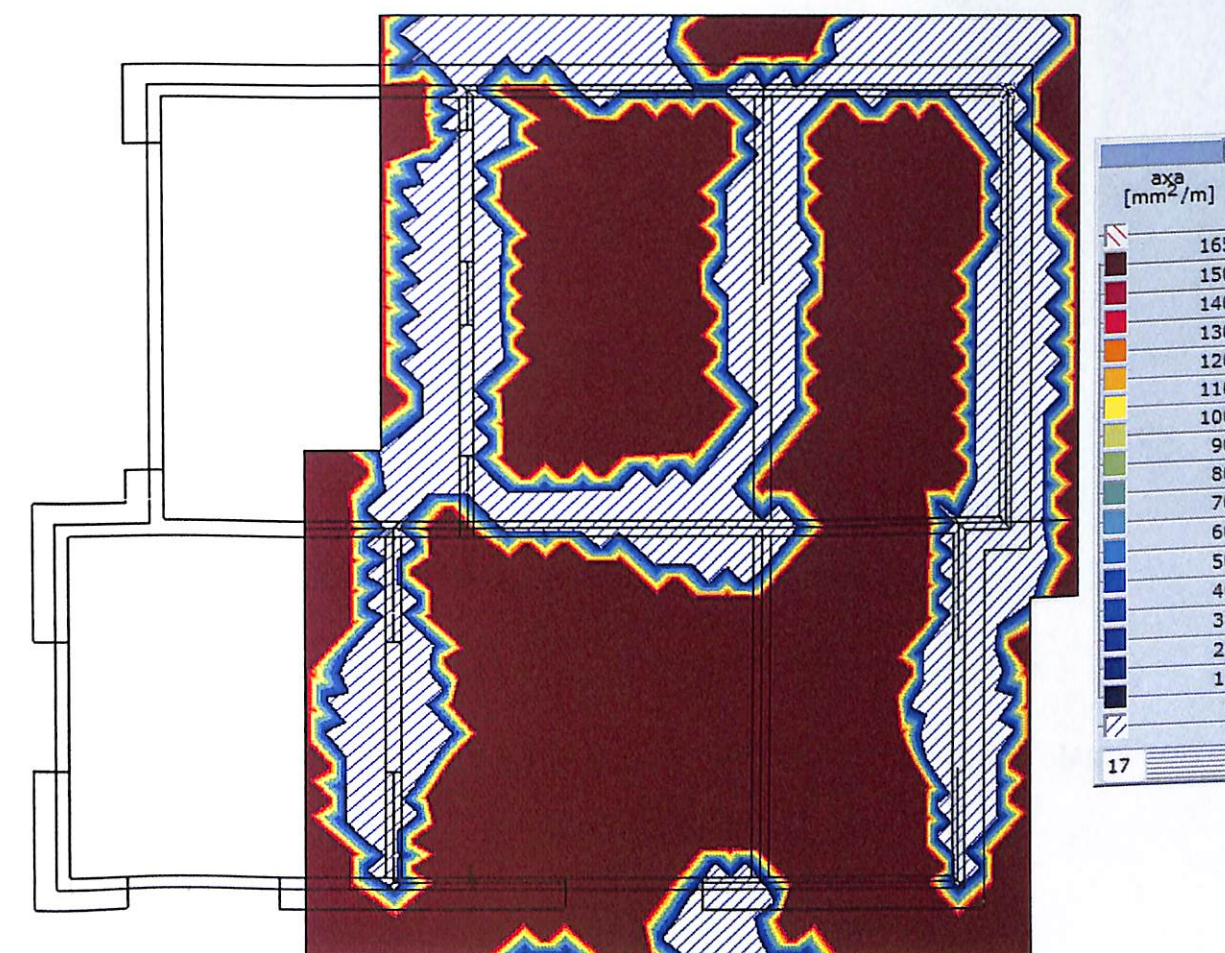
A statikai számítás alapján szükséges vasmenyiségeket a következő ábrák mutatják.

Fontos megjegyezni, hogy a feszültségcsúcsok emelik magasabbra a szükséges betonacél mennyiségét, ezért nem mindenhol szükséges a lista által feltüntetett betonacél mennyiség.



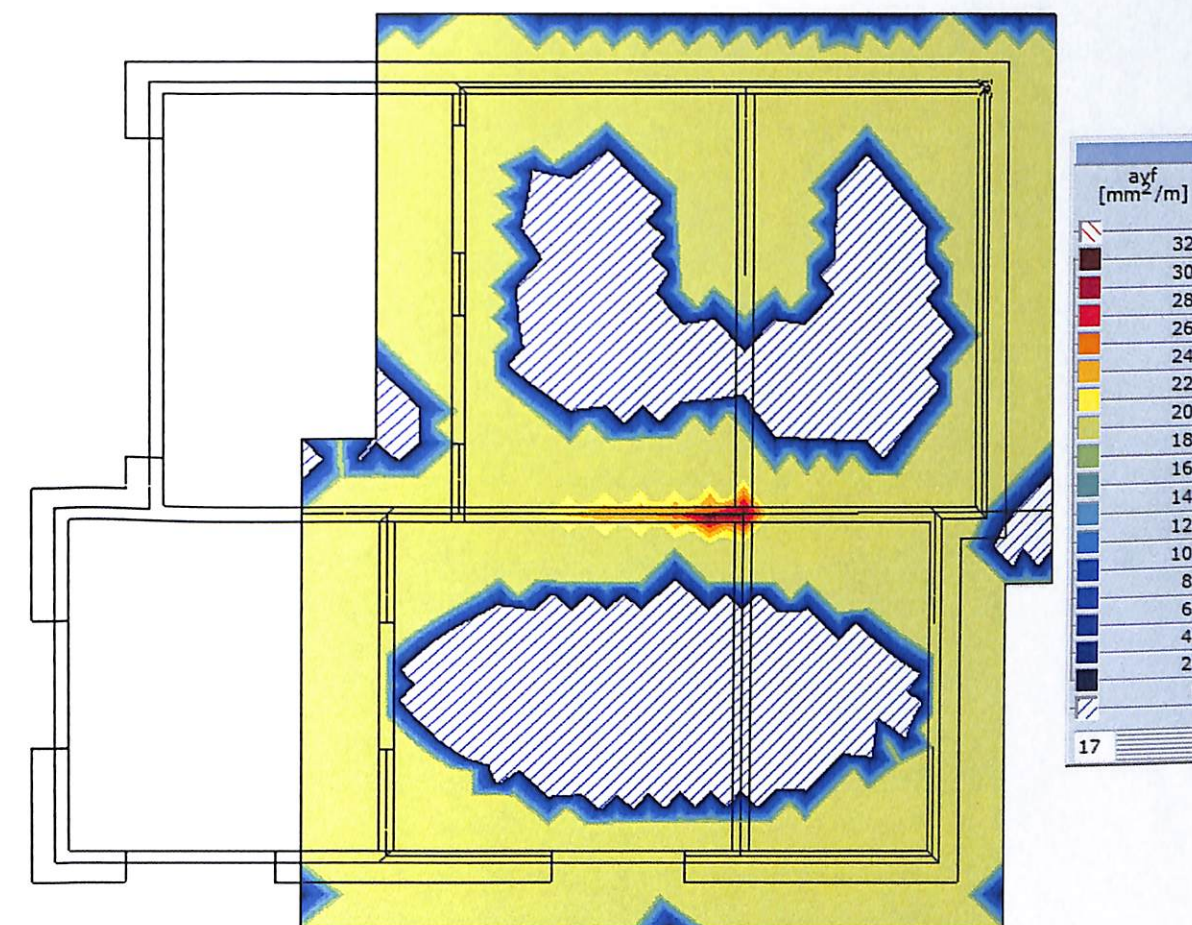
28. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)

A fenti ábrán jól látható, hogy a konzolként kinyúló erkélyek alsó oldali betonacél szerelése a szerkezet üzemi működése során nem szükséges. Terveimben ennek ellenére mindenhol elhelyeztem ebben a pozícióban is a minimális betonacél mennyiséget, mert a kizsaluzás nem megfelelő ütemének következtében a konzol lerepedhet a födémmel való kapcsolatánál.



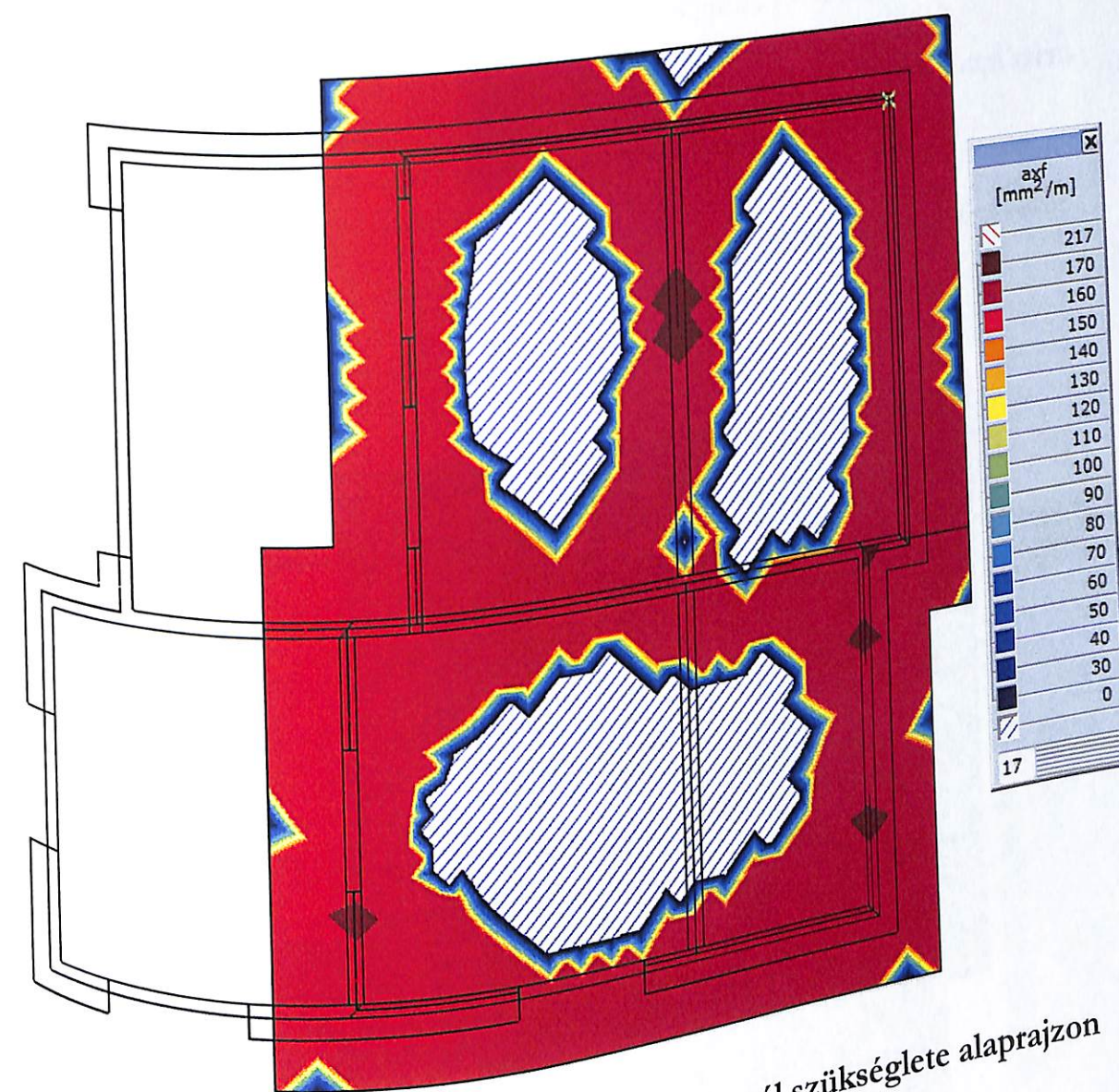
29. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon vízszintes irányú)



30. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban

(y az alaprajzon függőleges irányú)



31. ábra — A földem felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban

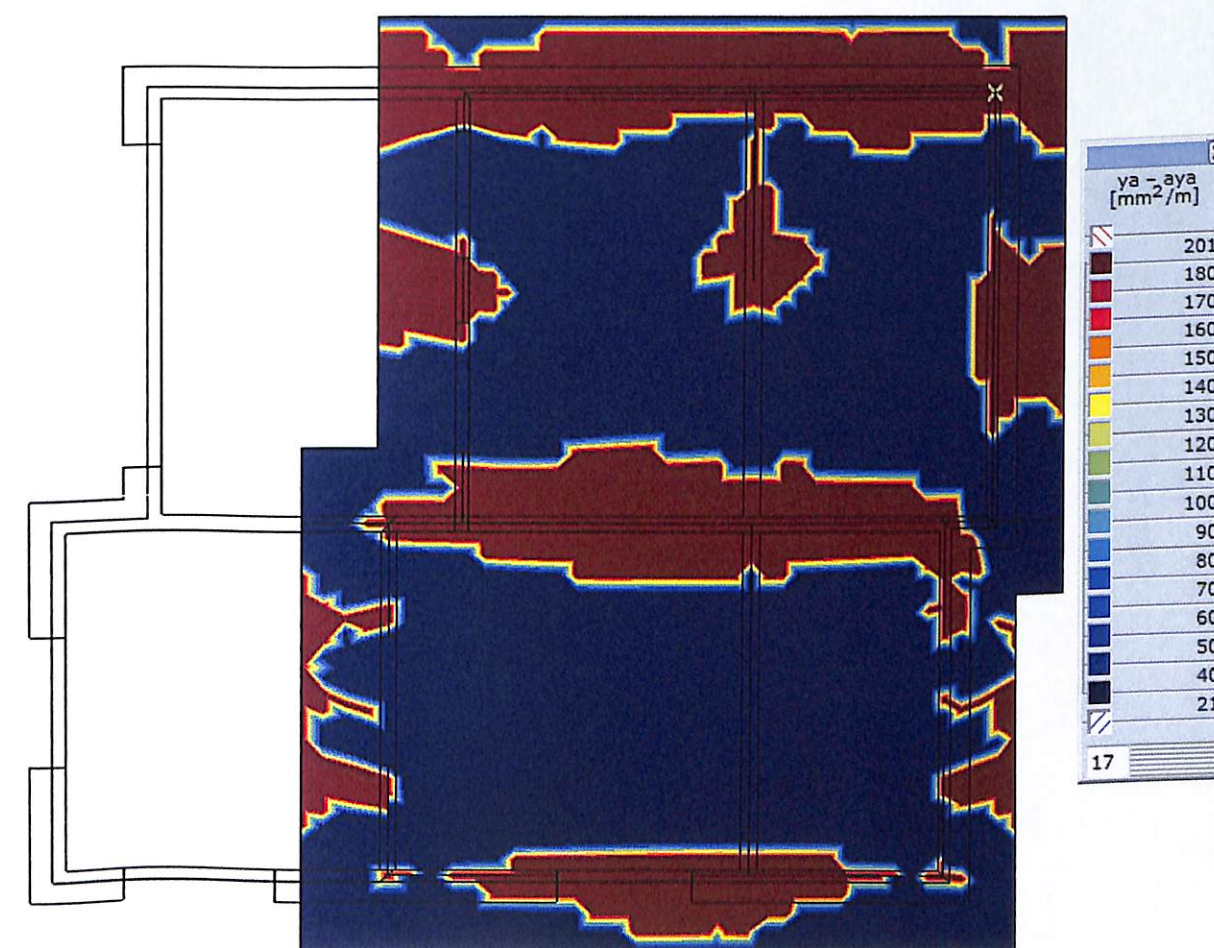
(x az alaprajzon függőleges irányú)

A fenti kétdimenziós eredmény képekből jól látható, hogy a felső pozícióban elhelyezett vasalások nem igényelnek teljes felületen alapháló elhelyezését. Tervemben ennek ellenére a felső övben is teljes felületen alaphálót helyeztem el. Ennek oka, hogy a tervet és így annak használatát valamint a kivitelezést is bonyolította volna a

megnövekedett vaspozíciók száma. A könnyebb átláthatóság és szerelhetőség gazdaságosabb lehet, mint a kevesebb betonacél beépítése több munka árán.

Az alábbi képen a szükséges betonacél mennyiségét látjuk az alkalmazott szemben.

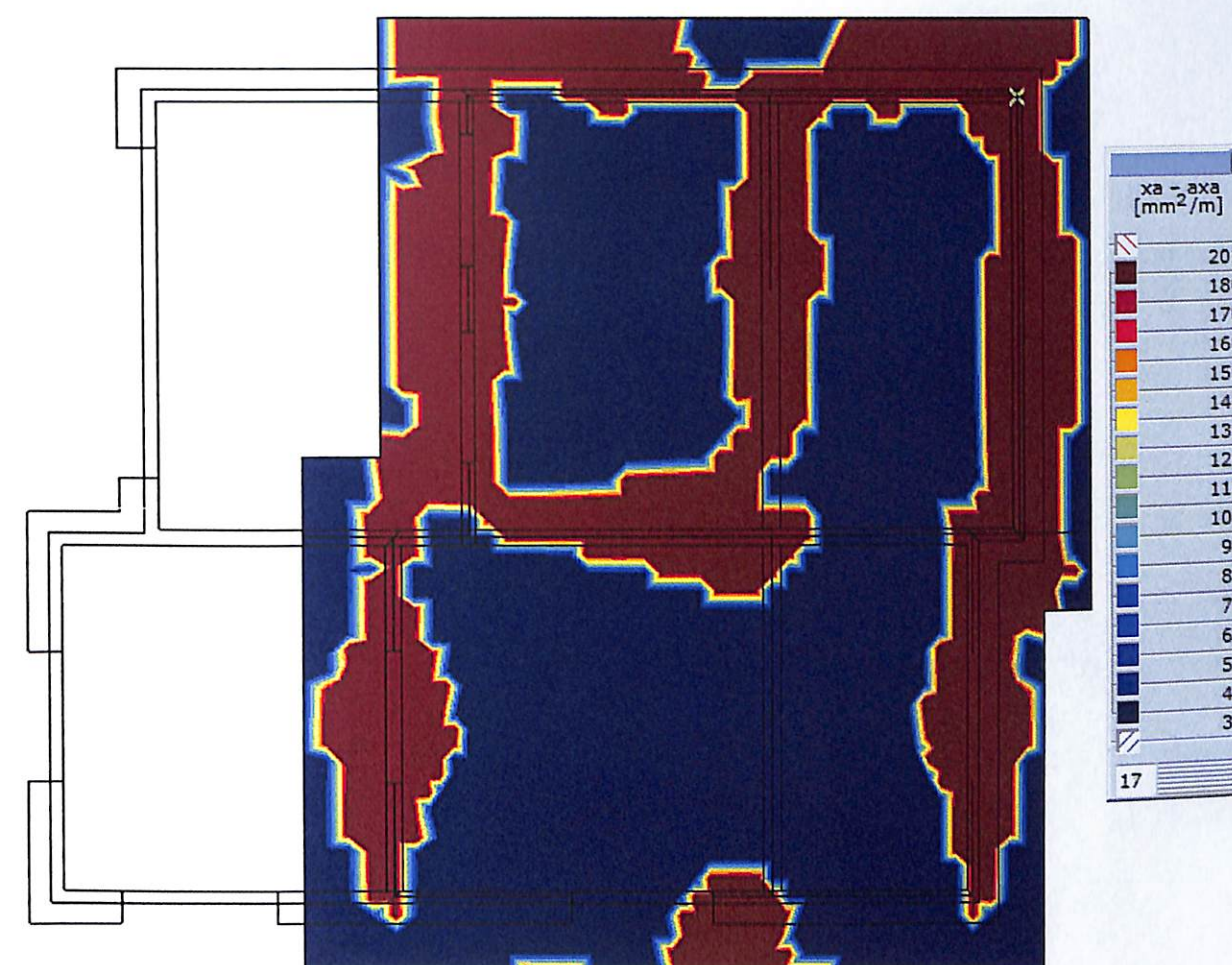
A negatív érték a hiányzó betonacélok mennyiségét mutatja, a negatív értékeket a feszültségcsúcsok adják.



32. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különbözete alaprajzon
jelölve y irányban

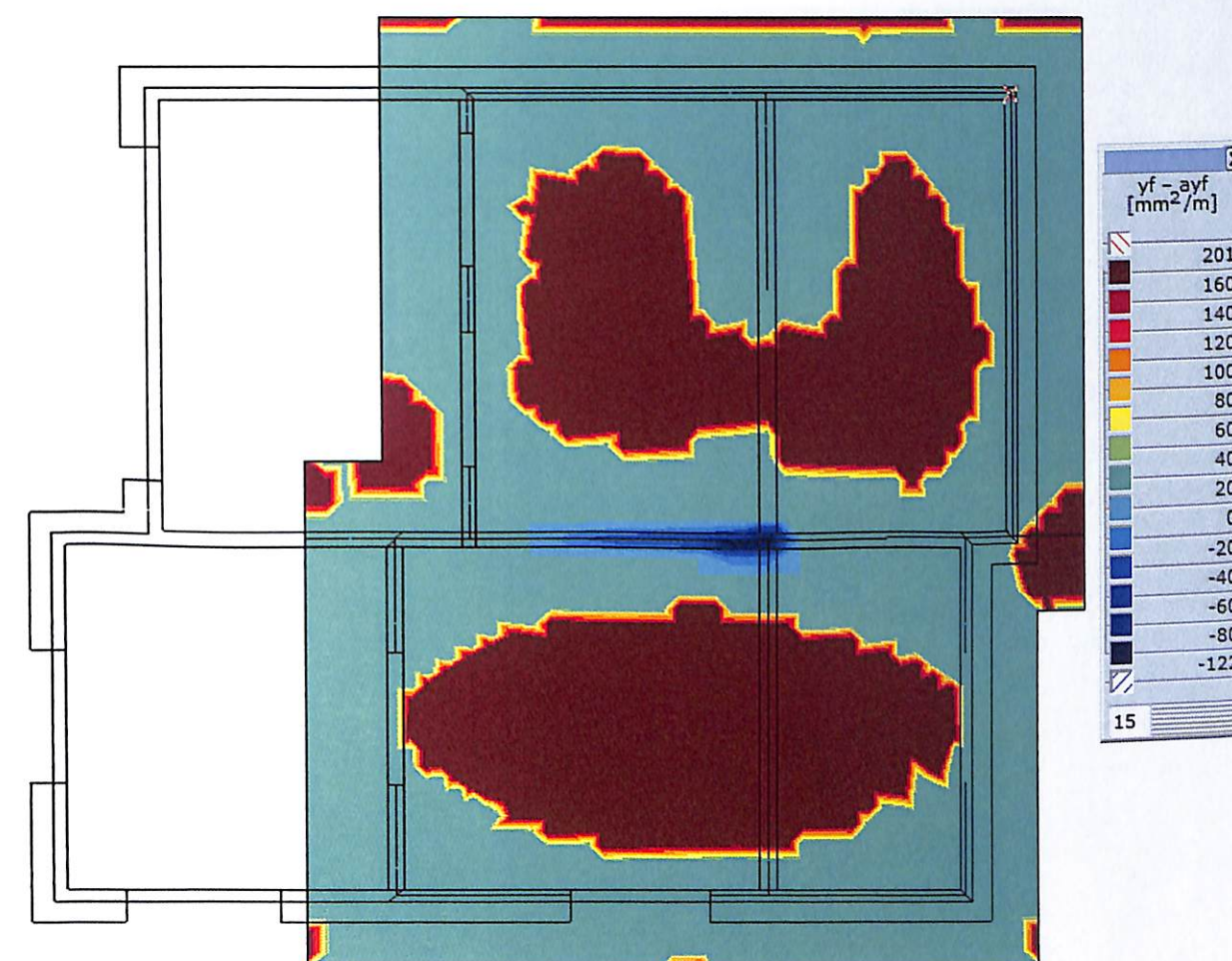
(y az alaprajzon függőleges irányú)

A födémet két irányban teherhordónak tekintettem és ennek megfelelően méreteztem. Az y irány tekinthető erőbben terheltnek a két mértékadó födémszakasz esetében. Az alaprajzon jobb oldalt elhelyezkedő födémszakasz erőbben terhelt iránya az x , de a többihez képes kis fesztávnak köszönhetően a másik két födémszakasznál használt alapháló itt is megfelel.



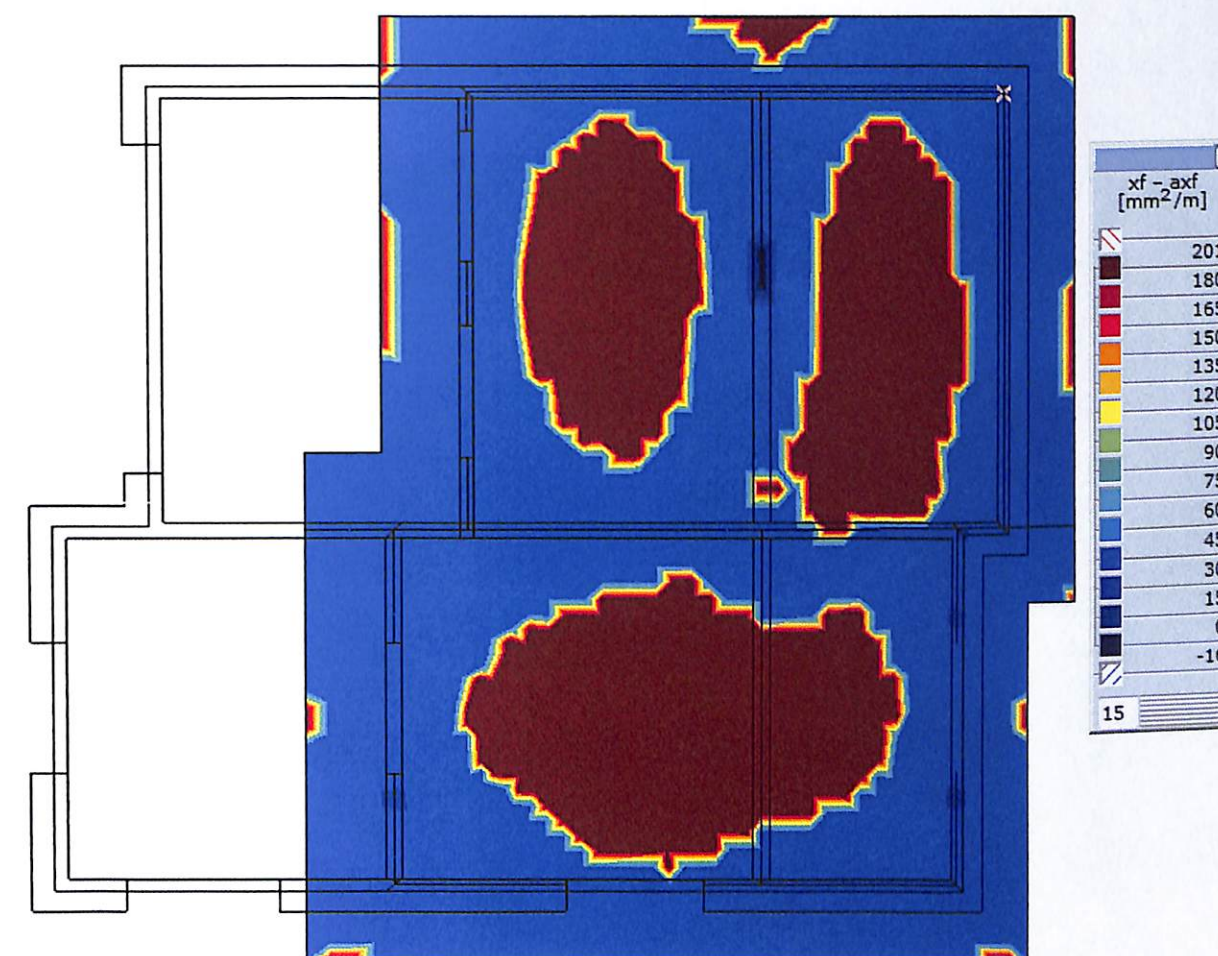
33. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon függőleges irányú)



34. ábra — A földem felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban

(y az alaprajzon függőleges irányú)

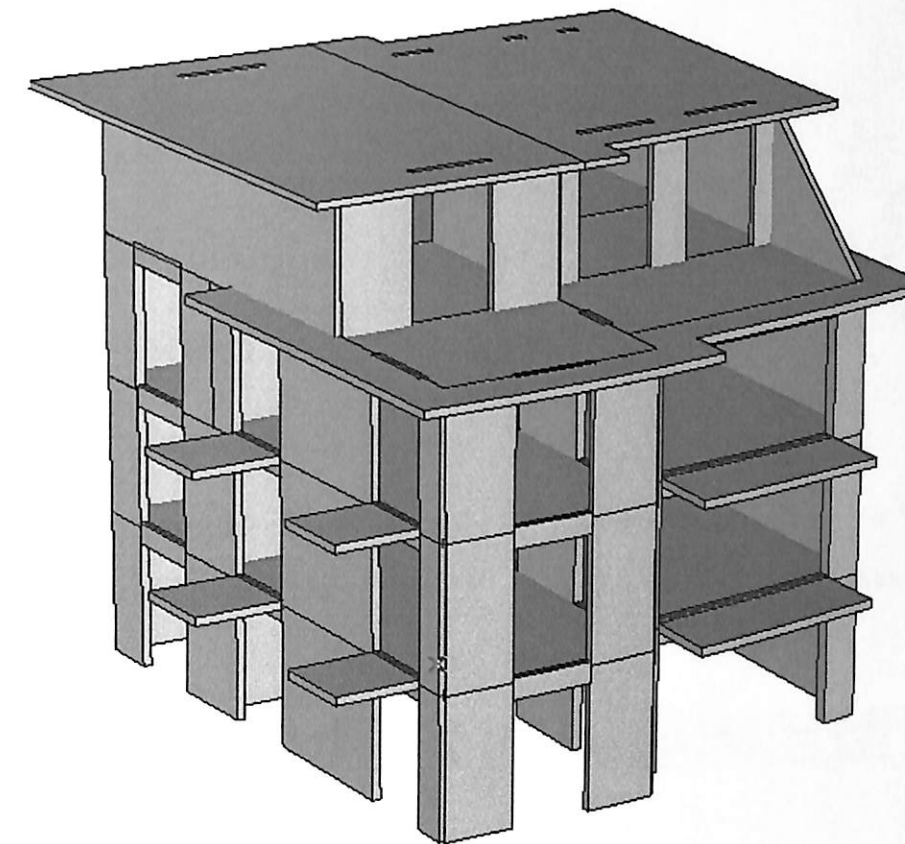


35. ábra — A földém felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon függőleges irányú)

A B jelű épület számítása megegyezi A jelű épület számításával!

7 „B” JELŰ ÉPÜLET FÖDÉMJEINEK MÉRETEZÉSE AXIS VM12 TERVEZŐ-PROGRAMMAL



36. ábra — „B” épület háromdimenziós modellje

7.1 „B” jelű épület 1-2. födém méretezése

A födémszerkezet statikai számításait tervezőprogrammal hajtottam végre.

7.1.1 Födém terhei:

Állandó terhek:

Önsúly

$\gamma : 1,35$

Rétegrend $\gamma : 1,35$

Esetleges terhek:

Hasznos teher: (alapértékek)

Lakás: 2 kN/m² $\gamma : 1,5$

Erkély: 3 kN/m² $\gamma : 1,5$

Válaszfal: 2 kN/m² $\gamma : 1,5$

Hóteher: 1 kN/m² $\gamma : 1,5$

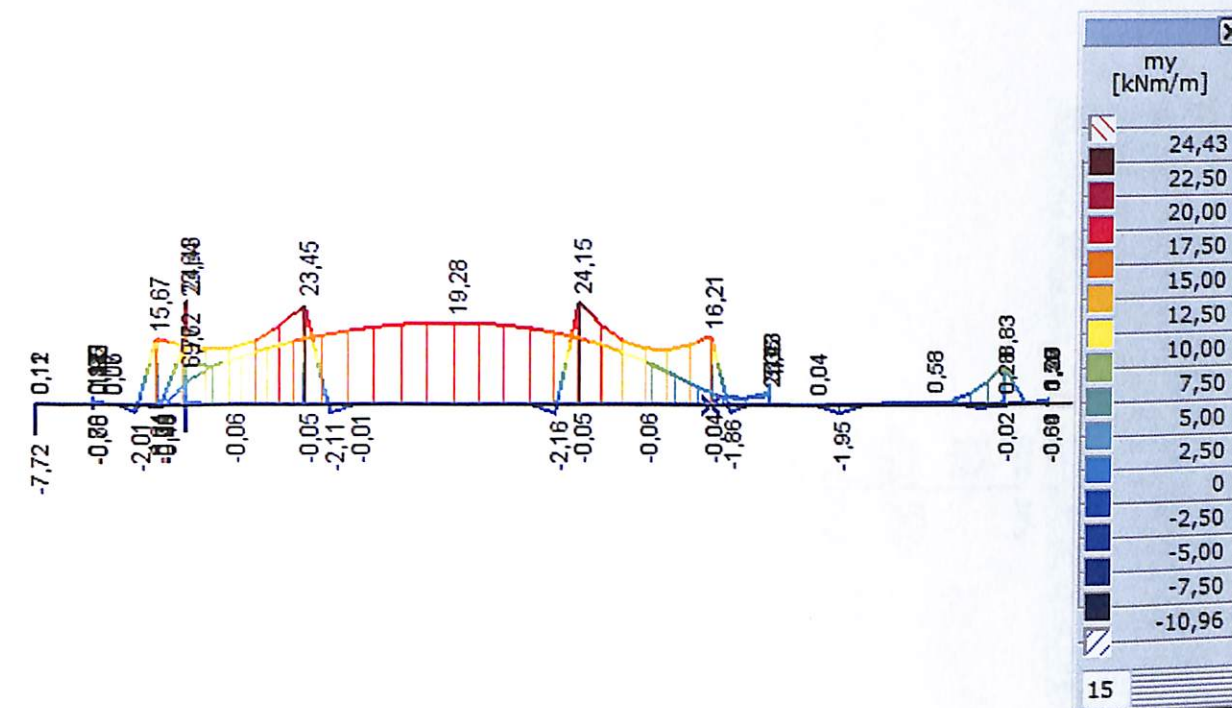
Födém teherkombinációi:

A födém egyes mezőit elneveztem 1, 2, 3-as mezőnek. A mezők mindegyikén megjelennek külön az esetleges terhek. Pl.: Lakás 1 = Funkció „Lakás”, teher az 1. födémmezőn.

	Név	Típus	önsúly (ALL1)	vonalmenti teher (ALL1)	lakás 1 (ESE1)	lakás 2 (ESE1)	lakás 3 (ESE1)	válaszfal 1 (ESE1)	válaszfal 2 (ESE1)	válaszfal 3 (ESE1)	erkély (ESE1)	hő (ESE1)	rtg (ESE1)	Megjegyzés
1	Max minden	ULS (a, b)	1,35	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,35	
2	1es	ULS (a, b)	1,35	0	1,50	0	0	1,50	0	0	1,50	1,50	0	
3	2es	ULS (a, b)	1,35	0	0	1,50	0	0	1,50	0	1,50	1,50	0	
4	3es	ULS (a, b)	1,35	0	0	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	0	
5	1kn	ULS (a, b)	1,35	0	1,50	0	0	1,50	0	0	0	0	0	
6	2kn	ULS (a, b)	1,35	0	0	1,50	0	0	1,50	0	0	0	0	
7	3kn	ULS (a, b)	1,35	0	0	0	1,50	0	0	1,50	0	0	0	
8	1-2	ULS (a, b)	1,35	0	1,50	1,50	0	1,50	1,50	0	0	0	0	
9	2-3	ULS (a, b)	1,35	0	0	1,50	1,50	0	1,50	1,50	0	0	0	
10	1-3	ULS (a, b)	1,35	0	1,50	0	1,50	1,50	0	1,50	0	0	0	
11	SLS	SLS Kvázist	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0	0	

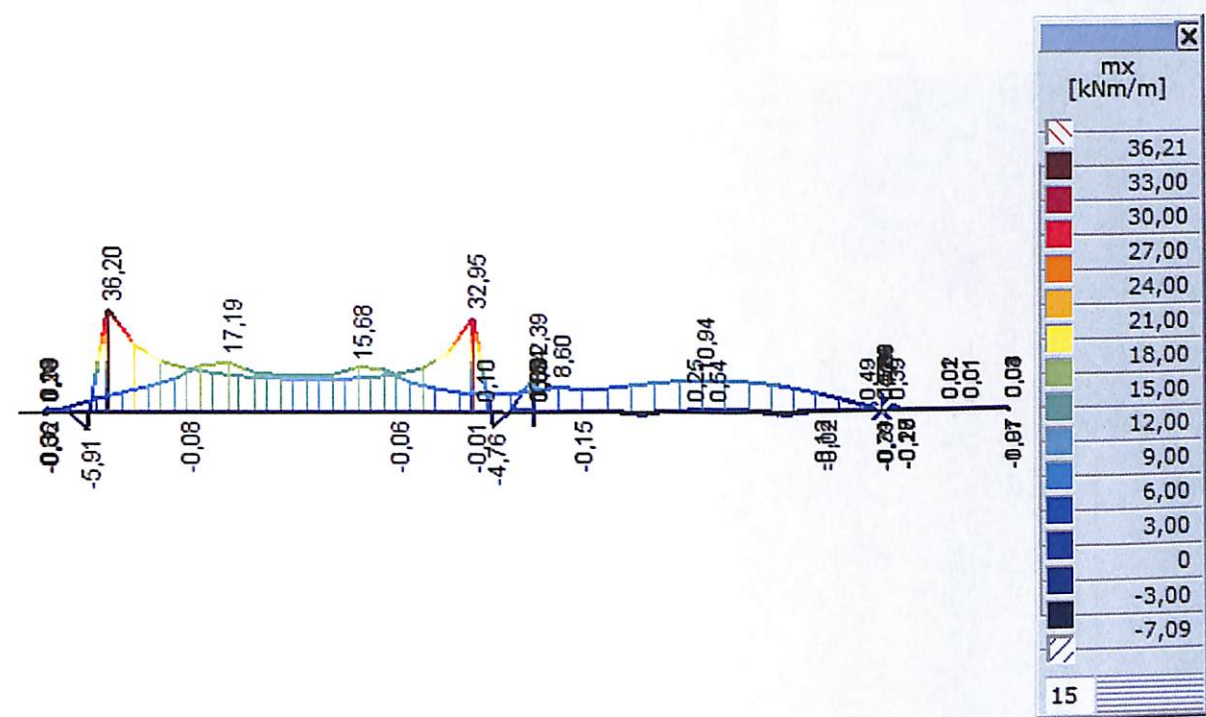
Terhekből számított hajlítónyomatékok:

M_y irányban:

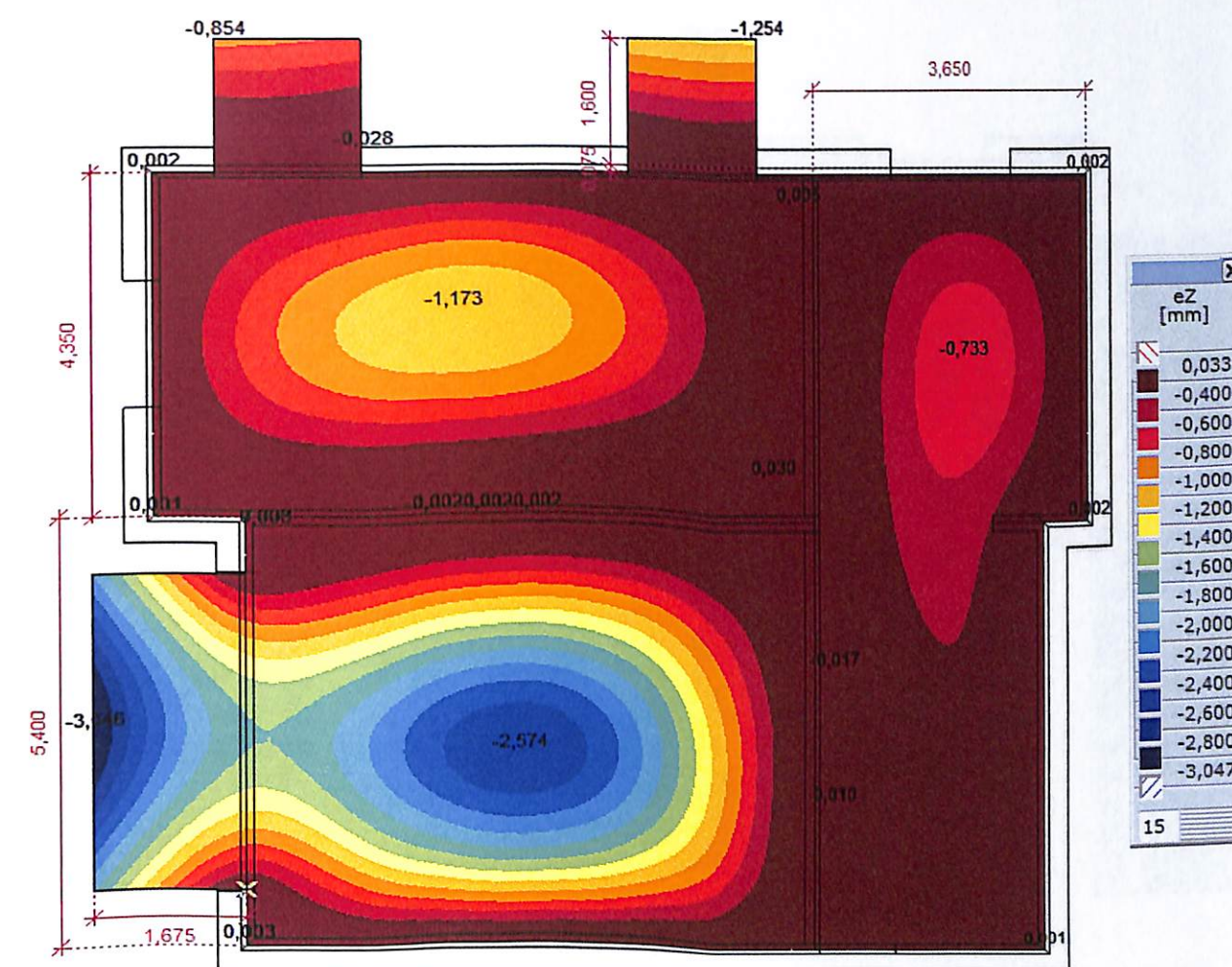


37. ábra — M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel

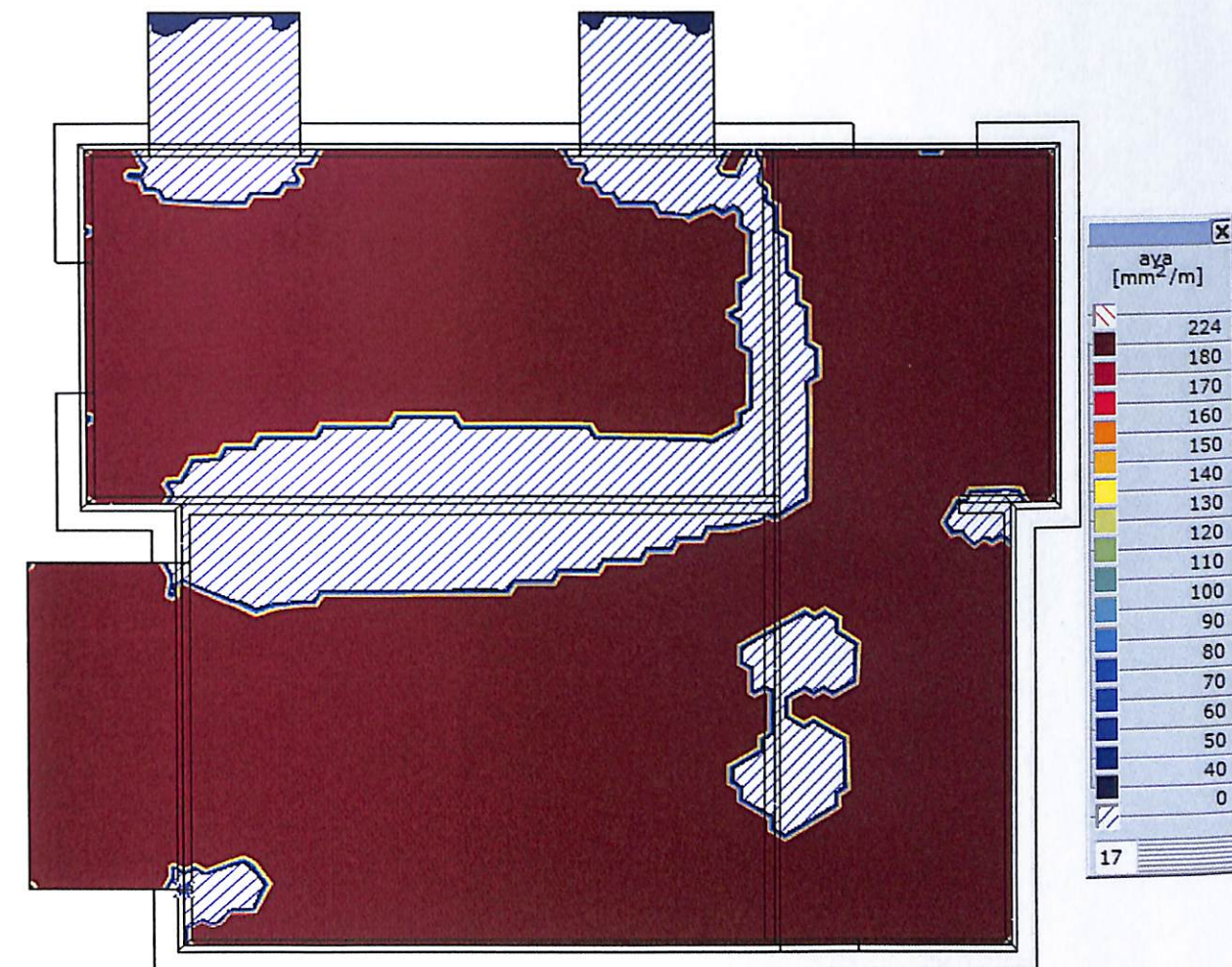
M_x irányban:



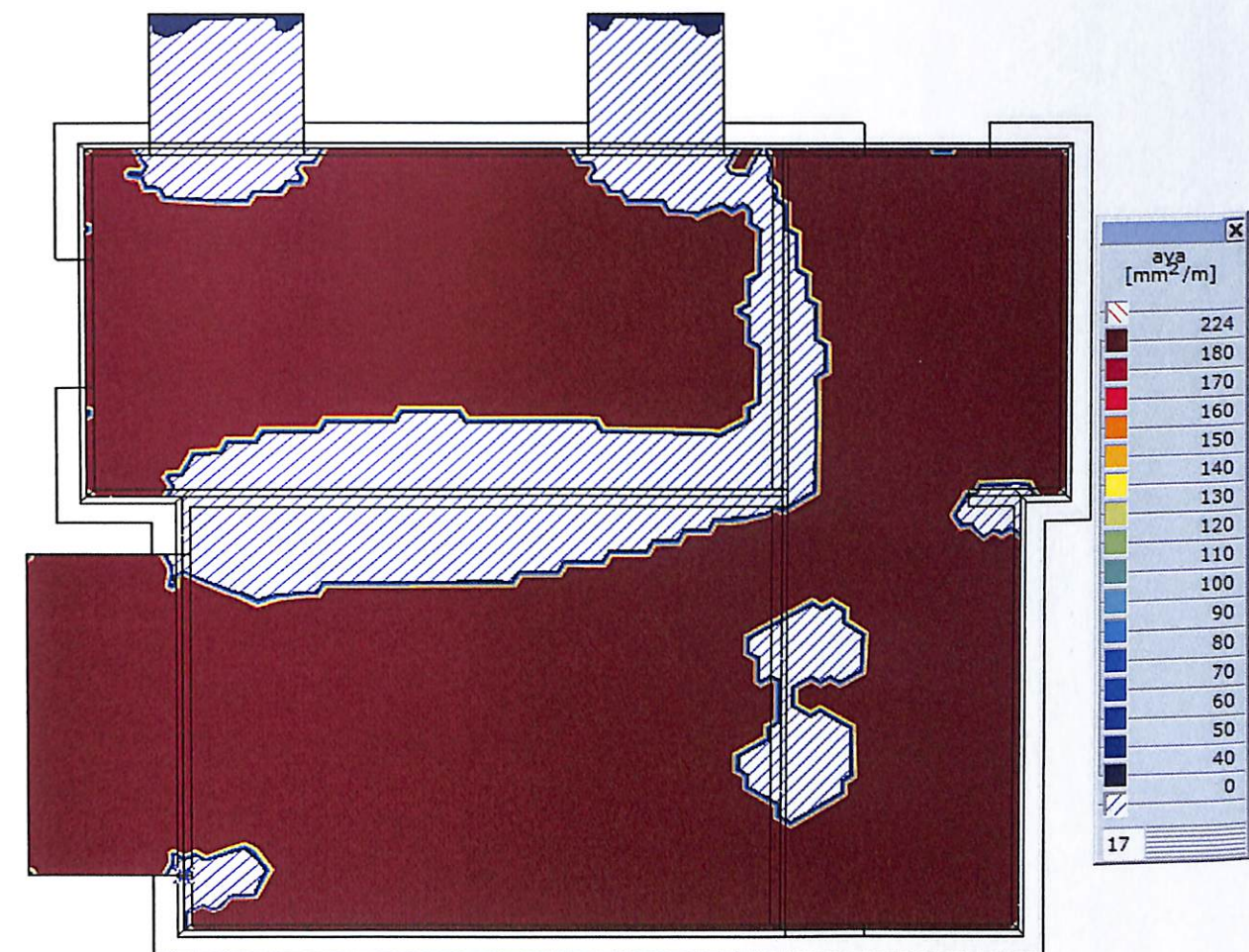
38. ábra — M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel



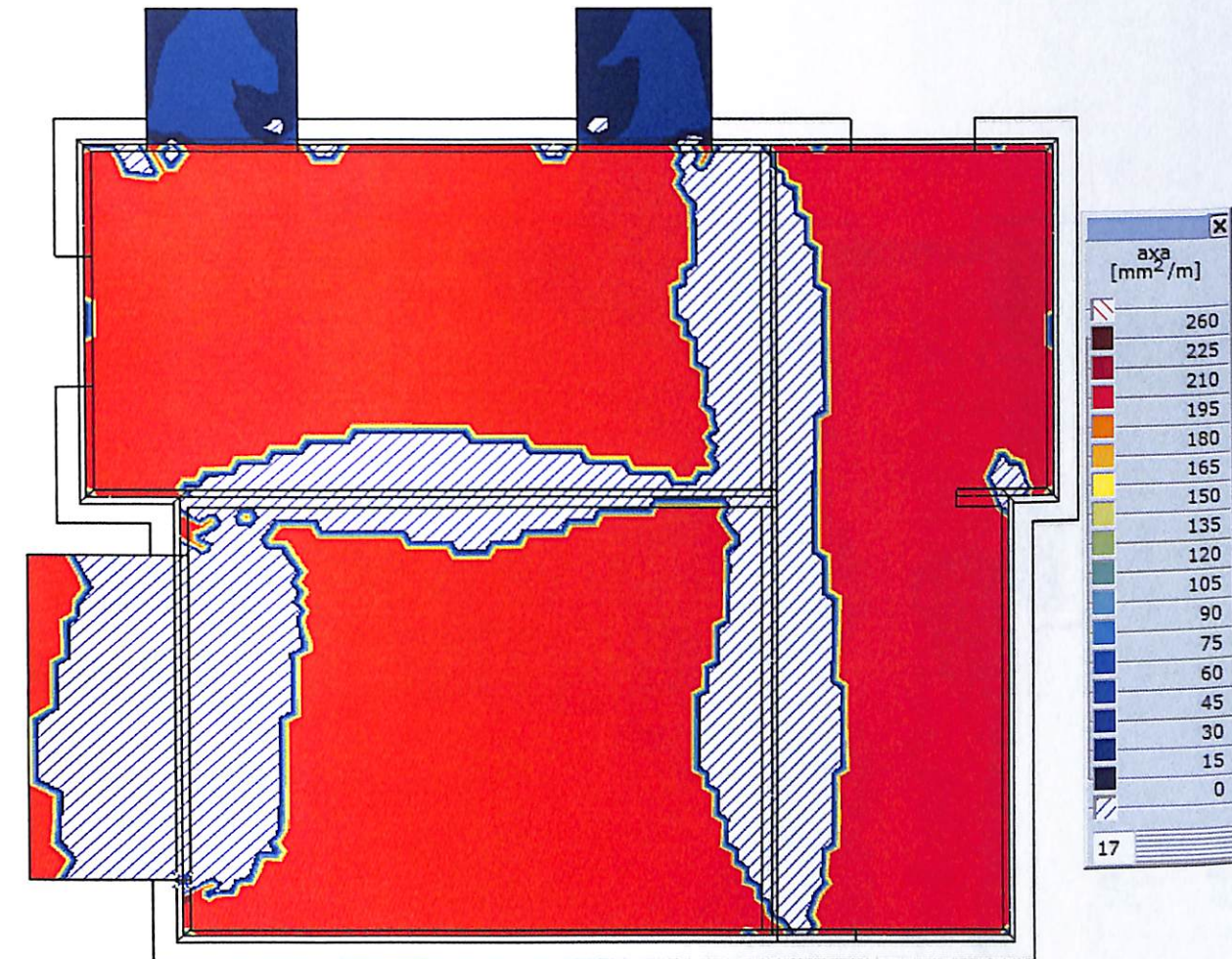
39. ábra — Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek



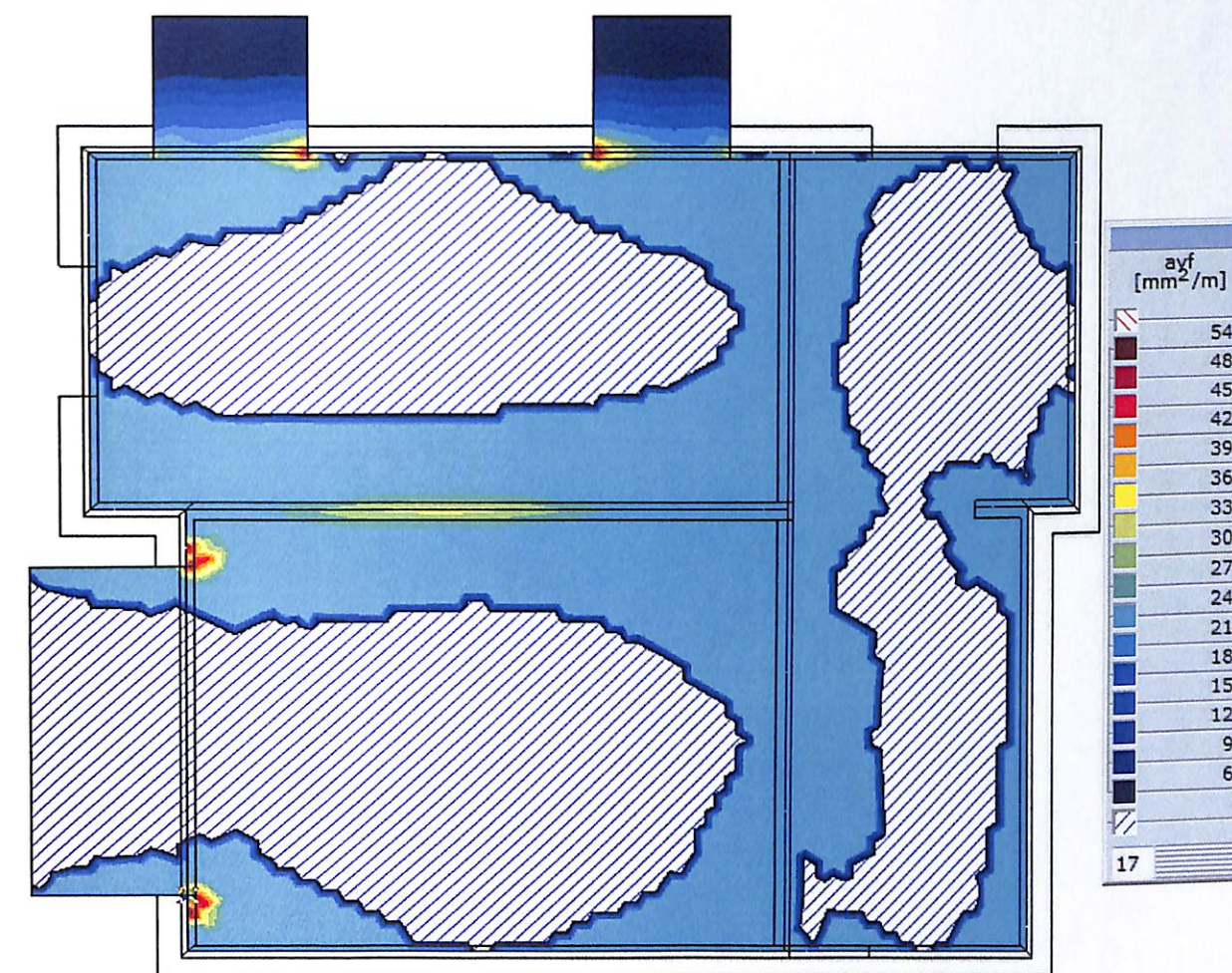
40. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)



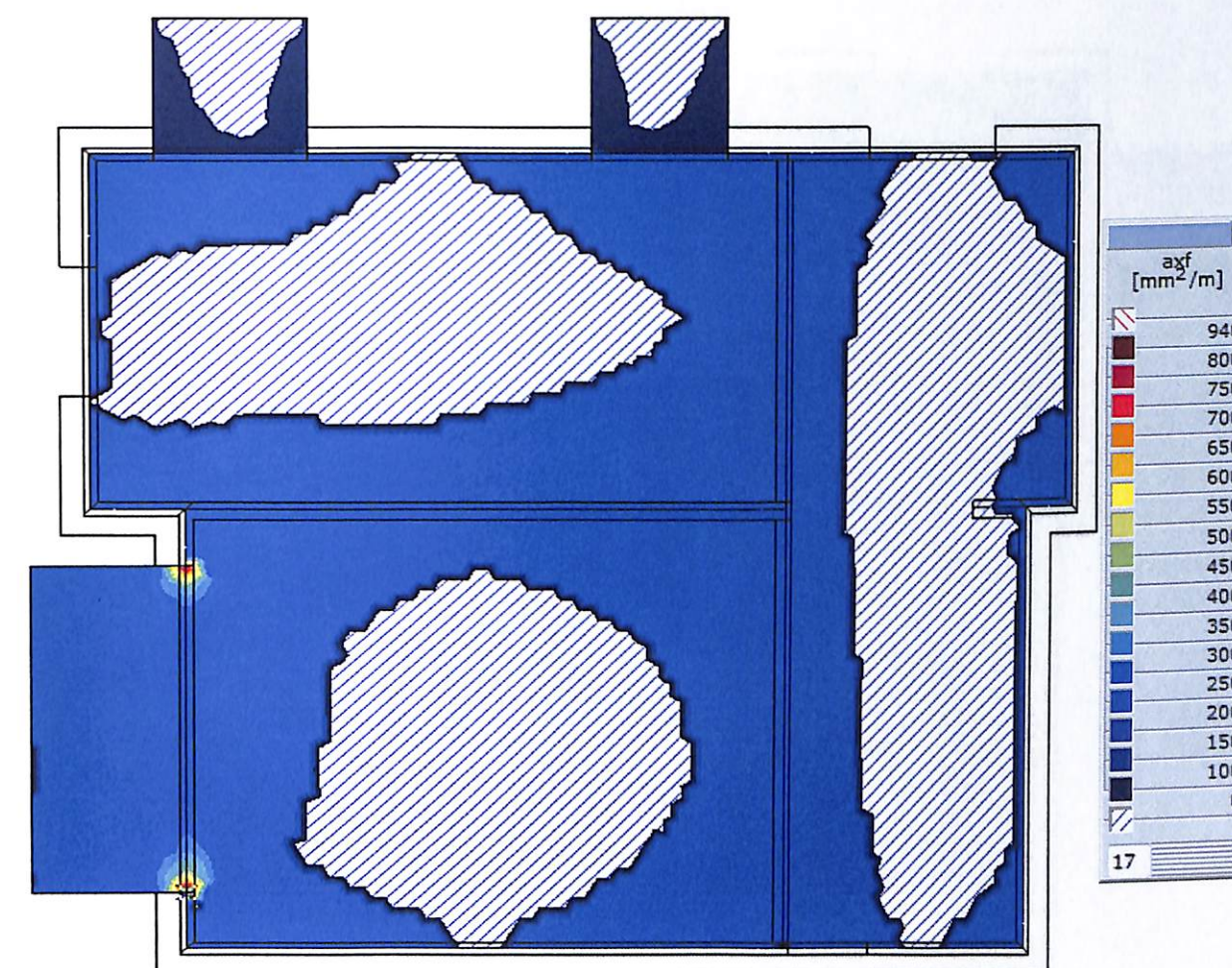
40. ábra — A földém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)



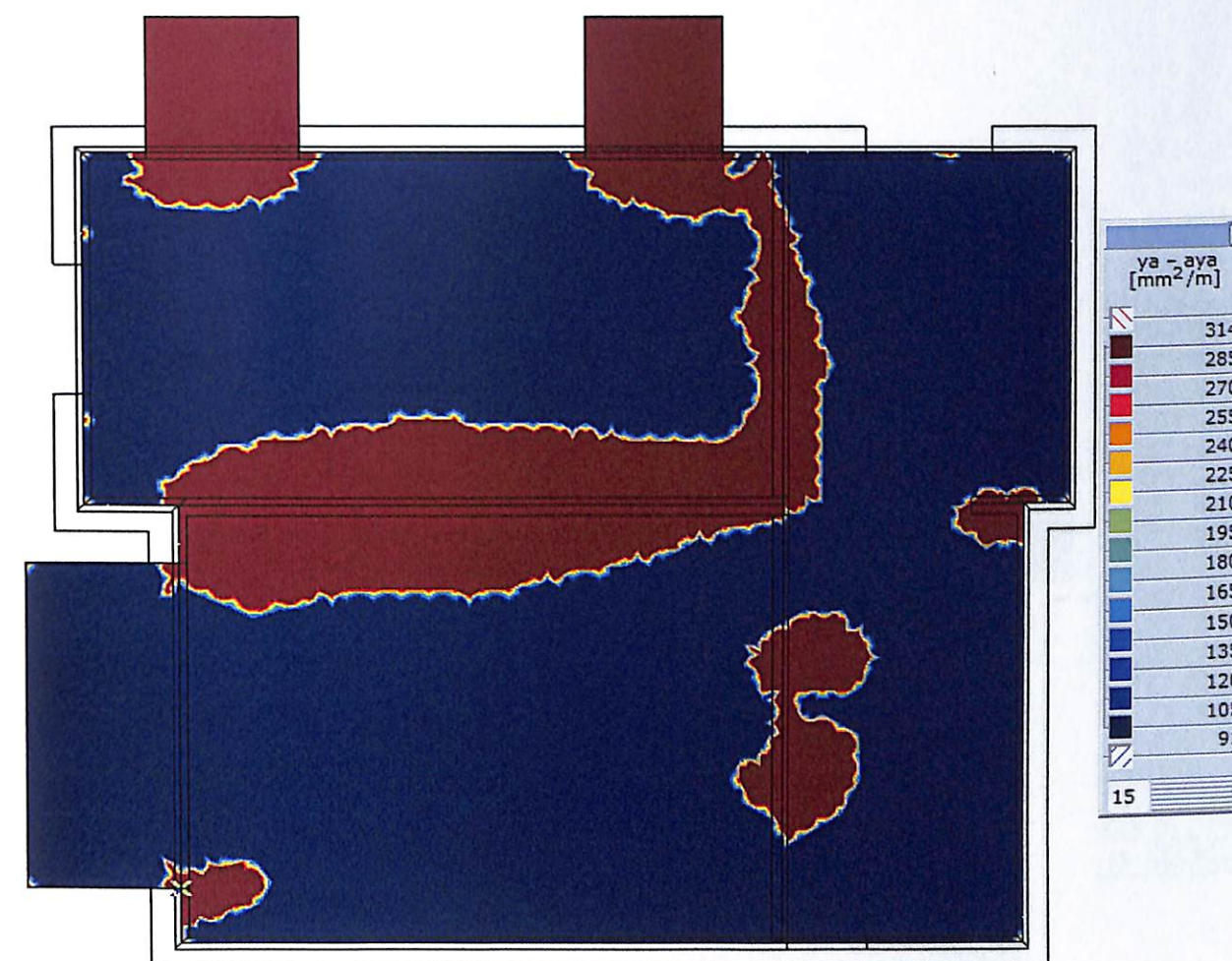
41. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)



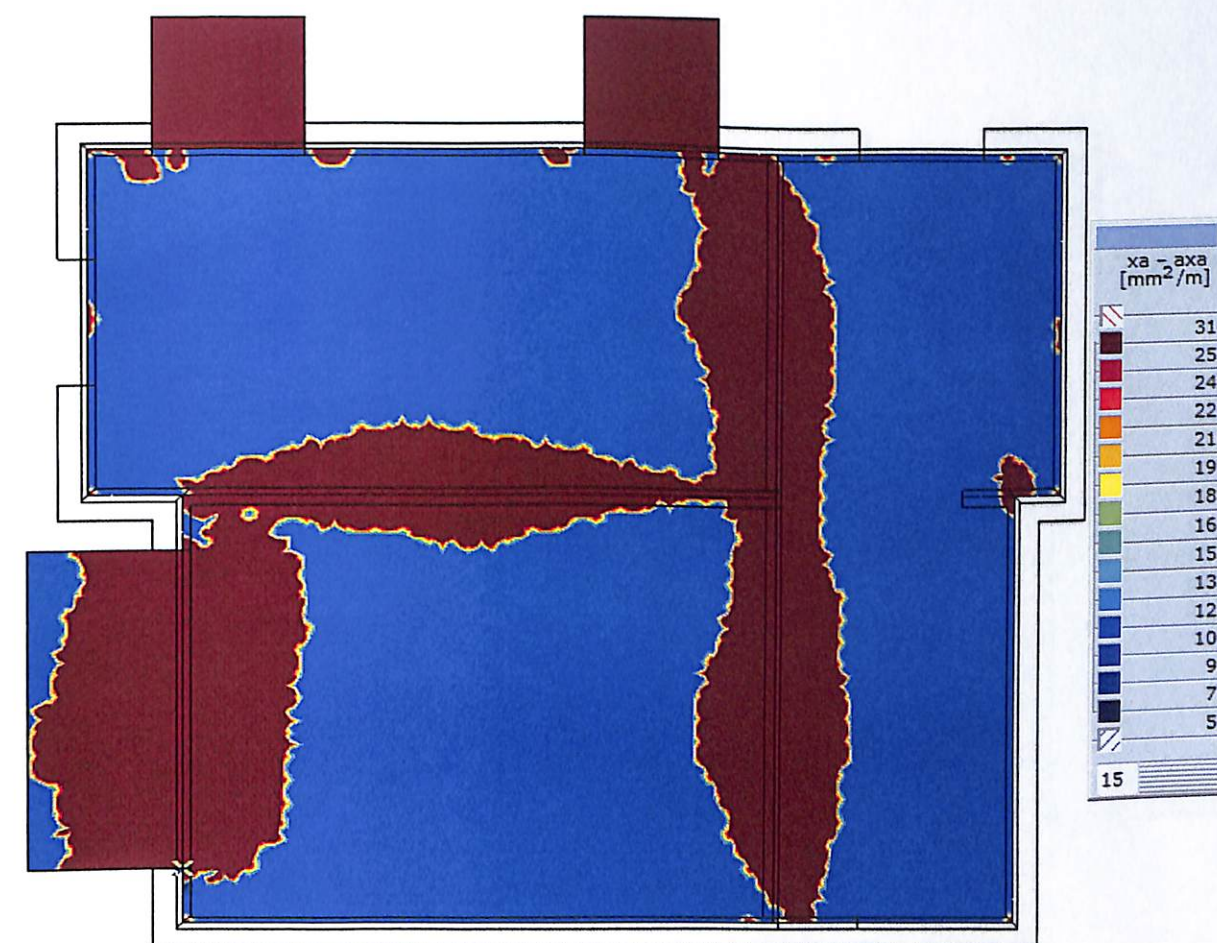
42. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)



43. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)

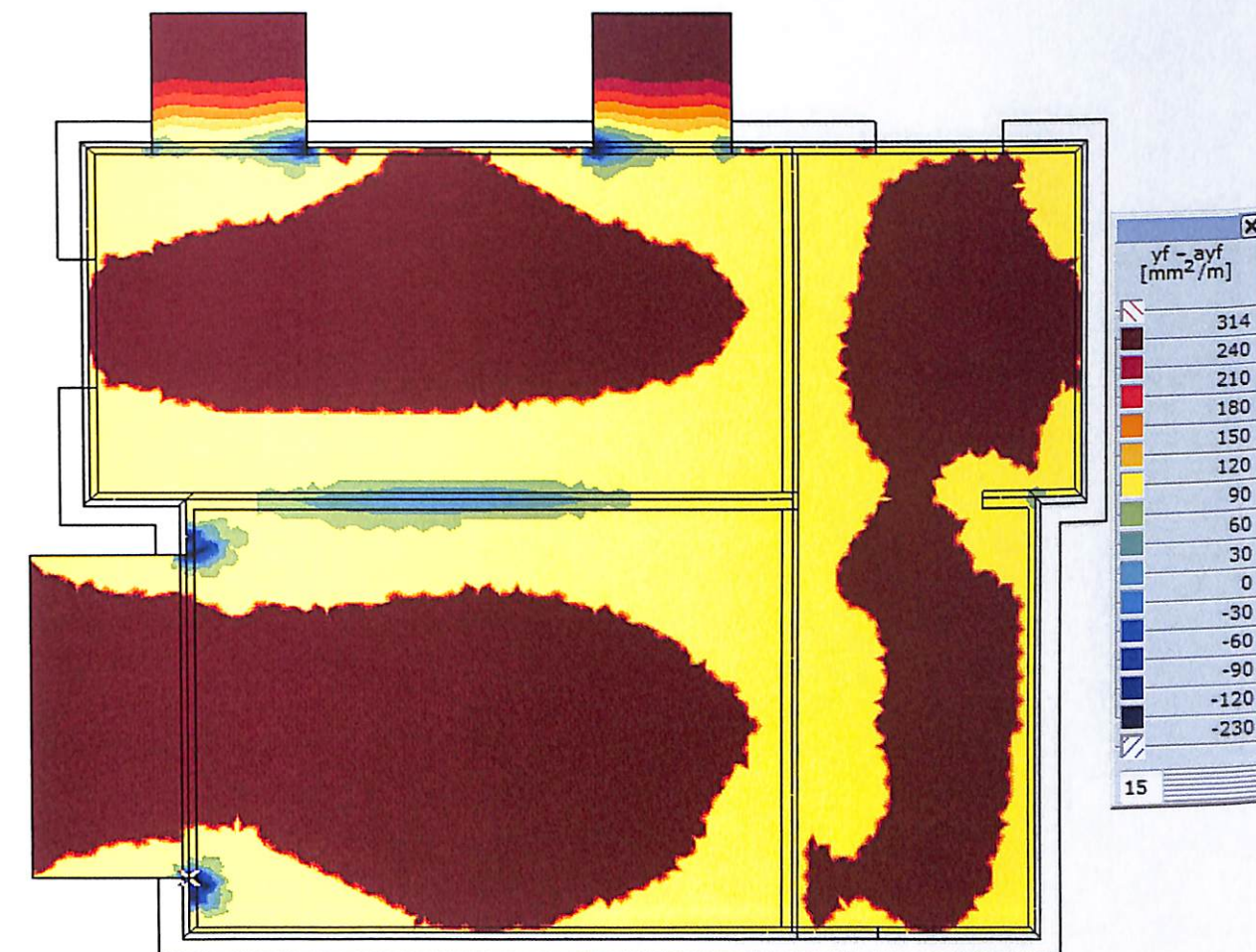


44. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)

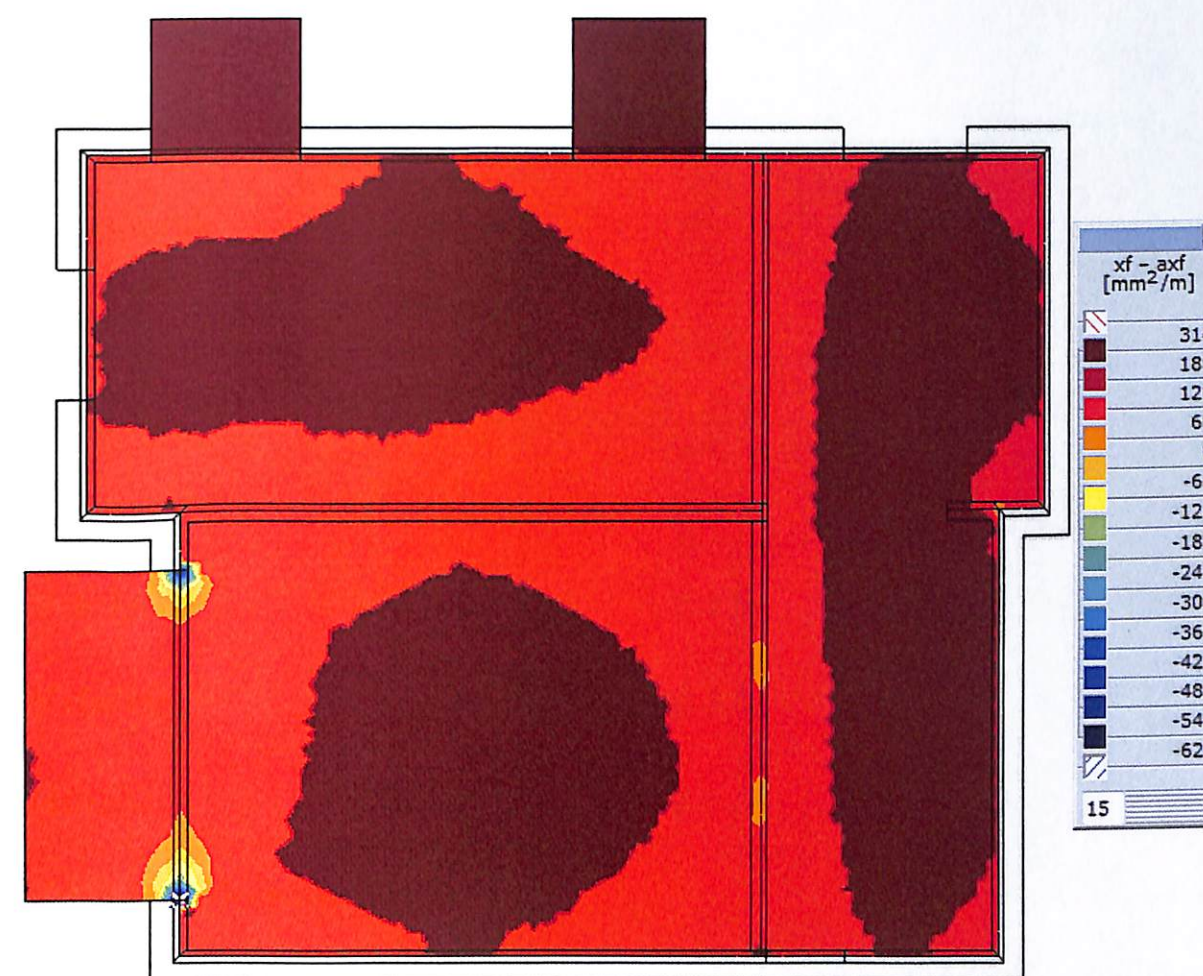


45. ábra — A földém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon vízszintes irányú)



46. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)



47. ábra — A földém felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon vízszintes irányú)

7.2 „B” jelű épület 3. emeleti földém számítása:

A földémszerkezet statikai számításait tervezőprogrammal hajtottam végre.

7.2.1 Födém terhei:

Állandó terhek:

Önsúly γ: 1,35

Rétegrend γ: 1,35

Esetleges terhek:

Hasznos tcher: (alapértékek)

Lakás: 2 kN/m2 γ: 1,5

Erkély: 3 kN/m2 γ: 1,5

Válaszfal: 2kN/m2 γ: 1,5

Hóteher: 1 kN/m2 γ: 1,5

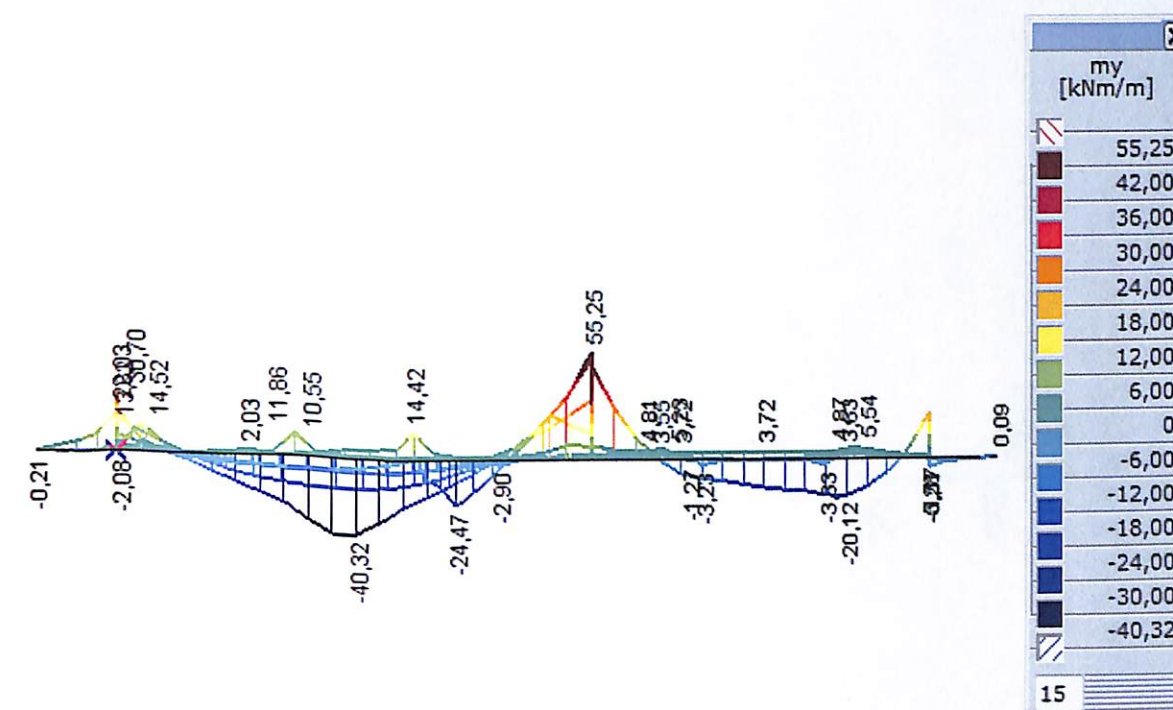
Födém teherkombinációi:

A födém egyes mezőit elneveztem 1, 2, 3-as mezőnek. A mezők mindegyikén megjelennek külön az esetleges terhek. Pl.: Lakás 1 = Funkció „Lakás”, teher 1 födémmezőn.

	Típus	Önsúly	rig	konzolhó	erkély 1	erkély 2	lakás 1	válaszfal 1	lakás2	válaszfal2	lakás3	válaszfal3	hó 1	hó 2	vonatrendi teher	Megjegyzés
1	ULS (a, b)	1,35	1,35	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
2	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	1,50	0	1,50	1,50	0	0	0	0	1,50	0	1,50	
3	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	0	0	0	0	1,50	1,50	0	0	0	0	1,50	
4	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	0	1,50	0	0	0	0	1,50	1,50	0	1,50	1,50	
5	ULS (a, b)	1,35	0,35	0	1,50	0	1,50	1,50	1,50	1,50	0	0	1,50	0	1,50	
6	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	0	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	0	1,50	1,50	
7	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	1,50	1,50	1,50	1,50	0	0	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
8	SLS Kvázitá...	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	1,00	

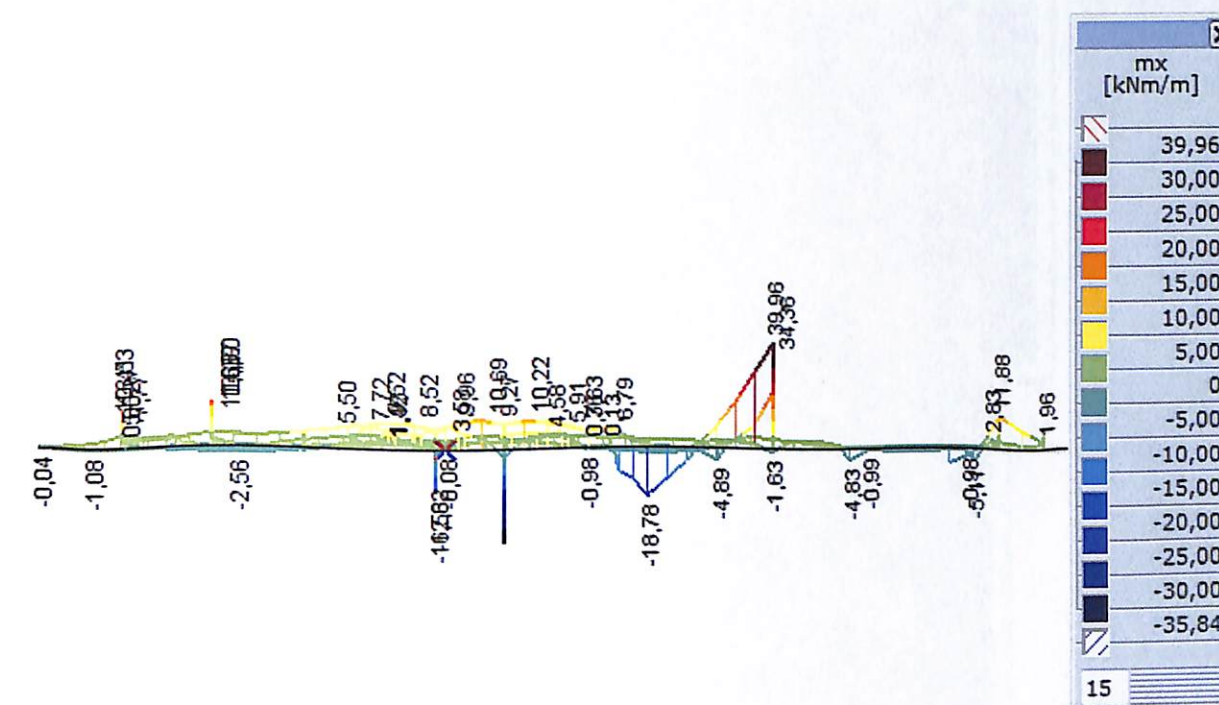
Terhekből számított hajlítónyomatékok:

M_y irányban:

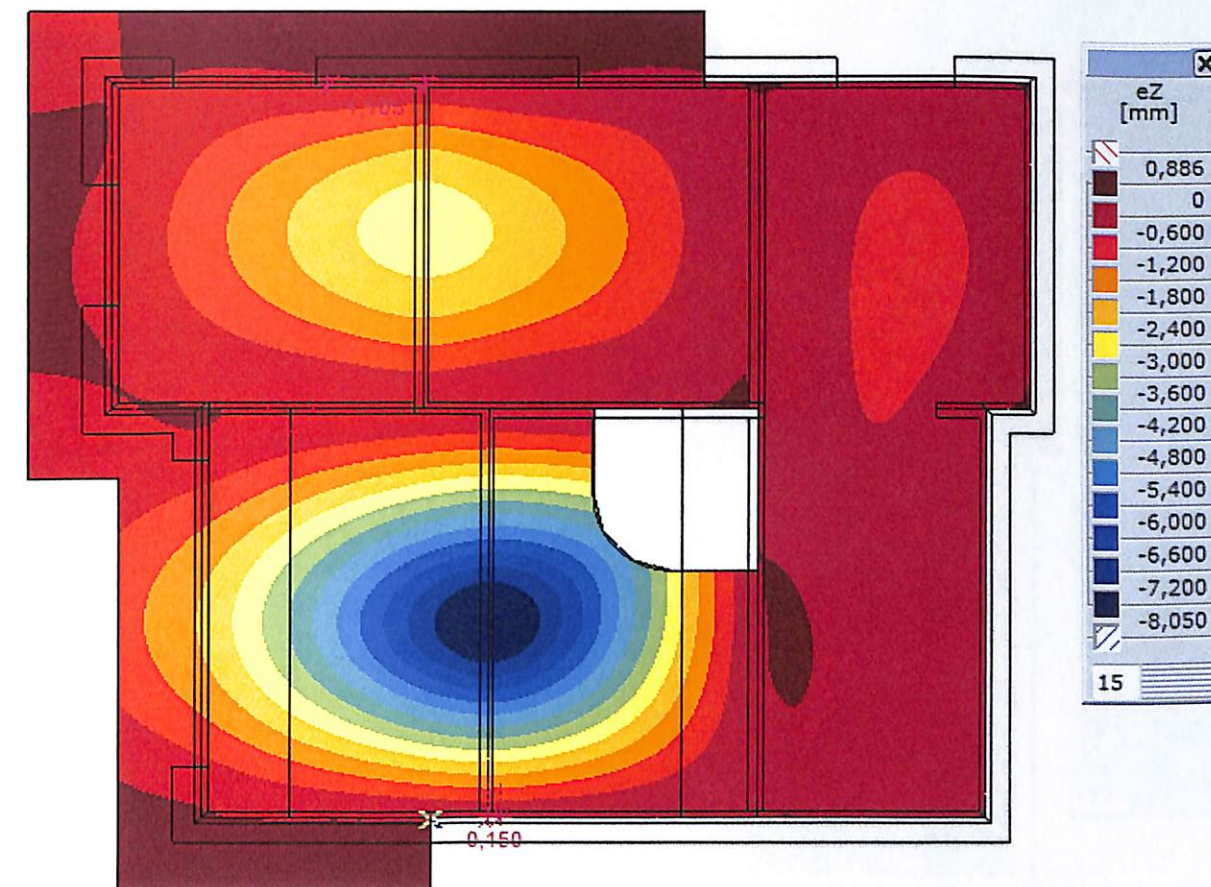


48. ábra — M_y nyomaték ábrája nyomatékértékkel

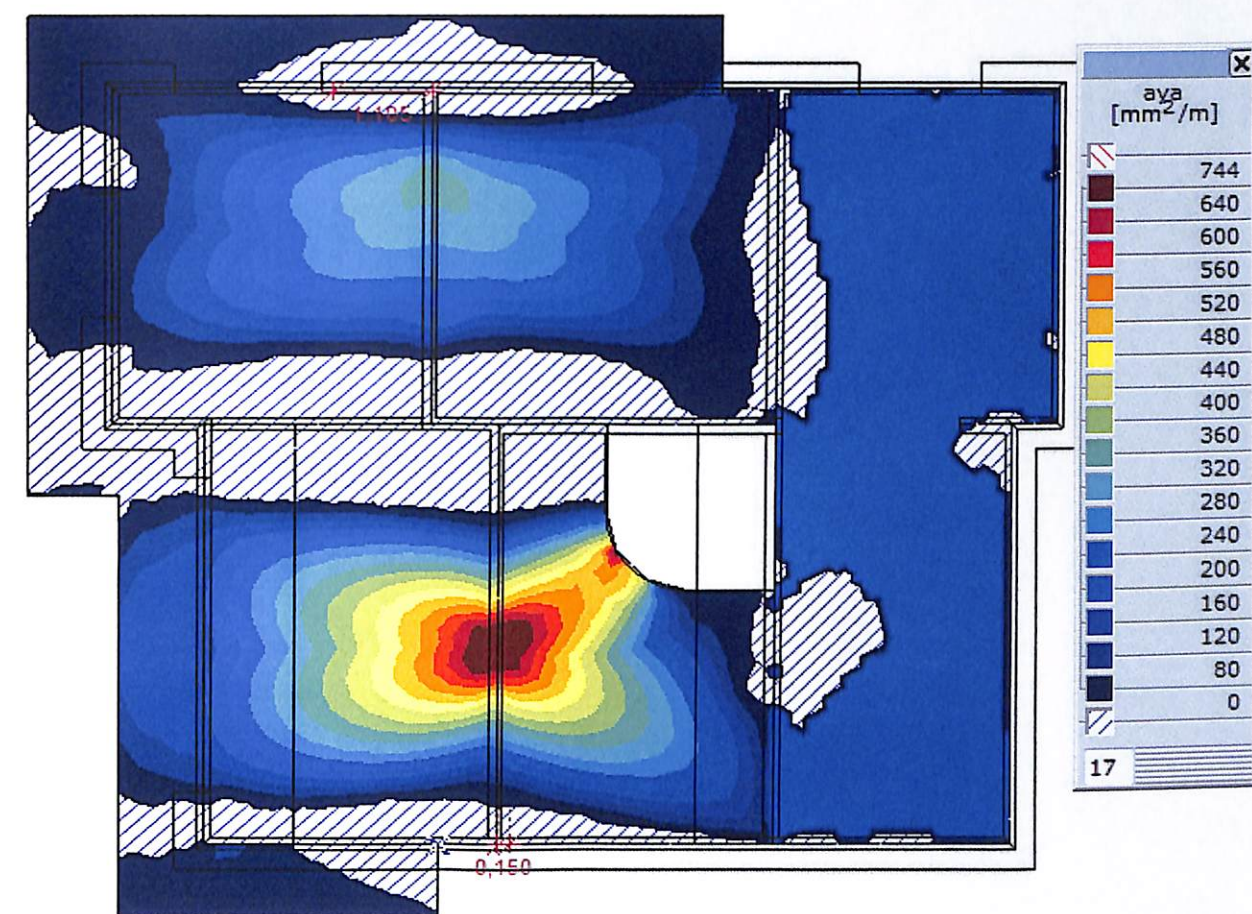
M_x irányban:



49. ábra — M_x nyomaték ábrája nyomatékértékkel

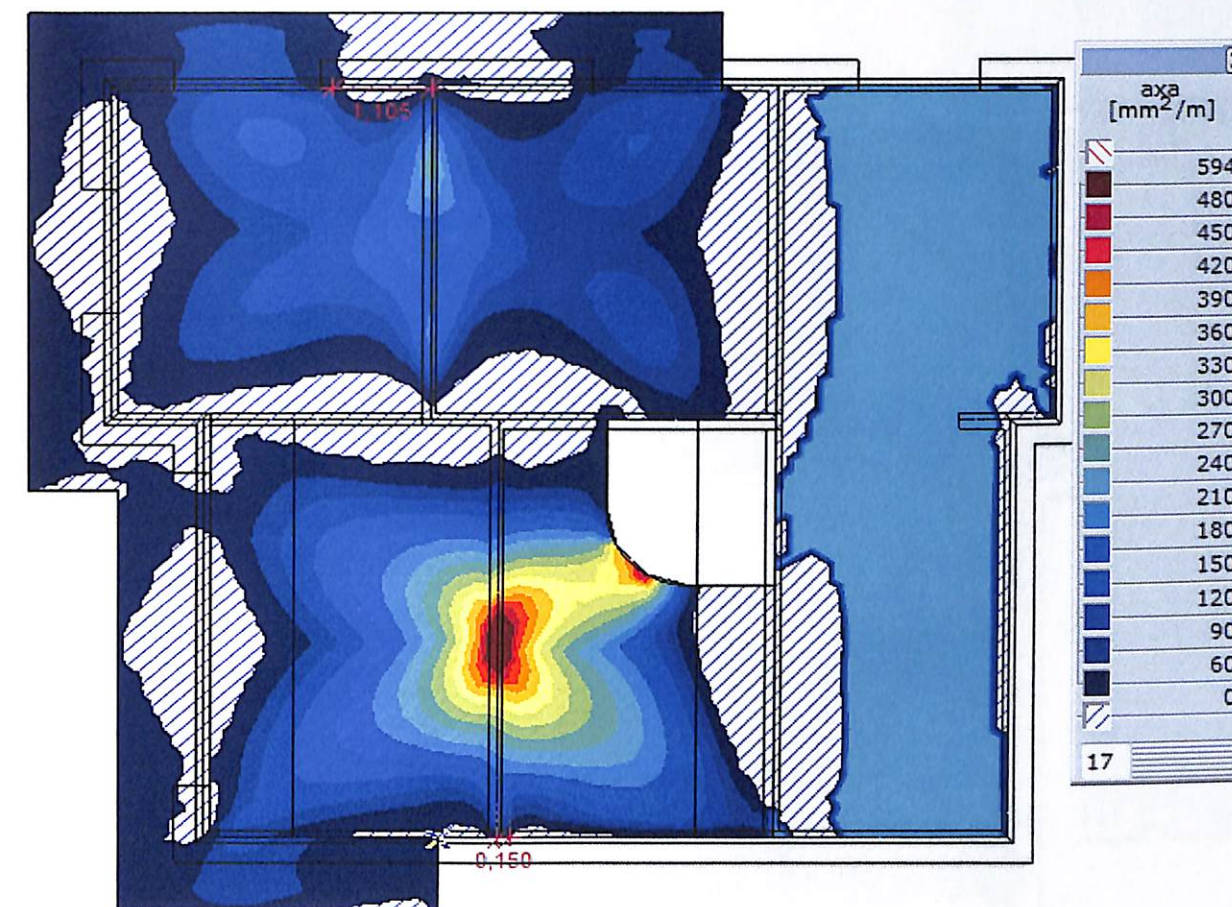


50. ábra — Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek



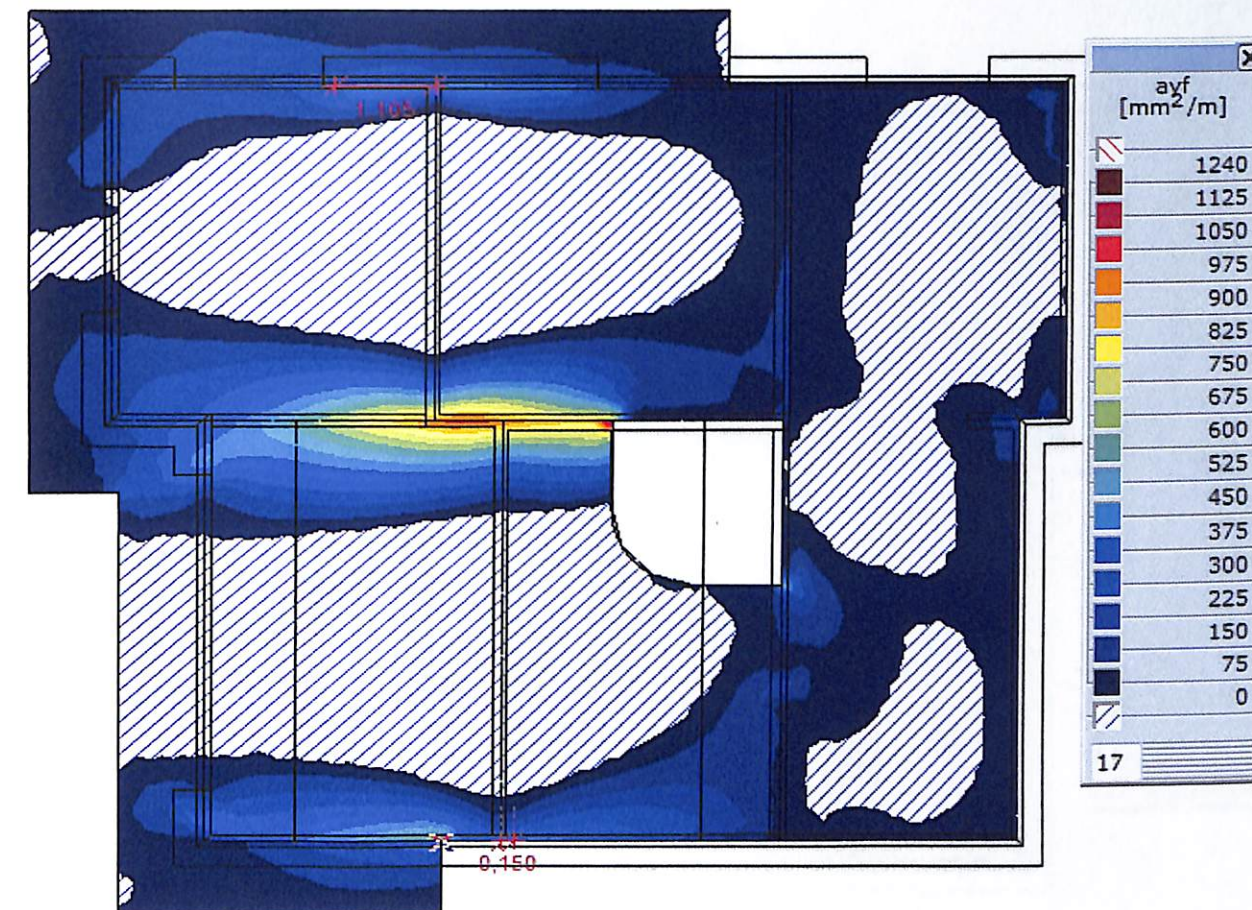
51. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban

(y az alaprajzon függőleges irányú)



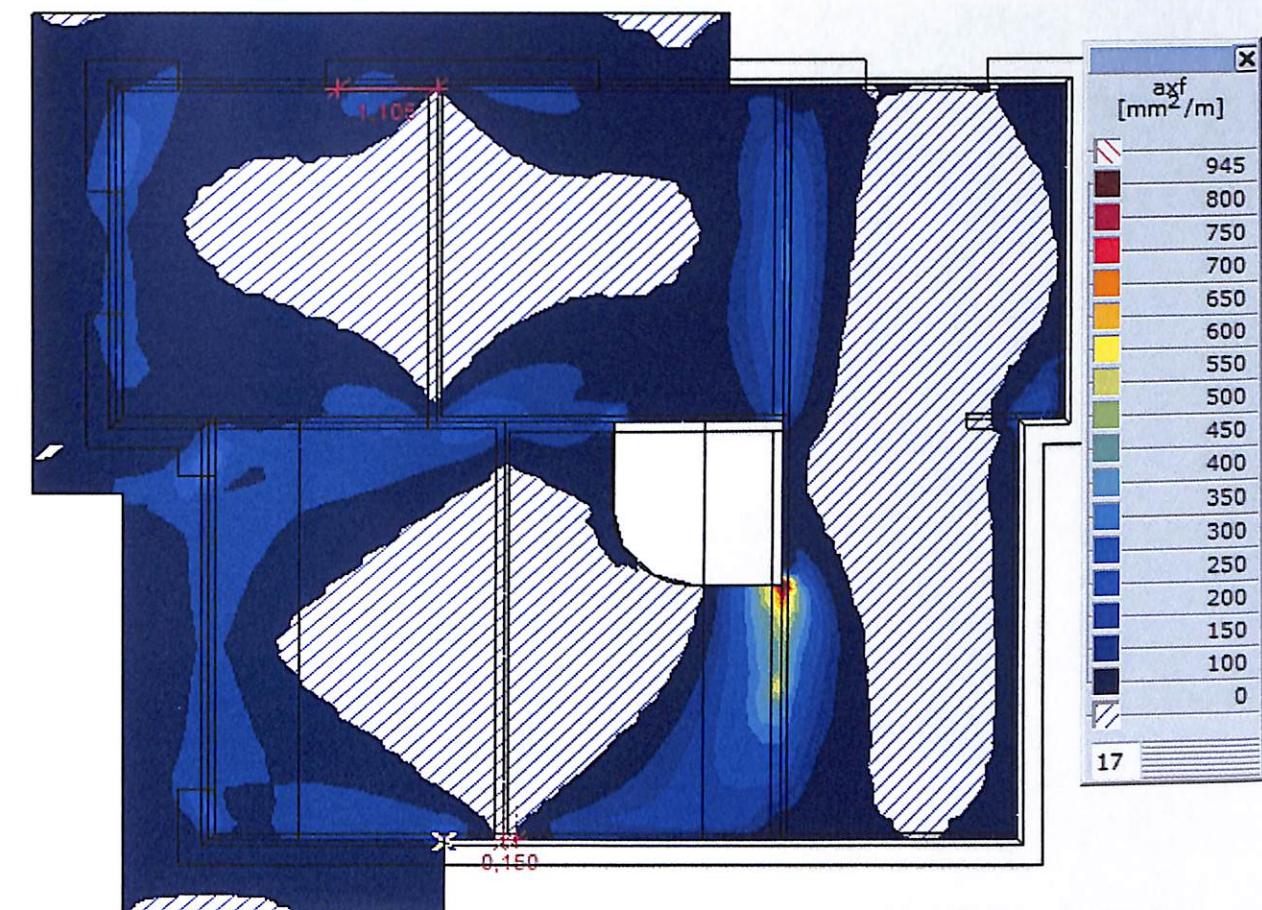
52. ábra — A földem alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon vízszintes irányú)



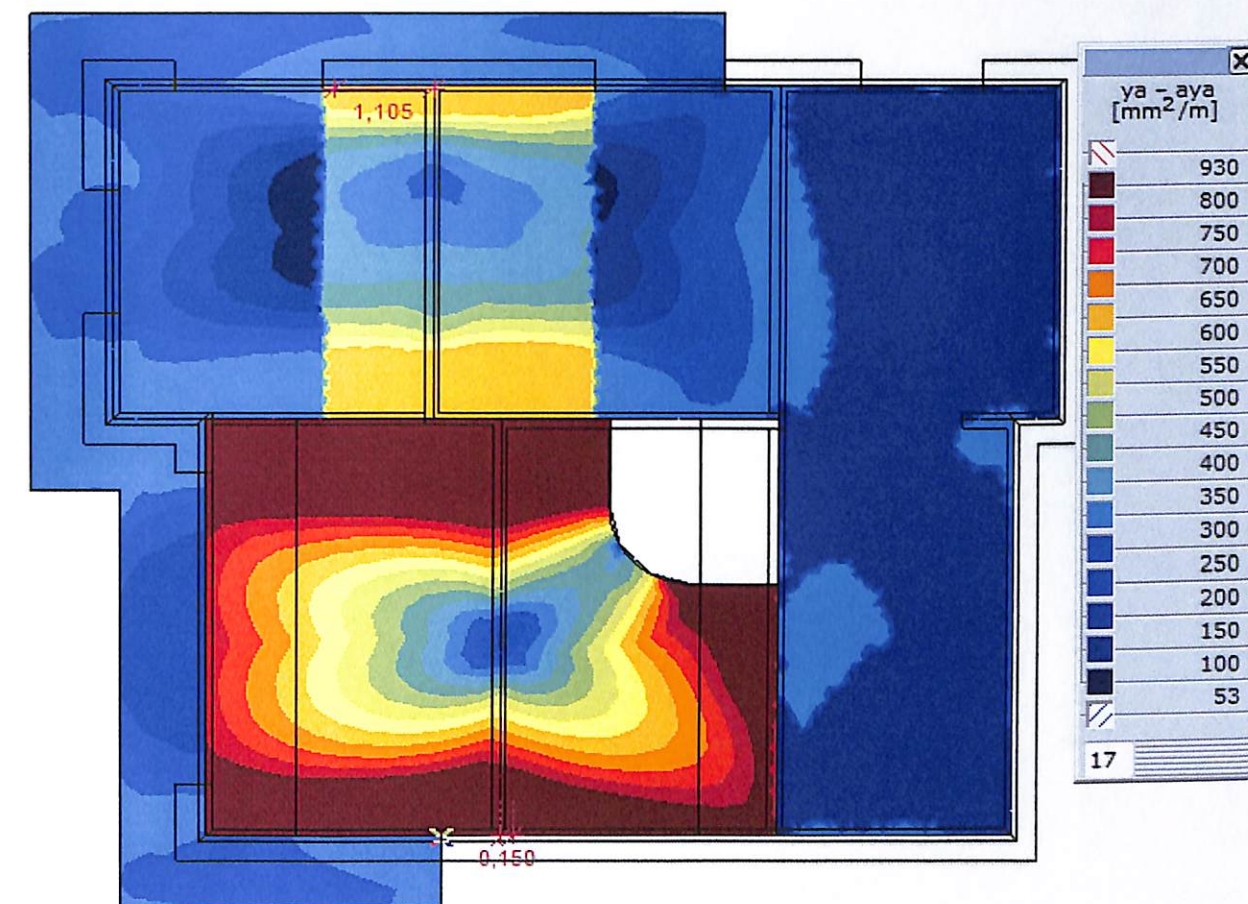
53. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban

(y az alaprajzon függőleges irányú)



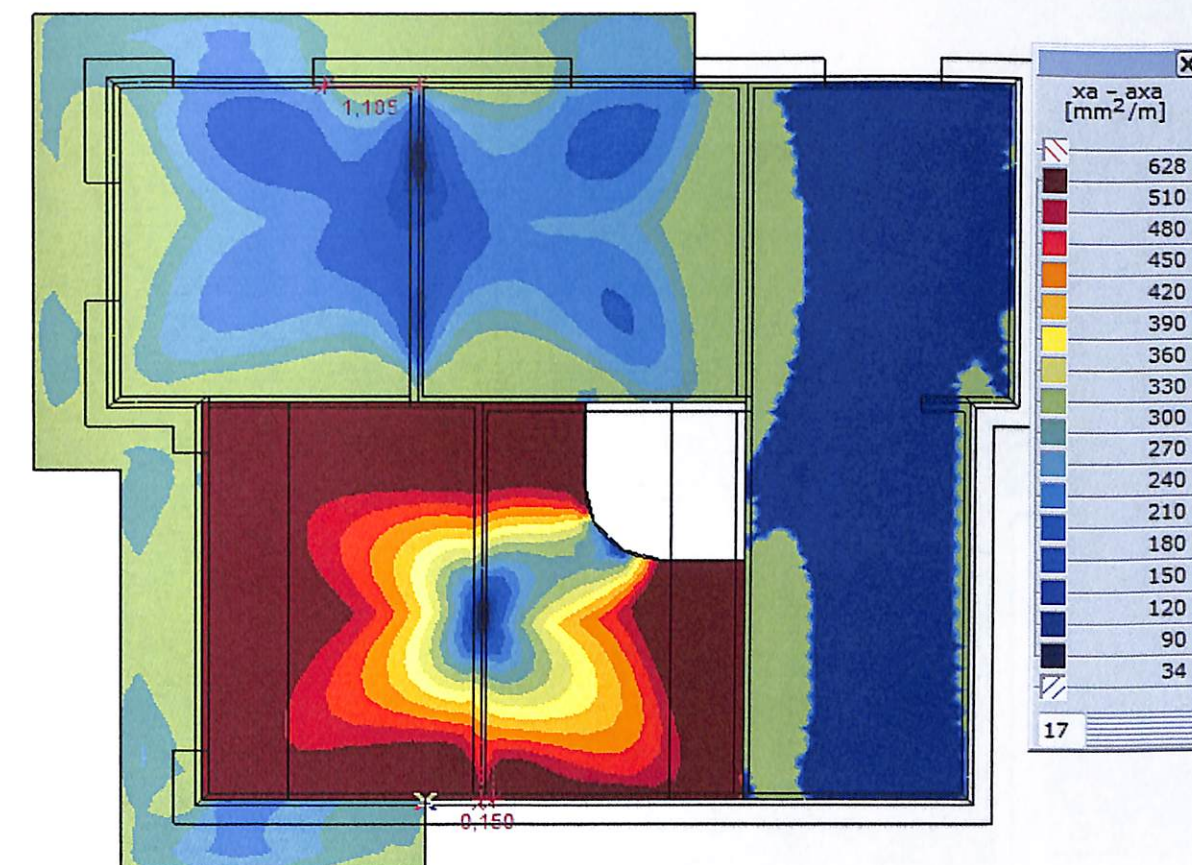
54. ábra — A földem felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon vízszintes irányú)

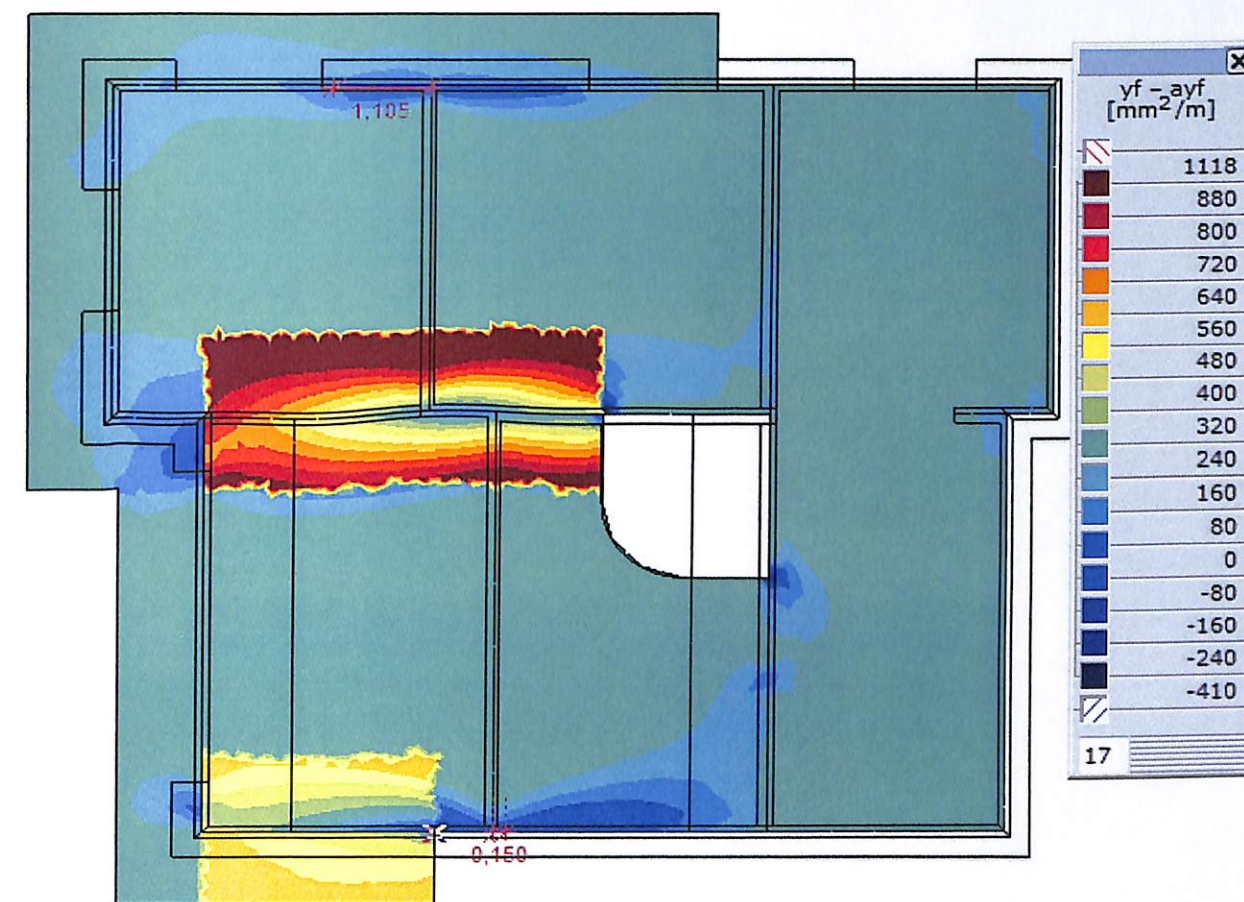


55. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban

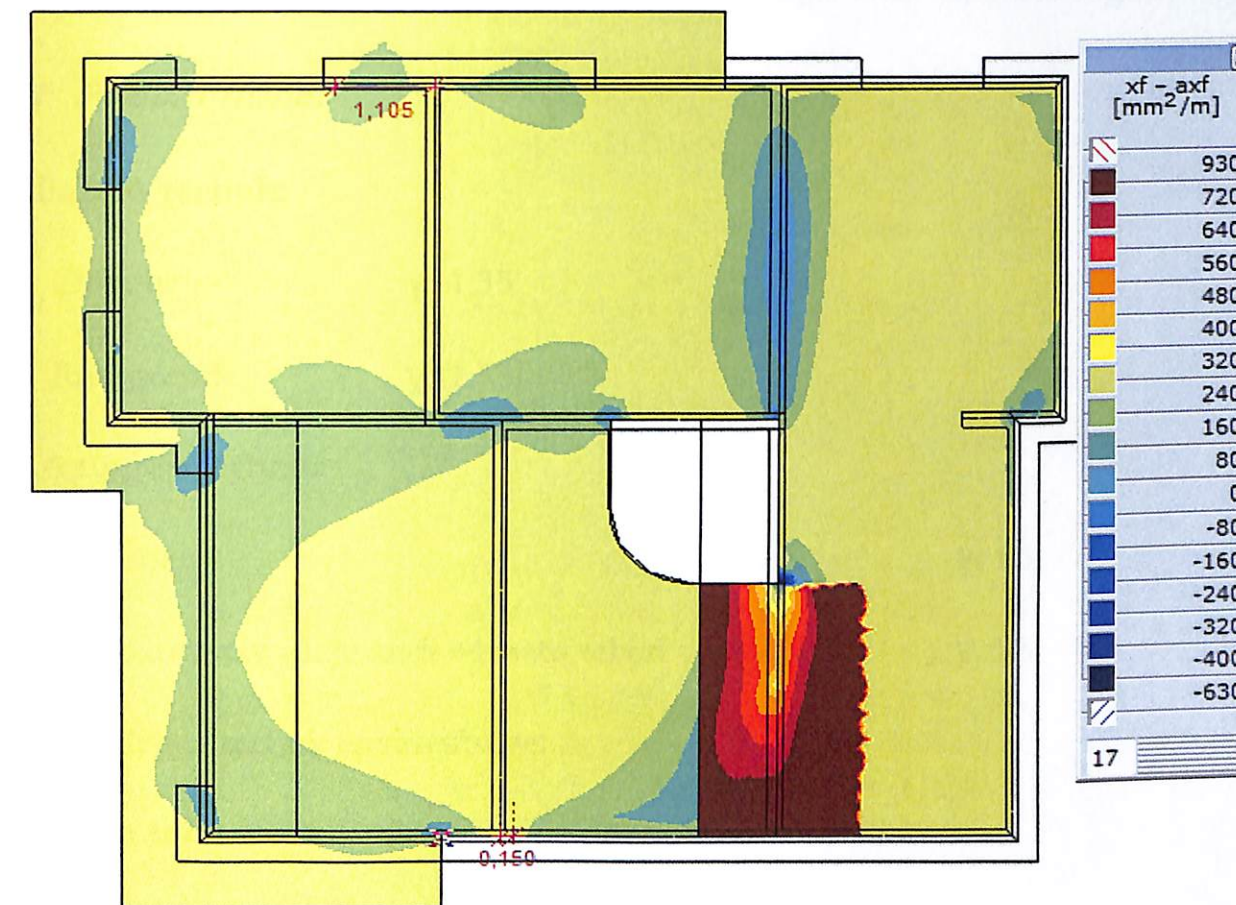
(y az alaprajzon függőleges irányú)



56. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)



57. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)



58. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban

(x az alaprajzon vízszintes irányú)

7.3 B épület zárófödém számítása

A födém szerkezet statikai számításait tervezőprogrammal hajtottam végre.

7.3.1 Födém terhei

Állandó terhek:

Önsúly γ : 1,35
Rétegrend γ : 1,35

Esetleges terhek:

Hóteher: 1 kN/m^2 γ : 1,5
Karbantartás ideje alatt várható teher: 1 kN/m^2 γ : 1,5
Esetleges terhek egyidejűsége: 0

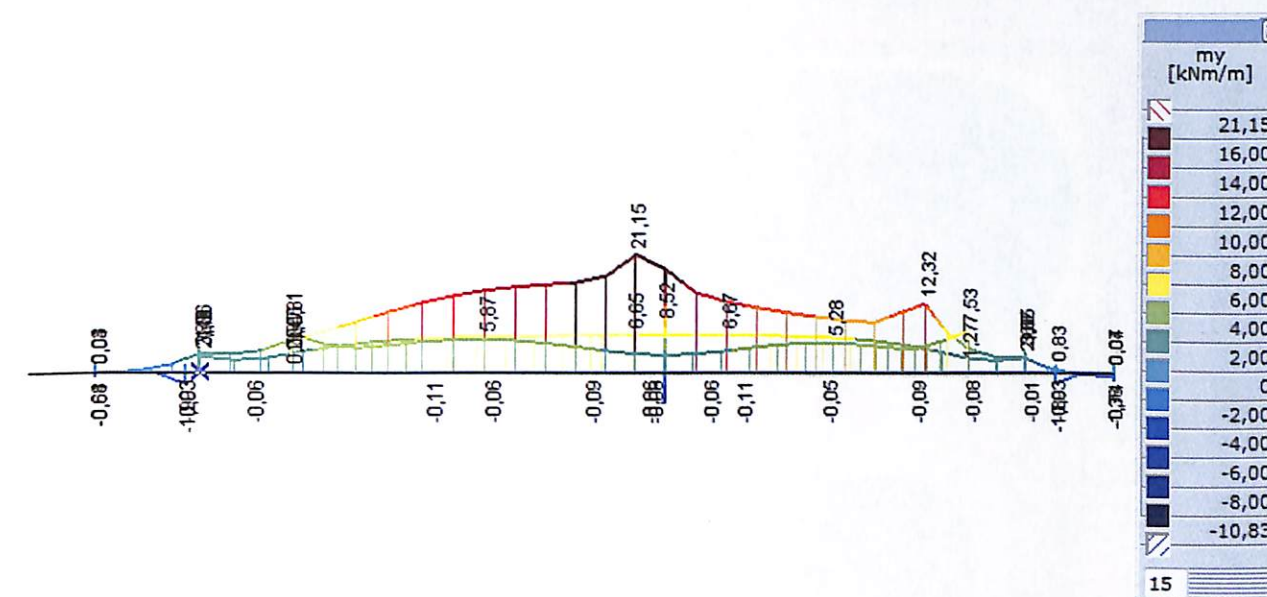
Födém teherkombinációi:

A födém egyes mezőit elneveztem 1, 2-es mezőnek.

	Név	Típus	önsúly	rtg	hó 1	hó 2	Megjegyzés
1	max	ULS (a, b)	1,35	1,35	1,50	1,50	
2	1es	ULS (a, b)	1,35	1,35	1,50	0	
3	2es	ULS (a, b)	1,35	1,35	0	1,50	
4	4. TkSLS	SLS Kváziáll...	1,00	1,00	0,30	0,30	

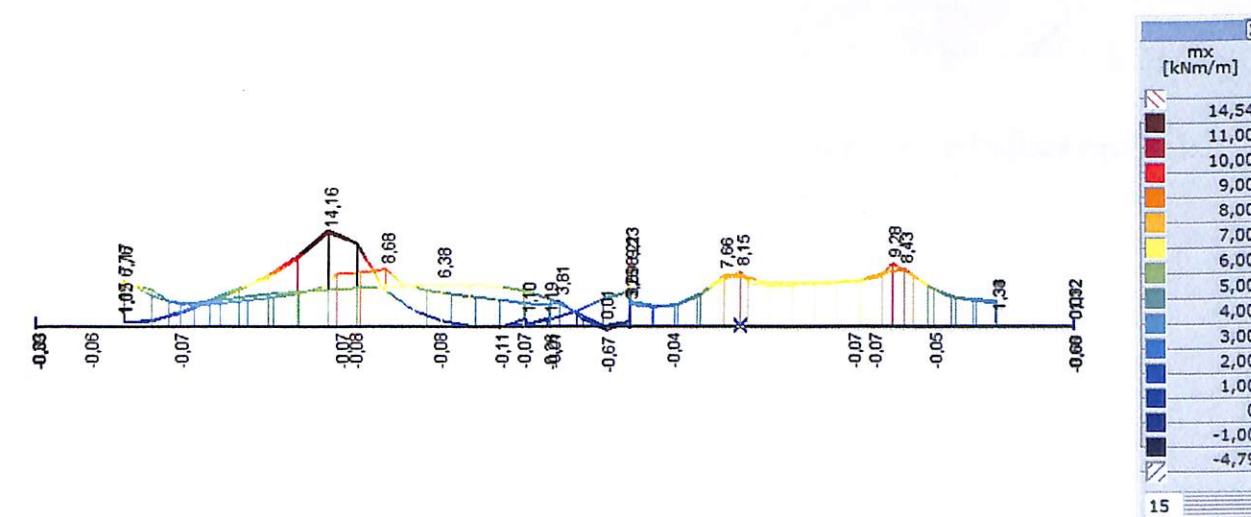
Terhekből számított hajlítónyomatékok:

My irányban:

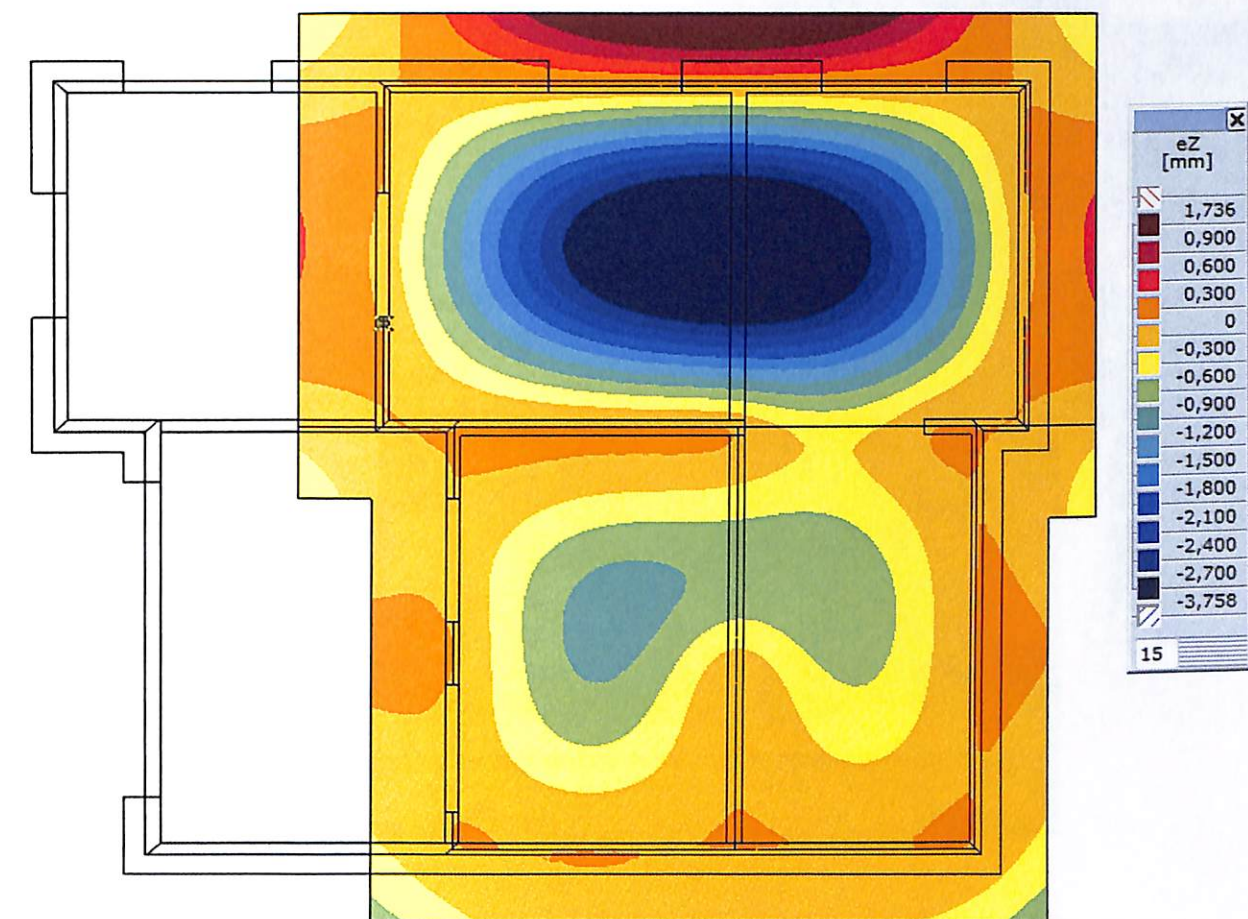


59. ábra — My nyomtaték ábrája nyomtatékértékkel

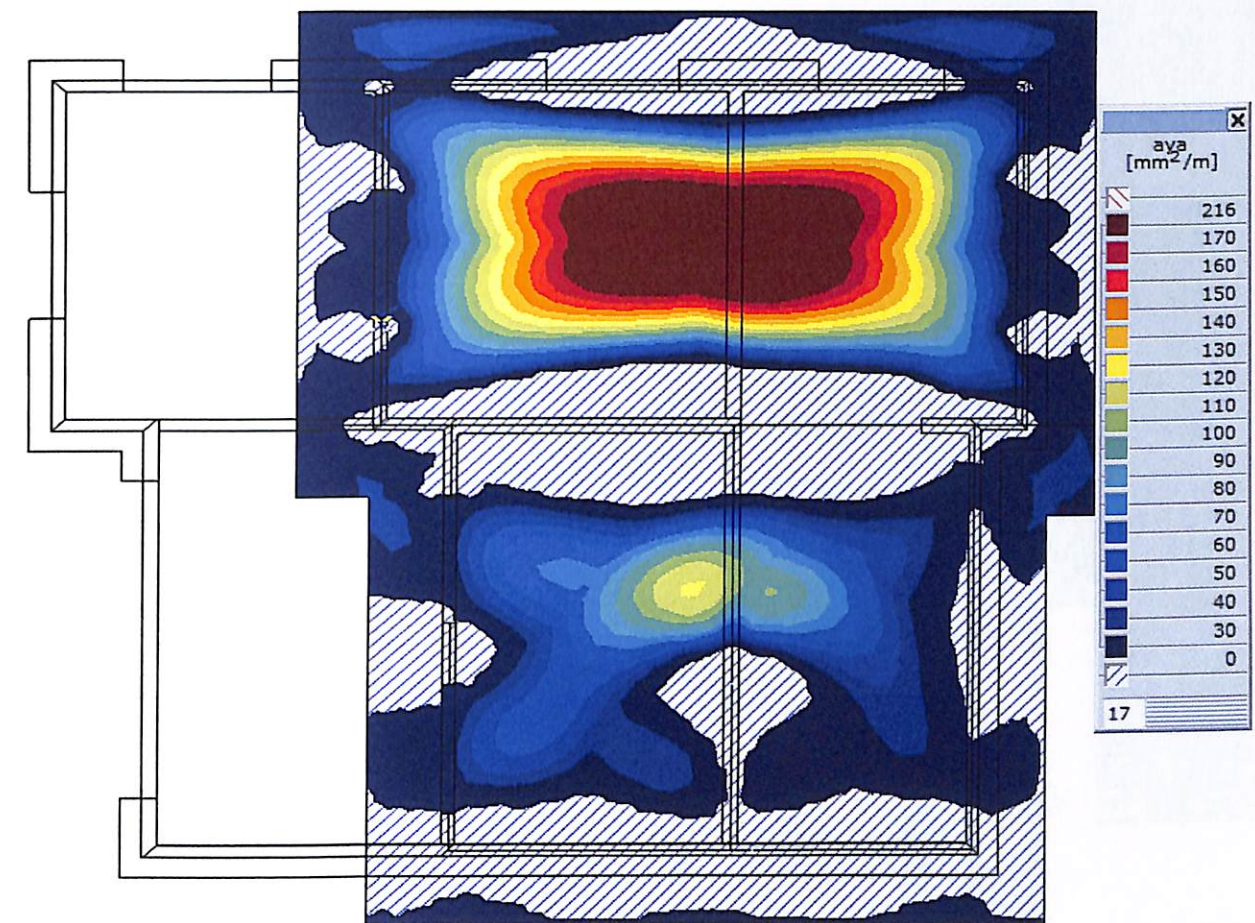
Mx irányban:



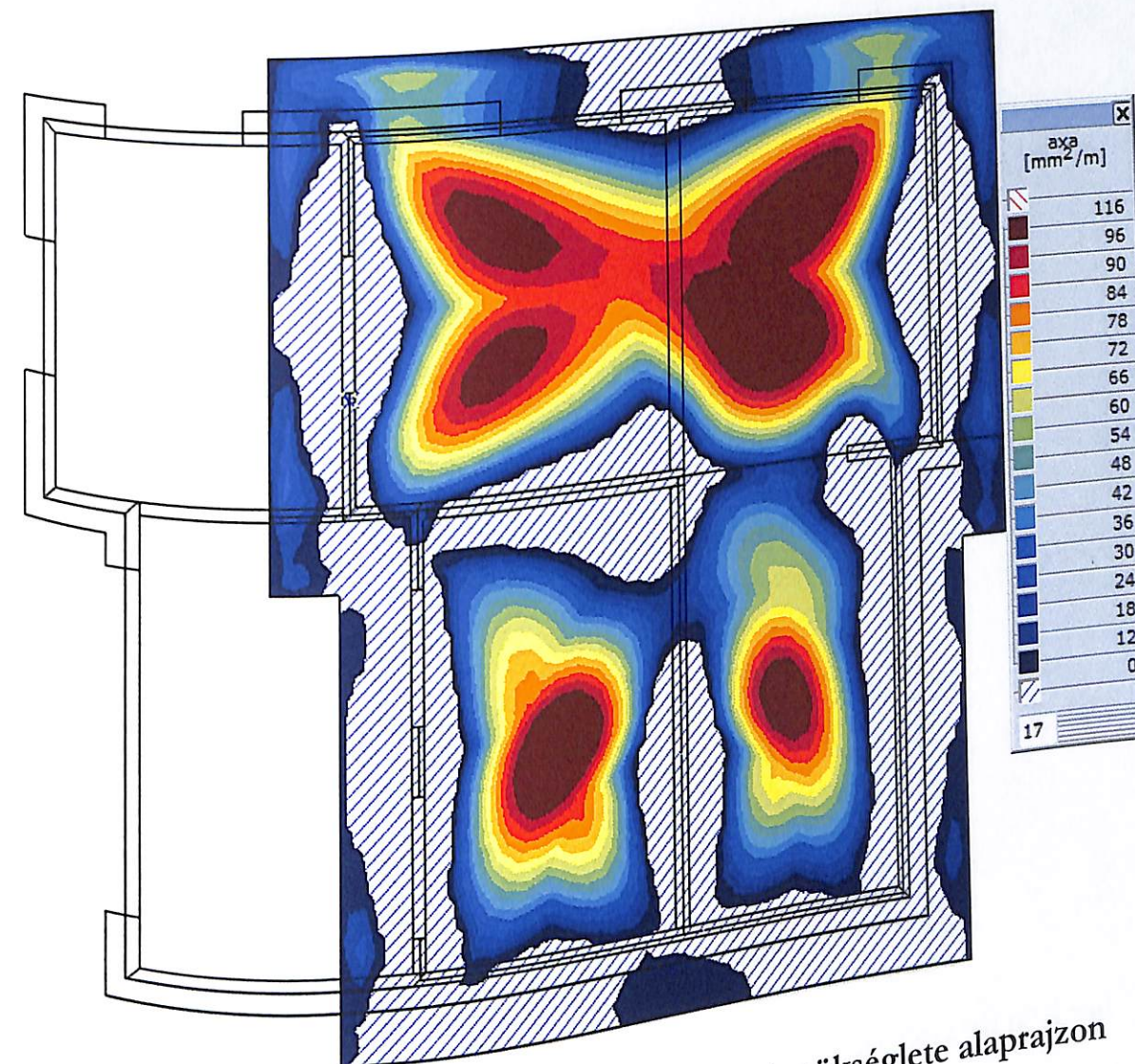
60. ábra — Mx nyomtérkép ábrája nyomtérképértékekkel



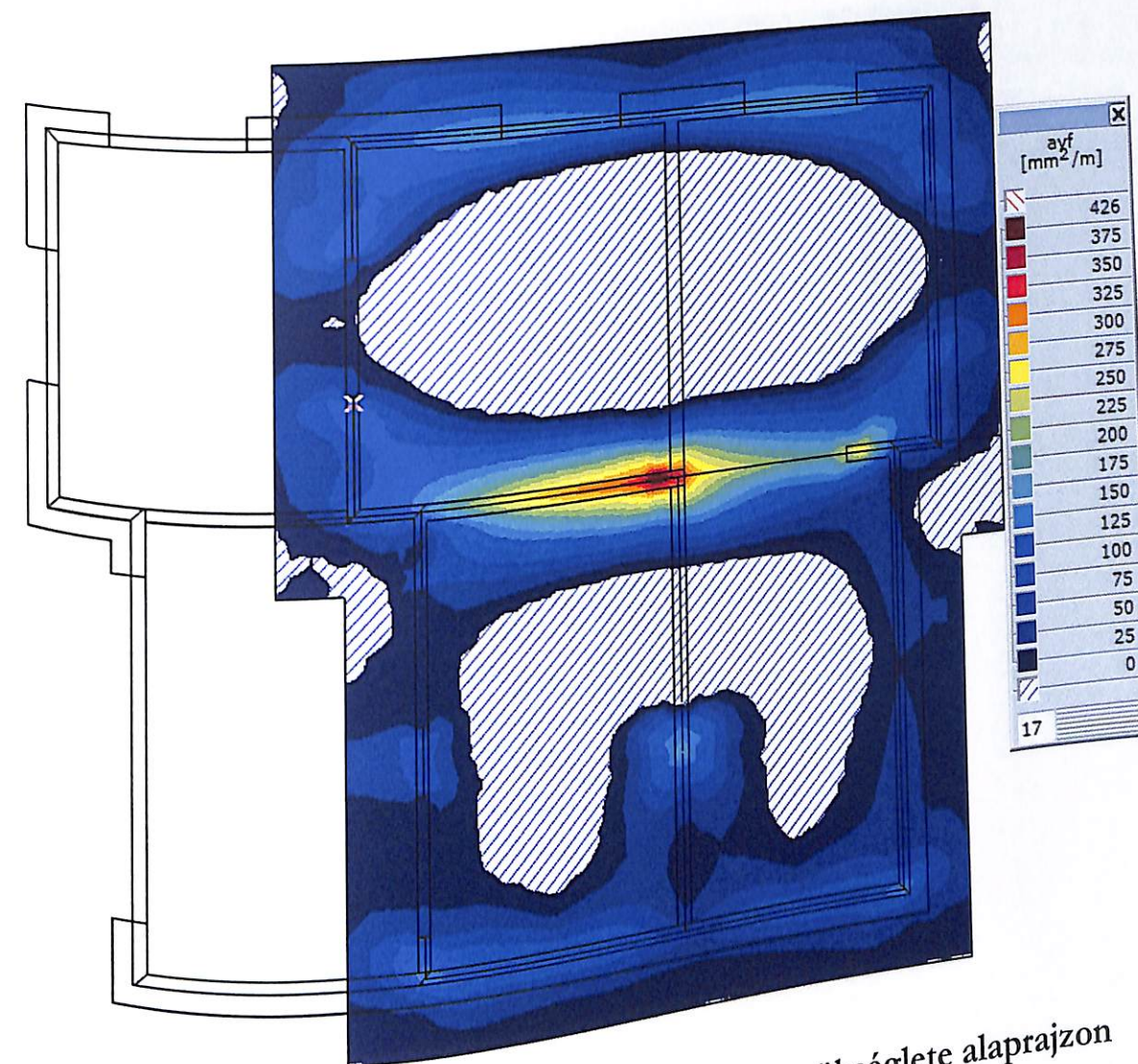
61. ábra — Nemlineáris számítással meghatározott lehajlási értékek



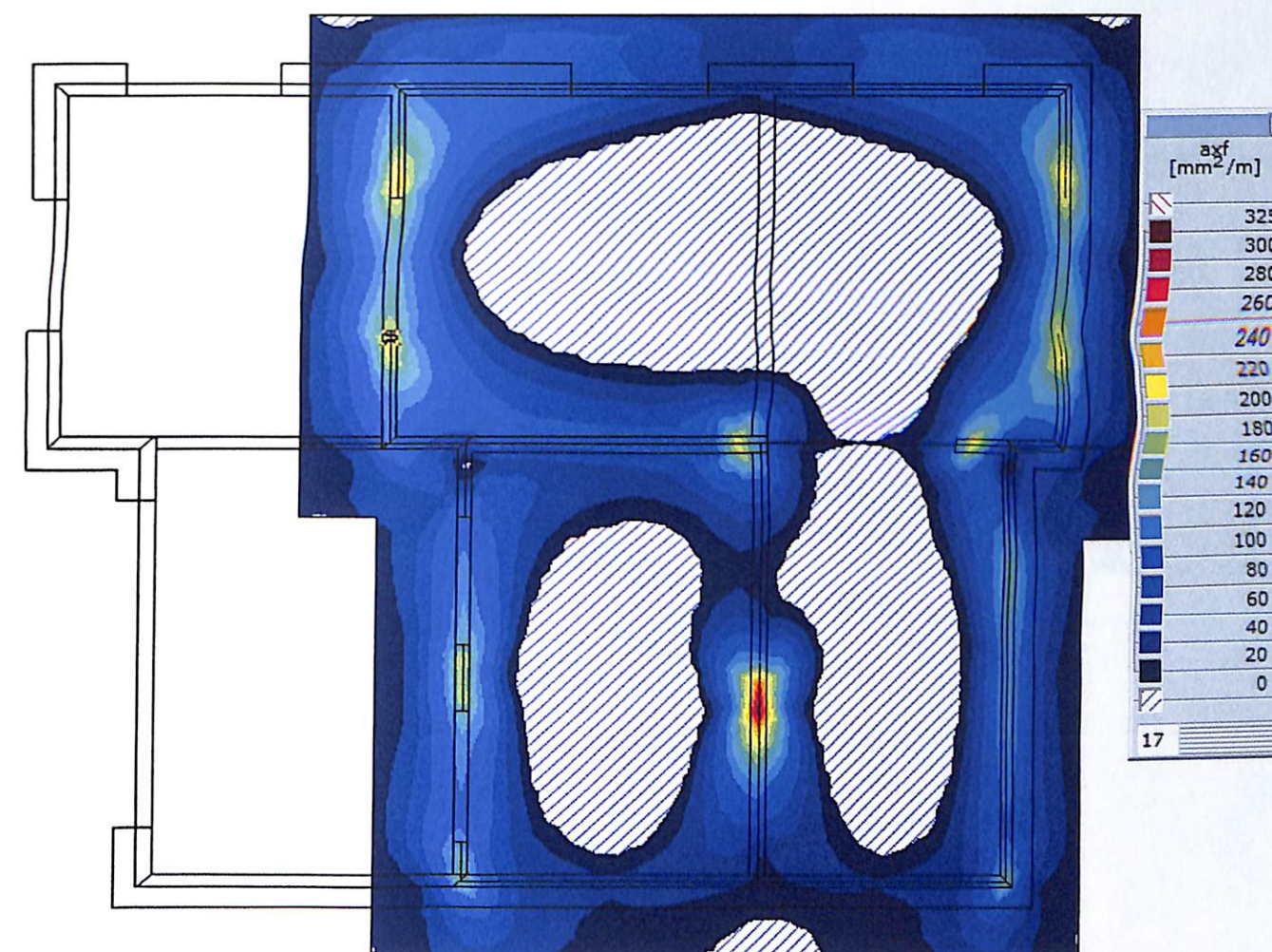
62. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)



63. ábra — A födém alsó vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)

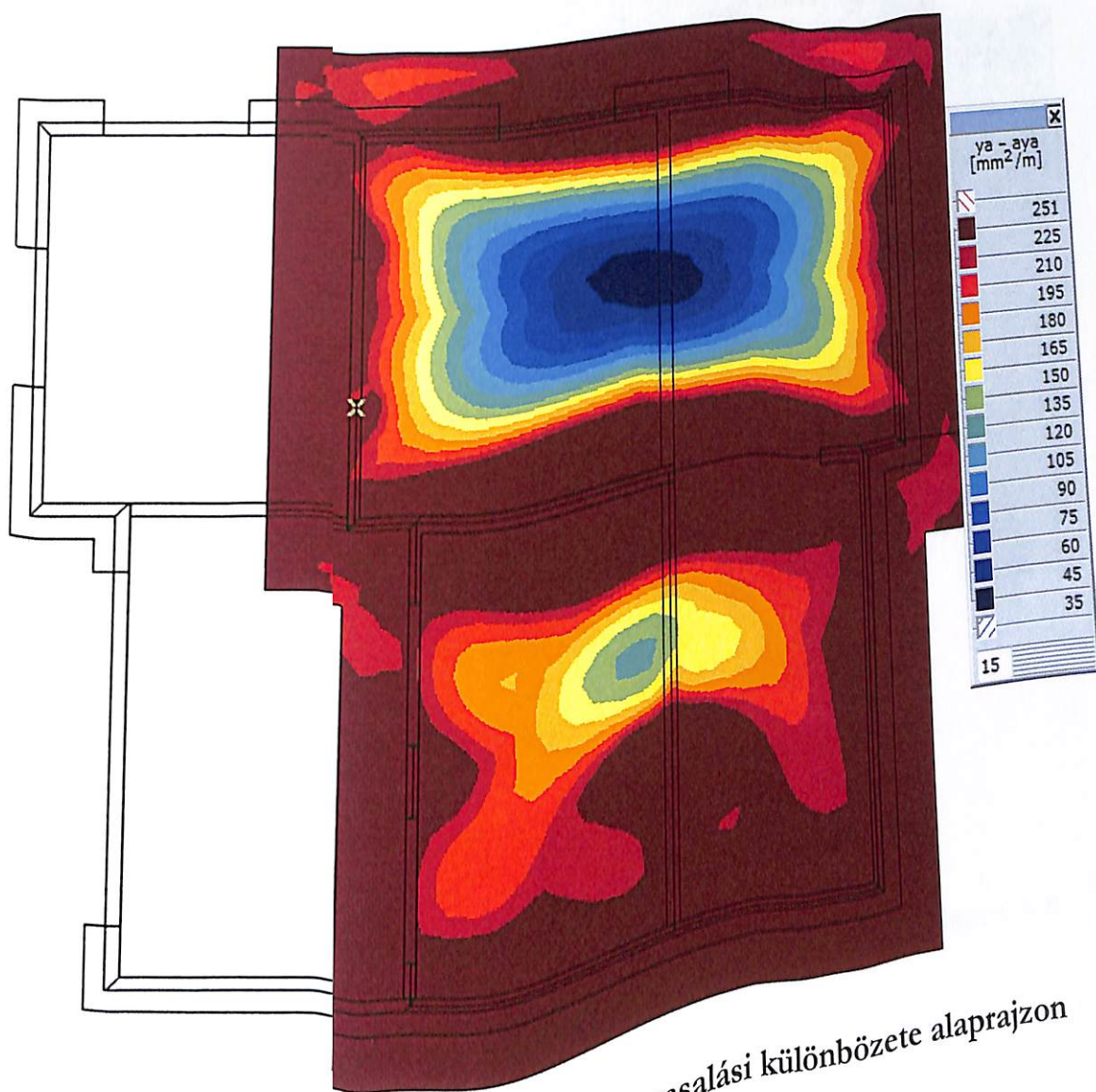


64. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)

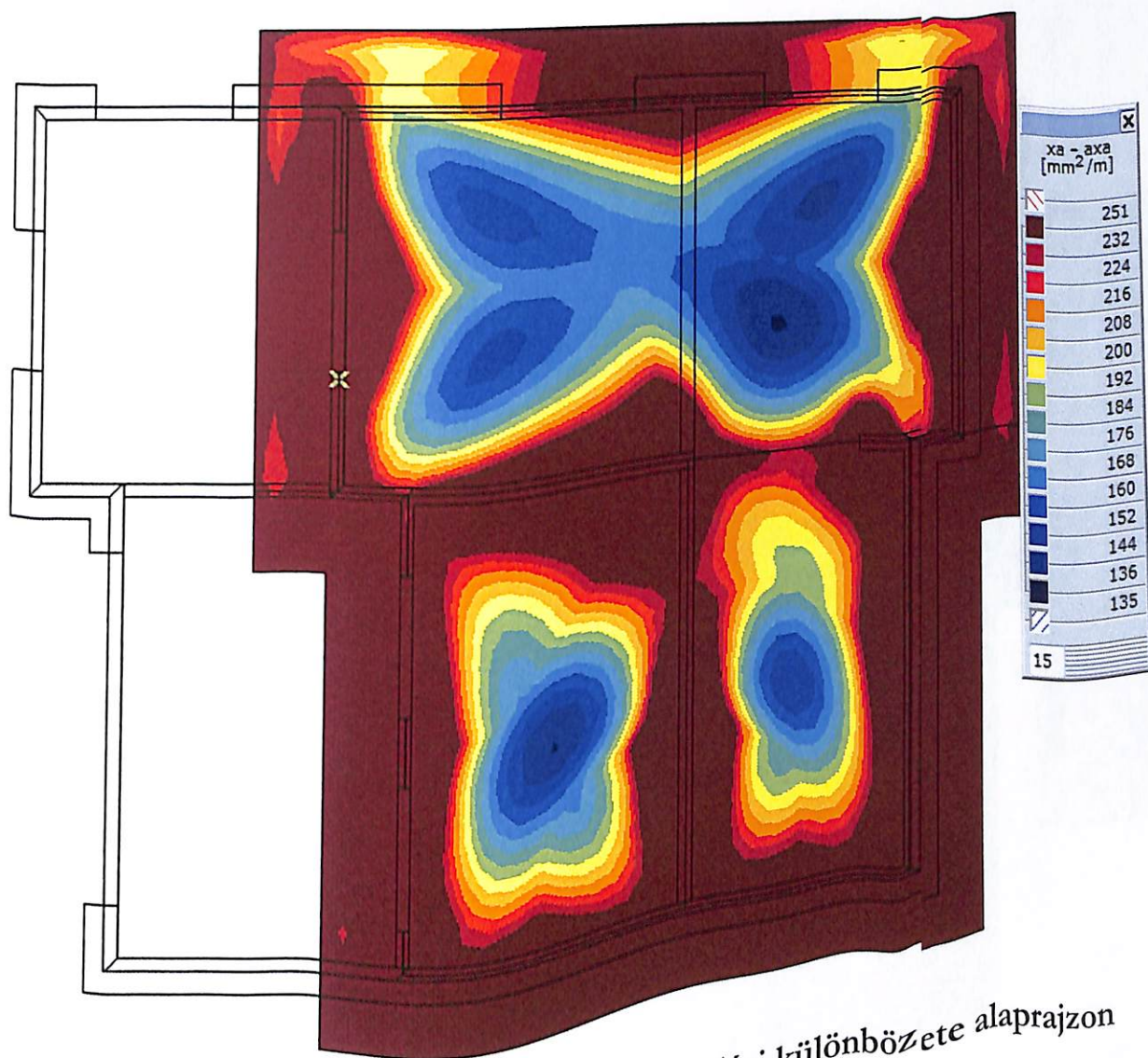


65. ábra — A födém felső vasalásának betonacél szükséglete alaprajzon
jelölve x irányban

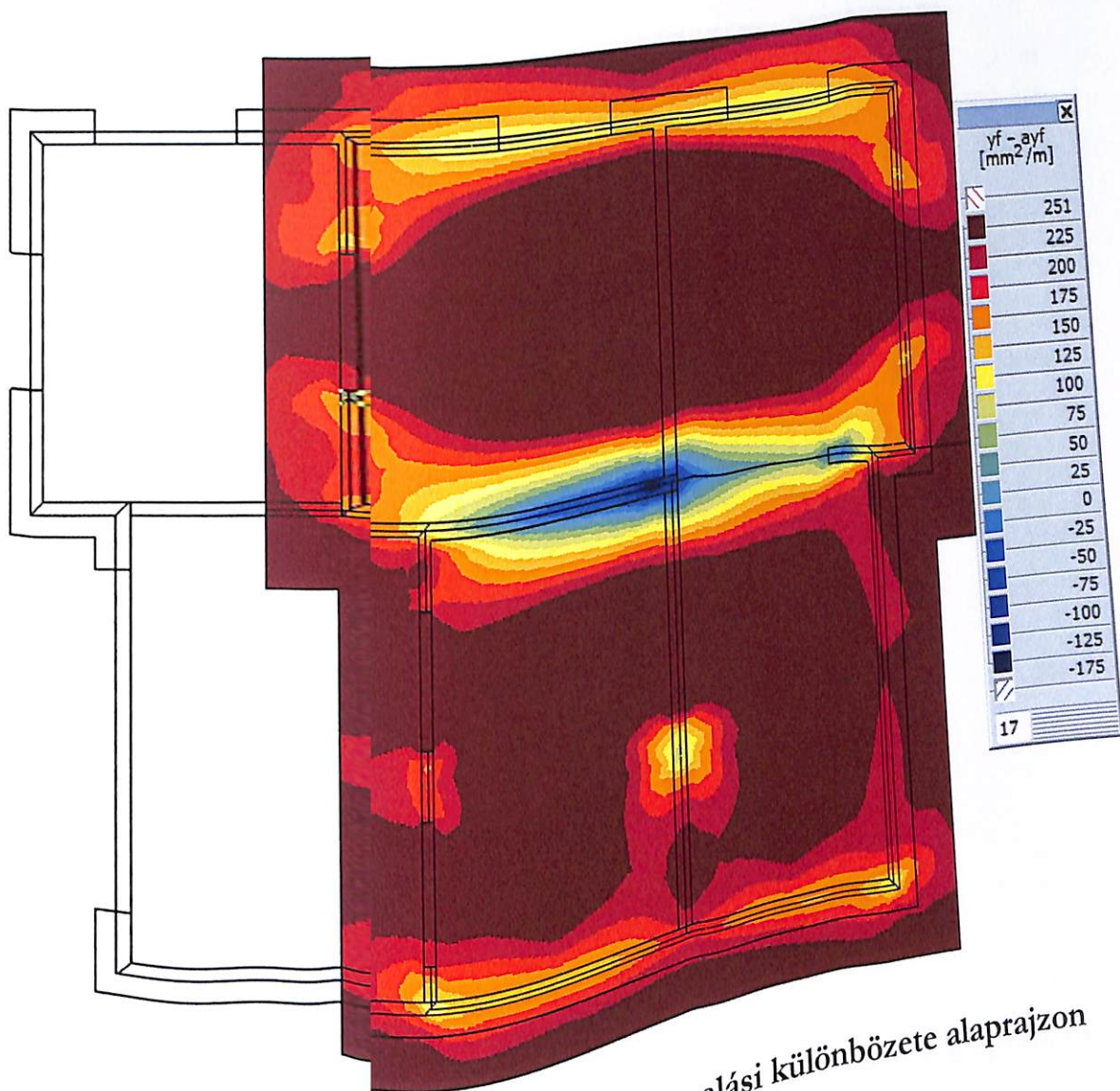
(x az alaprajzon vízszintes irányú)



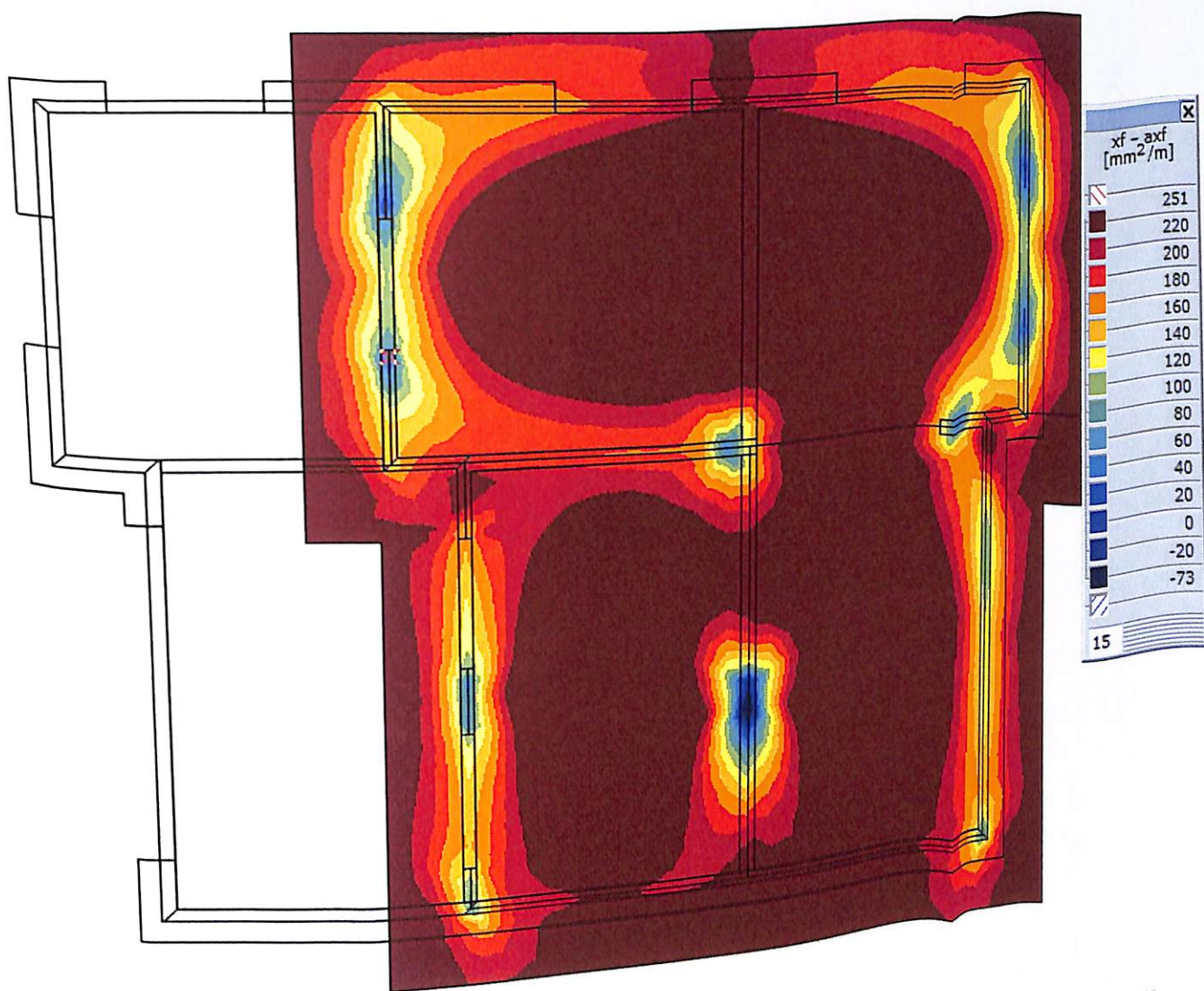
66. ábra — A földé
m alsó vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban
(y az alaprajzon függőleges irányú)



67. ábra — A födém alsó vasalásának vasalási különözete alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)



68. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve y irányban
 ζ az alaprajzon függőleges irányú)



69. ábra — A födém felső vasalásának vasalási különbsége alaprajzon
jelölve x irányban
(x az alaprajzon vízszintes irányú)

8 KONZOL KÉZI SZÁMÍTÁSA

8.1 Monolit vb. erkélylemez kötött tervezése kézi számítással teherbírásra

Beton: C25/30-XC1-16-F3

Betonacél: B500

$$C_{nom} = 10 + \max \begin{cases} 10 \\ 15 \\ 10 \end{cases}$$

$$d = 180 - \overline{35 \text{ mm}} - \frac{10}{2} = 140 \text{ mm}$$

$$G = 0,18 * 25 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

$$rtg. = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Terhelési sáv: 1,75 m

Erkély hasznos terhe: 3 kN/m²

Hóteher: 1 kN/m²

Mértékadó teherkombináció:

$$1,35(4,5 + 1,5) + 3 * 1,5 * 1 * 0,5 = 13,35 \text{ kN/m}^2 = P_{ed}$$

$$P_{qp} = 4,5 + 1,5 + 3 * 0,3 + 1 * 0,5 = 7,4 \text{ kN/m}^2 = P_{qp}$$

$$M_{Ed} = \frac{q * l_{eff}^2}{2} = \frac{13,35 * 1,75^2}{2} = 17,09 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = b * x_c * f_{cd} * \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 1000 * x_c * 16,7 \left(140 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$\Rightarrow 8350 * x_c^2 + 2287900 * x_c - 17,09 * 10^6 = 0$$

$$x_c = \frac{-2287900 \pm \sqrt{2287900^2 - 4 * (-8350) * (-17,09 * 10^6)}}{2 * (-8350)} \Rightarrow$$

$$x_c = 7,68 \text{ mm}$$

$$\zeta_{co} = 0,49$$

$$\zeta_{co} * d = 0,49 * 137 = 67,13 \text{ mm} \geq 7,68 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

$$A_s = \frac{b * x_c * f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{1000 * 7,68 * 16,7}{435} = 294,84 \text{ mm}^2$$

$$A_{salk} = 314 \text{ mm}^2 = \emptyset 10/250$$

$$x_c = \frac{A_s * f_{yd}}{b * f_{cd}} = \frac{314 * 435}{1000 * 16,7} = 8,18 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = b * x_c * f_{cd} * \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 1000 * 8,18 * 16,7 \left(140 - \frac{8,18}{2}\right) = 18,56 \text{ kNm}$$

8.2 Monolit vb. erkélylemez ellenőrzése lehajlásra

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff} = 200000 / 9,3 * 10^3 = 21,505$$

$$A_1 = bh + \alpha_e A_{s1} = 1000 * 180 + 21,505 * 314 = 186752,57 \text{ mm}^2$$

$$C_1 = \frac{\frac{bh^2}{2} + \alpha_e A_{s1} d_1}{A_1} = \frac{1000 * 180^2 / 2 + 21,505 * 314 * 137}{186752,57} = 86,782 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{bc_1^3}{3} + \frac{bh - c_1)^2}{3} + \alpha_e A_{s1} (d_1 + C_1)^2 = \\ &= \frac{1000 * 86,782^3}{3} + \frac{1000 * (180 - 86,782)^3}{3} + 21,505 * \\ &* 314 (137 - 86,782)^2 = 0,505 * 10^9 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{3} x_{II}^2 * 1000 + 21,505 * (x_{II} - 137) * 314 = 0$$

$$333,333 x_{II}^2 + 6752,57 x_{II} - 925102,09$$

$$c_2 = x_2 = \frac{-6752,57 \pm \sqrt{6752,57^2 - 4 * (333,333) * (-925102,09)}}{2(333,333)} = 43,517 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_{II} &= \frac{bc_{II}^3}{3} + \alpha_e A_{sI} (d_I - C_{II})^2 = \frac{1000 * 43,517^3}{3} + 21,505 * 314 (137 - 43,517)^2 \\ &= 8,648 * 10^7 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} * \frac{I_1}{h - c_I} = 2,6 * \frac{0,505 * 10^9}{180 - 86,782} = 14,085 \text{ kNm}$$

$$M_{qp} = \frac{q * l^2}{2} = \frac{7,4 * 1,6^2}{2} = 9,472 \text{ kNm}$$

$$\zeta = 1 - 0,5(M_{cr}/M_l)^2 = 1 - 0,5(14,085 * 10^6 / 9,472 * 10^6) = 0,256$$

$$I_{eff} = \frac{I_l I_{II}}{\zeta I_l + (1 - \zeta) I_{II}} = \frac{0,505 * 10^9 * 8,648 * 10^7}{0,256 * 0,505 * 10^9 + (1 - 0,256) * 8,648 * 10^7} = 2,255 * 10^8 \text{ mm}^4$$

$$\kappa_M = \frac{M}{E_{c,eff} * I_{eff}} = \frac{14,085 * 10^6}{9,3 * 10^3 * 2,255 * 10^8} = 6,716 * 10^{-6} \text{ 1/mm}$$

$$W = \frac{\kappa * l^2}{\gamma} = \frac{6,716 * 10^{-6} * 1,75 * 10^6}{4} = 5,142 \text{ mm}$$

$$5,142 \text{ mm} < \frac{1750}{250} = 7 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

8.3 Monolit vb. erkélylemez ellenőrzése repedéstágasságra

$$C_{nom} = 10 + \max \begin{cases} 10 \\ 15 \\ 10 \\ \overline{35} \end{cases}$$

$$d = 180 - 35 - \frac{10}{2} = 140 \text{ mm}$$

$$M_{qp} = 9,472 \text{ kNm}$$

$$h_{c,eff} = \min \begin{cases} 2,5(h-d) = 2,5(180-140) = 100 \text{ mm} \\ \frac{h-x}{3} = \frac{180-7,68}{3} = 57,44 \text{ mm} \\ \frac{180}{2} = 90 \text{ mm} \end{cases}$$

$$x_c = \frac{A_s * f_{yd}}{b * f_{cd}} = \frac{314 * 435}{1000 * 16,7} = 8,18 \text{ mm}$$

$$S_{rmax} = 3,4 * C_{nom} + 0,425 * k_1 * k_2 * \emptyset \frac{A_{c,eff}}{A_s} =$$

$$= 3,4 * 35 + 0,425 * 0,8 * 0,5 * 10 \frac{(1000 * 90)}{314} = 606,26 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = f_{yd} * \frac{\rho_{qp}}{\rho_{ed}} * \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 435 * \frac{7,4}{12,07} * \frac{17,09}{18,56} = 222,026 \text{ N/m}^2$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0,4 * f_{ctm} \left(\frac{A_{c,eff}}{A_s} \right)}{E_s} = \frac{222,026 - 0,4 * 2,6 \left(\frac{1000 * 90}{314} \right)}{200}$$

$$= 3,803 * 10^{-4} \text{ m}$$

$$\varepsilon_{cm} = 0,4 * \frac{f_{ctm}}{E_{cm}} = 0,4 * \frac{2,6}{31} = 0,0335 * 10^{-3} \text{ mm} = 0,0000335 \text{ mm}$$

$$W_k = \max \left\{ \begin{array}{l} 606,26 * (3,803 * 10^{-4} - 0,0000335) = 0,21 \text{ mm} < 0,4 \text{ mm} \\ 0,6 * 606,26 * \frac{209,748}{200000} = 0,384 \text{ mm} < 0,4 \text{ mm} \end{array} \right.$$

MEGFELEL!

9 LÉPCSŐKAR SZÁMÍTÁSA

9.1 Monolit vb. lépcsőkar kötött tervezése

9.1.1 Lépcsőlemez önsúlyának számítása

Lépcsőlemez vastagsága: 18 cm

Önsúly: $0,18 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 4,5 \text{ kN/m}$

A lemez ferde szakaszán a lépcsőfokok többlet teherként jelennek meg, amit a lépcsőfokokból számított egyenletes négyzetméter-teherként veszünk figyelembe.

A lépcsőfokok fellépésétől (17 cm) és belépéséből (30 cm) számítható az előbbi két, derékszögben álló befogó átfogója.

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{17^2 + 30^2} = 34,5 \text{ cm}$$

Ebből aránypárral számítható a belépés legmélyebb pontján függőlegesen mérhető lemezvastagság.

$$\frac{a}{18} = \frac{34}{30} \Rightarrow a = 20,7 \text{ cm}$$

Ebből már számítható az átlagos függőleges lemezvastagság, amely magában foglalja a lépcsőfok terhét is.

$$b = \frac{20,7 + (20,7 + 17)}{2} = 29,2 \text{ cm} \Rightarrow$$

$$q = 0,292 * 25 = 7,3 \text{ kN/m}^2$$

Burkolat:

$$(30+17)/30 * 0,44 = 0,69 \text{ kN/m}^2$$

$$C_{nom} = 10 + \frac{\begin{pmatrix} 14 \\ 15 \\ 10 \end{pmatrix}}{25}$$

$$q_{1k} = 4,5 + 0,44 = 4,94 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{2k} = 7,3 + 0,69 = 7,99 \text{ kN/m}^2$$

Hasznos teher: 3 kN/m^2

$$q_{1d} = 1,35 * 4,94 = 6,67 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{2d} = 1,35 * 7,99 = 10,79 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 1,5 * 3 = 4,54 \text{ kN/m}^2$$

$$A_y = 1,275 * 6,67 + 1,1 * 10,79 + 4,5 * (1,275 + 1,1) = 31,061 \text{ kN} \uparrow$$

$$\Sigma F_y \Rightarrow B_y = 31,061 \text{ kN} \uparrow$$

$$M_{Ed} = 31,061 * (1,275 + 1,1) - 6,67 * 1,275 \left(\frac{1,275}{2} + 1,1 \right) - 10,79 \frac{1,1^2}{2}$$

$$-4,5 \frac{(1,275 - 1,1)^2}{2} = 52,4 \text{ kNm}$$

$$52,4 * 10^6 = M_{Ed} = b * x_c * f_{cd} * \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = 1000 * x_c * 16,7 * \left(148 - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$-8350x_c^2 + 2471600x_c - 52,4 \cdot 10^6$$

$$x_{1,2} = \frac{-2471600 \pm \sqrt{2471600^2 - 4(-8350)(-52,4 \cdot 10^6)}}{2 \cdot (-8350)} = 22,99 \text{ mm}$$

$$x_{co} = \zeta \cdot d = 0,49 \cdot 168 = 72,52 \text{ mm} > 22,99 \text{ mm}$$

MEGFELEL!

$$A_s = \frac{b \cdot x_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{1000 \cdot 22,99 \cdot 16,7}{435} = 883 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{salk} = \emptyset 14/160 = 962 \text{ mm}^2$$

Szerkesztési szabályok:

$$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b_t \cdot d$$

$$\rho_{min} = \max(0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk}; 0,0015)$$

$$\rho_{min} = \max(0,26 \cdot 2,6/500; 0,0015)$$

$$\rho_{min} = \max(0,00135; 0,0015) \Rightarrow$$

$$A_{smin} = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 148 = 222 \text{ mm}^2$$

$$A_{salkalmazott} = 962 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 222 \text{ mm}^2$$

MEGFELEL!

$$A_{smax} = 0,04 * A_c = 0,04 * 1000 * 180 = 7200 \text{ mm}^2$$

$$A_{smax} = 7200 \text{ mm}^2 \geq A_{salkalmazott} = 962 \text{ mm}^2$$

MEGFELEL!

10 TERVMELLÉKLETEK

- L1-2 Monolit vasbeton födém pozíciós terve
- L3-4 Monolit vasbeton födém pozíciós terve
- L5-6 Monolit vasbeton födém pozíciós terve
- L7-8 Monolit vasbeton födém pozíciós terve
- S-1 „A” jelű épület 1-2. emeleti födém felső vasalási terve
- S-2 „A” jelű épület 1-2. emeleti födém alsó vasalási terve
- S-3 „B” jelű épület 1-2. emeleti födém felső vasalási terve
- S-4 „B” jelű épület 1-2. emeleti födém alsó vasalási terve
- S-5 „B” jelű épület 3. emeleti födém alsó vasalási terve
- S-6 „B” jelű épület 3. emeleti födém felső vasalási terve
- S-7 „A” jelű épület 3. emeleti födém alsó vasalási terve
- S-8 „A” jelű épület 3. emeleti födém felső vasalási terve
- S-9 „B” jelű épület zárófödém alsó vasalási terve
- S-10 „B” jelű épület zárófödém felső vasalási terve
- S-11 „A” jelű épület zárófödém alsó vasalási terve
- S-12 „A” jelű épület zárófödém felső vasalási terve
- S-13 G1 jelű gerenda vasalási terve
- S-14 Lépcsőkar vasalási terve

11 Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönöm meg Jaksits Ilona tanárnőnek, hogy konzulensemként jótanácsaival és iránymutatásaival segítette szakdolgozatom elkészítését.