

DIPLOMAMUNKA

Rohály Kristóf

2015



SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2014

Rohály Kristóf

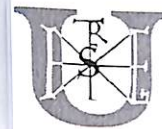
Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	Irodaház, étterem Debrecen
Belső konzulens:	Hernád Attila mérnöktanár
Külső konzulens:	-

A szakdolgozat beadási határideje: 2015. január 16., péntek 12⁰⁰

Budapest, 2015. január 12.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD, Eur Ing
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

Rohály Kristóf

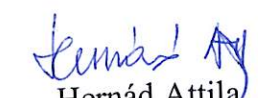
Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Irodaház, étterem Debrecen

című szakdolgozatához

1. Vázlattervek a számításhoz (pozíciós tervek, a számításba bekötve), a lényeges méretek megadásával.
2. Részletes statikai számítás, fentről lefelé haladva a legfelső kisebb területű födém, majd a többi egymástól több ponton eltérő vasbeton födém számítása AXIS programmal. A jelentősen eltérő pince feletti födém számítása. Javasolható a mértékadó vasbeton pillérek igénybevételeinek meghatározása, méretezése, illetve az alapok méreteinek meghatározása. Terjedelmi korlátok miatt a szükséges süllyedésszámítást nem kell elkészíteni.
3. Kiviteli tervek: A vasbeton födémek vasalási tervei zsaluzási méretekkel 1.50 léptékben, vasbeton lépcső 1.50, ill. 1.25 léptékben. Alapozási tervek 1.50 léptékben.
4. Részletes tartószerkezeti műszaki leírás, az alkalmazott szabványok, anyagok, gépi számításhoz használt programok felsorolásával. Az alapozáshoz használt rétegrend részletes leírása. Általánosságban leírás az épületről az építés sorrendjében.

Budapest, 2015. január 12.


Hernád Attila
belső konzulens

SZENT ISTVÁN EGYETEM
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

SZAKDOLGOZAT

Étterem és magániroda, Debrecen

Készítette:

Rohály Kristóf

2015

Konzulens:

Hernád Attila

TARTALOMJEGYZÉK

1. Tervezői nyilatkozat	3
2. Műszaki leírás	4
2.1. Alapadatok	4
2.2. Az épület bemutatása	4
2.3. Szerkezeti leírás, az épület anyagai, burkolatok, felületképzések	5
2.4. Tűzvédelem (tűzvédelmi számítás)	7
2.5. Munkavédelem	7
2.6. Alkalmazott szabványok/programok	8
3. Az épület tartószerkezeteinek statikai számítása	9
3.1. Lapostető	9
3.1.1. A tető lejtései	9
3.1.2. Rétegrend, súlyelemzés	9
3.1.3. Hasznos teher	10
3.1.4. Hóteher, hózugteher	10
3.1.5. Szélteher	11
3.1.6. Teherkombinációk	11
3.1.7. Axis modell leírása	12
3.1.8. Lehajlás ellenőrzése számítással	12
3.1.9. AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek	16
3.1.10. Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása	18
3.1.11. Nyírás ellenőrzése	21
3.2. Tetőszint és 2. emelet közötti födém	22
3.2.1. Rétegrend, súlyelemzés	22
3.2.2. Hasznos teher	23
3.2.3. Teherkombinációk	23
3.2.4. Axis modell leírása	24
3.2.5. Lehajlás ellenőrzése számítással	24
3.2.6. AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek	27
3.2.7. Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása	29
3.2.8. Nyírás ellenőrzése	32
3.3. 2. emelet és 1. emelet közötti födém	33
3.3.1. Rétegrend, súlyelemzés	33
3.3.2. Hasznos teher	33
3.3.3. Teherkombinációk	34
3.3.4. Axis modell leírása	34
3.3.5. Lehajlás ellenőrzése számítással	35
3.3.6. AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek	38
3.3.7. Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása	40

3.3.8.	Nyírás ellenőrzése	43
3.4.	1. emelet és földszint közötti födém	44
3.4.1.	Rétegrend, súlyelemzés	44
3.4.2.	Hasznos teher	45
3.4.3.	Teherkombinációk	45
3.4.4.	Axis modell leírása	46
3.4.5.	Lehajlás ellenőrzése számítással	47
3.4.6.	AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek	50
3.4.7.	Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása	52
3.4.8.	Nyírás ellenőrzése	55
3.5.	Földszint és pinceszint közötti födém	56
3.5.1.	Rétegrend, súlyelemzés	56
3.5.2.	Hasznos teher	57
3.5.3.	Hóteher	58
3.5.4.	Teherkombinációk	58
3.5.5.	Axis modell leírása	59
3.5.6.	Lehajlás ellenőrzése számítással	60
3.5.7.	AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek	63
3.5.8.	Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása	65
3.5.9.	Nyírás ellenőrzése	68
3.6.	Alapozás	69
3.6.1.	Talajadatok	69
3.6.2.	Alapozás terheinek meghatározása	70
3.6.3.	Sávalapok számítása	72
3.6.4.	Pilléralapok számítása	74
3.6.5.	Az alapozás további leírása	78
3.7.	Lépcső méretezése	80
3.7.1.	Adatok	80
3.7.2.	Teherelemzés, önsúly	81
3.7.3.	Hasznos teher	82
3.7.4.	Teherkombináció	83
3.7.5.	Méretezés	83
3.8.	Pillér méretezése	85
3.8.1.	Adatok	85
3.8.2.	Méretezés	86
3.8.3.	Vasalás kialakítása	88
4.	Rajzi mellékletek	

Tervezői nyilatkozat

Alulírott Rohály Kristóf, mint a Debrecen, Bem tér 17. sz. alatti (hrsz.: 21067) többszintes magániroda és étterem kiviteli tervdokumentációjának statikus tervezője ezúton nyilatkozom, hogy a tervdokumentációban szereplő műszaki megoldás megfelel a vonatkozó jogszabályoknak, így különösen az Étv. 31. §-ának (1)-(2) és (4) bekezdésében meghatározott követelményeknek, az eseti hatósági előírásoknak.

A jogszabályban meghatározottaktól való eltérés nem vált szükségessé.

Az adott tervezési feladatra az Eurocode (EC) vonatkozó fejezeteit a hatások (terhek) és ellenállások (teherbírás) megállapítására teljes körűen alkalmaztam.

A betervezett építési termékek a szabványnak megfelelnek.

Budapest, 2014.


Rohály Kristóf

2. Műszaki leírás

2.1. Alapadatok

Telekméret: 980,56 m²

Beépítési mód: oldalhatáron álló beépítés

Pince+földszint+2 emelet

Szintenkénti alapterület: 278,48 m²

Pince: 580 m²

Összesen: 1415,44 m²

2.2. Az épület tartószerkezetének bemutatása

A tervezett épület az utca vonalára merőlegesen helyezkedik el. Az előírásoknak megfelelően a kialakult utcakép szerint a bal oldali telekhatárra rendezett, hosszanti kialakítású épület.

Az épületet tartó szerkezetek (alapozás, pillérek, teherhordó falak, merevítő falak, födémek, és a lapostető) vasbetonból készülnek, a helyszínen elkészítve. Az épület födémei 20-27 cm vastagságig terjedő vasbeton lemezből állnak, a terhek és a megtámasztási viszonyok változásától függően.

Az épületet lezáró födém egy nem járható, egyenes rétegrendű lapostető, attikafallal, illetve a tető síkja fölé kiemelt liftaknával. A szintek belmagassága 2,8-3,0 m között változik.

A teherhordó falak 20-25 cm vastagságúak, a külső teherhordó falak a pincében 25 cm, fölötté 22 és 20 cm vastagsággal, a belső teherhordó falak vastagsága 20 cm.

A pincében található pillérek keresztmetszete egységesen 30x60 cm, a fölöttük húzódó bordák keresztmetszete 45x 70 cm.

A teherhordó falakban található nyílások áthidalása a falban kialakított vasalással megoldott.

A lépcsők szintén monolit vasbeton szerkezetek, amelyek a födémbe kapaszkodnak, illetve a pihenők falba befogottak. A fellépők mérete 15 cm, a belépők mérete 29 cm.

Az épület alapozása a teherhordó falak alatt vasbeton sávalap, a pillérek alatt vasbeton pontalap. Az épület egésze alatt pedig egy vasalt aljzatlemez kerül kialakításra, a sávalapoktól és pilléralapoktól függetlenül, külön fázisban.

Az épület alapárkai függőleges földpartok mellett kerülnek kiemelésre. A lábazati falak között tömörített talajfeltöltés készül.

A kitermelt föld be nem dolgozott része és felső humusz rétege a telken elterítése kerül.

2.3. Szerkezeti leírás, az épület anyagai, burkolatok, felületképzések

Földmunka:

Az épület alapárkai függőleges földpartok mellett kerülnek kiemelésre. A lábazati falak között tömörített talajfeltöltés készül.

A kitermelt föld be nem dolgozott része és felső humusz rétege a telken elterítése kerül.

Alapozás:

Az épület alaptestei és a talajjal érintkező aljzatbeton lemezek C12-es betonból egyedi zsaluzatok között készülnek.

Felmenő falak:

Az épület főfalai monolit vasbeton szerkezetűek, 20-25 cm vastagsággal. A belső teherhordó falak 20 cm vastagságúak. A beton minősége mindenhol minimum C25/30-XO-16-F2

Válaszfalak:

Az épület válaszfalai könnyűszerkezetes falak (gipszkarton), a szociális helyiségek, előkészítők, és más vizesblokkok esetén Porothersm 10-es válaszfaltéglákból készülnek.

Lépcsők:

Az épületben két lépcső található. Az egyik a pincehelységet és a földszintet köti össze közbenső pihenő nélkül, a másik az épület minden szintje között található. A lépcső kétkarú, közbenső pihenővel kialakított. A lépcsőkarok a pihenőre támaszkodnak, a vasalásuk ennek megfelelően kialakított.

Pinceszinti pillérek:

A pincehelységben 6 db. pillér helyezkedik el, mindegyik pillér keresztmetszete és vasalásának kialakítása, illetve az alapozásuk is azonos. A pillérek mindenhol 30x60 cm keresztmetszetűek, magasságuk 3,26 m.

Nyílászárók:

Egyedi, a hőszigetelési és akusztikai előírásoknak megfelelő, kétrétegű thermoplan üvegezésű, műanyag tokos nyílászárók.

Padlóburkolatok:

A padlók burkolatai az épületen belül funkciónak megfelelően változó.

Az aljzatbeton síkja minden födémen és minden helységben azonos, hogy az esetleges későbbi felújításoknál-burkolatcserénél a munkálatokat megkönnyítse, és a járható padló végleges síkjai között ne legyen eltérés.

Az aljzatra kerülő burkolat egy cementbázisú ágyazórétegbe fektetett lépésálló kerámialapos burkolat.

Falburkolatok és belső felületképzések:

A falak belső burkolata minden szinten azonos. A vasbeton falak zsuzálásának minősége megfelelő felületet ad mindenhol egy réteg vékonyvakolattal (gletteléssel), erre pedig két réteg festés kerül.

Vízszigetelés:

Az alapozás felső síkján talajnedvesség elleni szigetelés készül, 2 réteg modifikált bitumenlemezzel, a lefektetés előtt 1 réteg bitumenes kellőszítéssel.

A lemezek lépcsősen toldottak, az alaptestek oldalán lehajtva. A szigetelés végigmegy a pince külső falain, és a talajszint felett 30 cm-ig tart.

Csapadékvíz-elvezetés:

Az épület zárófödéme lapostető, az ezen a felületen összegyűlő csapadékot a tető összefolyói vezetik el a csapadékvíz-csatornába.

Az épület körüli járda szélessége 1m, a homlokzati falak és a járda betonlapjai közötti rések bitumenes kitöltést kapnak. A járda lejtése az épülettől kifelé 2%-os.

Hőszigetelés és hangszigetelés:

A pincehelység fűtetlen, a pince fölötti födém hőszigetelt. A födémeken a rétegrendben mindenhol található 6cm szálalású lépéshangszigetelés.

2.4. Tűzvédelem

Az építmény tűzveszélyességi osztályba sorolása és tűzállósági fokozata:

Az épület a 35/1996 (XII.29.) sz. BM. rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat 3. §-a alapján a tárolt anyagok, valamint a rendeltetés alapján a "C" tűzveszélyes tűzveszélyességi osztályba tartozik. "C" tűzveszélyességi osztály esetén a tűzállósági fokozat: I-III.

Tűzoltási felvonulási terület:

Az épület főhomlokzata előtt az utcán legalább két nyomvonal szélességű terület (út), amely a tűzoltás technikai eszközeinek (gépezetes létra, gépjárműfecskendő stb.) és a tűzoltóegységeknek - tűz esetén - a rendeltetésszerű működés feltételeit biztosítja. A felvonulási területen fasor, közvilágítási és/vagy közúti járművek vezetőkei nem helyezhetők el.

A tűzoltási felvonulási területet és utat mindenkor biztosítani kell, parkoló járművekkel leszűkíteni vagy eltorlaszolni TILOS!

2.5. Munkavédelem

A munkavégzés során a Kivitelező köteles az 1993. évi Munkavédelemről szóló törvény, valamint az OTÉK, a Tisztiorvosi szolgálat és a Tűzvédelem előírásait betartani, alkalmazottjaival és alvállalkozóival ezt betartatni.

A Kivitelező köteles gondoskodni az összes szükséges biztonságtechnikai felszerelés (elsősegély felszerelés, tűzoltó berendezések, stb.) és ideiglenes szerkezetek berendezéséről, felépítéséről ill. a helyszínen üzemképes állapotban tartásáról.

Az egészség-, környezet- és tűzvédelmi előírások betartandók.

Kiegészítő megjegyzések:

- A kivitelezési munkát jogerős építési engedély nélkül megkezdeni tilos.
- A kivitelezési munkát felelős műszaki vezetőnek kell irányítania.
- Az építkezés területén illetékteleneknek tartózkodni tilos.
- Méreteket a helyszínen ellenőrizni kell.
- A gyártmányok alkalmazásánál a gyártó beépítési útmutatását kell követni.

2.6. Tervezéshez alkalmazott szabványok, programok

Szabványok:

MSZ EN 1990:2005 Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

MSZ EN 1991-1-1:2005 Eurocode 1: A tartószerkezetet érő hatások.

MSZ EN 1991-1-3:2005 Eurocode 1: A tartószerkezetet érő hatások.

MSZ EN 1991-1-4:2005 Eurocode 1: A tartószerkezetet érő hatások.

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése.

MSZ EN 1992-1-2:2005 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése.

MSZ 15022-1:1986: Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani méretezése.

MSZ 15022-1 1M:1992: Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani méretezése.

MSZ 4798-1:2004 Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés.

MSZ EN 1997-1 Geotechnikai tervezés, általános szabályok

MSZ EN 1997-2 Geotechnikai tervezés, vizsgálatok

MSZ EN 1998-1 Tervezés földrengésre, általános szabályok

MSZ EN 1998-5 Tervezés földrengésre, alapozás és geotechnikai csoportok

Programok:

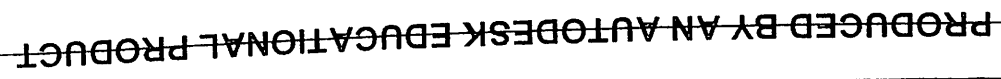
Axis-VM 12

AutoCAD 2009

Microsoft Word

Microsoft Excel

~~PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT~~

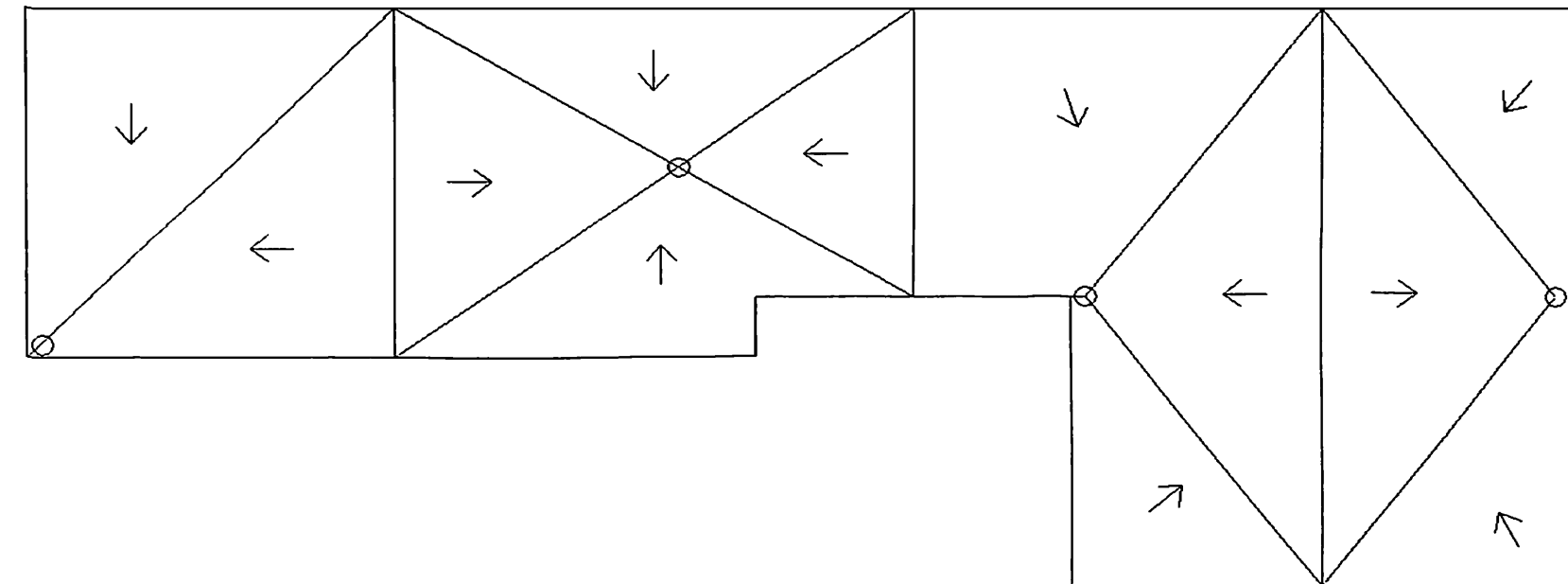


M1:100

3. Az épület tartószerkezeteinek statikai számítása

3.1. Lapostető

3.1.1. A tető lejtései



A tető lejtése mindenhol minimum 2%-os, a leghosszabb vápa 6,96 m hosszú. A lejtés kialakítás lejtésbe vágott hőszigeteléssel megoldott, a tetőn összesen 4 összefolyó található. Az attikafalak mindenhol minimum 30 cm magasságban emelkednek a tető síkja fölé. Az attikafalak felső síkját fémlemez borítja, befelé kialakított lejtéssel, a homlokzati fal külső oldalán vízzel kialakítva.

3.1.2. Rétegrend, súlyelemzés

(nem járható lapostető)

- UV álló hőszigetelés (2 rtg)	20 kg/m ²	0,2kN/m ²
- lejtésbe vágott hőszigetelés (12-26 cm)	100 kg/m ³	0,26kN/m ²
- párazáró fólia (1 rtg)	-	-
- monolit vasbeton födém (20 cm)	2500 kg/m ³	5 kN/m ²
- cementhabarcs vakolat (1 cm)	1600 kg/m ³	0,16 kN/m ²

Összesen: 5,59 kN/m²

Biztonsági tényező:
 $\gamma = 1,35$

3.1.3. Hasznos teher

Hasznos teher alapértéke (nem járható lapostető):
 $P_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$
Hasznos teher tervezési értéke:
 $P_d = \gamma \times P_k = 0,4 \times 1,5 = 0,6 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma = 1,5$

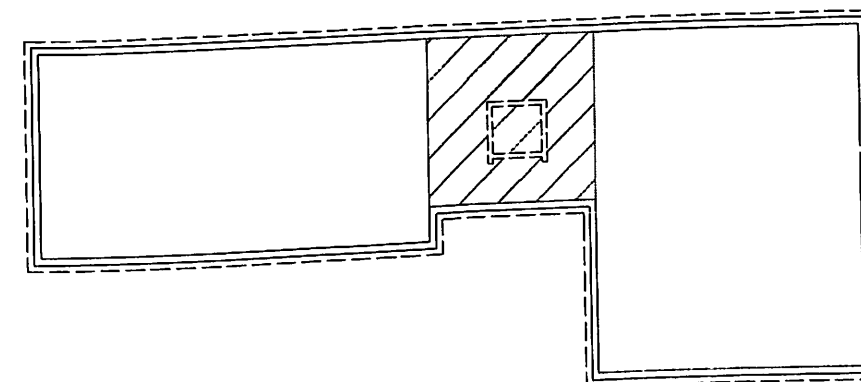
3.1.4. Hóteher

Tengerszint feletti magasság (Debrecen): 160m
Épületmagasság: 15 m
Összesen: 175 m
Hóteher alapértéke:
 $S_{(k)} = 1,0 \times 1,0 \times 0,8 \times 1,25 = 1 \text{ kN/m}^2$
 $S_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$
 $C_e = 1,0$
 $C_t = 1,0$
 $\mu = 0,8$

Biztonsági tényező $\gamma = 1,5$

Hóteher tervezési értéke:
 $S_d = S_{(k)} \times \gamma = 1,0 \times 1,5 = 1,5 \text{ kN/m}^2$

Hózugteher (liftaknánál):



Hózugteher alapértéke:

$$S_{(k)} = 1,25 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,6 = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = 1,6$$

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

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

Hózugteher tervezési értéke:

$$S_d = S_{(k)} \times \gamma = 2,0 \times 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

Rendkívüli hóteher alapértéke:

$$S_{Ad} = C_{es} \times S_k = 2,0 \times 1,25 = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

3.1.5. Szélteher

A szélteher értékére minden mezőben szélszívás adódik, amitől a biztonság javára eltekintünk.

3.1.6. Teherkombinációk

a) Tartós tervezési helyzet:

$$\sum \gamma_{Gi} G_{k,i} + \gamma_{Q,j} Q_{k,j} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$P_{ed} = 5,59 \text{ kN/m}^2 \times 1,35 + 1,0 \times 1,5 + 0,4 \times 1,5 = 9,64 \text{ kN/m}^2$$

Hózugteherrel:

$$P_{ed} = 5,59 \text{ kN/m}^2 \times 1,35 + 2,0 \times 1,5 + 0,4 \times 1,5 = 11,15 \text{ kN/m}^2$$

b) Rendkívüli helyzet:

$$\sum G_{k,i} + A_{Ed} + \psi_{1,i} Q_{k,j} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$$P_{Ed} = 5,59 \text{ kN/m}^2 + 2,5 \times 1,5 \text{ kN/m}^2 + 0,4 \times 1,5 \times 0,3 = 9,52 \text{ kN/m}^2$$

3.1.7. Axis modell leírása

Mértékadó teheresetként a tartós tervezési helyzet került a modellbe.
A liftakna körüli mezőben a mértékadó teher a húzugteherrel együtt lett figyelembe véve.

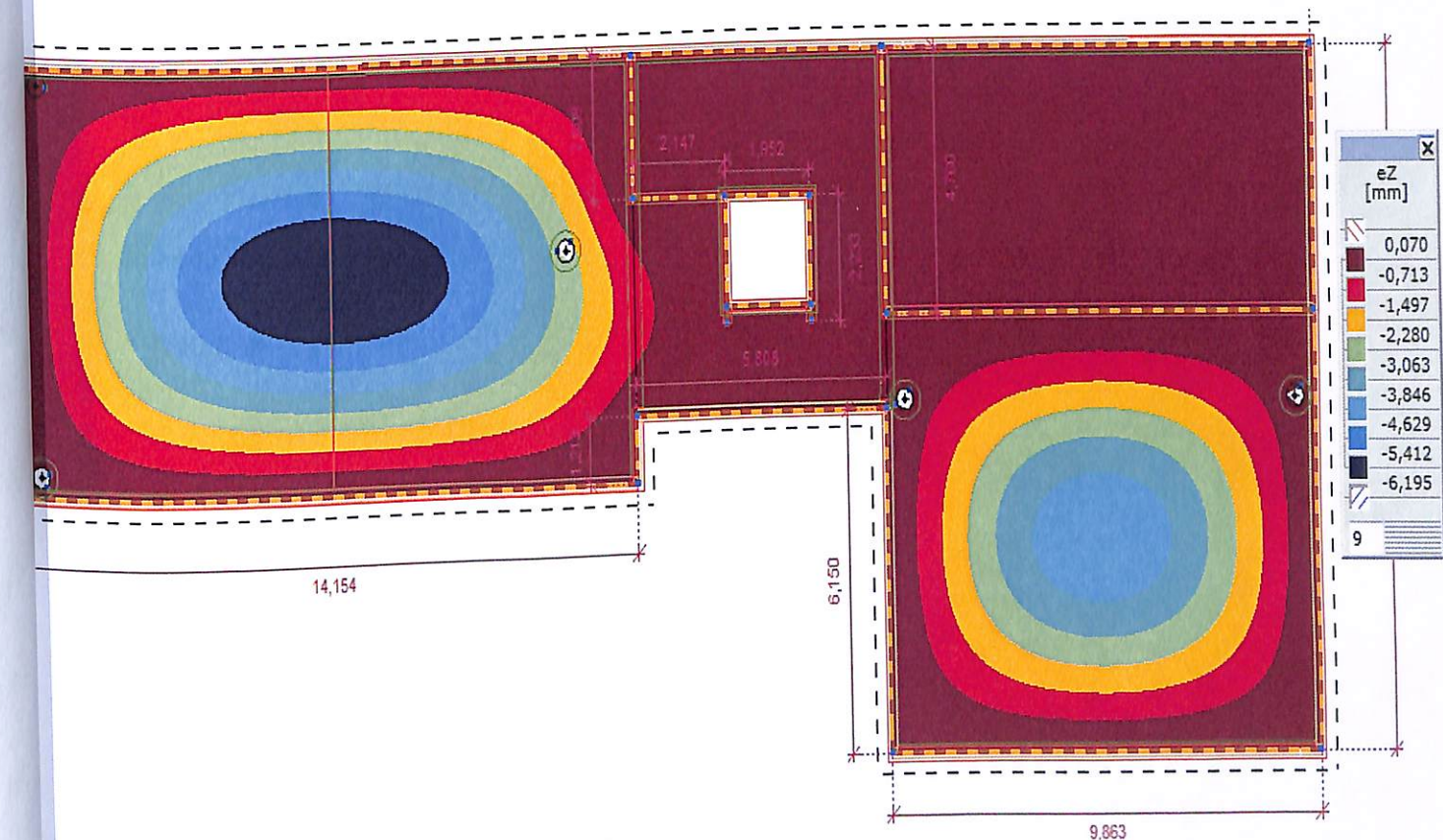
A támaszok merevségét megállapító számításnál a falak alul-felül befogottakként lettek megállapítva.

A támaszok merevségét az Axis-program számolta a megadott paraméterek alapján.

A lehajlás megállapításánál az Axis modell nem veszi figyelembe a vasalást, illetve nem a berepedt betonkeresztmetszettel veszi figyelembe, ezért a lehajlás utólag pontos kézi számítással ellenőrzött.

3.1.8. Lehajlás ellenőrzése pontos számítással

AXIS-sal számított lehajlás:



Mértékadó lehajlás mezőközépen : 6,195 mm

Ellenőrzés:

$$w = (1-\xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

Statikai modell: mindkét végén befogott, egyenletesen megoszló teherrel terhelt lemez (1m-es sávon vizsgálva a mértékadó helyen, mezőközépnél).

$$w_1 = (1/384) \times (P_{q_p} \times l^4 / E_{\text{eff}} \times I_1)$$

$$E_{\text{eff}} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$l = 7,63 \text{ m}$$

$$P_{q_p} = 9,64 \text{ kN/m}$$

$$I_1 = (b_{c1}^3 / 3) + b(h-c_1) / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{\text{eff}}$$

$$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$$

$$E_{\text{eff}} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\alpha_e = 200 \text{ kN/mm}^2 / 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\alpha_e = \mathbf{21,505 [0]}$$

$$A_1 = b \times h + \alpha_e \times A_{s1}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$h = (\Phi 10\text{-es hálózattal számítva}) 200 - c_{\text{nom}} - \Phi/2$$

$$c_{\text{nom}} = 10 + 15 = 25 \text{ mm}$$

$$\mathbf{h = 200 - 25 - 5 = 170 \text{ mm}}$$

$$A_s = 589 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_1 = 1000 \times 200 + 21,505 \times 589$$

$$\mathbf{A_1 = 215\,666,33 \text{ mm}^2}$$

$$c_1 = [(b \times h^2) / 2 + \alpha_e \times A_{s1} \times d_1] / A_1$$

$$c_1 = (1000 \times 170^2 / 2 + 21,505 \times 589 \times 170) / 215\,666,33$$

$$\mathbf{c_1 = 103,40 \text{ mm}}$$

$$I_1 = (b \times c_1^3 / 3) + [b \times (h-c_1)^3] / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)^2$$

$$I_1 = 1000 \times 103,340^3 / 3 + 1000 \times (170 - 103,340)^3 + 21,505 \times 589 \times (170 - 103,340)^2$$

$$\underline{I_1 = 713\,428\,123\,mm^4}$$

$$w_1 = (1 / 384) \times [(9,64 \times 7630^4) / (9,3 \times 10^3 \times 713\,428\,123)]$$

$$\underline{w_1 = 12,823\,mm}$$

$$1/3 \times c_2^2 \times b + \alpha_e \times (c_2 - d_1) \times A_{s1} = 0$$

$$c_2 = X$$

$$1/3 \times X^2 \times 1000 + 21,505 \times (X - 170) \times 589 = 0$$

A másodfokú egyenlet megoldása után:

$$\underline{c_2 = 58,046\,mm}$$

$$I_2 = (b \times c_2^3 / 3) + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_2)^2$$

$$I_2 = (1000 \times 58,046^3 / 3) + 21,505 \times 589 \times (170 - 58,046)^2$$

$$\underline{I_2 = 290\,796\,525\,mm^4}$$

$$w_2 = [(1/384) \times (9,64 \times 7630^4)] / (9,3 \times 10^3 \times 290\,796\,525)$$

$$\underline{w_2 = 7,95\,mm}$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (M_{cr} / M)$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \times I_1 / (h - c_1)$$

$$f_{ctm} = 2,6\,N/mm^2$$

$$M_{cr} = 2,6 \times 713\,428\,123 / (170 - 103,340)$$

$$M_{cr} = 17\,905\,011,24\,Nmm$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (17\,905\,011,24 / 70\,151\,364,5)$$

$$\underline{\xi = 0,033}$$

$$\underline{1 - \xi = 0,967}$$

$$w = (1 - \xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

$$w = 0,967 \times 12,823\,mm + 0,033 \times 9,67\,mm$$

$$\underline{w = 12,63\,mm}$$

$$L/250 = 7630/250$$

$$L/250 = 30,52 \text{ mm}$$

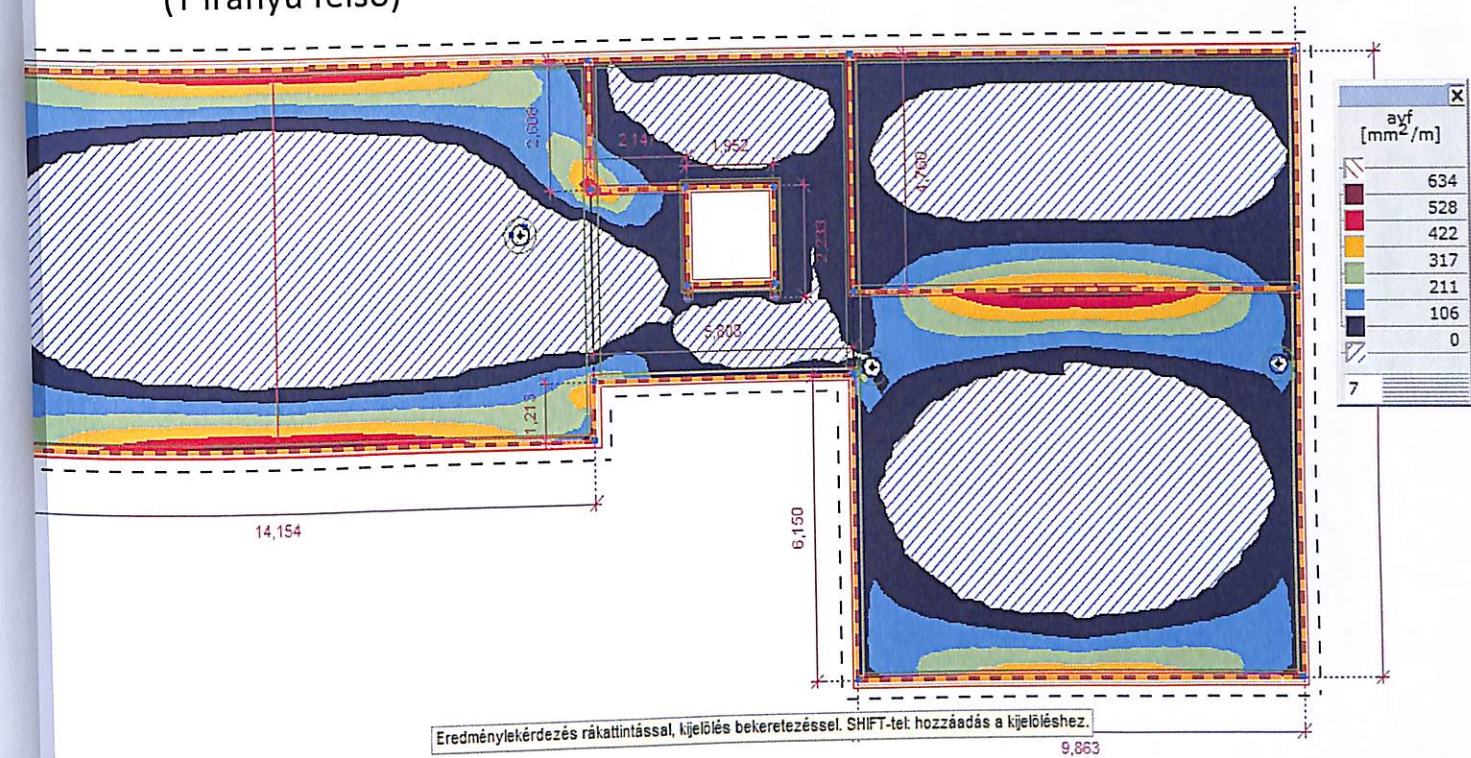
30,52 > 12,63 → megfelel

3.1.9.

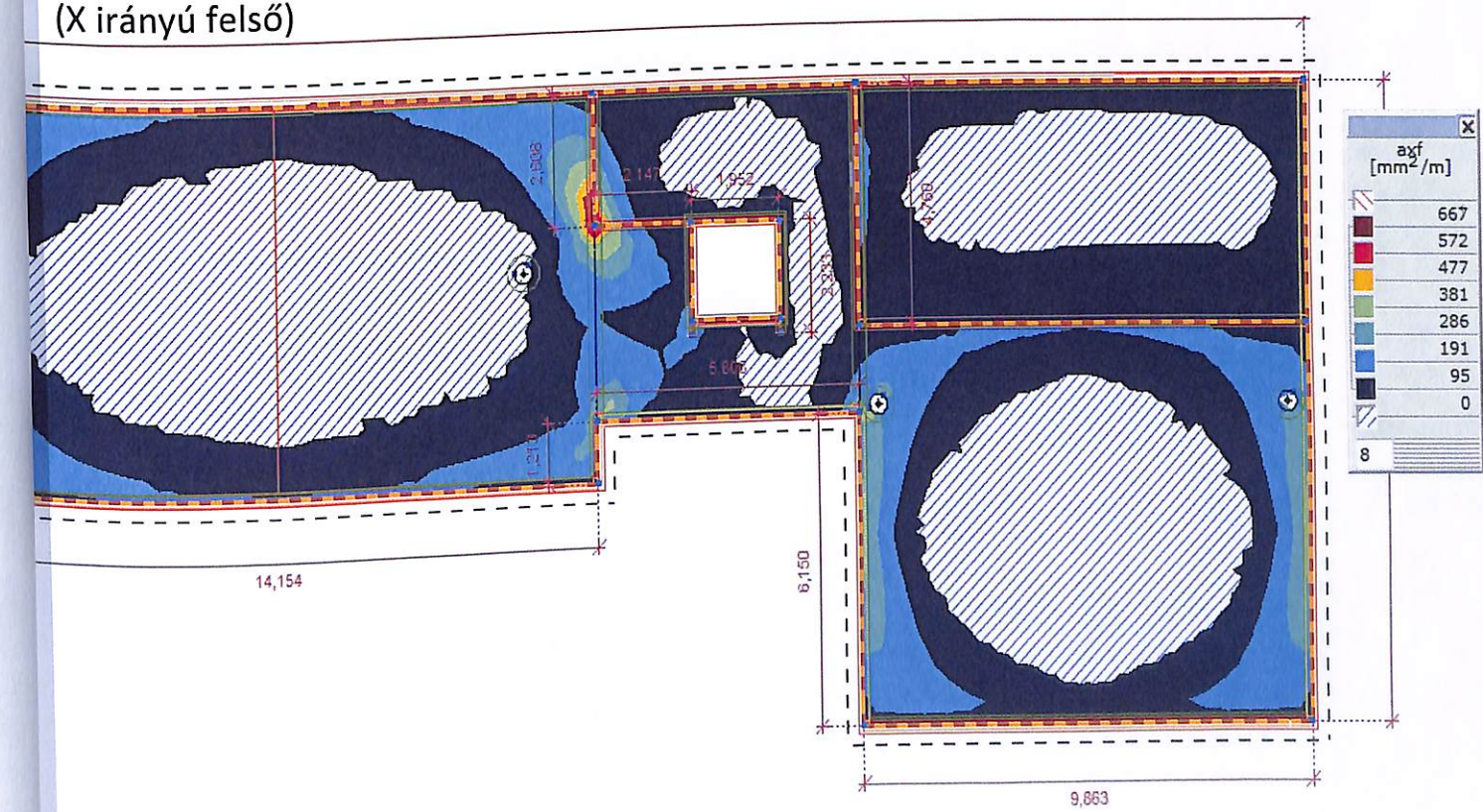
AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek

Felső vasalás:

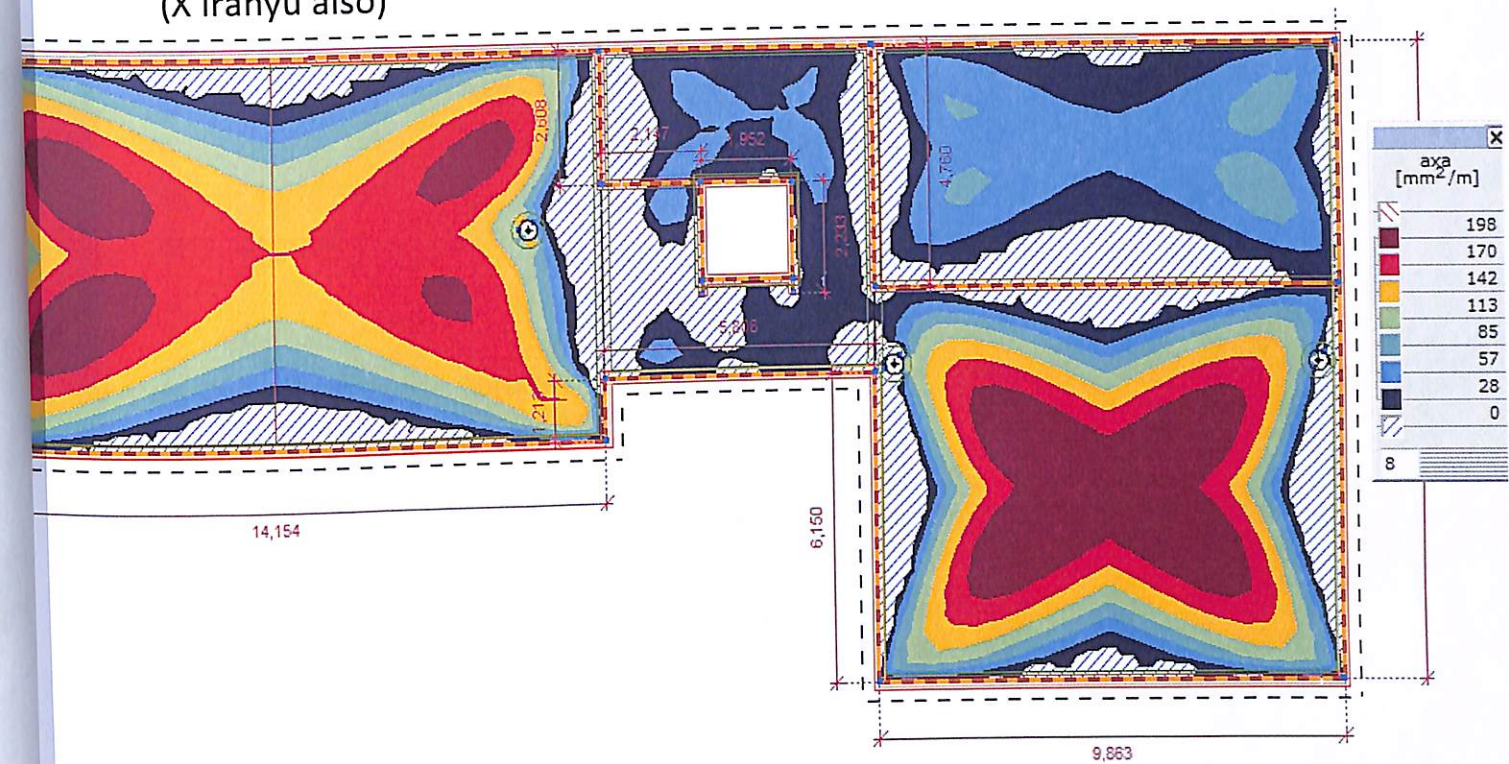
(Y irányú felső)



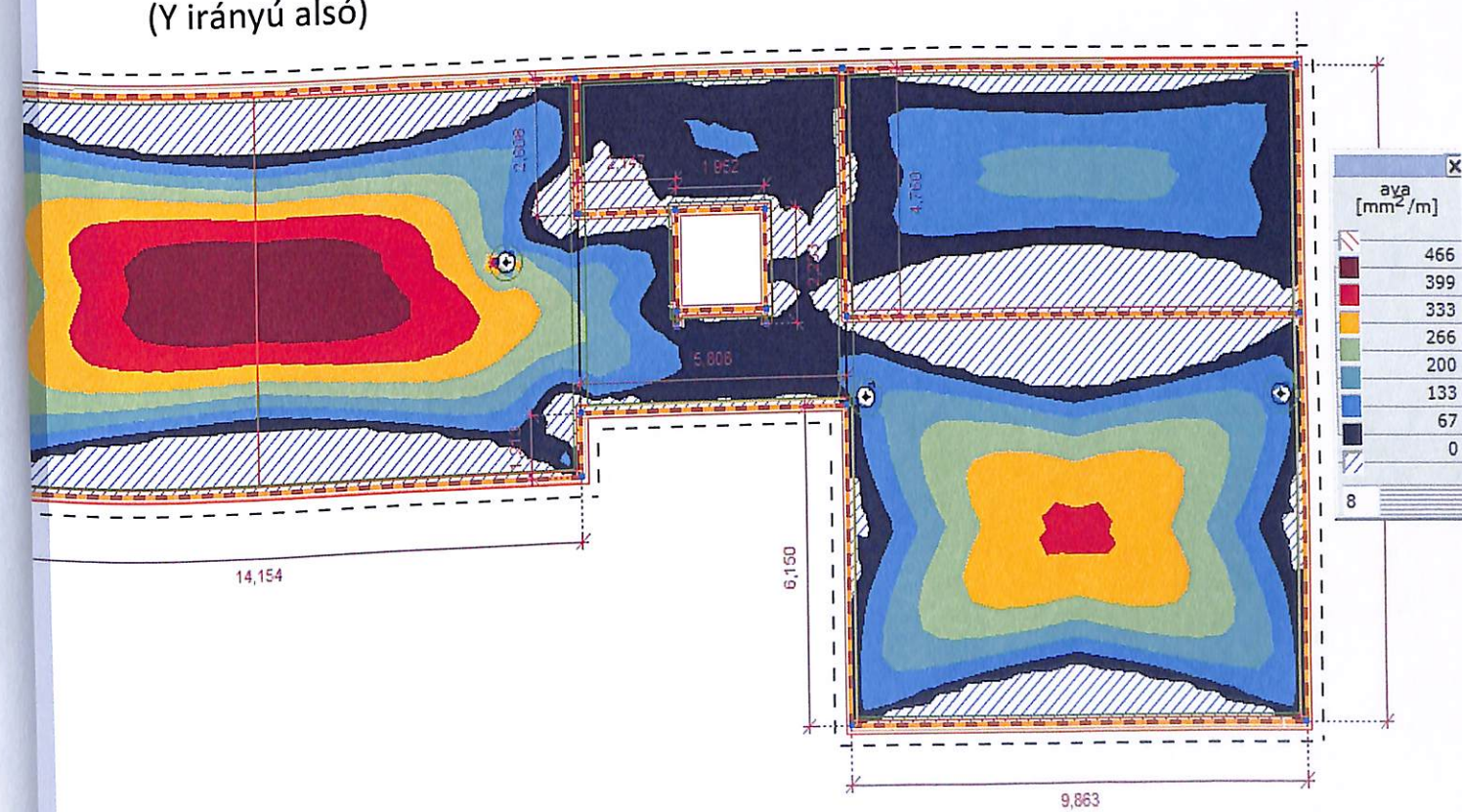
(X irányú felső)



Alsó vasalás
(X irányú alsó)



(Y irányú alsó)



3.1.10.

Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása

Betonminőség: C25/30 – XO – F2
 $f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$

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

Nyomaték ellenőrzése támasz felett

(1m-es sávon vizsgálva)

Két végén befogott, három támaszú tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték a belső támasz fölött kézi számítás után:

$$M_y = 39,02 \text{ kNm/m}$$

$$39\,020\,000 = 1000 \times 16,67 \times X_c \times (d - X_c/2)$$

A másodfokú egyenlet megoldása után
 $X_c = 14,35 \text{ mm}$

$$X_c / d = 14,35/170 = 0,08 \rightarrow \text{A húzott vasak megfolynak}$$

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 14,35 = A_s \times 435$$
$$A_s = 588,85 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $634 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 200 - 25 - 5 = 170 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 170$$
$$A_{s_{\min}} = 255 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 10/200$ ($393 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$c = 40$

$l_b = 40 \times 10 = 400 \text{ mm}$

választott lehorgonyzási hossz: 400 mm

Toldási hossz:

$l_0 = \max(15\Phi ; 200 \text{ mm})$

$l_0 = 200 \text{ mm}$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés a támasznál, illetve a befogásoknál:

$\Phi 10/200$ ($393 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$\Phi 10/200 + \Phi 10/200 = 786 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges vasmenyiség a legjobban igénybevett helyen: $667 \text{ mm}^2/\text{m}$

$786 > 667 \rightarrow$ Elegendő

Nyomaték ellenőrzése mezőben

(1m-es sávon vizsgálva)

Két végén befogott, három támaszú tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték mezőközépen kézi számítás után:

$M_y = 29,14 \text{ kNm/m}$

$29\,140\,000 = 1000 \times 16,67 \times X_c \times (d - X_c/2)$

A másodfokú egyenlet megoldása után

$X_c = 11,305 \text{ mm}$

$X_c / d = 11,305/170 = 0,06 \rightarrow$ A húzott vasak megfolynak

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 11,305 = A_s \times 435$$

$$A_s = 434 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $466 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 200 - 25 - 5 = 170 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 170$$

$$A_{s_{\min}} = 255 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 10/200$ ($393 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$$c = 40$$

$$l_b = 40 \times 10 = 400 \text{ mm}$$

választott lehorgonyzási hossz: 400 mm

Toldási hossz:

$$l_0 = \max (15\Phi ; 200 \text{ mm})$$

$$l_0 = 200 \text{ mm}$$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés mezőközépen:

$$\Phi 8/200 \text{ (} 251 \text{ mm}^2/\text{m)}$$

$$\Phi 10/200 + \Phi 8/200 = 644 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Szükséges vasmennyiség a legjobban igénybevett helyen: $466 \text{ mm}^2/\text{m}$

$644 > 466 \rightarrow$ Elegendő

3.1.11. Nyírás ellenőrzése

Betonkeresztmetszet ellenőrzése nyírásra támasz felett:

Mértékadó nyíróerő:

$$V_{ed} = 47,64 \text{ kN}$$

$$d = 200 - 25 \cdot 5 = 170 \text{ mm}$$

$$c = 0,414$$

$$f_{ctd} = 1,2$$

$$V_{rdc} = c \times b_w \times d \times f_{ctd}$$

$$V_{rdc} = 0,414 \times 1000 \times 170 \times 1,2$$

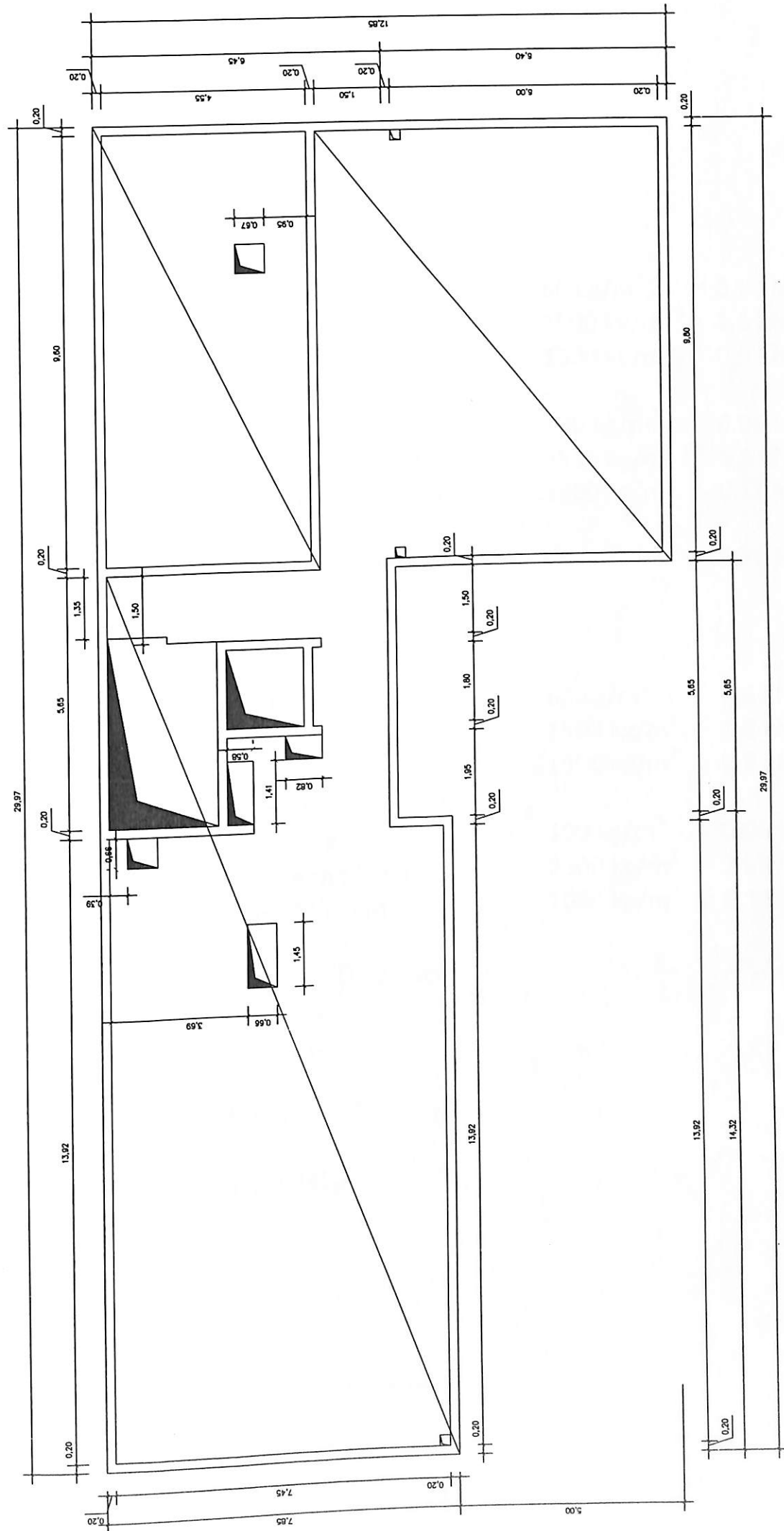
$$V_{rdc} = 84,45 \text{ kN}$$

$$V_{rdc} > V_{ed}$$

A beton önmagában megfelel nyírásra.

A lapostető felső vasalása az „S1”, az alsó vasalása az „S2” jelű terveken található.

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

M1:100

3.2. Tetőszint és 2. emelet közötti födém

3.2.1. Rétegrend, súlyelemzés

Irodahelyiségeknel:

- 2,5 cm kőlap burkolat	60 kg/m ²	0,6 kN/m ²
- 1,5 cm ágyazat	1500 kg/m ³	1,5 kN/m ²
- 6 cm aljzatbeton	1500 kg/m ³	0,9 kN/m ²
- 1 réteg tech. szigetelés	-	-
- 6 cm lépéshang-szigetelés	100 kg/m ³	0,06 kN/m ²
- monolit vasbeton födém (22 cm)	2500 kg/m ³	5,5 kN/m ²
- cementhabarcs vakolat (1 cm)	1600 kg/m ³	0,16 kN/m ²

Összesen: 8,72 kN/m²

Iratraktárnál:

- 2,5 cm kőlap burkolat	60 kg/m ²	0,6 kN/m ²
- 1,5 cm ágyazat	1500 kg/m ³	1,5 kN/m ²
- 6 cm aljzatbeton	1500 kg/m ³	0,9 kN/m ²
- 1 réteg tech. szigetelés	-	-
- 6 cm lépéshang-szigetelés	100 kg/m ³	0,06 kN/m ²
- monolit vasbeton födém (28 cm)	2500 kg/m ³	7 kN/m ²
- cementhabarcs vakolat (1 cm)	1600 kg/m ³	0,16 kN/m ²

Összesen: 10,22 kN/m²

Biztonsági tényező:

$$\gamma = 1,35$$

Elkent válaszfalteher:

Elkent válaszfalteher alapértéke

$$p_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

Biztonsági tényező:

$$\gamma = 1,35$$

Elkent válaszfalteher tervezési értéke:

$$p_d = p_k \times \gamma$$

$$p_d = 2 \times 1,35 = 2,7 \text{ kN/m}^2$$

3.2.2. Hasznos teher

Hasznos teher alapértéke irodahelyiségeknél

$$q_k = 3 \text{ kN/m}^2$$

Hasznos teher alapértéke az iratraktárnál

$$q_k = 9 \text{ kN/m}^2$$

Hasznos teher tervezési értéke:

$$P_d = \gamma \times P_k$$

Irodahelyiségeknél:

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

$$\gamma = 1,5$$

Iratraktárnál:

$$P_d = 9 \times 1,5 = 13,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma = 1,5$$

3.2.3. Teherkombinációk

Tartós tervezési helyzet:

$$\sum \gamma_{Gi} G_{k,i} + \gamma_{Q,j} Q_{k,j} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Irodahelyiségeknél:

$$P_{ed} = 8,72 \times 1,35 + 2 \times 1,35 + 3 \times 1,5$$

$$P_{ed} = 18,97 \text{ kN/m}^2$$

Iratraktárnál:

$$P_{ed} = 10,22 \times 1,35 + 2 \times 1,35 + 9 \times 1,5$$

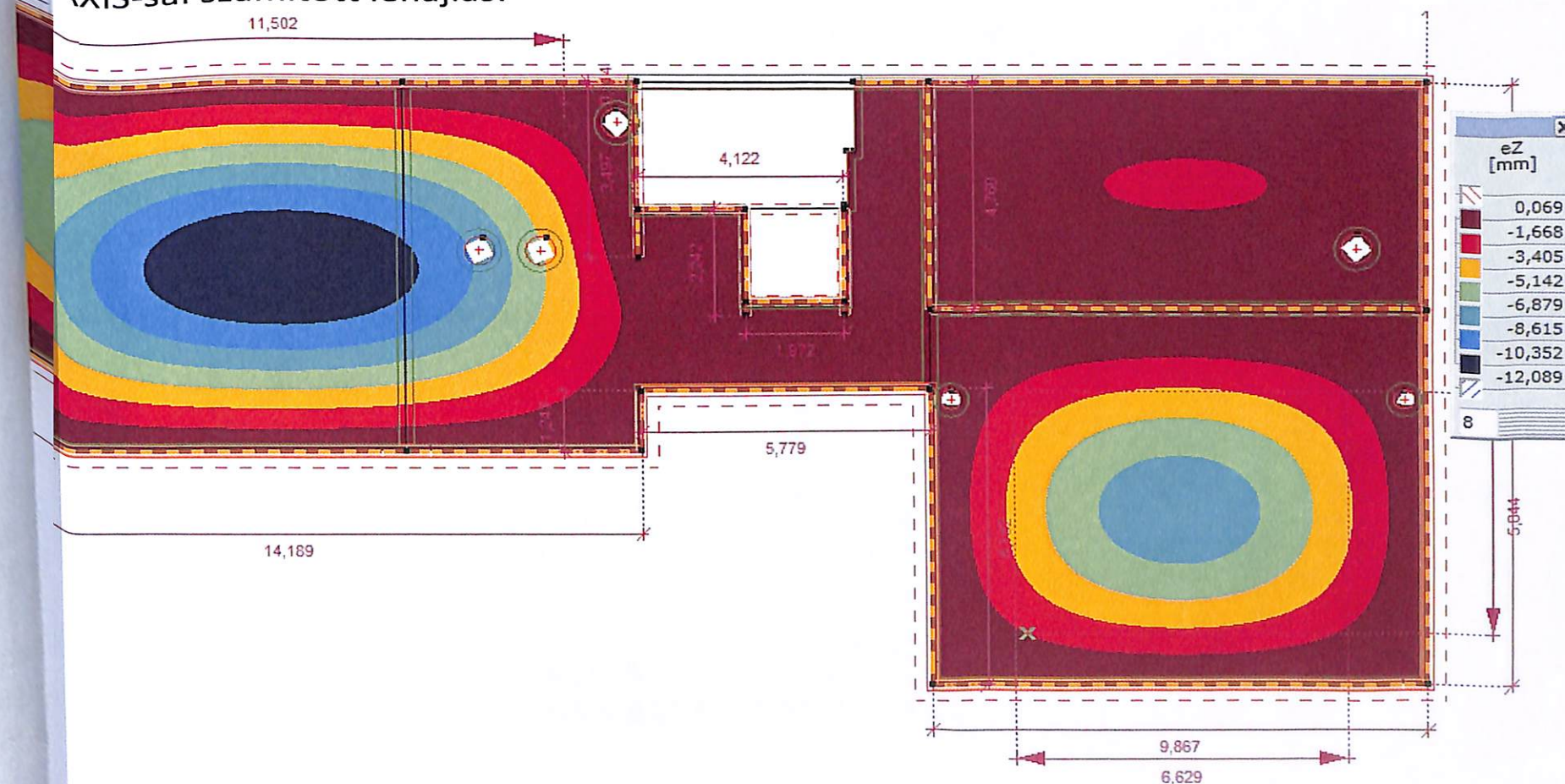
$$P_{ed} = 30 \text{ kN/m}^2$$

3.2.4. Axis modell leírása

- Mértékadó teheresetként a tartós tervezési helyzet került a modellbe.
- A támaszok merevségét megállapító számításnál a falak alul-felül befogottakként lettek megállapítva.
- A támaszok merevségét az Axis-program számolta a megadott paraméterek alapján.
- A lehajlás megállapításánál az Axis modell nem veszi figyelembe a vasalást, illetve nem a berepedt betonkeresztmetszettel veszi figyelembe, ezért a lehajlás utólag pontos kézi számítással ellenőrzött.
- A parciális leterhelés megvalósításához külön tartományokra osztott a födémlemez.
- Parciális leterhelés után a hasznos terhek 1,5-szörösével megnövelt teher bizonyult mértékadónak.

3.2.5. Lehajlás ellenőrzése számítással

AXIS-sal számított lehajlás:



Mértékadó lehajlás mezőközepén : 12,089 mm

Ellenőrzés:

$$w = (1-\xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

Statikai modell: mindkét végén befogott, egyenletesen megoszló teherrel terhelt lemez (1m-es sávon vizsgálva a mértékadó helyen, mezőközépnél).

$$w_1 = (1/384) \times (Pq_p \times l^4 / E_{eff} \times I_1)$$

$$E_{eff} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$l = 7,63 \text{ m}$$

$$Pq_p = 15,22 \text{ kN/m}$$

$$I_1 = (b \times c_1^3 / 3) + b(h-c_1) / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{eff}$$

$$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$$

$$E_{eff} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\alpha_e = 200 \text{ kN/mm}^2 / 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\alpha_e = 21,505 [0]$$

$$A_1 = b \times h + \alpha_e \times A_{s1}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$h = (\Phi 12\text{-es hálólal számítva}) = 220 - c_{nom} - \Phi/2$$

$$c_{nom} = 10 + 15 = 25 \text{ mm}$$

$$h = 220 - 25 - 6 = 189 \text{ mm}$$

$$A_s = 1151 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_1 = 1000 \times 220 + 21,505 \times 1151$$

$$A_1 = 244\,322,15 \text{ mm}^2$$

$$c_1 = [(b \times h^2) / 2 + \alpha_e \times A_{s1} \times d_1] / A_1$$

$$c_1 = (1000 \times 220^2 / 2 + 21,505 \times 1151 \times 220) / 244\,322,15$$

$$c_1 = 120,95 \text{ mm}$$

$$I_1 = (b \times c_1^3 / 3) + [b \times (h - c_1)^3] / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)^2$$

$$I_1 = 1000 \times 120,95^3 / 3 + 1000 \times (220 - 120,95)^3 + 21,505 \times 1151 \times (220 - 120,95)^2$$

$$I_1 = 847\,464\,198,5 \text{ mm}^4$$

$$w_1 = (1 / 384) \times [(15,22 \times 7630^4) / (9,3 \times 10^3 \times 847\,464\,198,5)]$$

$$w_1 = 23,47 \text{ mm}$$

$$1/3 \times c_2^2 \times b + \alpha_e \times (c_2 - d_1) \times A_{s1} = 0$$

$$c_2 = X$$

$$1/3 \times X^2 \times 1000 + 21,505 \times (X - 220) \times 1151 = 0$$

A másodfokú egyenlet megoldása után:

$$c_2 = 61,035 \text{ mm}$$

$$I_2 = (b \times c_2^3 / 3) + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_2)^2$$

$$I_2 = (1000 \times 61,035^3 / 3) + 21,505 \times 1151 \times (220 - 61,035)^2$$

$$I_2 = 375\,096\,529 \text{ mm}^4$$

$$w_2 = [(1/384) \times (15,22 \times 7630^4)] / (9,3 \times 10^3 \times 375\,096\,529)$$

$$w_2 = 9,35 \text{ mm}$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (M_{cr} / M)$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \times I_1 / (h - c_1)$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{cr} = 2,6 \times 847\,464\,198,5 / (220 - 120,95)$$

$$M_{cr} = 17\,905\,011,24 \text{ Nmm}$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (17\,905\,011,24 / 375\,096\,529)$$

$$\xi = 0,049$$

$$1 - \xi = 0,951$$

$$w = (1 - \xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

$$w = 0,951 \times 23,47 \text{ mm} + 0,049 \times 9,35 \text{ mm}$$

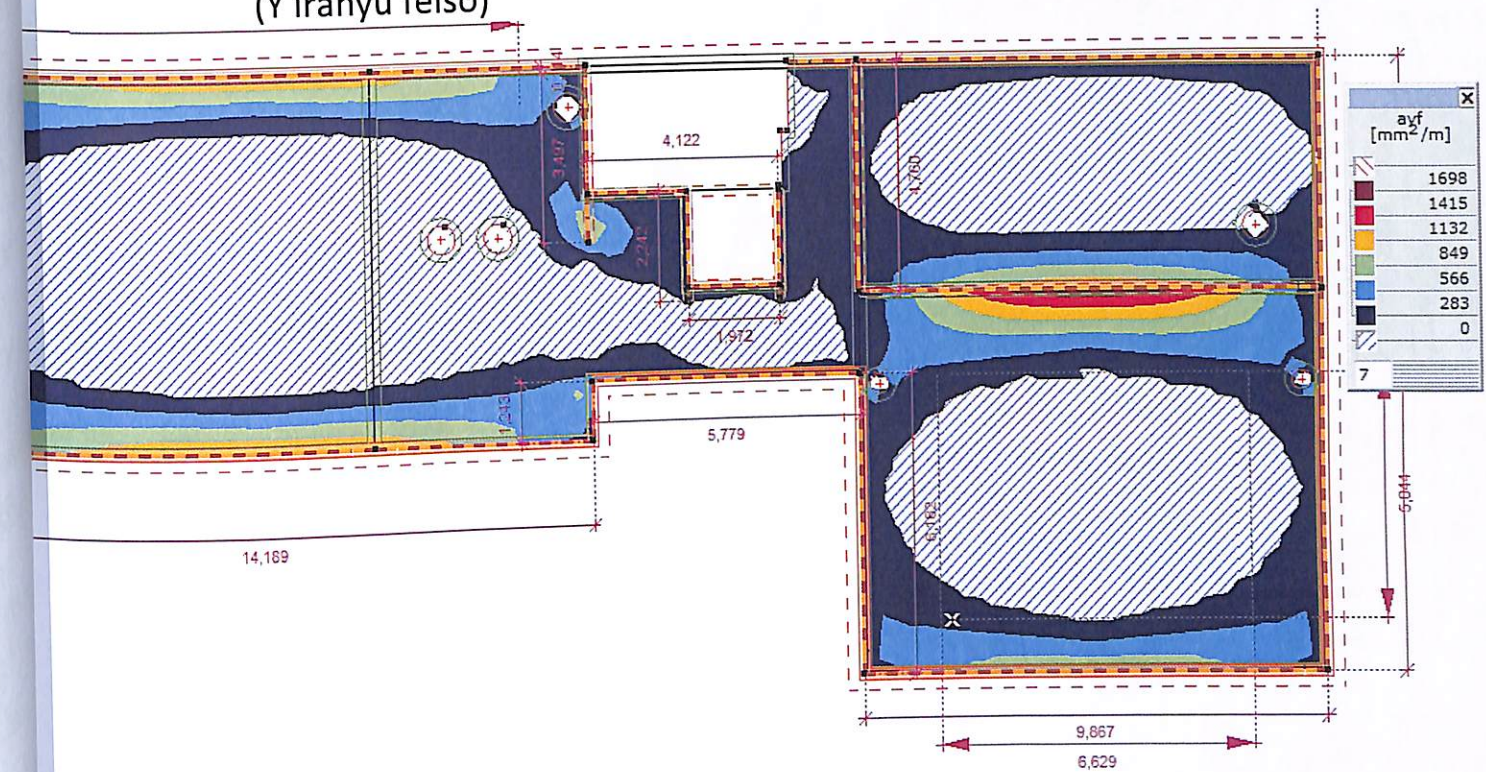
$$w = 22,32 \text{ mm}$$

$$L/250 = 30,52 \text{ mm}$$

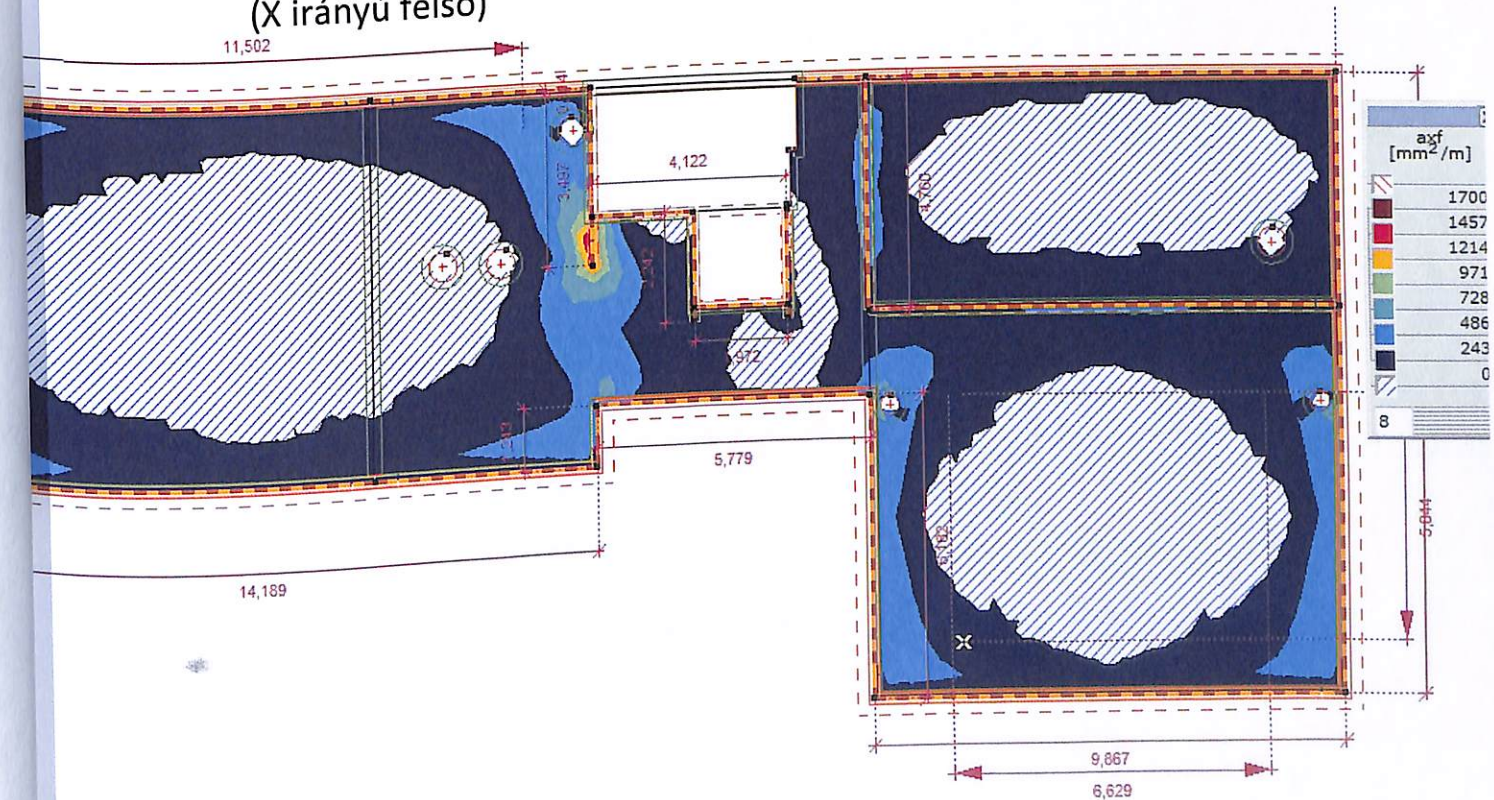
$$30,52 > 22,32 \rightarrow \text{megfelel}$$

3.2.6. AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek

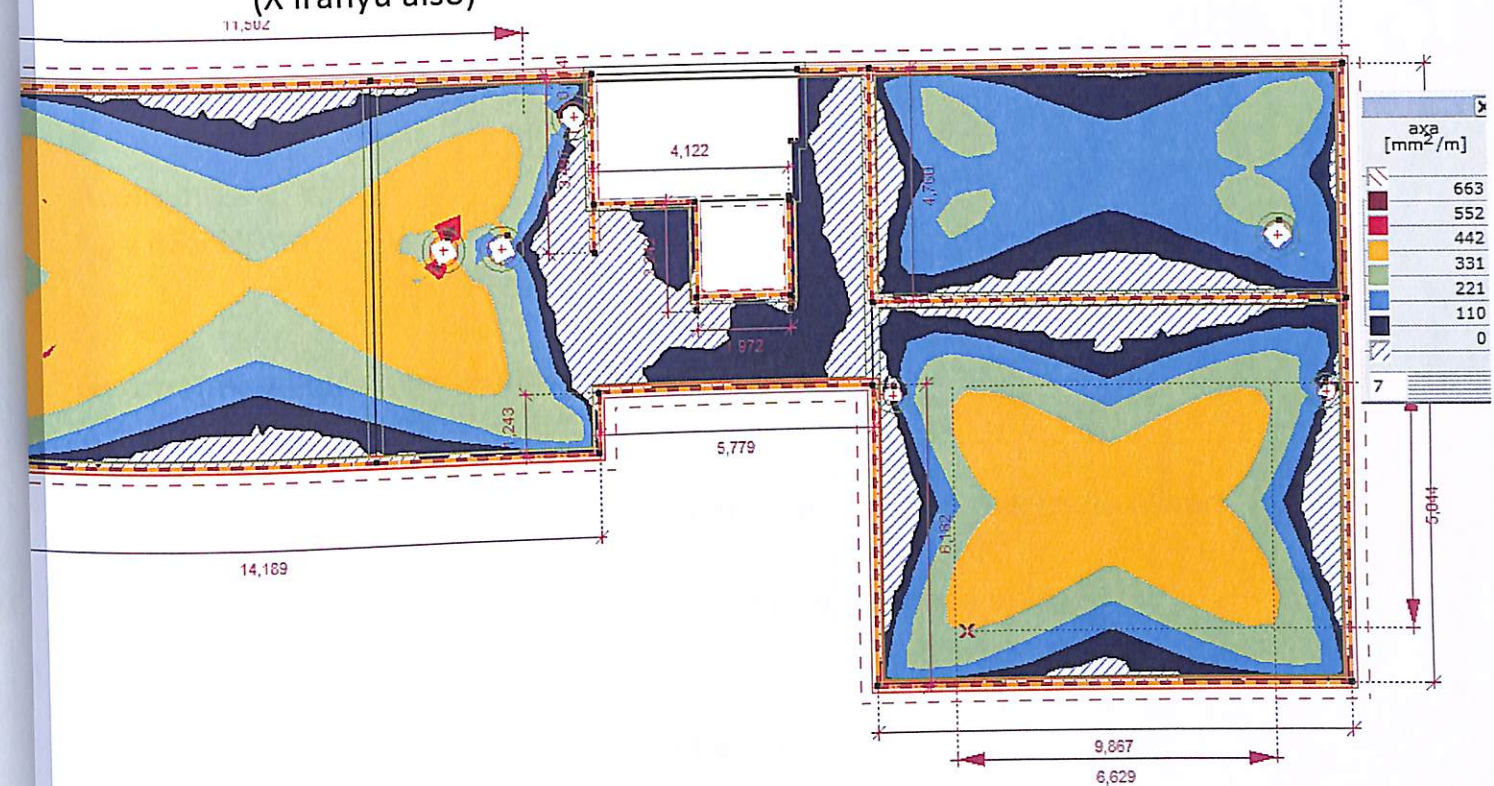
Felső vasalás:
(Y irányú felső)



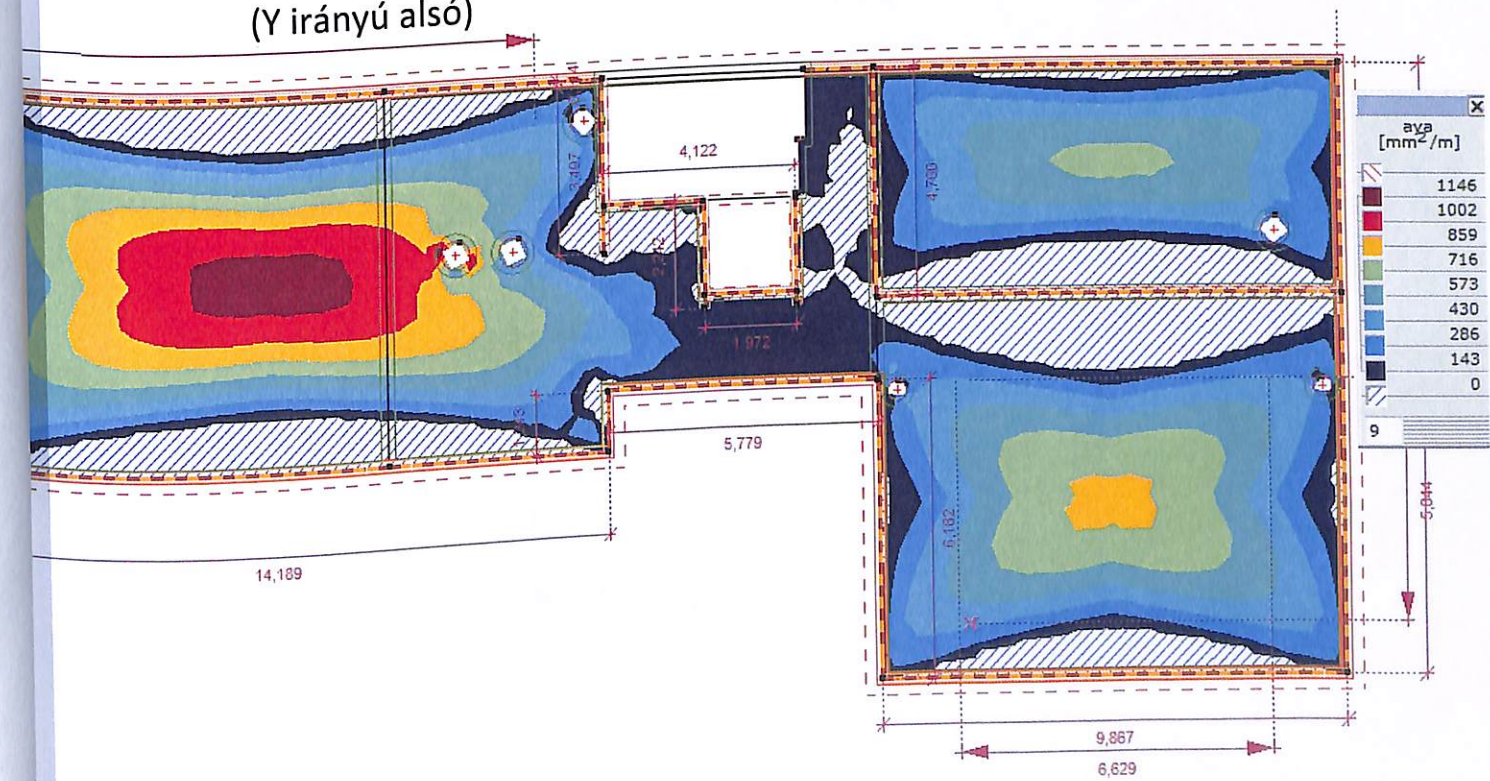
Felső vasalás:
(X irányú felső)



Alsó vasalás
(X irányú alsó)



Alsó vasalás
(Y irányú alsó)



3.2.7. Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása

Betonminőség: C25/30 – XO – F2

$$f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

Acélminőség: B500

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

Nyomaték ellenőrzése támasz felett

(1m-es sávon vizsgálva)

Két végén befogott, három támaszú tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték a belső támasz fölött kézi számítás után:

$$M_y = 109,17 \text{ kNm/m}$$

$$109\,170\,000 = 1000 \times 16,67 \times x_c \times (189 - x_c/2)$$

A másodfokú egyenlet megoldása után

$$x_c = 39,84 \text{ mm}$$

$$x_c / d = 39,84 / 189 = 0,21 \rightarrow \text{A húzott vasak megfolynak}$$

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 39,84 = A_s \times 435$$

$$A_s = 1529,53 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $1698 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 220 - 25 - 6 = 189 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 189$$

$$A_{s_{\min}} = 283,5 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 14/25$ ($616 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$c = 40$

$l_b = 40 \times 12 = 560 \text{ mm}$

választott lehorgonyzási hossz: 600 mm

Toldási hossz:

$l_0 = \max(15\Phi ; 200 \text{ mm})$

$l_0 = 210 \text{ mm}$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés a támasznál, illetve a befogásoknál:

$\Phi 16/150$ ($1340 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$\Phi 14/250 + \Phi 16/150 = 1956 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges vasmenyiség a legjobban igénybevett helyen: $1698 \text{ mm}^2/\text{m}$

$1956 > 1698 \rightarrow$ Elegendő

Nyomaték ellenőrzése mezőben

(1m-es sávon vizsgálva)

Két végén befogott, három támaszú tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték mezőközépen kézi számítás után:

$M_y = 71,96 \text{ kNm/m}$

$71\,960\,000 = 1000 \times 16,67 \times X_c \times (189 - x_c/2)$

A másodfokú egyenlet megoldása után

$x_c = 25,13 \text{ mm}$

$x_c / d = 25,13/188 = 0,13 \rightarrow$ A húzott vasak megfolynak

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 25,13 = A_s \times 435$$

$$A_s = 965 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $1146 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 220 - 25 - 6 = 189 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 189$$

$$A_{s_{\min}} = 282 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 12/150$ ($754 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$$c = 40$$

$$l_b = 40 \times 12 = 480 \text{ mm}$$

választott lehorgonyzási hossz: 500 mm

Toldási hossz:

$$l_0 = \max(15\Phi; 200 \text{ mm})$$

$$l_0 = 200 \text{ mm}$$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés mezőközepén:

$$\Phi 12/300$$
 ($377 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$\Phi 12/150 + \Phi 12/300 = 1151 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Szükséges vasmennyiség a legjobban igénybevett helyen: $1146 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$1151 > 1146 \rightarrow \text{Elegendő}$$

3.2.8. Nyírás ellenőrzése

Betonkeresztmetszet ellenőrzése nyírásra támasz felett:

Mértékadó nyíróerő:

$$V_{ed} = 70,65 \text{ kN}$$

$$d = 220 - 25 \cdot 6 = 189 \text{ mm}$$

$$c = 0,414$$

$$f_{ctd} = 1,2$$

$$V_{rd_c} = c \times b_w \times d \times f_{ctd}$$

$$V_{rd_c} = 0,414 \times 1000 \times 189 \times 1,2$$

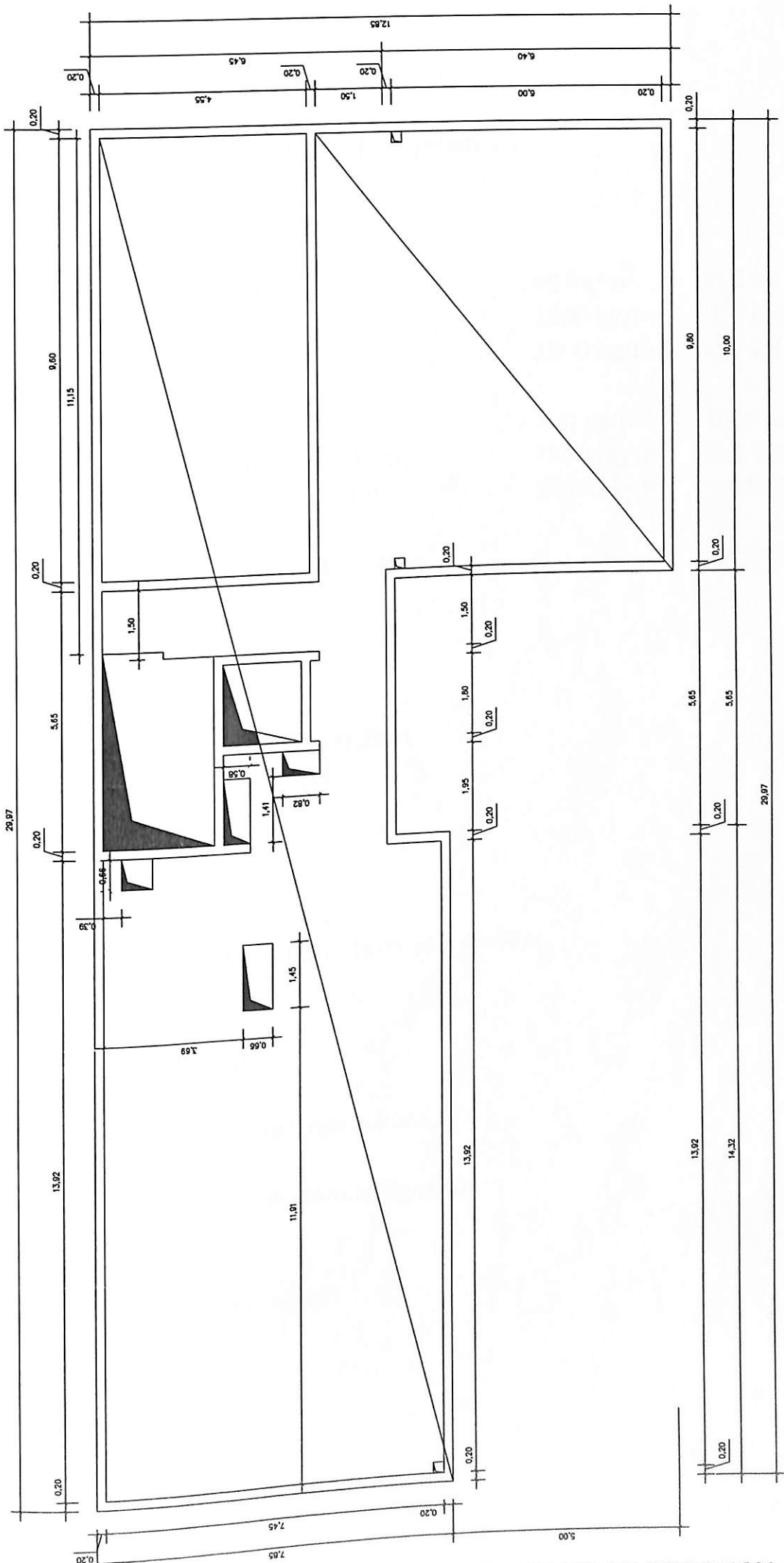
$$V_{rd_c} = 93,89 \text{ kN}$$

$$V_{rd_c} > V_{ed}$$

A beton önmagában megfelel nyírásra.

A 2. szint feletti födém felső vasalása az „S3”, az alsó vasalása az „S4” jelű terveken található.

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

M1:100

3.3. 2. emelet és 1. emelet közötti födém

3.3.1. Rétegrend, súlyelemzés

Irodahelyiségeknél:

- 2,5 cm kőlap burkolat	60 kg/m ²	0,6 kN/m ²
- 1,5 cm ágyazat	1500 kg/m ³	1,5 kN/m ²
- 6 cm aljzatbeton	1500 kg/m ³	0,9 kN/m ²
- 1 réteg tech. szigetelés	-	-
- 6 cm lépéshang-szigetelés	100 kg/m ³	0,06 kN/m ²
- monolit vasbeton födém (22 cm)	2500 kg/m ³	5,5 kN/m ²
- cementhabarcs vakolat (1 cm)	1600 kg/m ³	0,16 kN/m ²

Összesen: 8,72 kN/m²

Biztonsági tényező:

$$\gamma = 1,35$$

Elkent válaszfalteher alapértéke:

$$p_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

Biztonsági tényező:

$$\gamma = 1,35$$

Elkent válaszfalteher tervezési értéke:

$$p_d = p_k \times \gamma$$

$$p_d = 2 \times 1,35 = 2,7 \text{ kN/m}^2$$

3.3.2. Hasznos teher

Hasznos teher alapértéke irodahelyiségeknél

$$q_k = 3 \text{ kN/m}^2$$

Hasznos teher tervezési értéke:

$$P_d = \gamma \times P_k$$

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

$$\gamma = 1,5$$

3.3.3. Teherkombinációk

Tartós tervezési helyzet:

$$\sum \gamma_{Gi} G_{k,i} + \gamma_{Qj} Q_{k,j} + \sum \gamma_{Qi} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Irodahelységeknél:

$$P_{ed} = 8,72 \times 1,35 + 2 \times 1,35 + 3 \times 1,5$$

$$P_{ed} = 18,97 \text{ kN/m}^2$$

3.3.4. Axis modell leírása

Mértékadó teheresetként a tartós tervezési helyzet került a modellbe.

A támaszok merevségét megállapító számításnál a falak alul-felül befogottakként lettek megállapítva.

A támaszok merevségét az Axis-program számolta a megadott paraméterek alapján.

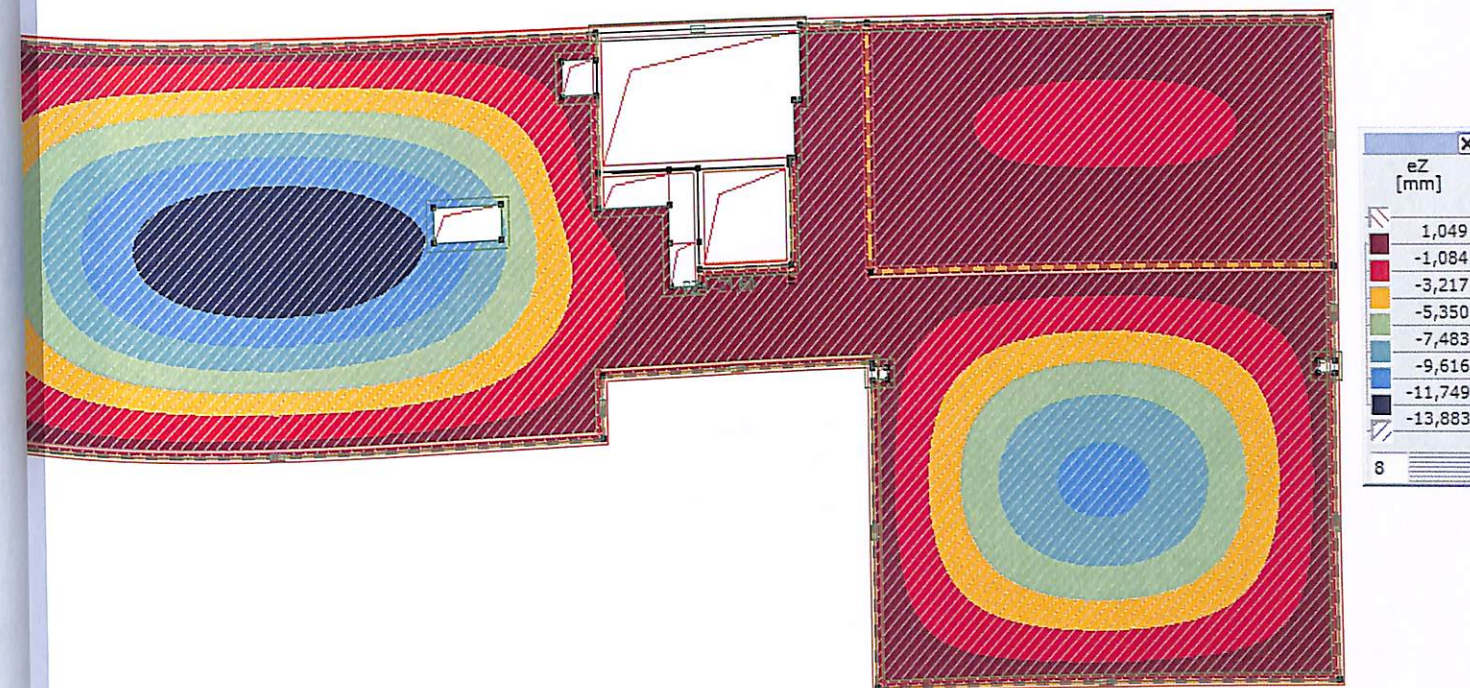
A lehajlás megállapításánál az Axis modell nem veszi figyelembe a vasalást, illetve nem a berepedt betonkeresztmetszettel veszi figyelembe, ezért a lehajlás utólag pontos kézi számítással ellenőrzött.

A parciális leterhelés megvalósításához külön tartományokra osztott a födémlemez.

Parciális leterhelés után a hasznos terhek 1,5-szörösével megnövelt teher bizonyult mértékadónak.

3.3.5. Lehajlás ellenőrzése számítással

AXIS-sal számított lehajlás:



Mértékadó lehajlás mezőközépen : 13,683 mm

Ellenőrzés:

$$w = (1-\xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

Statikai modell: mindkét végén befogott, egyenletesen megoszló teherrel terhelt lemez (1m-es sávon vizsgálva a mértékadó helyen, mezőközépnél).

$$w_1 = (1/384) \times (Pq_p \times l^4 / E_{eff} \times I_1)$$

$$E_{eff} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$l = 7,63 \text{ m}$$

$$Pq_p = 15,22 \text{ kN/m}$$

$$I_1 = (b_{c1}^3 / 3) + b(h-c_1) / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{eff}$$

$$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$$

$$E_{c_{\text{eff}}} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\alpha_e = 200 \text{ kN/mm}^2 / 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\underline{\alpha_e = 21,505 [0]}$$

$$A_1 = b \times h + \alpha_e \times A_{s1}$$

$$b = 1\text{m}$$

$$h = (\Phi 12\text{-es hálólal számítva}) = 220 - c_{\text{nom}} - \Phi/2$$

$$c_{\text{nom}} = 10 + 15 = 25 \text{ mm}$$

$$\underline{h = 220 - 25 - 6 = 189 \text{ mm}}$$

$$A_s = 1151 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_1 = 1000 \times 220 + 21,505 \times 1151$$

$$\underline{A_1 = 244\,322,15 \text{ mm}^2}$$

$$c_1 = [(b \times h^2)/2 + \alpha_e \times A_{s1} \times d_1] / A_1$$

$$c_1 = (1000 \times 220^2 / 2 + 21,505 \times 1151 \times 220) / 244\,322,15$$

$$\underline{c_1 = 120,95 \text{ mm}}$$

$$I_1 = (b \times c_1^3 / 3) + [b \times (h - c_1)^3 / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)^2]$$

$$I_1 = 1000 \times 120,95^3 / 3 + 1000 \times (220 - 120,95)^3 + 21,505 \times 1151 \times (220 - 120,95)^2$$

$$\underline{I_1 = 847\,464\,198,5 \text{ mm}^4}$$

$$w_1 = (1 / 384) \times [(15,22 \times 7630^4) / (9,3 \times 10^3 \times 847\,464\,198,5)]$$

$$\underline{w_1 = 23,47 \text{ mm}}$$

$$1/3 \times c_2^2 \times b + \alpha_e \times (c_2 - d_1) \times A_{s1} = 0$$

$$c_2 = X$$

$$1/3 \times X^2 \times 1000 + 21,505 \times (X - 220) \times 1151 = 0$$

A másodfokú egyenlet megoldása után:

$$\underline{c_2 = 61,035 \text{ mm}}$$

$$I_2 = (b \times c_2^3 / 3) + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_2)^2$$

$$I_2 = (1000 \times 61,035^3 / 3) + 21,505 \times 1151 \times (220 - 61,035)^2$$

$$I_2 = 375\,096\,529 \text{ mm}^4$$

$$w_2 = [(1/384) \times (15,22 \times 7630^4)] / (9,3 \times 10^3 \times 375\,096\,529)$$

$$w_2 = 9,35 \text{ mm}$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (M_{cr}/M)$$

$$M_{cr} = f_{c_{tm}} \times I_1 / (h - c_1)$$

$$f_{c_{tm}} = 2,6 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{cr} = 2,6 \times 847\,464\,198,5 / (220 - 120,95)$$

$$M_{cr} = 17\,905\,011,24 \text{ Nmm}$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (17\,905\,011,24 / 375\,096\,529)$$

$$\xi = 0,049$$

$$1 - \xi = 0,951$$

$$w = (1 - \xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

$$w = 0,951 \times 23,47 \text{ mm} + 0,049 \times 9,35 \text{ mm}$$

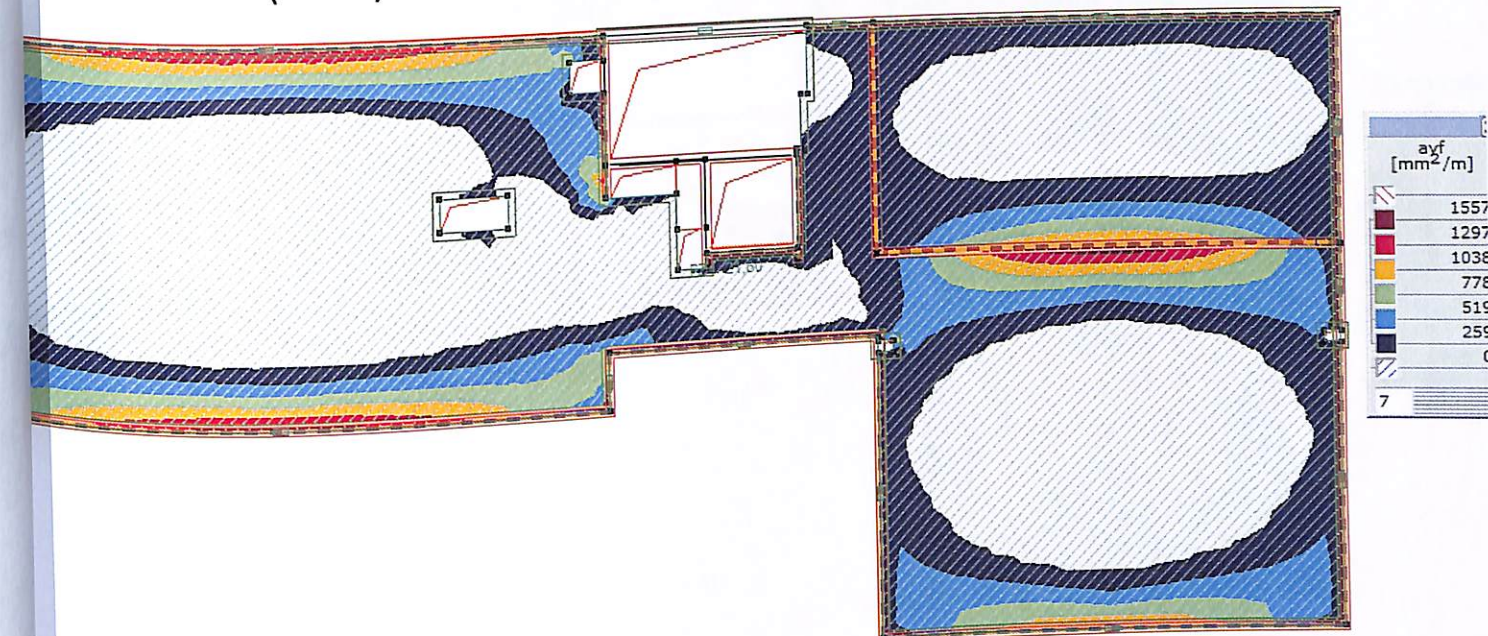
$$w = 22,32 \text{ mm}$$

$$L/250 = 30,52 \text{ mm}$$

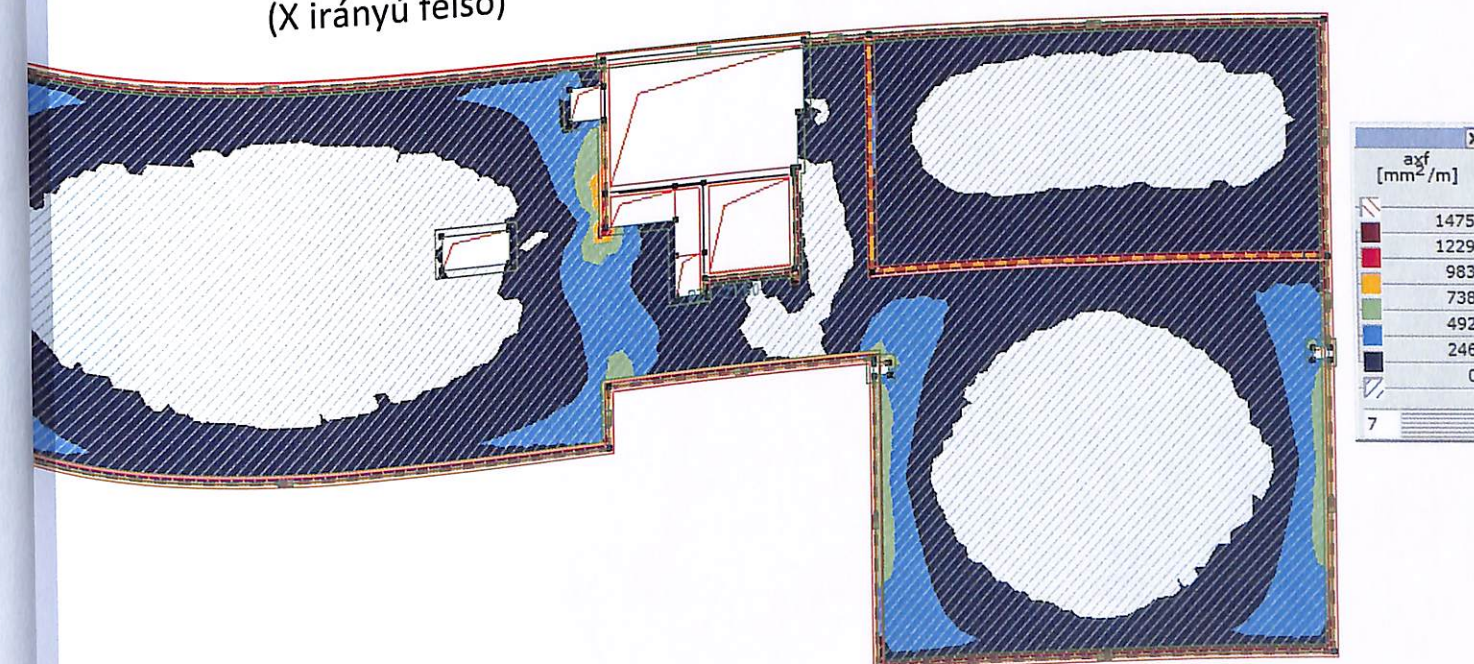
$$30,52 > 22,32 \rightarrow \text{megfelel}$$

3.3.6. AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek

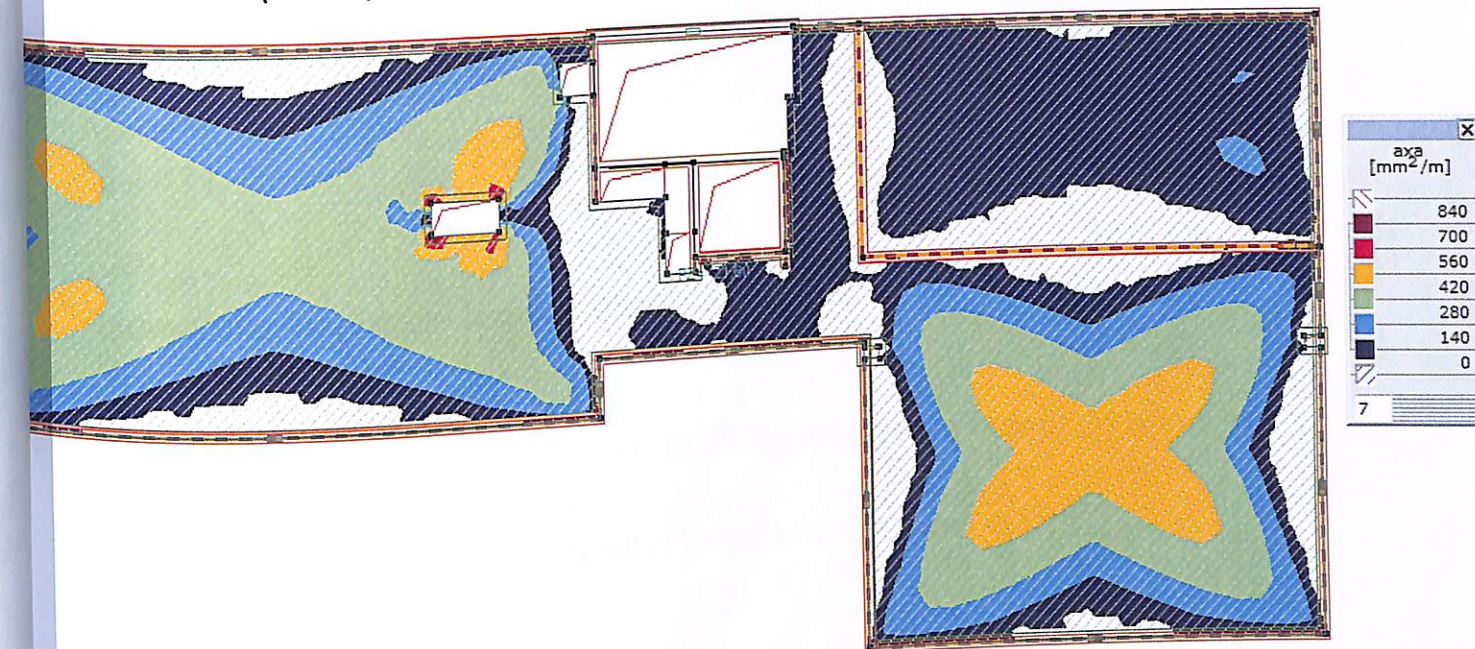
Felső vasalás:
(Y irányú felső)



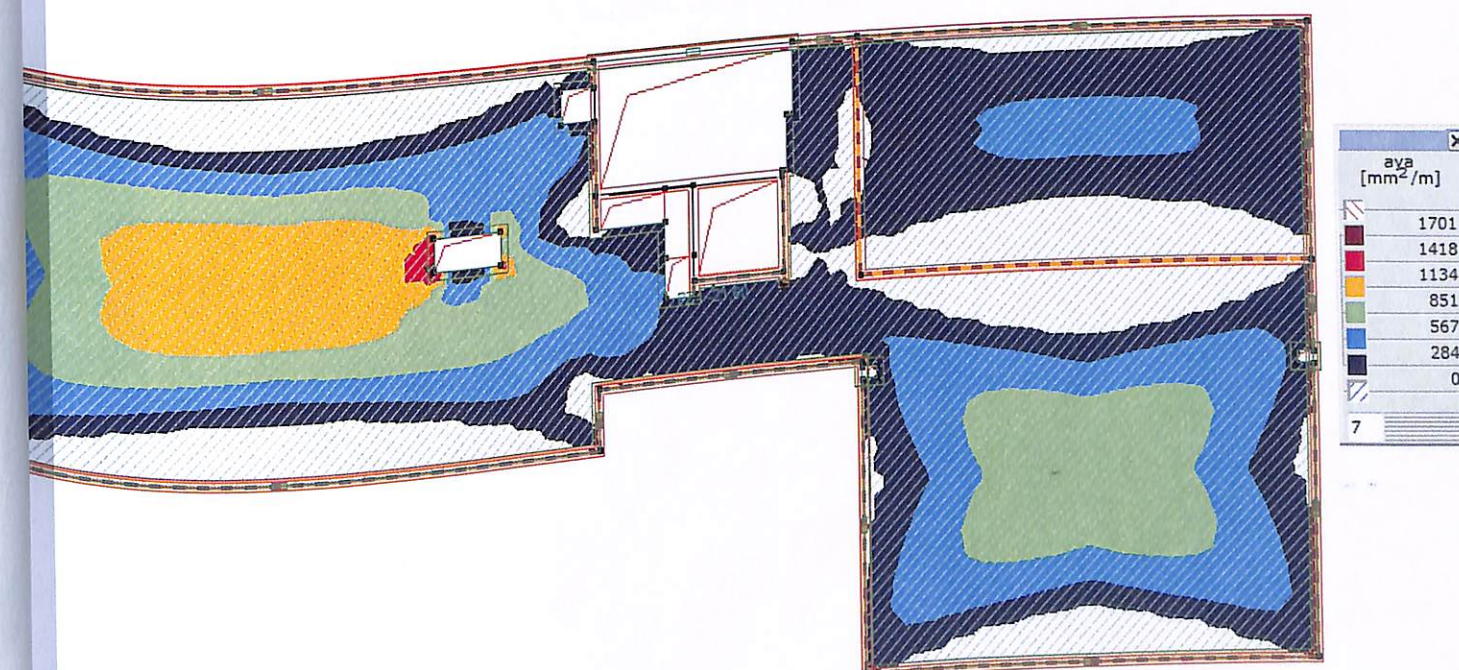
Felső vasalás:
(X irányú felső)



Alsó vasalás:
(X irányú alsó)



Alsó vasalás:
(Y irányú alsó)



3.3.7. Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása

Betonminőség: C25/30 – XO – F2

$$f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

Acélminőség: B500

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

Nyomaték ellenőrzése támasz felett

(1m-es sávon vizsgálva)

Két végén befogott, három támaszú tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték a belső támasz fölött kézi számítás után:

$$M_y = 84,28 \text{ kNm/m}$$

$$84\,280\,000 = 1000 \times 16,67 \times x_c \times (189 - x_c/2)$$

A másodfokú egyenlet megoldása után

$$x_c = 34,38 \text{ mm}$$

$$x_c / d = 34,38 / 189 = 0,19 \rightarrow \text{A húzott vasak megfolynak}$$

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 34,38 = A_s \times 435$$

$$A_s = 1320 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $1557 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 220 - 25 - 6 = 189 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 189$$

$$A_{s_{\min}} = 283,5 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 14/25$ ($616 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$c = 40$

$l_b = 40 \times 12 = 560 \text{ mm}$

választott lehorgonyzási hossz: 600 mm

Toldási hossz:

$l_0 = \max(15\Phi ; 200 \text{ mm})$

$l_0 = 210 \text{ mm}$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés a támasznál, illetve a befogásoknál:

$\Phi 14/150$ ($1026 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$\Phi 14/250 + \Phi 14/150 = 1642 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges vasmenyiség a legjobban igénybevett helyen: $1557 \text{ mm}^2/\text{m}$

$1642 > 1557 \rightarrow$ Elegendő

Nyomaték ellenőrzése mezőben

(1m-es sávon vizsgálva)

Két végén befogott, három támaszú tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték mezőközépen kézi számítás után:

$M_y = 69,05 \text{ kNm/m}$

$69\,050\,000 = 1000 \times 16,67 \times x_c \times (189 - x_c/2)$

A másodfokú egyenlet megoldása után

$x_c = 25,8 \text{ mm}$

$x_c / d = 25,8/189 = 0,13 \rightarrow$ A húzott vasak megfolynak

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 25,13 = A_s \times 435$$

$$A_s = 965 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $1100 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 220 - 25 - 6 = 189 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 189$$

$$A_{s_{\min}} = 282 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 12/150$ ($754 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$$c = 40$$

$$l_b = 40 \times 12 = 480 \text{ mm}$$

választott lehorgonyzási hossz: 500 mm

Toldási hossz:

$$l_0 = \max(15\Phi ; 200 \text{ mm})$$

$$l_0 = 200 \text{ mm}$$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés mezőközépen:

$$\Phi 12/300$$
 ($377 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$\Phi 12/150 + \Phi 12/300 = 1151 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Szükséges vasmennyiség a legjobban igénybevett helyen: $1100 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$1151 > 1146 \rightarrow \text{Elegendő}$$

3.3.8. Nyírás ellenőrzése

Betonkeresztmetszet ellenőrzése nyírásra támasz felett:

Mértékadó nyíróerő:

$$V_{ed} = 70,65 \text{ kN}$$

$$d = 220 - 25 \cdot 6 = 189 \text{ mm}$$

$$c = 0,414$$

$$f_{ctd} = 1,2$$

$$V_{rdc} = c \times b_w \times d \times f_{ctd}$$

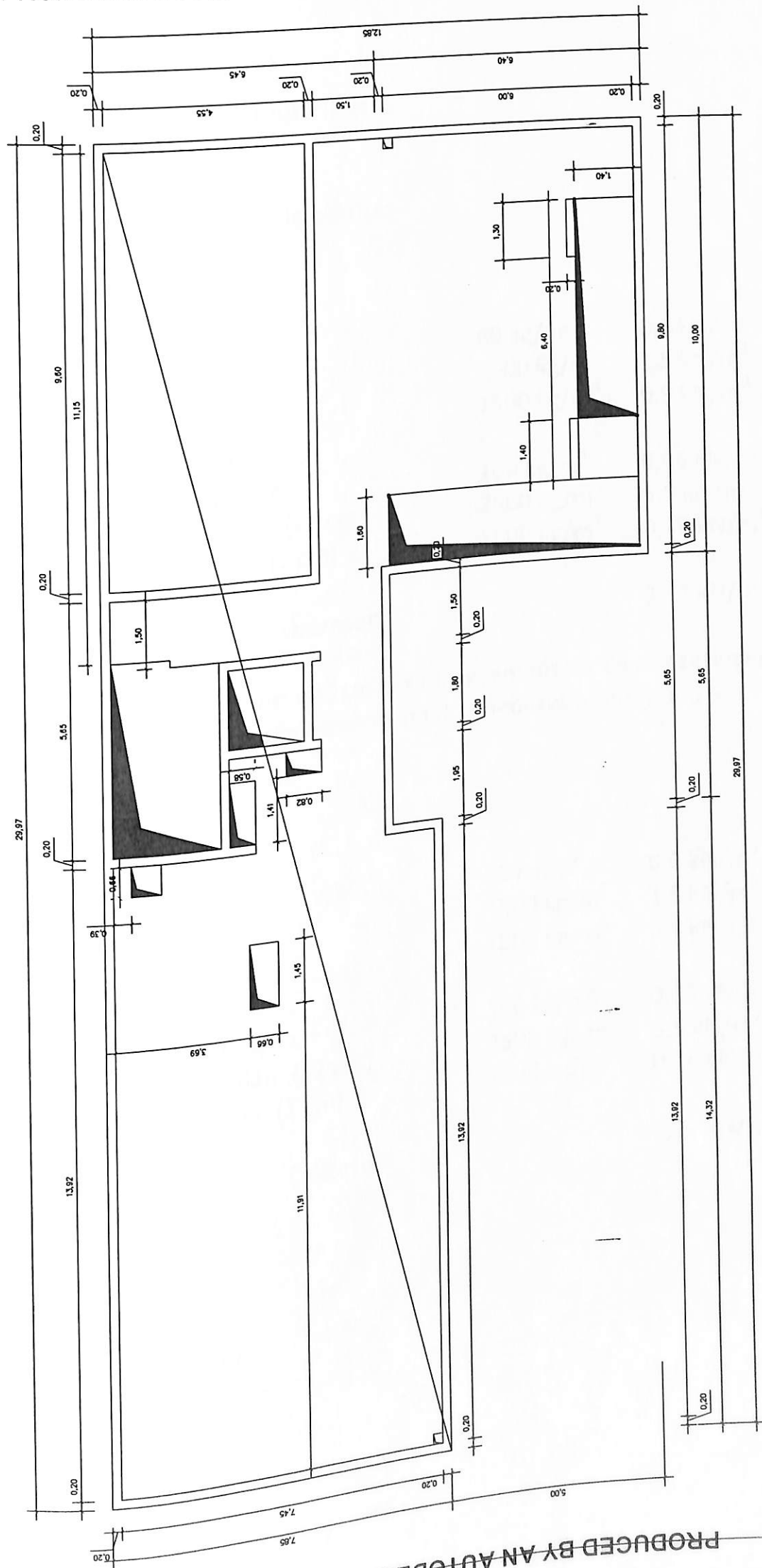
$$V_{rdc} = 0,414 \times 1000 \times 189 \times 1,2$$

$$V_{rdc} = 93,89 \text{ kN}$$

$$V_{rdc} > V_{ed}$$

A beton önmagában megfelel nyírásra.

PRODUCED BY AN AUTOBESK EDUCATIONAL PRODUCT



M1: 100

3.4. 1. emelet és földszint közötti födém

3.4.1. Rétegrend, súlyelemzés

Irodahelyiségeknél:

- 2,5 cm kőlap burkolat	60 kg/m ²	0,6 kN/m ²
- 1,5 cm ágyazat	1500 kg/m ³	1,5 kN/m ²
- 6 cm aljzatbeton	1500 kg/m ³	0,9 kN/m ²
- 1 réteg tech. szigetelés	-	-
- 6 cm lépéshang-szigetelés	100 kg/m ³	0,06 kN/m ²
- monolit vasbeton födém (22 cm)	2500 kg/m ³	5,5 kN/m ²
- cementhabarcs vakolat (1 cm)	1600 kg/m ³	0,16 kN/m ²
Összesen:		8,72 kN/m ²

(A terveken szőnyegpadló szerepel 2cm aljzatkiegyenlítéssel, de az esetleges átalakítások, felújítások és burkolatcserék miatt a nehezebb rétegrend lett figyelembe véve).

Étteremnél:

- 2,5 cm kőlap burkolat	60 kg/m ²	0,6 kN/m ²
- 1,5 cm ágyazat	1500 kg/m ³	1,5 kN/m ²
- 6 cm aljzatbeton	1500 kg/m ³	0,9 kN/m ²
- 1 réteg tech. szigetelés	-	-
- 6 cm lépéshang-szigetelés	100 kg/m ³	0,06 kN/m ²
- monolit vasbeton födém (22 cm)	2500 kg/m ³	5,5 kN/m ²
- cementhabarcs vakolat (1 cm)	1600 kg/m ³	0,16 kN/m ²
Összesen:		8,72 kN/m ²

Biztonsági tényező:

$$\gamma = 1,35$$

Elkent válaszfalteher:

Elkent válaszfalteher alapértéke

$$p_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

Biztonsági tényező:

$$\gamma = 1,35$$

Elkent válaszfalteher tervezési értéke:

$$p_d = p_k \times \gamma$$

$$p_d = 2 \times 1,35 = 2,7 \text{ kN/m}^2$$

3.4.2. Hasznos teher

Hasznos teher alapértéke irodahelyiségeknél

$$q_k = 3 \text{ kN/m}^2$$

Hasznos teher alapértéke az étteremnél

$$q_k = 4 \text{ kN/m}^2$$

Hasznos teher tervezési értéke:

$$P_d = \gamma \times P_k$$

Irodahelyiségeknél:

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

$$\gamma = 1,5$$

Étteremnél:

$$P_d = 4 \times 1,5 = 6 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma = 1,5$$

3.4.3. Teherkombinációk

Tartós tervezési helyzet:

$$\sum \gamma_{Gi} G_{k,i} + \gamma_{Q,j} Q_{k,j} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Irodahelyiségeknél:

$$P_{ed} = 8,72 \times 1,35 + 2 \times 1,35 + 3 \times 1,5$$

$$P_{ed} = 18,97 \text{ kN/m}^2$$

Étteremnél:

$$P_{ed} = 8,72 \times 1,35 + 2 \times 1,35 + 4 \times 1,5$$

$$P_{ed} = 20,47 \text{ kN/m}^2$$

3.4.4. Axis modell leírása

Mértékadó teheresetként a tartós tervezési helyzet került a modellbe.

A támaszok merevségét megállapító számításnál a falak alul-felül

befogottakként lettek megállapítva.

A támaszok merevségét az Axis-program számolta a megadott paraméterek alapján.

A lehajlás megállapításánál az Axis modell nem veszi figyelembe a vasalást, illetve nem a berepedt betonkeresztmetszettel veszi figyelembe, ezért a lehajlás utólag pontos kézi számítással ellenőrzött.

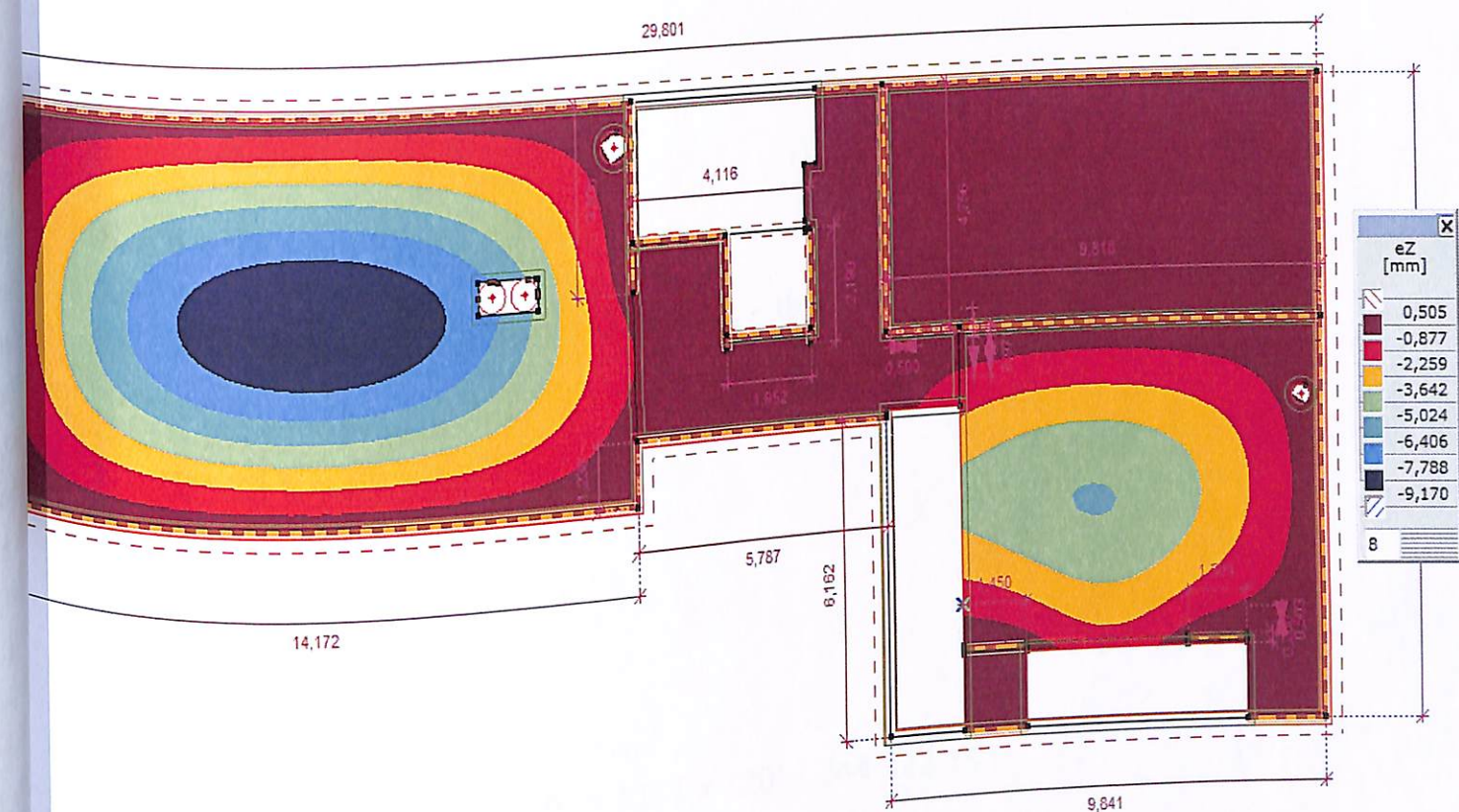
A parciális leterhelés megvalósításához külön tartományokra osztott a födémlemez.

Parciális leterhelés után a hasznos terhek 1,5-szörösével megnövelt teher

bizonyult mértékadónak.

3.4.5. Lehajlás ellenőrzése számítással

AXIS-sal számított lehajlás:



Mértékadó lehajlás mezőközépen : 9,17 mm

Ellenőrzés:

$$w = (1-\xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

Statikai modell: mindkét végén befogott, egyenletesen megoszló teherrel terhelt lemez (1m-es sávon vizsgálva a mértékadó helyen, mezőközépnél).

$$w_1 = (1/384) \times (Pq_p \times l^4 / E_{\text{eff}} \times I_1)$$

$$E_{\text{eff}} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$l = 7,63 \text{ m}$$

$$Pq_p = 13,72 \text{ kN/m}$$

$$I_1 = (b_{c1}^3 / 3) + b(h-c_1) / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{eff}$$

$$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$$

$$E_{eff} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\alpha_e = 200 \text{ kN/mm}^2 / 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\alpha_e = 21,505 [0]$$

$$A_1 = b \times h + \alpha_e \times A_{s1}$$

$$b = 1\text{m}$$

$$h = (\Phi 12\text{-es hálóval számítva}) = 220 - c_{nom} - \Phi/2$$

$$c_{nom} = 10 + 15 = 25 \text{ mm}$$

$$h = 220 - 25 - 6 = 189 \text{ mm}$$

$$A_s = 1151 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_1 = 1000 \times 220 + 21,505 \times 1151$$

$$A_1 = 244 \text{ 322,15 mm}^2$$

$$c_1 = [(b \times h^2)/2 + \alpha_e \times A_{s1} \times d_1] / A_1$$

$$c_1 = (1000 \times 220^2 / 2 + 21,505 \times 1151 \times 220) / 244 \text{ 322,15}$$

$$c_1 = 120,95 \text{ mm}$$

$$I_1 = (b \times c_1^3 / 3) + [b \times (h - c_1)^3 / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)^2]$$

$$I_1 = 1000 \times 120,95^3 / 3 + 1000 \times (220 - 120,95)^3 + 21,505 \times 1151 \times (220 - 120,95)^2$$

$$I_1 = 847 \text{ 464 198,5 mm}^4$$

$$w_1 = (1 / 384) \times [(13,72 \times 7630^4) / (9,3 \times 10^3 \times 847 \text{ 464 198,5})]$$

$$w_1 = 18,78 \text{ mm}$$

$$1/3 \times c_2^2 \times b + \alpha_e \times (c_2 - d_1) \times A_{s1} = 0$$

$$c_2 = X$$

$$1/3 \times X^2 \times 1000 + 21,505 \times (X - 220) \times 1151 = 0$$

A másodfokú egyenlet megoldása után:

$$c_2 = 61,035 \text{ mm}$$

$$I_2 = (b \times c_2^3 / 3) + \alpha_e \times A s_1 \times (d_1 - c_2)^2$$

$$I_2 = (1000 \times 61,035^3 / 3) + 21,505 \times 1151 \times (220 - 61,035)^2$$

$$\underline{I_2 = 375\,096\,529\,\text{mm}^4}$$

$$w_2 = [(1/384) \times (13,27 \times 7630^4)] / (9,3 \times 10^3 \times 375\,096\,529)$$

$$\underline{w_2 = 7,85\,\text{mm}}$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (M_{cr} / M)$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \times I_1 / (h - c_1)$$

$$f_{ctm} = 2,6\,\text{N/mm}^2$$

$$M_{cr} = 2,6 \times 847\,464\,198,5 / (220 - 120,95)$$

$$M_{cr} = 17\,905\,011,24\,\text{Nmm}$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (17\,905\,011,24 / 375\,096\,529)$$

$$\underline{\xi = 0,023}$$

$$\underline{1 - \xi = 0,977}$$

$$w = (1 - \xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

$$w = 0,977 \times 18,78\,\text{mm} + 0,023 \times 7,85\,\text{mm}$$

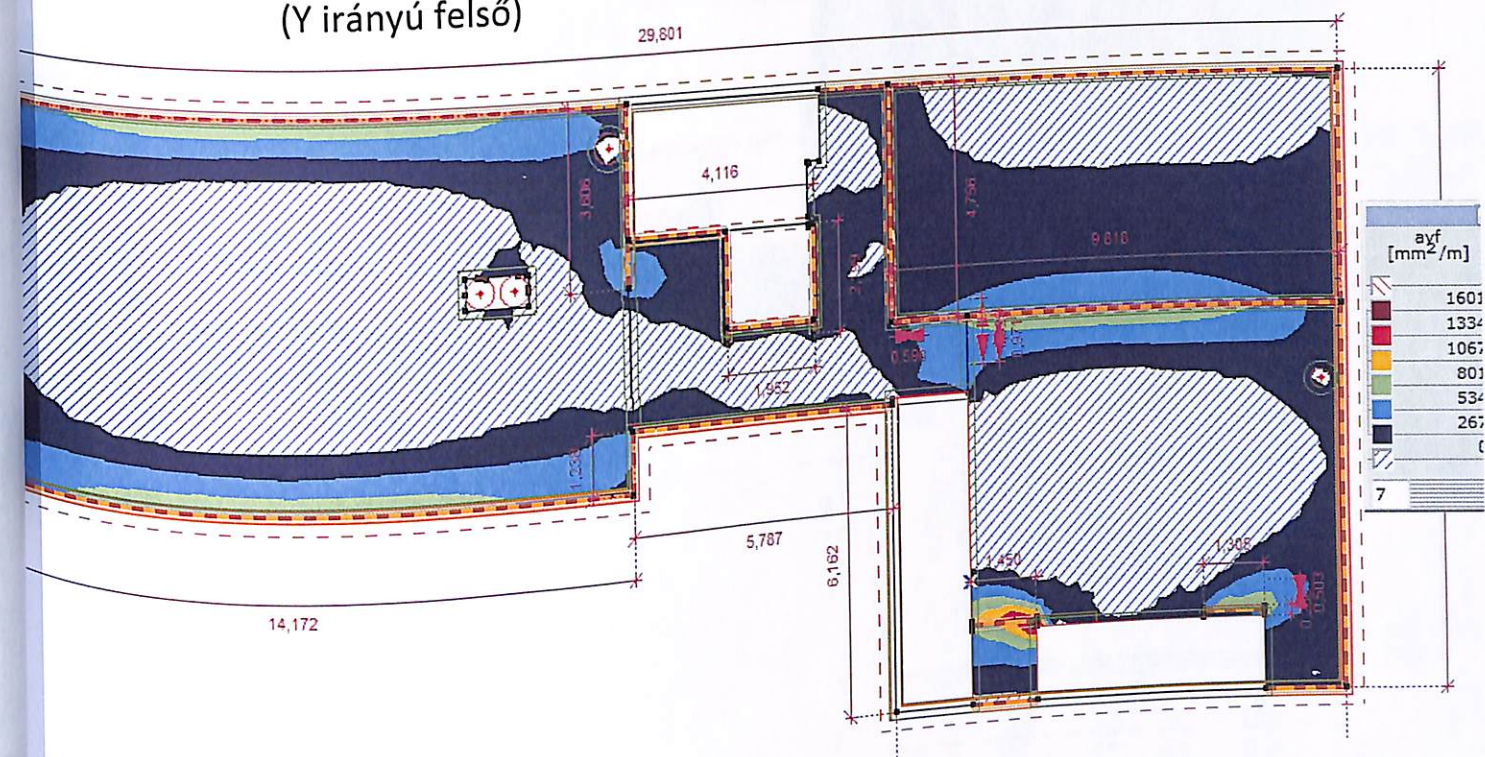
$$\underline{w = 18,52\,\text{mm}}$$

$$L/250 = 30,52\,\text{mm}$$

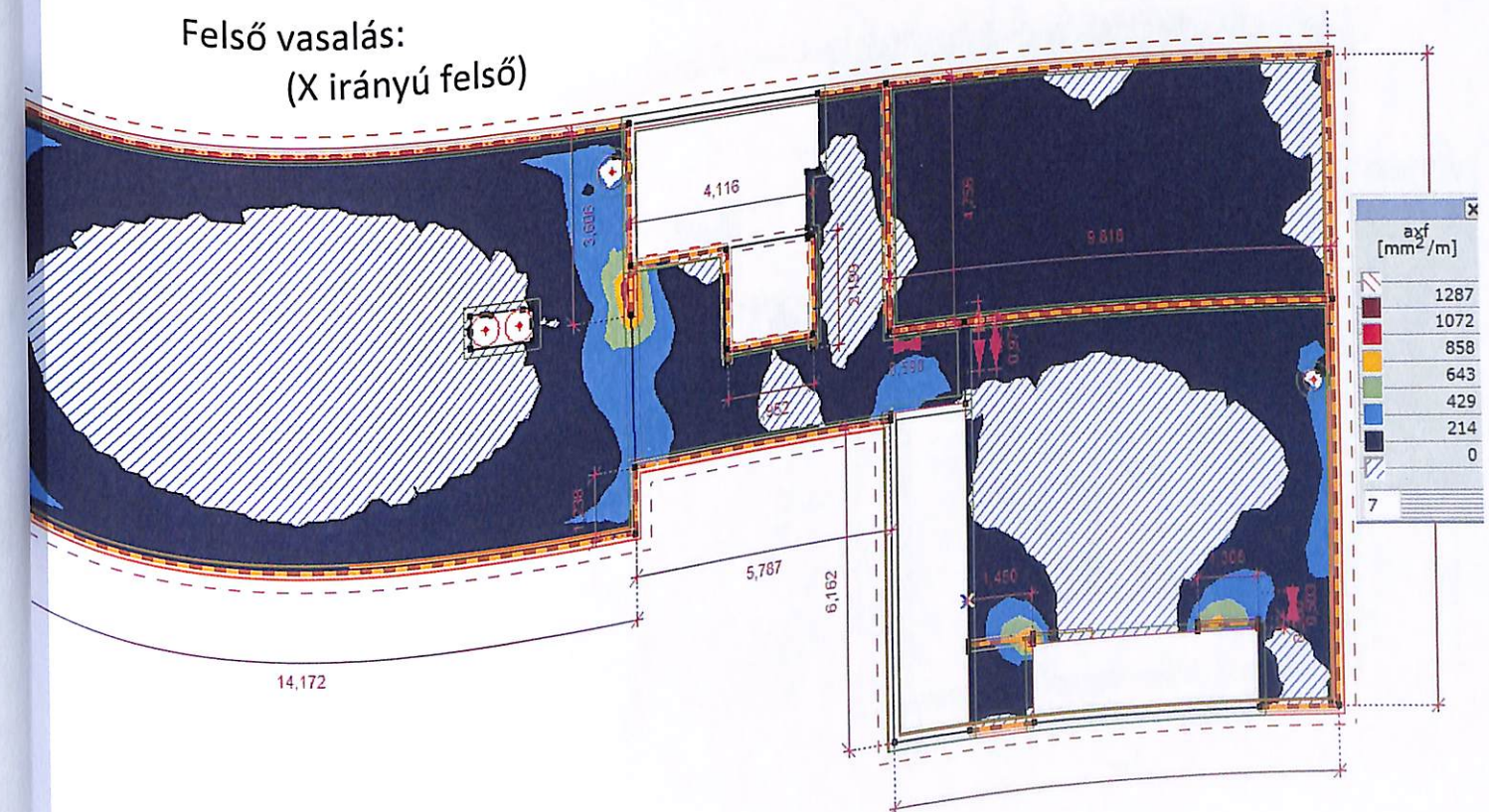
$$\underline{30,52 > 18,52 \rightarrow \text{megfelel}}$$

3.4.6. AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek

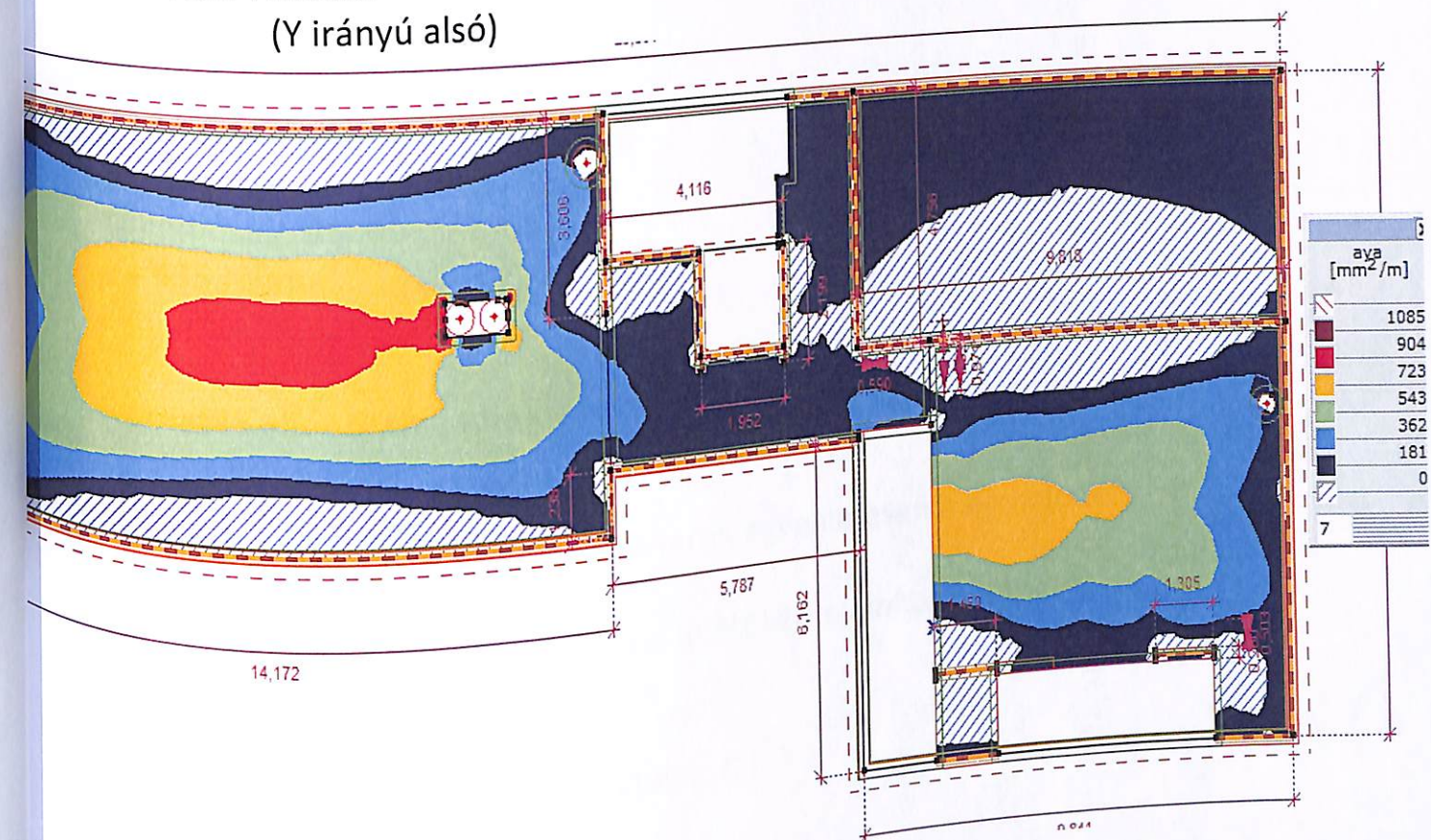
Felső vasalás:
(Y irányú felső)



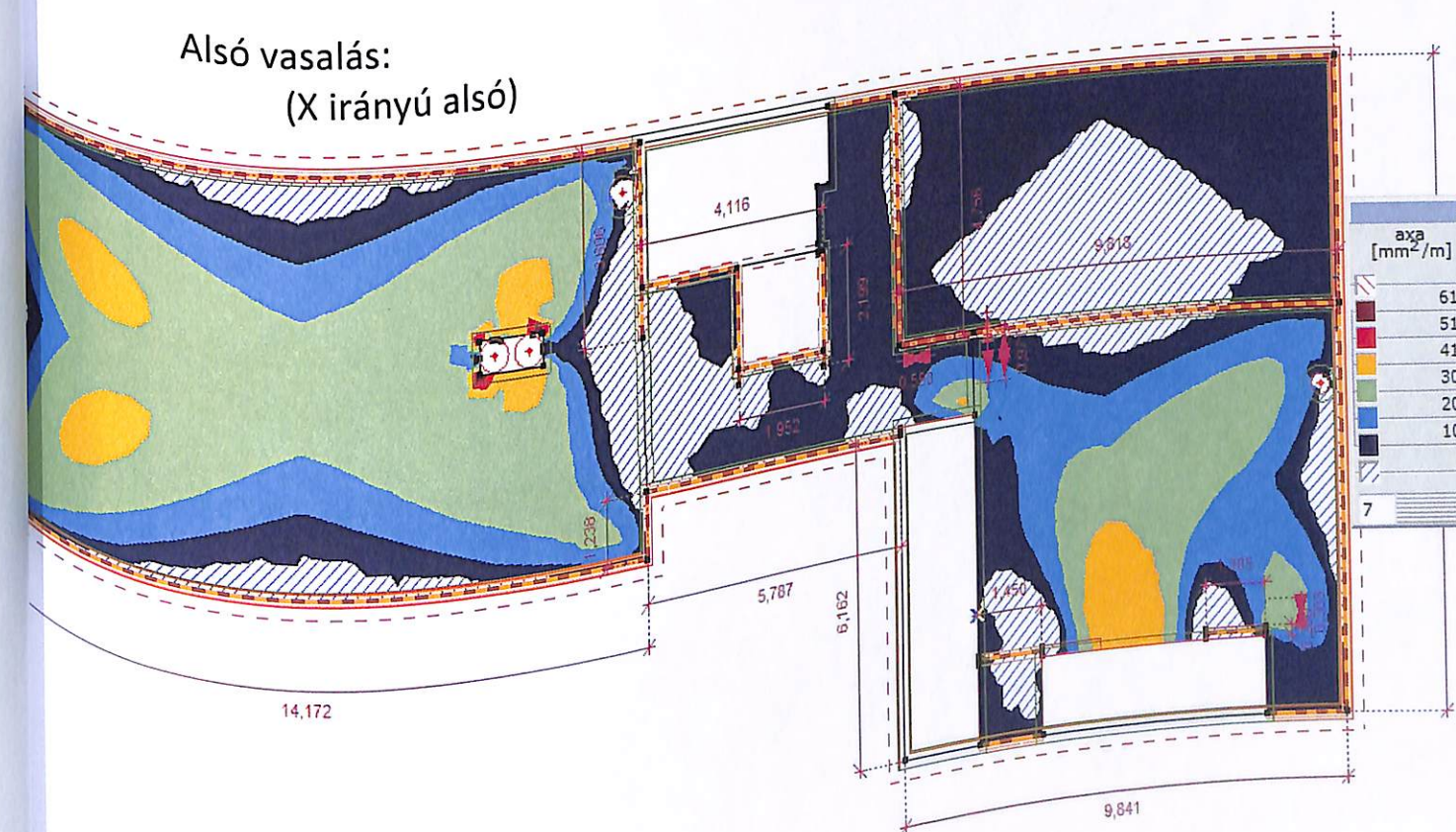
Felső vasalás:
(X irányú felső)



Alsó vasalás:
(Y irányú alsó)



Alsó vasalás:
(X irányú alsó)



3.4.7. Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása

Betonminőség: C25/30 – XO – F2

$$f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

Acélminőség: B500

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

Nyomaték ellenőrzése támasz felett

(1m-es sávon vizsgálva)

Két végén befogott, három támaszú tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték a belső támasz fölött kézi számítás után:

$$M_y = 86,67 \text{ kNm/m}$$

$$86\,670\,000 = 1000 \times 16,67 \times x_c \times (189 - x_c/2)$$

A másodfokú egyenlet megoldása után

$$x_c = 38,17 \text{ mm}$$

$$x_c / d = 38,17/189 = 0,21 \rightarrow \text{A húzott vasak megfolynak}$$

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 38,17 = A_s \times 435$$

$$A_s = 1472,27 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $1608 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 220 - 25 - 6 = 189 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 189$$

$$A_{s_{\min}} = 283,5 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 10/25$ ($314 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$c = 40$

$l_b = 40 \times 10 = 400 \text{ mm}$

választott lehorgonyzási hossz: 400 mm

Toldási hossz:

$l_0 = \max(15\Phi ; 200 \text{ mm})$

$l_0 = 200 \text{ mm}$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés a támasznál, illetve a befogásoknál:

$\Phi 16/150$ ($1340 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$\Phi 10/250 + \Phi 16/150 = 1654 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges vasmenyiség a legjobban igénybevett helyen: $1608 \text{ mm}^2/\text{m}$

$1654 > 1608 \rightarrow$ Elegendő

Nyomaték ellenőrzése mezőben

(1m-es sávon vizsgálva)

Két végén befogott, három támaszú tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték mezőközépen kézi számítás után:

$M_y = 73,28 \text{ kNm/m}$

$73\,280\,000 = 1000 \times 16,67 \times x_c \times (189 - x_c/2)$

A másodfokú egyenlet megoldása után

$x_c = 26,04 \text{ mm}$

$x_c / d = 26,04/189 = 0,145 \rightarrow$ A húzott vasak megfolynak

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 25,13 = A_s \times 435$$

$$A_s = 998 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $1085 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 220 - 25 - 6 = 189 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 189$$

$$A_{s_{\min}} = 282 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 14/200$ ($770 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$$c = 40$$

$$l_b = 40 \times 12 = 480 \text{ mm}$$

választott lehorgonyzási hossz: 500 mm

Toldási hossz:

$$l_0 = \max(15\Phi ; 200 \text{ mm})$$

$$l_0 = 200 \text{ mm}$$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés mezőközépen:

$\Phi 10/200$ ($393 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$\Phi 14/200 + \Phi 10/300 = 1163 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Szükséges vasmennyiség a legjobban igénybevett helyen: $1085 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$1163 > 1085 \rightarrow \text{Elegendő}$$

3.4.8. Nyírás ellenőrzése

Betonkeresztmetszet ellenőrzése nyírásra támasz felett:

Mértékadó nyíróerő:

$$V_{ed} = 184 \text{ kN}$$

$$d = 220 - 25 \cdot 6 = 189 \text{ mm}$$

$$c = 0,414$$

$$f_{ctd} = 1,2$$

$$V_{rdc} = c \times b_w \times d \times f_{ctd}$$

$$V_{rdc} = 0,414 \times 1000 \times 189 \times 1,2$$

$$V_{rdc} = 93,89 \text{ kN}$$

$$V_{rdc} < V_{ed}$$

A beton önmagában nem felel meg nyírásra. $\rightarrow$ Nyírási vasalás szükséges.

A nyírási vasalás kétoldali tüskesorral készül.

7 ϕ 10-es tüskével méterenként:

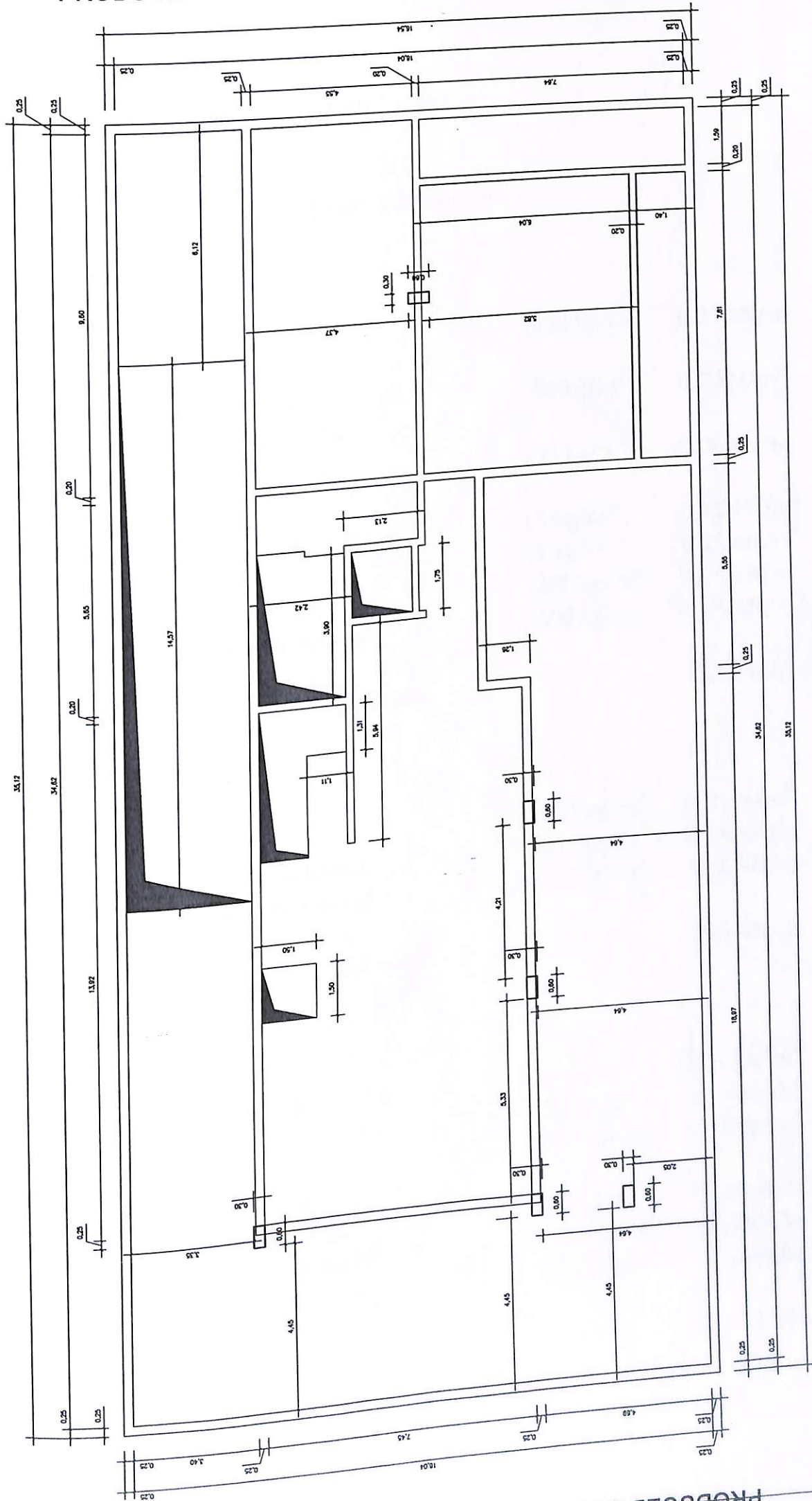
$$184\,000 = (0,9 \times 189 / S_s) \times 435 \times 550$$

$$S_s = 220,909$$

$$S_{salk} = 200 \text{ mm}$$

A földszint feletti födém vasalási terve az S5 és S6 jelű terveken található.

PRODUCED BY AN AUTOBESK EDUCATIONAL PRODUCT



M1: 100

3.5. Földszint és pinceszint közötti födém

3.5.1. Rétegrend, súlyelemzés

Zöldtetőnél:

- 50 cm termőközeg	1250 kg/m ³	6,25 kN/m ²
- 1 rtg. geotextília	-	
- 10 cm agyagkavics réteg	700 kg/m ³	0,7 kN/m ²
- 2 cm felületszivárgó lemez	-	
- 6 extrudált hőszigetelés	100 kg/m ³	0,06 kN/m ²
- 1 rtg. szig. védő lemez	-	
- 1 rtg. gyökérálló vízszigetelés	15 kg/m ²	0,15 kN/m ²
- 1 rtg. filc	15 kg/m ²	0,15 kN/m ²
- 13 cm lejtést adó beton	1200 kg/m ³	1,56 kN/m ²
- 25 cm vb. teherhordó lemez	2500 kg/m ³	6,25 kN/m ²
		15,12 kN/m ²

Összesen:

Kocsilejárónál:

- 6 cm kopóréteg	1500 kg/m ³	0,9 kN/m ²
- 25 cm vb. teherhordó lemez	2500 kg/m ³	6,25 kN/m ²
- 1 cm cementhabarcs vakolat	1600 kg/m ³	0,16 kN/m ²
		7,31 kN/m ²

Összesen:

Étteremnél:

- 2,5 cm kőlap burkolat	60 kg/m ²	0,6 kN/m ²
- 1,5 cm ágyazat	1500 kg/m ³	1,5 kN/m ²
- 6 cm aljzatbeton	1500 kg/m ³	0,9 kN/m ²
- 1 réteg tech. szigetelés	-	
- 6 cm lépéshang-szigetelés	100 kg/m ³	0,06 kN/m ²
- monolit vasbeton födém (25 cm)	2500 kg/m ³	6,25 kN/m ²
- cementhabarcs vakolat (1 cm)	1600 kg/m ³	0,16 kN/m ²
		9,47 kN/m ²

Összesen:

Biztonsági tényező:
 $\gamma = 1,35$

Elkent válaszfalteher:

Elkent válaszfalteher alapértéke
 $p_k = 2 \text{ kN/m}^2$

Biztonsági tényező:
 $\gamma = 1,35$

3.5.2. Hasznos teher

Hasznos teher alapértéke zöldtetőnél
 $q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$

Hasznos teher alapértéke az értteremnél
 $q_k = 4 \text{ kN/m}^2$

Hasznos teher alapértéke kocsilejárónál
 $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Hasznos teher tervezési értéke:
 $P_d = \gamma \times P_k$

Zöldtetőnél:
 $q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$

$P_d = 0,4 \times 1,5 = 0,6 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma = 1,5$

Értteremnél:

$P_d = 4 \times 1,5 = 6 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma = 1,5$

Kocsilejárónál:
 $P_d = 2,5 \times 1,5 = 3,75 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma = 1,5$

3.5.3. Hóteher

Tengerszint feletti magasság (Debrecen): 160m

Szintmagasság: 0 m (talajszint)

Összesen: 160 m

Hóteher alapértéke:

$$S_{(k)} = 1,0 \times 1,0 \times 0,8 \times 1,25 = 1 \text{ kN/m}^2$$

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

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

$$\mu = 0,8$$

Biztonsági tényező $\gamma = 1,5$

Hóteher tervezési értéke:

$$S_d = S_{(k)} \times \gamma = 1,0 \times 1,5 = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

3.5.4. Teherkombinációk

Tartós tervezési helyzet:

$$\sum \gamma_{Gi} G_{k,i} + \gamma_{Q,j} Q_{k,j} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Zöldtetőnél:

$$P_{ed} = 15,12 \times 1,35 + 0,4 \times 1,5 + 1,0 \times 1,5$$

$$P_{ed} = 22,51 \text{ kN/m}^2$$

Kocsilejáronál:

$$P_{ed} = 7,31 \times 1,35 + 2,5 \times 1,5$$

$$P_{ed} = 13,62 \text{ kN/m}^2$$

Étteremnél:

$$P_{ed} = 9,47 \times 1,35 + 2 \times 1,35 + 4 \times 1,5$$

$$P_{ed} = 21,48 \text{ kN/m}^2$$

3.5.4. Axis modell leírása

Mértékadó teheresetként a tartós tervezési helyzet került a modellbe. A támaszok merevségét megállapító számításnál a falak alul-felül befogottakként lettek megállapítva.

A támaszok merevségét az Axis-program számolta a megadott paraméterek alapján.

A lehajlás megállapításánál az Axis modell nem veszi figyelembe a vasalást, illetve nem a berepedt betonkeresztmetszettel veszi figyelembe, ezért a lehajlás utólag pontos kézi számítással ellenőrzött.

A parciális leterhelés megvalósításához külön tartományokra osztott a födémlemez.

Parciális leterhelés után a hasznos terhek 1,5-szörösével megnövelt teher bizonyult mértékadónak.

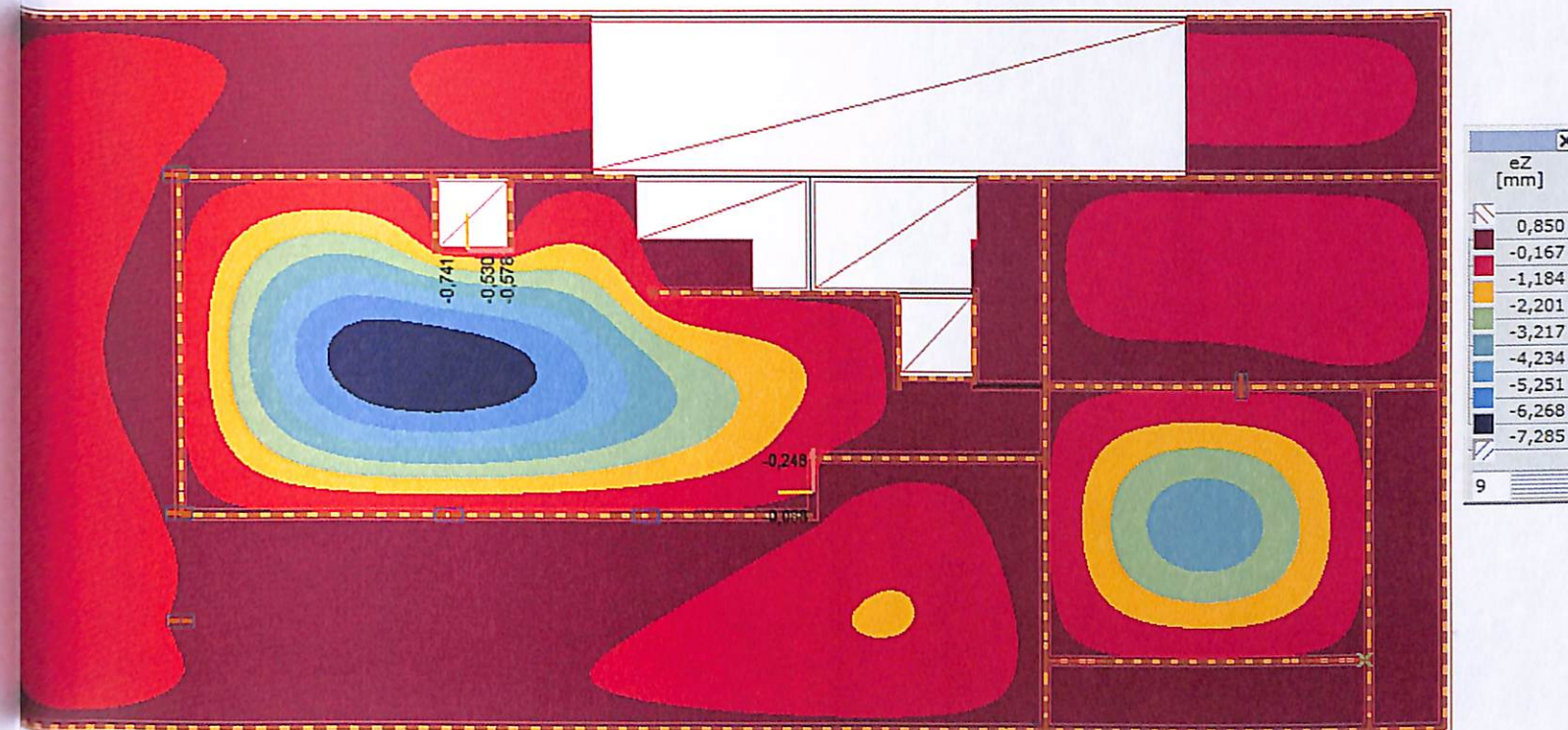
A bordák bordaként lettek felvéve, 30 x 70 cm-es mérettel.

A pillérek a pontosabb eredmények érdekében 60 cm hosszúságú, 30 cm szélességű falcsonkokként lettek modellezve. Ezeknek merevségei szintén a program által számítottak, a megadott paraméterek alapján.

A földszintről a födémre terhel a lépcső fölé nyúló födémszakaszt alátámasztó 2 db falszakasz által hordott teher, és ezeknek az önsúlya. Ennek a tehernek az értéke szintén a program által számított, kézi számítással ellenőrzött. Az ezekből származó megoszló teher tervezési értéke a biztonság javára felfelé kerekítve 250, illetve 300 kN méterenként. Ezen falszakaszok alatt szintén borda került a födémlemez alá a fent megadott méretekkel.

3.5.5. Lehajlás ellenőrzése számítással

AXIS-sal számított lehajlás:



Mértékadó lehajlás mezőközépen : 7,28 mm

Ellenőrzés:

$$w = (1-\xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

Statikai modell: mindkét végén befogott, egyenletesen megoszló teherrel terhelt lemez (1m-es sávon vizsgálva a mértékadó helyen, mezőközépnél).

$$w_1 = (1/384) \times (Pq_p \times l^4 / E_{c_{eff}} \times I_1)$$

$$E_{c_{eff}} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$l = 6,10 \text{ m}$$

$$Pq_p = 15,47 \text{ kN/m}$$

$$I_1 = (b_{c1}^3 / 3) + b(h-c_1) / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)$$

$$\alpha_e = E_s / E_{eff}$$

$$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$$

$$E_{c_{eff}} = 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\alpha_e = 200 \text{ kN/mm}^2 / 9,3 \text{ kN/mm}^2$$

$$\alpha_e = 21,505 [0]$$

$$A_1 = b \times h + \alpha_e \times A_{s1}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$h = (\Phi 12\text{-es hálóval számítva}) = 250 - c_{nom} - \Phi/2$$

$$c_{nom} = 10 + 15 = 25 \text{ mm}$$

$$h = 250 - 25 - 6 = 219 \text{ mm}$$

$$A_s = 1335 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_1 = 1000 \times 250 + 21,505 \times 1335$$

$$A_1 = 247,71 \text{ mm}^2$$

$$c_1 = [(b \times h^2)/2 + \alpha_e \times A_{s1} \times d_1] / A_1$$

$$c_1 = (1000 \times 250^2 / 2 + 21,505 \times 1151 \times 250) / 247,71$$

$$c_1 = 142,55 \text{ mm}$$

$$I_1 = (b \times c_1^3 / 3) + [b \times (h - c_1)^3 / 3 + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_1)^2]$$

$$I_1 = 1000 \times 142,55^3 / 3 + 1000 \times (250 - 142,55)^3 / 3 + 21,505 \times 1335 \times (250 - 142,55)^2$$

$$I_1 = 1\,247\,185\,198,5 \text{ mm}^4$$

$$w_1 = (1 / 384) \times [(15,47 \times 6100^4) / (9,3 \times 10^3 \times 1\,247\,185\,198,5)]$$

$$w_1 = 15,56 \text{ mm}$$

$$1/3 \times c_2^2 \times b + \alpha_e \times (c_2 - d_1) \times A_{s1} = 0$$

$$c_2 = X$$

$$1/3 \times X^2 \times 1000 + 21,505 \times (X - 250) \times 1335 = 0$$

A másodfokú egyenlet megoldása után:

$$c_2 = 89,16 \text{ mm}$$

$$I_2 = (b \times c_2^3 / 3) + \alpha_e \times A_{s1} \times (d_1 - c_2)^2$$

$$I_2 = (1000 \times 89,16^3 / 3) + 21,505 \times 1335 \times (250 - 89,16)^2$$

$$I_2 = 415\,374\,100 \text{ mm}^4$$

$$w_2 = [(1/384) \times (15,47 \times 6100^4)] / (9,3 \times 10^3 \times 415\,374\,100)$$

$$w_2 = 6,77 \text{ mm}$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (M_{cr}/M)$$

$$M_{cr} = f_{c_{tm}} \times I_1 / (h - c_1)$$

$$f_{c_{tm}} = 2,6 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{cr} = 2,6 \times 1\,247\,185\,198,5 / (250 - 142,55)$$

$$M_{cr} = 19\,935\,071,24 \text{ Nmm}$$

$$\xi = 1 - 0,5 \times (19\,935\,071,24 / 415\,374\,100)$$

$$\xi = 0,109$$

$$1 - \xi = 0,891$$

$$w = (1 - \xi) \times w_1 + \xi \times w_2$$

$$w = 0,891 \times 15,56 \text{ mm} + 0,109 \times 6,77 \text{ mm}$$

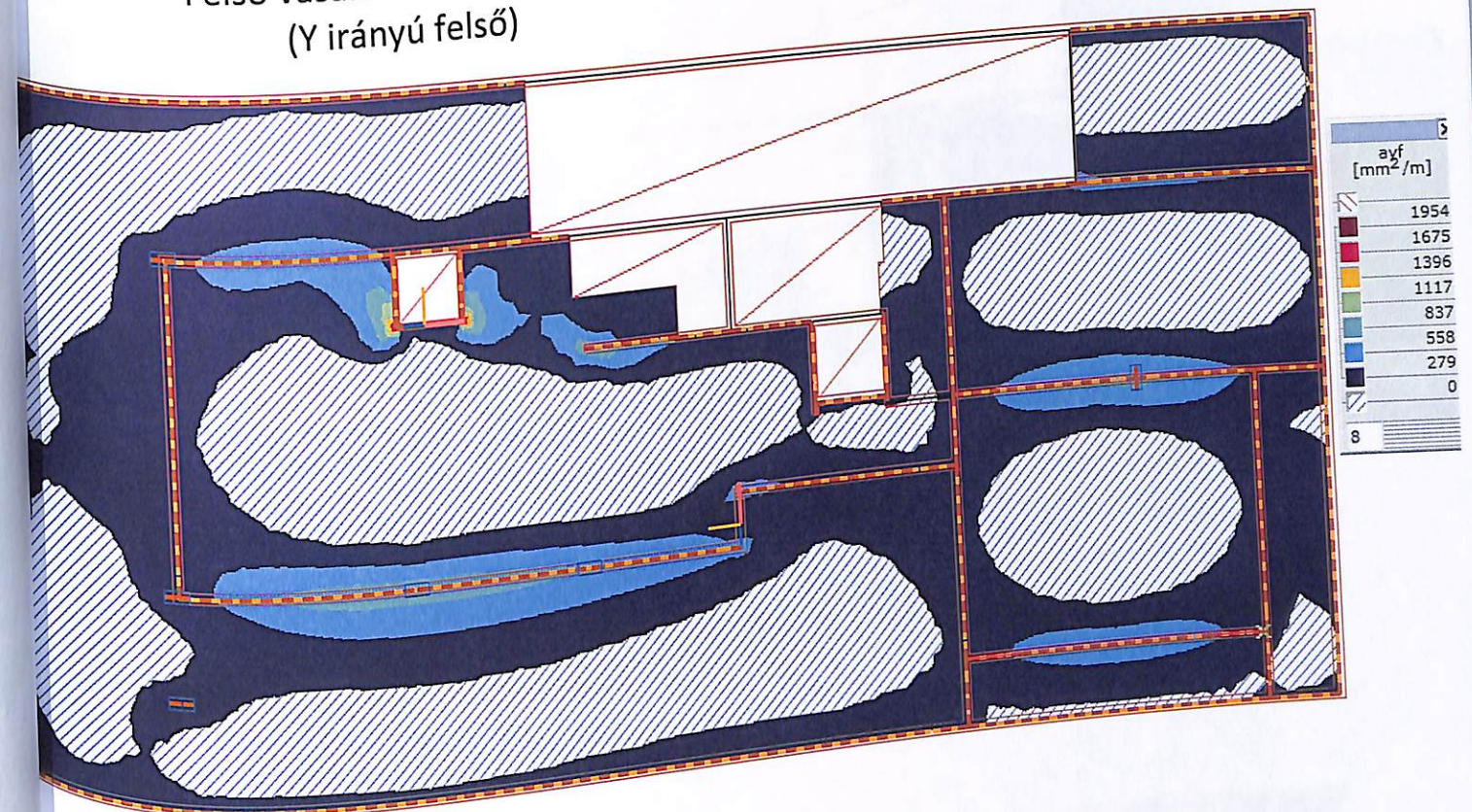
$$w = 14,60 \text{ mm}$$

$$L/250 = 30,52 \text{ mm}$$

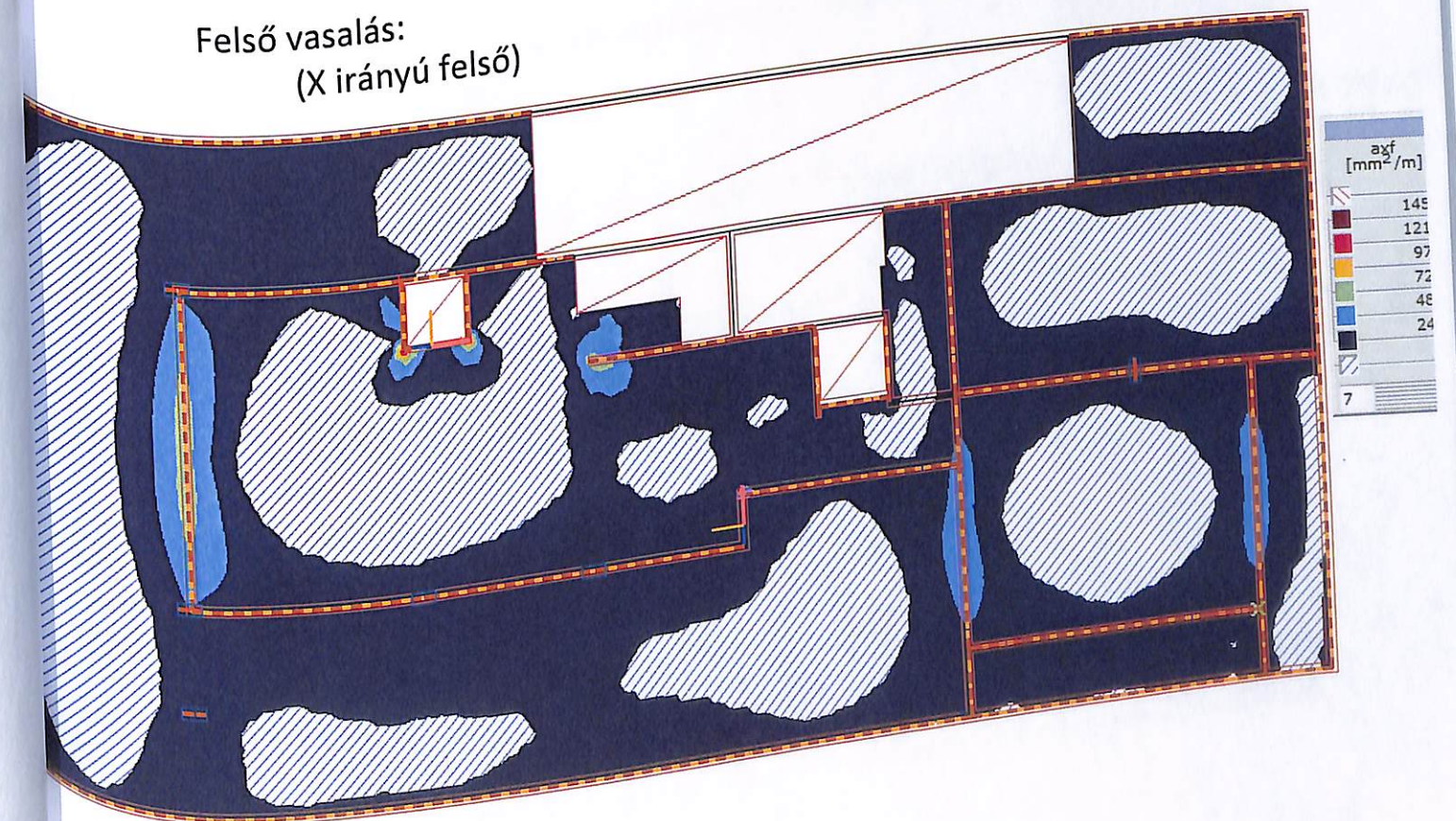
$$30,52 > 14,60 \rightarrow \text{megfelel}$$

3.5.6. AXIS-sal számított szükséges vasmennyiségek

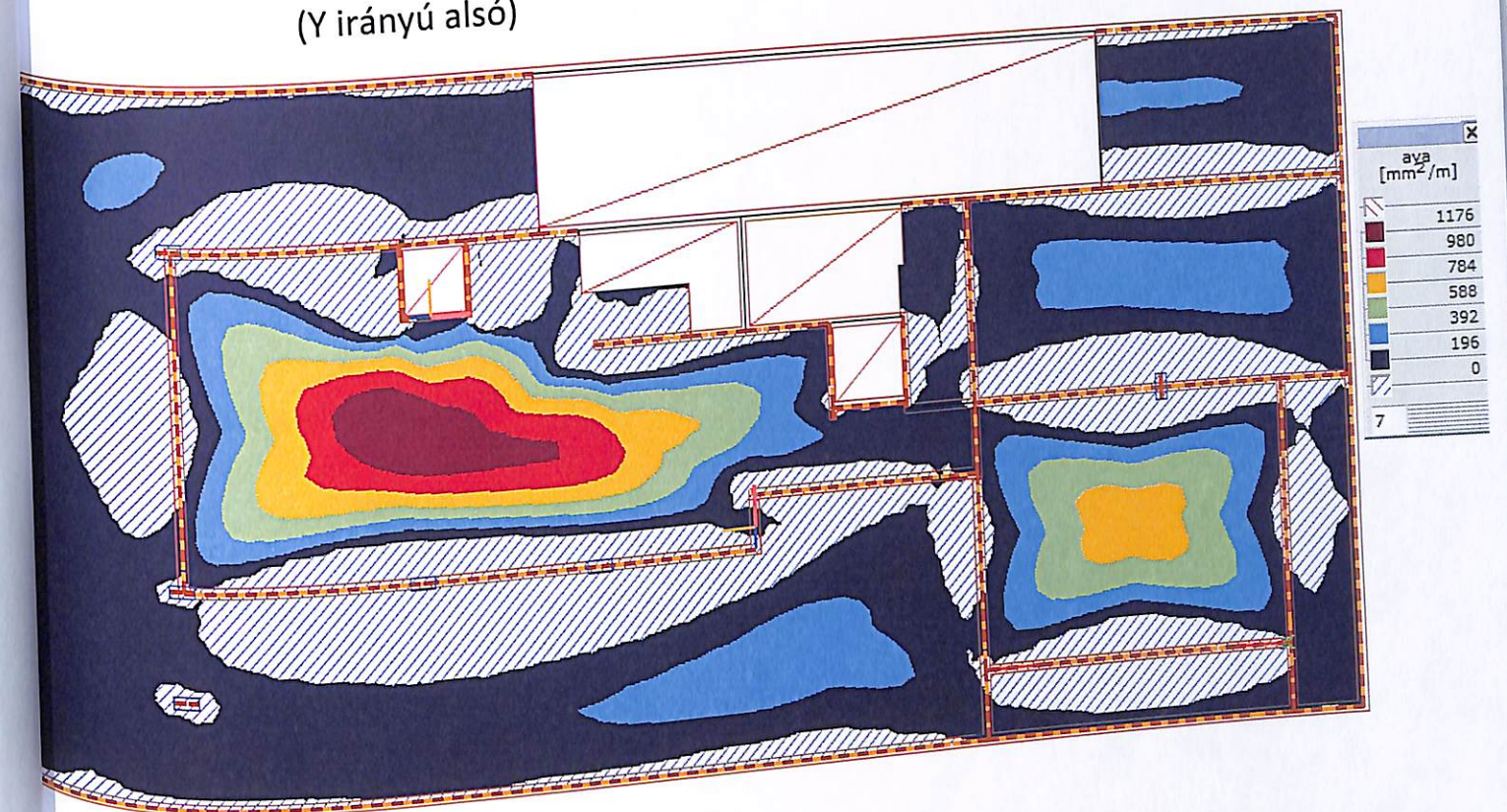
Felső vasalás:
(Y irányú felső)



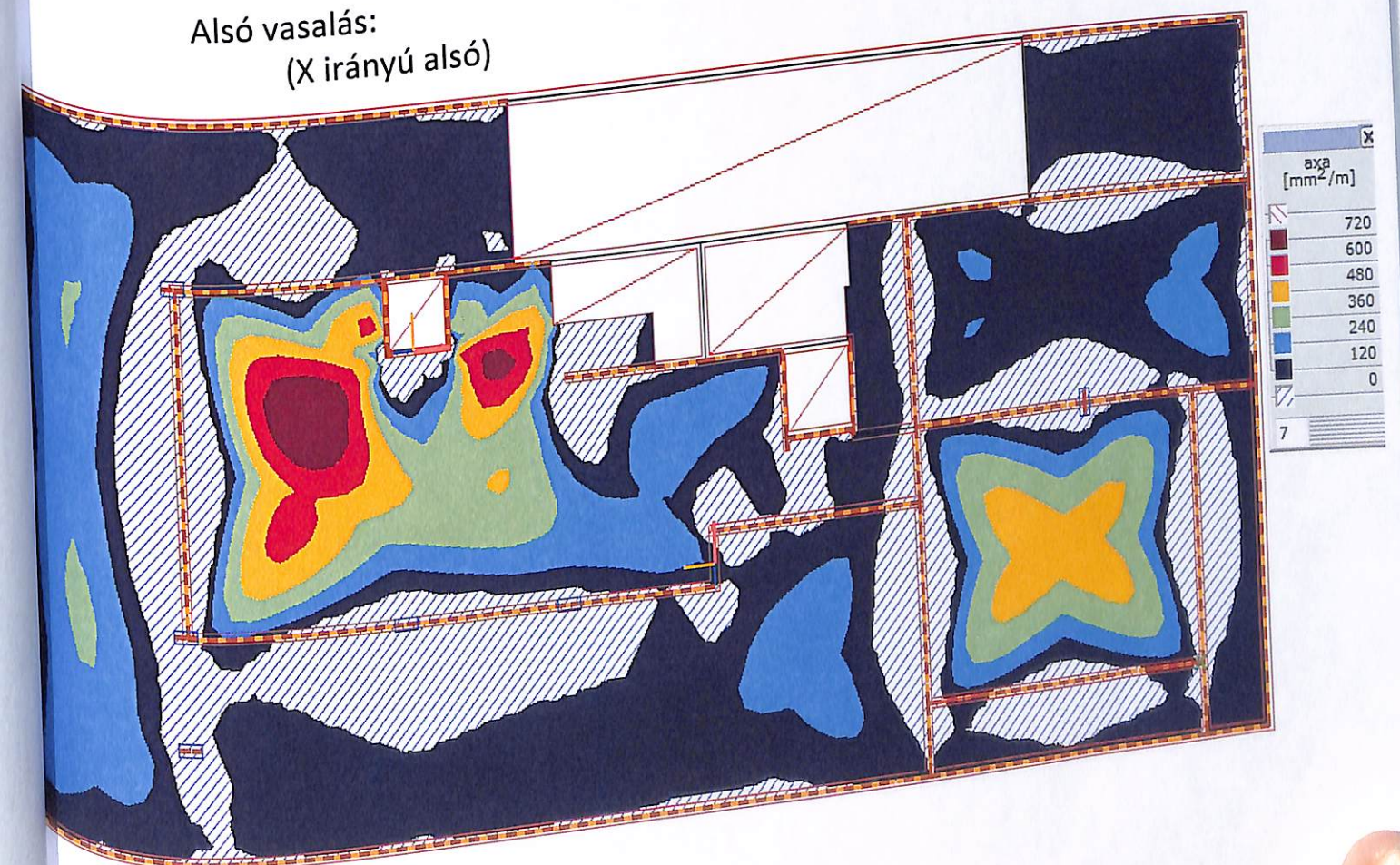
Felső vasalás:
(X irányú felső)



Alsó vasalás:
(Y irányú alsó)



Alsó vasalás:
(X irányú alsó)



3.5.7. Vasalás kialakítása, vasmennyiségek számítása

Betonminőség: C25/30 – XO – F2
 $f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$

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

Nyomaték ellenőrzése támasz felett

(1m-es sávon vizsgálva)
Két végén befogott tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték a belső támasz fölött kézi számítás után:

$$M_y = 37,68 \text{ kNm/m}$$

$$37\,680\,000 = 1000 \times 16,67 \times x_c \times (219 - x_c/2)$$

A másodfokú egyenlet megoldása után

$$x_c = 27,60 \text{ mm}$$

$$x_c / d = 27,60/219 = 0,126 \rightarrow \text{A húzott vasak megfolynak}$$

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 27,60 = A_s \times 435$$

$$A_s = 1057 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $1117 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 250 - 25 - 6 = 219 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 219$$

$$A_{s_{\min}} = 329,5 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 12/200$ ($565 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$$c = 40$$

$$l_b = 40 \times 12 = 480 \text{ mm}$$

választott lehorgonyzási hossz: 500 mm

Toldási hossz:

$$l_0 = \max(15\Phi ; 200 \text{ mm})$$

$$l_0 = 200 \text{ mm}$$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés a támasznál, illetve a befogásoknál:
 $\Phi 14/200$ ($770 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$\Phi 12/200 + \Phi 14/200 = 1335 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Szükséges vasmenyiség a legjobban igénybevett helyen: $1117 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$1335 > 1117 \rightarrow \text{Elegendő}$$

Nyomaték ellenőrzése mezőben

(1m-es sávon vizsgálva)

Két végén befogott tartó, egyenletesen megoszló teherrel.

Mértékadó nyomaték mezőközépen kézi számítás után:

$$M_y = 36,05 \text{ kNm/m}$$

$$36\,050\,000 = 1000 \times 16,67 \times x_c \times (219 - x_c/2)$$

A másodfokú egyenlet megoldása után

$$x_c = 25,33 \text{ mm}$$

$$x_c / d = 25,33 / 219 = 0,115 \rightarrow \text{A húzott vasak megfolynak}$$

$$N_c = N_s$$

$$1000 \times 16,67 \times 25,33 = A_s \times 435$$

$$A_s = 969 \text{ mm}^2/\text{m}$$

AXIS-sal számított szükséges vasalás: $1176 \text{ mm}^2/\text{m}$

Szükséges minimális vasmennyiség:

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times b \times d$$

$$d = 250 - 25 - 6 = 219 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0015 \times 1000 \times 219$$

$$A_{s_{\min}} = 329,5 \text{ mm}^2$$

Választott alapháló: $\Phi 12/200$ ($565 \text{ mm}^2/\text{m}$)

Lehorgonyzási hossz: $l_b = c \times \Phi$

$$c = 40$$

$$l_b = 40 \times 12 = 480 \text{ mm}$$

választott lehorgonyzási hossz: 500 mm

Toldási hossz:

$$l_0 = \max(15\Phi; 200 \text{ mm})$$

$$l_0 = 200 \text{ mm}$$

választott toldási hossz: 400 mm

Választott sűrítés mezőközépen:

$$\Phi 14/200 \text{ (} 770 \text{ mm}^2/\text{m)}$$

$$\Phi 14/200 + \Phi 12/200 = 1335 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Szükséges vasmennyiség a legjobban igénybevett helyen: $1176 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$1335 > 1176 \rightarrow \text{Elegendő}$$

3.5.9. Nyírás ellenőrzése

Betonkeresztmetszet ellenőrzése nyírásra támasz felett:

Mértékadó nyíróerő:

$$V_{ed} = 86,57 \text{ kN}$$

$$d = 250 - 25 \cdot 6 = 219 \text{ mm}$$

$$c = 0,414 \text{ és } 0,358 \text{ között interpolálva} = 0,403$$

$$f_{ctd} = 1,2$$

$$V_{rd_c} = c \times b_w \times d \times f_{ctd}$$

$$V_{rd_c} = 0,403 \times 1000 \times 219 \times 1,2$$

$$V_{rd_c} = 106 \text{ kN}$$

$$V_{rd_c} > V_{ed}$$

A beton önmagában megfelel nyírásra.

3.6. Alapozás

3.6.1. Talajadatok

KÖZMŰ- ÉS MÉLYÉPÍTÉSI
TANSZÉK

Átlagos terepszint: 119,00 m.t.f
Munkagödör mélysége: 8,02 m
Résfal vastagsága: 6,0 m

Talajadatok:

	ρ (t/m ³)	φ (°)	c (kN/m ²)	E _s (MN/m ²)
1.F. (2010.03.18.)				
0,00 - 1,50 m homokos feltöltés	1,70	-	-	30
1,50 - 5,10 m közepes homok	1,85	30	-	40
5,10 - 10,20 m homokos kavics	1,90	35	80	12
10,20 - 15,00 m közepes agyag	2,00	16	-	-

Nyitvysz.: -3,50 m

	ρ (t/m ³)	φ (°)	c (kN/m ²)	E _s (MN/m ²)
2.F. (2010.03.19.)				
0,00 - 1,60 m homokos feltöltés	1,70	-	-	30
1,60 - 4,60 m közepes homok	1,85	32	-	15
4,60 - 5,10 m iszap	1,90	18	25	42
5,10 - 10,40 m homokos kavics	1,90	36	-	14
10,40 - 15,00 m közepes agyag	2,00	15	100	-

Nyitvysz.: -3,60 m

	ρ (t/m ³)	φ (°)	c (kN/m ²)	E _s (MN/m ²)
3.F. (2010.03.20.)				
0,00 - 1,60 m homokos feltöltés	1,75	-	-	29
1,60 - 4,80 m közepes homok	1,85	32	20	16
4,80 - 5,20 m iszap	1,90	18	-	40
5,20 - 11,10 m homokos kavics	1,95	35	90	14
11,10 - 15,00 m közepes agyag	2,10	17	-	-

Nyitvysz.: -3,70 m

	ρ (t/m ³)	φ (°)	c (kN/m ²)	E _s (MN/m ²)
4.F. (2010.03.20.)				
0,00 - 1,30 m homokos feltöltés	1,70	-	-	32
1,30 - 5,30 m közepes homok	1,90	30	-	42
5,30 - 10,00 m homokos kavics	1,90	35	75	15
10,00 - 15,00 m közepes agyag	2,05	18	-	-

Nyitvysz.: -3,55 m

Mértékadó talajvízszint: -2,10 m

Az adatok felvétele során a Geotechnika 3 (alapozások) tantárgy féléves feladatához kiadott talajadatok kerültek felhasználásra.

Az adatokon módosítások történtek a kiíráshoz képest, a mértékadó talajvízszint -5 m-re került, a közepes agyag réteg vastagsága növelve lett, erre a rétegre került az épület teherhordó falainak és pilléreinek alapozása. Az iszapréteg a rétegek közül eltávolításra került.

3.6.2. Alapozás terheinek meghatározása

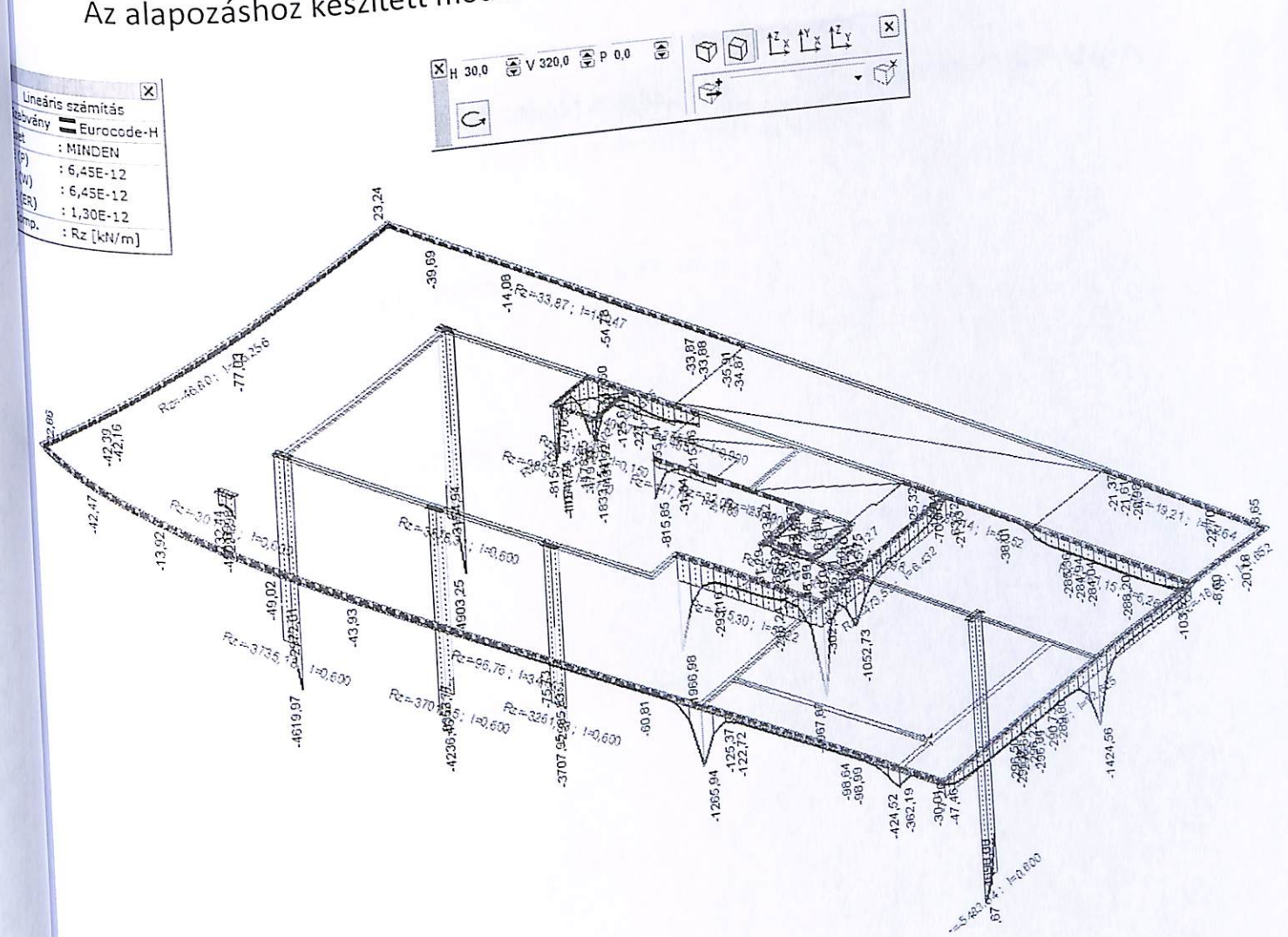
Az alapokra kerülő terhek meghatározásához a korábban a földemekhez készített AXIS-modellek kerültek felhasználásra.

A programmal számított eredményeket felhasználva meghatározásra került minden szint minden falszakaszának megoszló terhe. Ezek a megoszló terhek szintenként összegzettek, a legfelsőtől a legalsó felé haladva. Minden szint falszakaszainak az önsúlya is meg lett határozva, biztonsági tényezővel lett figyelembe véve az összegzésnél.

A falak vastagsága és magassága szintenként változó, a vastagságok 20-25 cm közöttiek, a magasságok 2,98 és 3,25 m közöttiek.

A pillérek egységesen 30 x 60 cm keresztmetszetűek.

Az alapozáshoz készített modell eredményei:



Az összegzett terhek rákerültek a pince fölötti födémre egy új modellben, majd az ebből számított, falszakaszokban és pillérekben ébredő támaszerők kerültek rá az alapozások felső síkjára, a pincehelységben lévő falszakaszok és pillérek biztonsági tényezővel növelt önsúlyával együtt.

Az alapozás a legjobban igénybevett falszakaszhoz lett méretezve.

3.6.3. Sávalapok szélességének meghatározása

A legjobban igénybevett falszakasz megoszló terhe felfelé kerekítve 500 kN/m.
A fal vastagsága 25 cm, ez kerül rá a méretezett alaptestre.

Az alapozás a közepes homok rétegre kerül.

Adatok:

$$\gamma = 1,85 \text{ T/m}^3 = 1,85 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 30-32^\circ$$

$$c = -$$

$$E_s = 30 \text{ MN/m}^2$$

$$F_m = 500 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_a = 480-650 \text{ kN/m}^2 \text{ (Szepesházi-jegyzet)}$$

$$t = 1 \text{ m}$$

$$c_1 = (1+t+B) / 4$$

$$c_2 = 1, \text{ ha } B/2 = 1,5 ; 1,25, \text{ ha } B/2 = 1$$

$$c_3 = (2 + t + B)/4$$

$$\sigma_m = F_m/B$$

$$\sigma_h = c_3 \times \sigma_a$$

Számítás:

$$\sigma_m = \sigma_h$$

$$500/B = [(2 + 1 + B)/4] \times 480$$

A másodfokú egyenlet megoldás után
 $B = 1,03 \text{ m}$

$$\underline{B_{alk} = 110 \text{ cm}}$$

3.6.3. Sávalapok szélességének meghatározása

A legjobban igénybevett falszakasz megoszló terhe felfelé kerekítve 500 kN/m.
A fal vastagsága 25 cm, ez kerül rá a méretezett alaptestre.

Az alapozás a közepes homok rétegre kerül.

Adatok:

$$T = 1,85 \text{ T/m}^3 = 1,85 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 30-32^\circ$$

$$c = -$$

$$E_s = 30 \text{ MN/m}^2$$

$$F_m = 500 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_a = 480-650 \text{ kN/m}^2 \text{ (Szepesházi-jegyzet)}$$

$$t = 1 \text{ m}$$

$$c_1 = (1+t+B) / 4$$

$$c_2 = 1, \text{ ha } B/2 = 1,5 ; 1,25, \text{ ha } B/2 = 1$$

$$c_3 = (2 + t + B)/4$$

$$\sigma_m = F_m/B$$

$$\sigma_h = c_3 \times \sigma_a$$

Számítás:

$$\sigma_m = \sigma_h$$

$$500/B = [(2 + 1 + B)/4] \times 480$$

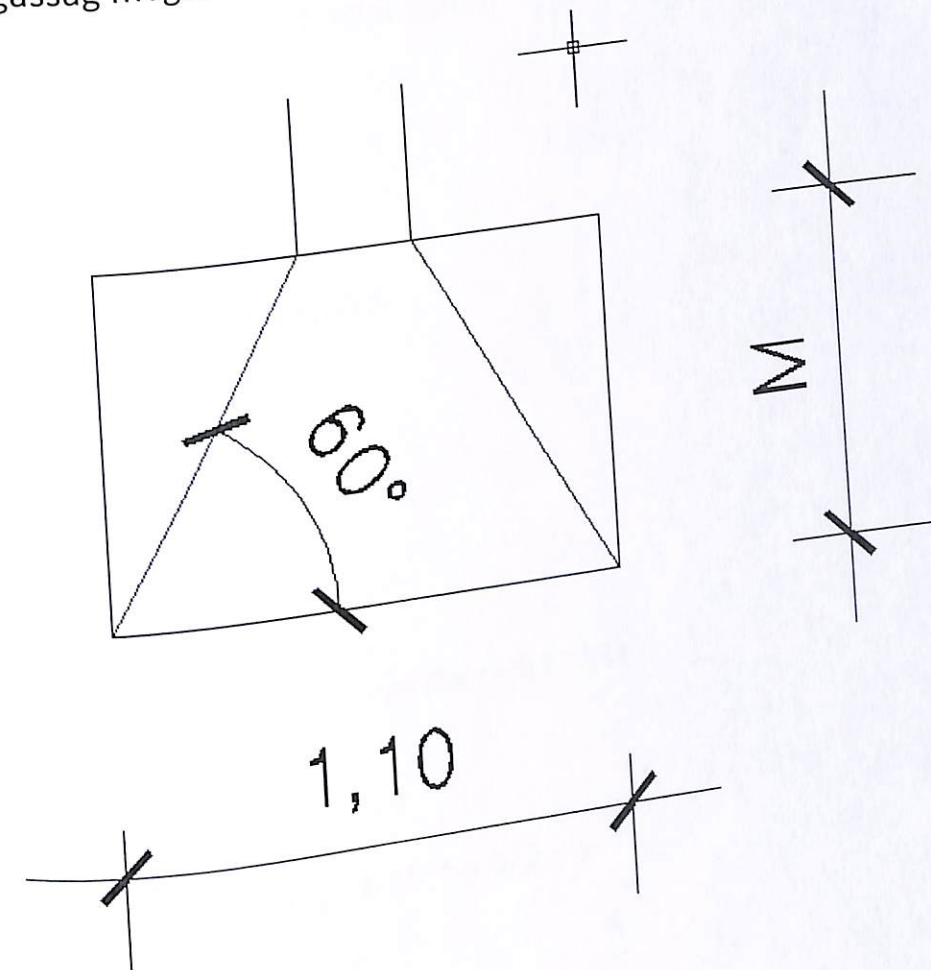
A másodfokú egyenlet megoldás után
 $B = 1,03 \text{ m}$

$$\underline{B_{alk} = 110 \text{ cm}}$$

A sávalap vasalatlan alaptestként készül.

vasalatlan alaptest esetén a teherátadási szög 60°

Magasság meghatározása:



$$(110-25) / 2 = 42,5$$
$$\operatorname{tg} 60^\circ = M / 42,5$$

$$M = 73,61 \text{ cm}$$

$$\underline{M_{\text{alk}} = 75 \text{ cm}}$$

A választott végleges méretek

Alaptest szélesség:	110 cm
Alaptest magasság:	75 cm

3.6.4. Pilléralapozás számítása

A pillérek keresztmetszeti méretei, illetve magasságuk azonosak.
Mindegyik pillér alapja a legjobban igénybevett pillér terheihez lettek méretezve.

Legjobban igénybevett pillér terhe:

$$T_m = 3300 \text{ kN}$$

Adatok:

$$T = 1,85 \text{ T/m}^3 = 1,85 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 30-32^\circ$$

$$c = -$$

$$E_s = 30 \text{ MN/m}^2$$

$$F_m = 3300 \text{ kN}$$

$$\sigma_a = 480-650 \text{ kN/m}^2 \text{ (Szepesházi-jegyzet)}$$

$$c_1 = (1+t+B) / 4$$

$$c_2 = 1, \text{ ha } B/2 = 1,5 ; 1,25, \text{ ha } B/2 = 1$$

$$c_3 = (2 + t + B)/4$$

$$\sigma_m = F_m/B^2$$

$$\sigma_h = c_3 \times \sigma_a$$

Számítás:

$$\sigma_m = \sigma_h$$

$$3300 / B^2 = [(2 + 1 + B) / 4] \times 480$$

$$3300 = 360 \times B^2 + 120 B^3$$

Az egyenlet harmadfokú.
A megoldáshoz Microsoft Excellel megoldófüggvény készült, kézzel beírt függvényekkel.

A beírt függvény:

Igazítás	
f_x	$= (120 * (W41^3)) + (360 * (W41^2)) - 3300$
P	Q R

A függvény 0 és 3 méter közötti alaptetszéllességeket ellenőriz 2 cm-es lépésként.

B	eredmény
3	3180
2,98	3072,57504
2,96	2966,29632
2,94	2861,15808
2,92	2757,15456
2,9	2654,28
2,88	2552,52864
2,86	2451,89472
2,84	2352,37248
2,82	2253,95616
2,8	2156,64
2,78	2060,41824
2,76	1965,28512
2,74	1871,23488
2,81	2205,16092
2,815	2229,524205
2,805	2180,866215
2,66	1505,74752
2,64	1417,02528
2,62	1329,35136
2,6	1242,72

Az alaptest minimális B szélessége ott lesz, ahol a függvény értéke 0.

2,4	432,48
2,38	356,93664
2,36	282,36672
2,34	208,76448
2,32	136,12416
2,3	64,44
2,2817	-0,388546421
2,26	-76,08288
2,24	-144,93312
2,22	-212,85024
2,2	-279,84
2,18	-345,90816
2,16	-411,06048
2,14	-475,30272

A függvény értéke 2,2817 m-es B szélességnél közelít legjobban 0-hoz.

A választott alaptest szélessége: 2,3 m

Ellenőrzés:

$$\sigma_m = F_m / B^2 = 3300 / 2,3^2 = 623,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_h = c_3 \times \sigma_a = [(2 + 1 + 2,3) / 4] \times 480 = 636 \text{ kN/m}^2$$

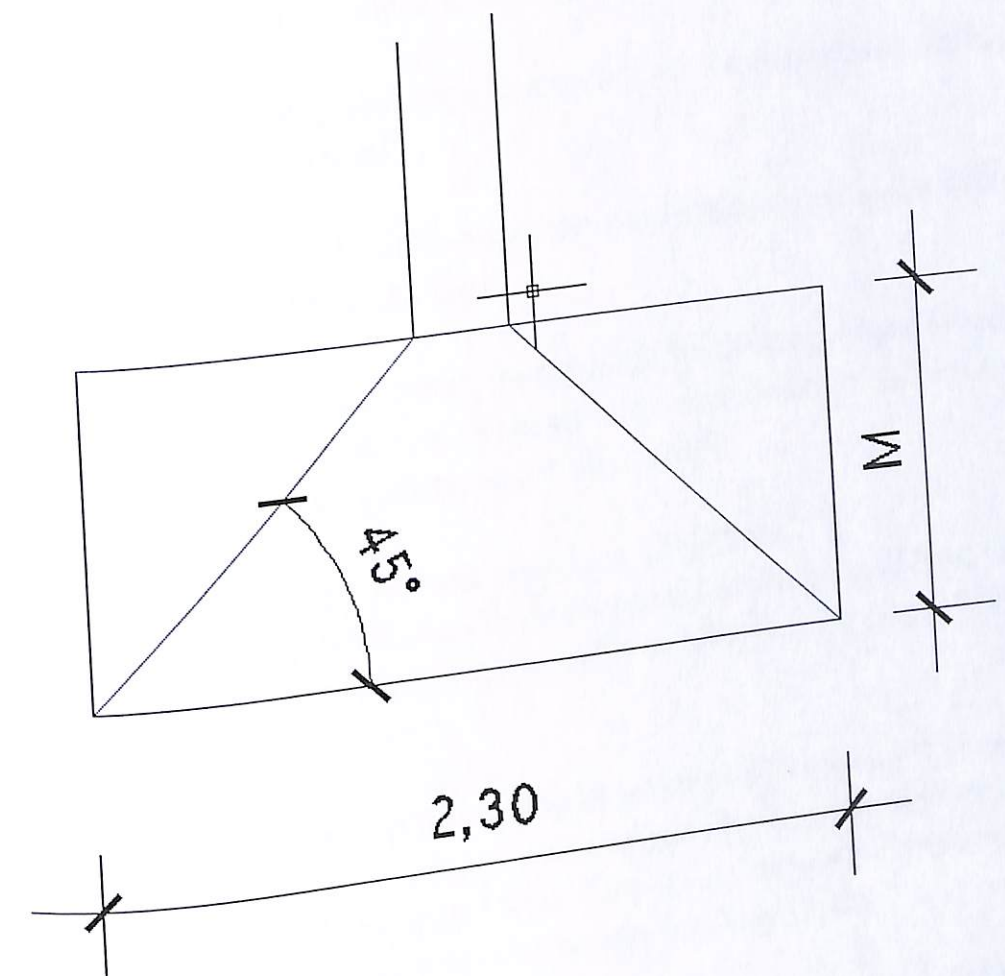
$$\sigma_h > \sigma_m$$

$$636 > 623,8 \rightarrow \text{megfelel}$$

Alkalmazott szélesség: 230 cm

Magasság meghatározása:

A pillér alaptest vasalt alaptestként készül.
Vasalt alaptestben a teherátadási szög 45°



$$(2,3 - 0,3) / 2 = 1,0$$

$$\operatorname{tg} 45^\circ = 1 / M$$

$$M = 1\text{m}$$

Alkalmazott magasság: 100 cm

Pillérialapok alkalmazott méretei:

Alkalmazott szélesség:	230 cm
Alkalmazott magasság:	100 cm

3.6.5. Alapozás további leírása

A sávalapok a talajra kerülnek.

Az alapárkok mélysége sávalapok esetén 4,26 m, pilléralapok esetén 4,51 m.

Az épületben található a pince szintjén 2 db lift, ezekhez 1 m mélységű akna tartozik.

A liftaknáknál a sávalap alsó síkja lépcsőzött, az 1 m különbség áthidalása 2 db 50 cm-es lépcsővel történik.

A több mint 4 m-es földpart önmagában nem állékony, az alapárkok elkészítéséhez dúcolás szükséges.

A sávalapok együtt készülnek el, a pilléralapok külön egységet alkotnak.

A pince alá továbbá kerül egy 15 cm vastag vasalt beton aljzatlemez, ez független a sávalapoktól, illetve a pilléralapoktól.

Az alapozás felső síkján húzódik végig a vízszigetelés.

A vízszigetelés talajnedvesség elleni szigetelés, 2 réteg modifikált bitumenes lemezzel kialakítva, amely fektetése előtt az alapokra 1 réteg bitumenes kellősítés kerül.

A vízszigetelő lemezek a pillérek alapjai felett önálló egységet képeznek, a többi alaptól függetlenül, hogy a pilléralapok eltérő süllyedései miatt a lemez ne sérülhessen. A pilléralapok fölötti független vízszigetelő lemezek a vasalt aljzatlemezen lévőkkal átfedésben kerülnek elhelyezésre.

A vízszigetelés végigfut a pince külső falain, 30 cm-rel a talajszint fölöttig.

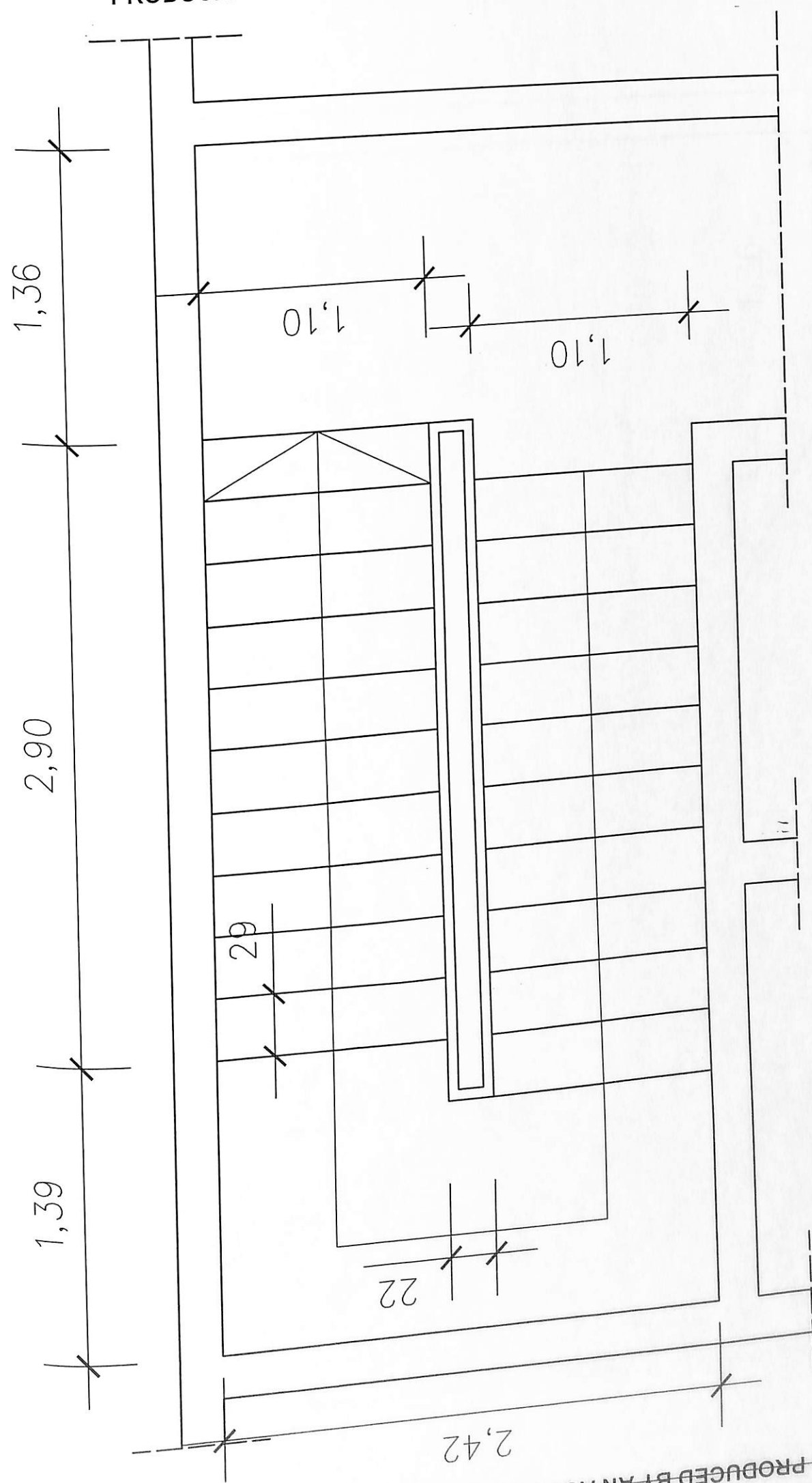
A pincepadló rétegrendje:

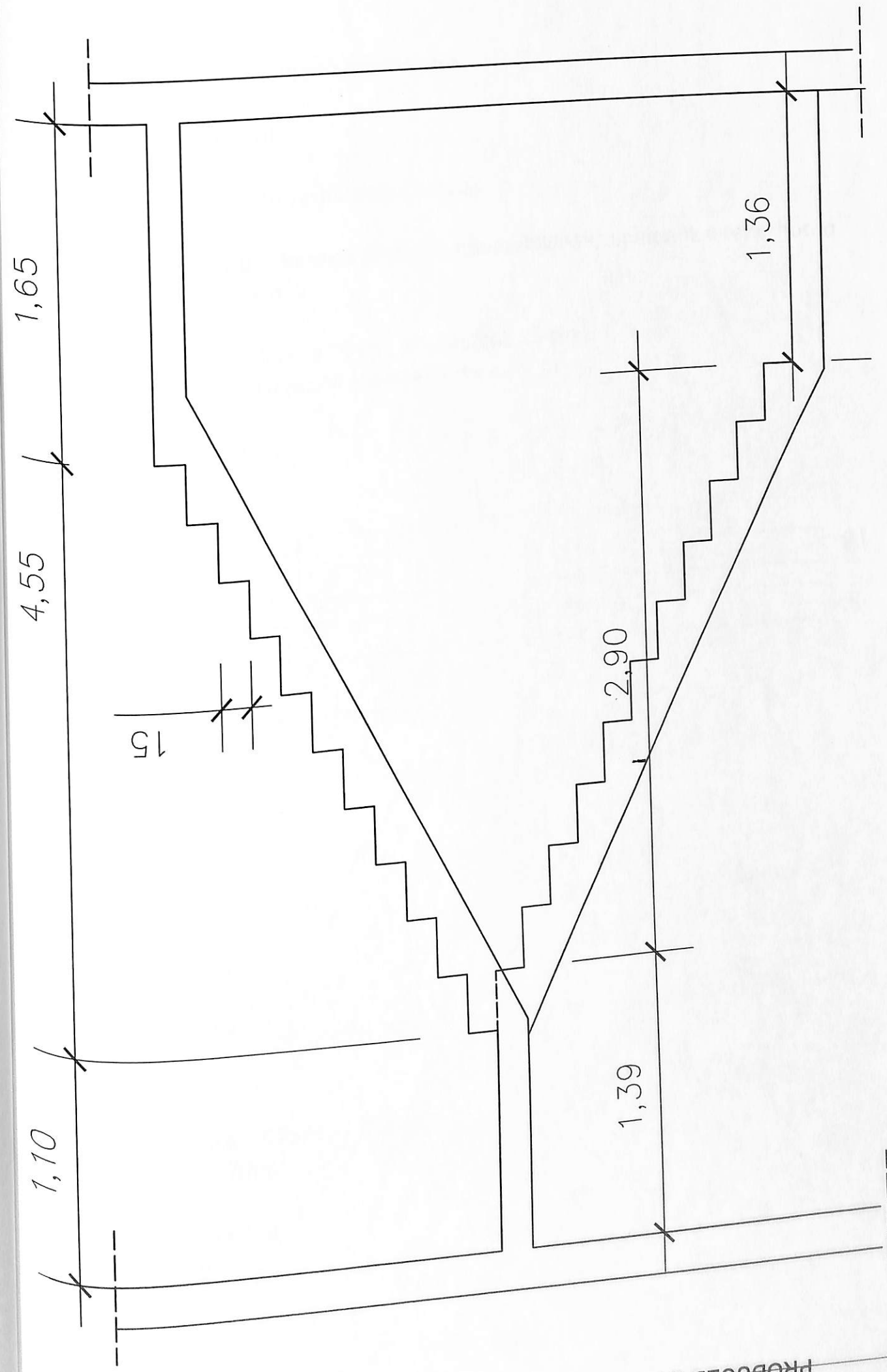
- 6 cm kopóréteg
- 8 cm aljzatbeton
- 2 rtg. mod. bit. lem. talajnedvesség elleni szigetelés
- 1 rtg. bitumenes kellősítés
- 15 cm mon. vb. aljzatlemez
- 20 cm kavicssterítés
- 60 cm tömörített, visszatöltött talaj a sávalapok között, sűrűség min. 95%
- termett talaj

Az épület körül 1m sávban betonlapokból járda készül. A járdalapok alatt 5 cm kavicsréteg kerül kialakításra.
A járdalapok az épülettől kifelé lejtenek, 2%-os lejtéssel.
A járdalapok és az épület fala között bitumenes hézagkitöltés készül.

A beton minősége alaptestek esetén C30/37– XC3 – F2
Acélminőség: B500

Az alapozási terv az S10-es jelű terven található.





3.7. Lépcső méretezése

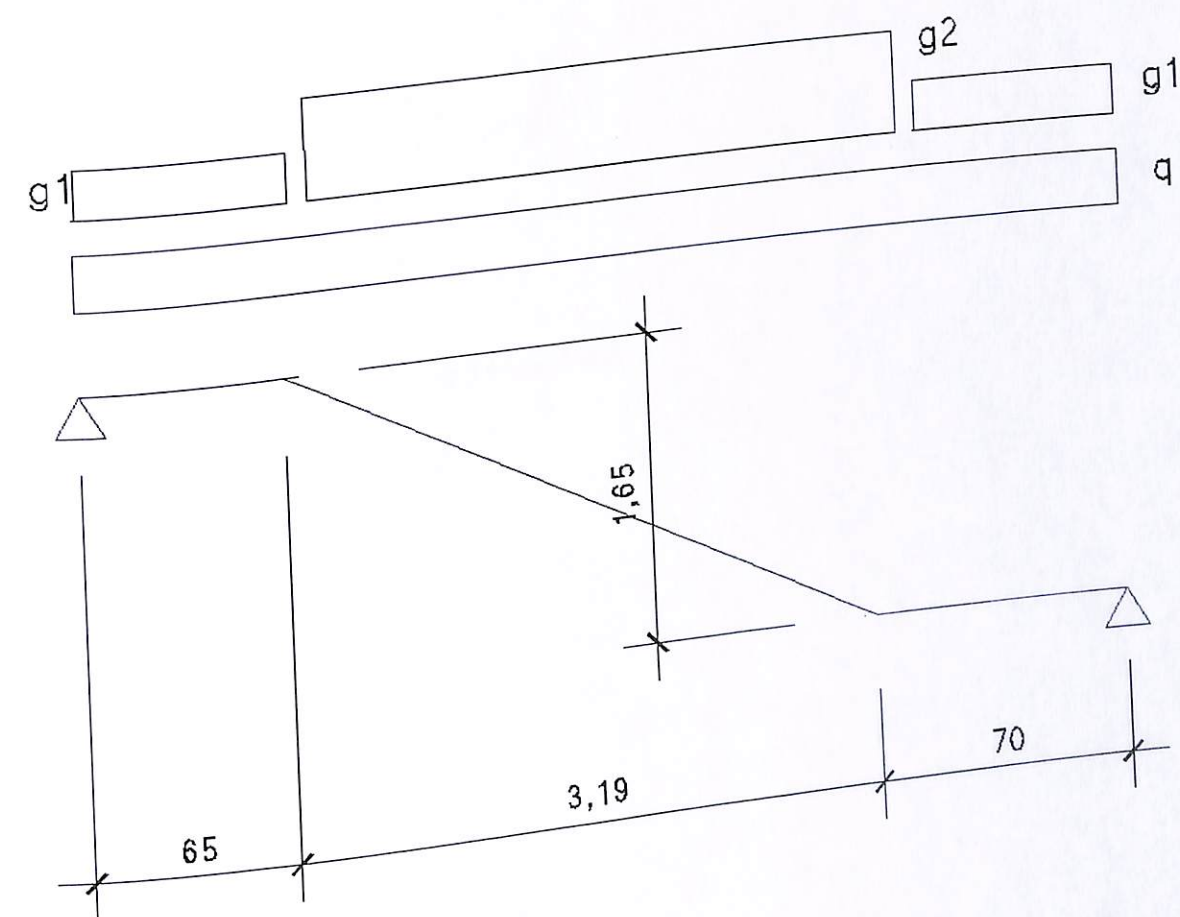
3.7.1. Adatok

A lépcső szerkezete vasbetonból készül.

A lépcső kétkarú, a karok a pihenőre támaszkodnak, a pihenő a teherhordó falakra támaszkodnak.

A lépcsőfokok belépője 29 cm, a fellépőjük 15 cm.
Minden karon 10 lépcsőfok helyezkedik el.

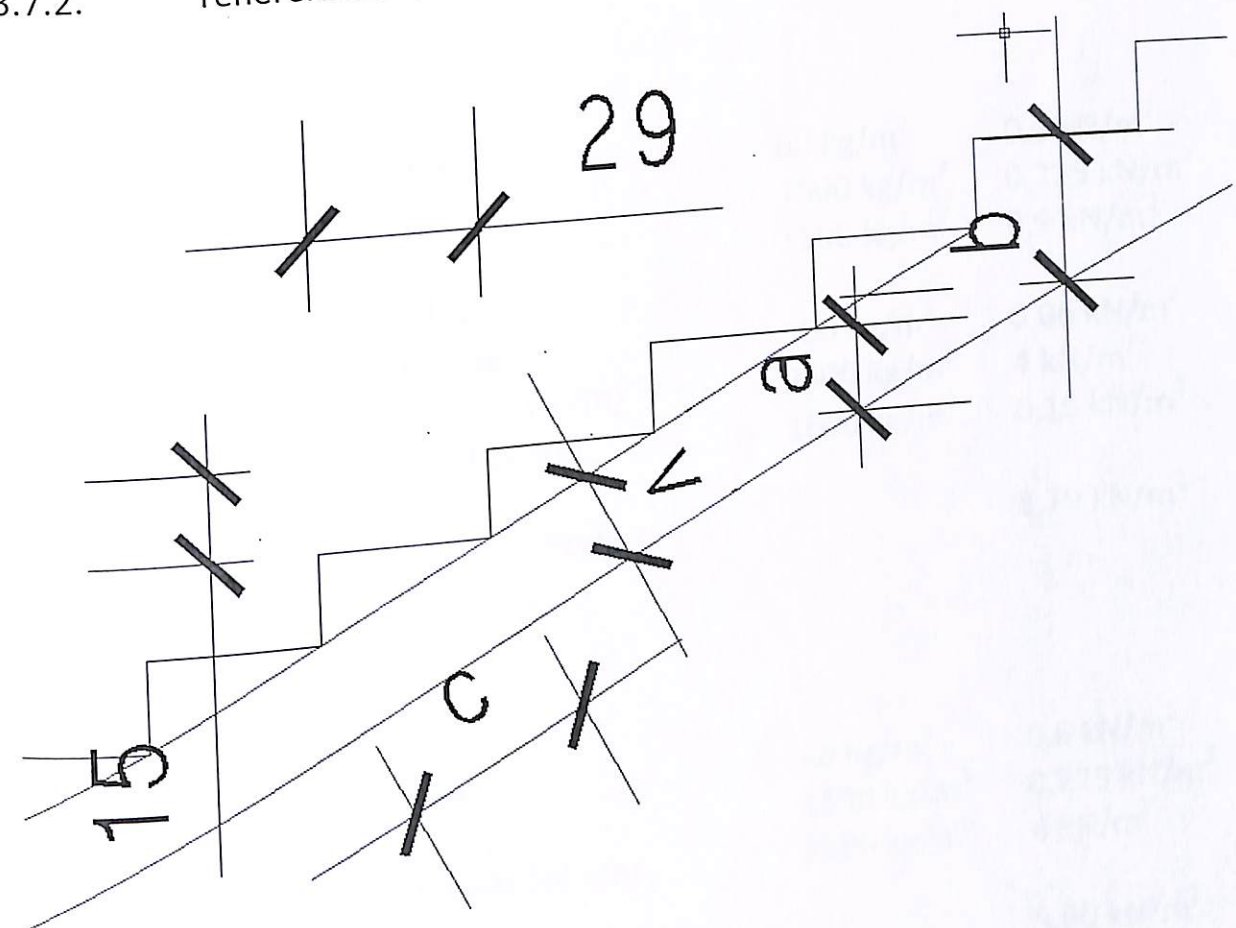
Statikai modell:



Betonminőség: C25/30 – XO – F2
 $f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$

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

3.7.2. Teherelemzés, önsúly



16 cm-es lemeztagságot feltételezve:

$$a = (c / 29) \times v$$

$$a = 18 \text{ cm}$$

$$c = \sqrt{29^2 + 15^2}$$

$$c = 32,65 \text{ cm}$$

$$b = (18 + 18 + 15) / 2$$

$$b = 25,5 \text{ cm}$$

Rétegrendek:

Pihenő:

- 2,5 cm kőlap burkolat	60 kg/m ²	0,6 kN/m ²
- 1,5 cm ágyazat	1500 kg/m ³	0,225 kN/m ²
- 6 cm aljzatbeton	1500 kg/m ³	0,9 kN/m ²
- 1 réteg tech. szigetelés	-	-
- 6 cm lépéshang-szigetelés	100 kg/m ³	0,06 kN/m ²
- monolit vasbeton födém (16 cm)	2500 kg/m ³	4 kN/m ²
- cementhabarcs vakolat (1 cm)	1600 kg/m ³	0,16 kN/m ²
Összesen:		5,79 kN/m ²

Lépcsőkar:

- 2,5 cm kőlap burkolat	60 kg/m ²	0,6 kN/m ²
- 1,5 cm ágyazat	1500 kg/m ³	0,225 kN/m ²
- monolit vasbeton födém (16 cm)	2500 kg/m ³	4 kN/m ²
Összesen:		5,00 kN/m ²

Biztonsági tényező:
 $\gamma = 1,35$

3.7.3. Hasznos teher

Hasznos teher alapértéke lépcsőn
 $q_k = 3 \text{ kN/m}^2$

Hasznos teher tervezési értéke:
 $P_d = \gamma \times P_k$

$P_d = 3 \times 1,5$
 $P_d = 4,5 \text{ kN/m}^2$ (pihenőn és lépcsőkaron is)

3.7.4. Teherkombináció

Tartós tervezési helyzet:

$$\sum \gamma_{Gi} G_{k,i} + \gamma_{Qj} Q_{k,j} + \sum \gamma_{Qi} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Pihenőnél:

$$P_{ed} = 5,79 \times 1,35 + 3 \times 1,5$$

$$P_{ed} = 12,31 \text{ kN/m}^2$$

Lépcsőkaron:

$$P_{ed} = 5 \times 1,35 + 3 \times 1,5$$

$$P_{ed} = 11,25 \text{ kN/m}^2$$

3.7.5. Méretezés

$$g_1 = 5,79 \times 1,35 = 7,82 \text{ kN/m}^2$$

$$g_2 = ((29 + 15) / 29) \times 0,825 + 0,225 \times 25) \times 1,35$$

$$g_2 = 9,30 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{rd} = 32,84 \text{ kNm}$$

hajlításra $\Phi 10$ -es vasakat feltételezve a betontakarás:
 $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

$$d = 160 - 25 - 5 = 130 \text{ mm}$$

$$32\,840\,000 = 16,67 \times X_c \times 1000 \times (130 - X_c/2)$$

$$X_c = 16,13 \text{ mm}$$

$$x_c / d = 16,13 / 130 = 0,124 \rightarrow \text{a húzott vasak megfolynak}$$

$$N_c = N_s$$

$$16,13 \times 1000 \times 16,67 = A_s \times 435$$

$$\text{szükséges } A_s = 620 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\phi 10 / 100 = 785 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Alkalmazott vasalás hajlításra: $\phi 10 / 100$

$$\text{Lehorgonyzási hossz: } l_b = c \times \Phi$$

$$c = 40$$

$$l_b = 40 \times 10 = 400 \text{ mm}$$

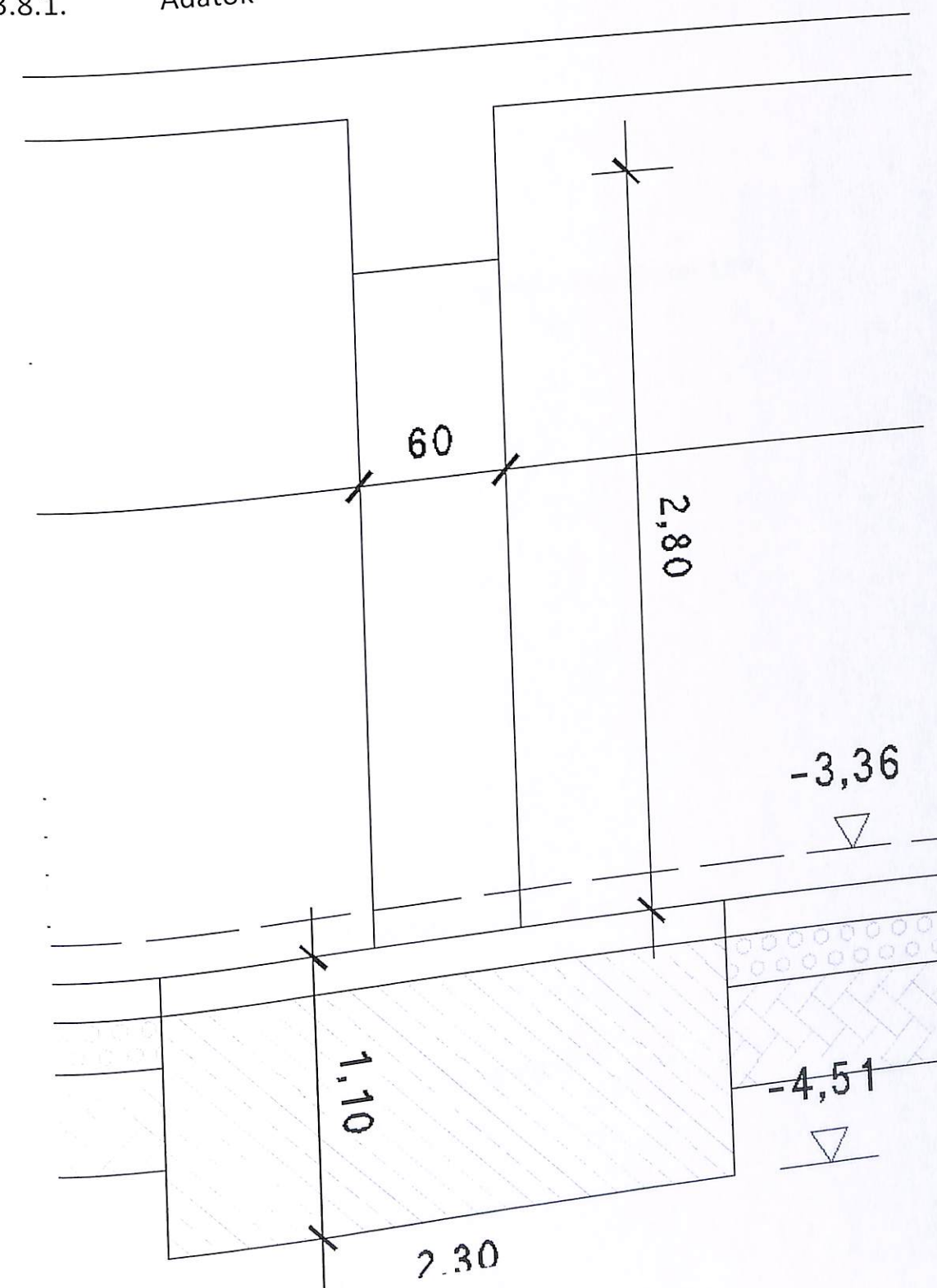
választott lehorgonyzási hossz: 400 mm

1 m-es sávban 8 db vas, 7 db köz található
 $(100-80) / 7 = 131 \rightarrow$ elférnek a vasak egy sorban

A lépcső vasalása az S9-jelű terven található.

3.8. Pillér méretezése

3.8.1. Adatok



$$l = 2,8 \text{ m} = 2800 \text{ mm}$$

Betonminőség: C25/30 – X0 - 16 – F2
 $f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$

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

A pillérek központosan nyomottak.

3.8.2. Méretezés

Statikai váz:
Alul befogott, felül csuklós oszlop, egyirányban merevített.

$$\gamma = 0,7$$

$$l_0 = l \times 0,7$$
$$l_0 = 2800 \times 0,7 = 1960 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$l_0 / h = 1960 \text{ mm} / 600 \text{ mm}$$
$$l_0 / h = 3,26$$

$$\phi = 0,77$$

$$(\phi_{\max} = 0,77)$$

$$F_m = 3300 \text{ kN (önsúllyal együtt)}$$

$$3\,300\,000 = (N_c + N_s) \times 0,77$$

$$4\,285\,714 = 300 \times 600 \times 16,67 + A_s \times 435$$

szükséges $A_s = 1428 \text{ mm}^2$

$$6\phi 18 = 1527 \text{ mm}^2$$

Választott vasalás: 6 ϕ 18

Minimális vasmenyiség:
 $A_{s_{min}} = 0,0015 \times 300 \times 600$
 $A_{s_{min}} = 270 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{megfelel}$

Maximális vasmenyiség:
 $A_{s_{max}} = 0,04 \times A_c$
 $A_{s_{max}} = 0,04 \times 300 \times 600$
 $A_{s_{max}} = 7200 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{megfelel}$
Kengyelezés:

Minimális átmérő: 18/4 ; 6
 $\phi_{min} = 6 \text{ mm}$

Alkalmazott kengyelátmérő: $\phi 10$

Maximális kengyeltávolság:

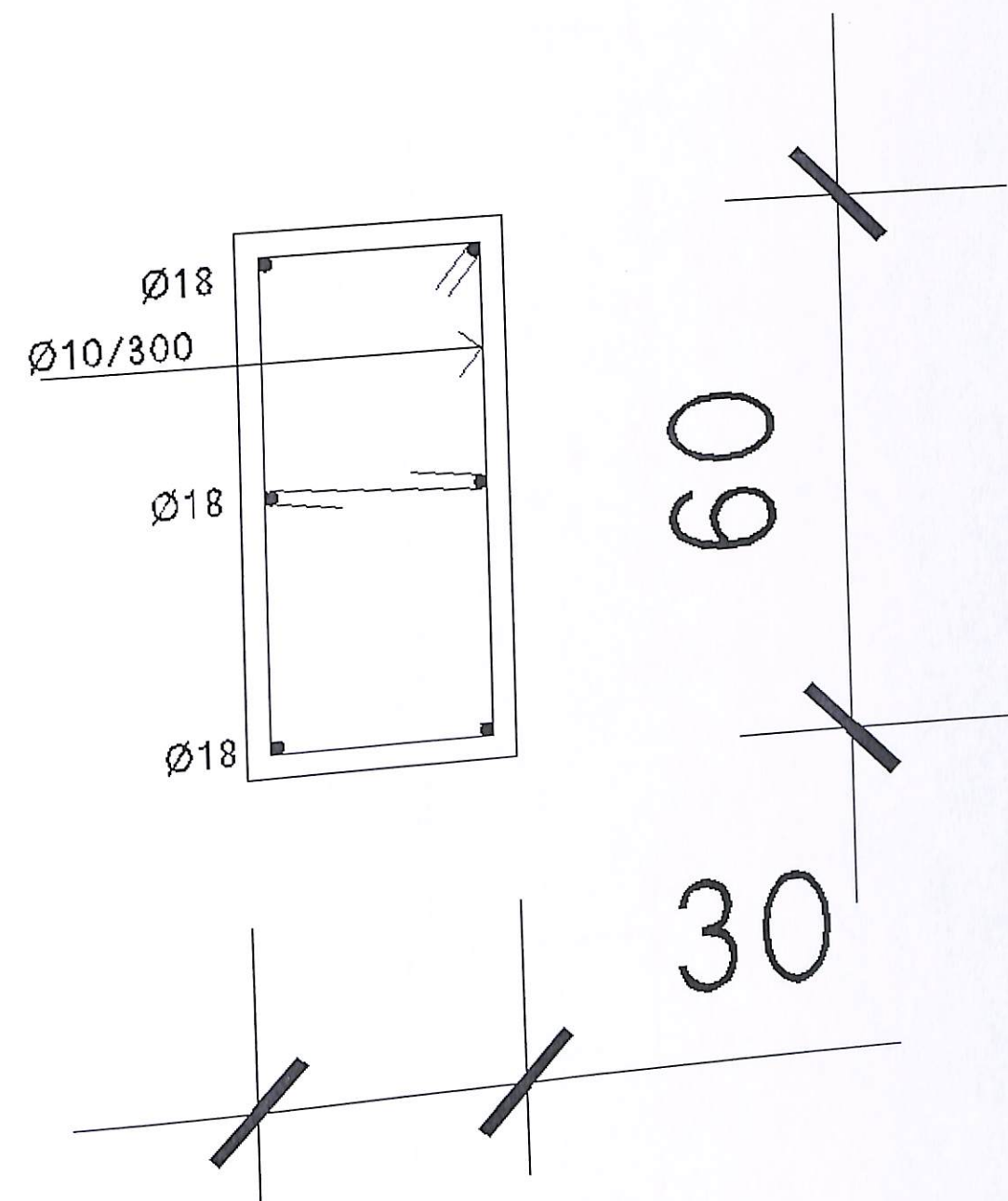
$min \mid 15 \phi_{min} ; h_{min} ; 400 \text{ mm} \mid$
 $S_{smin} = 270 \text{ mm}$

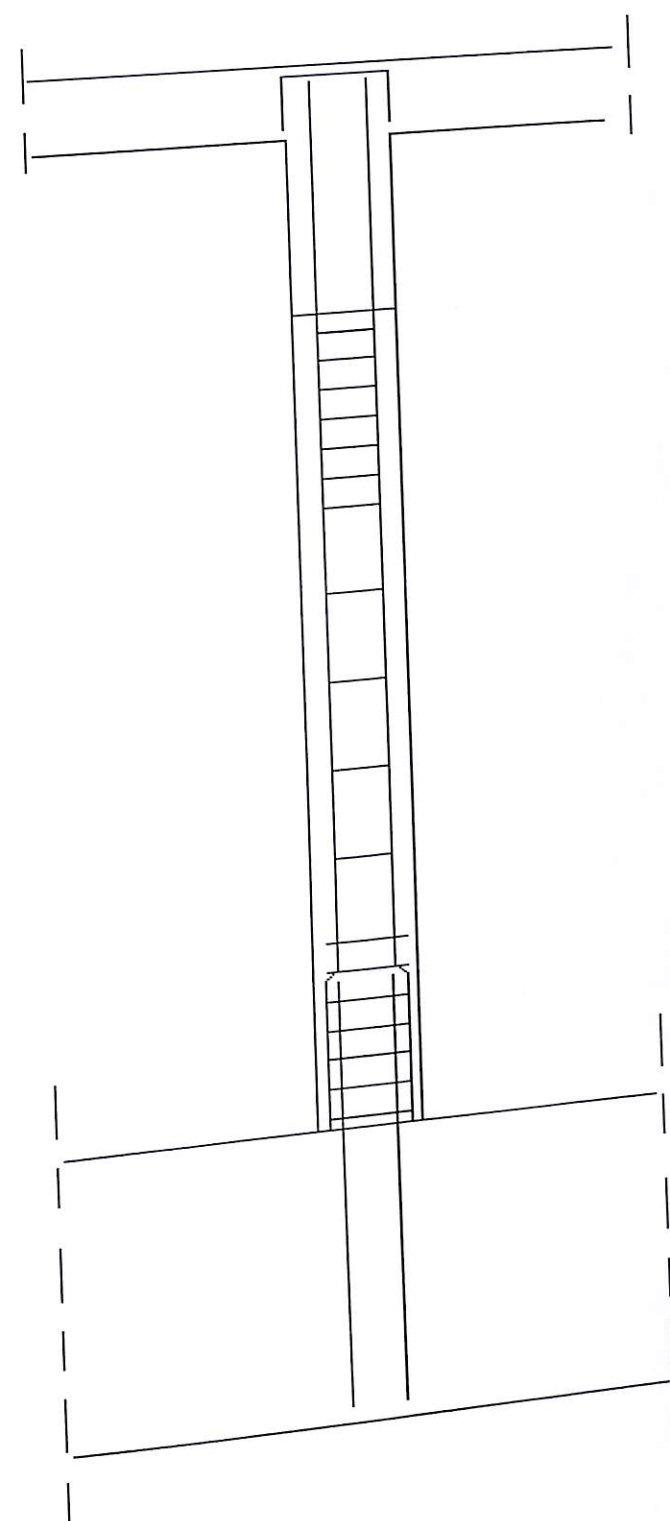
Választott kengyeltávolság = 300 mm

Betontakarás:

Kengyelen 20 mm
Hosszvasakon 28 mm
 $C_{nom} = 30 \text{ mm}$

3.8.3. Vasalás kialakítása





A pillér az alaptestbe befogott. A hosszvasak a pillér alján toldottak, és bekapcsolódnak az alaptestbe, és leérnek annak aljáig, a betontakarást figyelembe véve.
A pillér kengyelezése az alaptesthez való kapcsolódásnál, és a bordához való kapcsolódásnál 60 cm-es szakaszon sűrűsödik, az alkalmazott kiosztás ezeken a helyeken $\phi 10/100$.

A pillér hosszvasainak végére s db $\phi 10$ -es vasból hajlított kupak kerül.