

Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet

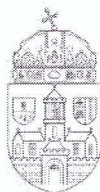
SZAKDOLGOZAT

OE-YBL
2024.

Hallgató neve:

Mohl Enikő

Hallgató törzskönyvi száma: 



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 20.24.05.15.....

.....
hallgató aláírása



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

V./1.sz. melléklet

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet

SAKDOLGOZAT/DIPLOMAMUNKA FELADATLAP

Hallgató neve: Mohl Enikő

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak, specializáció: Építőmérnöki szak, magasépítés szakirány

A dolgozat címe: Családi ház tartószerkezeti tervezése

A dolgozat címe angolul: Structural design of a family house

A feladat részletezése: Családi ház tartószerkezeti tervezése, statikai számítása és kiviteli tervdokumentáció elkészítése építész és geotechnikai adatszolgáltatás alapján.

Intézményi konzulens neve: Mihók Barna

Külső konzulens neve: Karóczkai Gábor

Munkahelye: MI.V Mérnökiroda Kft.

A kiadott téma elévülési határideje: 2025

A szakdolgozat titkos / nem titkos.



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Mohl Enikő

Szakdolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Építőmérnöki

Specializáció: Magasépítési

A dolgozat címe: Családi ház tartószerkezeti tervezése

A dolgozat címe angolul: Structural design of a family house

A feladat részletezése: Családi ház tartószerkezeti tervezése, statikai számítása és kiviteli tervdokumentáció elkészítése építész és geotechnikai adatszolgáltatás alapján.

Intézményi konzulens neve: Mihók Barna

Külső konzulens neve: Karóczkai Gábor

Munkahelye: MI.V Mérnökiroda Kft.

A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 12. 31.

Beadási határidő: 2024. 05. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2024. 03. 06.

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet
1446 Budapest, Thököly út 74.
1442 Budapest, Pf. 117.

[Signature]
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2024. 05. 15.

[Signature]
belső konzulens

[Signature]
külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

V./2.sz.melléklet

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar

SZAKDOLGOZAT KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve:

MOHL ENIKO

Neptun Kód:

[REDACTED]

Tagozat:

NAPPALI

Telefon:

[REDACTED]

Levelezési cím:

[REDACTED]

Szakedolgozat címe magyarul:

CSALÁDI HÁZ TARTÓSZERKEZETI TERVEZÉSE

Szakedolgozat címe angolul:

STRUCTURAL DESIGN OF A FAMILY HOUSE

Intézményi konzulens:

MIHÓK BARNA

Külső konzulens:

KARÓCZKAI GÁBOR

Kérjük, hogy az adatokat nyomtatott nagybetűkkel írja!

Alk.	Dátum	Tartalom	Aláírás
1.	2024.03.22	TEHERELEMZÉS, 3D AXIS MODELL ÁTTEKINTÉSE	[Signature]
2.	2024.04.15	ÍRTOTT RÉSZ, KISEBB AXIS MODELLEK ÁTTEKINTÉSE	[Signature]
3.	2024.05.02	TERVEK ÁTTEKINTÉSE	[Signature]
4.	2024.05.11	TELJES SZAKDOLGOZAT ÁTTEKINTÉSE	[Signature]

A Konzultációs naplót összesen 4 alkalommal az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni bármelyik konzulenssel.

A hallgató a „Szakedolgozat” tantárgy aláírási követelményét teljesítette.

[Signature]
Intézményi konzulens

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS.....	6
1.1.	Szakdolgozat célja, megbízó.....	6
1.2.	Témaválasztás ismertetése	6
2.	MŰSZAKI LEÍRÁS.....	8
2.1.	Kiindulási adatok	8
2.1.1.	Építészeti adatszolgáltatás	9
2.1.2.	Talajvizsgálati jelentés	9
2.2.	Építmény szerkezetének bemutatása	11
2.2.1.	Alapozás.....	12
2.2.2.	Vízszintes teherhordó szerkezetek	12
2.2.3.	Függőleges teherhordó szerkezetek	13
2.2.4.	Lépcső	13
2.3.	Felhasznált anyagok.....	13
2.3.1.	Alapozás anyagminőségei.....	14
2.3.2.	Vízszintes teherhordó szerkezetek anyagminőségei.....	14
2.3.3.	Függőleges teherhordó szerkezetek anyagminőségei	14
2.3.4.	Liftmag anyagminőségei.....	14
2.3.5.	Hőhíd megszakító	15
2.3.6.	Átszűrődési csapok	15
2.4.	Felhasznált szoftverek.....	15
3.	TEHERELEMZÉS	16
3.1.	Állandó terhek.....	16
3.1.1.	Önsúly terhek.....	16
3.1.2.	Rétegtrendi terhek	17
3.1.3.	Válaszfal terhek	24
3.1.4.	Nyugalmi földnyomás.....	25

3.1.5.	Lift teher	26
3.2.	Esetleges terhek	26
3.2.1.	Hasznos terhek	26
3.2.2.	Meteorológiai terhek	27
3.2.3.	Jacuzzi terhe	35
3.3.	Rendkívüli terhek	35
4.	MÉRTÉKADÓ TEHERKOMBINÁCIÓK	37
4.1.	Teherbírási határállapot	37
4.2.	Használhatósági határállapot	37
5.	TARTÓSZERKEZETI TERVEZÉS	39
5.1.	Lemezalap tervezése	39
5.2.	Vízszintes teherhordó szerkezetek	49
5.2.1.	Pinceszint feletti földem tervezése	49
5.2.2.	Földszint feletti földem tervezése	54
5.2.3.	Emelet feletti földem és alulbordák tervezése	59
5.3.	Függőleges teherhordó szerkezetek tervezése	72
5.3.1.	Pinceszinti falak	73
5.3.2.	Pinceszinti falpillérek	73
5.3.3.	Pinceszinti pillérek	77
5.4.	Kétkarú lépcső tervezése	92
5.5.	Liftmag tervezése	93
5.6.	Hőhídmegszakítók tervezése	95
6.	TERVJEGYZÉK	100
6.1.	Zsaluzási tervek	100
6.2.	Vasalási tervek	100
7.	TERVEZŐI NYILATKOZAT	101

8.	ÖSSZEGZÉS.....	102
9.	SUMMARY.....	103

1. BEVEZETÉS

1.1. Szakdolgozat célja, megbízó

Tanulmányaim végeztével az Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar megbízott a szakdolgozatom elkészítésével. Erre a 2023/2024-es tanév tavaszi félévében került sor. Célja, hogy az egyetem éve alatt szerzett ismereteimet felhasználva egy komplex tervezési feladatot készítsék el és ezt első szakmai alkotásomként dokumentáljak és publikáljak.

1.2. Témaválasztás ismertetése

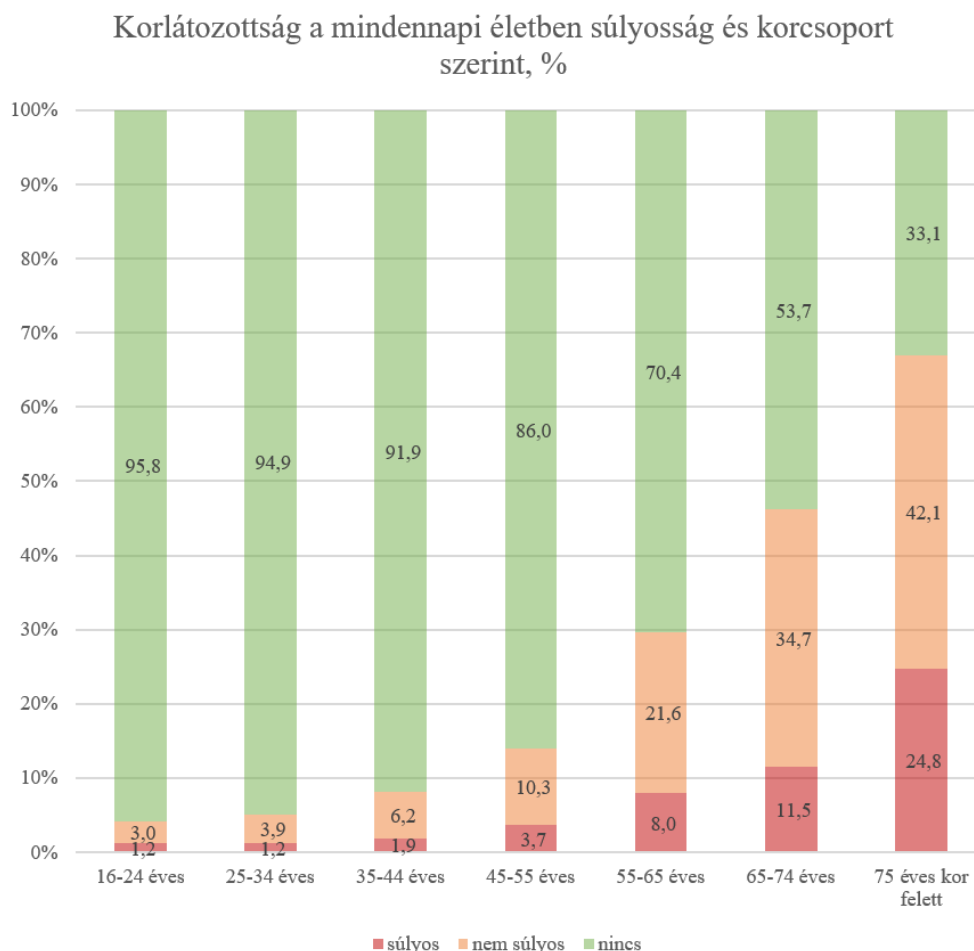
A szakdolgozatom témája egy 3 szintes családi ház tartószerkezeti tervezése, és kiviteli tervdokumentáció készítése.

Manapság egyre nagyobb hangsúlyt fektetünk a különféle fogyatékossgal, korlátozással élő személyek életének megkönnyítésére. Az 1998. évi XXVI. a fogyatékos személyek jogairól és esélyegyenlőségük biztosításáról szóló törvény hatályba lépésétől a középületek építésénél figyelembe kell venni, hogy a fogyatékos személyek számára is elérhetőek legyenek a közszolgáltatások. Ez kiterjed az akadálymentesítésre is.

A Központi Statisztikai Hivatal 2022. évi adatai szerint¹ Magyarországon a 16 év feletti népesség 6,6%-a súlyosan korlátozott, 16,4%-a nem súlyosan korlátozott és 77%-a nem él semmilyen korlátozással. A KSH fogyatékossgai és korlátozottsági adatai² szerint Magyarországon összesen 434 172 fő mozgáskorlátozott, amiből a fővárosban 64 053 fő él.

¹ https://www.ksh.hu/stadat_files/ege/hu/ege0036.html 2024.04.20. 21:08

² https://www.ksh.hu/stadat_files/ege/hu/ege0083.html 2024.04.20. 22:51



1. sz. ábra - Magyarország népességének eloszlása a KSH 2022-es adatai szerint

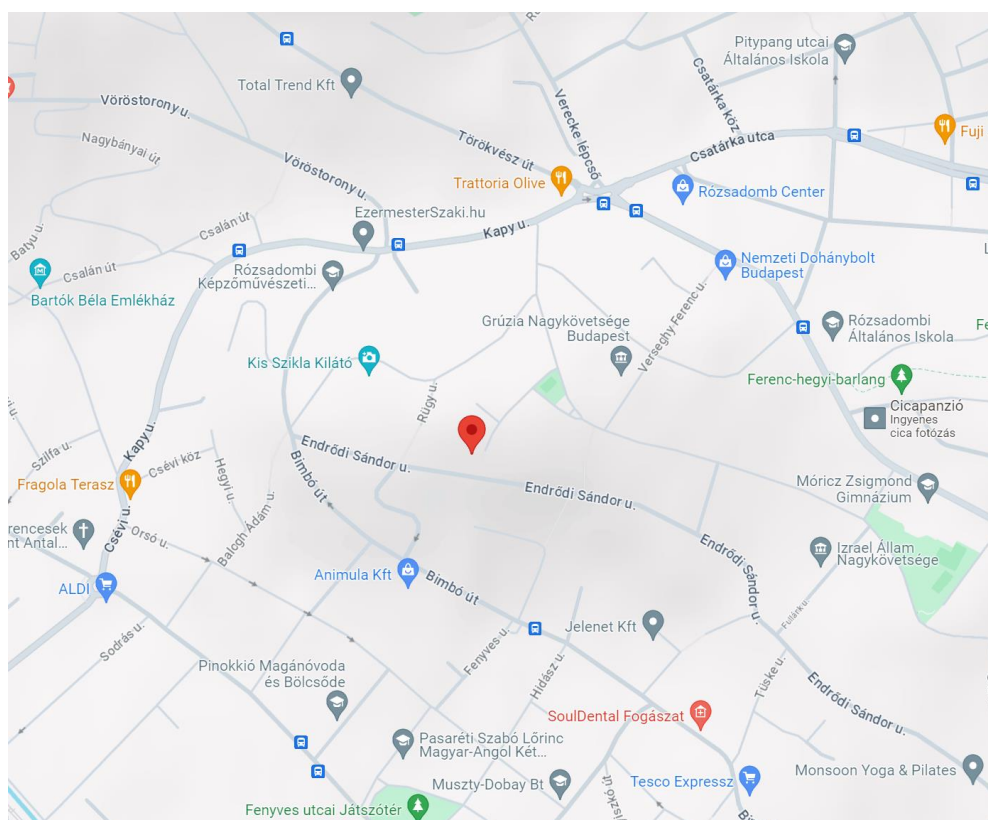
A mozgáskorlátozással élő emberek mindennapi életét segíti lakókörnyezetének megfelelő kialakítása. Ez hatalmas segítséget jelenthet a mindennapi tevékenységek önálló ellátásában. Ilyen lehet például a többszintes épületek esetén a lépcsőlift, illetve a lift beépítése.

A tervezett családi ház a megrendelő kérésére részlegesen mozgáskorlátozott (járássegítő segédeszközöket használó) személyek tartós tartózkodására lett kialakítva. A telek lejtős jellege és a beépíthetőségi előírások miatt a legmegfelelőbb kialakítás egy 3 szintes építmény lett. A megrendelővel egyeztetve végül egy a 3 szintet átfogó lift került tervezésre, valamint az emeleten kialakítottak egy szaunát is, aminek rengeteg egészségügyi előnyös hatása van.

2. MŰSZAKI LEÍRÁS

2.1. Kiindulási adatok

A tervezendő építmény Budapest II. kerületben található a Balogh Ádám köz 2. szám alatt. A telek a Ferenc-hegy Pásárét fele néző délnyugati lejtőjén helyezkedik el, az Endrődi Sándor utca északi oldala mellett. A környezetben családi házzal beépített telkek találhatók általában rendezett kertekkel. A telken a felszín déli irányba lejt.



2. sz. ábra - Telek elhelyezkedése³

A szakdolgozatomhoz rendelkezésemre állt a 3AD Építész Iroda Kft.⁴ jóvoltából az fentebb említett telken tervezésre kerülő családi ház építési engedélyezési terve. Ezen

3

<https://www.google.com/maps/place/Budapest,+Balogh+%C3%81d%C3%A1m+k%C3%B6z+2,+1026/@47.5261096,18.9970734,16z/data=!4m6!3m5!1s0x4741deccf44fe527:0xd8eb27026b86d4e9!8m2!3d47.525732!4d19.000972!16s%2Fg%2F11gvc5z9j8!5m1!1e4?authuser=0&entry=tту> 2024.05.08 9:52

⁴ <https://www.3ad.hu/> 2024.04.20 21:56

tervesomag tartalmazta a családi ház szintenkénti alaprajzait, metszeteket, illetve a látványtervet.

Továbbá megkaptam a Vásárhelyi Pál által készített talajmechanikai szakvéleményt is, ami leírja a telek alapvető adatait, a fúrások eredményei alapján a talajrétegződéseket, a fontosabb tervezési paramétereket és a javasolt alapozási formákat.

2.1.1. Építészeti adatszolgáltatás

A ház jellemzően 13x11 méteres, 1 szint pince, földszint és 1 szint emelet található. A telek lejtése miatt a pincszint egy része a lejtőben helyezkedik el.

A tervek alapján a földszinti padlómagasság $\pm 0,00 = 249,55$ mBf szint. Alaprajzilag a szinteken felfelé haladva egyre kevesebb a belső hasznos tér. A pincszint hasznos alapterülete $122,21 \text{ m}^2$, majd a földszint $90,69 \text{ m}^2$ az emelet pedig csak $55,07 \text{ m}^2$. A felfelé egyre fogyó belső teret felváltják az erkélyek és a teraszok, amik a legtöbb helyen járhatóak. Az épület teljes magassága körülbelül 11 méter.

2.1.2. Talajvizsgálati jelentés

A Talajmechanikai szakvéleményből⁵ az derül ki, hogy a telek déli irányba lejt, a szintkülönbség eléri a 10 métert, ami körülbelül 10° -os hajlást jelent. Ebből adódóan a pincszint a lejtő felőli oldalon eléri a terepszintet.

A telek közvetlen környezetében nem tapasztaltak felszínmozgásra utaló jeleket, és a mérnökgeológiai tanulmányok alapján a terület nem tartozik a csúszásveszélyes zónába, tehát nem csúszásveszélyes. Megfigyelhető azonban a szomszédos meredek területeken kismértékű lassú kúszó jellegű lejtőmozgás, amit a tervezésnél figyelembe kell venni.

Az építésföldtani térképek szerint a telek alatt nem valószínűsíthető természetes üreg, barlang elhelyezkedése, illetve nem volt alábányászva sem.

A megjelenő alapkőzet triász korú mészkő és dolomit, amelyet briozolás márga és budai márga övez. A vizsgált területről délre már kiscelli agyag is megtalálható. A márga felszínén agyag-iszap található.

⁵ dr. Vásárhelyi Pál - Talajmechanikai szakvélemény Budapest II. Balogh Ádám Köz 2. területére tervezett épület engedélyezési tervéhez, 2010 június

A területen 3 db változó mélységű fúrás készült. A fúrások a nagyon kemény agyagban minden esetben elakadtak.

1. táblázat⁶ - A feltárások alapadatai

Feltárás jele	Terepszint	Feltárás mélysége	
	(mBf)	(-m)	(mBf)
1F	244,62	4,1	240,52
2F	246,86	5,1	241,76
3F	248,67	4,1	244,57

A rétegződés minden esetben kemény állapotú agyagokból állnak, melyek plaszticitása lefelé haladva fokozatosan növekedik. A kövér agyagrétegek rendelkeznek térfogatnövekedésre hajlamos tulajdonságokkal, a laborvizsgálatok során mért lineáris zsugorodás eléri a 12,9%-ot.

Az iszaprétegeknél előfordult 30 %-os homoktartalom is, ami jelentősnek mondható.

2. táblázat⁷ - Feltárt rétegek talajfizikai paraméterei

			Kövér agyag	Közepes agyag	Iszap
Természetes víztartalom	W	%	15,6	12,4	10,7-14,7
Folyási határ	W _L	%	55,6	36,3	23,8-29,2
Plasztikus határ	W _P	%	18,7	15,4	13,5-14,8
Plasztikus index	I _P	%	36,9	20,9	10,3-14,4
Relatív konzisztencia index	I _c	%	1,09	1,14	1,01-1,27
Belső súrlódási szög	φ	°	18	22	26
Kohézió	c	kN/m ²	30	20	10
Térfogatsűrűség	ρ	kN/m ³	20,5	20,0	19,5
Összenyomódási modulus	E	MN/m ²	10	12	14
Határfeszültségi alapérték	σ _a	kN/m ²	260	240	200

⁶ dr. Vásárhelyi Pál - Talajmechanikai szakvélemény Budapest II. Balogh Ádám Köz 2. területére tervezett épület engedélyezési tervéhez, 2010 június

⁷ dr. Vásárhelyi Pál - Talajmechanikai szakvélemény Budapest II. Balogh Ádám Köz 2. területére tervezett épület engedélyezési tervéhez, 2010 június

1F jelű fűrés

0-1,60	barnássárga iszap
1,60-3,60	vörösesbarna kövér agyag
3,60-4,10	szürkéssárga közepes agyag

2F jelű fűrés

0-1,20	barnássárga iszap
1,20-5,10	szürkéssárga közepes agyag

3F jelű fűrés

0-2,70	barnássárga iszap
2,70-4,10	szürkéssárga közepes agyag

3. sz. ábra - Összesített fűrés eredmények

A fűrészek során talajvizet, illetve talajvízre utaló jeleket nem találtak. A geológiai adatok alapján a területen összefüggő talajvíz nincs, szivárgó, illetve rétegvizek előfordulhatnak. Ezek megjelenése a rossz vízvezető rétegek tetején, és a kedvezőbb áteresztőképességű homokos iszapos rétegekben várható.

Ezek alapján a beépítést talajvíz nem befolyásolja, a rétegvíz pedig nem agresszív tulajdonságú. A kivitelezés alatt esetlegesen előforduló vizek nyíltvíztartással elvezethetők.

A talajmechanikai jelentésben javasolt alapozási mód a síkalapozás, ami lehet lemez, vagy sávalapozás.

2.2. Építmény szerkezetének bemutatása

A tervezett családi ház tartószerkezetileg egy monolit vasbeton pillérvázazás épület a pillérek között vázkitöltő falazattal. A függőleges teherhordó szerkezetek jellemzően az épület homlokzatán helyezkednek el, ami kedvező a belső nagyobb egybefüggő terek kialakításához. A pillérek között a teher kedvezőbb eloszlását a földem alatt elhelyezkedő alulbordák segítik. Az épület merevítőmagját a központi liftmag adja.

Az épületben alulról felfelé haladva egyre kevesebb a hasznos beltér, és rengeteg helyen erkélyek és terasz jelenik meg. Ebből az következik, hogy sok helyen földem választ el kül- és belteret. Mivel ezeken a helyeken a rétegrend sokkal több hőszigetelést igényel sok helyen kellett megváltoztatni a földemek zsaluzási síkját, illetve vastagságát,

és hőhídmegszakítók alkalmazására is szükség volt. A szintváltás áthidalására szintváltó gerendákat alkalmaztam.

2.2.1. Alapozás

A telek tulajdonságai, a talajmechanikai ajánlás és az épület geometriai jellemzői alapján lemezalapozást választottam. Mivel a teherbíró réteg felszín közelben van, és talajvizet nem észleltek a fúrások során, ez az alapozási forma megfelelőnek bizonyul.

A liftmag alatti alapozás 30 cm vastagságú, alapozási síkja -4.94 m. A fő lemezalap szintén 30 cm vastagságú, -3.82 méteres alapozási síkkal készül.

2.2.2. Vízszintes teherhordó szerkezetek

Az épület vízszintes teherhordó szerkezetei három fő födém és több erkélylemez foglalnak magukba.

A pince felett egy 20 cm-es födém helyezkedik el -0.35 méteres zsaluzási síkkal, kettő kisebb erkélylemez ugyanezekkel a paraméterekkel és egy másik az előzőnél kisebb alapterületű 20 cm-es födémdarab -0.55 méteres alsó síkkal. A födémeket összeköti egy 25x40 cm keresztmetszetű szintváltó gerenda.

A földszint felett szintén egy 20 cm-es födém helyezkedik el +2,85 méteres zsaluzási síkon, illetve ezzel megegyező vastagságú erkély és teraszlemez +2,65 méteres alsó síkon. A födégek széleinél alulbordák találhatóak 25x60 és 25x40 cm-es téglalap keresztmetszettel. Ezek segítik a terhek jobb eloszlását, illetve az ablaknyílások felett áthidalóként is funkcionálnak.

Az emelet felett egy 20 cm-es zárófödém található +5,85 méteres alsó síkkal, amiből kiemelkedik a liftmag, és az azt lezáró szintén ugyanilyen vastagságú födém, melynek zsaluzási síkja +6,35 m. A zárófödém sajátossága a hatalmas kinyúló konzolos lemez rész, ami a kinyúló részen csak egy ponton van alátámasztva. Helyet kapott még benne 2 nagyobb kültéri áttörés is. A zárófödém alatt több helyen 25x40 cm keresztmetszetű alulborda helyezkedik el.

A zárófödéméből kiemelkedő liftmagot egy szintén 20 cm vastag födém zárja melynek alsó síkja XX. Ezen födém felső síkja egyben a családi ház legmagasabb pontja is szerkezetileg.

2.2.3. Függőleges teherhordó szerkezetek

Az épület pillérvázak kialakításából adódóan a terepszint felett elhelyezkedő függőleges teherhordó szerkezetek főként vasbeton pillérekkel állnak, a pinceszinten pedig vasbeton falak és ezekben rejtett pillérek találhatók.

Az építmény teljes magasságán végigfut, illetve a lemezalapozás alá és a zárófödém fölé is túlnyúlik a liftmag, melynek 20cm vastag vasbeton falai vannak.

A pinceszinten 20 cm széles vasbeton falak találhatók 25x25 cm négyzet keresztmetszetű rejtett vasbeton pillérekkel, illetve 30x30 cm négyzet keresztmetszetű különálló vasbeton pillérekkel. Ezek magassága az alaplemeztől indítva 3,17 és 2,97 m.

A földszinten 25x25 cm átmérőjű vasbeton pillérek és 25 cm vastag vasbeton falak alkotják a teherhordó szerkezetet, melyek a pince feletti födém felső síkjáról indítva 2,40 m magasak.

Az emeleten található egy 25 cm vastag vasbeton fal és több 25x25 cm vastag vasbeton pillér. Ezen szerkezeti elemek a földszint felső síkjáról indítva 2,40 m magasságúak.

2.2.4. Lépcső

Az építmény 3 szintjét a liftmagon kívül összeköti még egy kétkarú monolit vasbeton lépcső is.

A lépcsőfokok 16,5 cm-es fellépő és 30 cm-es belépőmérettel készülnek, a lépcsőkar vastagsága 20 cm. A pihenők vastagsága szintén 20 cm. A lépcsőkarok szélessége 1,05 m, a pihenők hossza 1,075 m, szélessége 2,20 m.

2.3. Felhasznált anyagok

A tervezés során amikor anyagválasztásra került a sor, befolyásoló szempont volt a korszerűség, költséghatékonyság, illetve a jó ár érték arány. Ezért esett a választás az egyik legelterjedtebb építőanyagra, a vasbetonra, melynek előnyei közé tartozik az egyszerű kivitelezés, alapanyagai relatíve olcsók és karbantartási igénye alacsony. Az acélbetét és a beton együttes összedolgozásával az alkotók előnyös tulajdonságai dominálnak, a hátrányos tulajdonságait pedig semlegesítik.

A tervezett építmény fő tartószerkezete monolit vasbeton pillérekből és falakból áll, amiket monolit vasbeton gerendák és födécek kötnék össze. A vázkitöltő falazat Porotherm 30 N+F neo téglából készül.

2.3.1. Alapozás anyagminőségei

A lemezalap monolit vasbetonból készül. A feljebb már részletezett talajmechanikai szakvélemény alapján agresszív talajvíz és speciális betonminőséget igénylő rétegek nincsenek. Ez alapján az alábbi anyagminőségeket választottam:

Betonminőség: C30/37-XC1-16-F2

Betonfedés: 3,5 cm

Betonacél minőség: B500B

2.3.2. Vízszintes teherhordó szerkezetek anyagminőségei

A családi házban a fő födécek, valamint az erkélylemez is monolit vasbetonból készülnek. Mivel az épület mindenhol el van látva víz és hőszigeteléssel, így különleges elvárások a beton minőségével kapcsolatban nem voltak. Ebből kifolyólag a lentebb látható beton- és betonacélminőséget használtam.

Betonminőség: C30/37-XC1-16-F2

Betonfedés: 2,5 cm

Betonacél minőség: B500B

2.3.3. Függőleges teherhordó szerkezetek anyagminőségei

Az épületben a falak és a pillérek, helyükből és funkciójukból adódóan nincsenek kitéve speciális hatásoknak, ezért a tervezés során a vasbetonhoz az alább látható paramétereket választottam:

Betonminőség: C30/37-XC1-16-F2

Betonfedés: 2,5 cm

Betonacél minőség: B500B

2.3.4. Liftmag anyagminőségei

A liftmaghoz, hasonló okokból, mint a többi függőleges szerkezetnél, az alábbi anyagminőségeket használtam fel:

Betonminőség: C30/37-XC1-16-F2

Betonfedés: 2,5 cm

Betonacél minőség: B500B

2.3.5. Hőhídmegszakító

Az építményben ahogy már feljebb részleteztem sok helyen találkozok kültér és beltér, így az erkélylemezek födémekhez kapcsolódásánál a hőhidak elkerülése érdekében hőhídmegszakítókat alkalmaztam.

A tervezés során Schöck Isokorb hőhídmegszakítókat használtam.

2.3.6. Átszűrődési csapok

Az átszűrődáshoz a szükséges helyekre Peikko átszűrődési csapokat alkalmaztam.

2.4. Felhasznált szoftverek

A feladat során a számítási és tervezési részekhez az AxisVM, a MathCAD, a Peikko Designer és a Schöck Méretező programokat használtam.

A tervcsomagot a Nemetschek Allplan szoftver segítségével készítettem el.

3. TEHERELEMZÉS

Egy tartószerkezetet élettartama alatt rengeteg különféle hatás érhet. Ezeket a hatásokat különböző féleképpen lehet rendszerezni.⁸ Legcélszerűbb csoportosításuk időbeli változásuk alapján van, de lehet még származásuk szerint, térbeli változásuk szerint, valamint jellegük szerint is.

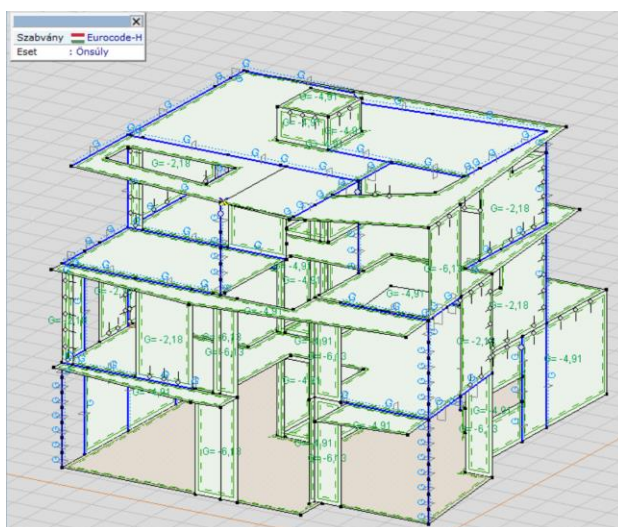
3.1. Állandó terhek

Állandó terheknek hívunk minden olyan terhet, ami várhatóan az épület teljes élettartama alatt hat. Nagyságának változása az idő múlásával elhanyagolható, így egy állandó értéknek felvehető. Ide tartoznak a tartószerkezetek és a hozzájuk kapcsolódó nem teherhordó szerkezeti elemek (pl. burkolatok, válaszfalak), a rögzített gépészeti berendezések és a feltöltések saját súlya is.

3.1.1. Önsúly terhek

Ide számoltam az elsődleges tartószerkezeti elemek súlyát.

Mivel a tervezési feladatomban az AxisVM programot használtam, ezért a szerkezeti elemek pontos meghatározása után ezen terheket a programmal generáltam.



4. sz. ábra - Önsúly terhek az épületen AxisVM-ben

⁸ https://hsz.bme.hu/sites/default/files/hirek/hsz/msz_en_fodem_terhek.pdf 2024.04.27 17:08

3.1.2. Rétegrendi terhek

Az épületen megjelenő rétegrendek a következők:

a. Pince hidegburkolat:	A [m ²]	h [cm]	m [kg/m ³]
- kőporcelán lap:	$A_1 := 1 \text{ m}^2$	$h_1 := 1 \text{ cm}$	$m_1 := 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- ragasztóhabarcs:	$A_2 := 1 \text{ m}^2$	$h_2 := 0.3 \text{ cm}$	$m_2 := 1600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- aljzatkiegyenlítő:	$A_3 := 1 \text{ m}^2$	$h_3 := 0.5 \text{ cm}$	$m_3 := 1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- cement esztrich:	$A_4 := 1 \text{ m}^2$	$h_4 := 7 \text{ cm}$	$m_4 := 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- XPS hőszigetelés:	$A_5 := 1 \text{ m}^2$	$h_5 := 13 \text{ cm}$	$m_5 := 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- Alapértékek: G_a [kN]

- gravitációs együttható: $G := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$g_{a1} := A_1 \cdot h_1 \cdot m_1 \cdot G = 0.24 \text{ kN}$$

$$g_{a2} := A_2 \cdot h_2 \cdot m_2 \cdot G = 0.048 \text{ kN}$$

$$g_{a3} := A_3 \cdot h_3 \cdot m_3 \cdot G = 0.065 \text{ kN}$$

$$g_{a4} := A_4 \cdot h_4 \cdot m_4 \cdot G = 1.47 \text{ kN}$$

$$g_{a5} := A_5 \cdot h_5 \cdot m_5 \cdot G = 0.052 \text{ kN}$$

$$\Sigma G_a := g_{a1} + g_{a2} + g_{a3} + g_{a4} + g_{a5} = 1.875 \text{ kN}$$

- Tervezési érték: G_d [kN]

- parciális tényező: $\gamma := 1.35$

$$\Sigma G_d := \Sigma G_a \cdot \gamma = 2.531 \text{ kN}$$

b. Pince melegburkolat:	A [m ²]	h [cm]	m [kg/m ³]
- parketta:	$A_1 := 1 \text{ m}^2$	$h_1 := 0.7 \text{ cm}$	$m_1 := 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- 1 rtg. filc alátét:	$A_2 := 1 \text{ m}^2$		$m_2 := 0.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- aljzatkiegyenlítő:	$A_3 := 1 \text{ m}^2$	$h_3 := 0.5 \text{ cm}$	$m_3 := 1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- cement esztrich:	$A_4 := 1 \text{ m}^2$	$h_4 := 7 \text{ cm}$	$m_4 := 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- XPS hőszigetelés:	$A_5 := 1 \text{ m}^2$	$h_5 := 13 \text{ cm}$	$m_5 := 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- Alapértékek: G_a [kN]

- gravitációs együttható: $G := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$g_{a1} := A_1 \cdot h_1 \cdot m_1 \cdot G = 0.056 \text{ kN}$$

$$g_{a2} := A_2 \cdot m_2 \cdot G = 0.001 \text{ kN}$$

$$g_{a3} := A_3 \cdot h_3 \cdot m_3 \cdot G = 0.065 \text{ kN}$$

$$g_{a4} := A_4 \cdot h_4 \cdot m_4 \cdot G = 1.47 \text{ kN}$$

$$g_{a5} := A_5 \cdot h_5 \cdot m_5 \cdot G = 0.052 \text{ kN}$$

$$\Sigma G_a := g_{a1} + g_{a2} + g_{a3} + g_{a4} + g_{a5} = 1.644 \text{ kN}$$

- Tervezési érték: G_d [kN]

- parciális tényező: $\gamma := 1.35$

$$\Sigma G_d := \Sigma G_a \cdot \gamma = 2.219 \text{ kN}$$

c. Közbenső födém kavicsleterhelés:	A [m ²]	h [cm]	m [kg/m ³]
- kavicsleterhelés:	$A_1 := 1 \text{ m}^2$	$h_1 := 10 \text{ cm}$	$m_1 := 1700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- 1 rtg. felületszivargó:	$A_2 := 1 \text{ m}^2$		$m_2 := 0.125 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- 1 rtg PVC lemez:	$A_3 := 1 \text{ m}^2$	$h_3 := 0.15 \text{ cm}$	$m_3 := 1400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- 1 rtg elválasztóréteg:	$A_4 := 1 \text{ m}^2$		$m_4 := 0.12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- PIR hab hőszigetelés:	$A_5 := 1 \text{ m}^2$	$h_5 := 12 \text{ cm}$	$m_5 := 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- PIR hab lejtésképzés:	$A_6 := 1 \text{ m}^2$	$h_6 := 6 \text{ cm}$	$m_6 := 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- 1 rtg. bitumenes lemez:	$A_7 := 1 \text{ m}^2$		$m_7 := 8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- cement vakolat:	$A_8 := 1 \text{ m}^2$	$h_8 := 2 \text{ cm}$	$m_8 := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- Alapértékek: G_a [kN]

- gravitációs együttható: $G := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$g_{a1} := A_1 \cdot h_1 \cdot m_1 \cdot G = 1.7 \text{ kN}$$

$$g_{a7} := A_7 \cdot m_7 \cdot G = 0.08 \text{ kN}$$

$$g_{a2} := A_2 \cdot m_2 \cdot G = 0.001 \text{ kN}$$

$$g_{a8} := A_8 \cdot h_8 \cdot m_8 \cdot G = 0.4 \text{ kN}$$

$$g_{a3} := A_3 \cdot h_3 \cdot m_3 \cdot G = 0.021 \text{ kN}$$

$$g_{a4} := A_4 \cdot m_4 \cdot G = 0.001 \text{ kN}$$

$$g_{a5} := A_5 \cdot h_5 \cdot m_5 \cdot G = 0.108 \text{ kN}$$

$$g_{a6} := A_6 \cdot h_6 \cdot m_6 \cdot G = 0.054 \text{ kN}$$

$$\Sigma G_a := g_{a1} + g_{a2} + g_{a3} + g_{a4} + g_{a5} + g_{a6} + g_{a7} + g_{a8} = 2.365 \text{ kN}$$

- Tervezési érték: G_d [kN]

- parciális tényező: $\gamma := 1.35$

$$\Sigma G_d := \Sigma G_a \cdot \gamma = 3.193 \text{ kN}$$

d. Közbenső födém
hidegburkolat:

A [m²]

h [cm]

m [kg/m³]

- kőporcelán lap:	$A_1 := 1 \text{ m}^2$	$h_1 := 1 \text{ cm}$	$m_1 := 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- ragasztóhabarcs:	$A_2 := 1 \text{ m}^2$	$h_2 := 0.3 \text{ cm}$	$m_2 := 1600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- aljzatkiegyenlítő:	$A_3 := 1 \text{ m}^2$	$h_3 := 0.5 \text{ cm}$	$m_3 := 1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- cement esztrich:	$A_4 := 1 \text{ m}^2$	$h_4 := 6 \text{ cm}$	$m_4 := 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- EPS hőszigetelés:	$A_5 := 1 \text{ m}^2$	$h_5 := 5 \text{ cm}$	$m_5 := 15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- cement vakolat:	$A_6 := 1 \text{ m}^2$	$h_6 := 2 \text{ cm}$	$m_6 := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- Alapértékek: G_a [kN]

- gravitációs együttható: $G := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$g_{a1} := A_1 \cdot h_1 \cdot m_1 \cdot G = 0.24 \text{ kN}$$

$$g_{a2} := A_2 \cdot h_2 \cdot m_2 \cdot G = 0.048 \text{ kN}$$

$$g_{a3} := A_3 \cdot h_3 \cdot m_3 \cdot G = 0.065 \text{ kN}$$

$$g_{a4} := A_4 \cdot h_4 \cdot m_4 \cdot G = 1.26 \text{ kN}$$

$$g_{a5} := A_5 \cdot h_5 \cdot m_5 \cdot G = 0.008 \text{ kN}$$

$$g_{a6} := A_6 \cdot h_6 \cdot m_6 \cdot G = 0.4 \text{ kN}$$

$$\Sigma G_a := g_{a1} + g_{a2} + g_{a3} + g_{a4} + g_{a5} + g_{a6} = 2.021 \text{ kN}$$

- Tervezési érték: G_d [kN]

- parciális tényező: $\gamma := 1.35$

$$\Sigma G_d := \Sigma G_a \cdot \gamma = 2.728 \text{ kN}$$

e. Közbenső födém
melegburkolat:

A [m²]

h [cm]

m [kg/m³]

- parketta:	$A_1 := 1 \text{ m}^2$	$h_1 := 0.7 \text{ cm}$	$m_1 := 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- 1 rtg. filc alátét:	$A_2 := 1 \text{ m}^2$		$m_2 := 0.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- aljzatkiegyenlítő:	$A_3 := 1 \text{ m}^2$	$h_3 := 0.5 \text{ cm}$	$m_3 := 1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- cement esztrich:	$A_4 := 1 \text{ m}^2$	$h_4 := 6 \text{ cm}$	$m_4 := 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- EPS hőszigetelés:	$A_5 := 1 \text{ m}^2$	$h_5 := 5 \text{ cm}$	$m_5 := 15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- cement vakolat:	$A_6 := 1 \text{ m}^2$	$h_6 := 2 \text{ cm}$	$m_6 := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- Alapértékek: G_a [kN]

- gravitációs együttható: $G := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$g_{a1} := A_1 \cdot h_1 \cdot m_1 \cdot G = 0.056 \text{ kN}$$

$$g_{a2} := A_2 \cdot m_2 \cdot G = 0.001 \text{ kN}$$

$$g_{a3} := A_3 \cdot h_3 \cdot m_3 \cdot G = 0.065 \text{ kN}$$

$$g_{a4} := A_4 \cdot h_4 \cdot m_4 \cdot G = 1.26 \text{ kN}$$

$$g_{a5} := A_5 \cdot h_5 \cdot m_5 \cdot G = 0.008 \text{ kN}$$

$$g_{a6} := A_6 \cdot h_6 \cdot m_6 \cdot G = 0.4 \text{ kN}$$

$$\Sigma G_a := g_{a1} + g_{a2} + g_{a3} + g_{a4} + g_{a5} + g_{a6} = 1.79 \text{ kN}$$

- Tervezési érték: G_d [kN]

- parciális tényező: $\gamma := 1.35$

$$\Sigma G_d := \Sigma G_a \cdot \gamma = 2.416 \text{ kN}$$

f. Zárófödém kavicsleterhelés:	A [m ²]	h [cm]	m [kg/m ³]
- kavicsleterhelés:	$A_1 := 1 \text{ m}^2$	$h_1 := 10 \text{ cm}$	$m_1 := 1700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- 1 rtg. felületszivargó:	$A_2 := 1 \text{ m}^2$		$m_2 := 0.125 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- 1 rtg PVC lemez:	$A_3 := 1 \text{ m}^2$	$h_3 := 0.15 \text{ cm}$	$m_3 := 1400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- 1 rtg elválasztóréteg:	$A_4 := 1 \text{ m}^2$		$m_4 := 0.12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- PIR hab hőszigetelés:	$A_5 := 1 \text{ m}^2$	$h_5 := 12 \text{ cm}$	$m_5 := 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- PIR hab lejtésképzés:	$A_6 := 1 \text{ m}^2$	$h_6 := 6 \text{ cm}$	$m_6 := 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- 1 rtg. bitumenes lemez:	$A_7 := 1 \text{ m}^2$		$m_7 := 8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- cement vakolat:	$A_8 := 1 \text{ m}^2$	$h_8 := 2 \text{ cm}$	$m_8 := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- Alapértékek: G_a [kN]

- gravitációs együttható: $G := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$g_{a1} := A_1 \cdot h_1 \cdot m_1 \cdot G = 1.7 \text{ kN}$$

$$g_{a7} := A_7 \cdot m_7 \cdot G = 0.08 \text{ kN}$$

$$g_{a2} := A_2 \cdot m_2 \cdot G = 0.001 \text{ kN}$$

$$g_{a8} := A_8 \cdot h_8 \cdot m_8 \cdot G = 0.4 \text{ kN}$$

$$g_{a3} := A_3 \cdot h_3 \cdot m_3 \cdot G = 0.021 \text{ kN}$$

$$g_{a4} := A_4 \cdot m_4 \cdot G = 0.001 \text{ kN}$$

$$g_{a5} := A_5 \cdot h_5 \cdot m_5 \cdot G = 0.108 \text{ kN}$$

$$g_{a6} := A_6 \cdot h_6 \cdot m_6 \cdot G = 0.054 \text{ kN}$$

$$\Sigma G_a := g_{a1} + g_{a2} + g_{a3} + g_{a4} + g_{a5} + g_{a6} + g_{a7} + g_{a8} = 2.365 \text{ kN}$$

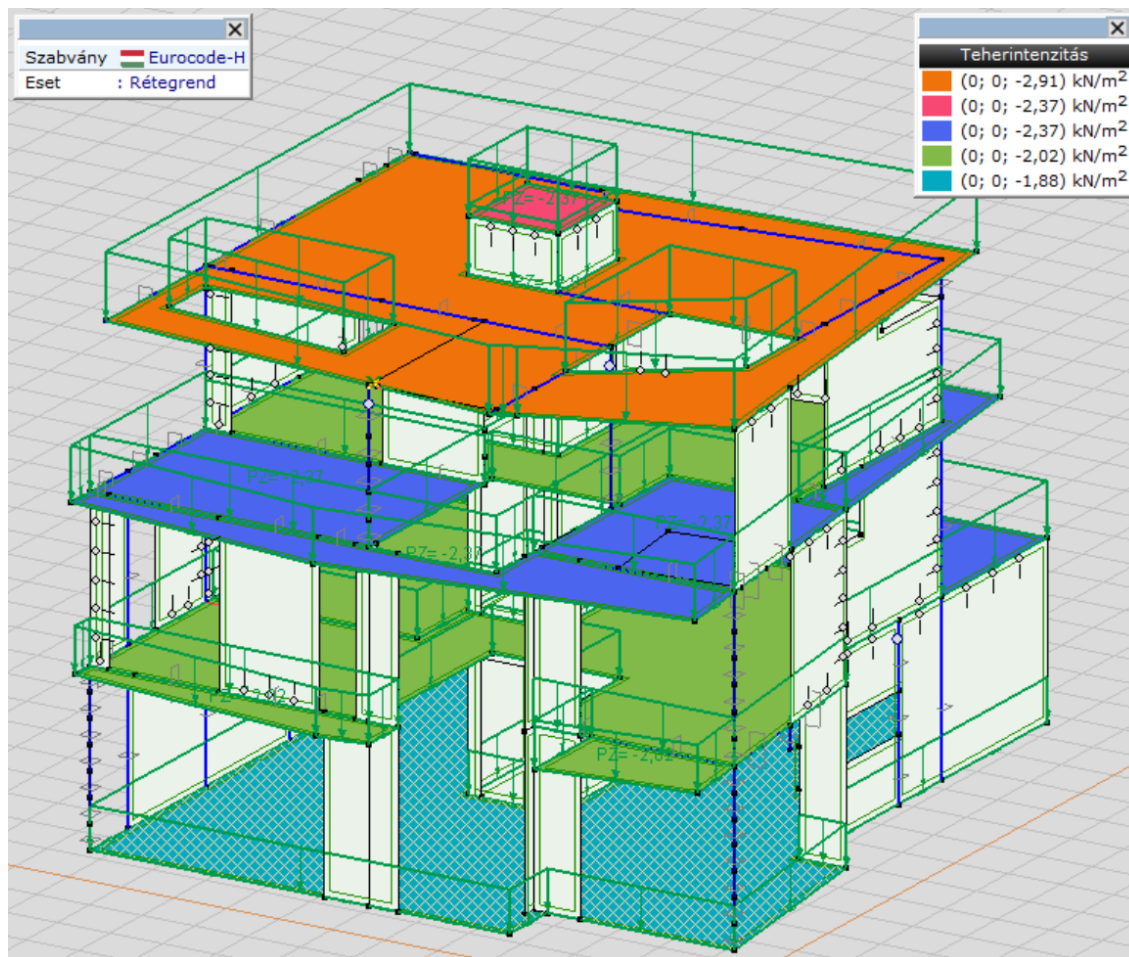
- Tervezési érték: G_d [kN]

- parciális tényező: $\gamma := 1.35$

$$\Sigma G_d := \Sigma G_a \cdot \gamma = 3.193 \text{ kN}$$

g. Zárófödém extenzív zöldtető:	A [m ²]	h [cm]	m [kg/m ³]
- talajréteg:	$A_1 := 1 \text{ m}^2$	$h_1 := 20 \text{ cm}$	$m_1 := 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- 1 rtg. geotextília:	$A_2 := 1 \text{ m}^2$		$m_2 := 0.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- drénlemez:	$A_3 := 1 \text{ m}^2$		$m_3 := 0.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- 1 rtg elválasztóréteg:	$A_4 := 1 \text{ m}^2$		$m_4 := 0.12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- 1 rtg bitumenes lemez:	$A_5 := 1 \text{ m}^2$		$m_5 := 8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- EPS hőszigetelés:	$A_6 := 1 \text{ m}^2$	$h_6 := 12 \text{ cm}$	$m_6 := 15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- EPS lejtésképzés:	$A_7 := 1 \text{ m}^2$	$h_7 := 6 \text{ cm}$	$m_7 := 15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- cement vakolat:	$A_8 := 1 \text{ m}^2$	$h_8 := 2 \text{ cm}$	$m_8 := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Alapértékek: G_a [kN]			
- gravitációs együttható:	$G := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$		
$g_{a1} := A_1 \cdot h_1 \cdot m_1 \cdot G = 2.4 \text{ kN}$		$g_{a7} := A_7 \cdot h_7 \cdot m_7 \cdot G = 0.009 \text{ kN}$	
$g_{a2} := A_2 \cdot m_2 \cdot G = 0.002 \text{ kN}$		$g_{a8} := A_8 \cdot h_8 \cdot m_8 \cdot G = 0.4 \text{ kN}$	
$g_{a3} := A_3 \cdot m_3 \cdot G = 0.004 \text{ kN}$			
$g_{a4} := A_4 \cdot m_4 \cdot G = 0.001 \text{ kN}$			
$g_{a5} := A_5 \cdot m_5 \cdot G = 0.08 \text{ kN}$			
$g_{a6} := A_6 \cdot h_6 \cdot m_6 \cdot G = 0.018 \text{ kN}$			
$\Sigma G_a := g_{a1} + g_{a2} + g_{a3} + g_{a4} + g_{a5} + g_{a6} + g_{a7} + g_{a8} = 2.914 \text{ kN}$			
- Tervezési érték: G_d [kN]			
- parciális tényező:	$\gamma := 1.35$		
$\Sigma G_d := \Sigma G_a \cdot \gamma = 3.934 \text{ kN}$			

Ahogy fentebb látszik, a tervezés során számoltam a különböző fajta rétegrendekkel, viszont az axismodellemre a biztonság javára csak a mértékadó, azaz a létrejöhethető legnagyobb terhet vezettem át.

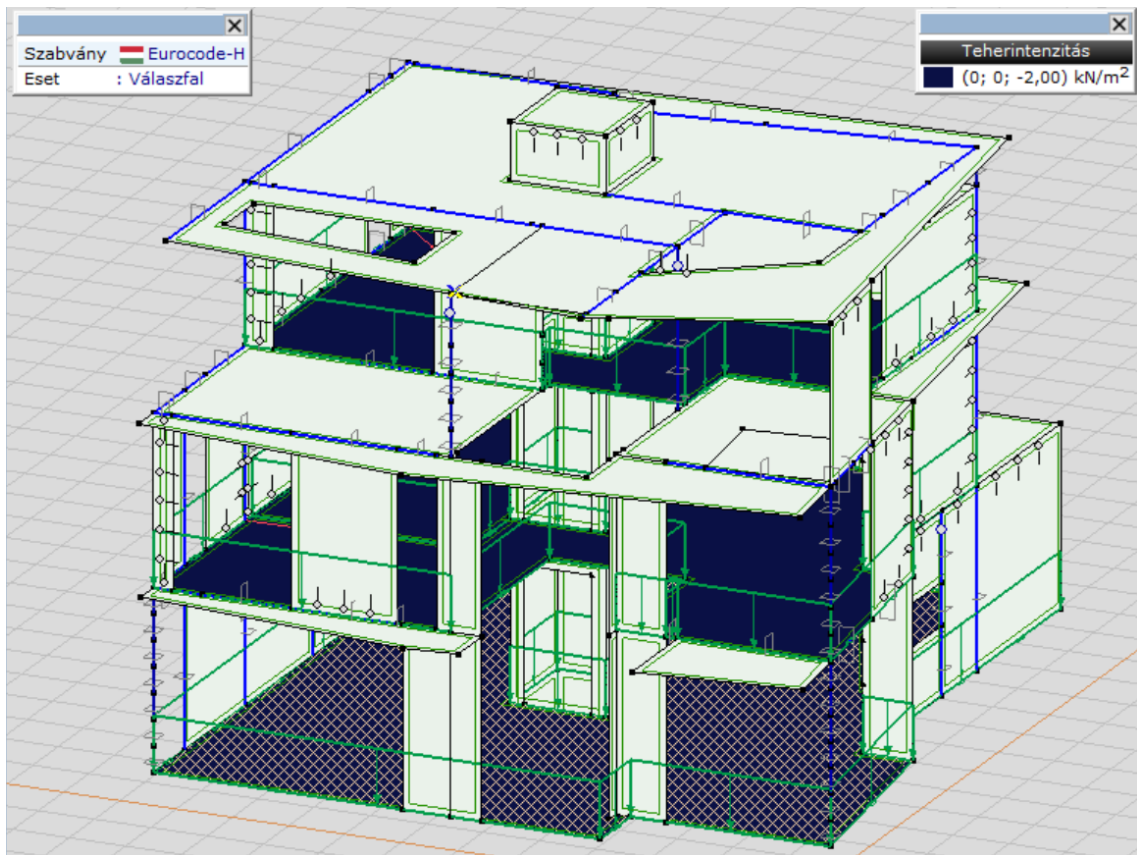


5. sz. ábra - Rétegrendi terhek az épületen AxisVM-ben

3.1.3. Válaszfal terhek

A nehéz, épített válaszfalak terhei az Eurocode szerint az épület önsúlyának részeként, állandó terhekként vehetők figyelembe. Mivel az épületeknél funkcióváltás következhet be, valamint a válaszfalrendszereket gyakran átépíthetik, mennyiségük és helyük sokszor nem látható előre. Ebből kifolyólag egy egységes, felületen egyenletesen megoszló helyettesítő teherként számoltam vele, amit később hozzáadtam a többi hasznos teherhez.

Ahogy az alább lévő ábrán látszik hagyományos válaszfal révén ezt a terhet 2 kN/m^2 nagyságúnak vettem fel.



6. sz. ábra - Válaszfal terhek az épületen AxisVM-ben

3.1.4. Nyugalmi földnyomás

A pinceszint térszint alatti részén levő falakra folyamatosan nyugalmi földnyomás hat. Ezt az alábbi módon számoltam ki:

$$h := 3.17 \text{ m}$$

$$\varphi := 18^\circ$$

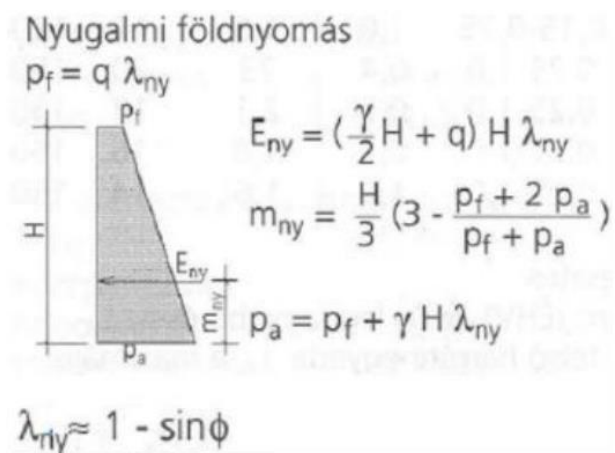
$$\gamma := 20.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

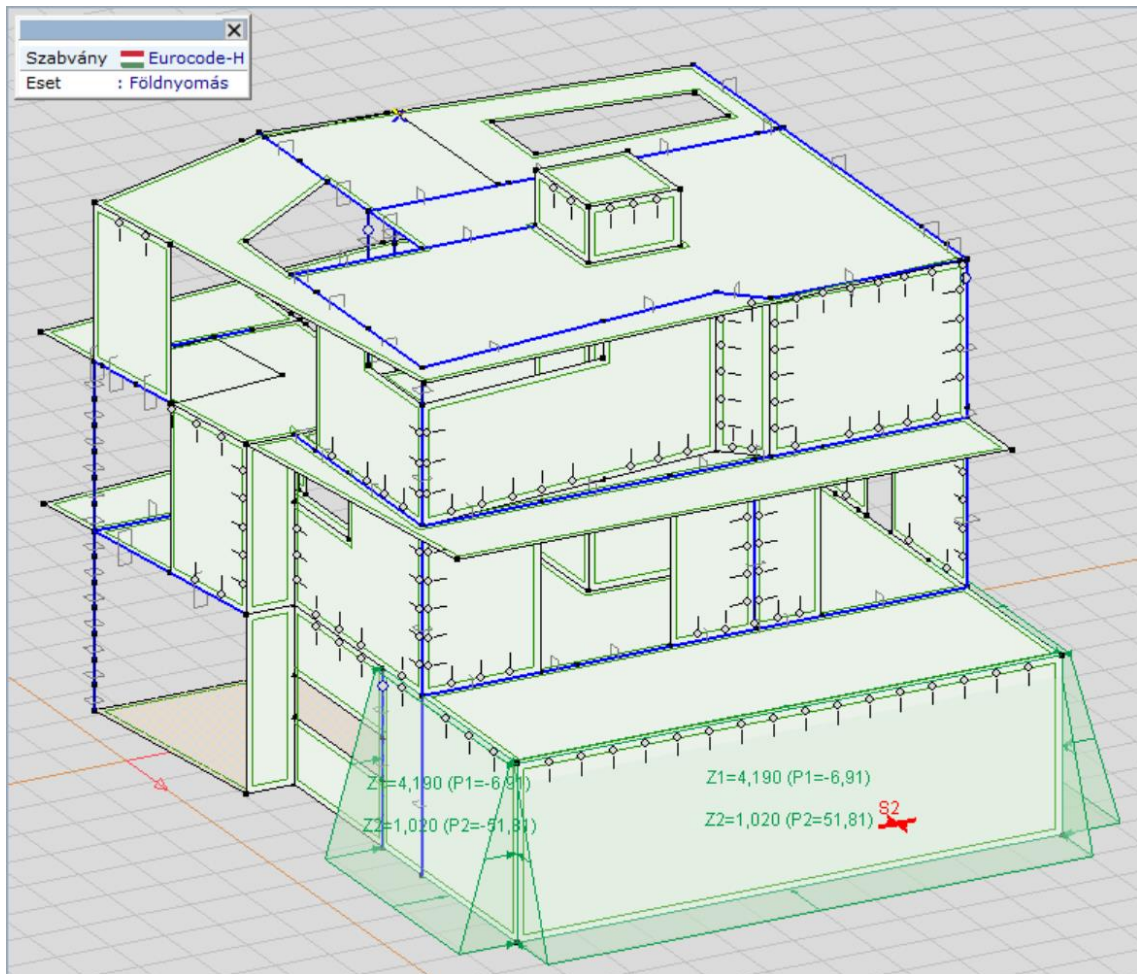
$$q := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\lambda_{ny} := 1 - \sin(\varphi) = 0.691$$

$$p_f := q \cdot \lambda_{ny} = 6.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_a := p_f + \gamma \cdot h \cdot \lambda_{ny} = 51.813 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$





7. sz. ábra - Nyugalmi földnyomás az épületen AxisVM-ben

3.1.5. Lift teher

A lift súlyát, egyéb adat hiányában közelítő értékkel 1 tonnának vettem fel. Ezt felületen megoszló teherként a liftmag zárófödémére helyeztem el.

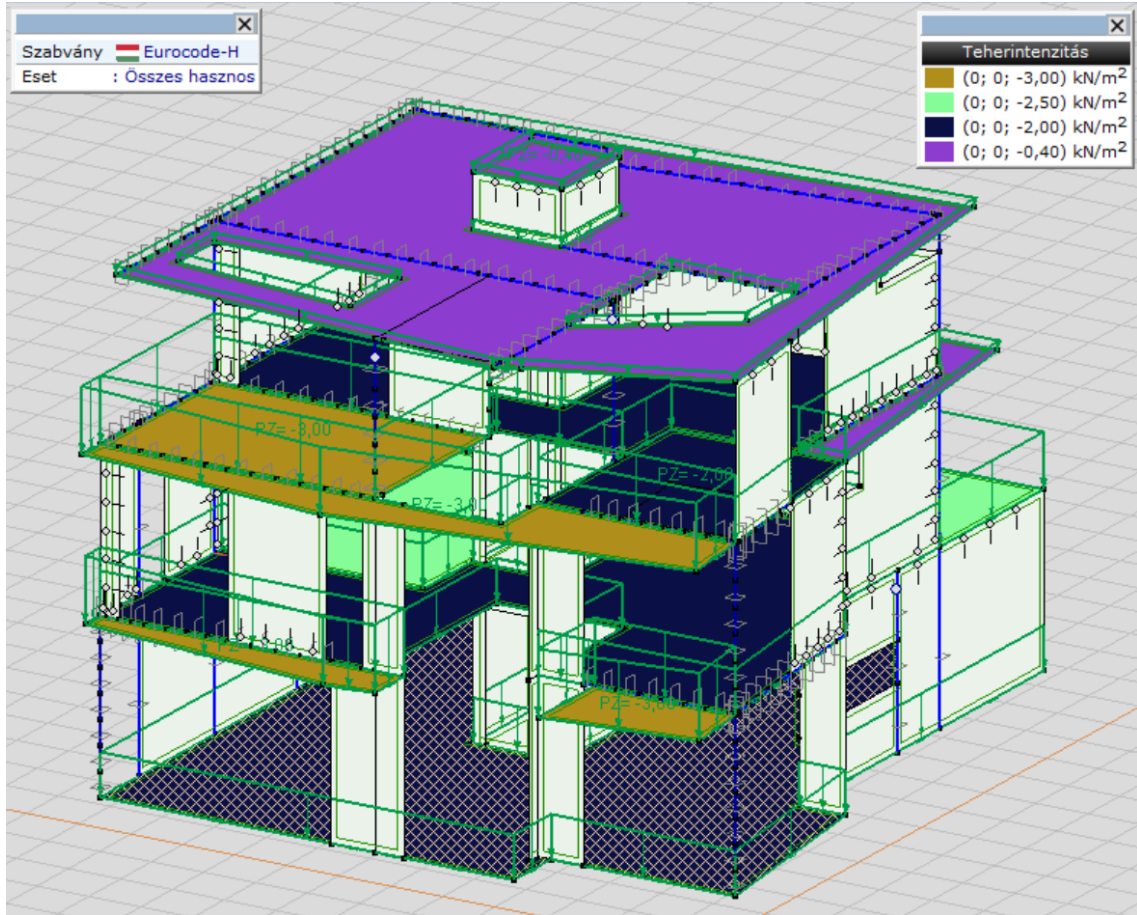
3.2. Esetleges terhek

Esetleges terhek közé soroljuk azokat a terheket aminek időbeli változása már nem hanyagolható el. Ilyenek a hasznos terhek, illetve a meteorológiai terhek.

3.2.1. Hasznos terhek

A hasznos terhek az épület használatából származnak.

A tervezés során a hasznos teher értékét felületen megoszló teherként vettem fel, funkció szerinti besorolás alapján.



8. sz. ábra - Hasznos terhek az épületen AxisVM-ben

3.2.2. Meteorológiai terhek

Meteorológiai terhek közé tartozik a hőteher és a szélteher. Ezeket az alább leírtak szerint számoltam.

Hőteher

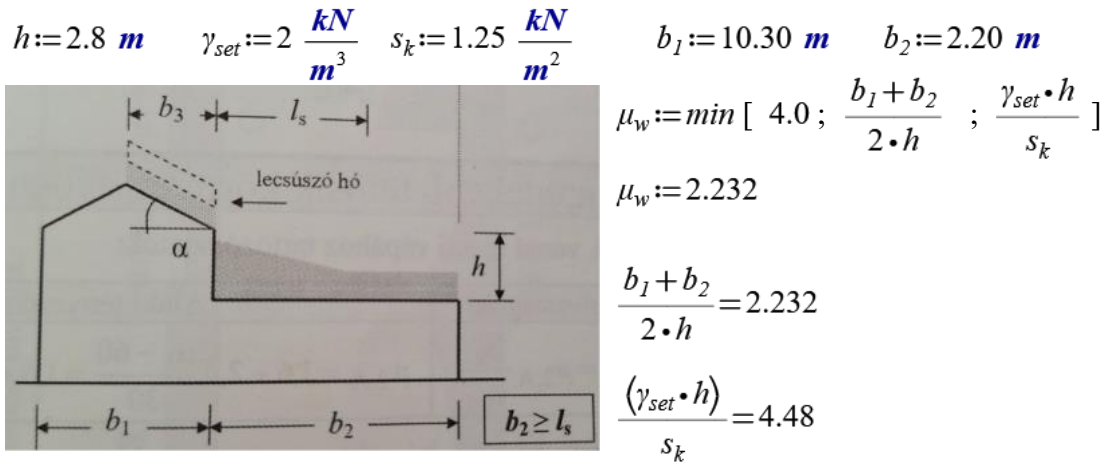
A felszíni hőteherhet az alábbiak alapján határoztam meg az épület teljes területére.

$$\text{Terepszint: } mBf := 249.55 \quad \gamma_s := 1.5 \quad \psi_{0s} := 0.5 \quad \psi_{2s} := 0.0$$

$$s_k := 1.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad C_e := 1.0 \quad C_t := 1.0 \quad \mu_l := 0.8$$

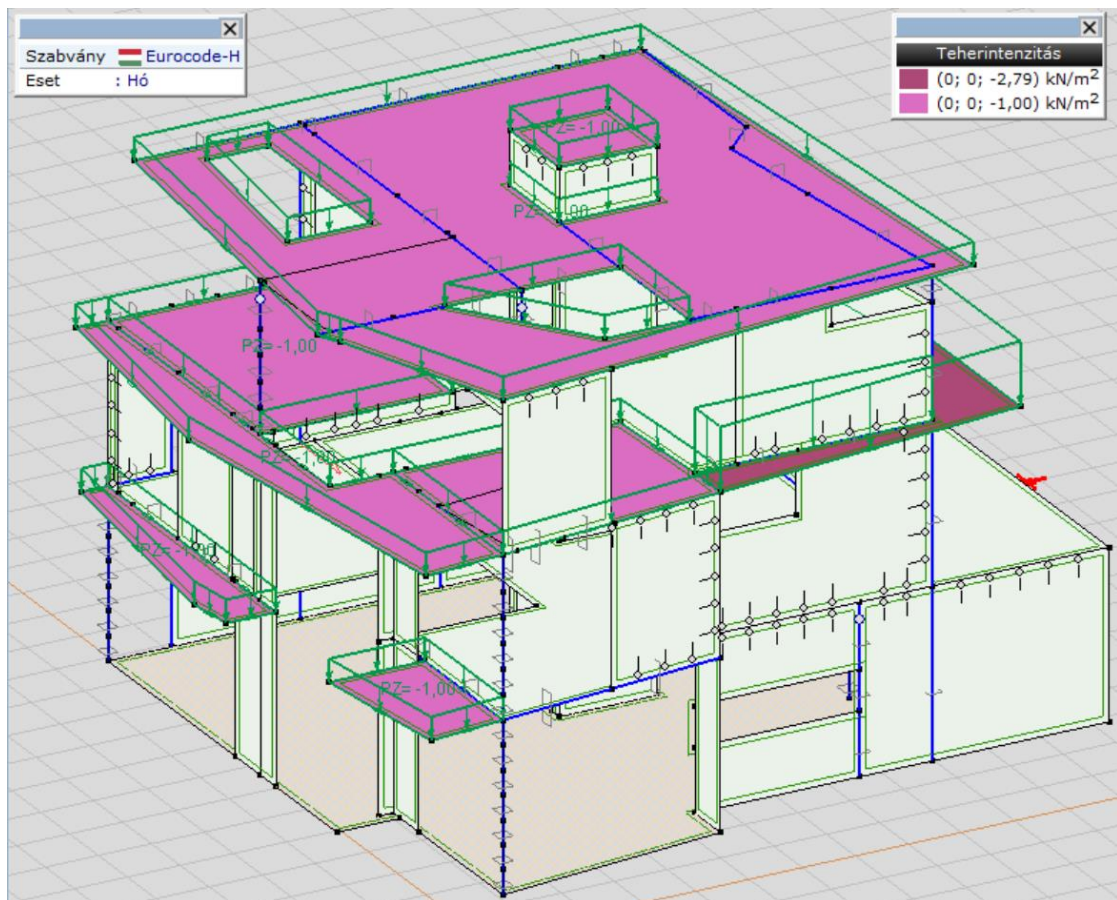
$$p_{s1} := s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_l = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A családi házban van egy olyan erkély, ami nem járható, ebből kifolyólag a havat nem lehet könnyen és rendszeresen takarítani róla. Itt létrejöhet hófelhalmozódás, amit a lentebb látható módon számoltam ki.



$l_s := \max [5 \text{ m} ; 2 \cdot h]$ Alaprajz alapján: $l_s := 2.20 \text{ m}$

$p_{s2} := s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_w = 2.79 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$



9. sz. ábra - Hóterhek az épületen AxisVM-ben

Szélteher

A szél torlónyomása a szélesebesség és a terepszint feletti magasság alapján határozható meg. Mivel a szélesebesség kiindulási értéke Magyarországon egy zónába esik, ezért a gyakorlatban a szélteher számítása lényegesen leegyszerűsíthető, táblázatos értékek alapján meghatározható. Miután az egyes zónákra kiszámoltam a szélteher értékét, a mértékadó terheket kiválasztva átvezettem az axismodellemre. Ezután a programmal számítottam tovább.

Torlónyomás meghatározása: $\gamma_w := 1.5$ $\psi_{0w} := 0.6$ $\psi_{2w} := 0.0$

$c_{dir} := 1.0$ $c_{season} := 1.0$ $c_0 := 1.0$

-levegő sűrűsége: $\rho_{levegő} := 1.25 \frac{kg}{m^3}$

-referencia-szélesebesség kiindulási értéke: $v_{b0} := 23.6 \frac{m}{s}$

-szélesebesség referenciaértéke: $v_b := c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_0 \cdot v_{b0} = 23.6 \frac{m}{s}$

-torlónyomás alapértéke: $q_b := v_b^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{levegő} = 0.348 \frac{kN}{m^2}$

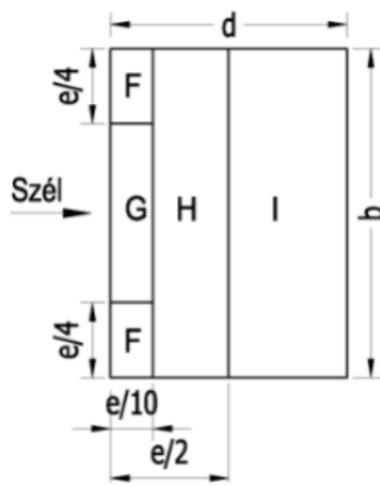
Mivel a családi ház lapostetős, tehát hajlásszöge -5° és $+5^\circ$ között van, ezért csak szélszírással számoltam.

Beépítés alapján III. kategóriába sorolható (alacsony beépítés).

-épület magassága: $h := 10.97 \text{ m}$

-torlónyomás értéke: $q_{pz} := 0.617 \frac{kN}{m^2}$

Lapostető szélnyomási zónái:

 $\Theta=0^\circ$ szélirány esetén

$$h := 10.97 \text{ m}$$

$$b_I := 11.95 \text{ m}$$

$$d_I := 10.20 \text{ m}$$

$$-e = \min(b; 2h)$$

$$e_I := b_I = 11.95 \text{ m}$$

Zónák:

$$F_I := \frac{e_I}{4} \cdot \frac{e_I}{10} = 3.57 \text{ m}^2$$

$$G_I := \left(b_I - 2 \cdot \frac{e_I}{4} \right) \cdot \frac{e_I}{10} = 7.14 \text{ m}^2$$

$$H_I := \left(\frac{e_I}{2} - \frac{e_I}{10} \right) \cdot b_I = 57.121 \text{ m}^2$$

$$I_I := \left(d_I - \frac{e_I}{2} \right) \cdot b_I = 50.489 \text{ m}^2$$

$$c_{pe.FI} := -2.30$$

$$w_{FI} := c_{pe.FI} \cdot q_p z = -1.419 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.GI} := -1.45$$

$$w_{GI} := c_{pe.GI} \cdot q_p z = -0.895 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.HI} := -0.70$$

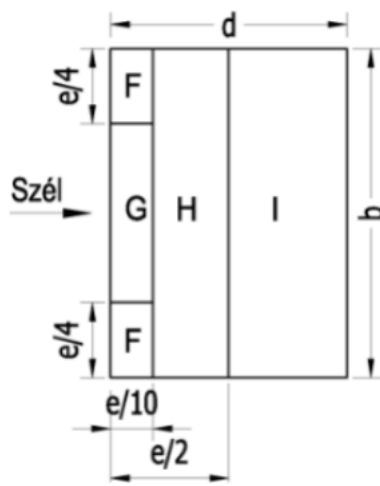
$$w_{HI} := c_{pe.HI} \cdot q_p z = -0.432 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.II} := -0.20$$

$$w_{II} := c_{pe.II} \cdot q_p z = -0.123 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Lapostető szélnyomási zónái:

$\Theta=90^\circ$ szélirány esetén



$$h := 10.97 \text{ m}$$

$$b_2 := 10.20 \text{ m}$$

$$d_2 := 11.95 \text{ m}$$

$$-e = \min(b; 2h)$$

$$e_2 := b_2 = 10.2 \text{ m}$$

Zónák:

$$F_2 := \frac{e_2}{4} \cdot \frac{e_2}{10} = 2.601 \text{ m}^2$$

$$G_2 := \left(b_2 - 2 \cdot \frac{e_2}{4} \right) \cdot \frac{e_2}{10} = 5.202 \text{ m}^2$$

$$H_2 := \left(\frac{e_2}{2} - \frac{e_2}{10} \right) \cdot b_2 = 41.616 \text{ m}^2$$

$$I_2 := \left(d_2 - \frac{e_2}{2} \right) \cdot b_2 = 69.87 \text{ m}^2$$

$$c_{pe.F2} := -2.38$$

$$w_{F2} := c_{pe.F2} \cdot q_p z = -1.468 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.G2} := -1.63$$

$$w_{G2} := c_{pe.G2} \cdot q_p z = -1.006 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.H2} := -0.70$$

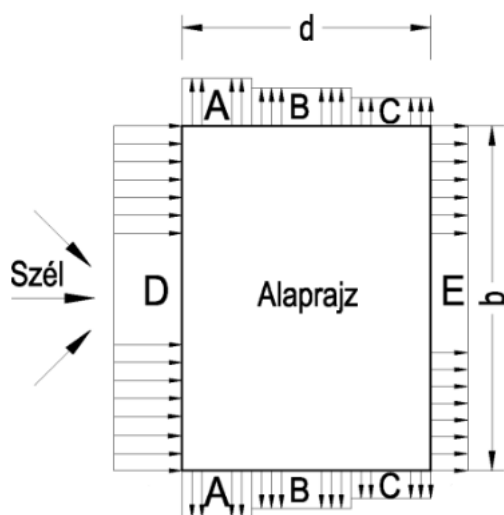
$$w_{H2} := c_{pe.H2} \cdot q_p z = -0.432 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.I2} := -0.20$$

$$w_{I2} := c_{pe.I2} \cdot q_p z = -0.123 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Függőleges falak szélnyomási zónái:

$\Theta=0^\circ$ szélirány esetén



$$h := 10.97 \text{ m}$$

$$b_1 := 11.95 \text{ m}$$

$$d_1 := 10.20 \text{ m}$$

$$-e = \min(b; 2h)$$

$$e_1 := b_1 = 11.95 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d_1} = 1.075$$

Mivel $e_1 \geq d$ ezért a C zóna helyén is B zónával számolok

Zónák:

$$A_1 := \frac{e_1}{5} \cdot h = 26.218 \text{ m}^2$$

$$B_1 := \left(d_1 - \frac{e_1}{5} \right) \cdot h = 85.676 \text{ m}^2$$

$$D_1 := b_1 \cdot h = 131.092 \text{ m}^2$$

$$E_1 := b_1 \cdot h = 131.092 \text{ m}^2$$

$$c_{pe.A1} := -1.2 \quad w_{A1} := c_{pe.A1} \cdot q_p z = -0.74 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

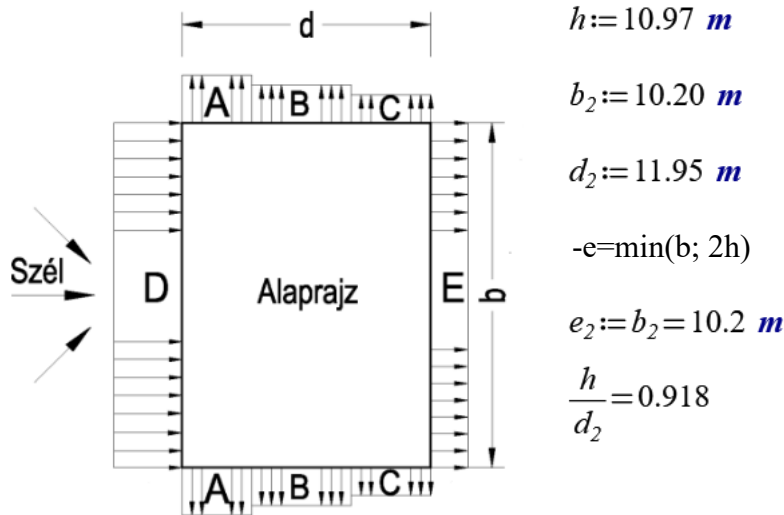
$$c_{pe.B1} := -0.8 \quad w_{B1} := c_{pe.B1} \cdot q_p z = -0.494 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.D1} := 0.8 \quad w_{D1} := c_{pe.D1} \cdot q_p z = 0.494 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.E1} := -0.5 \quad w_{E1} := c_{pe.E1} \cdot q_p z = -0.309 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Függőleges falak szélnyomási zónái:

$\Theta=90^\circ$ szélirány esetén



$$h := 10.97 \text{ m}$$

$$b_2 := 10.20 \text{ m}$$

$$d_2 := 11.95 \text{ m}$$

$$-e = \min(b; 2h)$$

$$e_2 := b_2 = 10.2 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d_2} = 0.918$$

Zónák:

$$A_2 := \frac{e_2}{5} \cdot h = 22.379 \text{ m}^2$$

$$B_2 := \left(\frac{4}{5} \cdot e_2 \right) \cdot h = 89.515 \text{ m}^2$$

$$C_2 := (d_2 - e_2) \cdot h = 19.198 \text{ m}^2$$

$$D_2 := b_2 \cdot h = 111.894 \text{ m}^2$$

$$E_2 := b_2 \cdot h = 111.894 \text{ m}^2$$

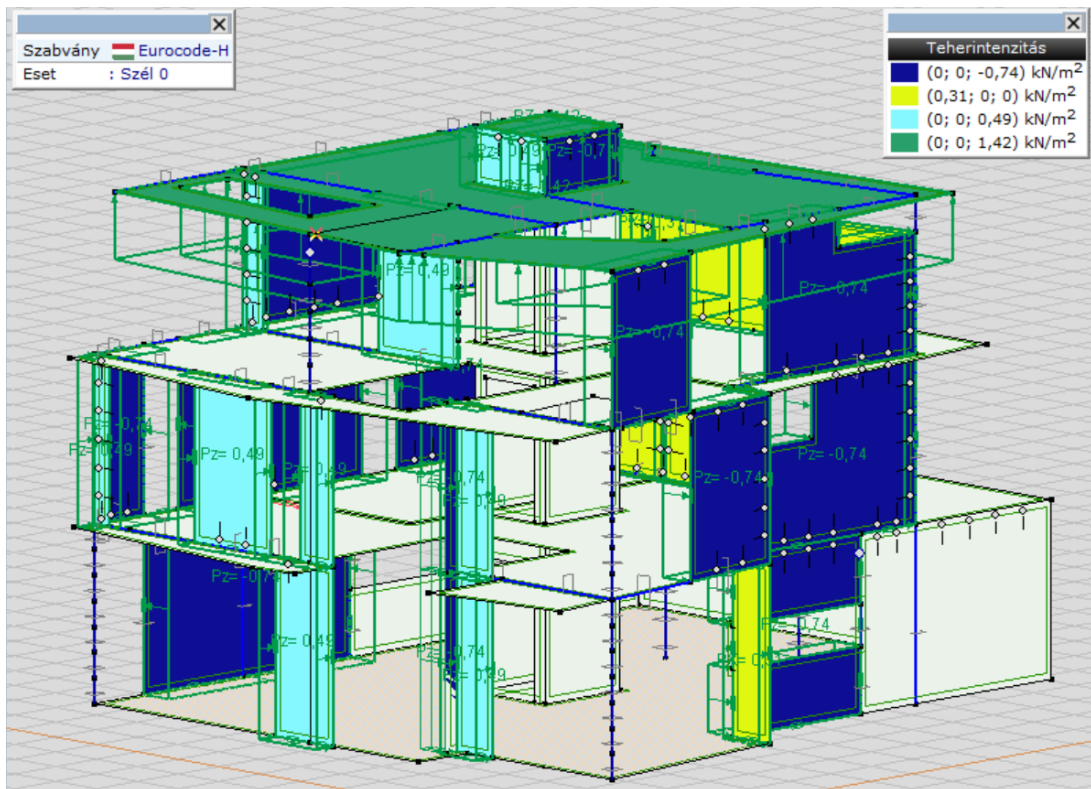
$$c_{pe.A2} := -1.2 \quad w_{A2} := c_{pe.A2} \cdot q_p z = -0.74 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.B2} := -0.8 \quad w_{B2} := c_{pe.B2} \cdot q_p z = -0.494 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

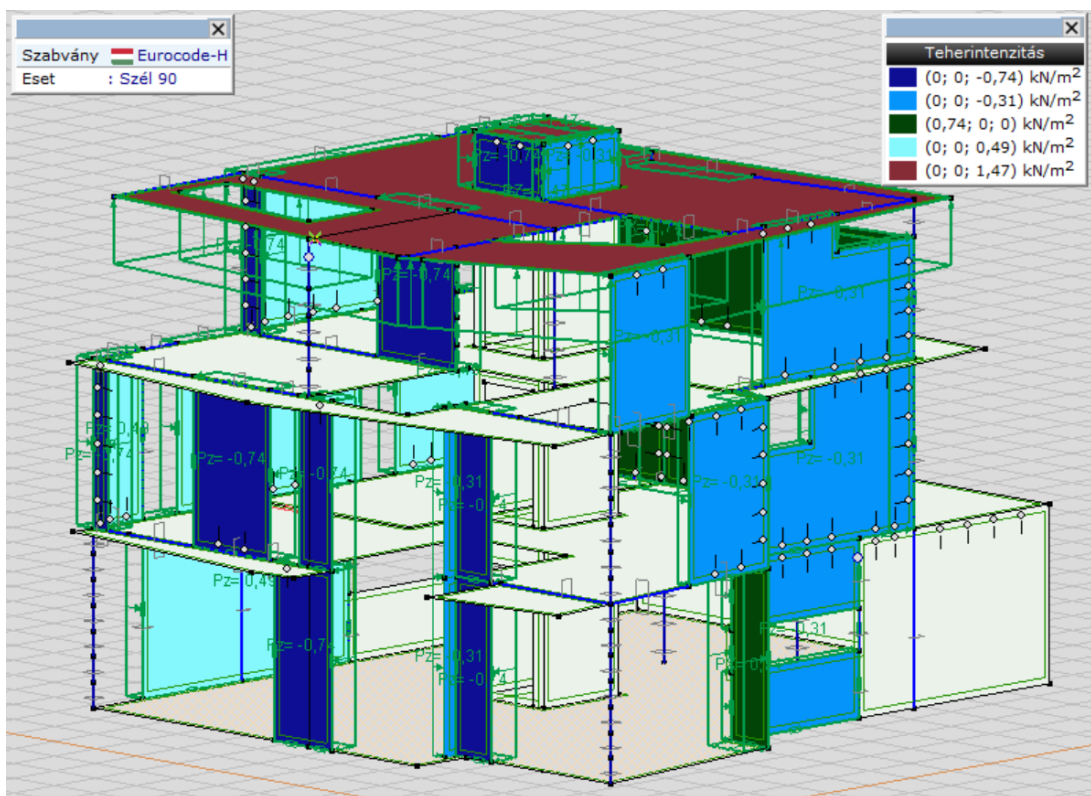
$$c_{pe.C2} := -0.8 \quad w_{C2} := c_{pe.C2} \cdot q_p z = -0.494 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.D2} := 0.8 \quad w_{D2} := c_{pe.D2} \cdot q_p z = 0.494 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_{pe.E2} := -0.5 \quad w_{E2} := c_{pe.E2} \cdot q_p z = -0.309 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



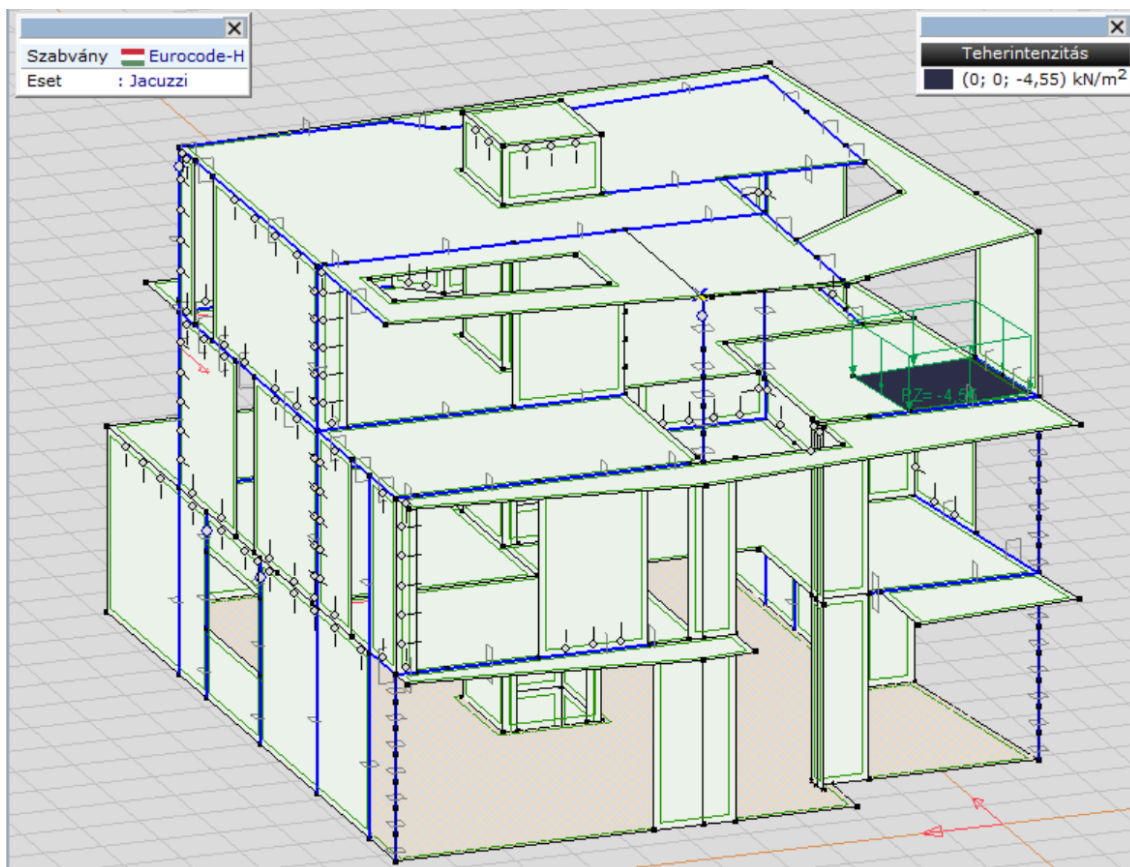
10. sz. ábra - Szélterhek az épületen $\theta = 0^\circ$ széliránynál AxisVM-ben



11. sz. ábra - Szélterhek az épületen $\theta = 90^\circ$ széliránynál AxisVM-ben

3.2.3. Jacuzzi terhe

A földszint feletti födémen elhelyezésre kerül egy jacuzzi ami az adatszolgáltatás alapján maximum 2 t súlyú lehet. Ezt az axismodellemre az alaprajzon meghatározott helyre felületen egyenletesen megoszló teherként tüntettem fel.



12. sz. ábra – Jacuzzi terhe az épületen AxisVM-ben

3.3. Rendkívüli terhek

Ide sorolandók azok a hatások, amelyek ugyan rövid ideig hatnak, mégis jelentős nagyságúak. Ilyen lehet például a robbanás, járműütközés, földrengés, rendkívüli hó vagy szélteher.

A rendkívüli hatásokat a tervezési helyzet és a keletkező károk következményei alapján 3 nagy csoportra oszthatjuk: kis, közepes és nagy kárhányad. Az osztályba sorolástól függően kell a méretezésnél figyelembe venni ezeket a hatásokat.

A tervezett családi házat, mivel egy 4 szint alatti egylakásos lakóházzal van szó a kis kárhányadú csoportba soroltam. Ez azt jelenti, hogy a továbbiakban az általam használt szabványok szabályait követve a rendkívüli hatások figyelembevételére nincs szükség.

4. MÉRTÉKADÓ TEHERKOMBINÁCIÓK

Az előző pontban meghatároztam az összes épületre ható terhet, ezt kövezően elő kell állítanom a mértékadó teherkombinációkat. A továbbiakban szétválasztottam a teherbírasi és a használhatósági határállapotokat. A határállapotoknak a tervezési állapotokhoz kell kapcsolódnia.

A tervezési állapotok⁹ kiválasztásakor azokat a környezeti tényezőket és körülményeket kell vizsgálni, amik a szerkezet fennállása alatt a funkciója betöltéséhez szükségesek. Ezek lehetnek tartós, ideiglenes, rendkívüli és szeizmikus tervezési állapotok.

4.1. Teherbírasi határállapot

Teherbírasi határállapotoknak az emberek biztonságával és/vagy a szerkezet biztonságával kapcsolatos határállapotokat kell figyelembe venni. Ide tartoznak még a tartószerkezet összeomlását megelőző állapotok, valamint esetleg egy tartószerkezeti rész vagy egy merev testnek tekintett tartószerkezet egyensúlyvesztése, a törés vagy más időtől függő hatások miatti tönkremenetel.

A tartós és ideiglenes tervezési állapothoz a következő alapkombinációt¹⁰ kell alkalmazni:

$$E_{d,1} = \gamma_{Sd} \left[\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j,\sup} G_{k,j,\sup} "+" \gamma_{G,j,\inf} G_{k,j,\inf}) "+" \gamma_P P_k "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right]$$

4.2. Használhatósági határállapot

Használhatósági határállapotoknak a tartószerkezetnek vagy a tartószerkezeti elemeknek a szokásos használati körülmények közötti működésével, az emberek

9

https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Fulop_Attila/M%E9retez%E9s%20alapjai/M%E9retez%E9s%20alapjai.pdf 2024.05.06 9:02

¹⁰ [Microsoft Word - Farkas-Lovas-Szalai Mélyép Szemle.doc \(bme.hu\)](#) 2024.05.06 9:26

komfortérzetével, és az építmény külső megjelenésével kapcsolatos határállapotokat hívjuk.

A használhatósági határállapothoz 3 féle kombináció tartozik. Az irreverzibilis határállapotok vizsgálatára a terhek karakterisztikus kombinációját, a reverzibilis határállapotokhoz a terhek gyakori kombinációját, a tartós hatások következményeinek vizsgálatához a kvázi-állandó kombinációt kell alkalmazni.

Mivel esetemben vasbeton szerkezetek repedéstágasságát és lehajlásvizsgálatát végeztem el, így az alábbi kvázi-állandó kombinációt alkalmaztam:

$$E_{ser,c} = \sum (G_{kj,sup} + G_{kj,inf}) + P_k + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

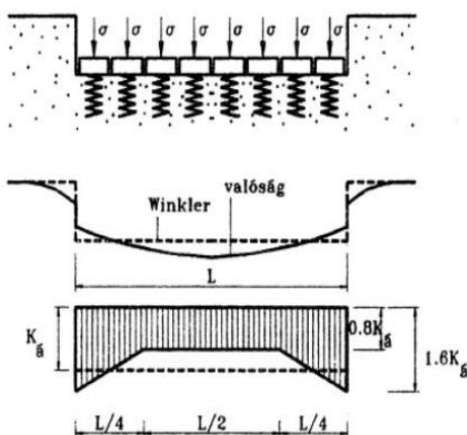
A mértékadó teherkombinációkat a tervezési folyamat során az AxisVM program segítségével generáltam.

5. TARTÓSZERKEZETI TERVEZÉS

5.1. Lemezalap tervezése

A tartószerkezeti tervezés első lépéseként a lemezalapot kellett megterveznem. Az alaplemezt egy rugalmasan ágyazott vasbeton lemezként feltételeztem. Ehhez a rugalmas ágyazási tényezőket a Winkler féle rugómodell alapján határoztam meg.

A Winkler féle rugómodell¹¹ elméletének lényege, hogy az ágyazatot helyettesítve a talajon fekvő lemez alsó síkján elemi rugókat veszünk figyelembe, így a lemez felszínén ható teherrel ellentétes irányban ezek a rugók hatnak a lemez lehajlásával arányos mértékben.



13. sz. ábra - Winkler-féle rugómodell¹²

Az alapösszefüggés a következő képlettel írható le:

$$k_s = \frac{\sigma_s}{s}$$

ahol:

- k_s : az ágyazási tényező
- σ_s : a nyomófeszültség értéke
- s : a süllyedés értéke

¹¹ (PDF) Az ágyazási tényező talajok és kőzetek esetén (researchgate.net) 2024.05.06 9:52

¹² <https://www.slideserve.com/igor-higgins/rugalmasan-gyazott-vasbeton-lemezek-tervez-si-k-rd-sei>
2024.05.07. 19.10

A fentiek alapján jól látható, hogy az ágyazási tényező nem fizikai állandó, hanem a talajfizikai paraméterektől, a felszín süllyedésétől, a terhelő erőtől és a lemez paramétereitől függő tényező.

Az ágyazási tényezők közelítő meghatározásához a Dulácska szerinti ajánlást alkalmaztam.

$$A := 13.6 \text{ m} \quad B := 11.7 \text{ m} \quad E_s := 12.52 \text{ MPa}$$

$$m_0 := \frac{2}{3} \cdot B = 7.8 \text{ m}$$

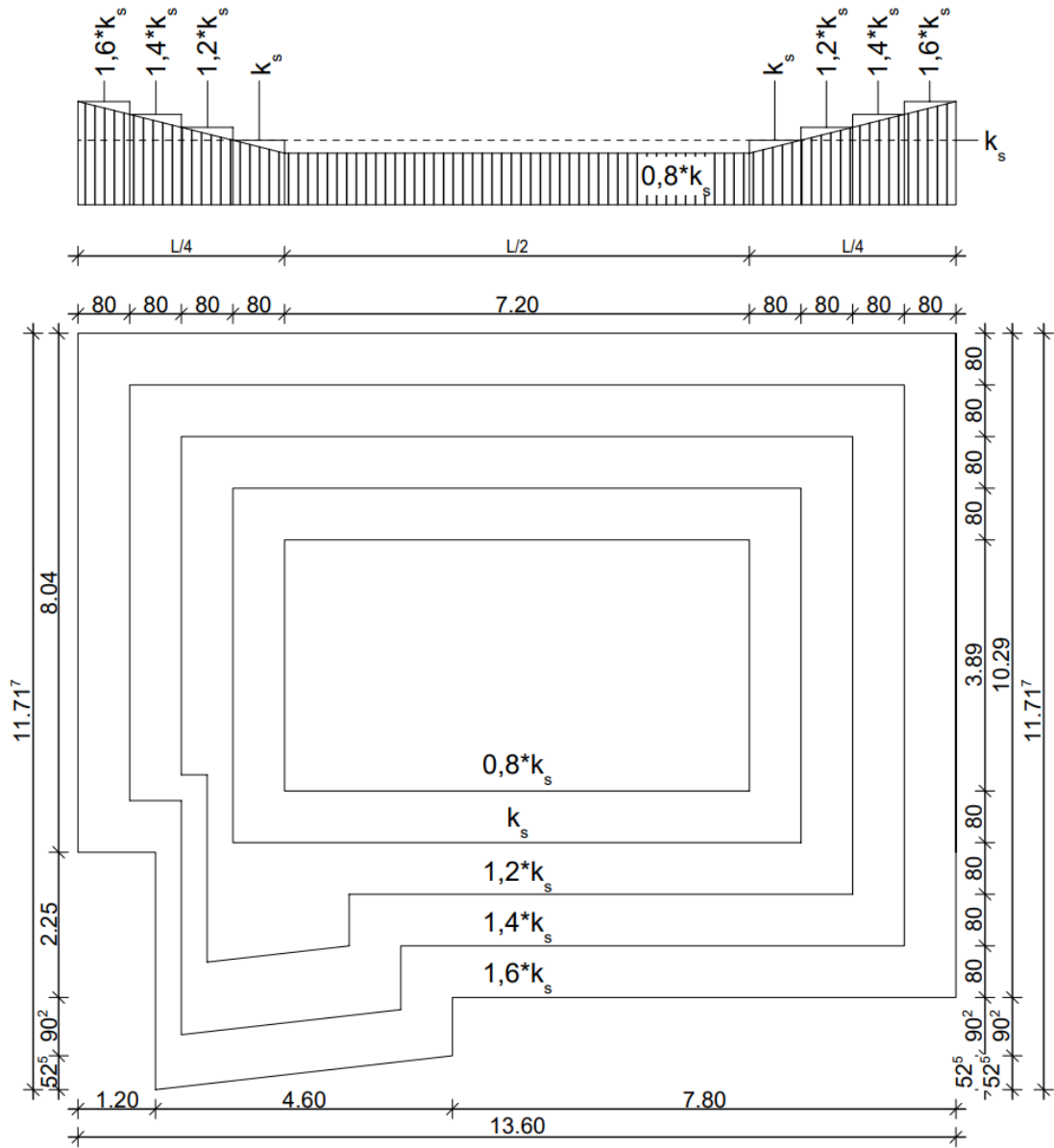
$$k_s := E_s \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{m_0} \right) = (3.596 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

A geometriához a jellemző szélességet és hosszúságot vettem fel. Az E_s értékét úgy határoztam meg, hogy a határmélységig a talajrétegek összenyomódási modulusát a rétegvastagsággal súlyozva átlagot számoltam. A határmélységet Jegorov kötött talajokhoz tartozó képletével számítottam ki, mivel a lemezem szélessége és hossza is 10,0 méternél nagyobb.

Ahogy az előző ábrán is látszik ezt az előbb kiszámított ágyazási tényezőt nem használhatom fel még így ebben a formájában. Először az alábbi módon fel kellett osztanom az alaplemez külön tartományokra.

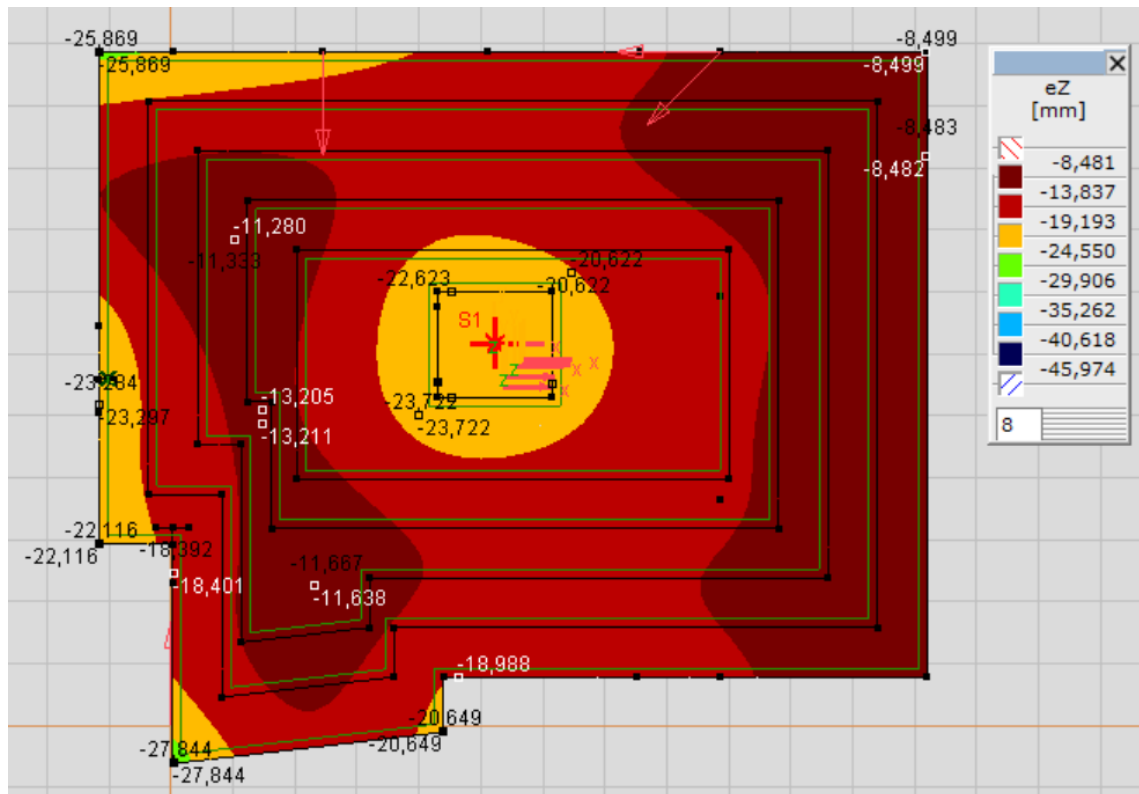
$$0.8 \cdot k_s = (2.877 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \qquad 1.4 \cdot k_s = (5.034 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$1.2 \cdot k_s = (4.315 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \qquad 1.6 \cdot k_s = (5.753 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$



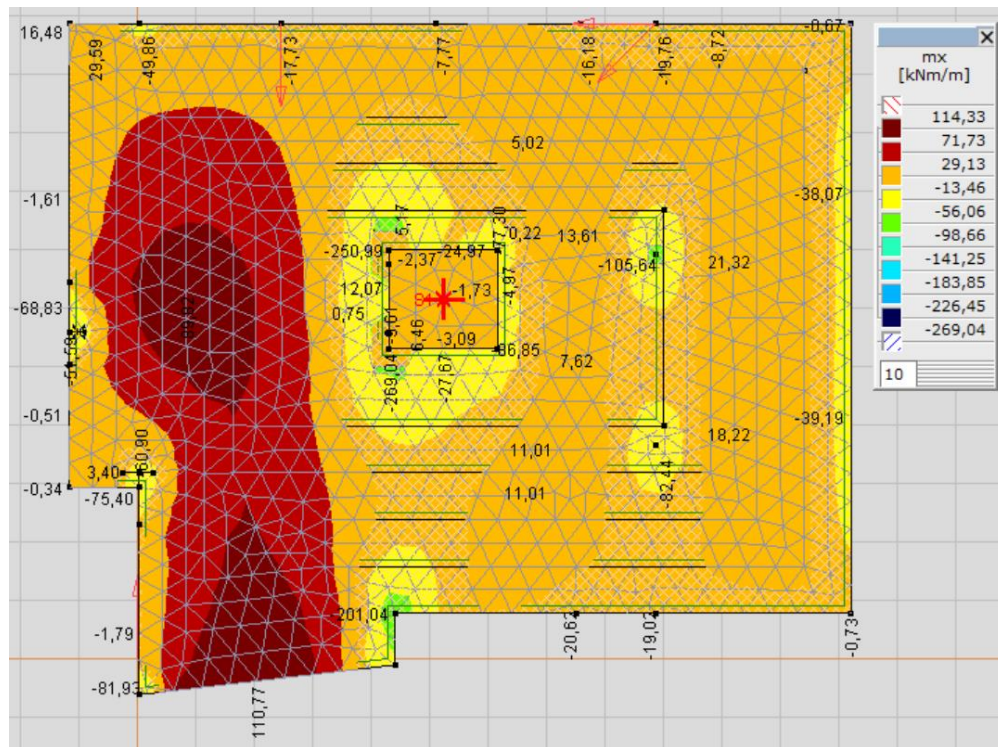
14. sz. ábra - Ágyazási tényezők

Az ágyazási tényezők megállapítása után, az AxisVM programban beállítottam a felületi támaszokat. Ezek után az alaplemezben az lejjebb látható igénybevételek és süllyedések keletkeztek:

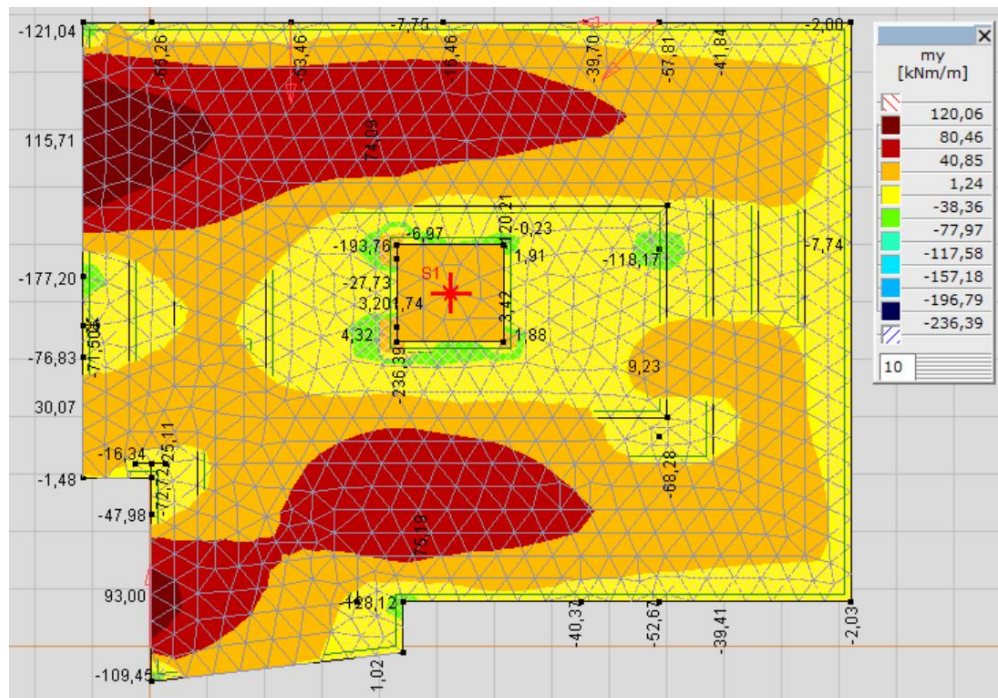


15. sz. ábra – Lemezalap süllyedései

Jól látszik az adatokon, hogy a süllyedések kiegyenlítették, a legnagyobb süllyedéskülönbség 17mm. A nagyobb süllyedések a liftmag környékén, illetve a pince terepszint felett elhelyezkedő pilléres kialakításánál jönnek létre. A legnagyobb süllyedés körülbelül 25mm, a legkisebb pedig körülbelül 8mm.

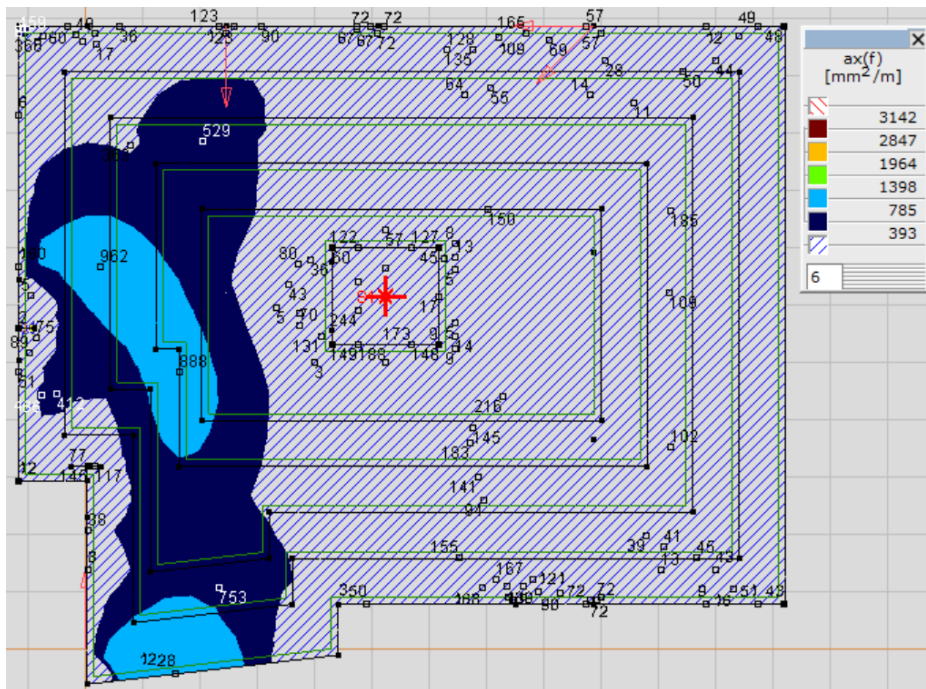


16. sz. ábra - Lemezalap x irányú nyomatékai

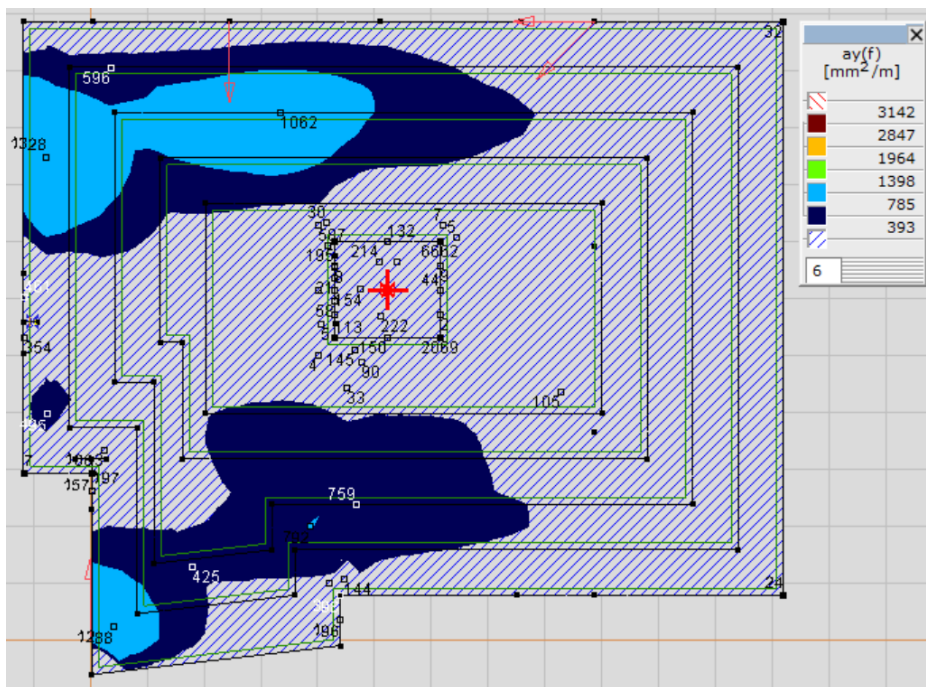


17. sz. ábra - Lemezalap y irányú nyomatékai

A tervezett lemezalapot az AxisVM-ben kétirányban teherhordó lemezként méreteztem. A vasalási fő irány a programban az Y irány.



20. sz. ábra - Alaplemez x irányú felső vasmenntisége



21. sz. ábra - Alaplemez y irányú felső vasalása

Az alkalmazott felső alapháló vasalásai:

X irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ és $\phi 16/20$ erősítések

Y irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ és $\phi 16/20$ erősítések

A vasalási mennyiségek meghatározásánál a végeelem program eredményéből jól látható foltokkal van jelölve a különböző alap betonacél kiosztás keresztmetszeti területe.

Világoskékkel látható a $\phi 10/20$ -as alapháló, ezután a skálán felfelé haladva a $\phi 10/20$ -as, a $\phi 16/20$ -as, a $\phi 20/20$ -as és a $\phi 25/20$ as erősítés.

A lemezalapról induló szerkezetek kitüskézése a vasalási terveken látható módon a lemezből indulnak.

A lift süllyesztékének tervezését egy későbbi pontban a liftmag tervezésénél fogom részletezni. Zsaluzása és vasalása viszont az építés sorrendje miatt az alapozási tervre kerül.

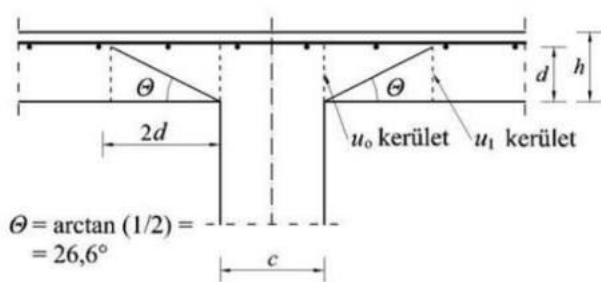
A közbelső pilléreknél foglalkoznom kellett az átszúródás témakörével is. Ehhez először kézi számítást végeztem, majd a Peikko Designer programmal is leellenőriztem az eredményt.

$$\text{Beton:} \quad \text{C30/37} \quad f_{ck} := 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{cd} := 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctd} := 1.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Betonacél:} \quad \text{B500B} \quad \phi 10/20 + \phi 16/20 \text{ x és y irányban}$$

$$A_{sprov} := 2 \cdot (393 + 1005) = 2.796 \cdot 10^3 \quad \rho_l := \frac{A_{sprov}}{300} = 9.32$$

$$h := 300 \text{ mm} \quad d := 265 \text{ mm} \quad c := 300 \text{ mm} \quad V_{Ed} := 503 \text{ kN} \quad \beta := 1.15$$



Értelemszerűen ebben az esetben ez az ábra fordítva van, hiszen jelen esetben a lemezalap átszúródását vizsgálom.

$$u_0 := 4 \cdot c = (1.2 \cdot 10^3) \text{ mm} \quad v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528$$

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$$

$$\frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = 1.819 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} = 5.28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{MEGFELEL!}$$

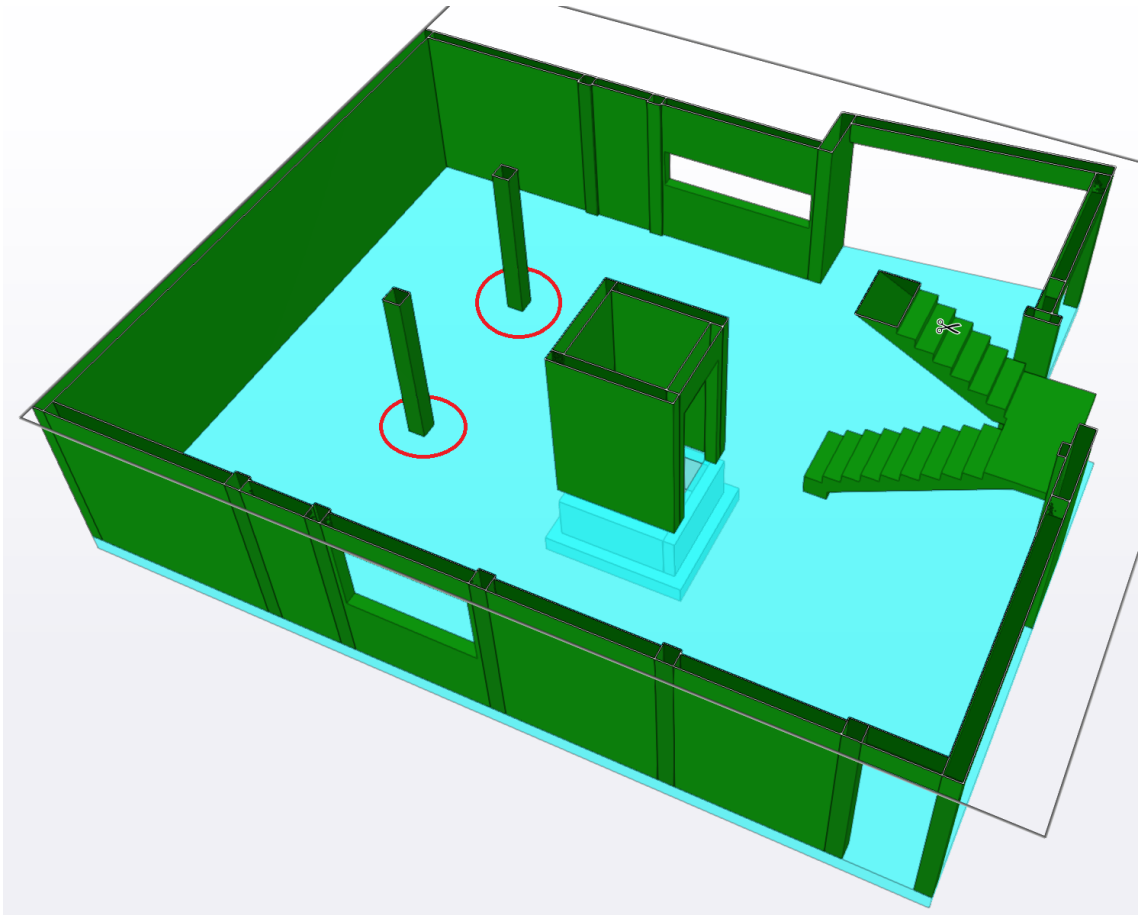
$$2 \ d = 530 \text{ mm}$$

$$u_1 := 4 \cdot c + 2 \cdot d \cdot 2 \cdot \pi = (4.53 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

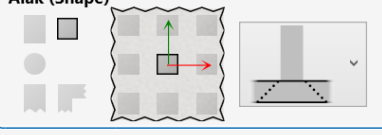
$$c := \left(1.2 - \frac{f_{ck}}{150} \right) \cdot \left(0.15 \cdot \frac{\rho_l}{100} + \frac{0.45}{\left(1 + \frac{d}{1000} \right)} \right) = 0.37$$

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$$

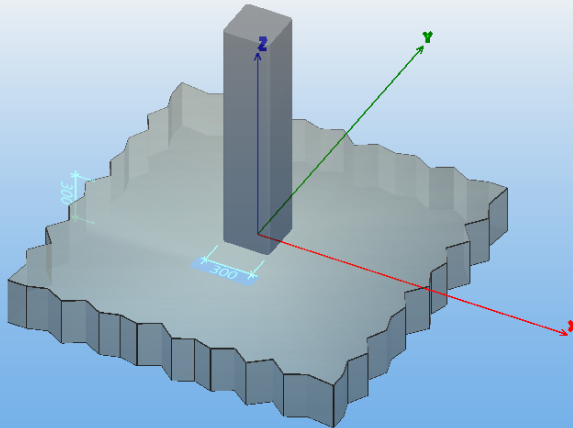
$$\frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = 0.482 \frac{N}{mm^2} \leq c \cdot f_{ctd} = 0.518 \frac{N}{mm^2} \quad \text{MEGFELEL!}$$



22. sz. ábra - Átszúródásra vizsgált pillérfejek

Anyagminőségek Lemez Beton szilárdsági osztály: C30/37 Hajlítási vasalás: B500B		Erők Átszűrő erő: 503 kN Talajnyomás q_d : 0 kN/m ² Dinamikus rész: 0 kN	
Geometria Alak (Shape) 		Load increase factor β ☒ A szabvány által megadott érték használata. Együttható β : 1,15	
Méreték Lemezvastagság: 300 mm a: 300 mm 		Hajlítási vasalás Vasalás ☐ Tényleges vasalás megadása $\varnothing_x$: Ø10 $\varnothing_y$: Ø10 c/c_x : 200 mm c/c_y : 200 mm ☒ Keresztmetszeti terület megadása A_{sx} : 1398 mm ² /m A_{sy} : 1398 mm ² /m d_x : 265 mm d_y : 250 mm ☐ Vashányad megadása ρ_x : 0,53 % ρ_y : 0,56 % d_x : 260 mm d_y : 270 mm	
Lemez ☐ Evaluate the influence of the span on factor β ☐ Evaluate the effect of the span on soil pressure Span l_x : 6000 mm Span l_y : 6000 mm Column penetration depth Δh : 0 mm		Átszűrődési vasalás Nincs szükség átszűrődési vasalásra	
Hajlítási vasalás betonfedése. Felső vasalás: 25 mm Alsó vasalás: 25 mm			
Födémáttörések			

23. sz. ábra - Bemenő adatok Peikko Designer programban

Alapbeállítások visszaállítása			
			
Megjelenítés: ☒ Oszlop ☒ Lemez ☒ Átszűrődési vasalás ☒ Átszűrődési kúp ☒ Szükséges ellenőrző terület ☒ Meglévő ellenőrző terület ☒ Méretek			
Eredmények: Oszlop 1			
Átszűrődési kúp u_1 = 4 436 mm $(V_{Ed} - 2\Delta V) * \beta$ = 578,5 kN $V_{Rd,c}$ = 653,7 kN $V_{Rd,max}$ = 1 059,1 kN		Vasalási hányadok % ρ_{min} = 0,24 ρ_{req} = 0,09 ρ = 0,54 ρ_{max} = 2,00	
		Külső ellenőrző terület Nincs szükség átszűrődési vasalásra	

24. sz. ábra - Eredmények Peikko Designer programban

A számítás során figyelembe vettem a beton és betonacél minőségeket, a geometriát, a pillérből átadódó támaszerőt, és a lemezben alkalmazott vasalást. Ezután mindkét esetben megvizsgáltam a pillér közvetlen kerületén létrejövő nyíróerőt majd a szabvány szerint 45° -ban törő átszűrődási kúp kerületén létrejövő nyíróerőt is.

Mindkét számítási mód eredményeként lehet látni, hogy a vizsgált pilléreknél nincs szükség nyírási vasalás alkalmazására.

5.2. Vízszintes teherhordó szerkezetek

A családi házban található födémek és egyéb erkély és teraszlemezek méretezéséhez készítettem külön 2D-s axismodelleket is. A síkmodellre rátettem az összes függőleges terhet, ami a födémekre hat. Ezek közé tartozik az önsúly, rétegrend, és válaszfal teher, valamint esetleges terhek közül a hasznos, illetve a hőteher.

A feladat során összehasonlítottam a síkmodelleket a globális modellel.

5.2.1. Pinceszint feletti födém tervezése

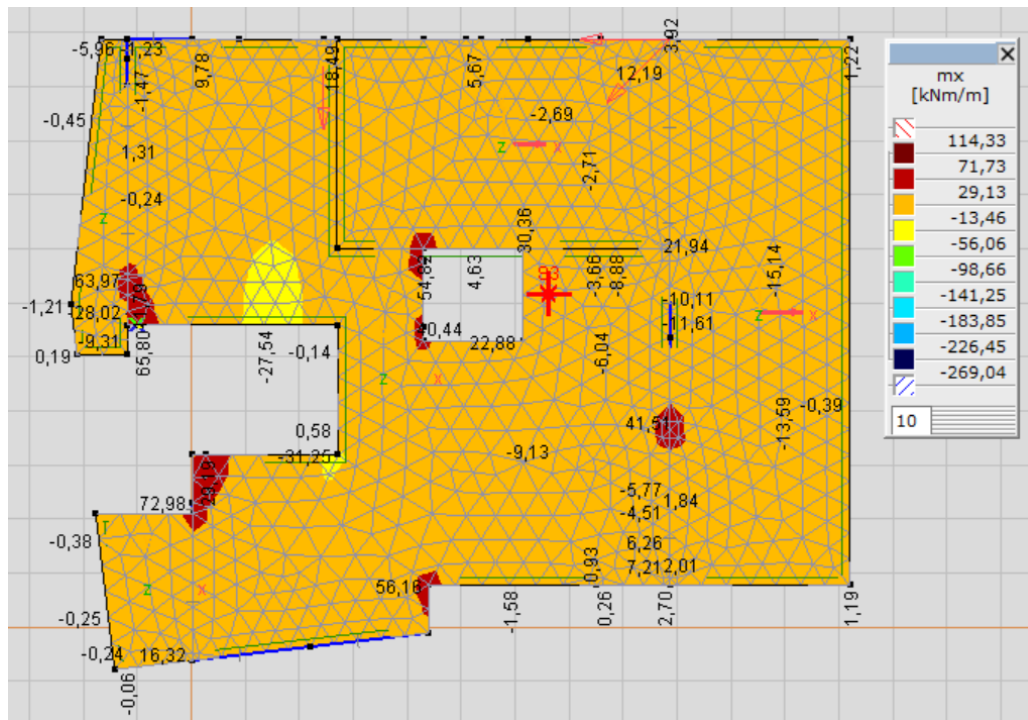
A pinceszint feletti födém tervezésébe beletartozik két födémlemez, amely különböző zsaluzási síkkal készül, illetve két kisebb erkélylemez, szintén más zsaluzási síkkal.

A tervezés során az előbb említett módon összehasonlítottam a 3D és a 2D AxisVM modelleket.

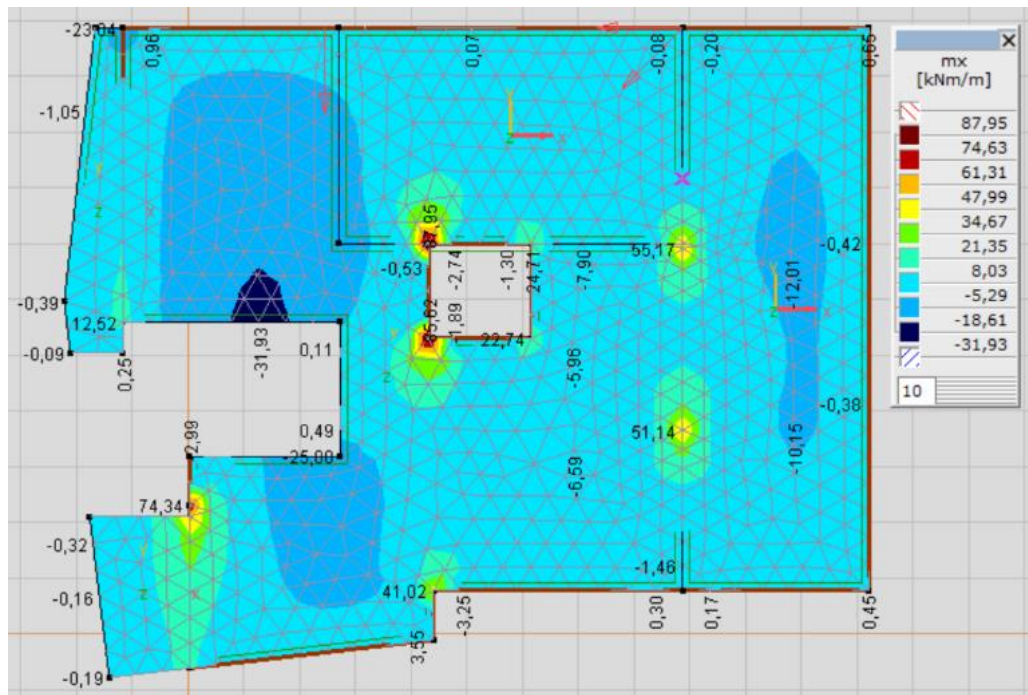
Ezen szerkezetről kizárólag zsaluzási terv készül.

A lejjebb látható eredményekből látszik, hogy az x irányú igénybevételek nagyságrendileg megegyeznek, a negatív nyomatékok eltérései a globális modellben található többi teherből adódnak. Ezeket a lokális kiugrásokat a liftmag falai felveszik, ezért a födém vasalásánál nem veszem figyelembe.

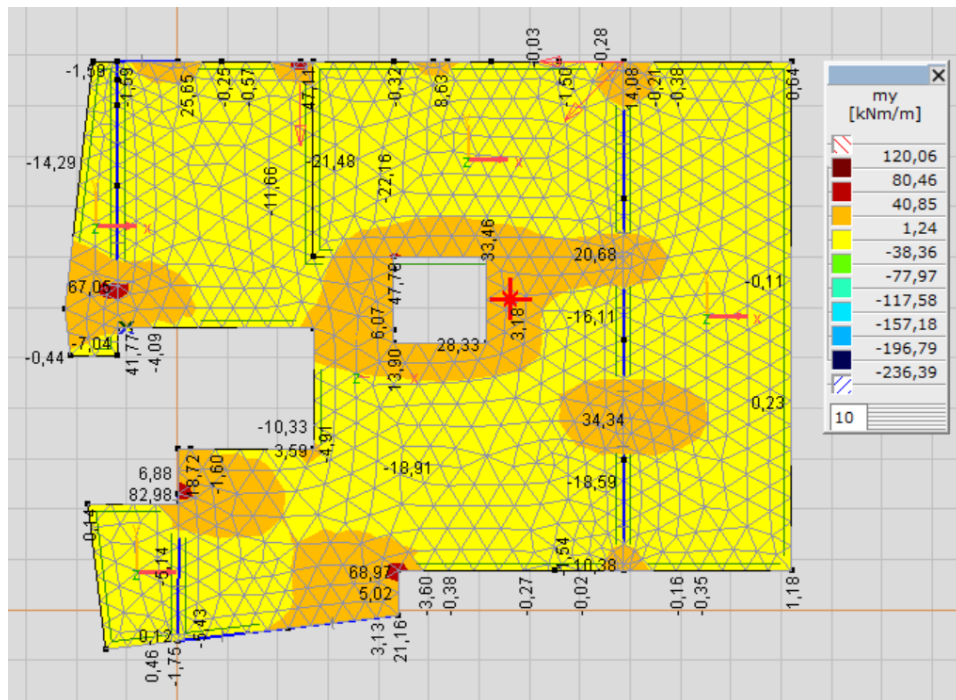
A lejjebb látható ábrákon látszanak a pinceszint feletti födém y irányú mezőnyomatékai. Itt is jól látszik, hogy az igénybevételeknél nem jöttek létre jelentős különbségek. Az itt létrejövő lokális kiugrásokat az x iránynál feltüntetett okokból itt sem veszem figyelembe.



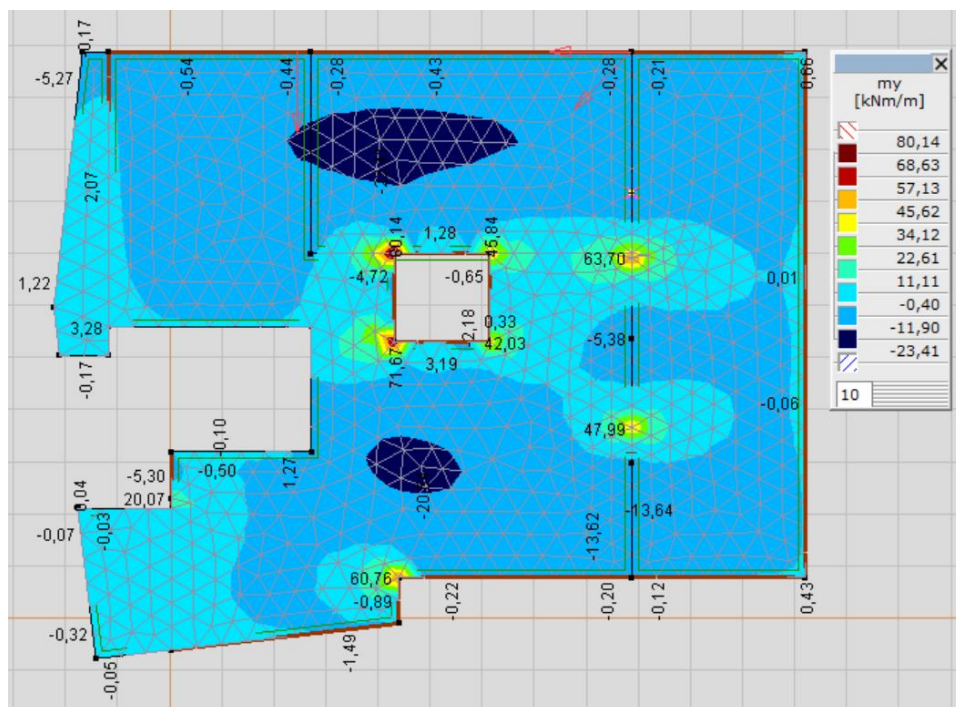
25. sz. ábra - Pinceszint feletti földem x irányú nyomatékai 3D modellből



26. sz. ábra - Pinceszint feletti földem x irányú nyomatékai 2D modellből

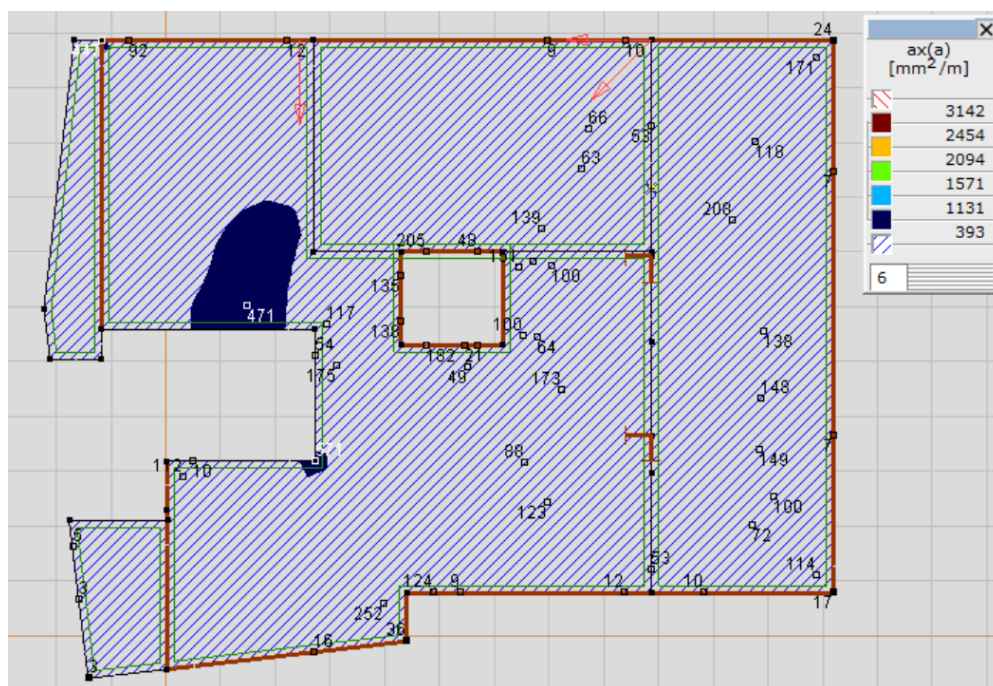


27. sz. ábra - Pinceszint feletti földem y irányú nyomatékai 3D modellből

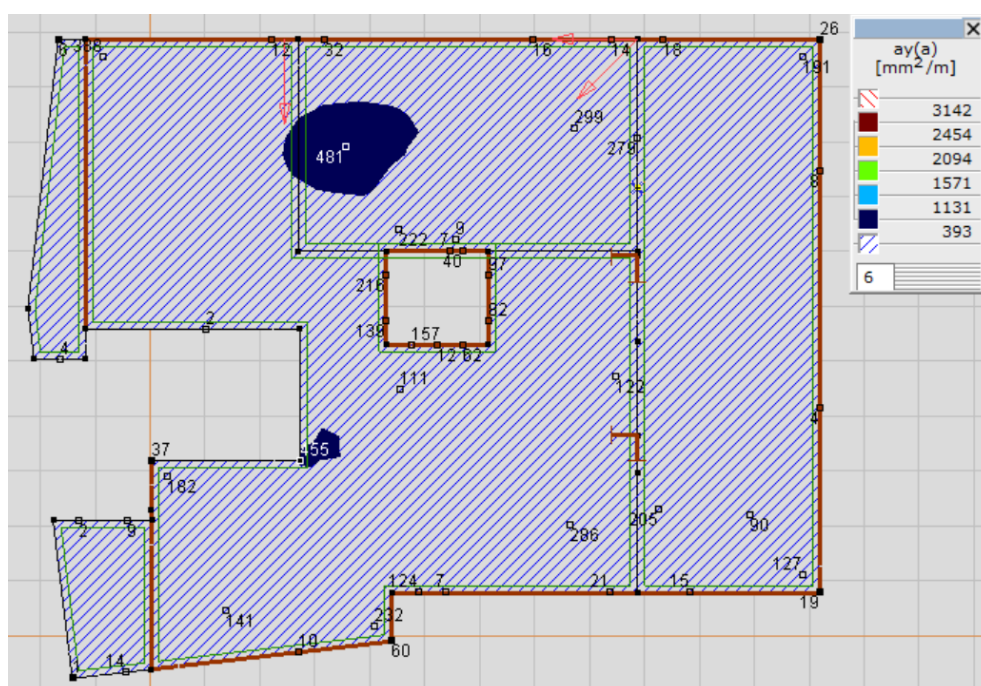


28. sz. ábra - Pinceszint feletti földem y irányú nyomatékai 2D modellből

A pince feletti földemet a 2D modell alapján vasaltam be, két irányban teherhordó lemezként. Fő vasalási irány Y.



29. sz. ábra – Pince feletti földem x irányú alsó vasalása

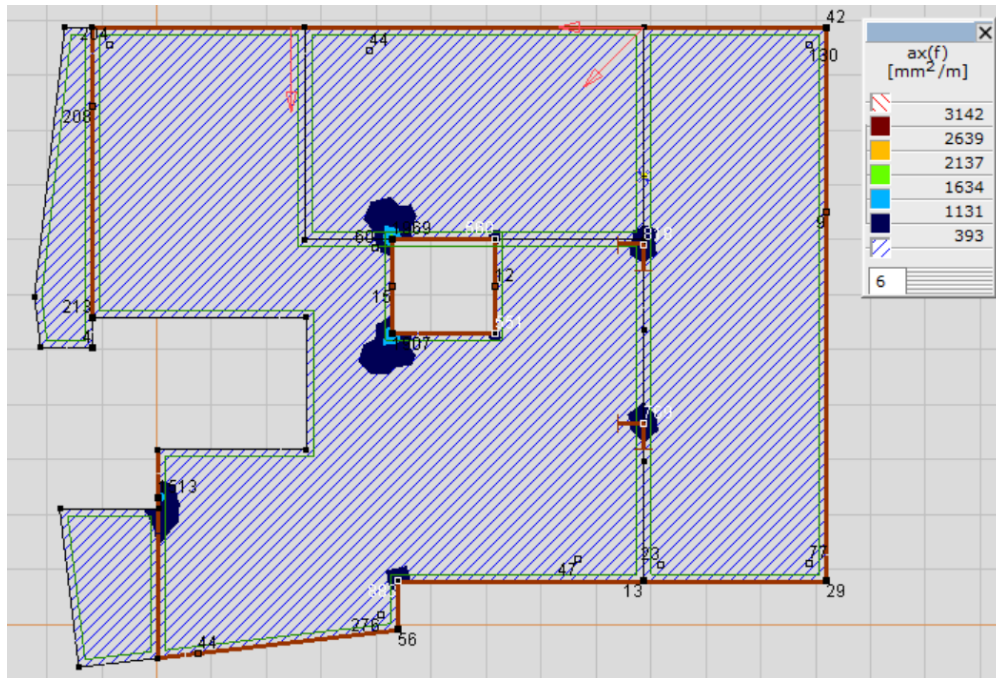


30. sz. ábra - Pince feletti földem y irányú alsó vasalása

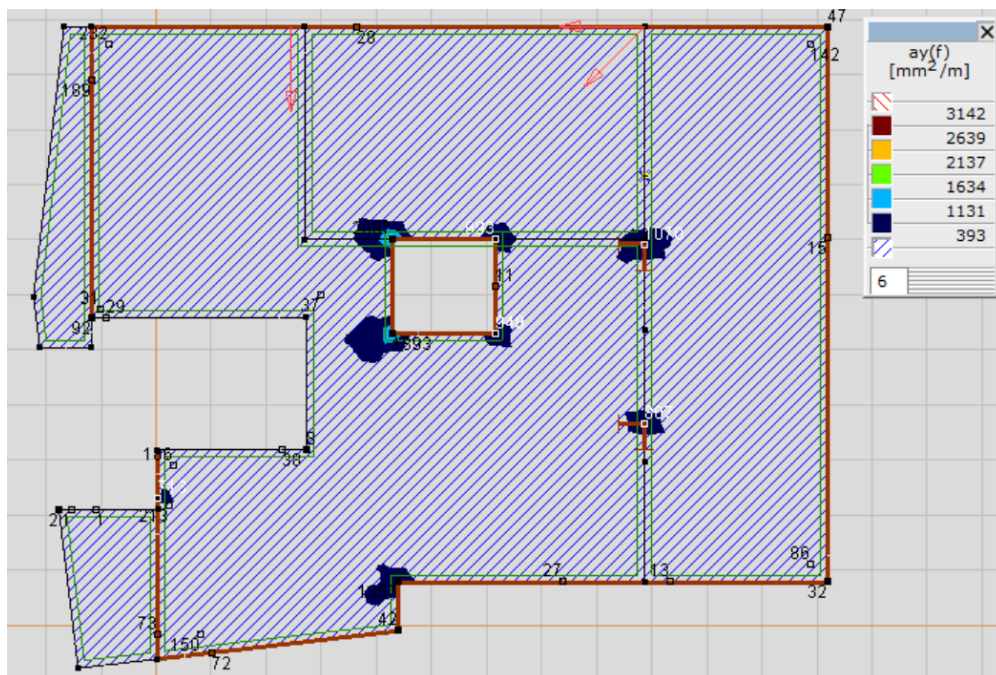
Az alkalmazott alsó alapháló vasalásai:

X irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ erősítések

Y irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ erősítések



31. sz. ábra - Pince feletti födém x irányú felső vasalása



32. sz. ábra - Pince feletti födém y irányú felső vasalása

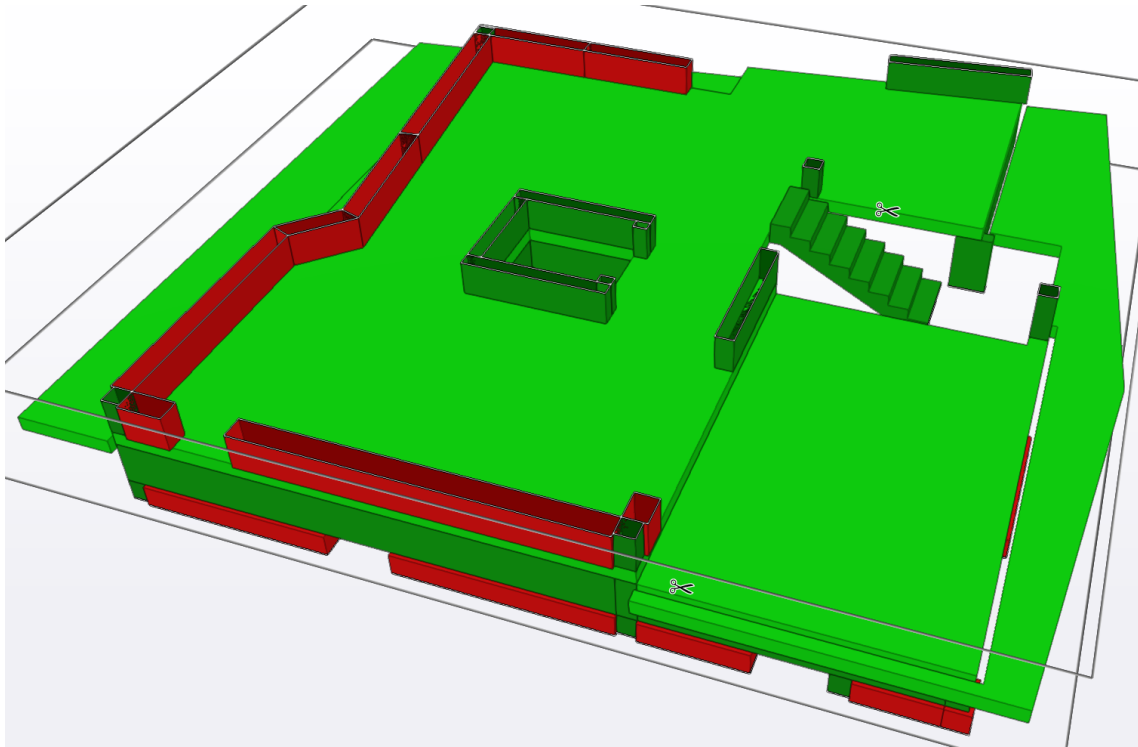
Az alkalmazott felső alapháló vasalásai:

X irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ erősítések

Y irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ és $\phi 16/20$ erősítések

5.2.2. Földszint feletti födém tervezése

A földszint feletti födém tervezésébe beletartozik két födémlemez, amely különböző zsaluzási síkkal készül, illetve két nagyobb erkélylemez, szintén más zsaluzási síkkal.



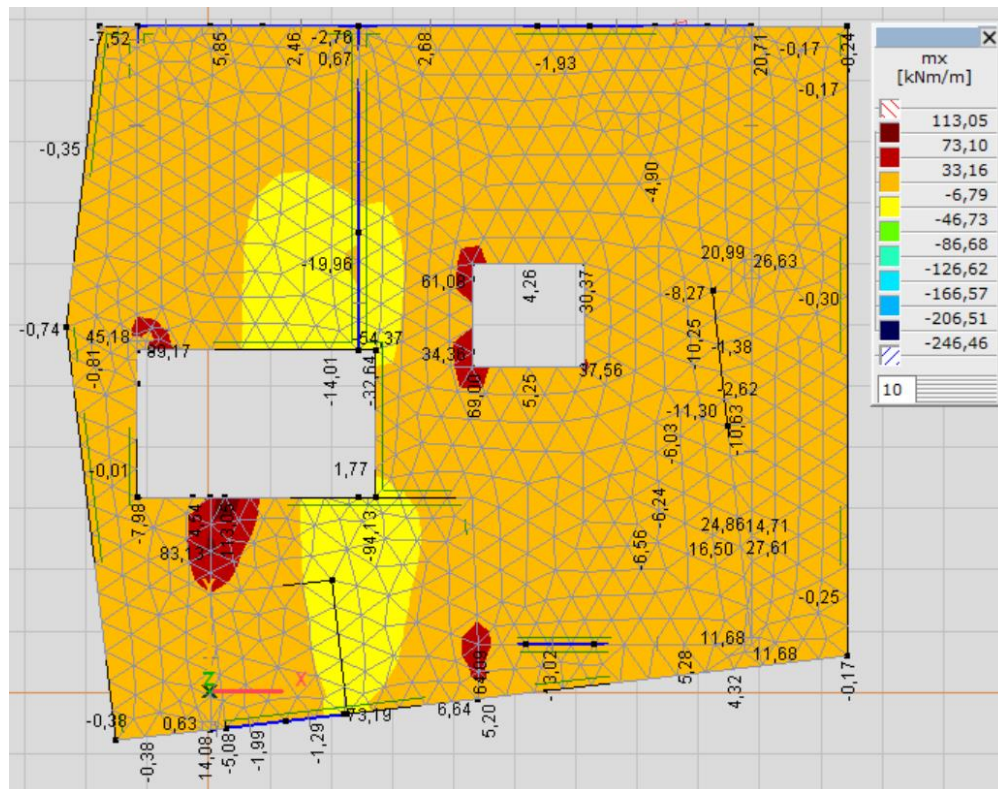
33. sz. ábra – Földszint feletti födém 3D Allplan modell

A tervezés során összehasonlítottam a 3D és a 2D AxisVM modelleket.

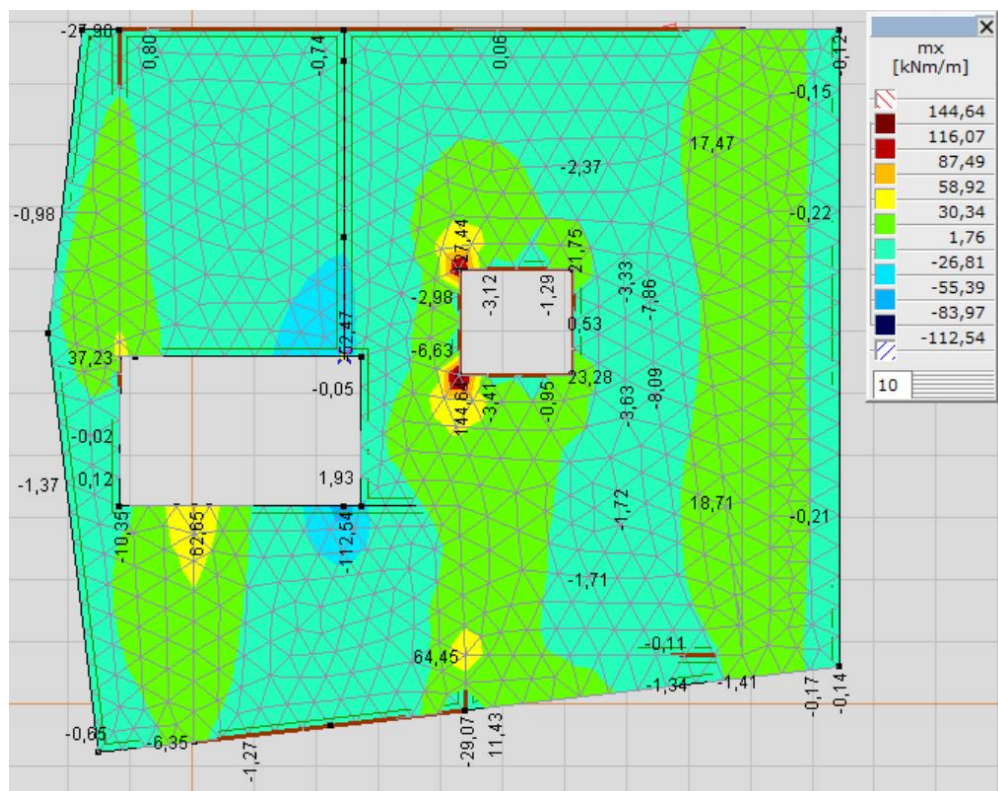
Ezen szerkezetről csak zsaluzási terv készül.

A lejjebb látható eredményekből látszik, hogy az x irányú igénybevételek nagyságrendileg megegyeznek, a negatív nyomatékok eltérései a globális modellben található többi teherből adódnak.

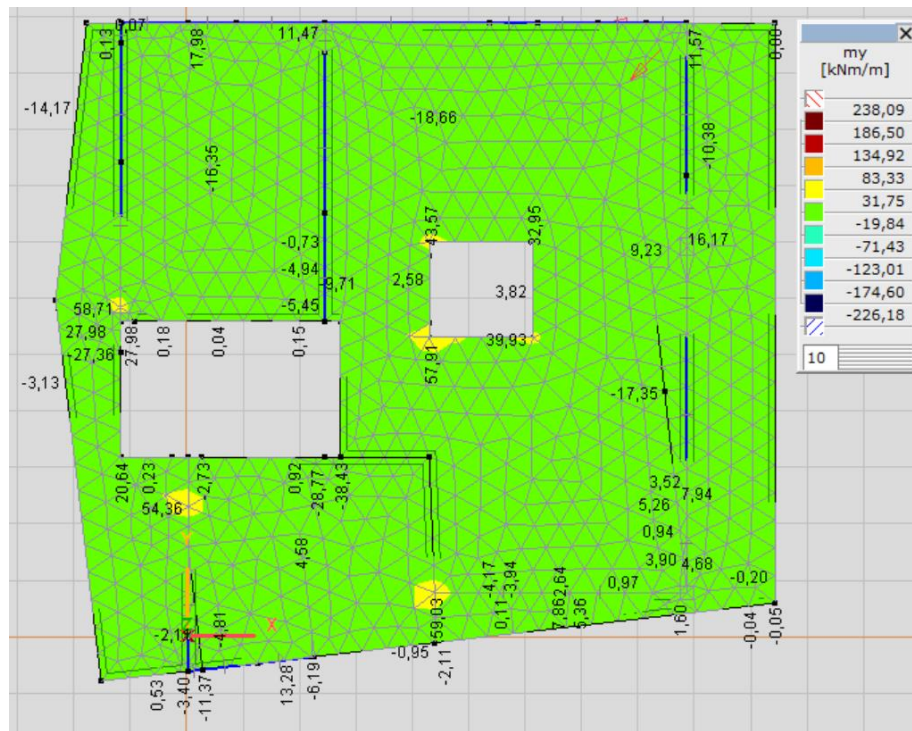
A lejjebb található ábrákon látszanak a pinceszint feletti födém y irányú mezőnyomatékai. Itt is jól látszik, hogy az igénybevételeknél nem jöttek létre jelentős különbségek.



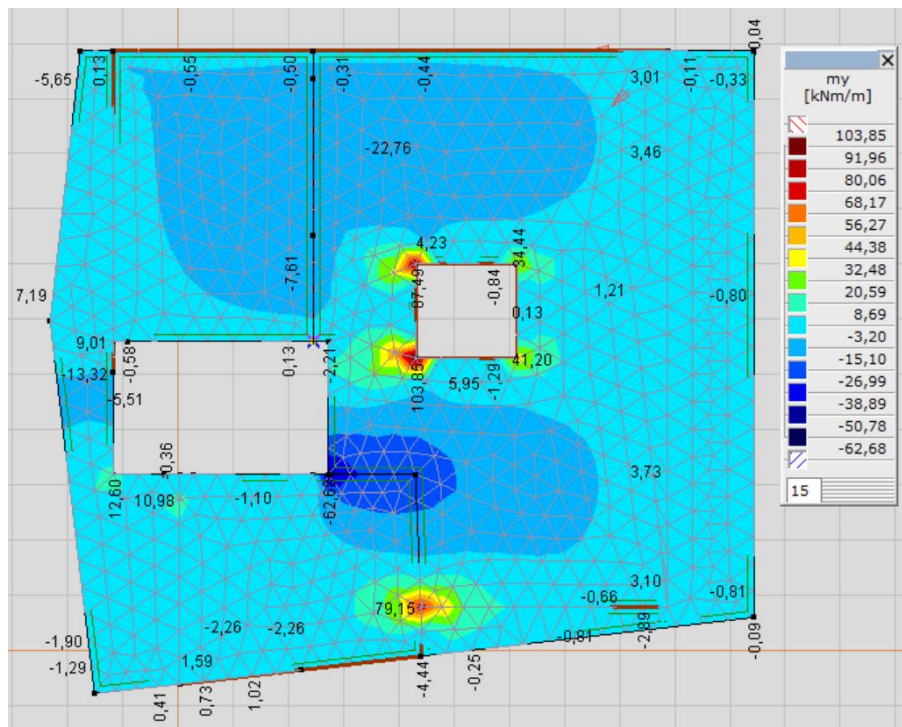
34. sz. ábra - Földszint feletti födém x irányú nyomatékai 3D modellből



35. sz. ábra - Földszint feletti födém x irányú nyomatékai 2D modellből

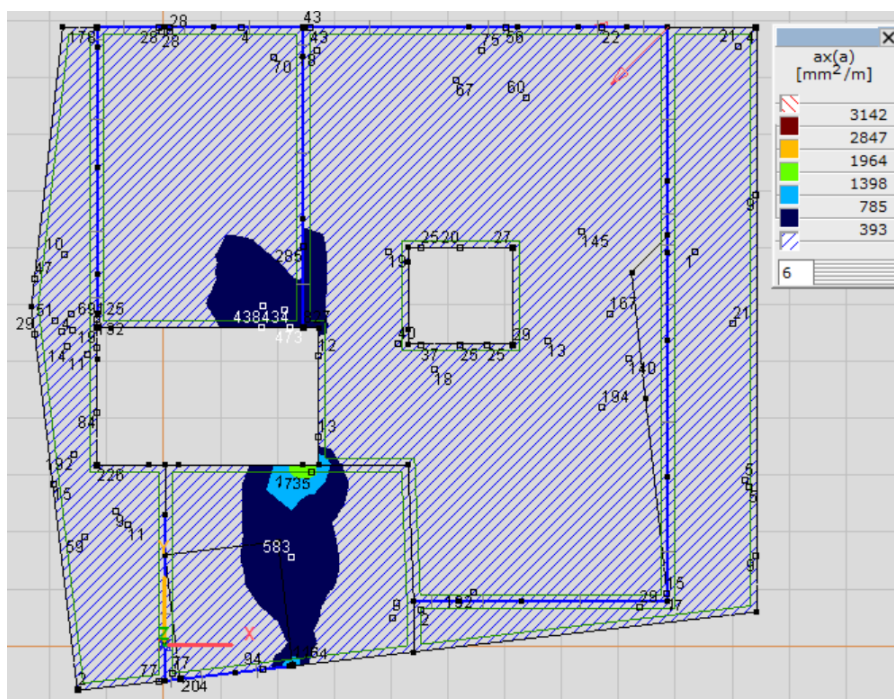


36. sz. ábra - Földszint feletti födém y irányú nyomatékai 3D modellből

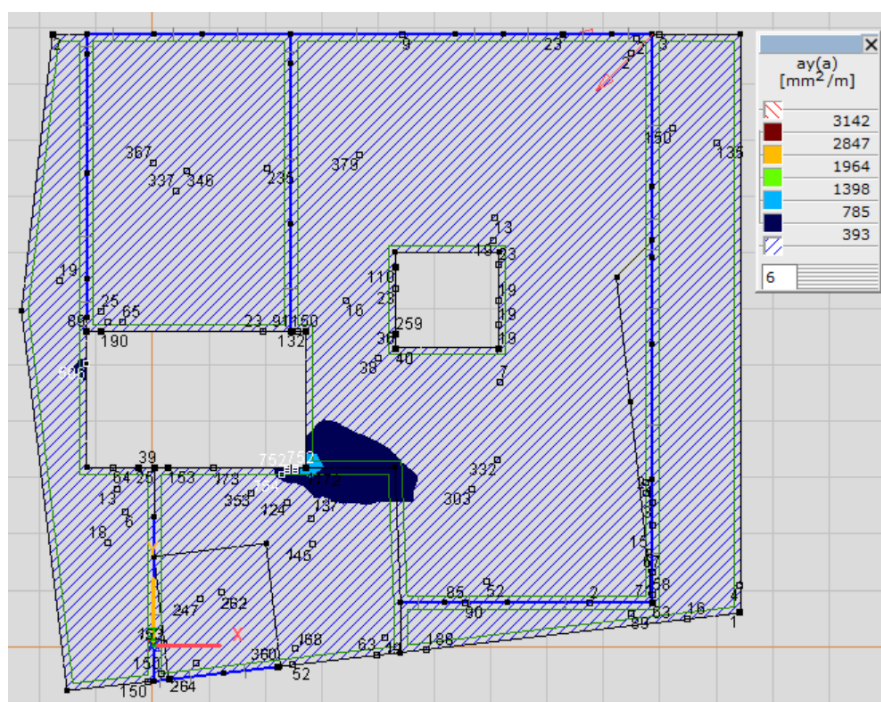


37. sz. ábra - Földszint feletti födém y irányú nyomatékai 2D modellből

A földszint feletti födémeket a 2D modell alapján vasaltam be, két irányban teherhordó lemezként. Fő vasalási irány Y.



38. sz. ábra - Földszint feletti földem x irányú alsó vasalása

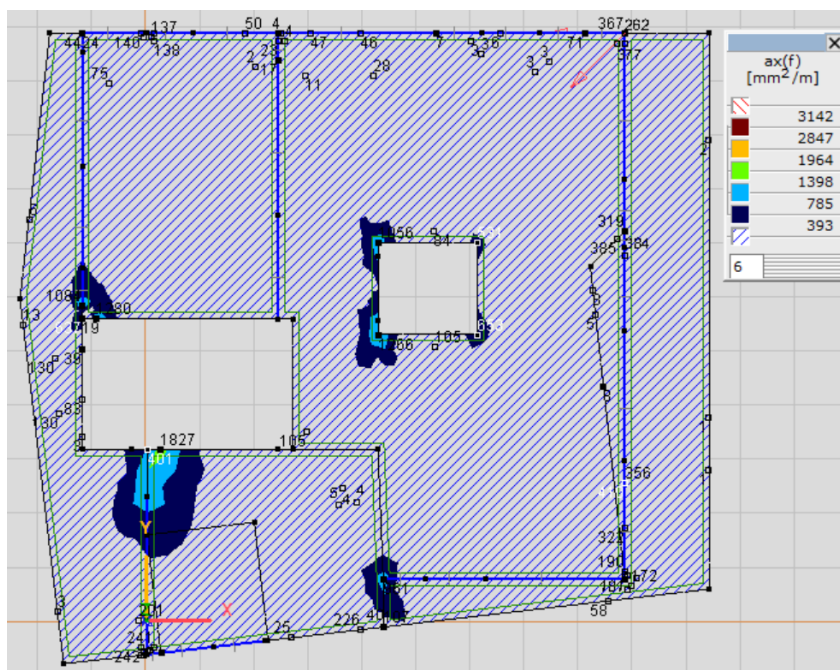


39. sz. ábra - Földszint feletti földem y irányú alsó vasalása

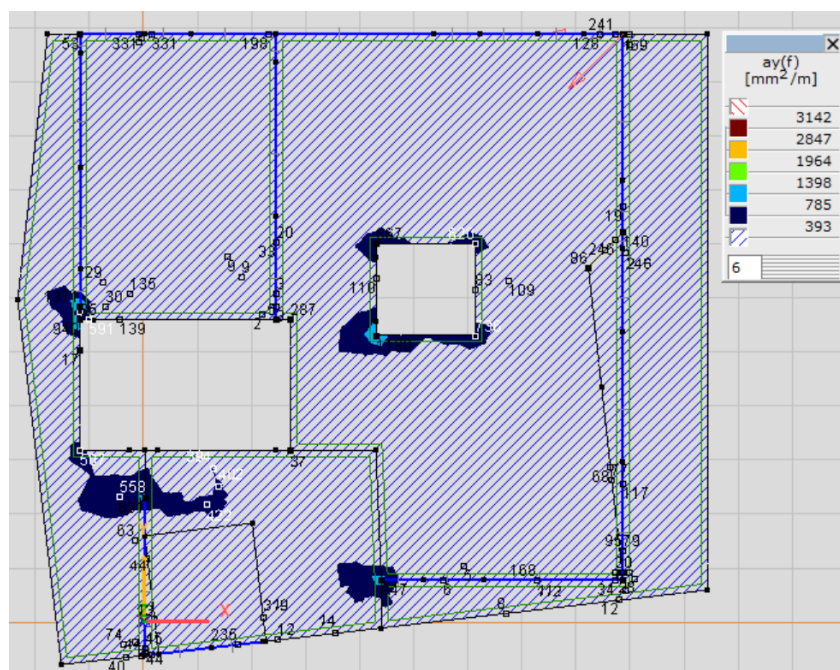
Az alkalmazott alsó alapháló vasalásai:

X irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$, $\phi 16/20$ és $\phi 20/20$ erősítések

Y irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ erősítések



40. sz. ábra - Földszint feletti földem x irányú felső vasalása



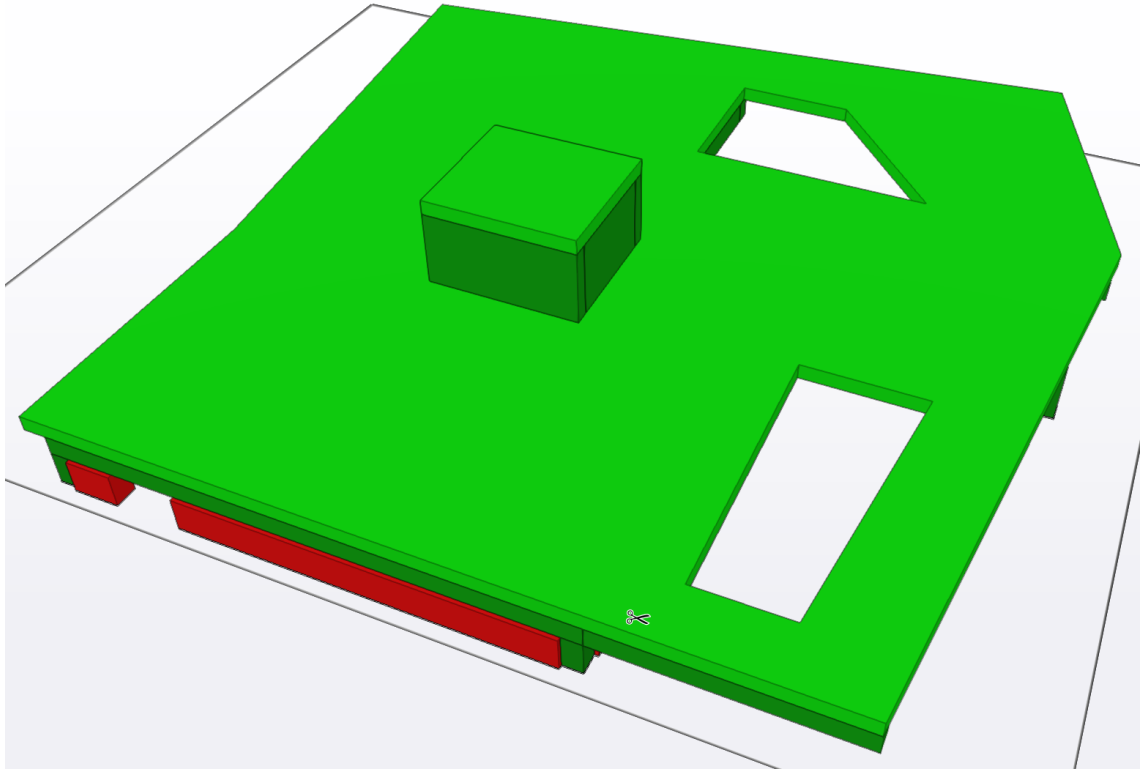
41. sz. ábra - Földszint feletti földem y irányú felső vasalása

Az alkalmazott felső alapháló vasalásai:

X irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$, $\phi 16/20$ és $\phi 20/20$ erősítések

Y irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ és $\phi 16/20$ erősítések

5.2.3. Emelet feletti födém és alulbordák tervezése



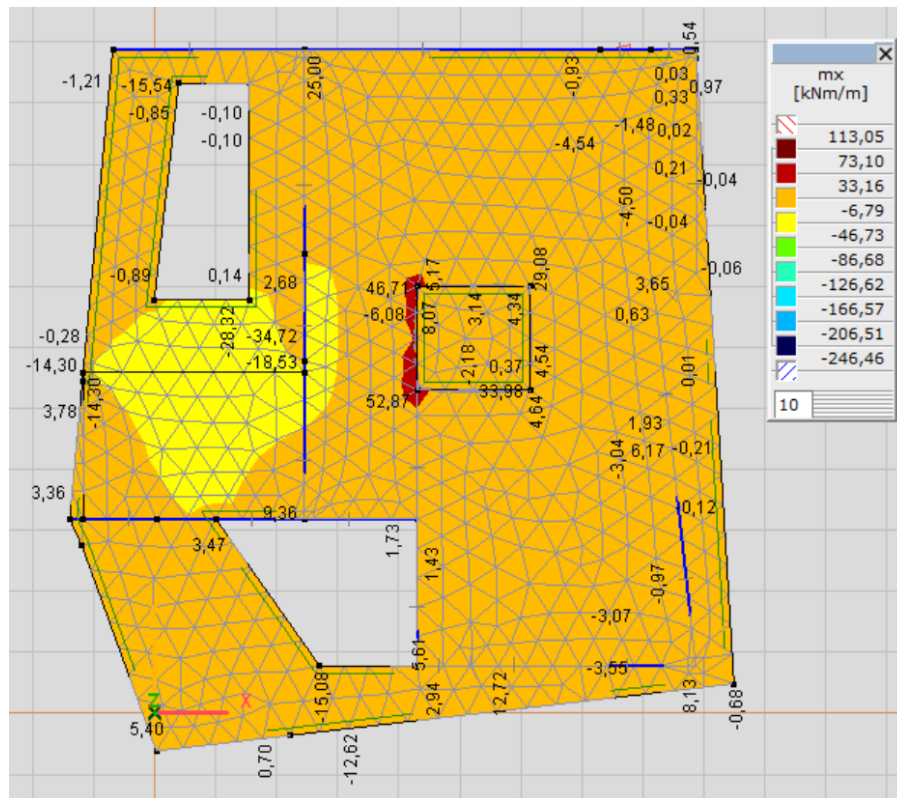
42. sz. ábra -Zárófödém 3D Allplan modell

Az emelet feletti födém, vagyis a zárófödém tervezésébe beletartozik két födémlemez, amely különböző zsaluzási síkkal készül. Ebben a pontban vizsgáltam a zárófödémhez tartozó alulbordákat is. A zárófödémről készült vasalási terv tartalmazza ezen alulbordák vasalási tervét is.

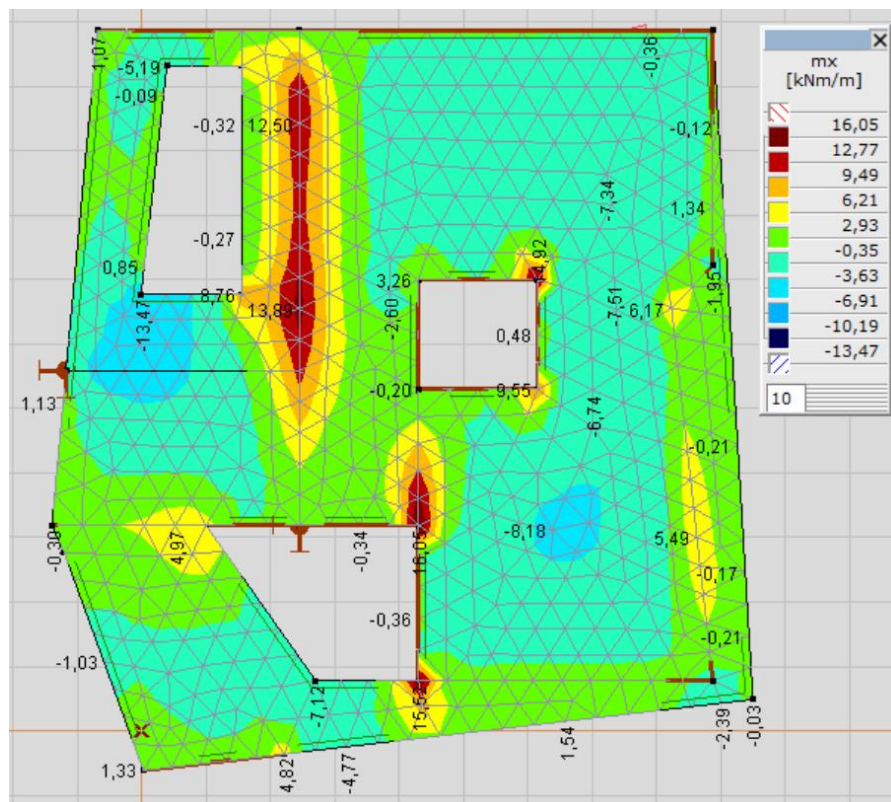
A zárófödémből kiemelkedő liftmag falait később a liftmag tervezésénél vizsgáltam.

Az alább látható eredményekből látszik, hogy az x irányú igénybevételek alig térnek el, a nyomatékok eltérései a globális modellben található többi teherből származik.

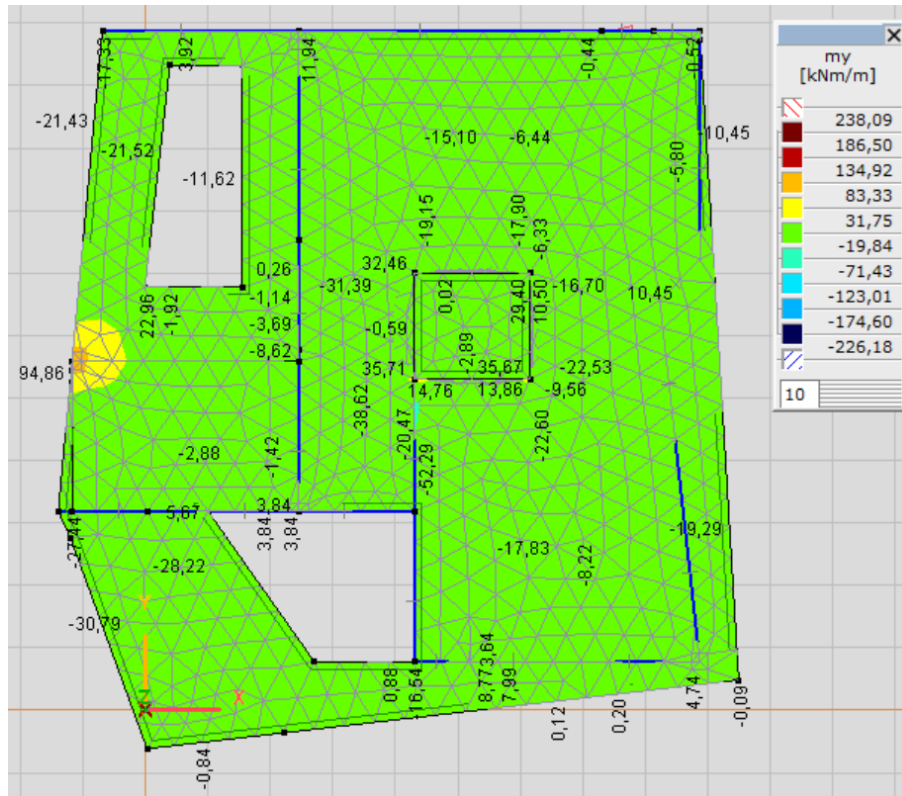
Az alább látható ábrákon látszanak a zárófödém y irányú mezőnyomatékai. Itt is jól látszik, hogy az igénybevételeknél nem jöttek létre jelentős különbségek.



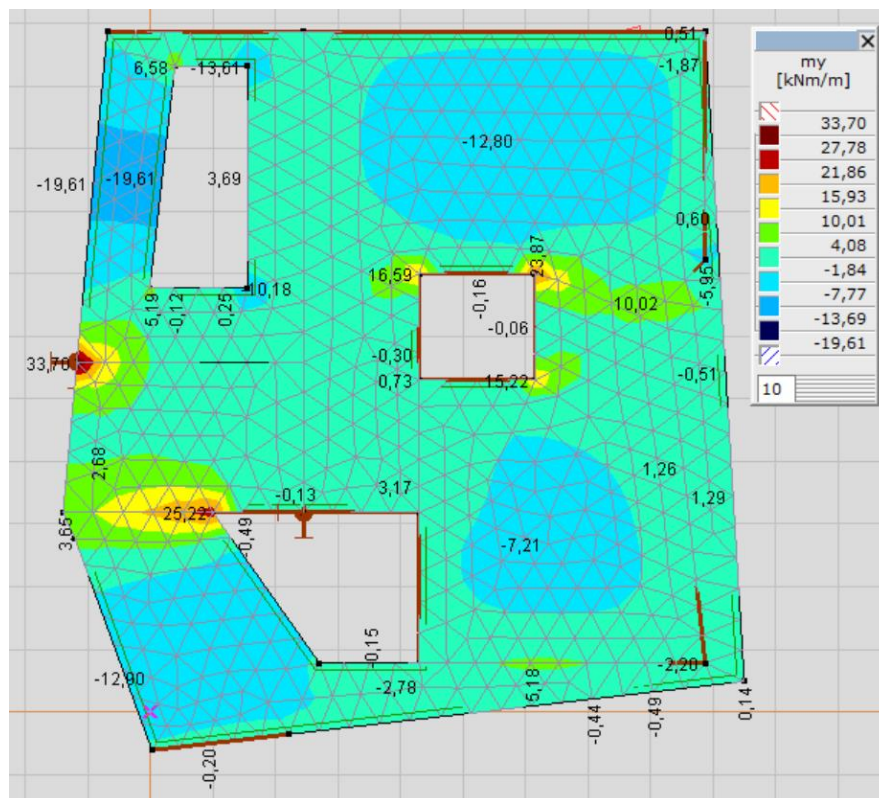
43. ábra - Zárófödém x irányú nyomatékai 3D modellből



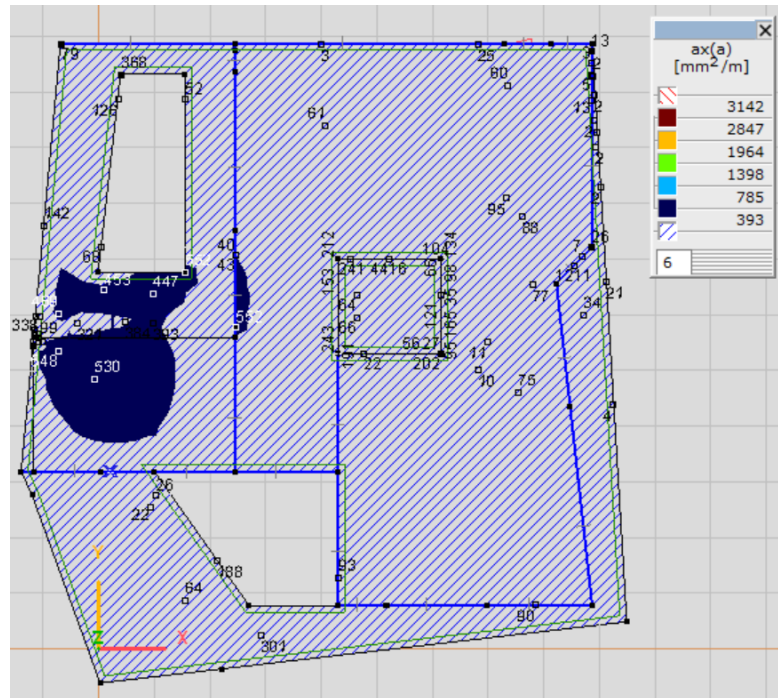
44. sz. ábra - Zárófödém x irányú nyomatékai 2D modellből



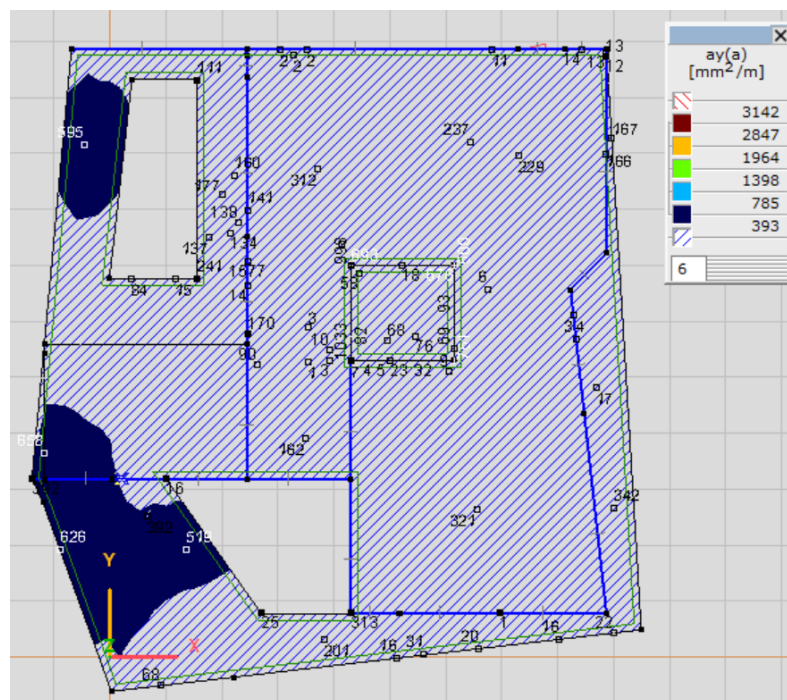
45. ábra - Zárófödém y irányú nyomatékai 3D modellből



46. ábra - Zárófödém y irányú nyomatékai 2D modellből



47. sz. ábra - Zárófödém x irányú alsó vasalása

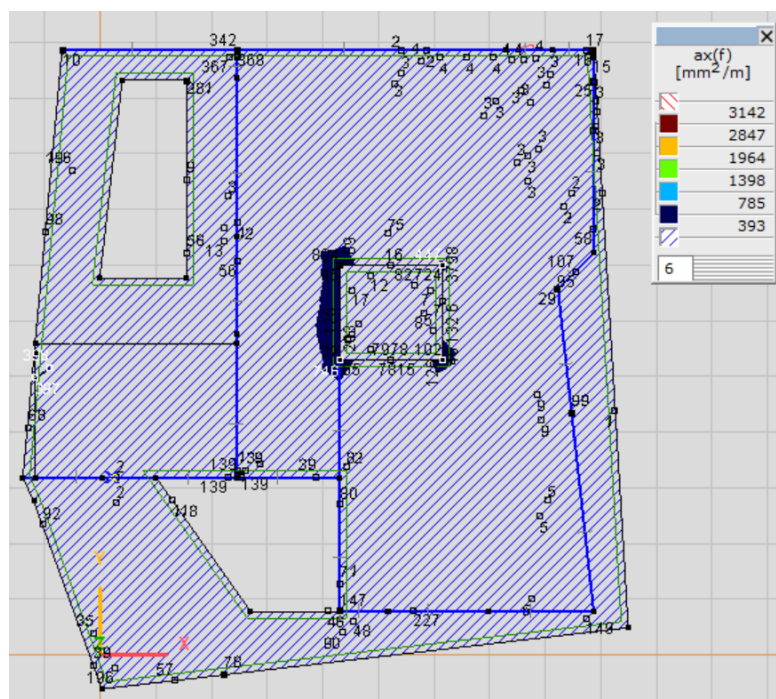


48. sz. ábra - Zárófödém y irányú alsó vasalása

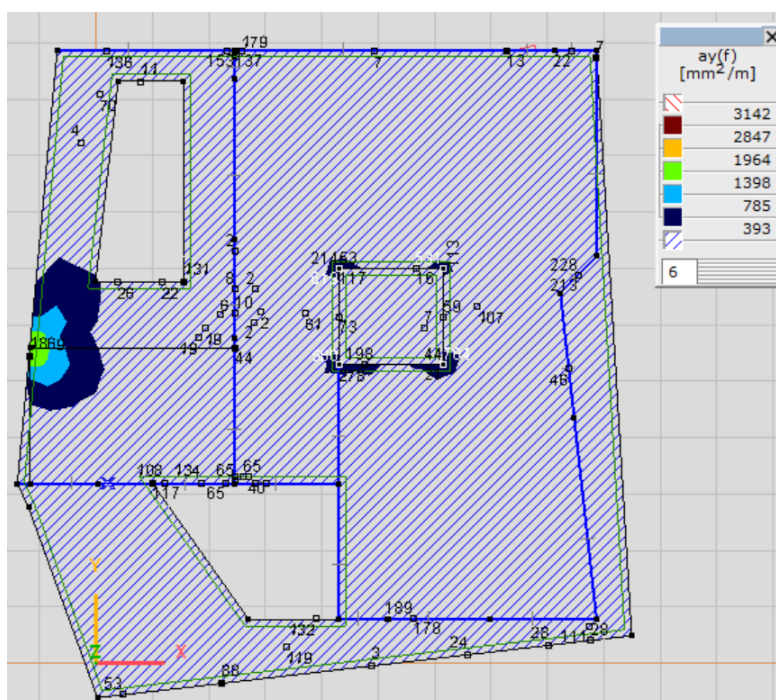
Az alkalmazott alsó alapháló vasalásai:

X irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ erősítések

Y irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ erősítések



49. sz. ábra - Zárófödém x irányú felső vasalása



50. sz. ábra - Zárófödém y irányú felső vasalása

Az alkalmazott felső alapháló vasalásai:

X irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$ erősítések

Y irányban: $\phi 10/20$ + lokális $\phi 10/20$, $\phi 16/20$ és $\phi 20/20$ erősítések

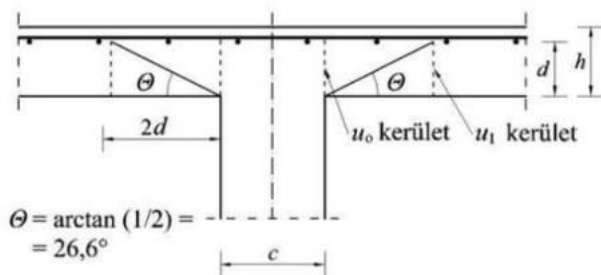
Az átszúródás számításánál kézzel ellenőriztem, hogy szükség van-e nyírási vasalás alkalmazására, majd a nyírási csapok betervezéséhez a Peikko Designer Programot alkalmaztam.

$$\text{Beton:} \quad \text{C30/37} \quad f_{ck} := 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{cd} := 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctd} := 1.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Betonacél:} \quad \text{B500B} \quad \phi 10/20 \text{ x irányban és } \phi 10/20 + \phi 20/20 \text{ y irányban}$$

$$A_{sprov} := 393 + 2011 = 2.404 \cdot 10^3 \quad \rho_l := \frac{A_{sprov}}{200} = 12.02$$

$$h := 200 \text{ mm} \quad d := 175 \text{ mm} \quad c := 250 \text{ mm} \quad V_{Ed} := 166 \text{ kN} \quad \beta := 1.4$$



$$u_0 := 4 \cdot c = (1 \cdot 10^3) \text{ mm} \quad v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528$$

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$$

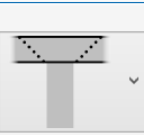
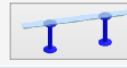
$$\frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = 1.328 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} = 5.28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{MEGFEELEL!}$$

$$2 \cdot d = 350 \text{ mm}$$

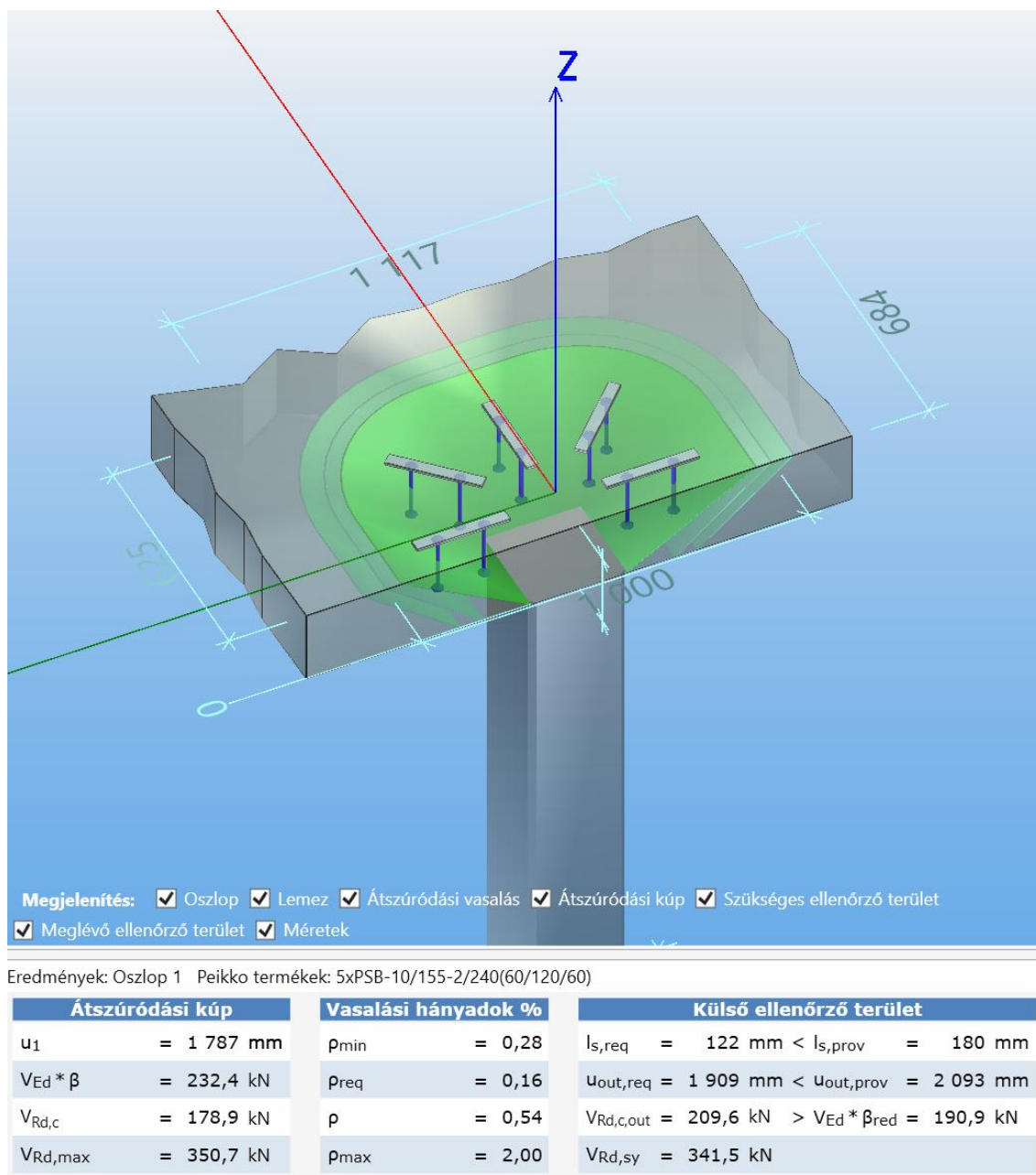
$$u_1 := 4 \cdot c + 2 \cdot d \cdot 2 \cdot \pi = (3.199 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$$

$$\frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = 0.415 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq c \cdot f_{ctd} = 3.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{NEM FEELEL MEG, nyírási vasalás szükséges!}$$

Anyagminőségek Lemez Beton szilárdsági osztály: C30/37 Hajlítási vasalás: B500B	Hajlítási vasalás Vasalás ☐ Tényleges vasalás megadása $\varnothing_x$: Ø10 $\varnothing_y$: Ø10 c/c_x : 100 mm c/c_y : 100 mm ☒ Keresztmetszeti terület megadása A_{sx} : 393 mm ² /m A_{sy} : 2011 mm ² /m d_x : 160 mm d_y : 170 mm ☐ Vashányad megadása ρ_x : 0,25 % ρ_y : 1,18 % d_x : 160 mm d_y : 170 mm
Geometria Alak (Shape)    Méreték Lemezvastagság: 200 mm r_a : 250 mm r_a : 0 mm ☐ Távolság az oszlop közepétől Lemez ☐ Evaluate the influence of the span on factor β ☐ Evaluate the influence of the span on $V_{Rd,max}$ Span l_x : 6000 mm Span l_y : 6000 mm Column penetration depth Δh : 0 mm Hajlítási vasalás betondekádása. Felső vasalás: 25 mm Alsó vasalás: 25 mm Födémáttörések	Átszűrődési vasalás Vasalás Típus:  PSB tr Csapok ☐ Csapok optimális kiosztása ☒ Két- és háromcsapos elemek alkalmazása 5 PSB Ø10 / 155 - 2 / 240 ☐ Teljes, egyedi csapsor alkalmazása 5 x PSB Ø10 / 155 - 2 / 240
Erők Erők Átszűrő erő: 166 kN Dinamikus rész: 0 kN Load increase factor β ☒ A szabvány által megadott érték használata. Együttható β : 1,4	

51. sz. ábra - Bemenő adatok Peikko Designer programban



52. sz. ábra - Eredmények Peikko Designer programban

A zárófödém vasmennyiségeinek számítása után áttértem az alulbordák számítására. Ehhez segítségül hívtam az AxisVM program vasbeton gerenda méretező modulját.

A tervezési számításokat lejjebb részletezem.

G2.6 gerenda méretezése

Vasbeton gerenda

Szerkezeti elemek: **61, 58, 68, 57**

Szabvány: **Eurocode-H**

Tehereset: **lineáris, (Összes ULS (a, b)) Mértékadó**

Anyagok

Beton: **C30/37** ($f_{ck} = 30$ MPa)

Betonacél:

Hosszvasalás: **B500B** ($f_{yk} = 500$ MPa)

Kengyel: **B500B** ($f_{yk} = 500$ MPa)

Kúszási tényező: $\varphi(\infty, t_0) = 2$ [MSZ EN 1992-1-13.1.7. \(2\)](#)

Vasalási paraméterek megadása

Betonfedések: $c = 2,5$ cm

Felső hosszvasalás: $\phi_T = 12$ mm ($A_{\phi,T} = 1,13$ cm²)

Alsó hosszvasalás: $\phi_B = 16$ mm ($A_{\phi,B} = 2,01$ cm²)

Felső sarokvasak: $\phi_{c,T} = 12$ mm ($A_{\phi,c,T} = 1,13$ cm²)

Alsó sarokvasak: $\phi_{c,B} = 16$ mm ($A_{\phi,c,B} = 2,01$ cm²)

Oldalsó csavarási vasalás: $\phi_T = 12$ mm ($A_{\phi,T} = 1,13$ cm²)

Kengyelátmérő: $\phi_w = 10$ mm ($A_{\phi_w} = 0,79$ cm²)

Szárok száma: $n_{\phi,w} = 2$ db

Nyomott betonrácsrúd dőlésszöge: $\Theta = 45,00^\circ$ ($\cot \Theta = 1$)

Vaspozíció:

$$a_T = c_T + \phi_w + \frac{\phi_T}{2} = 2,5 + 1 + \frac{1,2}{2} = 4,1 \text{ cm}$$

$$a_B = c_B + \phi_w + \frac{\phi_B}{2} = 2,5 + 1 + \frac{1,6}{2} = 4,3 \text{ cm}$$

$$a_{cT} = c_T + \phi_w + \frac{\phi_{c,T}}{2} = 2,5 + 1 + \frac{1,2}{2} = 4,1 \text{ cm}$$

$$a_{cB} = c_B + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} = 2,5 + 1 + \frac{1,6}{2} = 4,3 \text{ cm}$$

1. ULS (teherbírási határállapot)

Tervezési paraméterek

Tervezési állapot: **Tartós és ideiglenes**

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1,5} = 20 \text{ MPa} = 2 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{cd,eff} = \eta \cdot f_{cd} = 1 \cdot 2 \cdot 10^4 = 2 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3)}$$

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 2}{1,5} = 1,4 \text{ MPa} = 1352 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

1.1. Hajlítás

Legnagyobb húzott vasalás felül

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 2,761 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: $[1,5 \cdot \text{Önsúly} + 1,5 \cdot \text{Rétregrend} + 1,5 \cdot \text{Válaszfal} + 1,5 \cdot \text{Földnyomás} + 1,5 \cdot \text{Lift}]$
 $\{1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos_2} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos_5} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos_6} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos_7} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos_10} + 1,5 \cdot (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Hó})\}$

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 40,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Kengyeltávolság: $s = 25 \text{ cm}$

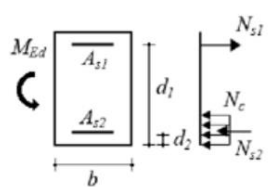
Igénybevételek

$$N_{Ed} = -0,75 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 39,94 \text{ kNm}$$

A program jelen verziója a hajlítási hosszvasak tervezésénél nem veszi figyelembe a normálerőt.

Hajlítási vasalás tervezése

A keresztmetszet egyensúlyát kifejező egyenletek



$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2}\right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 35,9 \text{ cm}$$

Legnagyobb tiszta nyomatéki teherbírás nyomott vasalás nélkül:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 35,9 = 22,14 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 22,14 = 17,71 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2}\right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(0,36 - \frac{0,18}{2}\right) \cdot 0,18 \cdot 0,25 \cdot 2 \cdot 10^4 = 240 \text{ kNm} > M_{Ed} = 40 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 2,298 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 2,67 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 1,35 \text{ cm}^2)$$

Legnagyobb húzott vasalás alul

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 0,685 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: $[1,5 \cdot \text{Önsúly} + 1,5 \cdot \text{Rétengrend} + 1,5 \cdot \text{Válaszfal} + 1,5 \cdot \text{Földnyomás} + 1,5 \cdot \text{Lift}]$
 $\{1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_3 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_4 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_7 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_8 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_9 + 1,5 \cdot (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Hó})\}$

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 40,0 \text{ cm}$

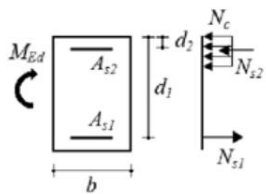
A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Kengyeltávolság: $s = 25 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$N_{Ed} = -0,01 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 9 \text{ kNm}$$

Hajlítási vasalás tervezése



A keresztmetszet egyensúlyát kifejező egyenletek

$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2}\right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 0,36 \text{ m}$$

Legnagyobb tiszta nyomatéki teherbírás nyomott vasalás nélkül:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 0,36 = 22,02 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 22,02 = 0,18 \text{ m} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2}\right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(0,36 - \frac{0,18}{2}\right) \cdot 0,18 \cdot 0,25 \cdot 2 \cdot 10^4 = 237 \text{ kNm} > M_{Ed} = 9 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 0,5053 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 1,34 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 1,34 \text{ cm}^2)$$

1.2. Nyírás-Csavarás

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $3,266 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: $[1,5 \cdot \text{Önsúly} + 1,5 \cdot \text{Rétengrend} + 1,5 \cdot \text{Válaszfal} + 1,5 \cdot \text{Földnyomás} + 1,5 \cdot \text{Lift}]$
 $\{1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_3 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_4 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_6 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_7 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \text{Hasznos}_9 + 1,5 \cdot (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Hó})\}$

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 40,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Kengyeltávolság: $s = 25 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$N_{Ed} = -1,30 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 39 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 33,20 \text{ kN} \quad V_{Ed,red} = 31,12 \text{ kN} \quad T_{Ed} = 2,79 \text{ kNm}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

Kengyelezésre vonatkozó szerkesztési szabályok ellenőrzése:

MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. (5) (9.5N) (NA8.2.)

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{30}}{500} = 0,00087636 < 0,001 \rightarrow \rho_{w,min} = 0,001 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. (5)}$$

(9.4)

$$\rho_w = \frac{A_{s,w}}{s \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{1,57}{25 \cdot 25,0 \cdot \sin 90,00^\circ} = 0,0025133 = 2,513 \text{ ‰} > \rho_{w,min} = 1,000 \text{ ‰} \quad \checkmark$$

$$s_{clear,min} = \max(k_1 \cdot \phi_w; 0,016; k_3) = \max(1 \cdot 1; 0,016; 2) = 2,1 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 8.2. (2)}$$

$$s_{clear} = s - \phi_w = 25 - 1 = 24 \text{ cm} > s_{clear,min} = 2,1 \text{ cm} \quad \checkmark$$

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 0,36 \cdot (1 + \cot 90,00^\circ) = 26,92 \text{ cm} < 1,5 \cdot b_w = 1,5 \cdot 25,0 = 37,5 \text{ cm}$$

$$s_{l,max} = 26,92 \text{ cm} < 30 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2.1. (6) (9.6N)}$$

$$s = 25 \text{ cm} < s_{l,max} = 26,92 \text{ cm} \quad \checkmark$$

A legnagyobb nyírási teherbírás tervezési értéke: MSZ EN 1992-1-1 (6.9.)

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} = \frac{1 \cdot 25,0 \cdot 32,31 \cdot 0,6 \cdot 2 \cdot 10^4}{\cot 45,00^\circ + \tan 45,00^\circ} = 485 \text{ kN}$$

A csavarónyomatéki teherbírás tervezési értéke a ferde nyomott betonzónák teherbírása alapján:

$$T_{Rd,max} = 2 \cdot v \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{efl} \cdot \sin \Theta \cdot \cos \Theta = 2 \cdot 0,528 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 0,053 \cdot 0,082 \cdot \sin 45,00^\circ \cdot \cos 45,00^\circ = 46 \text{ kNm}$$

MSZ EN 1992-1-1 (6.30)

A ferde nyomott betonzónák kihasználtsága: MSZ EN 1992-1-1 (6.29)

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{2,79}{46} + \frac{33,20}{485} = 0,12884 \leq 1 \quad \text{megfelel}$$

A ferde nyomott betonzónák teherbírása elégséges.

A nyírási vasalás által felvehető nyíróerő tervezési értéke: MSZ EN 1992-1-1 (6.8.)

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{s,w}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \Theta = \frac{1,57}{25} \cdot 32,31 \cdot 4,35 \cdot 10^5 \cdot \cot 45,00^\circ = 88 \text{ kN}$$

A külső kengyelszárban működő erő:

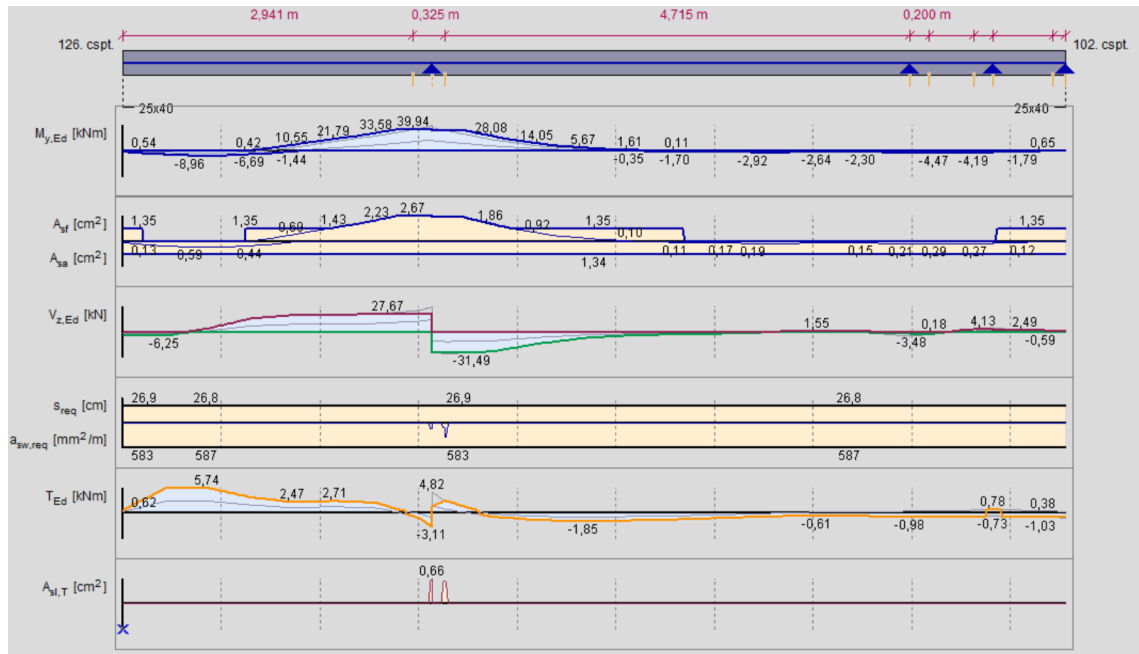
$$V_{Ed,sl,ex} = V_{Ed,i} + \frac{V_{Ed,red}}{2} = 8,3 + \frac{31,12}{2} = 24 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,sl} = 44 \text{ kN} > V_{Ed,i} + \frac{V_{Ed,red}}{2} = 8,3 + \frac{31,12}{2} = 24 \text{ kN} \quad \text{megfelel}$$

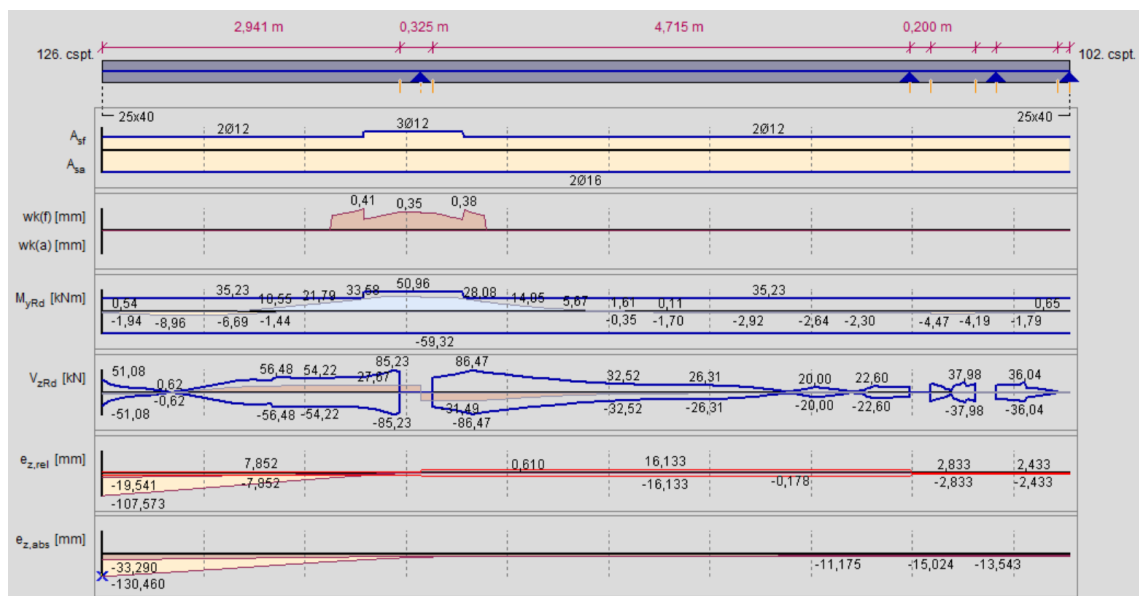
1.3. Csavarási hosszvasalás

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $c s_{pos} = 3,305 \text{ m}$

Nincs szükség méretezett csavarási hosszvasalásra.



53. sz. ábra - G2.6 gerenda igénybevételei



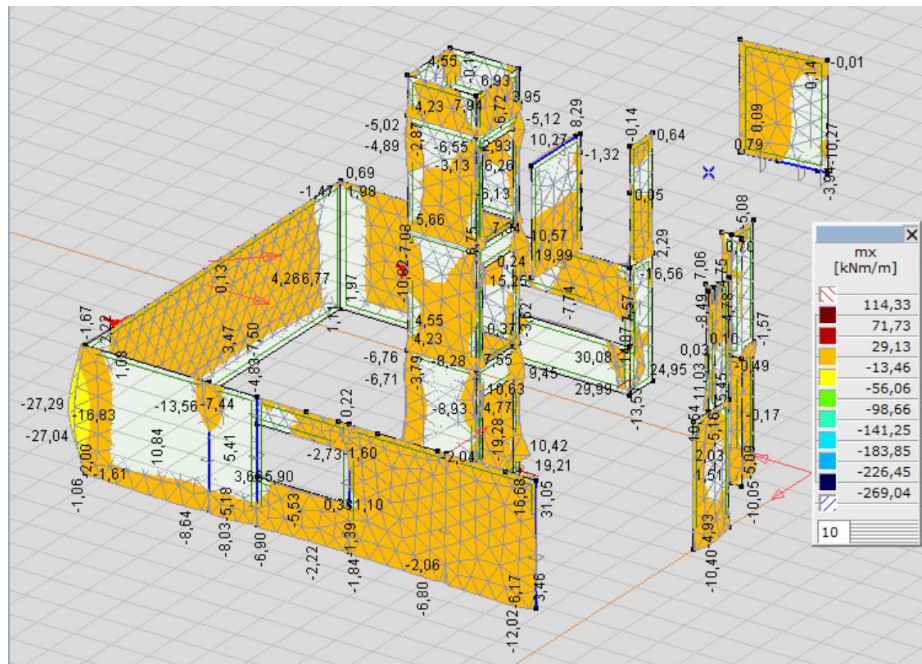
54. sz. ábra - G2.6 gerenda számított vasalása

A többi alulborda számítását a G2.6 gerendához hasonlóan végeztem el.

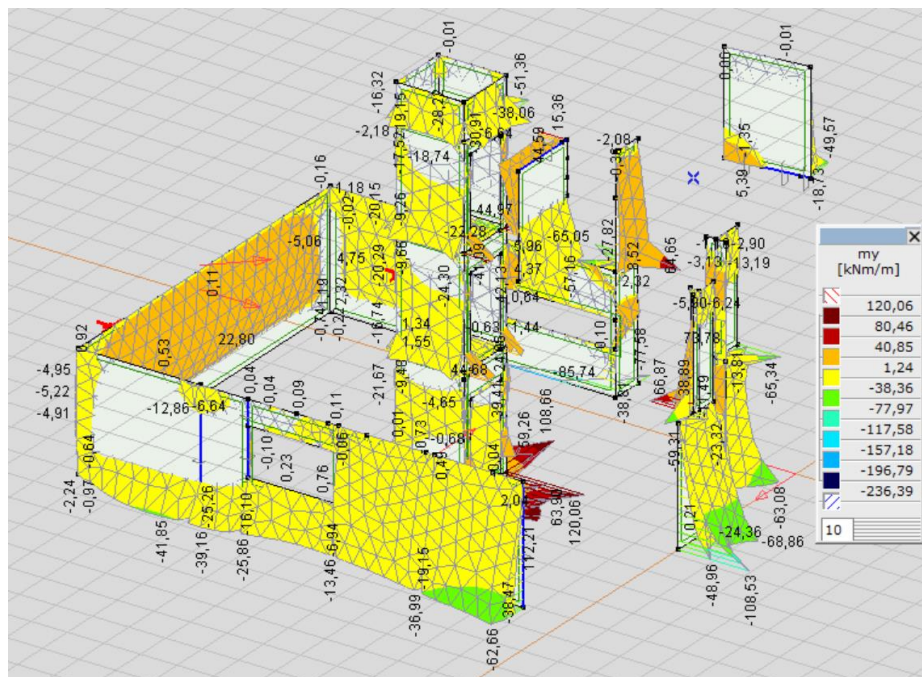
A hasonló igénybevételek miatt az alulbordákra a G2.6 kivételével egységes vasalást alkalmaztam, ami a terveken folyóméterre levetített vasalási sémákon látható.

5.3. Függőleges teherhordó szerkezetek tervezése

A függőleges teherhordó szerkezetek számítását az AxisVM programmal végeztem el. Ehhez főképp a teljes, minden szerkezeti elemet tartalmazó 3D modellt használtam. A komplex modell előnye, hogy az összes terhet és azok együttes hatását is vizsgálja.



55. sz. ábra - Falak x irányú nyomaték értékei



56. sz. ábra – Falak y irányú nyomaték értékei

5.3.1. Pinceszinti falak

A feladat során a pinceszinti függőleges szerkezeteket vizsgáltam és terveztem meg részletesen, és ezekhez készítettem vasalási tervet is. Az eljárás menete a többi függőleges szerkezet esetében is az alább látható módon zajlik.

A pillérek tervezését az AxisVM vasbeton pillértervező moduljával hajtottam végre.

A vizsgált szerkezetek névlegesen az F0.4 fal, P0.2 illetve a P01 pillérek.

5.3.2. Pinceszinti falpillérek

P0.2 falpillérek tervezése

Vasbeton oszlop méretezése

Szerkezeti elem: 3. borda

Külpontos nyomás vizsgálata

Anyagok

Beton C30/37 $f_{ck} = 30$ MPa

Betonacél B500B $f_{yk} = 500$ MPa

Kihajlási paraméterek

Elem hossza: $l = 3,170$ m

A megtámasztási feltételektől függő tényező

A kihajlási hossz

Csukló - Csukló $\beta_{yy} = 1$ $l_{0,y} = \beta_{yy} \cdot l = 1 \cdot 3,170 = 3,170$ m

Csukló - Csukló $\beta_{zz} = 1$ $l_{0,z} = \beta_{zz} \cdot l = 1 \cdot 3,170 = 3,170$ m

Az oszlop keresztmetszeti adatai

Keresztmetszeti méretek:

$h_y = b_y = 25,0$ cm $h_z = b_z = 25,0$ cm

A betonkeresztmetszet területe:

$A_c = b_y \cdot h_z = 25,0 \cdot 25,0 = 625$ cm²

Hosszvasalás betonfedése: $c = 3,5$ cm

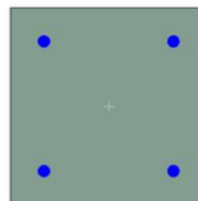
Vasalási paraméterek

Név: 4fi16

A z tengelyre szimmetrikus vasalás

A y tengelyre szimmetrikus vasalás

4φ16 ($A_s = 8,042$ cm²)



Hosszvasalás

	Vasátmérő	Vaspozíció		Keresztmetszeti terület	Inercianyomaték a betonkeresztmetszet súlypontjára	
	ϕ [mm]	y [cm]	z [cm]	A_s [cm ²]	$I_{s,y}$ [cm ⁴]	$I_{s,z}$ [cm ⁴]
1.	16	4,3	20,7	2,011	135,194	135,194
2.	16	20,7	20,7	2,011	135,194	135,194
3.	16	20,7	4,3	2,011	135,194	135,194
4.	16	4,3	4,3	2,011	135,194	135,194
Összesen				8,042	540,776	540,776

A betonkeresztmetszet súlypontja:

$$y_{CG,c} = \frac{h_y}{2} = \frac{25,0}{2} = 12,5 \text{ cm} \quad z_{CG,c} = \frac{h_z}{2} = \frac{25,0}{2} = 12,5 \text{ cm}$$

A betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_{cy} = \frac{h_z^3 \cdot b_y}{12} = \frac{25,0^3 \cdot 25,0}{12} = 32552,1 \text{ cm}^4 \quad I_{cz} = \frac{h_y^3 \cdot b_z}{12} = \frac{25,0^3 \cdot 25,0}{12} = 32552,1 \text{ cm}^4$$

A repedésmentes betonkeresztmetszet inerciasugara:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_{cy}}{A_c}} = \sqrt{\frac{32552,1}{625}} = 7,217 \text{ cm} = 0,072 \text{ m}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_{cz}}{A_c}} = \sqrt{\frac{32552,1}{625}} = 7,217 \text{ cm} = 0,072 \text{ m}$$

A betonacélok inercianyomatéka:

$$I_{sy} = \sum (A_{s,i} \cdot (z_{s,i} - z_{CG,c})^2) = 540,776 \text{ cm}^4$$

$$I_{sz} = \sum (A_{s,i} \cdot (y_{s,i} - y_{CG,c})^2) = 540,776 \text{ cm}^4$$

A teljes vasalás keresztmetszetének inerciasugara:

$$i_{sy} = \sqrt{\frac{I_{sy}}{A_s}} = \sqrt{\frac{540,776}{8,042}} = 8,2 \text{ cm} \quad i_{sz} = \sqrt{\frac{I_{sz}}{A_s}} = \sqrt{\frac{540,776}{8,042}} = 8,2 \text{ cm}$$

Szerkesztési szabályok ellenőrzése MSZ EN 1992-1-1 9.5

Az oszlopkeresztmetszet h és b mérete arányának vizsgálata: MSZ EN 1992-1-1 9.5.1 (1)

$$h = 25 \text{ cm} < 4 \cdot b = 4 \cdot 25 = 100 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Tehereset: [1,5*Önsúly+1,5*Rétregrend+1,5*Válaszfal+1,5*Földnyomás+1,5*Lift]

{1,5*0,7*Hasznos_3+1,5*0,7*Hasznos_4+1,5*0,7*Hasznos_7+1,5*0,7*Hasznos_9+1,5*0,7*Hasznos_11}
(1,5*0,5*Hó)

$$N_{Ed} = 123 \text{ kN}$$

A hosszirányú vasalás minimális keresztmetszeti területe: MSZ EN 1992-1-1 9.5.2 (2) (9.12N)

$$A_{s,min} = \text{Max} \left(\frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 123}{435} = 0,28 ; 0,003 \cdot A_c = 0,003 \cdot 625 = 1,88 \right) = 1,88 \text{ cm}^2 < A_s = 8,042 \text{ cm}^2$$

✓

A hosszirányú vasalás maximális keresztmetszeti területe: MSZ EN 1992-1-1 9.5.2 (3)

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 625 = 25,00 \text{ cm}^2 > A_s = 8,042 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

A keresztirányú vasalás acélbetéteinek legnagyobb távolsága az oszlop hossza mentén: MSZ EN 1992-1-1

9.5.3 (3)

$$s_{cl,max} = \min(15 \cdot \phi_{sl,min} ; 1 \cdot b ; 400) = \min(15 \cdot 1,6 ; 1 \cdot 25 ; 400) = 24 \text{ cm} > s_{w,max} = 200 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Gerenda vagy lemez alatt vagy felett $h = 25 \text{ cm}$ távolságon belüli keresztmetszetek esetén a legnagyobb kengyeltávolság:

$$0,6 \cdot s_{cl,max} = 0,6 \cdot 24 = 14,4 \text{ cm} < s_w = 200 \text{ mm} \quad !!$$

Az anyagjellemzők tervezési értékei

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1,5} = 20 \text{ MPa} = 2 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

Oszlop igénybevételek a mértékadó keresztmetszetben

Tehereset: [1,5*Önsúly+1,5*Rétegtrend+1,5*Válaszfal+1,5*Földnyomás+1,5*Lift]
{1,5*0,7*Hasznos_2+1,5*0,7*Hasznos_3+1,5*0,7*Hasznos_4+1,5*0,7*Hasznos_5+1,5*0,7*Hasznos_6+1,5*0,7
(1,5*0,5*Hó+1,5*0,6*Szél 90)}

Igénybevételek a vizsgált szakasz tetején:

$$N_{Ed,0,T} = 32 \text{ kN} \quad M_{Ed,0,Ty} = -14 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0,Tz} = -0,086 \text{ kNm}$$

Igénybevételek a vizsgált szakasz alján:

$$N_{Ed,0,B} = 32 \text{ kN} \quad M_{Ed,0,By} = -12 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0,Bz} = 0,94 \text{ kNm}$$

Kezdeti külpontosság:

$$e_{e,x,y} = \frac{M_{Ed,0z}}{N_{Ed,0}} = \frac{(-0,086)}{32} = -0,0027 \text{ m} \quad e_{e,x,z} = \frac{-M_{Ed,0y}}{N_{Ed,0}} = \frac{-(-14)}{32} = 0,42 \text{ m}$$

Építési pontatlanságból adódó külpontosság

A külpontosság-növekmények számítása y irányban ki van kapcsolva.

A méreteltérést helyettesítő ferdeség: MSZ EN 1992-1-1 5.2. (5) (5.1)

$$\Theta_i = \Theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,005 \cdot 1 \cdot 1 = 0,005$$

A méreteltérés hatását figyelembe vevő külpontosság:

$$e_{iy} = 0 \text{ m} \quad e_{iz} = \frac{\Theta_i \cdot l_{0,y}}{2} = \frac{0,005 \cdot 3,170}{2} = 0,0079 \text{ m} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 (5.1)}$$

Építési pontatlanságból adódó külpontosság

Csukló - Csukló

Csukló - Csukló

az oszlop alján $e_{i,1y} = e_{iy} = 0 \text{ m}$

$e_{i,1z} = e_{iz} = 0,0079 \text{ m}$

az oszlop tetején $e_{i,2y} = e_{iy} = 0 \text{ m}$

$e_{i,2z} = e_{iz} = 0,0079 \text{ m}$

a vizsgált helyen $e_{i,x,y} = e_{iy} = 0 \text{ m}$

$e_{i,x,z} = e_{iz} = 0,0079 \text{ m}$

Elkülönített elemek karcsúsági korlátai

Karcsúsági határérték: MSZ EN 1992-1-1 (5.13N)

$$\lambda_{limy} = \frac{20 \cdot A_y \cdot B \cdot C_y}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,2307 \cdot 0,7}{\sqrt{0,025621}} = 76,889 \quad \lambda_{limz} = \frac{20 \cdot A_z \cdot B \cdot C_z}{\sqrt{n}} =$$

$$= \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,2307 \cdot 0,7}{\sqrt{0,025621}} = 76,889$$

$$\text{ahol: } A_y = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \phi_{efy}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 2} = 0,71429 \quad A_z = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \phi_{efz}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 2} = 0,71429$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \cdot \omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,25736} = 1,2307$$

$$C_y = 0,7 \quad C_z = 0,7$$

A karcsúsági arány: MSZ EN 1992-1-1 (5.14)

$$\lambda_y = \frac{l_{0,y}}{i_y} = \frac{3,170}{0,072} = 43,925 < \lambda_{limy} = 76,889 \quad \checkmark \quad \lambda_z = \frac{l_{0,z}}{i_z} = \frac{3,170}{0,072} = 43,925 < \lambda_{limz} = 76,889 \quad \checkmark$$

A másodrendű hatások figyelmen kívül hagyhatók.

A legnagyobb kihasználtságú keresztmetszet helye: $x = 0,45$ m

Az elsőrendű külpontosság, mely a méreteltéréseket is tartalmazza:

$$e_{0,x,y} = e_{e,x,y} = (-0,0027) = -0,0027 \text{ m} \quad e_{0,x,z} = e_{e,x,z} + e_{i,x,z} = 0,42 + 0,0079 = 0,43 \text{ m}$$

Minimális külpontosság: MSZ EN 1992-1-1 6.1. (4)

$$e_{min,y} = \max\left(\frac{h_y}{30}; 2\right) = \max\left(\frac{25,0}{30}; 2\right) = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$e_{min,z} = \max\left(\frac{h_z}{30}; 2\right) = \max\left(\frac{25,0}{30}; 2\right) = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

A mértékadó külpontosság:

$$e_{d,x,y} = e_{e,x,y} = (-0,0027) = -0,0027 \text{ m} \quad e_{d,x,z} = e_{0,x,z} = 0,43 \text{ m}$$

$$|e_{d,x,y}| = 0,0027 < e_{min,y} = 0,02 \text{ m} \quad \times \rightarrow e_{d,x,y} = -0,02 \text{ m}$$

$$|e_{d,x,z}| = 0,43 > e_{min,z} = 0,02 \text{ m} \quad \checkmark$$

Oszlop igénybevételek a mértékadó keresztmetszetben

Tehereset: [1,5*Önsúly+1,5*Rétegrend+1,5*Válaszfal+1,5*Földnyomás+1,5*Lift]

{1,5*0,7*Hasznos_2+1,5*0,7*Hasznos_3+1,5*0,7*Hasznos_4+1,5*0,7*Hasznos_5+1,5*0,7*Hasznos_6+1,5*0,7*1,5*0,5*Hó+1,5*0,6*Szél 90}

$$N_{Ed} = 36 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = (-N_{Ed}) \cdot e_{d,x,z} = (-36) \cdot 0,43 = -16 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = N_{Ed} \cdot e_{d,x,y} = 36 \cdot (-0,02) = -0,73 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \sqrt{M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2} = \sqrt{(-16)^2 + (-0,73)^2} = 16 \text{ kNm}$$

A mértékadó külpontossághoz tartozó teherbírás tervezési értéke:

$$N_{Rd(e)} = 111 \text{ kN}$$

$$M_{Rd(e)} = \sqrt{M_{Rd(e)y}^2 + M_{Rd(e)z}^2} = \sqrt{(-48)^2 + (-2,2)^2} = 48 \text{ kNm}$$

Állandó külpontosság szerinti kihasználtság:

$$\eta_{(e)m} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd(e)}} = \frac{36}{111} = 0,32868 \leq 1 \quad \text{megfelel}$$

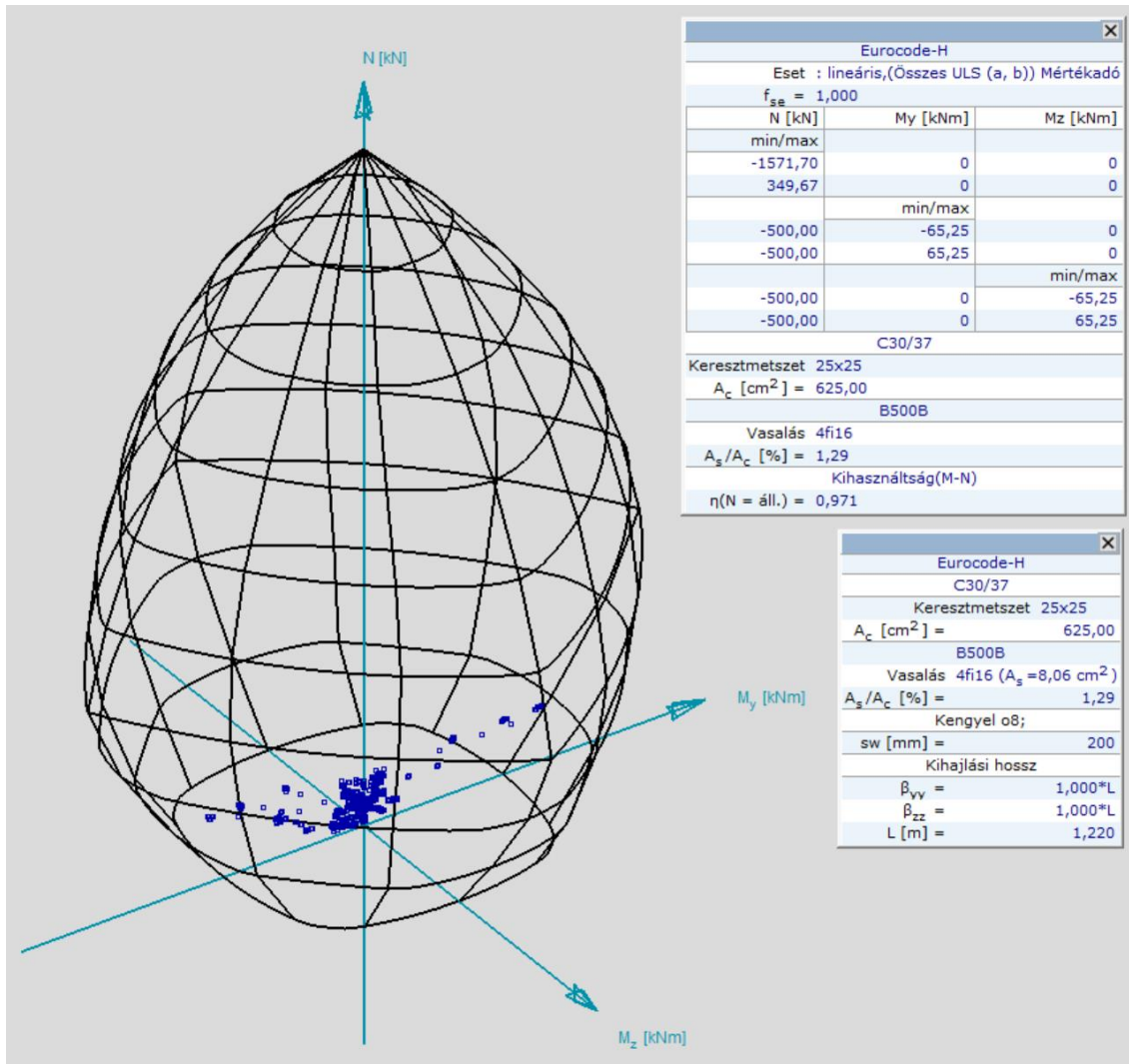
A mértékadó normálerőhöz tartozó teherbírás tervezési értéke:

$$N_{Rd(N)} = N_{Ed} = 36 \text{ kN}$$

$$M_{Rd(N)} = \sqrt{M_{Rd(N)y}^2 + M_{Rd(N)z}^2} = \sqrt{(-41)^2 + (-1,9)^2} = 41 \text{ kNm}$$

Nyomatéki kihasználtság:

$$\eta_{(N)m} = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd(N)}} = \frac{16}{41} = 0,38439 \leq 1 \text{ megfelel}$$



57. sz. ábra - P0.2 falpillér teherbírási görbéi

5.3.3. Pincszinti pillérek

P0.1 pillér tervezése

Vasbeton oszlop méretezése

Szerkezeti elem: 1. rúd

Külpontos nyomás vizsgálata

Anyagok

Beton C30/37 $f_{ck} = 30$ MPa

Betonacél B500B $f_{yk} = 500$ MPa

Kihajlási paraméterek

Elem hossza: $l = 3,170$ m

A megtámasztási feltételektől függő tényező

A kihajlási hossz

Csukló - Csukló $\beta_{yy} = 1$ $l_{0,y} = \beta_{yy} \cdot l = 1 \cdot 3,170 = 3,170$ m

Csukló - Csukló $\beta_{zz} = 1$ $l_{0,z} = \beta_{zz} \cdot l = 1 \cdot 3,170 = 3,170$ m

Az oszlop keresztmetszeti adatai

Keresztmetszeti méretek:

$h_y = b_y = 30,0$ cm $h_z = b_z = 30,0$ cm

A betonkeresztmetszet területe:

$A_c = b_y \cdot h_z = 30,0 \cdot 30,0 = 900$ cm²

Hosszvasalás betonfedése: $c = 3,5$ cm

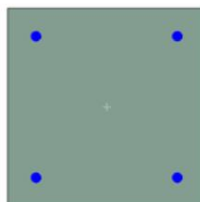
Vasalási paraméterek

Név: 4fi16 30/30

A z tengelyre szimmetrikus vasalás

A y tengelyre szimmetrikus vasalás

4φ16 ($A_s = 8,042$ cm²)



Hosszvasalás

	Vasátmérő	Vaspozíció		Keresztmetszeti terület	Inercianyomaték a betonkeresztmetszet súlypontjára	
	ϕ [mm]	y [cm]	z [cm]	A_s [cm ²]	$I_{s,y}$ [cm ⁴]	$I_{s,z}$ [cm ⁴]
1.	16	4,3	25,7	2,011	230,196	230,196
2.	16	25,7	25,7	2,011	230,196	230,196
3.	16	25,7	4,3	2,011	230,196	230,196
4.	16	4,3	4,3	2,011	230,196	230,196
Összesen				8,042	920,783	920,783

A betonkeresztmetszet súlypontja:

$$y_{CG,c} = \frac{h_y}{2} = \frac{30,0}{2} = 15 \text{ cm} \quad z_{CG,c} = \frac{h_z}{2} = \frac{30,0}{2} = 15 \text{ cm}$$

A betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_{cy} = \frac{h_z^3 \cdot b_y}{12} = \frac{30,0^3 \cdot 30,0}{12} = 67500 \text{ cm}^4 \quad I_{cz} = \frac{h_y^3 \cdot b_z}{12} = \frac{30,0^3 \cdot 30,0}{12} = 67500 \text{ cm}^4$$

A betonkeresztmetszet súlypontja:

$$y_{CG,c} = \frac{h_y}{2} = \frac{30,0}{2} = 15 \text{ cm} \quad z_{CG,c} = \frac{h_z}{2} = \frac{30,0}{2} = 15 \text{ cm}$$

A betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_{cy} = \frac{h_z^3 \cdot b_y}{12} = \frac{30,0^3 \cdot 30,0}{12} = 67500 \text{ cm}^4 \quad I_{cz} = \frac{h_y^3 \cdot b_z}{12} = \frac{30,0^3 \cdot 30,0}{12} = 67500 \text{ cm}^4$$

A repedésmentes betonkeresztmetszet inerciasugara:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_{cy}}{A_c}} = \sqrt{\frac{67500}{900}} = 8,66 \text{ cm} = 0,087 \text{ m}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_{cz}}{A_c}} = \sqrt{\frac{67500}{900}} = 8,66 \text{ cm} = 0,087 \text{ m}$$

A betonacélok inercianyomatéka:

$$I_{sy} = \sum (A_{s,i} \cdot (z_{s,i} - z_{CG,c})^2) = 920,783 \text{ cm}^4$$

$$I_{sz} = \sum (A_{s,i} \cdot (y_{s,i} - y_{CG,c})^2) = 920,783 \text{ cm}^4$$

A teljes vasalás keresztmetszetének inerciasugara:

$$i_{sy} = \sqrt{\frac{I_{sy}}{A_s}} = \sqrt{\frac{920,783}{8,042}} = 10,7 \text{ cm} \quad i_{sz} = \sqrt{\frac{I_{sz}}{A_s}} = \sqrt{\frac{920,783}{8,042}} = 10,7 \text{ cm}$$

Szerkesztési szabályok ellenőrzése MSZ EN 1992-1-1 9.5

Az oszlopkeresztmetszet h és b mérete arányának vizsgálata: MSZ EN 1992-1-1 9.5.1 (1)

$$h = 30 \text{ cm} < 4 \cdot b = 4 \cdot 30 = 120 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Tehereset: [1,5*Önsúly+1,5*Rétegtrend+1,5*Válaszfal+1,5*Földnyomás+1,5*Lift]

{1,5*0,7*Hasznos_3+1,5*0,7*Hasznos_4+1,5*0,7*Hasznos_5+1,5*0,7*Hasznos_9+1,5*0,7*Hasznos_10+1,5*0,7*Hó}

$$N_{Ed} = 503 \text{ kN}$$

A hosszirányú vasalás minimális keresztmetszeti területe: MSZ EN 1992-1-1 9.5.2 (2) (9.12N)

$$A_{s,min} = \text{Max} \left(\frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 503}{435} = 1,16 ; 0,003 \cdot A_c = 0,003 \cdot 900 = 2,70 \right) = 2,70 \text{ cm}^2 < A_s = 8,042 \text{ cm}^2$$

✓

A hosszirányú vasalás maximális keresztmetszeti területe: MSZ EN 1992-1-1 9.5.2 (3)

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 900 = 36,00 \text{ cm}^2 > A_s = 8,042 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

A keresztirányú vasalás acélbetéteinek legnagyobb távolsága az oszlop hossza mentén: MSZ EN 1992-1-1 9.5.3 (3)

$$s_{cl,max} = \min (15 \cdot \phi_{sl,min} ; 1 \cdot b ; 400) = \min (15 \cdot 1,6 ; 1 \cdot 30 ; 400) = 24 \text{ cm} > s_{w,max} = 200 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Gerenda vagy lemez alatt vagy felett $h = 30 \text{ cm}$ távolságon belüli keresztmetszetek esetén a legnagyobb kengyeltávolság:

$$0,6 \cdot s_{cl,max} = 0,6 \cdot 24 = 14,4 \text{ cm} < s_w = 200 \text{ mm} \quad !!$$

Az anyagjellemzők tervezési értékei

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1,5} = 20 \text{ MPa} = 2 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

Oszlop igénybevételek a mértékadó keresztmetszetben

Tehereset: [1,5*Önsúly+1,5*Rétegrend+1,5*Válaszfal+1,5*Földnyomás+1,5*Lift]

{1,5*0,7*Hasznos_3+1,5*0,7*Hasznos_4+1,5*0,7*Hasznos_5+1,5*0,7*Hasznos_9+1,5*0,7*Hasznos_10+1,5*0,5*Hó}

Igénybevételek a vizsgált szakasz tetején:

$$N_{Ed,0,T} = 503 \text{ kN} \quad M_{Ed,0,Ty} = 0 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0,Tz} = 0 \text{ kNm}$$

Igénybevételek a vizsgált szakasz tetején:

$$N_{Ed,0,T} = 503 \text{ kN} \quad M_{Ed,0,Ty} = 0 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0,Tz} = 0 \text{ kNm}$$

Igénybevételek a vizsgált szakasz alján:

$$N_{Ed,0,B} = 503 \text{ kN} \quad M_{Ed,0,By} = -4,8 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0,Bz} = -3,6 \text{ kNm}$$

A kezdeti külpontosság a szakasz alsó és felső végén:

$$e_{e,By} = \frac{M_{Ed,0,Bz}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{(-3,6)}{503} = -0,0071 \text{ m} \quad e_{e,Bz} = \frac{-M_{Ed,0,By}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{-(-4,8)}{503} = 0,0095 \text{ m}$$

$$e_{e,Ty} = \frac{M_{Ed,0,Tz}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{0}{503} = 0 \text{ m} \quad e_{e,Tz} = \frac{-M_{Ed,0,Ty}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{-0}{503} = 0 \text{ m}$$

Helyettesítő kezdeti külpontosság a szakasz középső részén:

$$|e_{e,By}| \geq |e_{e,Ty}| \rightarrow e_{02} = e_{e,By} = \frac{M_{Ed,0,Bz}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{(-3,6)}{503} = -0,0071 \text{ m} \quad e_{01} = e_{e,Ty} = \frac{M_{Ed,0,Tz}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{0}{503} = 0 \text{ m}$$

$$e_{0e,a} = 0,6 \cdot e_{02} + 0,4 \cdot e_{01} = 0,6 \cdot (-0,0071) + 0,4 \cdot 0 = -0,0043 \text{ m}$$

$$e_{0e,b} = 0,4 \cdot e_{02} = 0,4 \cdot (-0,0071) = -0,0028 \text{ m}$$

$$|e_{0e,a}| \geq |e_{0e,b}| \rightarrow e_{e,x,y} = e_{0e,a} = -0,0043 \text{ m}$$

$$|e_{e,Bz}| \geq |e_{e,Tz}| \rightarrow e_{02} = e_{e,Bz} = \frac{-M_{Ed,0,By}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{-(-4,8)}{503} = 0,0095 \text{ m} \quad e_{01} = e_{e,Tz} = \frac{-M_{Ed,0,Ty}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{-0}{503} = 0 \text{ m}$$

$$e_{0e,a} = 0,6 \cdot e_{02} + 0,4 \cdot e_{01} = 0,6 \cdot 0,0095 + 0,4 \cdot 0 = 0,0057 \text{ m}$$

$$e_{0e,b} = 0,4 \cdot e_{02} = 0,4 \cdot 0,0095 = 0,0038 \text{ m}$$

$$|e_{0e,a}| \geq |e_{0e,b}| \rightarrow e_{e,x,z} = e_{0e,a} = 0,0057 \text{ m}$$

Építési pontatlanságból adódó külpontosság

A méreteltérést helyettesítő ferdeség: MSZ EN 1992-1-1 5.2. (5) (5.1)

$$\Theta_i = \Theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,005 \cdot 1 \cdot 1 = 0,005$$

A méreteltérés hatását figyelembe vevő külpontosság:

$$e_{iy} = \frac{\Theta_i \cdot l_{0,z}}{2} = \frac{0,005 \cdot 3,170}{2} = 0,0079 \text{ m} \quad e_{iz} = \frac{\Theta_i \cdot l_{0,y}}{2} = \frac{0,005 \cdot 3,170}{2} = 0,0079 \text{ m} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1}$$

Építési pontatlanságból adódó külpontosság

Csukló - Csukló

Csukló - Csukló

az oszlop alján $e_{i,1y} = e_{iy} = 0,0079 \text{ m}$

$e_{i,1z} = e_{iz} = 0,0079 \text{ m}$

az oszlop tetején $e_{i,2y} = e_{iy} = 0,0079 \text{ m}$

$e_{i,2z} = e_{iz} = 0,0079 \text{ m}$

a vizsgált helyen $e_{i,x,y} = e_{iy} = 0,0079 \text{ m}$

$e_{i,x,z} = e_{iz} = 0,0079 \text{ m}$

Elkülönített elemek karcsúsági korlátai

Karcsúsági határérték: MSZ EN 1992-1-1 (5.13N)

$$\lambda_{limy} = \frac{20 \cdot A_y \cdot B \cdot C_y}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,1651 \cdot 0,7}{\sqrt{0,2792}} = 22,05 \quad \lambda_{limz} = \frac{20 \cdot A_z \cdot B \cdot C_z}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,1651 \cdot 0,7}{\sqrt{0,2792}} = 22,05$$

$$\text{ahol: } A_y = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \phi_{efy}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 2} = 0,71429 \quad A_z = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \phi_{efz}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 2} = 0,71429$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \cdot \omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,17872} = 1,1651$$

$$C_y = 0,7$$

$$C_z = 0,7$$

A karcsúsági arány: MSZ EN 1992-1-1 (5.14)

$$\lambda_y = \frac{l_{0,y}}{i_y} = \frac{3,170}{0,087} = 36,604 > \lambda_{limy} = 22,05 \quad \lambda_z = \frac{l_{0,z}}{i_z} = \frac{3,170}{0,087} = 36,604 > \lambda_{limz} = 22,05 \quad !!$$

A másodrendű hatásokat mindkét irányban figyelembe kell venni.

Másodrendű hatásból származó külpontosság

Az elsőrendű nyomaték, mely a méreteltérések hatását is tartalmazza:

$$M_{0Edy} = M_{Ed0ly} - N_{Ed} \cdot e_{iz} = (-4,8) - 503 \cdot 0,0079 = -8,75 \text{ kNm}$$

$$M_{0Edz} = M_{Ed0lz} - N_{Ed} \cdot e_{iy} = (-3,6) - 503 \cdot 0,0079 = -7,56 \text{ kNm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 5.8.8.2. (1)}$$

Névleges görbületen alapuló módszer MSZ EN 1992-1-1 5.8.8.

A normálerőtől függő módosító tényező:

$$K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} = \frac{1,1787 - 0,2792}{1,1787 - 0,4} = 1,1551 > 1 \rightarrow K_r = 1 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 (5.36)}$$

A kúszás hatását figyelembe vevő tényező: MSZ EN 1992-1-1 (5.37)

$$K_{\phi y} = \max(1 + \beta_y \cdot \phi_{efy}; 1) = \max(1 + 0,25597 \cdot 2; 1) = 1,5119 \quad K_{\phi z} = \max(1 + \beta_z \cdot \phi_{efz}; 1) = \max(1 + 0,25597 \cdot 2; 1) = 1,5119$$

A betonacél folyáshatárának tervezési értékéhez tartozó fajlagos alakváltozás:

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8} = 0,002175$$

Görbület:

$$\kappa_y = K_r \cdot K_{\phi y} \cdot \kappa_{0y} = 1 \cdot 1,5119 \cdot 0,018807 = 0,028435 \quad \kappa_z = K_r \cdot K_{\phi z} \cdot \kappa_{0z} = 1 \cdot 1,5119 \cdot 0,018807 = 0,028435$$

MSZ EN 1992-1-1 (5.34)

ahol:

$$\kappa_{0y} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45 \cdot d_z} = \frac{0,002175}{0,45 \cdot 0,26} = 0,018807 \quad \kappa_{0z} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45 \cdot d_y} = \frac{0,002175}{0,45 \cdot 0,26} = 0,018807$$

A teljes görbület eloszlásától függő tényező meghatározása

A névleges merevség:

$$EI_y = K_{cy} \cdot E_{cd} \cdot I_{cy} + K_s \cdot E_s \cdot I_{sy} = 0,024542 \cdot 2,7364 \cdot 10^7 \cdot 0,00068 + 1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 9,2078 \cdot 10^{-6} = 2295 \text{ kNm}^2$$

$$EI_z = K_{cz} \cdot E_{cd} \cdot I_{cz} + K_s \cdot E_s \cdot I_{sz} = 0,024542 \cdot 2,7364 \cdot 10^7 \cdot 0,00068 + 1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 9,2078 \cdot 10^{-6} = 2295 \text{ kNm}^2 \quad \text{MSZ}$$

EN 1992-1-1 (5.21)

A névleges merevségen alapuló kihajlási erő:

$$N_{by} = \frac{\pi^2 \cdot EI_y}{l_{0,y}^2} = \frac{3,1416^2 \cdot 2295}{3,170^2} = 2254 \text{ kN} \quad N_{bz} = \frac{\pi^2 \cdot EI_z}{l_{0,z}^2} = \frac{3,1416^2 \cdot 2295}{3,170^2} = 2254 \text{ kN} \quad \text{MSZ EN}$$

1992-1-1 (5.17)

Az elsőrendű nyomatékok eloszlásától függő tényező: MSZ EN 1992-1-1 5.8.7.3 (1)

$$r_M = \frac{M_{02y}}{M_{01y}} = \frac{4}{(-8,7)} = -0,45522$$

$$c_{0y} = c_{0,min} + \frac{c_{0,max} - c_{0,min}}{r_{M,max} - r_{M,min}} \cdot (r_M - r_{M,min}) = 12 + \frac{8-12}{1-(-1)} \cdot ((-0,45522) - (-1)) = 10,91$$

$$r_M = \frac{M_{02z}}{M_{01z}} = \frac{4}{(-7,6)} = -0,52679$$

$$c_{0z} = c_{0,min} + \frac{c_{0,max} - c_{0,min}}{r_{M,max} - r_{M,min}} \cdot (r_M - r_{M,min}) = 12 + \frac{8-12}{1-(-1)} \cdot ((-0,52679) - (-1)) = 11,054$$

A másodrendű hatásokból származó görbület eloszlási tényezője:

$$c_2 = \pi^2 = 3,1416^2 = 9,8696$$

A teljes görbület eloszlásától függő tényező:

$$c_y = c_2 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{by}} + c_{0y} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{by}}\right) = 9,8696 \cdot \frac{503}{2254} + 10,91 \cdot \left(1 - \frac{503}{2254}\right) = 10,678 > c_2 = \pi^2 = 3,1416^2 = 9,8696 \rightarrow$$

$$c_y = c_2 = 9,8696$$

$$c_z = c_2 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{bz}} + c_{0z} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{bz}}\right) = 9,8696 \cdot \frac{503}{2254} + 11,054 \cdot \left(1 - \frac{503}{2254}\right) = 10,79 > c_2 = 9,8696 \rightarrow c_z = c_2 =$$

$$= 9,8696$$

A másodrendű külpontosság:

$$e_{2,y} = \frac{\kappa_z \cdot l_{0,z}^2}{c_z} = \frac{0,028435 \cdot 3,170^2}{9,8696} = 0,029 \text{ m} \quad e_{2,z} = \frac{\kappa_y \cdot l_{0,y}^2}{c_y} = \frac{0,028435 \cdot 3,170^2}{9,8696} = 0,029 \text{ m} \quad \text{MSZ EN}$$

1992-1-1 5.8.8.2 (3)

A legnagyobb kihasználtságú keresztmetszet helye: $x = 1,6 \text{ m}$

Az elsőrendű külpontosság, mely a méreteltéréseket is tartalmazza:

$$e_{0,x,y} = e_{e,x,y} - e_{i,x,y} = (-0,0043) - 0,0079 = -0,012 \text{ m} \quad e_{0,x,z} = e_{e,x,z} + e_{i,x,z} = 0,0057 + 0,0079 = 0,014 \text{ m}$$

$$e_{0,x} = \sqrt{e_{0,x,y}^2 + e_{0,x,z}^2} = \sqrt{(-0,012)^2 + 0,014^2} = 0,018 \text{ m}$$

Az elsőrendű külpontosság iránya:

$$\omega_{e0} = \arctan \frac{e_{0,x,z}}{e_{0,x,y}} = \arctan \frac{0,014}{(-0,012)} = 131,85^\circ$$

$$e_{2,x,1} = \sin \frac{\pi \cdot x_{e2}}{l} \cdot e_{2,y} = \sin \frac{3,1416 \cdot 1,6}{3,2} \cdot 0,029 = 0,029 \text{ m} \quad \text{Csukló - Csukló}$$

$$e_{2,x,2} = \sin \frac{\pi \cdot x_{e2}}{l} \cdot e_{2,z} = \sin \frac{3,1416 \cdot 1,6}{3,2} \cdot 0,029 = 0,029 \text{ m} \quad \text{Csukló - Csukló}$$

$$e_{2,x} = 0,029 \text{ m}$$

$$e_{2,x,y} = e_{2,x} \cdot \cos \omega_{e0} = 0,029 \cdot \cos 131,85^\circ = -0,019 \text{ m} \quad e_{2,x,z} = e_{2,x} \cdot \sin \omega_{e0} = 0,029 \cdot \sin 131,85^\circ = 0,022 \text{ m}$$

Minimális külpontosság : MSZ EN 1992-1-1 6.1. (4)

$$e_{\min,y} = \max\left(\frac{h_y}{30} ; 2\right) = \max\left(\frac{30,0}{30} ; 2\right) = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$e_{\min,z} = \max\left(\frac{h_z}{30} ; 2\right) = \max\left(\frac{30,0}{30} ; 2\right) = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

A mértékadó külpontosság :

$$e_{d,x,y} = e_{0,x,y} + e_{2,x,y} = (-0,012) + (-0,019) = -0,032 \text{ m} \quad e_{d,x,z} = e_{0,x,z} + e_{2,x,z} = 0,014 + 0,022 = 0,035 \text{ m}$$

$$|e_{d,x,y}| = 0,032 > e_{\min,y} = 0,02 \text{ m} \quad \checkmark$$

$$|e_{d,x,z}| = 0,035 > e_{\min,z} = 0,02 \text{ m} \quad \checkmark$$

Oszlop igénybevételek a mértékadó keresztmetszetben

Tehereset: [1,5*Önsúly+1,5*Rétengrend+1,5*Válaszfal+1,5*Földnyomás+1,5*Lift]

{1,5*0,7*Hasznos_3+1,5*0,7*Hasznos_4+1,5*0,7*Hasznos_5+1,5*0,7*Hasznos_9+1,5*0,7*Hasznos_10+1,5*0,7*Hó}

$$N_{Ed} = 503 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = (-N_{Ed}) \cdot e_{d,x,z} = (-503) \cdot 0,035 = -18 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = N_{Ed} \cdot e_{d,x,y} = 503 \cdot (-0,032) = -16 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \sqrt{M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2} = \sqrt{(-18)^2 + (-16)^2} = 24 \text{ kNm}$$

A mértékadó külpontossághoz tartozó teherbírás tervezési értéke:

$$N_{Rd(e)} = 1366 \text{ kN}$$

$$M_{Rd(e)} = \sqrt{M_{Rd(e)y}^2 + M_{Rd(e)z}^2} = \sqrt{(-48)^2 + (-43)^2} = 65 \text{ kNm}$$

Állandó külpontosság szerinti kihasználtság:

$$\eta_{(e)m} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd(e)}} = \frac{503}{1366} = 0,36801 \leq 1 \quad \text{megfelel}$$

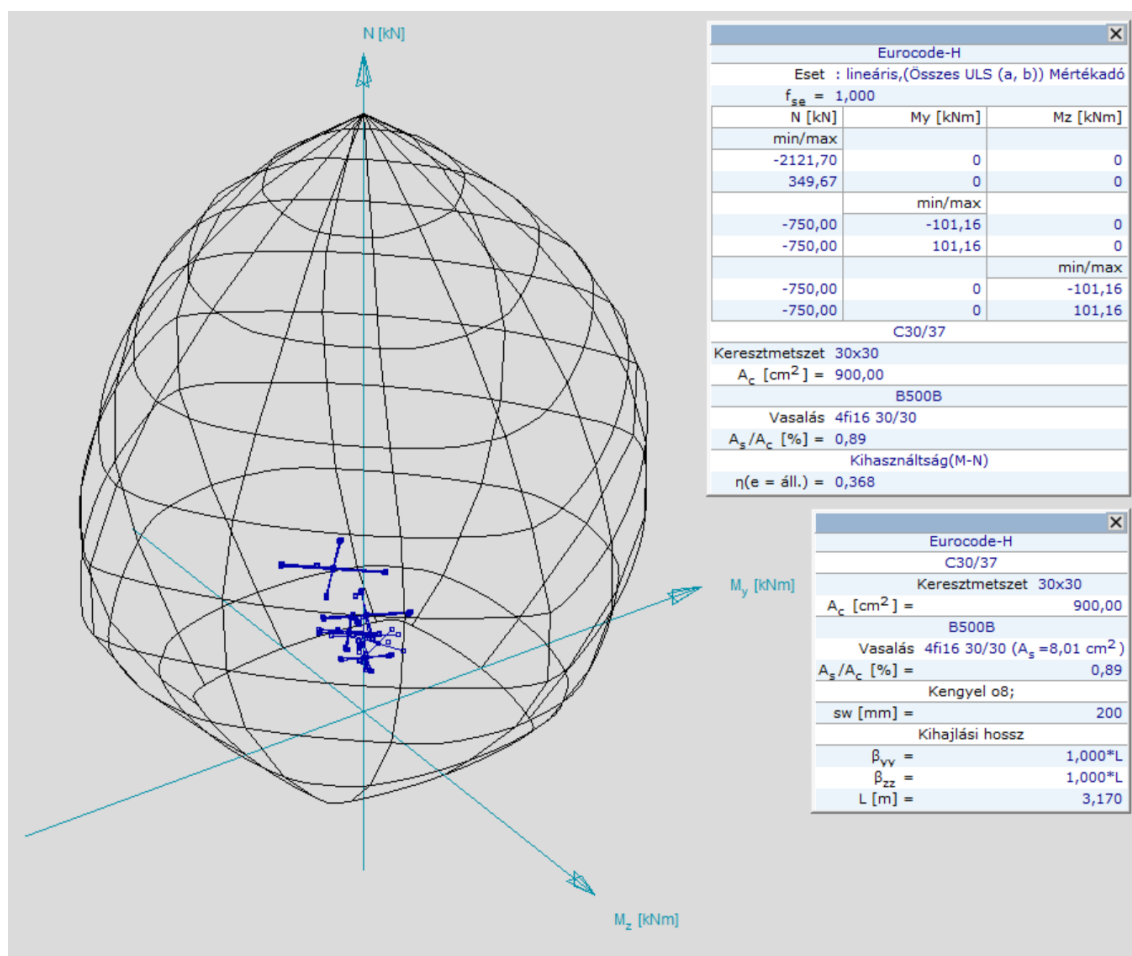
A mértékadó normálerőhöz tartozó teherbírás tervezési értéke:

$$N_{Rd(N)} = N_{Ed} = 503 \text{ kN}$$

$$M_{Rd(N)} = \sqrt{M_{Rd(N)y}^2 + M_{Rd(N)z}^2} = \sqrt{(-56)^2 + (-50)^2} = 75 \text{ kNm}$$

Nyomatéki kihasználtság:

$$\eta_{(N)m} = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd(N)}} = \frac{24}{75} = 0,31501 \leq 1 \quad \text{megfelel}$$



58. sz. ábra - P0.1 pillér teherbírési görbéi

P0.1* pillér tervezése

Vasbeton oszlop méretezése

Szerkezeti elem: 2. rúd

Külpontos nyomás vizsgálata

Anyagok

Beton C30/37 $f_{ck} = 30$ MPa

Betonacél B500B $f_{yk} = 500$ MPa

Kihajlási paraméterek

Elem hossza: $l = 3,170$ m

A megtámasztási feltételektől függő tényező

A kihajlási hossz

$$\text{Csukló - Csukló} \quad \beta_{yy} = 1 \quad l_{0,y} = \beta_{yy} \cdot l = 1 \cdot 3,170 = 3,170 \text{ m}$$

$$\text{Csukló - Csukló} \quad \beta_{zz} = 1 \quad l_{0,z} = \beta_{zz} \cdot l = 1 \cdot 3,170 = 3,170 \text{ m}$$

Az oszlop keresztmetszeti adatai

Keresztmetszeti méretek:

$$h_y = b_y = 30,0 \text{ cm} \quad h_z = b_z = 30,0 \text{ cm}$$

A betonkeresztmetszet területe:

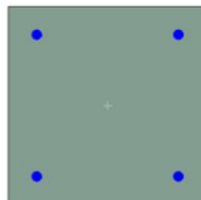
$$A_c = b_y \cdot h_z = 30,0 \cdot 30,0 = 900 \text{ cm}^2$$

Hosszvasalás betonfedése: $c = 3,5 \text{ cm}$ **Vasalási paraméterek**Név: **4fi16 30/30**

A z tengelyre szimmetrikus vasalás

A y tengelyre szimmetrikus vasalás

$$4\phi 16 \quad (A_s = 8,042 \text{ cm}^2)$$

**Hosszvasalás**

	Vasátmérő	Vaspozíció		Keresztmetszeti terület	Inercianyomaték a betonkeresztmetszet súlypontjára	
	ϕ [mm]	y [cm]	z [cm]	A_s [cm ²]	$I_{s,y}$ [cm ⁴]	$I_{s,z}$ [cm ⁴]
1.	16	4,3	25,7	2,011	230,196	230,196
2.	16	25,7	25,7	2,011	230,196	230,196
3.	16	25,7	4,3	2,011	230,196	230,196
4.	16	4,3	4,3	2,011	230,196	230,196
Összesen				8,042	920,783	920,783

A betonkeresztmetszet súlypontja:

$$y_{CG,c} = \frac{h_y}{2} = \frac{30,0}{2} = 15 \text{ cm} \quad z_{CG,c} = \frac{h_z}{2} = \frac{30,0}{2} = 15 \text{ cm}$$

A betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_{cy} = \frac{h_z^3 \cdot b_y}{12} = \frac{30,0^3 \cdot 30,0}{12} = 67500 \text{ cm}^4 \quad I_{cz} = \frac{h_y^3 \cdot b_z}{12} = \frac{30,0^3 \cdot 30,0}{12} = 67500 \text{ cm}^4$$

A repedésmentes betonkeresztmetszet inerciasugara:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_{cy}}{A_c}} = \sqrt{\frac{67500}{900}} = 8,66 \text{ cm} = 0,087 \text{ m}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_{cz}}{A_c}} = \sqrt{\frac{67500}{900}} = 8,66 \text{ cm} = 0,087 \text{ m}$$

A betonacélok inercianyomatéka:

$$I_{sy} = \sum (A_{s,i} \cdot (z_{s,i} - z_{CG,c})^2) = 920,783 \text{ cm}^4$$

$$I_{sz} = \sum (A_{s,i} \cdot (y_{s,i} - y_{CG,c})^2) = 920,783 \text{ cm}^4$$

A teljes vasalás keresztmetszetének inerciasugara:

$$i_{sy} = \sqrt{\frac{I_{sy}}{A_s}} = \sqrt{\frac{920,783}{8,042}} = 10,7 \text{ cm} \quad i_{sz} = \sqrt{\frac{I_{sz}}{A_s}} = \sqrt{\frac{920,783}{8,042}} = 10,7 \text{ cm}$$

Szerkesztési szabályok ellenőrzése [MSZ EN 1992-1-1 9.5](#)Az oszlopkeresztmetszet h és b mérete arányának vizsgálata: [MSZ EN 1992-1-1 9.5.1 \(1\)](#)

$$h = 30 \text{ cm} < 4 \cdot b = 4 \cdot 30 = 120 \text{ cm} \quad \checkmark$$

A hosszirányú vasalás minimális keresztmetszeti területe: MSZ EN 1992-1-1 9.5.2 (2) (9.12N)

$$A_{s,min} = \text{Max} \left(\frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 391}{435} = 0,90 ; 0,003 \cdot A_c = 0,003 \cdot 900 = 2,70 \right) = 2,70 \text{ cm}^2 < A_s = 8,042 \text{ cm}^2$$

✓

A hosszirányú vasalás maximális keresztmetszeti területe: MSZ EN 1992-1-1 9.5.2 (3)

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 900 = 36,00 \text{ cm}^2 > A_s = 8,042 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

A keresztirányú vasalás acélbetéteinek legnagyobb távolsága az oszlop hossza mentén: MSZ EN 1992-1-1 9.5.3 (3)

$$s_{cl,max} = \min(15 \cdot \phi_{sl,min} ; 1 \cdot b ; 400) = \min(15 \cdot 1,6 ; 1 \cdot 30 ; 400) = 24 \text{ cm} > s_{w,max} = 200 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Gerenda vagy lemez alatt vagy felett $h = 30 \text{ cm}$ távolságon belüli keresztmetszetek esetén a legnagyobb kengyeltávolság:

$$0,6 \cdot s_{cl,max} = 0,6 \cdot 24 = 14,4 \text{ cm} < s_w = 200 \text{ mm} \quad !!$$

Az anyagjellemzők tervezési értékei

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1,5} = 20 \text{ MPa} = 2 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

Oszlop igénybevételek a mértékadó keresztmetszetben

Tehereset: [1,5*Önsúly+1,5*Rétegrend+1,5*Válaszfal+1,5*Földnyomás+1,5*Lift]
{1,5*0,7*Hasznos_3+1,5*0,7*Hasznos_5+1,5*0,7*Hasznos_8+1,5*0,7*Hasznos_9+1,5*0,7*Hasznos_10+1,5*0
(1,5*0,5*Hó)}

Igénybevételek a vizsgált szakasz tetején:

$$N_{Ed,0,T} = 391 \text{ kN} \quad M_{Ed,0,Ty} = 0 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0,Tz} = 0 \text{ kNm}$$

Igénybevételek a vizsgált szakasz alján:

$$N_{Ed,0,B} = 391 \text{ kN} \quad M_{Ed,0,By} = -0,44 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0,Bz} = 5,6 \text{ kNm}$$

A kezdeti külpontosság a szakasz alsó és felső végén:

$$e_{e,B,y} = \frac{M_{Ed,0,Bz}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{5,6}{391} = 0,014 \text{ m} \quad e_{e,B,z} = \frac{-M_{Ed,0,By}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{-(-0,44)}{391} = 0,0011 \text{ m}$$

$$e_{e,T,y} = \frac{M_{Ed,0,Tz}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{0}{391} = 0 \text{ m} \quad e_{e,T,z} = \frac{-M_{Ed,0,Ty}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{-0}{391} = 0 \text{ m}$$

Helyettesítő kezdeti külpontosság a szakasz középső részén:

$$|e_{e,B,y}| \geq |e_{e,T,y}| \rightarrow e_{02} = e_{e,B,y} = \frac{M_{Ed,0,Bz}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{5,6}{391} = 0,014 \text{ m} \quad e_{01} = e_{e,T,y} = \frac{M_{Ed,0,Tz}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{0}{391} = 0 \text{ m}$$

$$e_{0e,a} = 0,6 \cdot e_{02} + 0,4 \cdot e_{01} = 0,6 \cdot 0,014 + 0,4 \cdot 0 = 0,0086 \text{ m}$$

$$e_{0e,b} = 0,4 \cdot e_{02} = 0,4 \cdot 0,014 = 0,0057 \text{ m}$$

$$|e_{0e,a}| \geq |e_{0e,b}| \rightarrow e_{e,x,y} = e_{0e,a} = 0,0086 \text{ m}$$

$$|e_{e,B,z}| \geq |e_{e,T,z}| \rightarrow e_{02} = e_{e,B,z} = \frac{-M_{Ed,0,By}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{-(-0,44)}{391} = 0,0011 \text{ m} \quad e_{01} = e_{e,T,z} = \frac{-M_{Ed,0,Ty}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{-0}{391} = 0$$

$$e_{0e,a} = 0,6 \cdot e_{02} + 0,4 \cdot e_{01} = 0,6 \cdot 0,0011 + 0,4 \cdot 0 = 0,00068 \text{ m}$$

$$e_{0e,b} = 0,4 \cdot e_{02} = 0,4 \cdot 0,0011 = 0,00045 \text{ m}$$

$$|e_{0e,a}| \geq |e_{0e,b}| \rightarrow e_{e,x,z} = e_{0e,a} = 0,00068 \text{ m}$$

Építési pontatlanságból adódó külpontosság

A méreteltérést helyettesítő ferdeség: [MSZ EN 1992-1-1 5.2. \(5\) \(5.1\)](#)

$$\Theta_i = \Theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,005 \cdot 1 \cdot 1 = 0,005$$

A méreteltérés hatását figyelembe vevő külpontosság:

$$e_{iy} = \frac{\Theta_i \cdot l_{0,z}}{2} = \frac{0,005 \cdot 3,170}{2} = 0,0079 \text{ m} \quad e_{iz} = \frac{\Theta_i \cdot l_{0,y}}{2} = \frac{0,005 \cdot 3,170}{2} = 0,0079 \text{ m} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1}$$

(5.1)

Építési pontatlanságból adódó külpontosság

	Csukló - Csukló	Csukló - Csukló
az oszlop alján	$e_{i,1y} = e_{iy} = 0,0079 \text{ m}$	$e_{i,1z} = e_{iz} = 0,0079 \text{ m}$
az oszlop tetején	$e_{i,2y} = e_{iy} = 0,0079 \text{ m}$	$e_{i,2z} = e_{iz} = 0,0079 \text{ m}$
a vizsgált helyen	$e_{i,x,y} = e_{iy} = 0,0079 \text{ m}$	$e_{i,x,z} = e_{iz} = 0,0079 \text{ m}$

Elkülönített elemek karcsúsági korlátai

Karcsúsági határérték: [MSZ EN 1992-1-1 \(5.13N\)](#)

$$\lambda_{limy} = \frac{20 \cdot A_y \cdot B \cdot C_y}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,1651 \cdot 0,7}{\sqrt{0,21721}} = 24,999 \quad \lambda_{limz} = \frac{20 \cdot A_z \cdot B \cdot C_z}{\sqrt{n}} =$$

$$= \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,1651 \cdot 0,7}{\sqrt{0,21721}} = 24,999$$

$$\text{ahol: } A_y = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \phi_{efy}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 2} = 0,71429 \quad A_z = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \phi_{efz}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 2} = 0,71429$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \cdot \omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,17872} = 1,1651$$

$$C_y = 0,7$$

$$C_z = 0,7$$

A karcsúsági arány: [MSZ EN 1992-1-1 \(5.14\)](#)

$$\lambda_y = \frac{l_{0,y}}{i_y} = \frac{3,170}{0,087} = 36,604 > \lambda_{limy} = 24,999 \quad \lambda_z = \frac{l_{0,z}}{i_z} = \frac{3,170}{0,087} = 36,604 > \lambda_{limz} = 24,999 \quad !!$$

A másodrendű hatásokat mindkét irányban figyelembe kell venni.

Másodrendű hatásból származó külpontosság

Az elsőrendű nyomaték, mely a méreteltérések hatását is tartalmazza:

$$M_{0Edy} = M_{Ed01y} - N_{Ed} \cdot e_{iz} = (-0,44) - 391 \cdot 0,0079 = -3,54 \text{ kNm}$$

$$M_{0Edz} = M_{Ed01z} + N_{Ed} \cdot e_{iy} = 5,6 + 391 \cdot 0,0079 = 8,70 \text{ kNm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 5.8.8.2. (1)}$$

Névtelen görbületesen alapuló módszer [MSZ EN 1992-1-1 5.8.8.](#)

A normálerőtől függő módosító tényező:

$$K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} = \frac{1,1787 - 0,21721}{1,1787 - 0,4} = 1,2347 > 1 \rightarrow K_r = 1 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 (5.36)}$$

A kúszás hatását figyelembe vevő tényező: MSZ EN 1992-1-1 (5.37)

$$K_{\phi y} = \max(1 + \beta_y \cdot \phi_{efy}; 1) = \max(1 + 0,25597 \cdot 2; 1) = 1,5119 \quad K_{\phi z} = \max(1 + \beta_z \cdot \phi_{efz}; 1) = \\ = \max(1 + 0,25597 \cdot 2; 1) = 1,5119$$

A betonacél folyáshatárának tervezési értékéhez tartozó fajlagos alakváltozás:

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8} = 0,002175$$

Görbület:

$$\kappa_y = K_r \cdot K_{\phi y} \cdot \kappa_{0y} = 1 \cdot 1,5119 \cdot 0,018807 = 0,028435 \quad \kappa_z = K_r \cdot K_{\phi z} \cdot \kappa_{0z} = 1 \cdot 1,5119 \cdot 0,018807 = 0,028435$$

MSZ EN 1992-1-1 (5.34)

ahol:

$$\kappa_{0y} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45 \cdot d_z} = \frac{0,002175}{0,45 \cdot 0,26} = 0,018807 \quad \kappa_{0z} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45 \cdot d_y} = \frac{0,002175}{0,45 \cdot 0,26} = 0,018807$$

A teljes görbület eloszlásától függő tényező meghatározása

A névleges merevség:

$$EI_y = K_{cy} \cdot E_{cd} \cdot I_{cy} + K_s \cdot E_s \cdot I_{sy} = 0,019093 \cdot 2,7364 \cdot 10^7 \cdot 0,00068 + 1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 9,2078 \cdot 10^{-6} = 2194 \text{ kNm}^2$$

$$EI_z = K_{cz} \cdot E_{cd} \cdot I_{cz} + K_s \cdot E_s \cdot I_{sz} = 0,019093 \cdot 2,7364 \cdot 10^7 \cdot 0,00068 + 1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 9,2078 \cdot 10^{-6} = 2194 \text{ kNm}^2 \quad \text{MSZ}$$

EN 1992-1-1 (5.21)

A névleges merevségen alapuló kihajlási erő:

$$N_{by} = \frac{\pi^2 \cdot EI_y}{l_{0,y}^2} = \frac{3,1416^2 \cdot 2194}{3,170^2} = 2155 \text{ kN} \quad N_{bz} = \frac{\pi^2 \cdot EI_z}{l_{0,z}^2} = \frac{3,1416^2 \cdot 2194}{3,170^2} = 2155 \text{ kN} \quad \text{MSZ EN}$$

1992-1-1 (5.17)

Az elsőrendű nyomatékok eloszlásától függő tényező: MSZ EN 1992-1-1 5.8.7.3 (1)

$$r_M = \frac{M_{02y}}{M_{01y}} = \frac{3,1}{(-3,5)} = -0,87496$$

$$c_{0y} = c_{0,min} + \frac{c_{0,max} - c_{0,min}}{r_{M,max} - r_{M,min}} \cdot (r_M - r_{M,min}) = 12 + \frac{8 - 12}{1 - (-1)} \cdot ((-0,87496) - (-1)) = 11,75$$

$$r_M = \frac{M_{02z}}{M_{01z}} = \frac{3,1}{8,7} = 0,35603$$

$$c_{0z} = c_{0,min} + \frac{c_{0,max} - c_{0,min}}{r_{M,max} - r_{M,min}} \cdot (r_M - r_{M,min}) = 12 + \frac{8 - 12}{1 - (-1)} \cdot (0,35603 - (-1)) = 9,2879$$

A másodrendű hatásokból származó görbület eloszlási tényezője:

$$c_2 = \pi^2 = 3,1416^2 = 9,8696$$

A teljes görbület eloszlásától függő tényező:

$$c_y = c_2 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{by}} + c_{0y} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{by}}\right) = 9,8696 \cdot \frac{391}{2155} + 11,75 \cdot \left(1 - \frac{391}{2155}\right) = 11,409 > c_2 = \pi^2 = 3,1416^2 = 9,8696 \rightarrow$$

$$c_y = c_2 = 9,8696$$

$$c_z = c_2 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{bz}} + c_{0z} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{bz}}\right) = 9,8696 \cdot \frac{391}{2155} + 9,2879 \cdot \left(1 - \frac{391}{2155}\right) = 9,3935 < c_2 = 9,8696$$

A másodrendű külpontosság:

$$e_{2,y} = \frac{\kappa_z \cdot l_{0,z}^2}{c_z} = \frac{0,028435 \cdot 3,170^2}{9,3935} = 0,03 \text{ m} \quad e_{2,z} = \frac{\kappa_y \cdot l_{0,y}^2}{c_y} = \frac{0,028435 \cdot 3,170^2}{9,8696} = 0,029 \text{ m} \quad \text{MSZ EN}$$

1992-1-1 5.8.8.2 (3)

A legnagyobb kihasználtságú keresztmetszet helye: $x = 1,6 \text{ m}$

Az elsőrendű külpontosság, mely a méreteltéréseket is tartalmazza:

$$e_{0,x,y} = e_{e,x,y} + e_{i,x,y} = 0,0086 + 0,0079 = 0,017 \text{ m} \quad e_{0,x,z} = e_{e,x,z} + e_{i,x,z} = 0,00068 + 0,0079 = 0,0086 \text{ m}$$

$$e_{0,x} = \sqrt{e_{0,x,y}^2 + e_{0,x,z}^2} = \sqrt{0,017^2 + 0,0086^2} = 0,019 \text{ m}$$

Az elsőrendű külpontosság iránya:

$$\omega_{e0} = \arctan \frac{e_{0,x,z}}{e_{0,x,y}} = \arctan \frac{0,0086}{0,017} = 27,51^\circ$$

$$e_{2,x,1} = \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \cdot e_{2,y} = \sin \frac{3,1416 \cdot 1,6}{3,2} \cdot 0,03 = 0,03 \text{ m} \quad \text{Csukló - Csukló}$$

$$e_{2,x,2} = \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \cdot e_{2,z} = \sin \frac{3,1416 \cdot 1,6}{3,2} \cdot 0,029 = 0,029 \text{ m} \quad \text{Csukló - Csukló}$$

$$e_{2,x} = 0,03 \text{ m}$$

$$e_{2,x,y} = e_{2,x} \cdot \cos \omega_{e0} = 0,03 \cdot \cos 27,51^\circ = 0,027 \text{ m} \quad e_{2,x,z} = e_{2,x} \cdot \sin \omega_{e0} = 0,03 \cdot \sin 27,51^\circ = 0,014 \text{ m}$$

Minimális külpontosság : MSZ EN 1992-1-1 6.1. (4)

$$e_{min,y} = \max \left(\frac{h_y}{30} ; 2 \right) = \max \left(\frac{30,0}{30} ; 2 \right) = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$e_{min,z} = \max \left(\frac{h_z}{30} ; 2 \right) = \max \left(\frac{30,0}{30} ; 2 \right) = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

A mértékadó külpontosság :

$$e_{d,x,y} = e_{0,x,y} + e_{2,x,y} = 0,017 + 0,027 = 0,043 \text{ m} \quad e_{d,x,z} = e_{0,x,z} + e_{2,x,z} = 0,0086 + 0,014 = 0,022 \text{ m}$$

$$|e_{d,x,y}| = 0,043 > e_{min,y} = 0,02 \text{ m} \quad \checkmark$$

$$|e_{d,x,z}| = 0,022 > e_{min,z} = 0,02 \text{ m} \quad \checkmark$$

Oszlop igénybevételek a mértékadó keresztmetszetben

Tehereset: [1,5*Önsúly+1,5*Rétregrend+1,5*Válaszfal+1,5*Földnyomás+1,5*Lift]

{1,5*0,7*Hasznos_3+1,5*0,7*Hasznos_5+1,5*0,7*Hasznos_8+1,5*0,7*Hasznos_9+1,5*0,7*Hasznos_10+1,5*0,7*0,5*Hó}

$$N_{Ed} = 391 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = (-N_{Ed}) \cdot e_{d,x,z} = (-391) \cdot 0,022 = -8,8 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = N_{Ed} \cdot e_{d,x,y} = 391 \cdot 0,043 = 17 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \sqrt{M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2} = \sqrt{(-8,8)^2 + 17^2} = 19 \text{ kNm}$$

A mértékadó külpontossághoz tartozó teherbírás tervezési értéke:

$$N_{Rd(e)} = 1348 \text{ kN}$$

$$M_{Rd(e)} = \sqrt{M_{Rd(e)y}^2 + M_{Rd(e)z}^2} = \sqrt{(-30)^2 + 58^2} = 66 \text{ kNm}$$

Állandó külpontosság szerinti kihasználtság:

$$\eta_{(e)m} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd(e)}} = \frac{391}{1348} = 0,29001 \leq 1 \quad \text{megfelel}$$

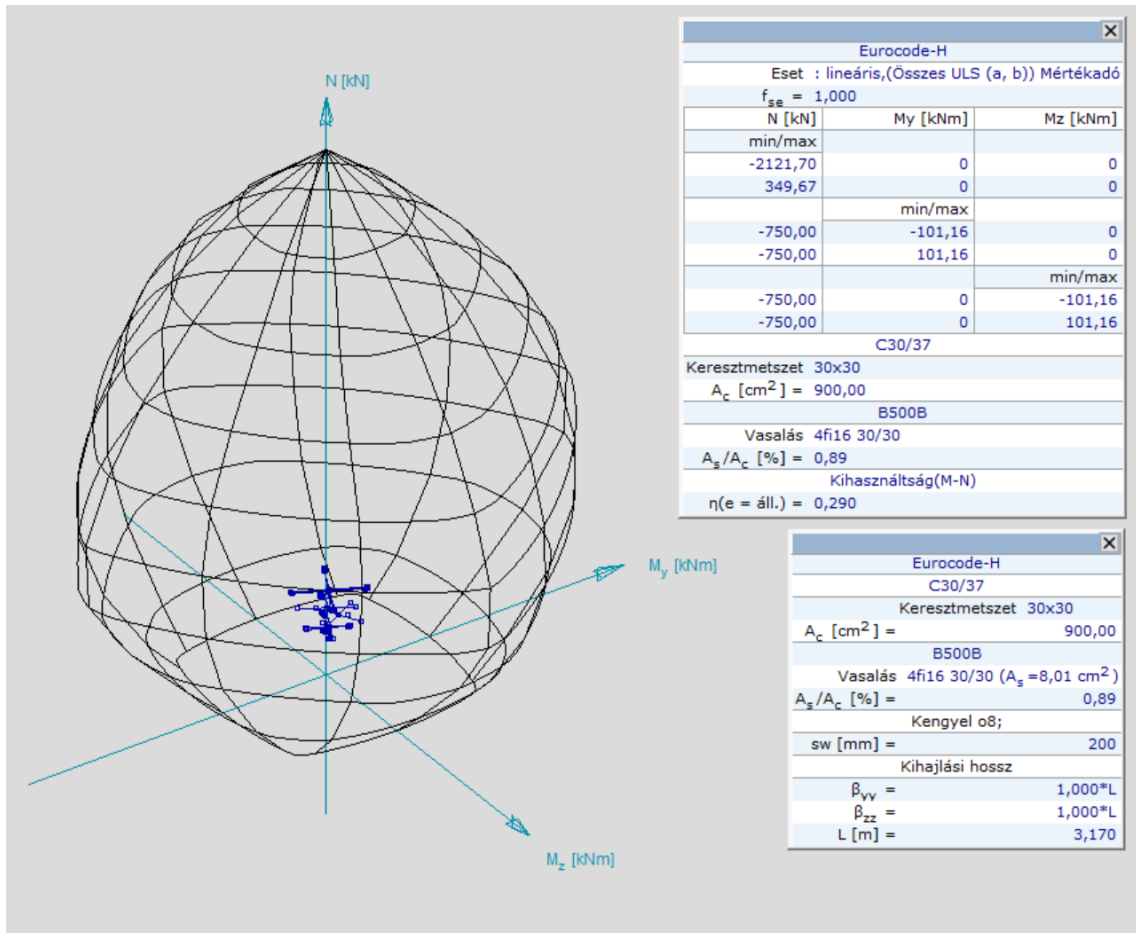
A mértékadó normálerőhöz tartozó teherbírás tervezési értéke:

$$N_{Rd(N)} = N_{Ed} = 391 \text{ kN}$$

$$M_{Rd(N)} = \sqrt{M_{Rd(N)y}^2 + M_{Rd(N)z}^2} = \sqrt{(-33)^2 + 64^2} = 72 \text{ kNm}$$

Nyomatéki kihasználtság:

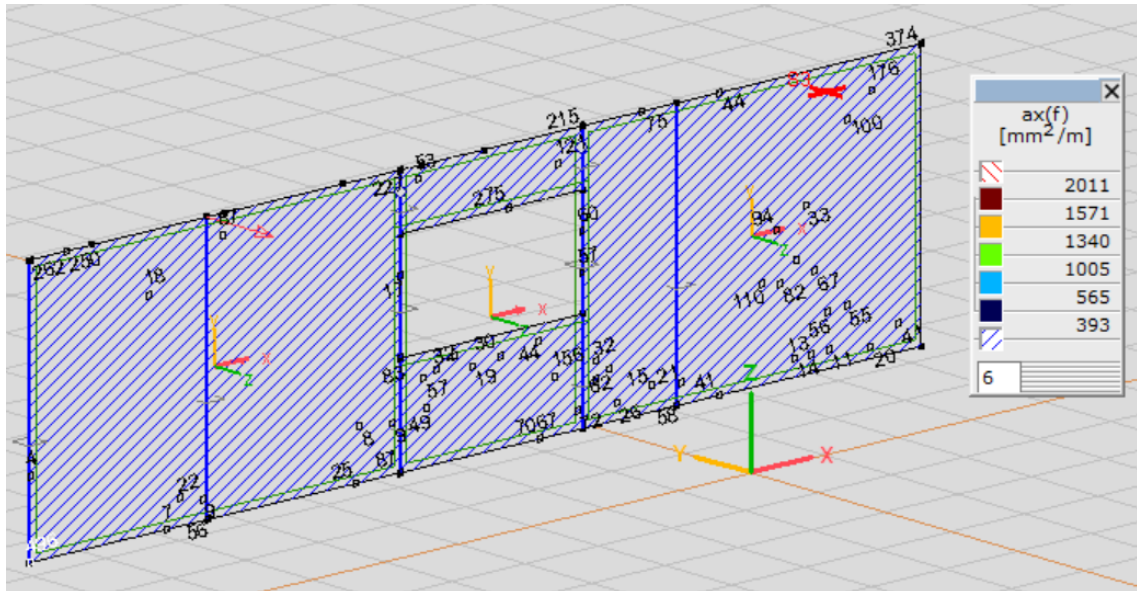
$$\eta_{(N)m} = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd(N)}} = \frac{19}{72} = 0,2646 \leq 1 \text{ megfelel}$$



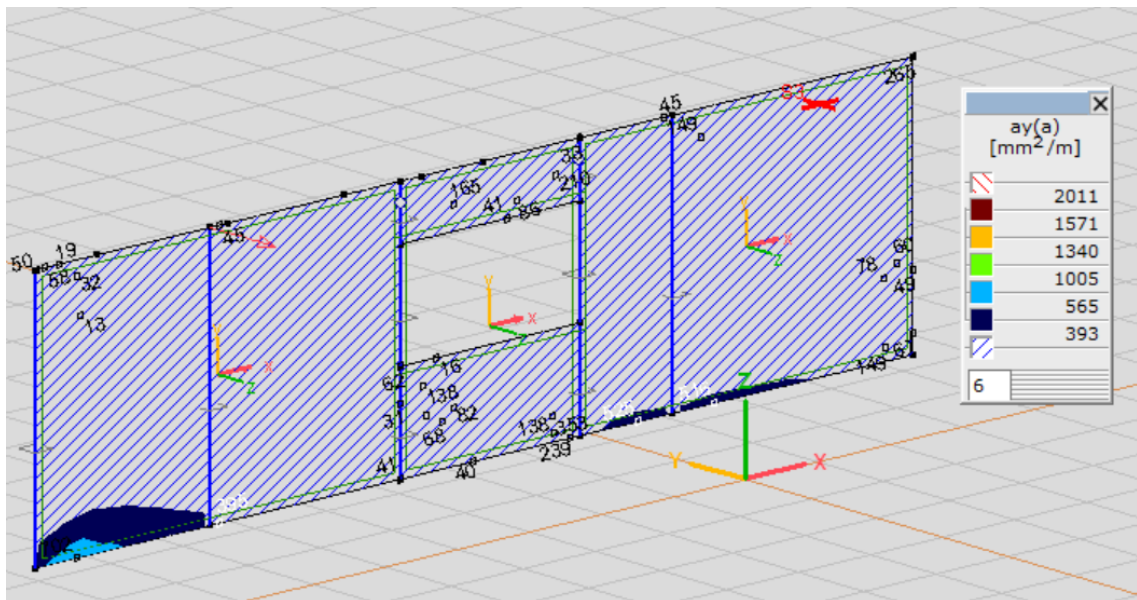
59. sz. ábra - P0.1* pillér teherbírási görbéi

F0.4 fal tervezése

Az F0.4 falban található P0.2 falpillérek méretezését már feljebb elvégeztem, ezért ebben a pontban csak a pillérek nélküli falrészek méretezésével foglalkozok.



60. sz. ábra - Mértékadó külső vasalás



61. sz. ábra - Mértékadó belső vasalás

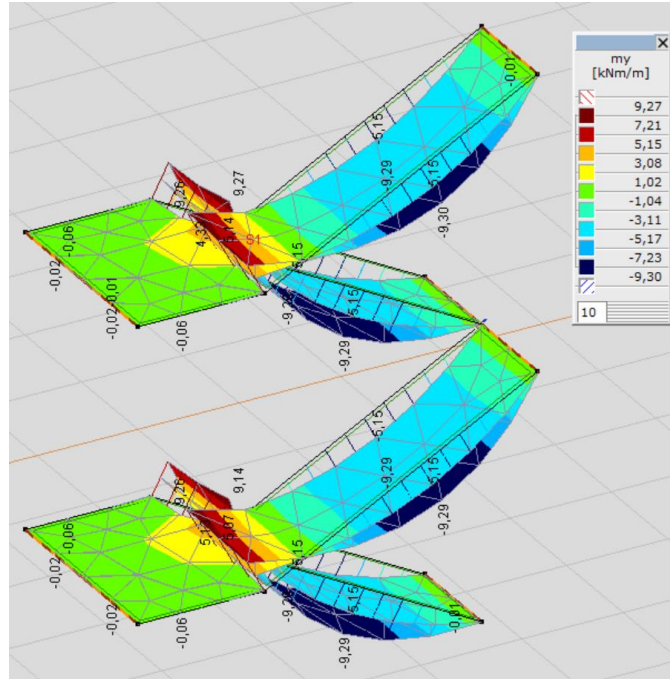
Az alkalmazott vasalások

Külső: $\phi 10/20$

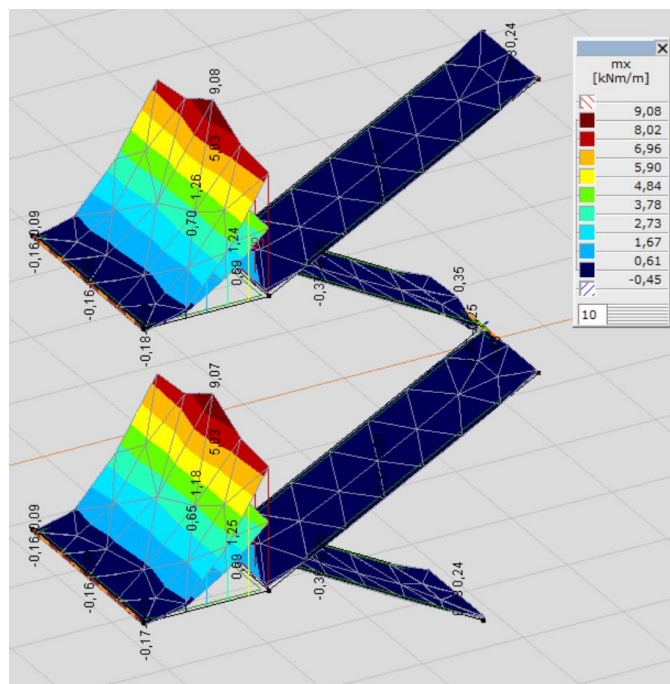
Belső: $\phi 10/20$ vagy $\phi 16/20$

5.4. Kétkarú lépcső tervezése

A lépcső tervezéséhez készítettem külön lokális modellt AxisVM-ben. Ennek az eredményei láthatóak lejjebb.



62. sz. ábra - Kétkarú lépcső y irányú nyomatékai



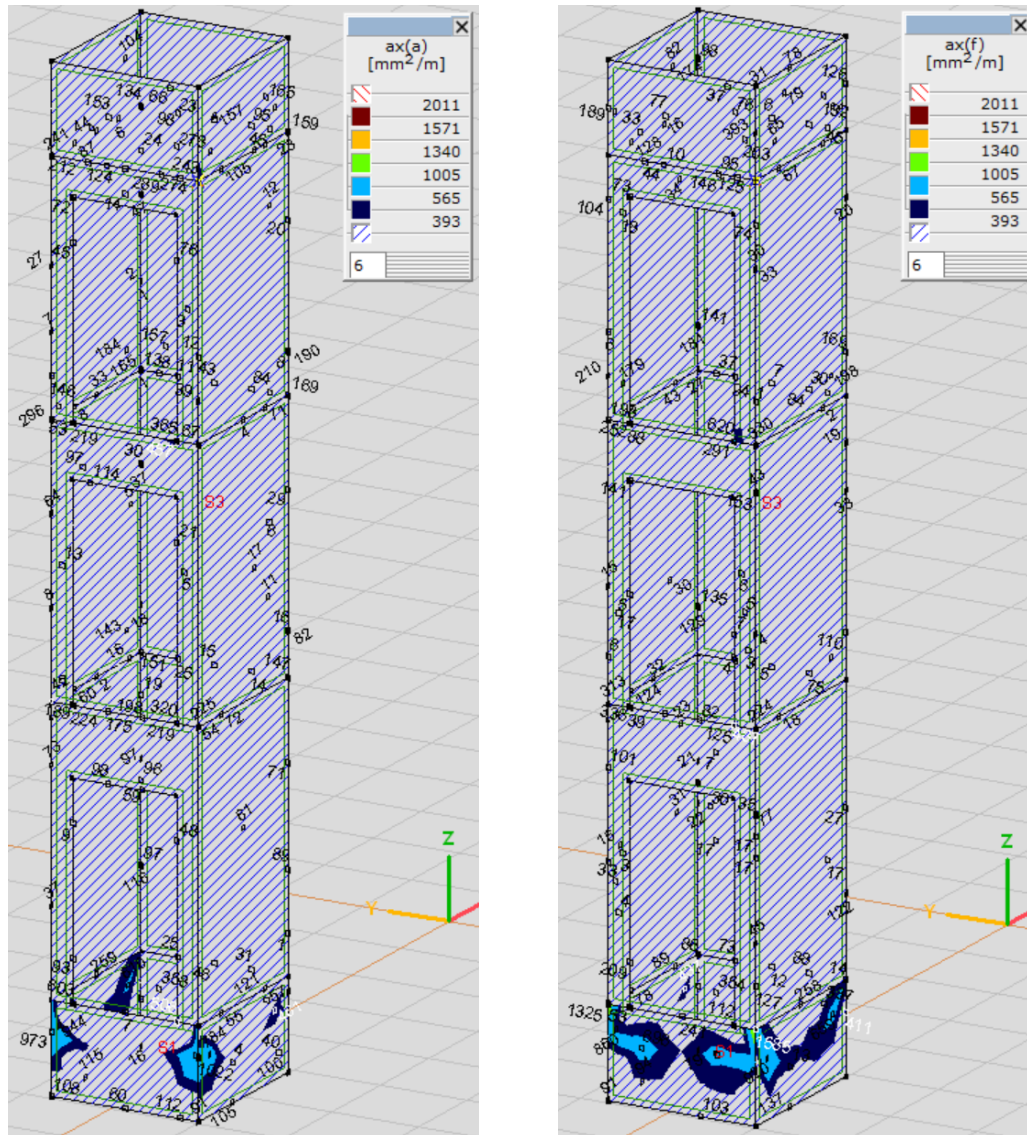
63. sz. ábra - Kétkarú lépcső x irányú nyomatékai

A meghatározott igénybevételek alapján a következő vasalási mennyiségeket számítottam:

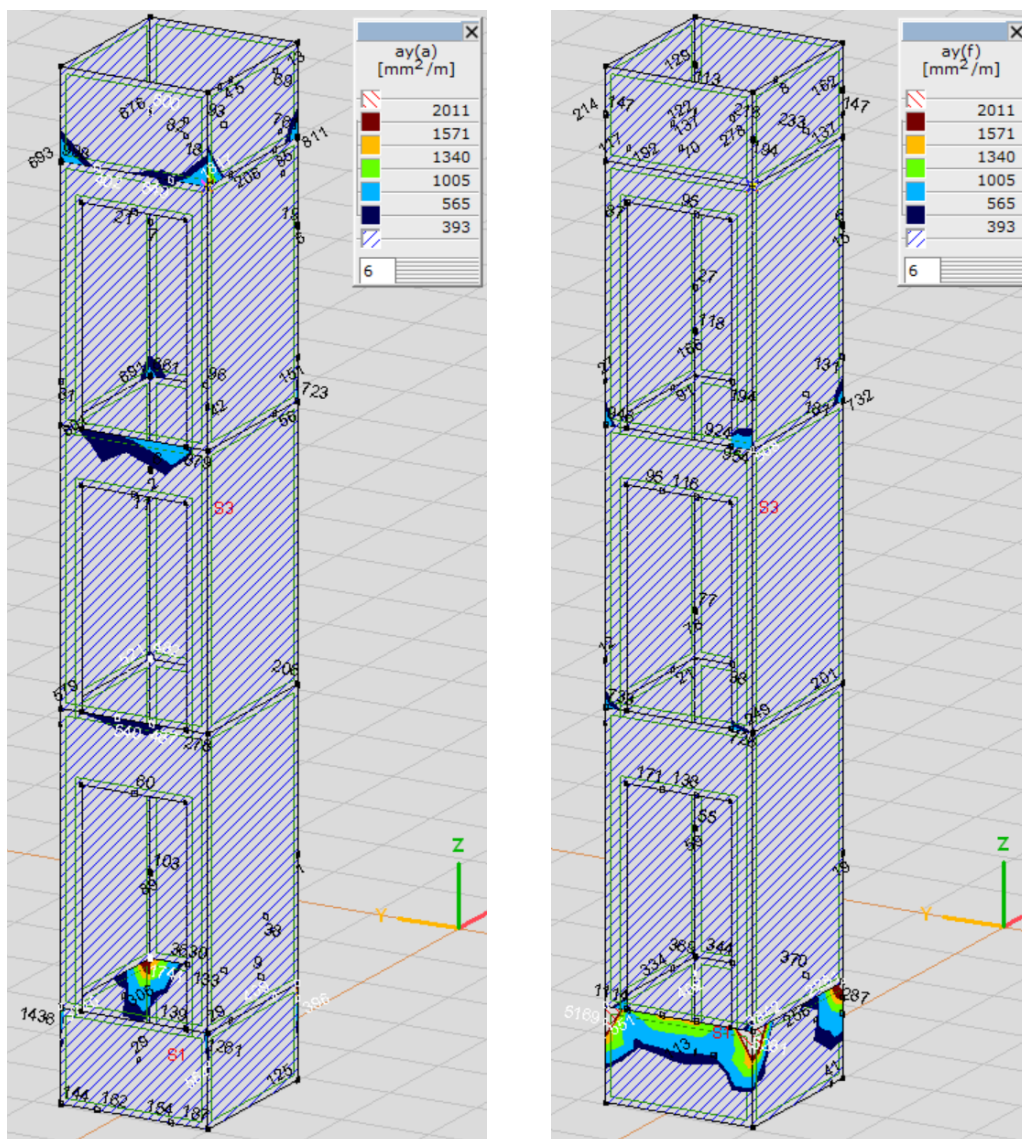
Képcsőkarok és lépcsőpihenők: alsó és felső X és Y irányban $\phi 10/15$

5.5. Liftmag tervezése

A liftmag tervezésénél a süllyeszték, a 3. szint és a felépítmény falait vizsgáltam. A süllyeszték falainak vasalását az építés sorrendjének figyelembevételével az alapozási tervre helyeztem el.



64. sz. ábra – Liftmag külső vasalásai



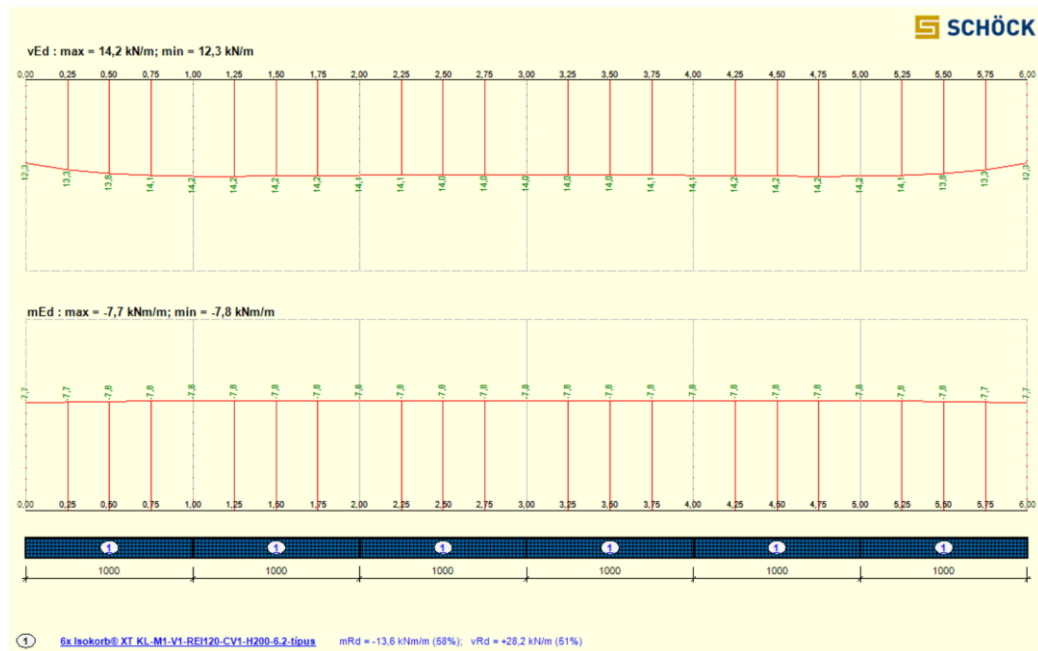
65. sz. ábra – Liftmag belső vasalásai

Az alkalmazott vasalások (süllyeszték kivételével):

Külső: $\phi 10/20$

Belső: $\phi 10/20$, amit helyenként $\phi 12/20$ vagy $\phi 16/15$ vált

A süllyeszték vasalásánál pillérszerű sarokerősítéseket alkalmaztam a nagyobb igénybevételek miatt. Ezen erősítések függőleges vasalása $\phi 25/12,5$, illetve egy saját szerelést is segítő kengyelezést kapott, ami $\phi 10$ átmérőjű 20cm-es osztással. A saját kengyelei miatt tud igazán rejtett pillérként funkcionálni a falon belül.



67. sz. ábra – Pinceszint feletti nyugati oldali erkélylemez eredményei

Magyarország - EC2 Módosítás

Az erkélylemez geometriája

Rendszer: **Négyszögletes erkély**

Modell: **Isokorb XT**

Kiviteli változat: **Standard**

Vastagság: h **200** mm

Magasság Isokorb®: H **200** mm

Hosszúság: lx **3** m

Szélesség: ky **1,5** m

Túlnyúlás balra: le **0** m

Túlnyúlás jobbra: re **0** m

Alátámasztott erkély: ☐

Csatlakozás

A csatlakozási geometria szerkesztése [S]

Fajta: **Lemez-Lemez**

Lemezvastagság: hD **200** mm

Födémugrás: HV **0** mm

Falvastagság: w **175** mm

A csatlakozási tartományok szerkesztése [S]

☐ Egyedi csatlakoztatási merevségek

Tartományok száma X-irányban: **10**

Hossz [m]	Isokorb®fajta
3,000	Auto

Általános bevitt adatok

Betonfedés: CV **35** mm

min. Betonminőség: **C30/37**

Fokozott tűzállóság: ☒

Isokorb® támasz elé helyezve: ☒

Hatások

Önsúly: g1_k **5** kN/m²

Vakolat és rétegrend: g2_k **2** kN/m²

Hasznos teher: q_k **3** kN/m²

Peremteher: r_k **0** kN/m

Peremteher csak elől: ☐

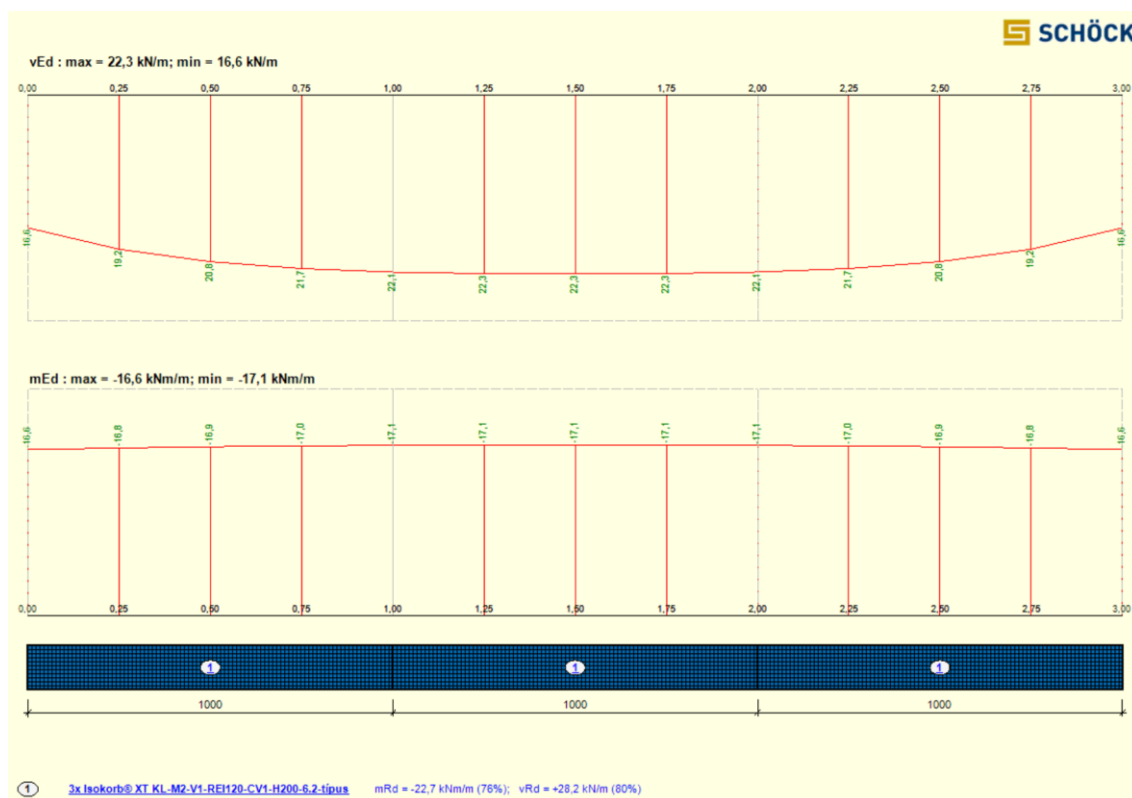
Peremnyomaték: mr_k **0** kNm/m

Vonalmenti teher: v_k **0** kN/m

Az x-tengellyel párhuzamos terhelés: F_{d,x} **0** kN

Az y-tengellyel párhuzamos terhelés: F_{d,y} **0** kN

68. sz. ábra – Pinceszint feletti keleti erkélylemez bemenő adatai



69. sz. ábra - Pinceszint feletti keleti erkélylemez eredményei

A feljebb látható ábrák alapján a pince feletti nyugati oldali erkélylemez csatlakozásához 6 db Isocorb XT KL-M1-V1-REI120-CV1-H200-6.2 típusú hőhídmegszakító szükséges.

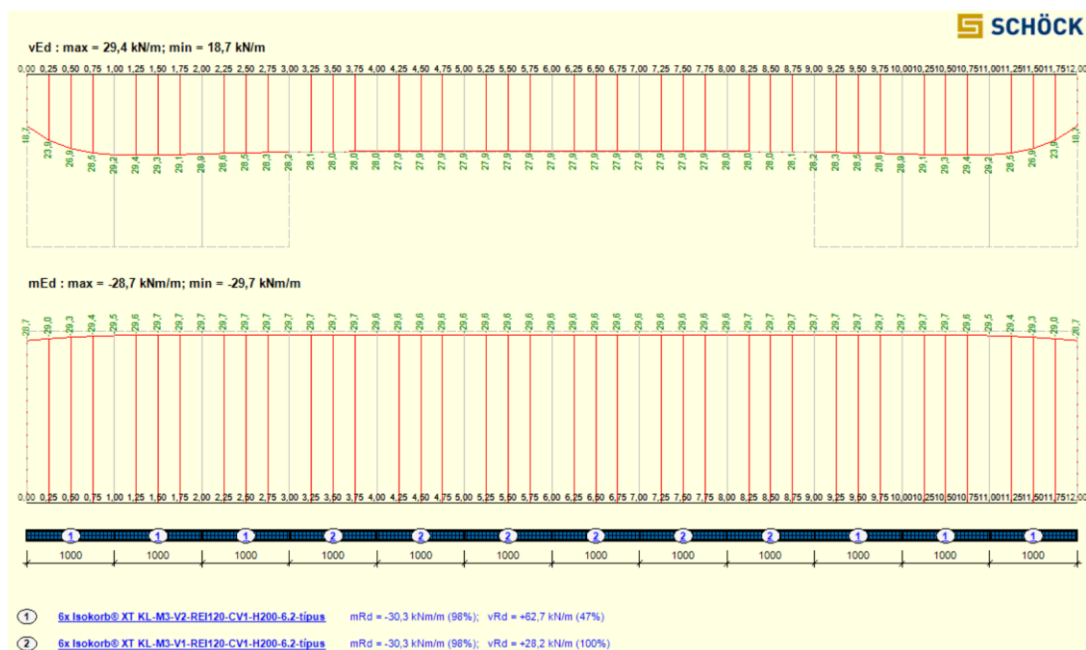
A pince feletti keleti oldali erkélylemez csatlakozásához 3 db Isocorb XT KL-M2-V1-REI120-CV1-H200-6.2 típusú hőhídmegszakító elem szükséges.

A lejjebb látható ábrák alapján a földszint feletti déli oldali erkélylemez csatlakozásához 6 db Isocorb XT KL-M3-V2-REI120-CV1-H200-6.2 és 6 db Isocorb XT KL-M3-V1-REI120-CV1-H200-6.2, az északi oldali erkélylemezhez pedig 12,5 db Isocorb XT KL-M2-V1-REI120-CV1-H200-6.2 típusú hőhídmegszakító elem beépítésére van szükség

Magyarország - EC2		Módosítás
Az erkélylemez geometriája		
Rendszer	Négyszögletes erkély	
Modell	Isokorb XT	
Kiviteli változat	Standard	
Vastagság	h	200 mm
Magasság Isokorb®	H	200 mm
Hosszúság	lx	12 m
Szélesség	ky	2 m
Túlnyúlás balra	le	0 m
Túlnyúlás jobbra	re	0 m
Alátámasztott erkély	☐	
Csatlakozás		
A csatlakozási geometria szerkesztése [S]		
Fajta	Lemez-Lemez	
Lemezvastagság	hD	200 mm
Födémugrás	HV	0 mm
Falvastagság	w	0 mm

A csatlakozási tartományok szerkesztése [S]	
☐ Egyedi csatlakoztatási merevségek	
Tartományok száma X-irányban	1
Hossz [m]	Isokorb®fajta
12,000	Auto
Általános bevitt adatok	
Betonfedés	CV 35 mm
min. Betonminőség	C30/37
Fokozott tűzállóság	☒
Isokorb® támasz elé helyezve	☒
Hatások	
Önsúly	g1 _k 5 kN/m²
Vakolat és rétegrend	g2 _k 2 kN/m²
Hasznos teher	q _k 3 kN/m²
Peremteher	r _k 0 kN/m
Peremteher csak elől	☐
Peremnyomaték	mr _k 0 kNm/m
Vonalmenti teher	v _k 0 kN/m
Az x-tengellyel párhuzamos terhelés	F _{d,x} 0 kN
Az y-tengellyel párhuzamos terhelés	F _{d,y} 0 kN

70. sz. ábra – Földszint feletti déli erkélylemez bemenő adatai



71. sz. ábra - Földszint feletti déli erkélylemez eredményei

Magyarország - EC2 Módosítás

Az erkélylemez geometriája

Rendszer: **Négyszögletes erkély**

Modell: **Isokorb XT** ?

Kiviteli változat: **Standard**

Vastagság: **h** 200 mm

Magasság Isokorb®: **H** 200 mm

Hosszúság: **lx** 12,3 m

Szélesség: **ky** 1,4 m

Túlnyúlás balra: **le** 0 m

Túlnyúlás jobbra: **re** 0 m

Alátámasztott erkély: ☐

Csatlakozás ▲▲

A csatlakozási geometria szerkesztése [S]

Fajta: **Lemez-Lemez**

Lemezvastagság: **hD** 200 mm

Födémugrás: **HV** 0 mm

Falvastagság: **w** 0 mm

A csatlakozási tartományok szerkesztése [S]

☐ Egyedi csatlakoztatási merevségek

Tartományok száma X-irányban: **5**

Hossz [m]: 12,300

Isokorb®fajta: **Auto**

Általános bevitt adatok ▲▲

Betonfedés: **CV** 35 mm

min. Betonminőség: **C30/37**

Fokozott tűzállóság: ☒

Isokorb® támasz elé helyezve: ☒

Hatások ▲▲

Önsúly: **g_{1k}** 5 kN/m²

Vakolat és rétegrend: **g_{2k}** 2 kN/m²

Hasznos teher: **q_k** 3 kN/m²

Peremteher: **r_k** 0 kN/m

Peremteher csak elől: ☐

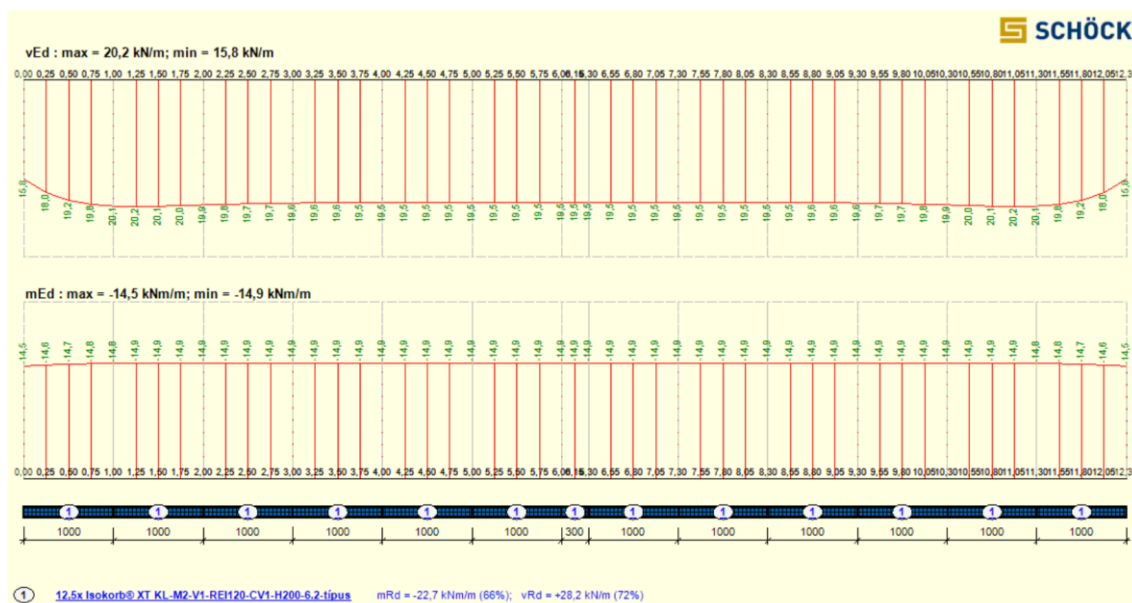
Peremnyomaték: **mr_k** 0 kNm/m

Vonalmenti teher: **v_k** 0 kN/m

Az x-tengellyel párhuzamos terhelés: **F_{d,x}** 0 kN

Az y-tengellyel párhuzamos terhelés: **F_{d,y}** 0 kN

72. sz. ábra – Földszint feletti északi erkélylemez bemenő adatai



73. sz. ábra – Földszint feletti északi erkélylemez eredményei

6. TERVJEGYZÉK

A tervjegyzékben megtalálható az összes szerkezeti elem zsaluzási terve. Vasalási terv csak azokról a szerkezeti elemekről készült, ami a szakdolgozatomban méreteztem.

6.1. Zsaluzási tervek

SZD-01-A-ZS - Alapozás zsaluzási terve

SZD-02-PF-ZS - Pince feletti födém zsaluzási terve

SZD-03-FSZF-ZS - Földszint feletti födém zsaluzási terve

SZD-04-EMF-ZS - Emelet feletti födém zsaluzási terve

SZD-05-F-ZS - Falak zsaluzási terve

SZD-06-P-ZS - Pillérek zsaluzási terve

SZD-07-G-ZS - Gerendák zsaluzási terve

6.2. Vasalási tervek

A vasalási tervek között található a lépcső és a liftmag kiviteli terve, ami magában foglalja a zsaluzást és a vasalási tervet is.

SZD-11-A-V - Alapozás vasalási terve

SZD-12-EMF-V - Emelet feletti födém vasalási terve

SZD-13-FP-V – Pinceszinti falak és pillérek vasalási terve

SZD-20-LE-K – Lépcső kiviteli terve

SZD-21-LI-K – Liftmag kiviteli terve

7. TERVEZŐI NYILATKOZAT

Alulírott Mohl Enikő, BSc építőmérnök hallgató kijelentem, hogy szakdolgozatommal kapcsolatos tervezési munkák során az alábbi szabványokat alkalmaztam:

- MSZ EN 1990 Eurocode 0: Tartószerkezet tervezés alapjai
- MSZ EN 1991 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások
- MSZ EN 1992 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése
- MSZ EN 1993 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése
- MSZ EN 1994 Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése
- MSZ EN 1995 Eurocode 5: Faszervezetek tervezése
- MSZ EN 1996 Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése
- MSZ EN 1997 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés
- MSZ EN 1998 Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezési előírásai
- MSZ EN 1999 Eurocode 9: Alumíniumszerkezetek tervezése

Kijelentem, hogy a megtervezett épület a tervezett élettartam (50 év) során a ráható terheket biztonságosan viselni képes és funkcióját hiánytalanul ellátja.

Továbbá kijelentem, hogy a dokumentáció tartalma megfelel az 312/2012. (XI. 8.) Korm.rendelet, valamint az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel életbe léptetett Országos Tűzvédelmi Szabályzat előírásainak.

Kelt.: Budapest, 2024.05.13

.....

Mohl Enikő, OE-YBL BSc építőmérnök hallgató

8. ÖSSZEGZÉS

A szakdolgozatom célja az volt, hogy egy 3 szintes családi ház tartószerkezeti tervezése során bemutassam az egyetemi tanulmányaim során szerzett tudásanyagot. A tervezéshez felhasználtam a rendelkezésemre álló építész tervcsomagot és építész adatszolgáltatást, valamint a talajmechanikai jelentést.

Első lépésként az építész tervek alapján elkészítettem a kiindulási 3D modellt az Allplan programban, majd elkészítettem a teljes épület AxisVM modelljét. Ezután részben a rendelkezésemre álló adatok, részben a szabványok alapján meghatároztam az épületre ható terheket, ezeket szétosztottam állandó és esetleges terhekre, majd előállítottam a mértékadó teherkombinációkat.

A geotechnikai adatszolgáltatás feldolgozása után megterveztem a lemezalapozást, melyhez a Winkler-féle rugómodellt alkalmaztam.

Mivel ez az épület pillérvázazás, így főként pillérek és gerendák számítását kellett elvégeznem. Alapvető szempont volt a szerkezet minél gazdaságosabb kialakítása. Vasbeton falak csak különösen indokolt helyre kerültek. Ilyen volt például a pince lejtő felé eső része, ahol a vízszintes irányú földnyomás, valamint az emelet teraszán a jacuzzi miatti nagy teher tette szükségessé.

A részletes tervezéshez készítettem a globális axismodell mellé több kétdimenziós modellt is, melyeket a feladat során folyamatosan hasonlítottam össze. Részletesen megtervezésre került minden fő tartószerkezeti elemből legalább egy.

A családi ház tervezése során szükség volt átszűrődési csapok és hőhídmegszakítók alkalmazására is, ezek tervezésével is részletesen foglalkoztam.

A feladat végezetéül a számítások és a modellek alapján elkészítettem a zsaluzási és a vasalási tervcsomagot.

Végeredményben kijelenthető, hogy a tervezett családi ház minden szerkezete a fentebb látható számítások szerint megfelel, a lakóépület teljes statikai számítása és a hozzá tartozó kiviteli tervdokumentáció elkészült, tehát a szakdolgozatom elérte a kezdeti célkitűzést.

9. SUMMARY

The aim of my thesis was to demonstrate the knowledge acquired during my university studies through the structural design of a three-storey family house. For the design, I used the architectural plans and data provided, as well as the geotechnical report available to me.

As a first step, based on the architectural plans, I created the initial 3D model in Allplan, followed by the complete structural model in AxisVM. Then, using the available data and standards, I determined the loads acting on the building, categorizing them into permanent and payload loads, and generated the governing load combinations.

After processing the geotechnical data, I designed the slab foundation, for which I applied the Winkler spring model.

Since this building has a frame structure, I primarily had to calculate the columns and beams. An essential aspect was to design the structure as cost-effective as possible. Reinforced concrete walls were only placed in particularly justified locations. An example of this is the basement area facing the slope, where the horizontal soil pressure, and the significant load from the jacuzzi on the terrace above made it necessary.

For detailed design, in addition to the global axis model, I created several two-dimensional models, which I continuously compared throughout the thesis. At least one main structural element from each type was designed in detail.

During the design of the family house, it was also necessary to use shear dowels and thermal bridge breakers, and their design was also addressed in detail.

Finally, based on the calculations and models, I prepared the formwork and reinforcement plan package.

In conclusion, it can be stated that all the structures of the designed family house comply with the calculations above. The complete structural calculation and the corresponding plan documentation for the residential building were completed, thus achieving the initial goal of my thesis.