

SZAKDOLGOZAT

Siklósi Gergely

Budapest

2018



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS 2017/18

Siklósi Gergely Gábor

Levelező Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:

Előregyártott vasbeton vázszerkezetű csarnok

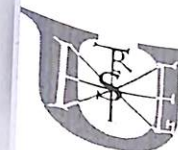
Belső konzulens:

Szabó Balázs tanársegéd

A szakdolgozat beadási határideje: 2018. január 5. (péntek) 12⁰⁰

Budapest, 2017. december 18.


Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



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

Részletes feladatkiírás

Siklósi Gergely Gábor

Levelező Építőmérnök
hallgató részére

Előregyártott vasbeton vázszerkezetű csarnok

RÉSZLETES FELADATKIÍRÁS

Részletes tartószerkezeti műszaki leírás készítése

Engedélyezési terv szintű számítások elvégzése, dokumentálása

Legalább két tartószerkezeti elem kézi módszerrel való kiszámítása és a gépi eredményekkel való összehasonlítása

Kiviteli terv szint (1:50) tervek készítése a kijelölt vasbeton szerkezetekről (alapozás, két gerenda, két pillér, két általános metszet, pozíciós terv)

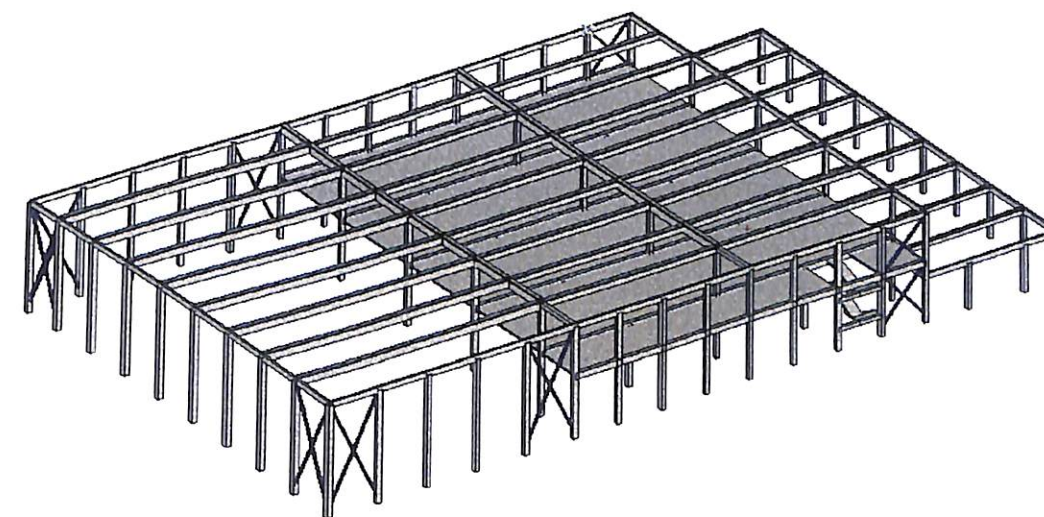
Budapest, 2017. december 18.

Szabó Balázs
belső konzulens

Építőmérnöki Intézet

Mechanikai és tartószerkezetek Szakcsoport

Előre gyártott vasbeton vázszerkezetű csarnok tervezése



A számítások a kiadáskor a hatályos EUROCODE (H) figyelembevételével, a gépi számítások az AxisVM 13 szoftverrel készültek.

Intézményi konzulens:

Szabó Balázs

Okleveles építőmérnök

Külső konzulens:

Vendrey Balázs

Okleveles építőmérnök

Siklósi Gergely

Készítette: Siklósi Gergely

Építőmérnök hallgató

Budapest 2018

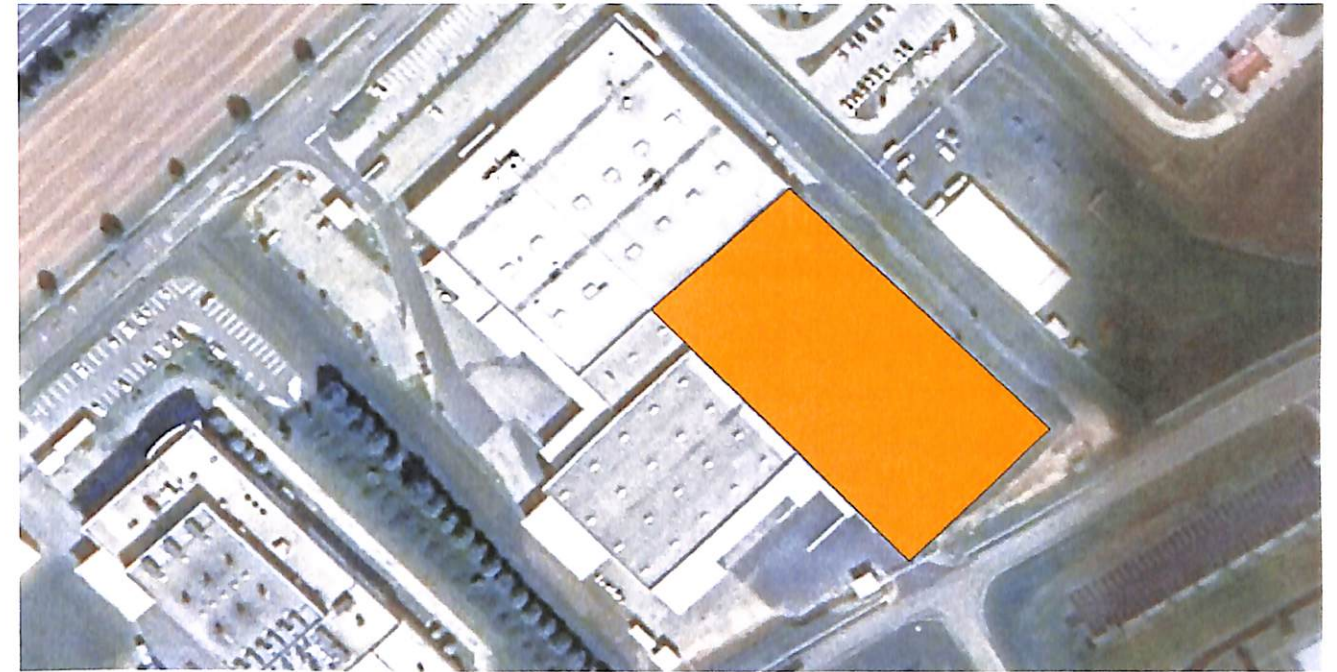
Tartalomjegyzék

1. Tartószerkezeti műszaki leírás	5
1.1 Épület általános leírása	5
1.2 Geotechnika	5
1.3 Épületszerkezet leírása	6
1.3.1 Függőleges teherhordó szerkezetek	6
1.3.2 Vízszintes teherhordó szerkezetek	8
1.4 Felhasznált anyagok	9
1.5 Kitéti osztályok, betontakarás	9
1.6 Tűzvédelmi előírás	10
1.7 Használati követelmények	10
1.8 Munkavédelem	10
2. Terhek és hatások az EUROCODE szerint	11
2.1 Rétegrendek	11
2.2 Hóteher	13
2.3 Hasznosteher	16
2.4 Függesztett gépészeti teher	16
2.5 Önsúly teher	16
2.6 Szélteher	17
2.6.1 Keresztirányú szélteher az alacsony tetőnél	18
2.6.2 Keresztirányú szélteher a magas tetőnél	21
2.6.3 Keresztirányú szélteher függőleges falfelületeknél	24
2.6.4 Hosszirányú szélteher vízszintes felületekre	26
2.6.5 Hosszirányú szélteher függőleges falfelületekre	29
3. Axis VM számítások dokumentálása	32
3.1 Általános ismertetés	32
3.2 Mértékadó hatáskombinációk	36
3.2.1 Hatások összefoglalása	36
3.2.2 Tehercsoportosítások létrehozása	36
3.2.3 Teherkombinációk	36

3.3 Axisban felvett terhek	37
3.3.1 Önsúly	37
3.3.2 Szélteher	37
3.3.3 Hóteher hófelhalmozódással	38
3.3.4 Háló beállítása	38
3.4 Gerenda méretezése	39
3.4.1 Hajlításra méretezés kézi számítással	39
3.4.2 Nyírási teherbírás ellenőrzése	43
3.4.3 Méretezés Axis VM programmal	45
3.5 Közbenső oszlop méretezése	49
3.5.1 Pillér alsó egységének tervezése Axis VM segítségével	49
3.5.2 Pillér alsó részének ellenőrzése kézi számítással	51
3.5.3 Pillér felső egységének tervezése Axis VM segítségével	55
3.5.3 Pillér felső részének ellenőrzése ézi számítással	57
3.6 Alaptest méretezése	60
3.6.1 Kiinduló adatok	60
3.6.2 Igénybevételek számítása törőképlethez	62
3.6.3 Törőképlet meghatározása	62
3.6.4 Alaptest átszúródás vizsgálata	65
3.6.5 Alaptest tervezése Axis VM program segítségével	66
3.6.6 Alaptest vasalása hajlításra kézi számítással	70
3.6.7 Kehelynyak méretezése	72
3.6.8 Kiborulás vizsgálat	75
3.7 Trapézlemez méretezése	76
3.8 MF takarékküreges födémpanel méretezése katalógusból	77
4. Irodalom jegyzék	79
5. Tervezői nyilatkozat	80

1. Tartószerkezeti műszaki leírás

1.1 Épület általános leírása



1. ábra Légi felvétel

- A Minta kft. jászfényszaru üzemének bővítése. A meglévő üzemet egy ütemben építették, most a második épül a meglévő épület mellé. Az első ütem alapozása, pillérei, a bővítés fogadásának lehetőségével készült. Továbbá a meglévő épület tető részét úgy méretezték, hogy egy eltérő magasságú épület miatt okozott hófelhalmozódás se jelentsen problémát.
- Az új épület 90 X 54 méter befoglaló méretű. Egy kétszintes és egy egyszintes épület. Jellemzően a két szintes részen termelés lesz, amire előírták a hasznos terhet, afüggőlegesen osztatlan pedig egy magasraktár.
- A létesítmény jellemzően előregyártott vasbeton vázas szerkezetű, kiegészítő monolit vasbeton szerkezettel. Tervezett földszint a padlóvonalon:
 $\pm 0,00 = + 240 \text{ mBf.}$ a meglévő épülethez igazodva.
- Az épület helyrajzi száma: 2535/17

1.2 Geotechnika

A tervezett épület egy ipari területen található. A meglévő közeli épületeken alapozási eredetű romlásnak nyoma nincs. Ipari épületek. Pincézetlenek, egyszintesek, illetve kétszintesek. A területet alábányászottság, élővíz, talajmozgás nem érinti. Sík terület, relatíve kiemelt, jó lefolyású, jó beszivárgású terület.

A területen geotechnikai talajvizsgálat történt.

A teherviselő talaj műszaki adatai:

Térfogatsűrűség [kN/m³]	Belső surlódási szög [fok]	Kohézió	Összenyomódási modulus [kN/cm²]
20	30	0	3

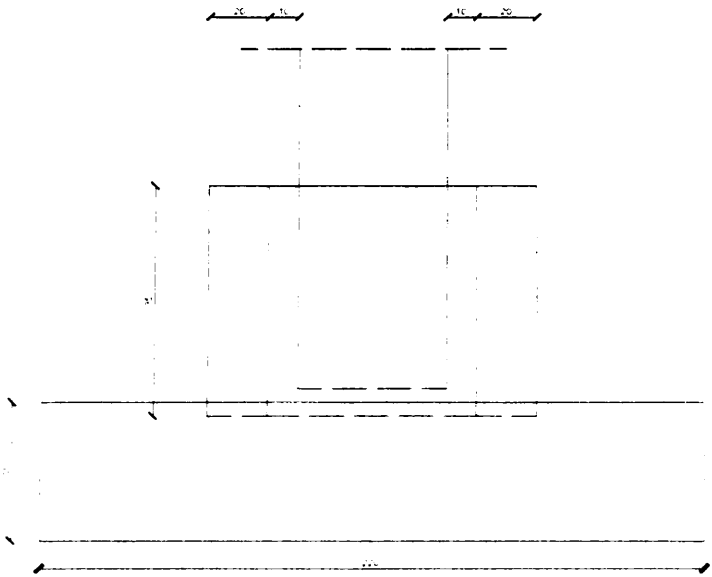
A fedő humuszos talaj átlagosan 0-0,2 méteren helyezkedik el. Ezt el kell távolítani.
0,2-0,8 méterig egy iszapos homokliszt található. Átlagosan 0,8 méter alatt homokos kavics és kavics található, melynek alsó határát a fúrások nem érték el. Ez a talajréteg a teherviselő réteg.
A fúrások során talavíz jelenlétét **nem tapasztalták**.

1.3 Épületszerkezet leírása

1.3.1 Függőleges teherhordó szerkezetek

1.3.1.1 Alapozás

A választott alapozási mód a pontalapozás kehelynyakkal. A méretezés szerint a kehelynyakak és a merevítő rácsok adják az épület merevségét. A pillérek alatt 2,2 méter négyzet alapú 0,6 méter magas alaptest helyezkedik el. Ebbe van belevasalva a kehelynyak, ami 80 cm magas és 20 cm vastag. A pillér és a kehelynyak között C30/37-es cementhabarcs a kitöltő réteg, ami a bordázott szerkezeten biztosítja az együtt dolgozást. A kehelynyak és az alaptest össze van vasalva. A monolit alaptest alá 10 cm szerelőbetont kell létrehozni.



2. ábra - általános metszet

1.3.1.2 Padlószerkezet

Az épület termelési és raktár jellegű területein ipari padló van. Teherhordó szerkezete 20 cm vastag acélszálerősítéses beton lemez. A jövőben átépítés lehetősége, miatt a közösségi, mosdó és iroda területeket is így készül. A beton minősége C25/30-XC2-16-F2 minőségű betonból készülnek. Az aljzatkészítés technológiai előírásait szigorúan be kell tartani.

Az ágyazat alá 1 réteg geotextiliát kell fektetni. Amennyiben szükséges a tömörítés, a minőségét folyamatos mérésekkel kell ellenőrizni és jegyzőkönyvben rögzíteni.

1.3.1.3 Oszlopok

Az épület vázát a kelyhekbe befogott 50x50, 50x60 és 60x60 centiméteres keresztmetszetű előregyártott vasbeton pillérek alkotják. A pillérek toldás nélkül készülnek. A közbenső födémpanelek a pillérken lévő rövid konzolokra ülnek fel.

Az vasbeton lépcső az épületben található, illetve külön erre létrehozott gerendákra ül fel.

Pillér típusok:

Minden oszlop előregyártott vasbeton oszlop, lágyvasalással.

Darabszám	Keresztmetszet [cm]	Hossz [M]	Rövid konzolok száma
8	60X50	13,55	0
10	60X60	13,55	0
8	60X60	13,55	1
18	50X50	15,55	0
8	50X50	7,5	0
4	50X50	13,55	2
1	50X60	5,85	0
1	50X60	6,05	0
10	50X50	6,15	0

1.3.1.4 Trapézlemez fedés

Általános falszerkezet az üzemépületen LVP-45 / 0,75 mm bevonatolt trapézlemez. Erre van rögzítve a 160/600 mm acél falvázkazetta.

1.3.2 Vízszintes teherhordó szerkezetek

1.3.2.1 Közbenső födém

A kétszintes épületrészben a közbenső födém (termelési terület) a technológiai teher miatt a hasznos teher 5 kN/m^2 teherhordásra alkalmas szilrád födém. A pillérekre előregyártott gerendák támaszkodnak. A gerendákra MF 320 takaréköreges födémlap fekszik, amire 8 cm aljatbeton kerül.

1.3.2.2 Záró födém

Az épület zárófödeme könnyűszerkezetes trapézmelez. A pillérekre 50/125 T keresztmetszetű főtartók kerülnek. Ezek fesztáv függvényében változó keresztmetszetű feszített I tartók.

Erre a vázra 6,00 méter fesztávolságú HP 150/280 típusú és 1,25 mm vastagságú acél trapézlemez fedés kerül lejtésben. Erre kerül a lépésálló hőszigetelés és műanyag vízszigetelés.

Az új és a régi épület határán az eltérő magasság miatt a csatlakozó részekben hófelhalmozódás alakulhat ki. Ezt többletteherként figyelembe kell venni. Valamint a többletteher figyelembe vételével ezekre a részekre HP 150/280 típusú és 1,5 mm vastagságú acél trapézlemezt kell elhelyezni lejtésben.

A meglévő épület tervezésekor számítottak a bővítésre, ezért a hófelhalmozódásból keletkező többletteherre méretezve van a tetőszerkezet.

1.2.2.3 Lépcső

A kétkarú lépcső monolit vasbeton szerkezetű lemeze 22 cm vastag. A lépcsőház a gerendákra támaszkodik. A lépcső korlátokkal határolt, csak személy szállítására méretezett.

1.3.2.4 Gerendák

A gerendáknak jellemzően két fő szerepük van. A zárófödém és a közbenső födém terheinek felvétele és átadása a pillérekre.

A raktár terület záró födémét 30 méter hosszú előre gyártott feszített T gerenda tartja, ami a pillérekre támaszkodik. A termelési terület felett a mestergerenda 21,5 méter hosszú előre gyártott T keresztmetszetű feszített gerenda. Az épületet záró födémét körbe szegélyezik 30X70 centiméteres lágyvasalású előregyártott gerendák.

Az épület külső felülete mentén a közbenső födém MF takaréköreges lemezei 50X76-os előre gyártott lágy vasalású gerendák vannak. Ezen a szinten a közbenső födém közbenső gerendái is ilyen profillal rendelkeznek.

Szakdolgozat Előregyártott vasbeton vázszerkezetű csarnok tervezése Siklósi Gergely
 Az eltérő magasságú rész mestergerendái szintén előre gyártott feszített T tartók.
 Hosszúságuk 16 méter. A peremen itt is szintén 30X70 cm es előregyártott
 lágyvasalású vasbeton gerenda helyezkedik el.

1.3.3 Épület merevítés

Az épület merevítését a pillérek alsó befogása és a mindkét irányban álló függőleges
 síkú merevítő szerkezetek biztosítják. A függőleges síkú merevítések acélszerkezetből
 álló merevítő rácsok. Ezek HEA 300 szelvényű acél rudak. A váz oldalhomlokzatainak
 és tetejének bezárását csak a függőleges síkú merevítő szerkezetek beépítése után szabad
 megkezdni.

1.4 Felhasznált anyagok

Betonok:

Elem	Beton minőség
Alaptest	C30/37
Kehelynyak	C30/37
Padló	C25/30
Előregyártott oszlopok	C40/50
Előre gyártott lágy vasalású gerendák	C40/50
Előre gyártott feszített gerendák	C40/50
MF körüreges földem lemez	C50/60

Acélok:

Elem	Minőség
Betonacélok	S500B
Feszítőpásztmák	Fp-100/1770

1.5 Kitéti osztályok, betontakarás

Szerkezeti elem	Kitéti osztály	Beton fedés	Betonfajta
Alapok, fagykötények	XC2	35 mm	C25/30
Alaplemezek bent	XC2	25 mm	C25/30
Előregyártott oszlopok	XC1	30 mm	C40/50
Előregyártott gerendák	XC1	30 mm	C40/50

1.6 Tűzvédelemi előírás

A csarnokrészek vasbeton váza tűz esetén nem elegendő állékonysággal rendelkezik a kiegészítő acél merevítés nélkül. Ezért a merevítő acélszerkezeteket kezelni kell. Tűz esetén habosodó védőmázolással, legalább 45 perces tűzteher bírassal. 5 évente megújítandó!

1.7 Használati követelmények

Lehajlás	L/250 illetve L/150
Eltolódás határértéke	H/150
Repedéstágasság normál vasbeton szerkezeteknél	0,4 mm
Repedéstágasság feszített vasbeton szerkezeteknél	0,2mm

1.8 Munkavédelem

A kivitelezés során a munka- és balesetvédelmi előírásokat be kell tartani és a betartásukat a felelős műszaki vezetőnek ellenőriznie kell.

Az építkezés során a következő legfontosabb szempontokra kell ügyelni.

Minden munkafázist csak arra kiképzett, balesetvédelmi oktatásban részt vett dolgozó végezhet, aki köteles a védőfelszereléseket használni.

Emelőgépek alkalmazása során a teher emelésre vonatkozó fokozott elővigyázatossági intézkedéseket be kell tartani.

A kiemelt alapárkok oldalfalát dúclással biztosítani kell beomlás ellen.

Vasbeton szerkezetek zsaluzatát és alátámasztó állványzatát a dinamikus hatásokat is figyelembe vevő terhekre méretezve kell kialakítani és az állványzatot minden irányban merevíteni kell. A szerkezetek szélein védőkorlátokat kell kialakítani.

2. Terhek és hatások az EUROCODE szerint

Eurocode (H) alapján

Előírt tervezési élettartam: 50 év

Élettartam osztály: 4

2.1 Rétegredek

2.1.1 Tető rétegrend (T1)

A magasraktár és a termelési terület rétegrendje megegyezik.

	Vastagság[m]	kN/m ³	kN/m ²
T1			
1,5 mm mechanikai rögzítésű, műanyag lemez vízszigetelés	0,00015	0,04	0
12+12 cm műanyag kötésű lépésálló közetgyapot	0,24	1,4	0,336
1 rtg PE fólia	0,001	0	0
HP 150/280 1,25 mm Trapézlemez	0,15	-	2,1
			2,44

2.1.2 Tető rétegrend (T2)

Az alacsonyabb tető rétegrendje (a hófelhalmozódás miatt erősítve lett)

	Vastagság[m]	kN/m ³	kN/m ²
T2			
1,5 mm mechanikai rögzítésű, műanyag lemez vízszigetelés	0,00015	0,04	0
12+12 cm műanyag kötésű lépésálló közetgyapot	0,24	1,4	0,336
1 rtg PE fólia	0,001	0	0
HP 150/280 1,5 mm Trapézlemez	0,15	-	2,2
			2,54

2.1.3 közbenső födém rétegrendje (R1)

A közbenső födém rétegrendje

	Vastagság[m]	kN/m ³	kN/m ²
R1			
4 mm epoxy gyanta, üvegszállal	0,0004	18	0,0072
10 cm febeton	0,1	25	2,5
MF 320 takarékos körüreges födémpanel	32	0	3,5
3 rtg festés glettel felületen vagy ámennyezet		-	0
			6,01

2.1.4 Padló rétegrend (P1)

Ipari padló a feladat keretein belül **nem kerül méretezésre.**

P1	Vastagság[m]	kN/m ³	kN/m ²
13 mm adalékanyagos kéregerősítés a nedves betonfelületeken			
25 cm acélhaj adalékos beton, tárcsásan simított felülettel. A beton vastagsága a tartószerkezeti terv szerinti terheléshez, a burkolási vastagsághoz igazított.			
1 rtg Dörken műanyag dombornyomott lemez szigetelés és elválasztó réteg (talajpára ellen)			
50 cm tömörített zuzalékagyazat 25 mm kiékelő réteggel, 5 mm felső homokréteggel.			
1 rtg geotextília			
Szükség szerint stabilizált talaj feltöltés			

2.1.5 Általános falszerkezeti rétegrend (F1)

F1	Vastagság[m]	kN/m ³	kN/m ²
LVP-45/0.70 m bevonatolt, acél trapézlemez burkolat	0,043	0	0,07
1 rtg. Nagy szakítószilárdságú páraáteresztő, UVÉ álló, Vízáró szigetelésvédő fólia	0	0	0
16+4 cm 160/600 mm acél falváz kazetta a tartószerkezethez rögzítve. Kőzetgyapot szigetelés 4 cm túlnyúlással	0,2	0	0,23

0,3

Falburkolat nyomaték számítása a tartó szerkezetre axis modelhez

Általános 6 méteres fesztávon 4 sarokban rögzítéssel

h := 0.9m Falburkolat magassága

L := 6m Falburkolat hossza

Átlagos 60X50-es oszlopon a nyomatékot a keresztmetszet feléig veszem.

Továbbá a 17 cm es kinyúlásos rögzítés a szendvicspanelen

$$F_{sz} := \frac{h \cdot L}{4} \cdot 0.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0.41 \cdot \text{kN}$$

Egy sarokpontra jutó koncentrált erő

$$M := 0.42\text{m} \cdot F_{sz} = 0.17 \text{m} \cdot \text{kN}$$

Egy sarokpontra jutó nyomaték

Az alsó és felső rögzítések közelsége miatt a közbenső hatásokat a duplájára veszem

2.2 Hóteher

2.2.1 Általános hóteher

A tetők hóterhének karakterisztikus értéke

$$s := C_e \cdot C_t \cdot \mu_i \cdot S_k$$

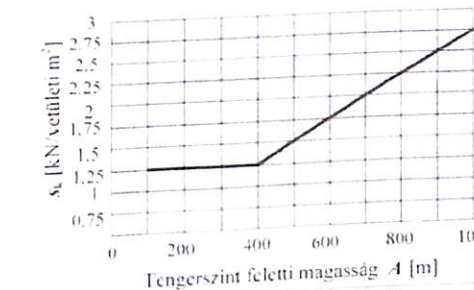
C_e	a tető hóterhének karakterisztikus értéke
C_t	a szél hatását figyelembe vevő (terep-) tényező, értéke általában 1,0
μ_i	a hóteher alak tényezője a különböző tetőformáknak és teherelrendezéseknek megfelelően
S_k	a felszíni hóteher karakterisztikus értéke

Az általános értékek felvehetőek ezért :

$$C_e := 1$$

$$C_t := 1$$

Az épület Adriai tenger feletti magassága 240 méteren van. A felszíni hóteher Magyarországon a következő:

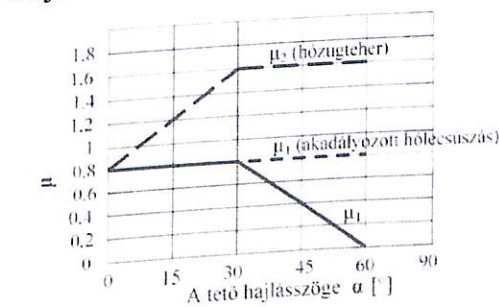


3. ábra Hóteher karakterisztikus értéke

A táblázat szerint tehát felszíni hóteher karakterisztikus értéke:

$$s_k := 1.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A hóteher alak tényezőjének értéke a következő táblázat szerint alakul:



4. ábra Hóteher alak tényezője

A tető hajlásszöge 5% alatt van mindkét tető esetében ezért az alaki tényező:

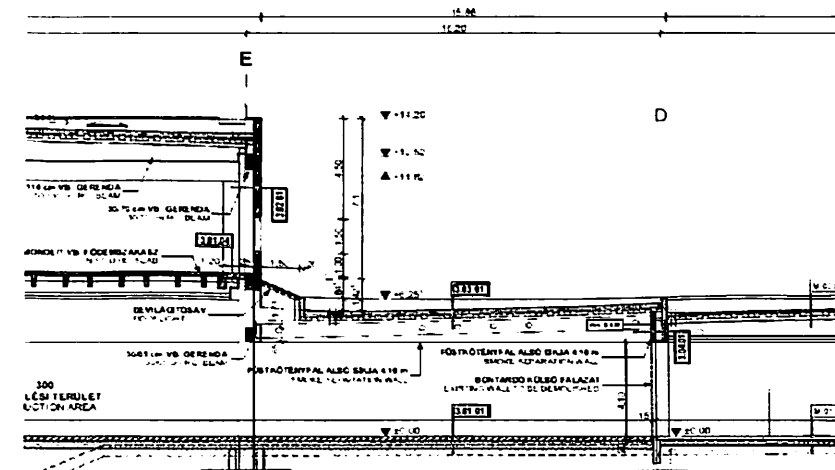
$$\mu_1 := 0.8$$

Tehát megállapítom hogy a hőteher karakterisztikus értéke:

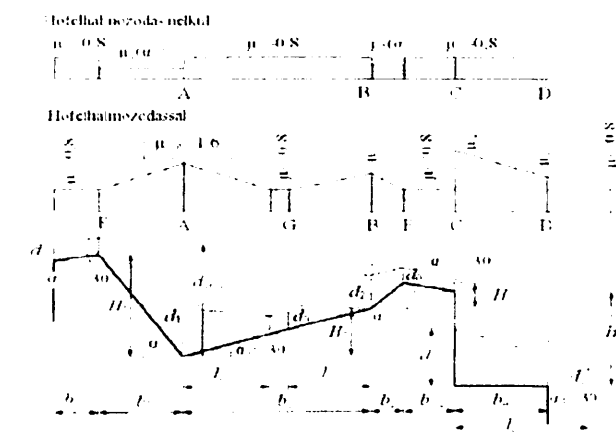
$$s_{hó} := s_k \cdot C_e \cdot C_1 \cdot \mu_1 = 1.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.2.2 Hőfelhalmozódás

Az alsó tetőnél hőzugterhet is kialakul, ezért azt arra is méretezni kell



5. ábra Építészeti rajz a hőzugteher kialakulásánál



6. ábra Hőzugteher alakulása

Alaki tényező meghatározása

Magasságkülönbség

$$H_4 := 14.20\text{m} - 6.25\text{m} = 7.95\text{m}$$

$$d_0 := 1\text{m}$$

Hóvastagság a szélső pontban

$$\gamma_{\text{set}} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

A megüledett hó térfogatsúlya

Alaki tényezők

$$\mu_{\text{wc},2} := \frac{H_4 \cdot \gamma_{\text{set}}}{s_k} = 12.72 \quad \mu_{\text{w},C} = \min \left\{ \frac{4}{\frac{H_4 \gamma_{\text{set}}}{s_k}} \right\} \geq 0.8$$

$$\mu_{\text{wc}} := \min(4, \mu_{\text{wc},2}) = 4.00$$

Hófelhalmozódás vastagsága a belső pontban

$$d_{4,2} := \mu_{\text{wc}} \cdot \frac{s_k}{\gamma_{\text{set}}} = 2.50\text{m} \quad d_{4,1} := H_4 + d_0 = 8.95\text{m}$$

$$d_4 := \min(d_{4,1}, d_{4,2}) = 2.50\text{m}$$

Hófelhalmozódás hossza

$$b_4 := 16.2\text{m}$$

$$l_{s1} := 5\text{m}$$

$$l_{s2} := 2 \cdot d_4 = 5.00\text{m}$$

$$l_{s3} := b_4 = 16.20\text{m}$$

$$l_s := \max(l_{s1}, l_{s2}, l_{s3}) = 16.20\text{m}$$

A maximális hófelhalmozódási hossz maximum 15 méter.

Szeles környezett miatt a bevezetem a 0,8 as szorzót

$$s_{\text{hó.fel}} := s_k \cdot C_e \cdot C_1 \cdot \mu_{\text{wc}} \cdot 0.8 = 4.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.3 Hasznos teher

2.3.1 Hasznos teher a termelési területen

A termelési területen előírt technológiai teher 5 kN/m^2 . Ezt veszem fel hasznos tehernek.

Az épületben jellemzően többféle technológiai elrendezés létezik ezért a parciális elosztás miatt 1,15-ös szorzót alkalmazom.

Vagyis a végleges hasznos teher a termelési területen:

$$5,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.3.2 Hasznos teher a tetőn

A tető nem járható vagyis emberi tartózkodásra nem alkalmas, illetve csak egyes műszaki dolgozók lehetnek rajta.

Vagyis a felvett teher:

$$1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.4 Függesztett gépészeti teher

A gépészeti teher egységesen $0,3 \text{ kN/m}^2$

A gépészeti változtatások miatt a parciális elosztás helyett itt is a 1,15-ös szorzót használom

Vagyis a gépészeti teher

$$0,34 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.5 Önsúly teher

Az önsúly terheket az Axis VM programban veszem fel, a pontosan kialakított geometriával és anyag használatával.

2.6 Szélteher

A környezet mezőgazdasági terület kerítésekkel, elszórta mezőgazdasági építményekkel, házakkal vagy fákkal. Vagyis az épület a II. terep kategóriába esik

Az épület magassága $h := 13.48\text{m}$

Attika fal magassága $h_p := 0.72\text{m}$

$z_c := h + h_p = 14.2\text{m}$

A szél torlónyomásának értékei Magyarországon					$q_p(z)$				
Terepszint feletti magasság	Terep- (beépítési) kategória				Terepszint feletti magasság	Terep- (beépítési) kategória			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
z [m]	$q_p(z)$ [kN/m ²]				z [m]	$q_p(z)$ [kN/m ²]			
1	0.536	0.495	0.446	0.409	26	1.172	1.042	0.826	0.639
2	0.654	0.495	0.446	0.409	28	1.189	1.060	0.845	0.658
3	0.727	0.571	0.446	0.409	30	1.205	1.077	0.863	0.676
4	0.781	0.627	0.446	0.409	33	1.227	1.101	0.888	0.702
5	0.824	0.672	0.446	0.409	36	1.248	1.123	0.911	0.725
6	0.860	0.709	0.484	0.409	40	1.272	1.150	0.940	0.754
7	0.891	0.742	0.516	0.409	45	1.300	1.180	0.972	0.786
8	0.918	0.770	0.545	0.409	50	1.326	1.207	1.001	0.816
9	0.942	0.796	0.571	0.409	55	1.349	1.232	1.028	0.843
10	0.964	0.819	0.595	0.409	60	1.370	1.255	1.052	0.868
11	0.984	0.840	0.617	0.431	65	1.390	1.277	1.075	0.892
12	1.002	0.860	0.637	0.451	70	1.408	1.297	1.096	0.913
13	1.019	0.878	0.655	0.469	80	1.441	1.333	1.135	0.953
14	1.035	0.895	0.673	0.486	90	1.471	1.365	1.170	0.989
15	1.050	0.911	0.689	0.503	100	1.498	1.395	1.202	1.022
16	1.064	0.926	0.705	0.518	110	1.522	1.421	1.230	1.051
17	1.077	0.940	0.720	0.533	120	1.545	1.446	1.257	1.079
18	1.090	0.953	0.734	0.546	130	1.565	1.469	1.282	1.104
19	1.102	0.966	0.747	0.560	140	1.585	1.490	1.305	1.128
20	1.113	0.978	0.760	0.572	160	1.620	1.529	1.347	1.171
22	1.135	1.001	0.783	0.596	180	1.651	1.563	1.384	1.210
24	1.154	1.022	0.805	0.618	200	1.679	1.594	1.418	1.245

7. ábra Torló nyomás értékei Magyarországon

Magasság [M]	II. beépítettségi kategória
14	0,895
15	0,911
14,2	0,9

Tehát a 14.2 méteres magassághoz a torlónyomás:

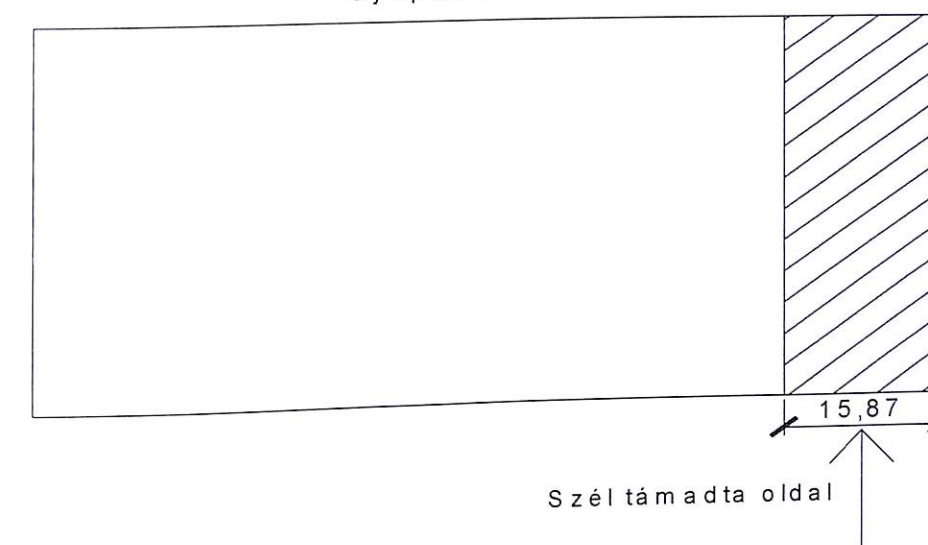
$$q_{pz} := 0.9 \frac{\text{kN}}{\text{m} \cdot \text{m}}$$

Mind a két tető 5% os lejtés alatt van ezért lapostetőként méretezendő

2.6.1 Keresztirányú szélteher az alacsony tetőnél

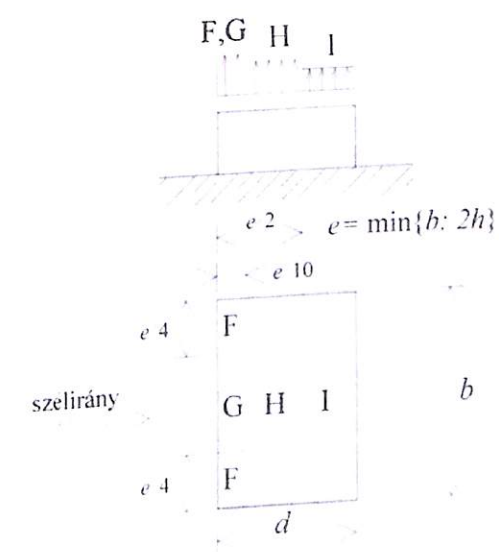
Az alsó lapostató külső szélterhe

Új épület



8. ábra keresztirányú szélteher kisebb tetőre

A zónák elosztásának aránya a következő ábra szerint



9. ábra zónák alakulása

Geometriai paraméterek az ábra alapján

$$h := 6.25\text{m} \quad b := 15.86\text{m} \quad d := 53\text{m}$$

$$A := b \cdot d = 840.58\text{m}^2$$

Zónák oldalhosszúságainak számítása

$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 12.5 \text{ m}$$

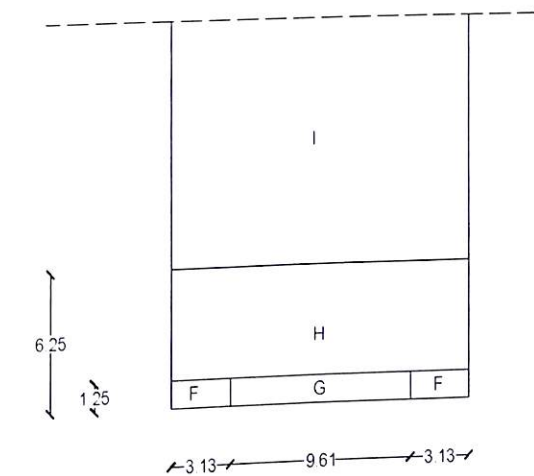
$$\frac{e}{5} = 2.5 \text{ m}$$

$$\frac{e}{2} = 6.25 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = 3.125 \text{ m}$$

$$\frac{e}{10} = 1.25 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = 0.118 < 0.25$$



10. ábra Zónák alakulása

A felületek nyomási tényezőjea következő táblázat szerint alakul

Vízszintes felületek külső nyomási tényezői		Zóna								$C_{pe,10}$ és $C_{pe,1}$	
		F		G		H		I			
		Szel felőli zóna sarkai		Szel felőli zóna közepe		Középső zóna		Szellet átellenes zóna			
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
a) Szögletes peremű		-1.8	-2.5	-1.2	-2.0	-0.7	-1.2			+0.2	
b) Attikafalás	$h_p/h=0.025$	-1.6	-2.2	-1.1	-1.8	-0.7	-1.2			-0.2	
	$h_p/h=0.05$	-1.4	-2.0	-0.9	-1.6	-0.7	-1.2			+0.2	
	$h_p/h=0.10$	-1.2	-1.8	-0.8	-1.4	-0.7	-1.2			-0.2	
										+0.2	

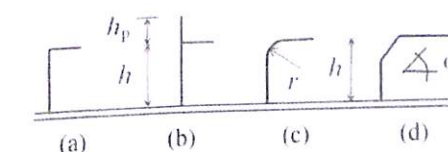
11. ábra külső nyomási tényezők

A tető típusa attikafalás

$$h := 6.25 \text{ m} \quad h_p := 0.62 \text{ m}$$

$$\frac{h_p}{h} = 0.099$$

A tetőperem változatai



12. ábra Tető peremek

A különböző zónák számítása

F zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
F	3,9	-1,54

$$C_{peF} := -1.54$$

$$W_{e.F.p} := C_{peF} \cdot q_{pz} = -1.386 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

G Zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
G	12,01	-0,8

$$C_{peG} := -0.8$$

$$W_{e.G.p} := C_{peG} \cdot q_{pz} = -0.72 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

H zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
H	79,35	-0,7

$$C_{peH} := -0.7$$

$$W_{e.H.p} := C_{peH} \cdot q_{pz} = -0.63 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

I zóna szívásra és nyomásra

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²	Cpi-kN/m ²
I	561	-0,2	0,2

$$C_{peI} := -0.2$$

$$W_{e.I.p} := C_{peI} \cdot q_{pz} = -0.18 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

$$C_{peI} := 0.2$$

$$W_{e.I.p} := C_{peI} \cdot q_{pz} = 0.18 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

2.6.2 Keresztirányú szélteher a magas tetőnél

$$h := 14.2m$$

$$b := 74m$$

$$d := 54.1m$$

A zónák a következő ábra szerint alakulnak

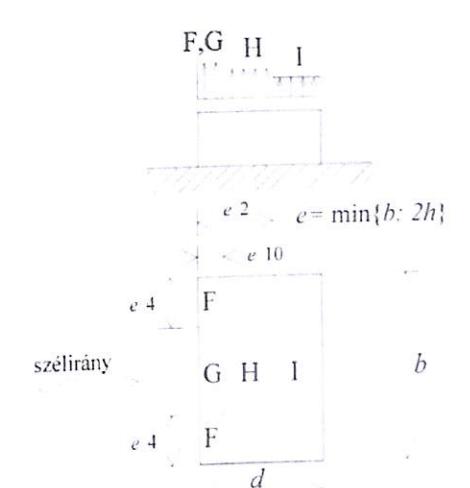
$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 28.4m$$

$$\frac{e}{5} = 5.68m$$

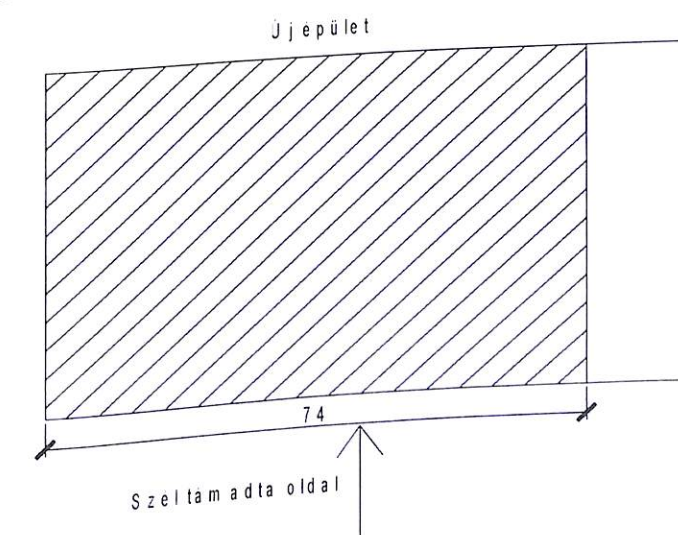
$$\frac{e}{4} = 7.1m$$

$$\frac{e}{2} = 14.2m$$

$$\frac{e}{10} = 2.84m$$



13. ábra Zónák oldalhosszainak számítása



14. ábra Szel támadáspontja

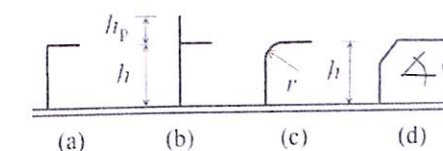
A tető típusa attikafalas

$$h := 14.2\text{m}$$

$$h_p := 0.71\text{m}$$

$$\frac{h_p}{h} = 0.05$$

A tetőperem változatai



15. ábra Tetőperem változatai

Tető típusa		Vízszintes felületek külső nyomási tényezői							
		Zóna							
		F		G		H		I	
		Szel felőli zóna sarkai		Szel felőli zóna közepe		Középső zóna		Szellel átellenes zóna	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
a) Szögletes peremű		-1.8	-2.5	-1.2	-2.0	-0.7	-1.2	-0.2	-0.2
b) Attikafalas	$h_p/h = 0.025$	-1.6	-2.2	-1.1	-1.8	-0.7	-1.2	-0.2	-0.2
	$h_p/h = 0.05$	-1.4	-2.0	-0.9	-1.6	-0.7	-1.2	-0.2	-0.2
	$h_p/h = 0.10$	-1.2	-1.8	-0.8	-1.4	-0.7	-1.2	-0.2	-0.2

16. ábra Vízszintes felületek külső nyomási tényezői

F zóna

Zóna	Felület	$C_{pi}\text{-kN/m}^2$
F	40,33	-1,4

$$C_{peF} := -1.4$$

$$W_{e,F,p} := C_{peF} \cdot q_{pz} = -1.26 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{kN}$$

G zóna

Zóna	Felület	$C_{pi}\text{-kN/m}^2$
G	129,5	-0,9

$$C_{peG} := -0.9$$

$$W_{e,G,p} := C_{peG} \cdot q_{pz} = -0.81 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{kN}$$

H zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m²
H	840	-0,7

$C_{peH} := -0.7$

$W_{e.H.p} := C_{peH} \cdot qpz = -0.63 \frac{1}{m^2} \cdot kN$

I zóna szívásra és nyomásra

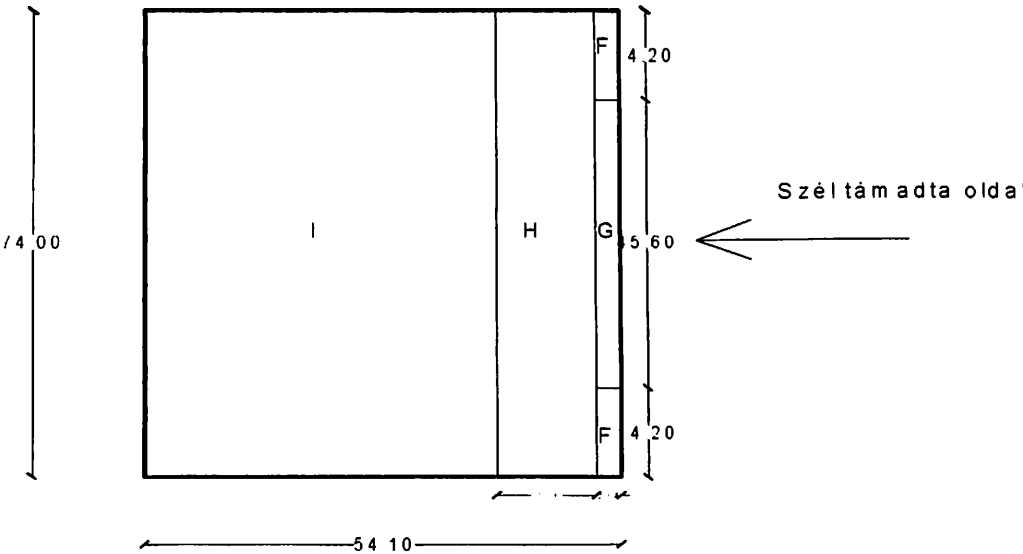
Zóna	Felület	Cpi-kN/m²	Cpi-kN/m²
I	2871	-0,2	0,2

$C_{peI} := -0.2$

$W_{e.I.p} := C_{peI} \cdot qpz = -0.18 \frac{1}{m^2} \cdot kN$

$C_{peI} := 0.2$

$W_{e.I.p} := C_{peI} \cdot qpz = 0.18 \frac{1}{m^2} \cdot kN$



15. ábra Szél támadáspontja

2.6.3 Keresztirányú szélteher függőleges falfelületeknél

A zónák a következő ábra alapján alakulnak

$$h := 14.2\text{m}$$

$$b := 74\text{m}$$

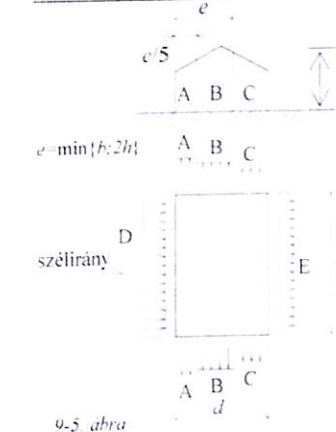
$$d := 54.1\text{m}$$

$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 28.4\text{m}$$

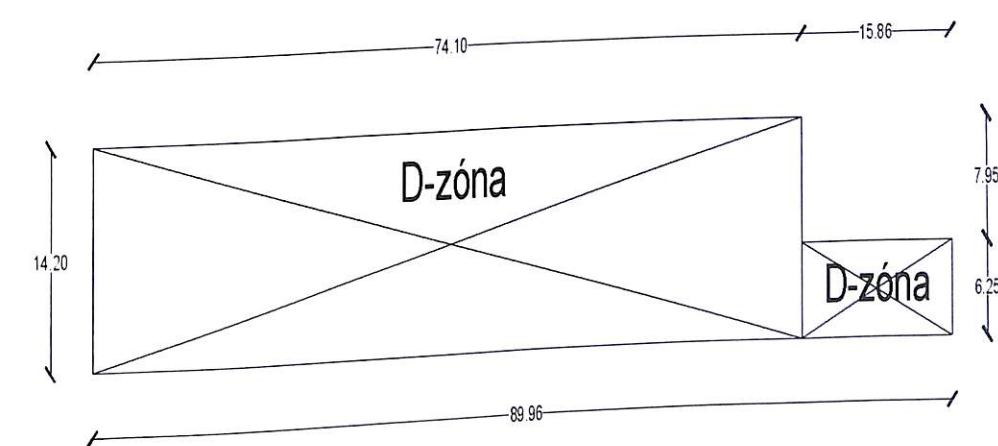
$$\frac{e}{5} = 5.68\text{m}$$

$$0.25 > \frac{h}{d} = 0.262 > 1$$

Elrendezés és tetőzónák:



16. ábra Oldalsó zónák alakulása



17. ábra Széltámadta oldal függőleges zónái

A zóna

Zóna	Felület	C _{pi} -kN/m ²
A	45,4	-1,2

$$C_{peA} := -1.2$$

$$W_{e,A,p} := q_{pz} \cdot C_{peA} = -1.08 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

B zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
B	181,7	-0,8

$$C_{peB} := -0.8$$

$$W_{e.B.p} := qpz \cdot C_{peB} = -0.72 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

C zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
C	205,6	-0,5

$$C_{peC} := -0.5$$

$$W_{e.C.p} := qpz \cdot C_{peC} = -0.45 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

D zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
D	1050	0,7

$$C_{peD} := -0.7$$

$$W_{e.D.p} := qpz \cdot C_{peD} = -0.63 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

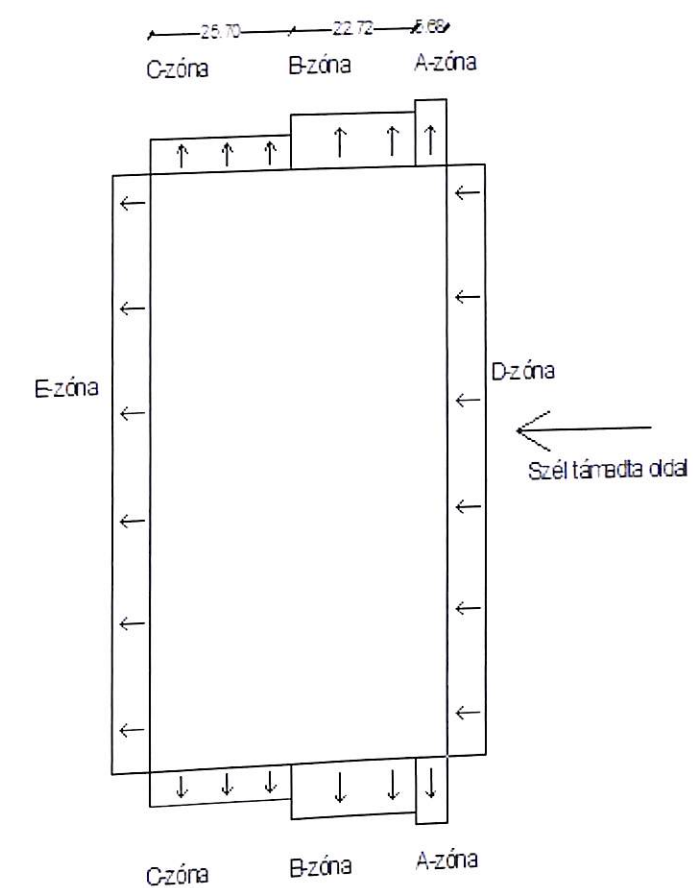
E zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
E	1050	-0,5

$$C_{peE} := -(0.5 - 0.3) \cdot \frac{(0.262 - 0.25)}{1 - 0.25} - 0.3 = -0.303$$

$$W_{e.E.p} := qpz \cdot C_{peE} = -0.273 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

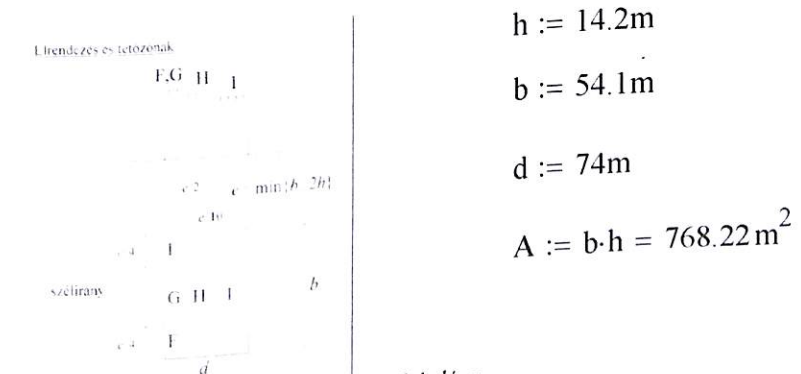
A melléépítés felületeit levontam a teljes felületekből ezáltal a nagyobb terhelést kapom. Továbbá az axis modelben teljes felületre veszem fel, ha a régi épületet elbontanák.



18. ábra Főgölegetes felületek zónái

2.6.4 Hosszirányú szélteher vízszintes felületekre

A zónák a következő ábra alapján alakulnak



19. ábra Oldalsó tetőfelület zónáinak alakulása

Zónák hosszainak számítása

$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 28.4 \text{ m}$$

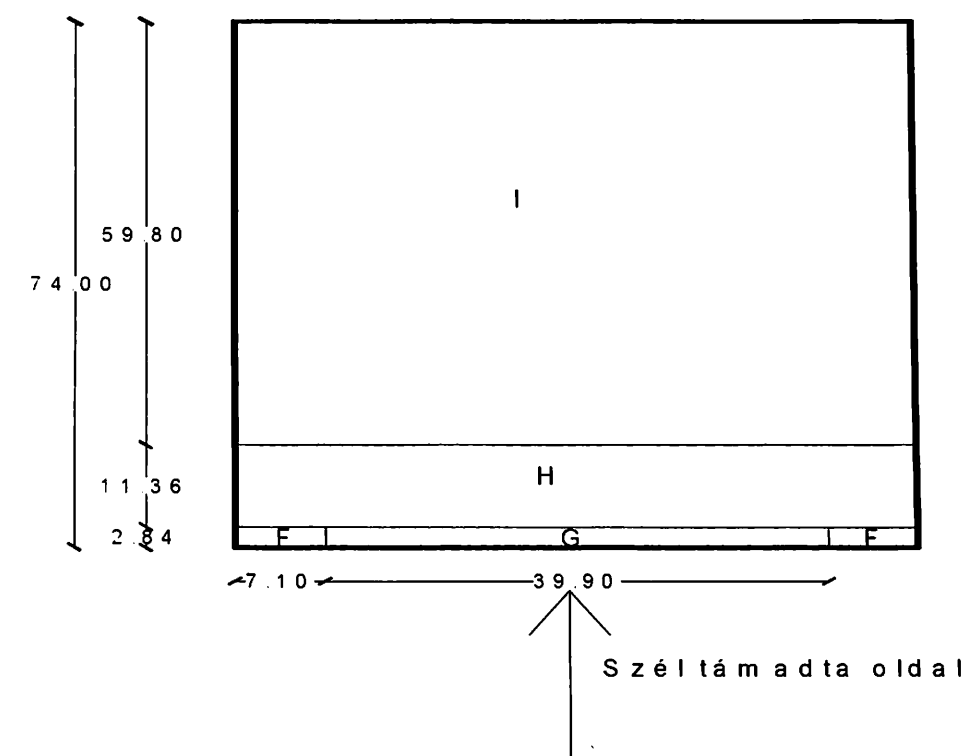
$$\frac{e}{5} = 5.68 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = 7.1 \text{ m}$$

$$\frac{e}{2} = 14.2 \text{ m}$$

$$\frac{e}{10} = 2.84 \text{ m}$$

Tehát a zónák az épületünkön



20. ábra Zónák alakulása

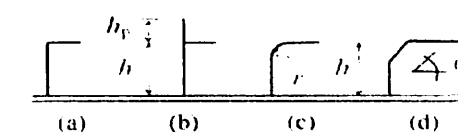
Attika falas típusú tető

$$h := 14.2 \text{ m}$$

$$h_p := 0.71 \text{ m}$$

$$\frac{h_p}{h} = 0.05$$

A tetőperem változatai



21. ábra Tetőperem változatai

Zónák számítása**F zóna**

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
F	20,164	-1,4

$$C_{peF} := -1.4$$

$$W_{e.F.p} := qpz \cdot C_{peF} = -1.26 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

G zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
G	113,3	-0,9

$$C_{peG} := -0.9$$

$$W_{e.G.p} := qpz \cdot C_{peG} = -0.81 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

H zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
H	602,1	-0,7

$$C_{peH} := -0.7$$

$$W_{e.H.p} := qpz \cdot C_{peH} = -0.63 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

I zóna nyomásra és szívásra

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²	Cpi-kN/m ²
I	3289	-0,2	0,2

$$C_{peI} := -0.2$$

$$W_{e.I.p} := qpz \cdot C_{peI} = -0.18 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

$$C_{peI} := 0.2$$

$$W_{e.I.p} := qpz \cdot C_{peI} = -0.18 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

2.6.5 Hosszirányú szélirány függőleges falfelületekre

$$h := 14.2\text{m}$$

$$b := 54.1\text{m}$$

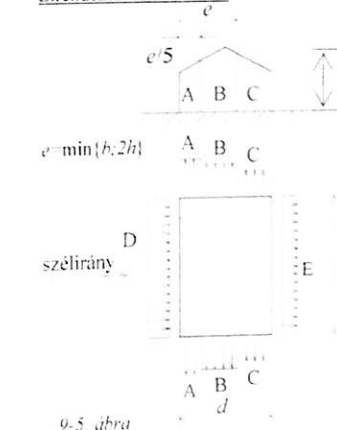
$$d := 74\text{m}$$

$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 28.4\text{m}$$

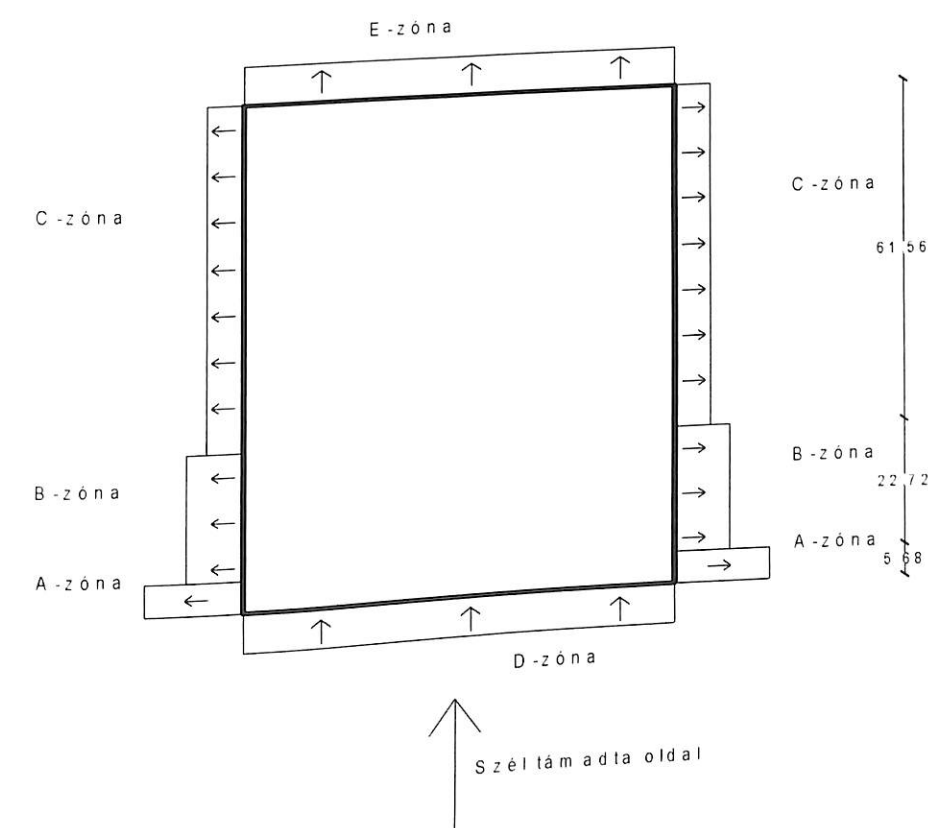
$$\frac{e}{5} = 5.68\text{m}$$

$$\frac{h}{d} = 0.192 < 0.25$$

Elrendezés és tetőzónák



22. ábra oldalsó szélterhek alakulása



23. ábra Zónák alakulása az épületen

A zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
A	80,6	-1,2

$$C_{peA} := -1.2$$

$$W_{e,A,p} := qpz \cdot C_{peA} = -1.08 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

B zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
B	322,6	-0,8

$$C_{peB} := -0.8$$

$$W_{e,B,p} := qpz \cdot C_{peB} = -0.72 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

C zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
C	874,1	-0,5

$$C_{peC} := -0.5$$

$$W_{e,C,p} := qpz \cdot C_{peC} = -0.45 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

D zóna

Zóna	Felület	Cpi-kN/m ²
D	752,6	0,7

$$C_{peD} := 0.7$$

$$W_{e,D,p} := qpz \cdot C_{peD} = 0.63 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

E zóna

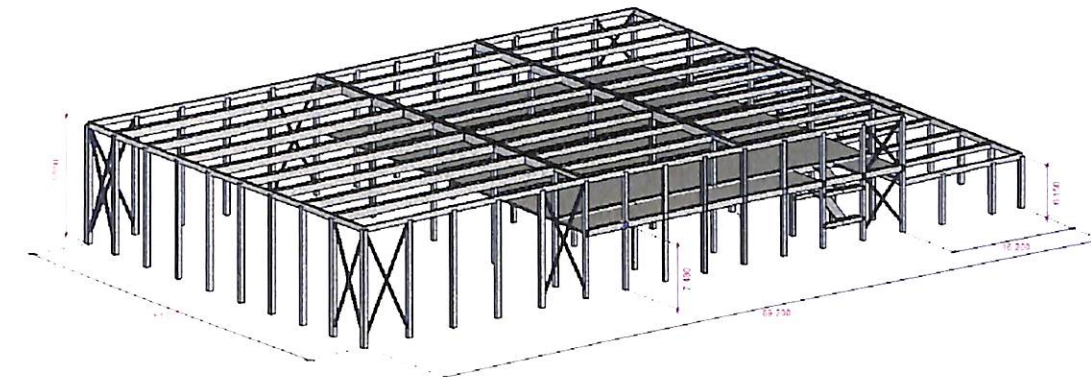
Zóna	Felület	C _{pi} -kN/m ²
E	752,6	-0,3

$$C_{peE} := -0.3$$

$$W_{e,E,p} := q_{pz} \cdot C_{peE} = -0.27 \frac{1}{m^2} \cdot kN$$

Az épület belül több részre van bontva, illetve nincsenek jelentős nyílások rajta, tehát belső szélteherrel nem kell számolni

3. Axis VM számítások dokumentálása



24. ábra Axis szerkezeti model

3.1 Általános ismertetés

3.1.1 Az épületben felhasznált anyagok

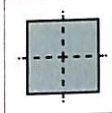
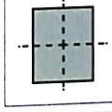
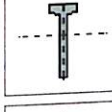
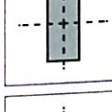
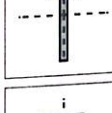
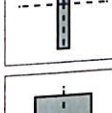
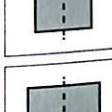
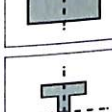
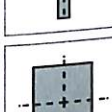
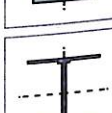
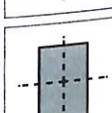
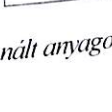
	Név	Típus	Nemzeti szabvány	Anyagszab.	E_x [kN/cm ²]	E_y [kN/cm ²]	ν	α_T [1/..]	ρ [kg..]
1	C40/50	Beton	Eurocode-H	ENV 206	3500	3500	0,20	1E-5	2500
2	C25/30	Beton	Eurocode-H	EN 206	3150	3150	0,20	1E-5	2500
3	S 235	Acél	Eurocode-H	10025-2	21000	21000	0,30	1,2E-5	7850
4	C30/37	Beton	Eurocode-H	EN 206	3280	3280	0,20	1E-5	2500

25. ábra Felhasznált anyagok

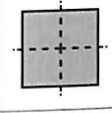
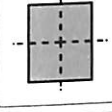
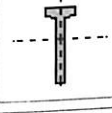
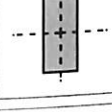
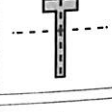
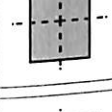
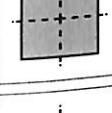
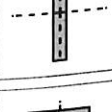
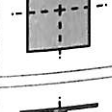
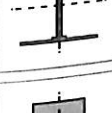
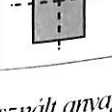
Jellemzően C40/50-es betont az oszlopok és főtartó gerendáknál használtam. A C25/30-as típus a felbetonként, illetve lépcsőnél van jelen. A C30/37-es jelű pedig az alaptesteknél. Az S235-ös jelű acélt a merevítő rácsnál van használatban.

3.1.2 Az épületben felhasznált szelvények

A következő táblázatok szintén az Axis VM programból felhasznált összesítő. Az első sor mindig a sorszáma az adott szelvénynek.

	Név	Rajz	h [cm]	b [cm]	tw [cm]	tf [cm]	Ax [cm ²]	Ay [cm ²]	Az [cm ²]
1	60x60		60,0	60,0	0	0	3600,00	3000,00	3000,00
2	50x60		60,0	50,0	0	0	3000,00	2500,00	2500,00
3	50x125		125,0	50,0	0	0	2527,00	1080,89	1717,91
4	30x70		70,0	30,0	0	0	2100,00	1750,00	1750,00
5	50x118		118,0	50,0	0	0	2449,00	1048,79	1608,28
6	50x94		94,5	50,0	0	0	2073,00	973,68	1282,00
7	60x76		76,0	60,0	0	0	4560,00	3800,00	3800,00
8	50x50		50,0	50,0	0	0	2500,00	2083,33	2083,33
9	50x80		80,0	50,0	0	0	1552,00	680,51	933,71
10	40x50		50,0	40,0	0	0	2000,00	1666,67	1666,67
11	HE 240 A		23,0	24,0	0,8	1,2	76,85	52,27	16,89
12	50x76		76,0	50,0	0	0	3600,00	3166,67	3166,67

26.1 ábra Felhasznált anyagok

	Név	Rajz	b_x [cm ⁴]	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	I_1 [cm ⁴]	I_2 [cm ⁴]
1	60x60		1821873,0	1080000,0	1080000,0	1080000,0	1080000,0
2	50x60		1245887,0	900000,0	625000,0	900000,0	625000,0
3	50x125		218005,4	3864082,0	194067,7	3864082,0	194067,7
4	30x70		460050,5	857499,9	157500,0	857499,9	157500,0
5	50x118		211173,3	3317342,0	206520,3	3317342,0	206520,3
6	50x94		179064,1	1760303,0	198499,0	1760303,0	198499,0
7	60x76		2848812,0	2194880,0	1368000,0	2194880,0	1368000,0
8	50x50		878603,7	520833,3	520833,3	520833,3	520833,3
9	50x80		91260,2	962903,0	140549,3	962903,1	140549,3
10	40x50		549542,1	416666,7	266666,7	416666,7	266666,7
11	HE 240 A		41,7	7764,8	2768,8	7764,8	2768,8
12	50x76		1875509,0	1829067,0	791666,8	1829067,0	791666,7

26.2 ábra Felhasznált anyagok

	Név	Rajz	$W_{1,el,t}$ [cm ³]	$W_{1,el,b}$ [cm ³]	$W_{2,el,t}$ [cm ³]	$W_{2,el,b}$ [cm ³]	$W_{1,pl}$ [cm ³]	$W_{2,pl}$ [cm ³]
1	60x60		36000,0	36000,0	36000,0	36000,0	54000,0	54000,0
2	50x60		30000,0	30000,0	25000,0	25000,0	45000,0	37500,0
3	50x125		75637,3	52278,8	7762,7	7762,7	86999,4	16551,1
4	30x70		24500,0	24500,0	10500,0	10500,0	36750,0	15750,0
5	50x118		70023,7	46970,9	8260,8	8260,8	79252,2	16808,5
6	50x94		47970,2	30452,8	7940,0	7940,0	52681,8	15304,5
7	60x76		57760,0	57760,0	45600,0	45600,0	86640,0	68400,0
8	50x50		20833,3	20833,3	20833,3	20833,3	31250,0	31250,0
9	50x80		31533,3	19466,8	5622,0	5622,0	33748,7	10832,0
10	40x50		16666,7	16666,7	13333,3	13333,3	25000,0	20000,0
11	HE 240 A		675,2	675,2	230,7	230,7	744,8	351,7
12	50x76		48133,3	48133,3	31666,7	31666,7	72200,0	47500,0

26.3 ábra Felhasznált anyagok

3.2 Mértékadó hatáskombinációk

3.2.1 Hatások összefoglalása

Állandó terhek:

-Szerkezet önsúlya

-Rétegrendi teher

Esetleges terhek:

-Hasznos terhek

-Szélteher

-Hóteher

-Függesztett gépészeti teher

A teherfelvétel az EUROCODE alapján történt.

A biztonsági tényező állandó terhek esetén:

$$\gamma_g := 1.35$$

A biztonsági tényező esetleges terhek esetén:

$$\gamma_q := 1.5$$

3.2.2 Tehercsoportosítások létrehozása

	Csoport	Típus	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Add..
1	ALL1	állandó	1,350	1,000	0,850					✓
2	ESE1	esetleges				1,500	0,700	0,700	0,600	
3	gépészet	esetleges				1,500	1,000	0,500	0	
4	hó	esetleges				1,500	0,500	0,200	0	
5	szél	esetleges				1,500	0,600	0,500	0	

27. ábra Tehercsoportosítások

3.2.3 Teherkombinációk

Teherbírási határállapotok (ULS)

A tartós és ideiglenes tervezési állapothoz, mint alapkombináció:

$$E_{d1} = \sum_{j=1}^n (\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup} + \gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}) + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$$

Használhatósági határállapotok (SLS):

A terhek karakterisztikus kombinációja

$$E_{ser,a} = \sum_{j=1}^n (G_{k,j,sup} + G_{k,j,inf}) + P_{k,i} + Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

A terhek kvázi-állandó kombinációja

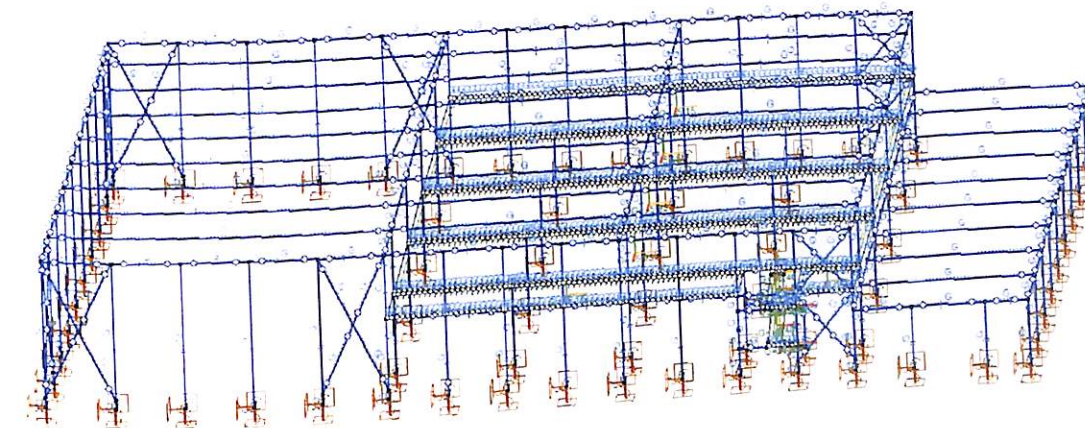
$$E_{ser,c} = \sum (G_{k,j, sup} "+" G_{k,j, inf}) "+" P_{ki} "+" \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.3 Axisban felvett terhek

A feladat dokumentálása során nem térek ki minden teher bemutatására. A következők lesznek dokumentálva:

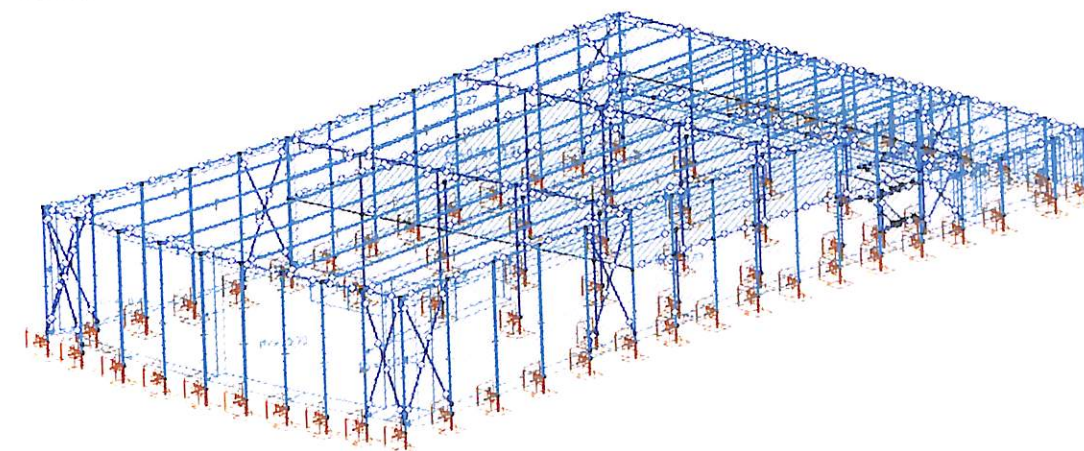
- Önsúly
- Szélteher (2 típusa)
- Hóteher

3.3.1 Önsúly

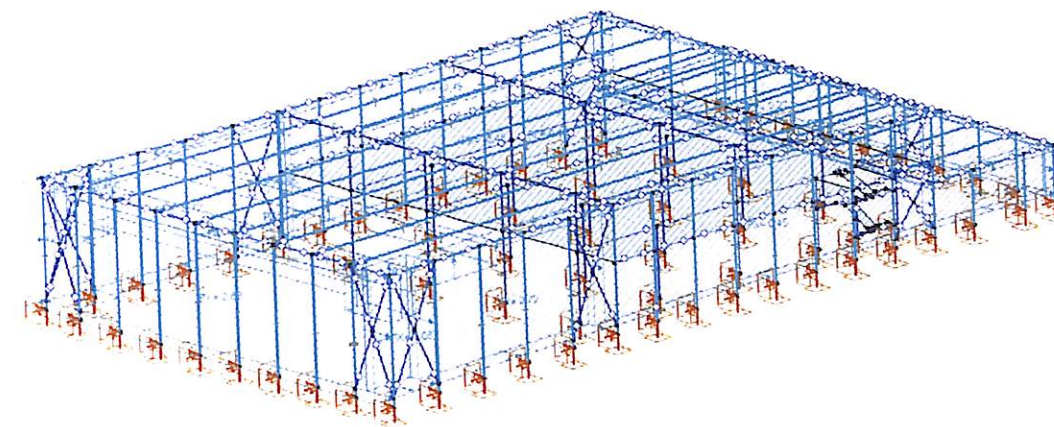


28. ábra Önsúly

3.3.2 Szélteher



29. ábra Szélteher kereszt irányban

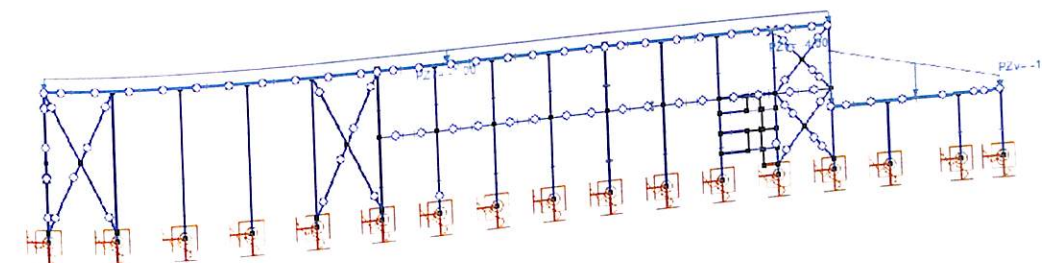


30. ábra Szélteher hosszirányban

Szélterhek felvitelekor az épületet külön kezelem, nem bővítésként. Ha a régi épület elbontásra kerülne akkor is önálló épületként tudjon funkcionálni.

Továbbá a szélteherknél felvettem az I zónát szélnyomásra is.

3.3.3 Hóteher hófelhalmozódással



31. ábra Hóteher

3.3.4 Hálók beállítása

A tartományok felvitelekor a következő háló generálást készítettem

Hálóra szükség volt:

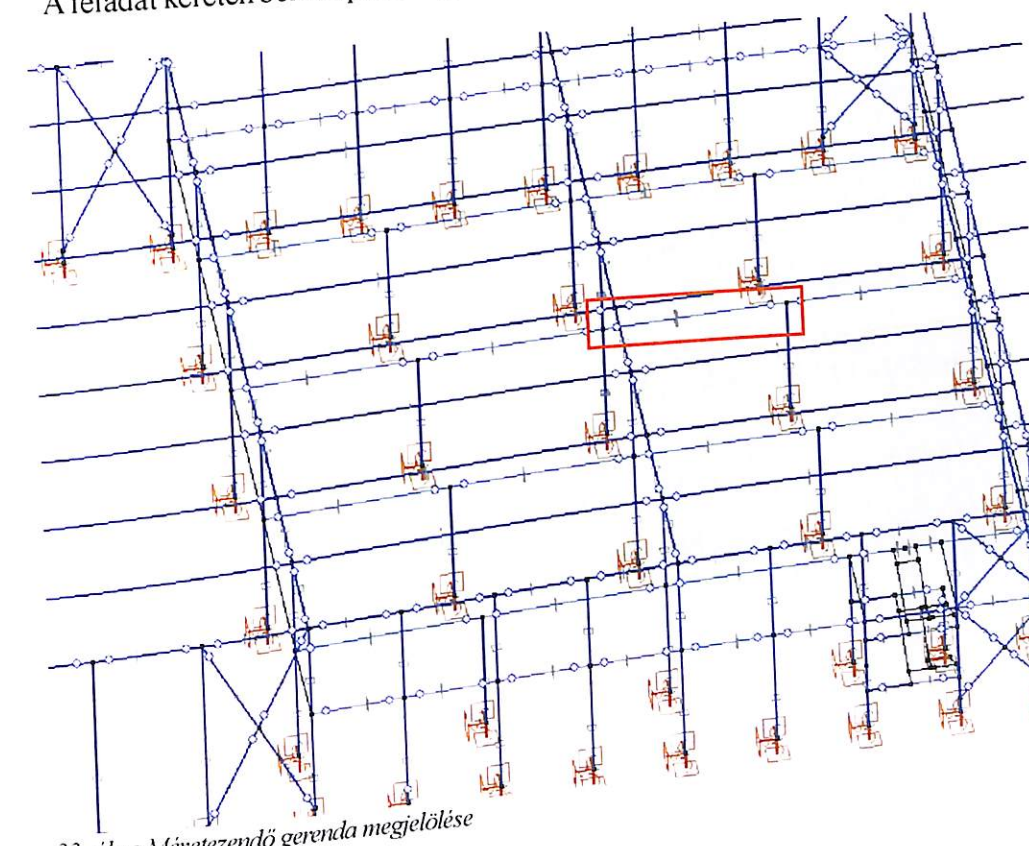
- MF320 nevezetű takarékküreges födémnél
- Monolit vasbeton lépcsőnél



32. ábra Hálók

3.4 Gerenda méretezése

A feladat keretén belül a piros négyzetben megjelölt gerendát méretezem



33. ábra Méretezendő gerenda megjelölése

3.4.1 Hajlításra méretezés kézi számítással

A vasbeton pillérre rátámaszkodó gerendák a takaréktüreges födémlelapok tartását biztosítják

Kiindulási adatok:

Beton: C40/50

$$f_{ck} := 40 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_{cd} := 26.7 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{ctd} := 1.5 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_{ctm} := 3.5 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Betonacél: B500

$$f_{yk} := 500 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_{yd} := 435 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \xi_{c0} := 0.49$$

Keresztmetszeti adatok:

Szélesség $b := 500\text{mm}$ Magasság $h := 760\text{mm}$

A statikai váz kéttámaszú tartó

A tartó hossz: $l_n := 10.75\text{m}$ Feltámaszkodás $v := 25\text{cm}$ Gerenda magasság $h = 0.76\text{m}$ Fesztávolság számítása $l_{\text{eff}} := l_n - 2 \times 0.25\text{m} = 10.25\text{m}$ Alkalmazott kengyelvasalás $\phi_k := 10\text{mm}$ Feltételezett vasátmérő $\phi := 20\text{mm}$

Környezeti osztály: XC1

Betonfedés

 $c_{\text{min.dur}} := 15\text{mm}$ $c_{\text{min.b}} := \phi = 20\text{mm}$ $c_{\text{min}} := \max(c_{\text{min.dur}}, c_{\text{min.b}}, 10\text{mm}) = 20\text{mm}$ $c_{\text{nom}} := 10\text{mm} + c_{\text{min}} = 30\text{mm}$ $d := h - c_{\text{nom}} - \phi_k - \frac{\phi}{2} = 710\text{mm}$

Axis számítás alapján a mértékadó nyomaték:

 $M_{\text{ed}} := 1361.49\text{kN}\cdot\text{m}$

Feltételi egyenlet

$$M_{\text{ed}} < b \cdot x_c \cdot f_{\text{cd}} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$6675 \cdot x_c^2 - 9479 \cdot 10^6 \cdot x_c + 1361.49 \cdot 10^6 = 0$$

Tagokra szétbontva (rész számítások)

$$a := \frac{b \cdot f_{\text{cd}}}{2} = 6.675 \times 10^3 \frac{\text{l}}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

$$b_1 := b \cdot f_{cd} \cdot d = 9.479 \times 10^6 \text{ N}$$

$$c := M_{ed} \cdot 10^6 = 1.361 \times 10^9 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$a := 6675$$

$$b_1 := 9.479 \cdot 10^6$$

$$c := 1361.49 \cdot 10^6$$

Másodfokú egyenlet megoldó képlete

$$x_c := \frac{b_1 - \sqrt{b_1^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2a} = 162.146$$

$$x_c := 163 \text{ mm}$$

$$\xi_c := \frac{x_c}{d} = 0.23 < \xi_{c0} = 0.49$$

Tehát a vas megfolyik!

A mértékadó nyomatékhoz szükséges vasmennyiség

$$A_{s, \text{req}} := \frac{b \cdot x_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 5.002 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

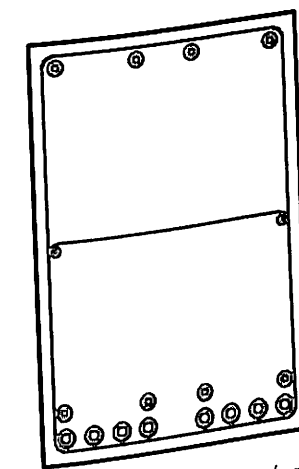
Alkalmazott vasalás

$$A_{s, \text{prov. also}} := 3927 \text{ mm}^2 \quad 8\phi 25$$

$$A_{s, \text{prov. felso}} := 1257 \text{ mm}^2 \quad 4\phi 20$$

$$A_{s, \text{prov}} := A_{s, \text{prov. also}} + A_{s, \text{prov. felso}} = 5.184 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

A vasak két sorban fémek el, ezért változtani kell az erőkart



3.4. ábra Vasalás kiosztása

Tehát az alsó sorba 8 db vas, illetve a felső sorba 4 db vas kerül. Ezek együttesen adják a húzott vasalást.

Vasak közti minimális távolság

$$a_{\min} := \max(25\text{mm}, 16\text{mm} + 5\text{mm}, 20\text{mm}) = 25\text{mm}$$

Ellenőrzés hogy elfér e a 8 db vas alulra

$$\frac{500\text{mm} - 2 \cdot c_{\text{nom}} - 8 \cdot 25\text{mm} - 2 \cdot 12\text{mm}}{7} = 30.857\text{mm}$$

A húzott vasakat súlyozni kell hogy megkapjuk a dolgozó erőkart

Alsó sor vasaknak a távolsága az alsú siktól

$$s_a := c_{\text{nom}} + 10\text{mm} + \frac{25\text{mm}}{2} = 52.5\text{mm}$$

Felső sor vasalás távolsága az alsú siktól

($\phi 25$ fele, illetve amin felkeresítve 5 mm-re)

$$s_f := s_a + 10\text{mm} + 25\text{mm} = 87.5\text{mm}$$

Súlypont távolsága az alsú siktól

$$s_z := \frac{8 \cdot s_a \cdot A_{s,\text{prov. also}} + 4 \cdot s_f \cdot A_{s,\text{prov. felso}}}{8 \cdot A_{s,\text{prov. also}} + 4 \cdot A_{s,\text{prov. felso}}} = 57.329\text{mm}$$

Tehát az új súlypontom az alsú siktól 57,33 mm-re van.

A nyomott betonzóna fele

$$\frac{x_c}{2} = 81.5\text{mm}$$

Ezért az új erőkar (d2):

$$l_{\text{kar}} := h - 57.33\text{mm} - \frac{x_c}{2} = 621.17\text{mm}$$

Ellenőrzés az új erőkarral

$$A_{s,\text{prov}} \cdot f_{yd} \cdot l_{\text{kar}} = 1.401 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kN} > M_{\text{ed}} = 1.361 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

Ellenőrzés visszahelyetessítéssel

$$x_{c,1} := \frac{A_{s,\text{prov}} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 168.917\text{mm}$$

$$b \cdot x_{c,1} \cdot f_{cd} \cdot \left(h - \frac{x_{c,1}}{2} - 57.33\text{mm} \right) = 1.394 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{\text{ed}} = 1.361 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

Tehát megfelel nyomatékra

Szerkesztési szabályok ellenőrzése

Vas minimum ellenőrzése

$$\rho_{\min} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}, 0.0015\right) = 1.82 \times 10^{-3}$$

$$A_{s,\min} := \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 646.1 \cdot \text{mm}^2$$

Vas maximum ellenőrzése

$$A_{s,\max} := b \cdot h \cdot 0.04 = 1.52 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$$

3.4.2 Nyírási teherbírás ellenőrzése

$$V_{ed} := 516 \text{ kN}$$

p.l - A húzott vashányad

c - Dulácska értéke a biztonság javára közelítő képlettel

$$\text{Tartó végén a húzott vas területe: } A_{sl} := A_{s,\text{prov}} = 5.184 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$\rho_l := \min\left(\frac{A_{sl}}{b \cdot d}, 0.02\right) = 0.015$$

$$c := \left(1.2 - \frac{40}{150}\right) - \left(0.15 \cdot \frac{\rho_l}{100} + \frac{0.45}{1 + \frac{708}{1000}}\right) = 0.67$$

A beton nyírási teherbírása

$$V_{Rd,c} := c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd} = 356.693 \cdot \text{kN}$$

$$V_{ed} = 516 \cdot \text{kN}$$

Tehát szükséges nyírási vasalás!

Kengyel vasalás számítása

Az alábbi számításnál 45 fokos repedéseket veszünk figyelembe

$$z := 0.9 \cdot d = 0.639 \text{ m}$$

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{40}{250}\right) = 0.504$$

$$V_{rd,max} := 0.5 \cdot b \cdot z \cdot v \cdot f_{cd} = 2.15 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

Tehát a keresztmetszet bevasalható nyírásra!

Szükséges nyírási teherbírás

$$V_{ed} - V_{Rd,c} = 159.307 \cdot \text{kN}$$

Ekkora erőt kell felvennünk kengyellel

Alkalmazott kengyel távolság

$$s_s := 250 \text{ mm}$$

Kengyel átmérő

$$\phi_k = 10 \cdot \text{mm}$$

$$A_{sw} := 157 \text{ mm}^2$$

$$f_{ywd} := 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$V_{rd,s} := \frac{z}{s_s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = 174.562 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Rd,c} + V_{rd,s} = 531.255 \cdot \text{kN} < V_{ed} = 516 \cdot \text{kN}$$

Tehát az alkalmazott vasalás megfelel

Nyírási vasalás szerkesztési szabályai

Kengyelek legnagyobb távolsága

$$s_{s,max} := \min(1.5 \cdot b, 300 \text{ mm}) = 0.3 \text{ m} \quad s_s = 0.25 \text{ m}$$

Nyírási vashányad

$$\rho_w := \frac{A_{sw}}{200 \text{ mm} \cdot b} = 0.157 \cdot \%$$

Minimális nyírási vashányad

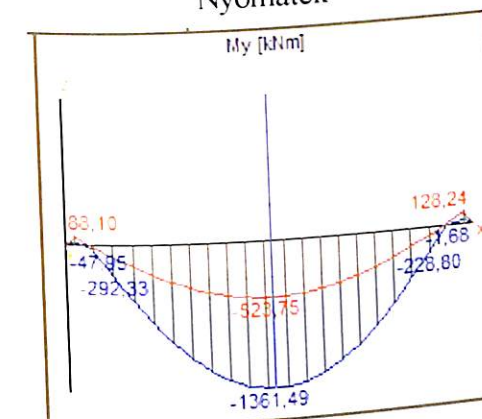
$$\rho_{w,min} := \frac{0.08 \sqrt{40}}{500} = 0.101 \cdot \%$$

Tehát a nyírási vasalásunk megfelel!

3.5.2 Méretezés Axis VM programmal

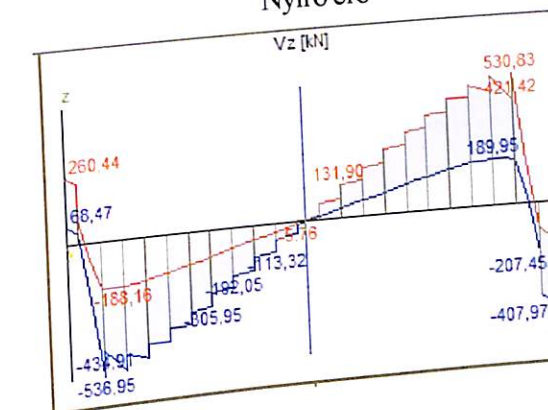
Igénybevételek az ULS (a,b) alapján

Nyomatek



35. ábra Nyomatek

Nyíró erő



36. ábra Nyíró erő

Keresztmetszet: Paraméterek

Beton: C40/50

Szerkezet: csatlakozó

50x10

Minimális betonfedés alkalmazása

Környezeti osztályok, betonfedések

Felső (+z) XC1

Bal (-y) XC1

Jobb (+y) XC1

Alsó (-z) XC1

Hosszvasalás: B500A

Típus: Bordázott

Ör [mm] = 16

Ör [mm] = 16

Ör [mm] = 20

Ör [mm] = 20

Alkalmazott hosszvasalások maximális száma

Kengyel: B500A

Szárok száma: 2

Ör [mm] = 10

Kengyelvonalig lépcső [cm] = 50

37. ábra Paraméterek beállítása

A megengedett repedéstágasság 0.4 mm

Repedéstágasság

☒ Vasalás automatikus növelése a maximális repedéstágasság alapján

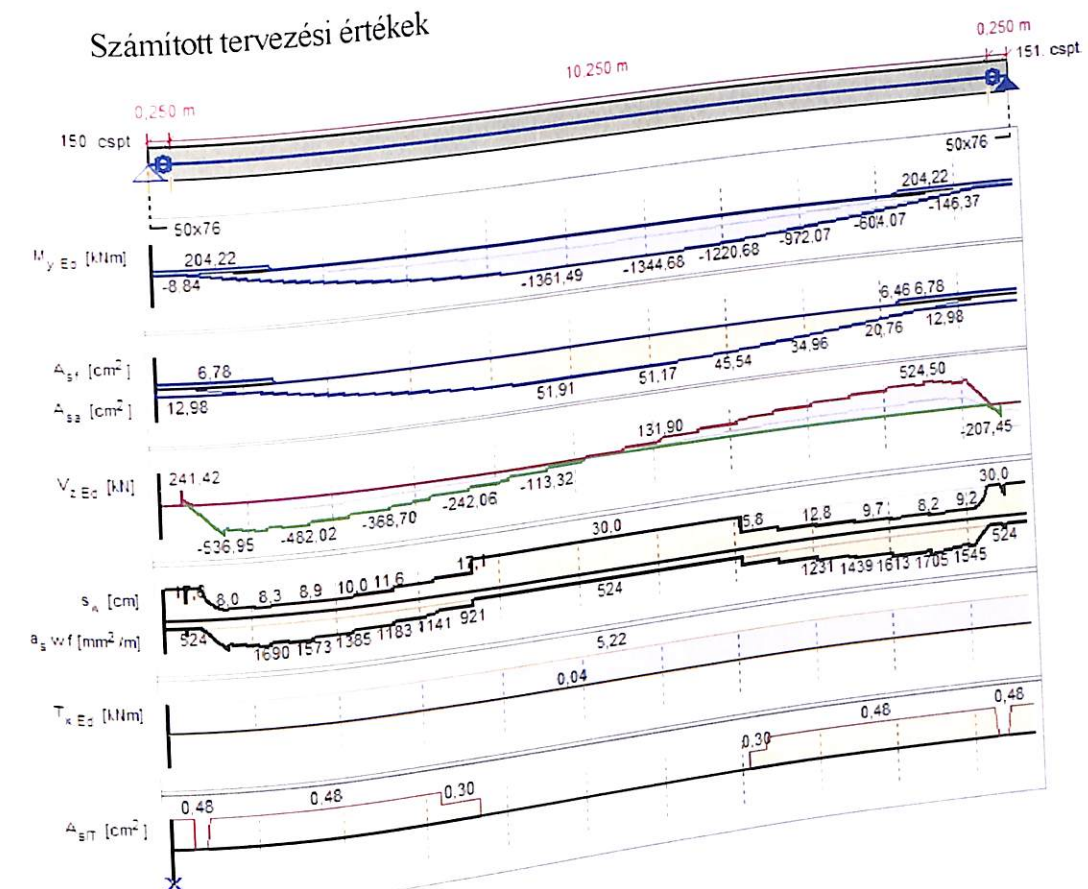
Felső repedéstágasság [mm] = 0,40

Alsó repedéstágasság [mm] = 0,40

☐ Beton húzószilárdságának figyelembe vétele

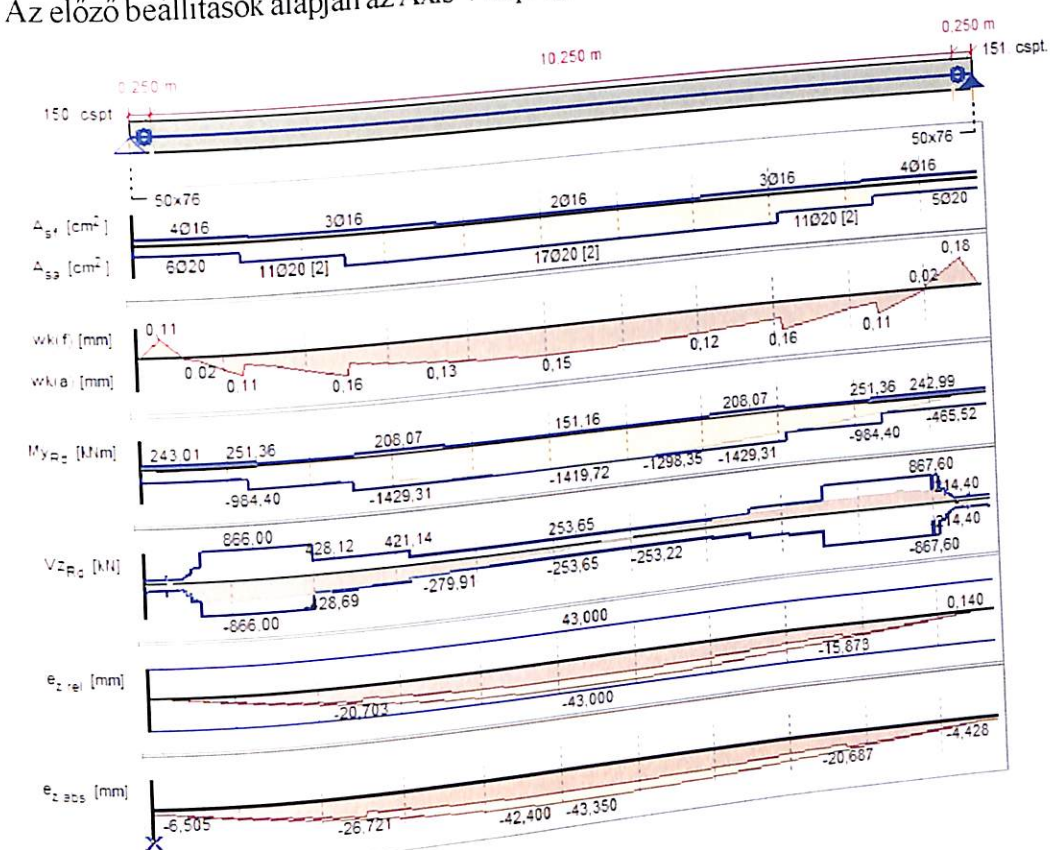
38. ábra Repedéstágasság feltétele

Számított tervezési értékek



39. ábra Tervezés eredmények

Az előző beállítások alapján az Axis VM program által számított gerendavasalás

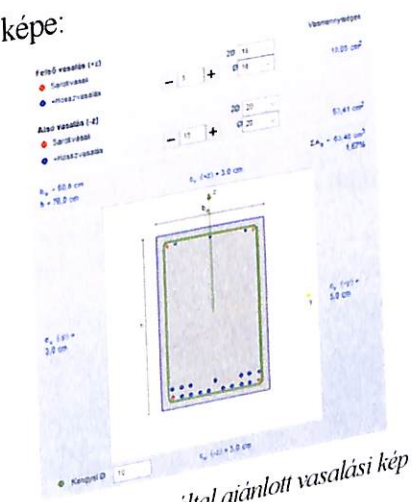


40. ábra Számított tervezési értékek

Eddigi eredmények értékelése:

- A szükséges vasmenyiség a húzott fővasalásra 5190 mm²
- Az Axis VM számított gerendavasalása 17φ20 at tervezett. Ami 5341 mm² vasmenyiség

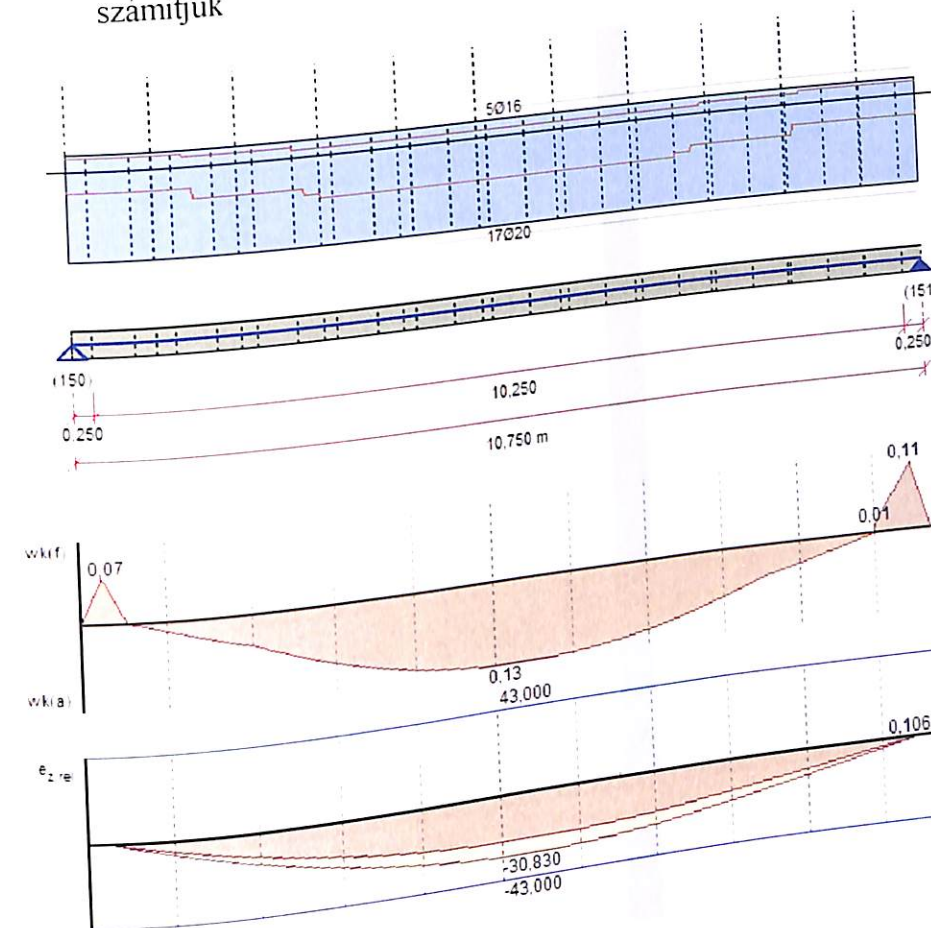
Az alkalmazott vasalás képe:



41. ábra Axis által ajánlott vasalási kép

Lehajlás és repedéstágasság

- A feladatt alatt az előre gyártott gerendának 0,4 mm volt a repedéstágasság határának megadva.
- A lehajlást és a repedéstágasságot az SLS karakterisztikus értékből számítjuk



42. ábra SLS lehajlás és repedéstágasság

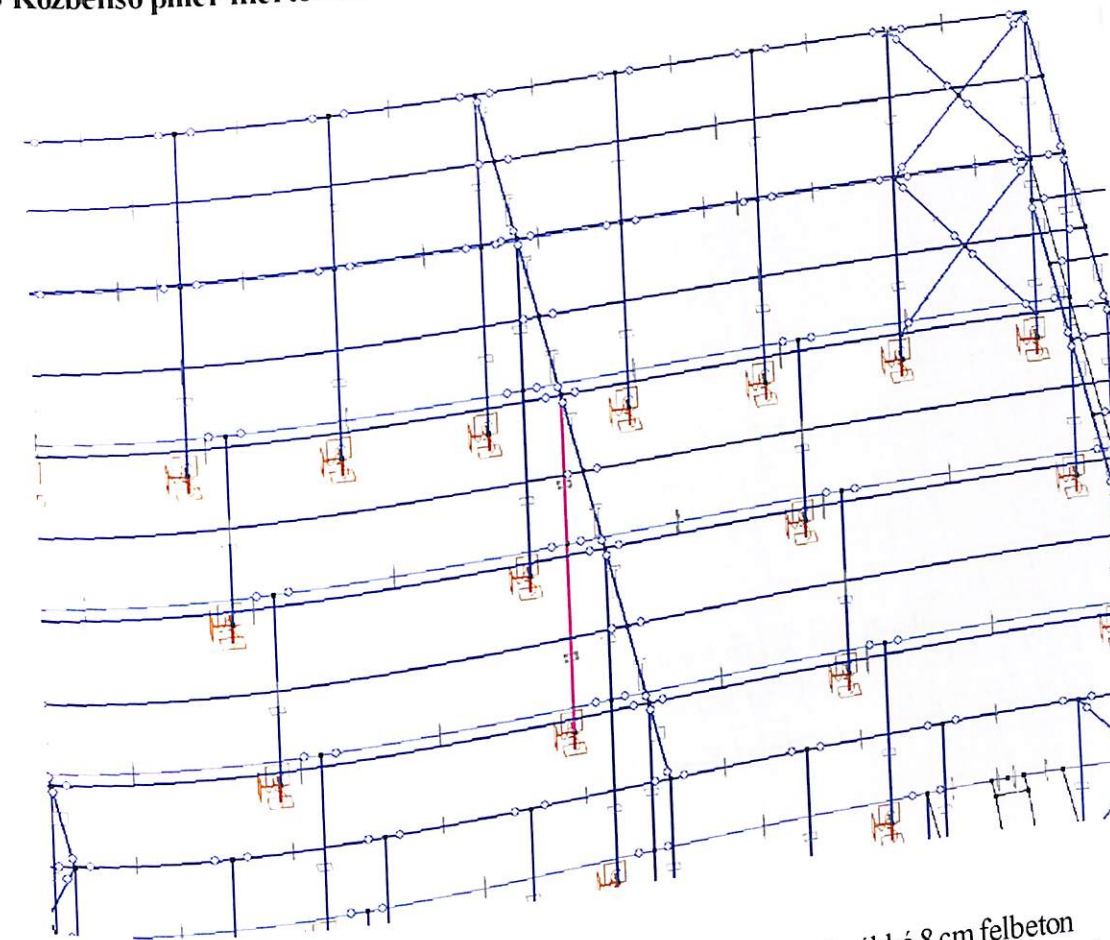
A megengedett lehajlás $L/250$

Megengedett lehajlás ellenőrzése
A lehajlás ellenőrzése csak eredeti anyag és keresztmetszet esetén működik.

43. ábra Axis megengedett lehajlás feltétele

Rúd: L /	250
Konzol: L /	400

3.5 Közbenső pillér méretezése



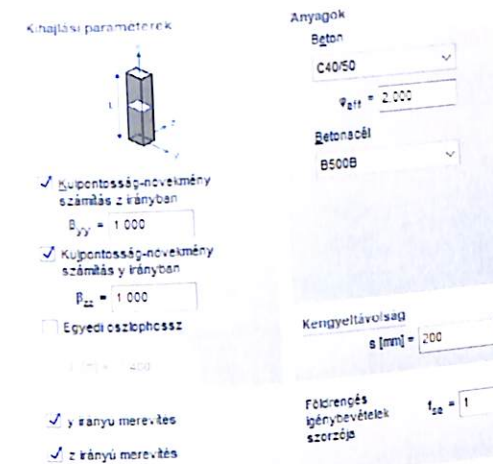
A közbenső födém szerkezete MF 320 takarékküreges panelek. Továbbá 8 cm felbeton borítja. Ezért merev tárcsaként is tud dolgozni. Ez alapján a pillért két különböző részből tervezem meg, amit a födém oszt ketté.

3.5.1 Pillér alsó egységének tervezése Axis VM segítségével

Az pilléreket ULS (a, b) teherkombinációra méretezzük.
A rúd igénybevételek a következők

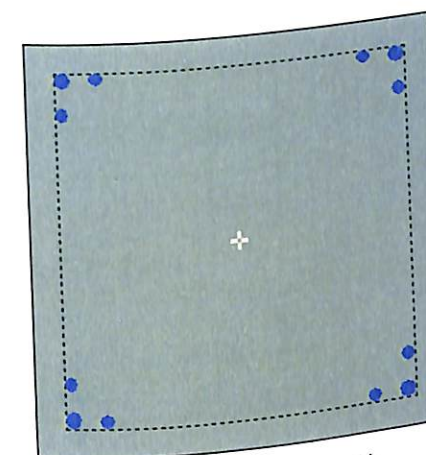
Szelvényneve	K	min	Táv	Csp	Nx	Vy	Vz	Tx	My	Mz
		max	[m]		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
50x50			L=7,480							
				(111)	-3319,53	10,51	-1,91	0	15,02	10,81
Nx min				(150)	-1168,64	-10,96	-13,43	0	17,06	55,39
max	7,480			(111)	-2764,35	-11,29	-14,21	0	123,69	-28,39
Vy min				(111)	-1214,59	18,34	-0,95	0	7,33	22,35
max				(111)	-2901,22	-7,82	-14,25	0	123,97	-23,39
Vz min				(111)	-1282,97	-0,26	-0,71	0	5,55	-1,23
max				(111)	-1398,47	-11,00	-13,54	0	108,23	-18,56
Tx min	0,748			(111)	-3092,62	-0,66	-1,63	0	12,84	-3,26
max				(150)	-1168,73	18,34	-0,95	0	0,23	-114,86
My min				(111)	-2901,22	-7,82	-14,25	0	123,97	-23,39
max	7,480			(150)	-1168,73	18,34	-0,95	0	0,23	-114,86
Mz min				(111)	-2711,72	-11,29	-14,21	0	17,39	56,04
max	7,480			(150)	-1168,73	18,34	-0,95	0	0,23	-114,86

44. ábra Pillér igénybevételek



45. ábra Anyag és kihajlás beállítása

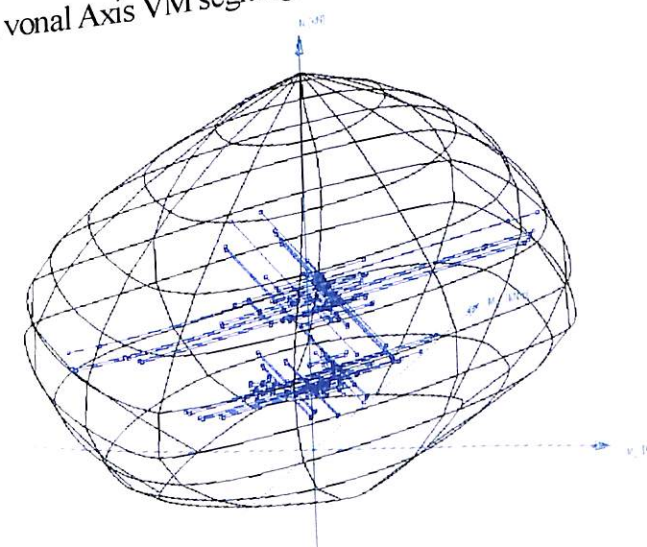
Az alkalmazott keresztmetszeti vasalás



46. ábra Keresztmetszeti vasalás

Fővasalás 4 db $\phi 20$ és 8 db $\phi 16$
 Kengyelezés: $\phi 8 / 200$
 Betonfedés: 3,5 cm

A teherbírási vonal Axis VM segítségével



47. ábra Teherbírási vonal

Tehát a pillér vasalása és keresztmetszete megfelel 98%-os kihasználtságban.

48. ábra Fredmények

3.5.2 Pillér alsó részének ellenőrzése kézi számítással

$$l := 7.48\text{m}$$
$$f_{cd} := 26.7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$
 $\xi_{c0} := 0.49$
$$c_{\text{nom}} := 35\text{mm}$$
$$d := a - c_{\text{nom}} - 8\text{mm} - 10\text{mm} = 447\text{mm}$$

4 ϕ 20 illetve 8 ϕ 16

$$z_S := 410\text{mm}$$

A pillér alul befogott felül csuklós megtámasztású ezért a kihajlási hossz

$$l_0 := l = 7.48 \text{ m}$$

Ellenőrzés

$$N_u := a \cdot b \cdot f_{cd} + A_{s,prov} \cdot f_{yd} = 7.921 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$N_{bal} := b \cdot \xi_{c0} \cdot d \cdot f_{cd} = 2.924 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$x_{c0} := \xi_{c0} \cdot d = 0.219 \text{ m}$$

$$M_s := A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z_s = 510.973 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$\Delta M := N_{bal} \cdot \left(\frac{a}{2} - \frac{x_{c0}}{2} \right) = 410.785 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{rd,max} := M_s + \Delta M = 921.758 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

Külpontosság

Terhelési eset a **legnagyobb nyomatékra és hozzá tartozó normál erőre**

$$M_{ed,y} := 123.97 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{ed,z} := -23.39 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{ed} := 2901 \text{ k}$$

$$e_{e,y} := \frac{M_{ed,y}}{N_{ed}} = 42.734 \cdot \text{mm} \quad e_{e,z} := \frac{M_{ed,z}}{N_{ed}} = -8.063 \cdot \text{mm}$$

Dulácska féle közelítés

$$\text{Harmadik tag: } e_{pre} := \frac{l_0}{10d}$$

$$\Delta e := 0.05 \cdot d + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot e_{pre}^2 \cdot d = 103.634 \cdot \text{mm}$$

$$e_y := e_{e,y} + \Delta e = 146.368 \cdot \text{mm}$$

$$e_z := e_{e,z} + \Delta e = 95.572 \cdot \text{mm}$$

$$M_{ed,y} := N_{ed} \cdot e_y = 424.613 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{ed,z} := N_{ed} \cdot e_z = 277.253 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{rd,y} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 918.52 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

$$M_{rd,z} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 918.52 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

A térbeli vizsgálat Dunkerley féle összefüggés alapján a pillér megfelel!

$$\frac{M_{ed,y}}{M_{rd,y}} + \frac{M_{ed,z}}{M_{rd,z}} = 0.764 < 1$$

Terhelési eset a **legnagyobb normálerőre és a hozzá tartozó nyomatékokra**

$$M_{ed,y} := 15.02 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{ed,z} := 10.81 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad N_{ed} := 3319.53 \text{ kN}$$

$$e_{e,y} := \frac{M_{ed,y}}{N_{ed}} = 4.525 \text{ mm} \quad e_{e,z} := \frac{M_{ed,z}}{N_{ed}} = 3.256 \text{ mm}$$

Dulácska féle közelítés

$$\text{Harmadik tag: } e_{pre} := \frac{l_0}{10d}$$

$$\Delta e := 0.05 \cdot d + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot e_{pre}^2 \cdot d = 103.634 \text{ mm}$$

$$e_y := e_{e,y} + \Delta e = 108.159 \text{ mm}$$

$$M_{ed,y} := N_{ed} \cdot e_y = 359.037 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

$$e_z := e_{e,z} + \Delta e = 106.891 \text{ mm}$$

$$M_{ed,z} := N_{ed} \cdot e_z = 354.827 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

$$M_{rd,y} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 977.317 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{rd,z} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 977.317 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

A térbeli vizsgálat Dunkerley féle összefüggés alapján a pillér megfelel!

$$\frac{M_{ed,y}}{M_{rd,y}} + \frac{M_{ed,z}}{M_{rd,z}} = 0.73 < 1$$

Terhelési eset a **lekisebb normál erőre és a hozzá tartozó nyomatéokra**

$$M_{ed,y} := 0.23 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{ed,z} := -114.86 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{ed} := 1168.73 \text{ kN}$$

$$e_{e,y} := \frac{M_{ed,y}}{N_{ed}} = 0.197 \cdot \text{mm} \quad e_{e,z} := \frac{M_{ed,z}}{N_{ed}} = -98.278 \cdot \text{mm}$$

Dulácska féle közelítés

$$e_{pre} := \frac{l_0}{10d}$$

Harmadik tag:

$$\Delta e := 0.05 \cdot d + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot e_{pre}^2 \cdot d = 103.634 \cdot \text{mm}$$

$$e_y := e_{e,y} + \Delta e = 103.831 \cdot \text{mm}$$

$$M_{ed,y} := N_{ed} \cdot e_y = 121.351 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$e_z := e_{e,z} + \Delta e = 5.357 \cdot \text{mm}$$

$$M_{ed,z} := N_{ed} \cdot e_z = 6.261 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{rd,y} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 675.162 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{rd,z} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 675.162 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

A térbeli vizsgálat Dunkerley féle összefüggés alapján a pillér megfelel!

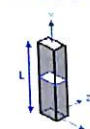
$$\frac{M_{ed,y}}{M_{rd,y}} + \frac{M_{ed,z}}{M_{rd,z}} = 0.189 < 1$$

3.5.3 Pillér felső egységének tervezése Axis VM segítségével

Sz.	Szelvénynév	K	min. max.	Táv [m]	Csp.	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	50x50			L=6,070							
	Nx	min	0	(150)	-1389,76	-11,27	-0,12	0	0,73	-67,58	
	Nx	max	6,070	(105)	-378,12	9,20	-3,94	0	-0,31	-0,44	
	Vy	min	0	(150)	-415,34	-19,15	-0,06	0	0,35	-114,86	
	Vy	max	0	(150)	-1084,79	9,31	-4,00	0	24,01	56,04	
	Vz	min	0	(150)	-1224,11	5,80	-0,05	0	0,30	0,87	
	Vz	max	0	(150)	-485,00	0,15	-0,05	0	0,30	0,87	
	Tx	min	0	(150)	-485,00	0,15	-0,05	0	0,09	-33,49	
	Tx	max	4,249	(105)	-389,29	-19,15	-3,95	0	-0,31	-0,10	
	My	min	6,070	(150)	-844,46	5,76	-4,00	0	24,02	35,10	
	My	max	0	(150)	-1224,11	5,80	-0,05	0	0,35	-114,86	
	Mz	min	0	(150)	-415,34	-19,15	-4,00	0	24,01	56,04	
	Mz	max	0	(150)	-1084,79	9,31	-4,00	0	24,01	56,04	

49. ábra Igénybevételek

Kihajlás: paraméterek



☒ Különtesség-növekmény számítás z irányban
B_{yy} = 2 000

☒ Különtesség-növekmény számítás y irányban
B_{zz} = 2 000

☐ Egyedi osztékosság

L = 6 070

☒ y irányú merevítés

☒ z irányú merevítés

Anyagok

B_{beton}

C40/50

φ_{eff} = 2 000

Betonacél

B500B

Kengyel távolság

s [mm] = 200

Földrendés

igénybevételek

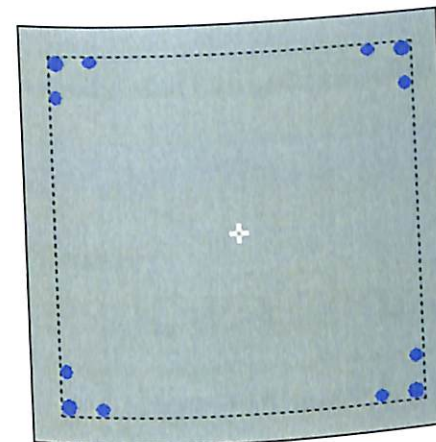
szorzója

f_{se} = 1

A befogás típusa mindkét irányba:
-alul befogott a merev tárcsa miatt
-felül szabad vég

50. ábra Pillér beállításai

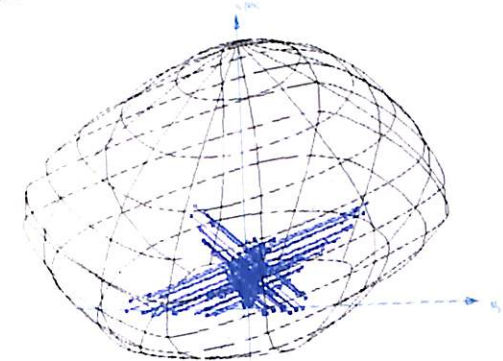
Az alkalmazott keresztmetszeti vasalás - Megegyezik az alsó rész vasalásával



Fővasalás 4 db $\phi 20$ és 8 db $\phi 16$
Kengyelezés: $\phi 8 / 200$
Betonfedés: 3,5 cm

51. ábra Vasalási keresztmetszet

A teherbírási vonal Axis VM segítségével



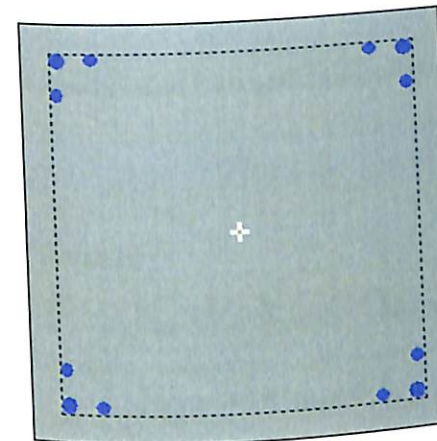
52. ábra Teherbírási vonal

Eurocode-H			Mértékadó
Eset : linearis			
$f_{se} = 1,000$			
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	
min/max			
-7812,72	0	-0,32	
1246,33	0	0,35	
	min/max		
2900,00	-637,56	0	
-2900,00	637,56	0	
		min/max	
-2900,00	0	-637,91	
2900,00	0	638,17	
Keresztmetszet 50x50			
A_b [cm ²] = 2500,00			
B500B			
vasalás 50x50 4d20d16			
A_s/A_b [%] = 1,15			
Kihasznátság			
$\epsilon(N = all.) = 0,852$			

53. ábra Eredmények

Tehát a pillér vasalása és keresztmetszete megfelel 85%-os kihasználtságban.

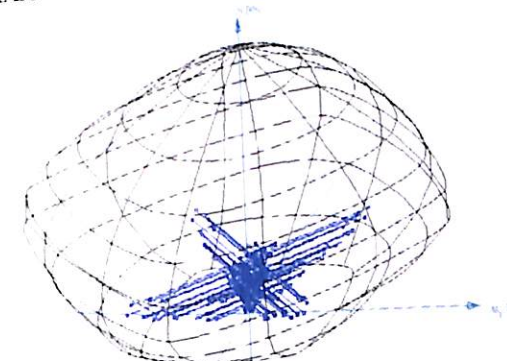
Az alkalmazott keresztmetszeti vasalás - Megegyezik az alsó rész vasalásával



Fővasalás 4 db $\phi 20$ és 8 db $\phi 16$
Kengyelezés: $\phi 8 / 200$
Betonfedés: 3,5 cm

51. ábra Vasalási keresztmetszet

A teherbírási vonal Axis VM segítségével



52. ábra Teherbírási vonal

Eurocode-H			
Eset : lineáris Mertekadó			
$f_{se} = 1,000$			
N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	
min/max			
-7812,72	0	-0,32	
1246,33	0	0,35	
	min/max		
2900,00	637,56	0	
-2900,00	637,56	0	
		min/max	
-2900,00	0	-537,91	
2900,00	0	538,17	
C40/50			
Keresztmetszet 50x50			
Ab [cm ²] = 2500,00			
B500B			
vasalás 50x50 4d20d16			
As/Ab [%] = 1,15			
Kihasznátság			
$\varepsilon(N = \text{áll.}) = 0,852$			

Tehát a pillér vasalása és keresztmetszete megfelel 85%-os kihasználtságban.

53. ábra Eredmények

3.5.4 Pillér felső részének ellenőrzése kézi számítással

Az pillér alul befogott felül szabadvégű, ezért a kihajlási hossz

$$l := 6.07\text{m} \quad l_0 := 1.2 = 12.14\text{m}$$

Ellenőrzés

$$N_u := a \cdot b \cdot f_{cd} + A_{s,\text{prov}} \cdot f_{yd} = 7.921 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$N_{\text{bal}} := b \cdot \xi_{c0} \cdot d \cdot f_{cd} = 2.924 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$x_{c0} := \xi_{c0} \cdot d = 0.219\text{m}$$

$$M_s := A_{s,\text{prov}} \cdot f_{yd} \cdot z_s = 510.973 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$\Delta M := N_{\text{bal}} \cdot \left(\frac{a}{2} - \frac{x_{c0}}{2} \right) = 410.785 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{\text{rd,max}} := M_s + \Delta M = 921.758 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

Külpontosság

Terhelési eset a legnagyobb nyomatékra és hozzá tartozó normál erőre

$$M_{\text{ed,y}} := 0.35 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{ed,z}} := -114.86 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{\text{ed}} := 415 \text{ kN}$$

$$e_{e,y} := \frac{M_{\text{ed,y}}}{N_{\text{ed}}} = 0.843 \cdot \text{mm} \quad e_{e,z} := \frac{M_{\text{ed,z}}}{N_{\text{ed}}} = -276.771 \cdot \text{mm}$$

Dulácska féle közelítés

$$\text{Harmadik tag: } e_{\text{pre}} := \frac{l_0}{10d}$$

$$\Delta e := 0.05 \cdot d + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot e_{\text{pre}}^2 \cdot d = 217.554 \cdot \text{mm}$$

$$e_y := e_{e,y} + \Delta e = 218.398 \cdot \text{mm}$$

$$M_{\text{ed,y}} := N_{\text{ed}} \cdot e_y = 90.635 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$e_z := e_{e,z} + \Delta e = -59.217 \cdot \text{mm}$$

$$M_{ed,z} := N_{ed} \cdot e_z = -24.575 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{rd,y} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 569.274 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{rd,z} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 569.274 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

A térbeli vizsgálat Dunkerley féle összefüggés alapján a pillér megfelelő!

$$\frac{M_{ed,y}}{M_{rd,y}} + \frac{M_{ed,z}}{M_{rd,z}} = 0.116 < 1$$

Terhelési eset a **legnagyobb normálerőre és a hozzá tartozó nyomatékokra**

$$M_{ed,y} := 0.73 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{ed,z} := -67.58 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{ed} := 1389.75 \text{ kN}$$

$$e_{e,y} := \frac{M_{ed,y}}{N_{ed}} = 0.525 \cdot \text{mm} \quad e_{e,z} := \frac{M_{ed,z}}{N_{ed}} = -48.627 \cdot \text{mm}$$

Dulácska féle közelítés

$$\text{Harmadik tag: } e_{pre} := \frac{l_0}{10d}$$

$$\Delta e := 0.05 \cdot d + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot e_{pre}^2 \cdot d = 217.554 \cdot \text{mm}$$

$$e_y := e_{e,y} + \Delta e = 218.079 \cdot \text{mm}$$

$$M_{ed,y} := N_{ed} \cdot e_y = 303.076 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$e_z := e_{e,z} + \Delta e = 168.927 \cdot \text{mm}$$

$$M_{ed,z} := N_{ed} \cdot e_z = 234.766 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{rd,y} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 706.212 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$M_{rd,z} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 706.212 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

A térbeli vizsgálat Dunkerley féle összefüggés alapján a pillér megfelel!

$$\frac{M_{ed,y}}{M_{rd,y}} + \frac{M_{ed,z}}{M_{rd,z}} = 0.762 < 1$$

Terhelési eset a **legkisebb normál erőre és a hozzá tartozó nyomatékra**

$$M_{ed,y} := 0.35 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{ed,z} := -114.86 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad N_{ed} := 415.34 \text{ kN}$$

$$e_{e,y} := \frac{M_{ed,y}}{N_{ed}} = 0.843 \cdot \text{mm} \quad e_{e,z} := \frac{M_{ed,z}}{N_{ed}} = -276.545 \cdot \text{mm}$$

Dulácska féle közelítés

$$\text{Harmadik tag: } e_{pre} := \frac{l_0}{10d}$$

$$\Delta e := 0.05 \cdot d + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot e_{pre}^2 \cdot d = 217.554 \cdot \text{mm}$$

$$e_y := e_{e,y} + \Delta e = 218.397 \cdot \text{mm}$$

$$M_{ed,y} := N_{ed} \cdot e_y = 90.709 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

$$e_z := e_{e,z} + \Delta e = -58.99 \cdot \text{mm}$$

$$M_{ed,z} := N_{ed} \cdot e_z = -24.501 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

$$M_{rd,y} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 569.322 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

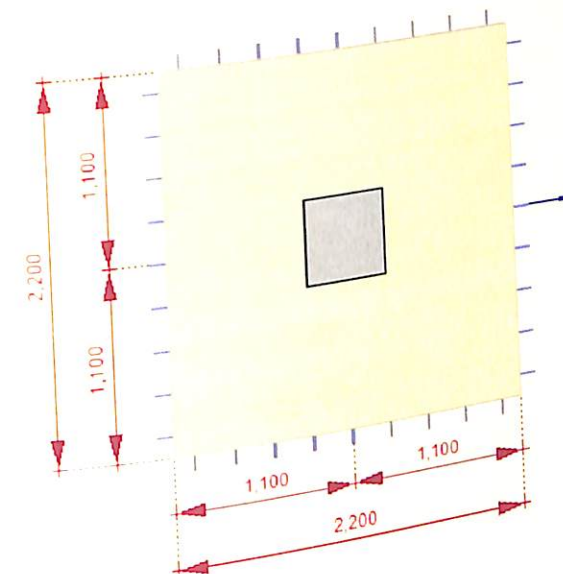
$$M_{rd,z} := M_s + \frac{N_{ed}}{N_{bal}} \cdot \Delta M = 569.322 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

A térbeli vizsgálat Dunkerley féle összefüggés alapján a pillér megfelel!

$$\frac{M_{ed,y}}{M_{rd,y}} + \frac{M_{ed,z}}{M_{rd,z}} = 0.116 < 1$$

3.6 Alaptest méretezése

Az alaptest veszi át a terheket a pillérektől és adja tovább a teherhordó talajra. Első lépésben az alaptest geometriáját fogom megállapítani, illetve ellenőrizni talajtörésre. A feladat megoldását iterációs módszer segítségével hajtottam végre.



54. ábra Alaptest geometriája

3.6.1 Kiinduló adatok

Alaptest és elhelyezkedésének geometriája

$$L := 220 \text{ cm}$$

$$B := 220 \text{ cm}$$

$$h := 50 \text{ cm}$$

$$b := 90 \text{ cm}$$

$$l := 90 \text{ cm}$$

$$\gamma_a := 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$t_0 := 1.3 \text{ m}$$

$$h_v := 0$$

$$\gamma_v := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Mértékadó terhek

Függőleges tervezési érték Axis VM számítása alapján

$$G_{v,ed} := 3319 \text{ kN}$$

Függőleges karakterisztikus teher Axis VM számítása alapján

$$G_{v,k} := 2514.52 \text{ kN}$$

Önsúlyból keletkező vízszintes teher

$$G_{h,k} := 0 \text{ kN}$$

Esetleges terhekből keletkező függőleges teher. Ami esetünkben ez benne van az Axis által kiadott értékekbe

$$Q_{v,k} := 0 \text{ kN}$$

Esetleges terhekből keletkező vízszintes teher karakterisztikus értéke

$$Q_{h,k} := 18.34 \text{ kN}$$

Kezdeti nyomatekók

$$M_{B,0} := 15.37 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{L,0} := 81.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Talajmechanikai adatok a teherhordó talajra

$$\varphi_k := 30^\circ \quad \text{Belső surlódási szög}$$

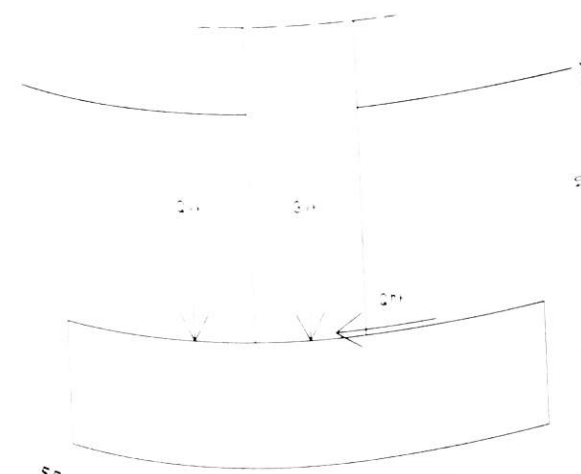
$$c_k := 0 \quad \text{Kohézió}$$

$$\alpha := 0$$

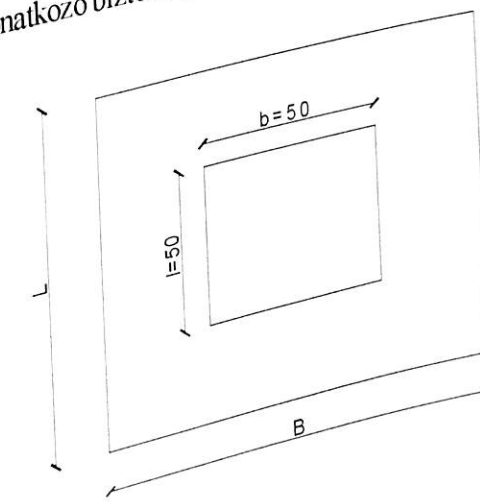
Biztonsági tényezők

$$\gamma_G := 1.35 \quad \text{Állandó terhekre vonatkozó biztonsági tényező}$$

$$\gamma_Q := 1.5 \quad \text{Esetleges terhekre vonatkozó biztonsági tényező}$$



55. ábra Igénybevételek oldal metszetből



56. ábra Felülről

3.6.2 Igénybevételek számítása törőképlethez

Az alaptest súlya

$$G_a := B \cdot L \cdot h \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 60.5 \cdot \text{kN}$$

Az alaptest feletti föld súlya

$$G_f := (B \cdot L - b \cdot l) \cdot t_0 \cdot \gamma_a = 94.302 \cdot \text{kN}$$

Az alaptestre ható felhajtó erő

$$F_f := B \cdot L \cdot h_v \cdot \gamma_v = 0$$

Sikalap alatti talajtörés ellenőrzése

Az alapra jutó igénybevételek karakterisztikus értéke

$$V_k := G_{v,k} + G_a + G_f - F_f = 2.669 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

Függőleges teher

$$H_k := G_{h,k} + Q_{h,k} = 18.34 \cdot \text{kN}$$

Vízszintes teher

Tervezési érték

$$V_d := G_{v,ed} + \gamma_G \cdot (G_a + G_f) + \gamma_Q \cdot Q_{v,k} = 3.528 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$H_d := \gamma_G \cdot G_{h,k} + Q_{h,k} = 18.34 \cdot \text{kN}$$

3.6.3 Törőképlet meghatározása

Az eredő helye az alapsíkon

$$e_{B,k} := \frac{M_{B,0}}{V_k} = 5.758 \cdot \text{mm}$$

$$e_{L,k} := \frac{M_{L,0}}{V_k} = 30.453 \cdot \text{mm}$$

Az alap dolgozó szélessége

$$B_d := B - 2 \cdot e_{B,k} = 2.188 \cdot \text{m}$$

Az alap dolgozó hossza

$$L_d := L - 2 \cdot e_{L,k} = 2.139 \cdot \text{m}$$

Az alap dolgozó területe

$$A_d := L_d \cdot B_d = 4.681 \cdot \text{m}^2$$

A teherbírási tényezők

$$\tan_{pre} := \tan(60^\circ) = 1.732 \quad \text{Tangens}(45^\circ + 30^\circ/2)$$

$$N_q := e^{\pi \cdot \tan(\varphi_k) \cdot \tan_{pre}^2} = 18.401$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \frac{1}{\tan(\varphi_k)} = 30.14$$

$$N_y := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi_k) = 20.093$$

Az alakí tényezők

$$s_q := 1 + \frac{B_d}{L_d} \cdot \sin(\varphi_k) = 1.512$$

$$s_c := \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = 1.541$$

$$s_y := 1 - 0.3 \cdot \frac{B_d}{L_d} = 0.693$$

Alapferdeségi tényező

$$b_{q,pre} := (1 - \alpha \cdot \tan(\varphi_k)) = 1$$

$$b_q := b_{q,pre}^2 = 1$$

$$b_c := \frac{b_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = 1$$

$$b_y := 1$$

Ferdeségi tényező paraméterei

$$f := \frac{H_k}{V_k + B_d \cdot L_d \cdot c_k \cdot \frac{1}{\tan(\varphi_f)}} = 6.871 \times 10^{-3}$$

$$m_B := \frac{2 + \frac{B_d}{L_d}}{1 + \frac{B_d}{L_d}} = 1.494 \quad m_L := \frac{2 + \frac{L_d}{B_d}}{1 + \frac{L_d}{B_d}} = 1.506$$

$$m_m := m_L = 1.506$$

A ferdeségi tényező

$$i_{q,pre} := (1 - f)$$

$$i_q := i_{q,pre}^{m_m} = 0.99$$

$$i_c := \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = 0.989$$

$$i_{y,pre} := (1 - f)$$

$$i_y := i_{y,pre}^{m_m+1} = 0.983$$

Hatékony takarási feszültség

$$q := 0.3m \cdot 25 \frac{kN}{m^3} + 0.2 \cdot m \cdot 22 \frac{kN}{m^3} + 0.3 \cdot m \cdot 20 \frac{kN}{m^3} + 0.9 \cdot m \cdot 22 \frac{kN}{m^3} = 37.7 \frac{kN}{m^2}$$

Alap alatti térogat súly

$$\gamma_d := 22 \frac{kN}{m^3}$$

$$q_{tag} := q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q = 1.038 \times 10^3 \frac{kN}{m^2}$$

$$c_{tag} := c_k \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c = 0$$

$$s_{tag} := 0.5 \cdot \gamma_d \cdot B_d \cdot N_y \cdot b_y \cdot s_y \cdot i_y = 329.503 \frac{kN}{m^2}$$

$$R_k := A_d \cdot (q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + c_k \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + 0.5 \cdot \gamma_d \cdot B_d \cdot N_y \cdot b_y \cdot s_y \cdot i_y) = 6.401 \times 10^3 \cdot kN$$

$$R_d := \frac{R_k}{1.4} = 4.572 \times 10^3 \cdot kN$$

$$V_d = 3.528 \times 10^3 \cdot kN$$

$$\frac{R_d}{V_d} = 1.296 \quad \text{Teherbírásra megfelel!}$$

$$\frac{V_d}{R_d} = 0.772 \quad \text{Kihasznátság 77,2%-ban!}$$

3.6.4 Alaptest átszűrődés vizsgálata

Pillér geometriája

$$a := 0.5 \text{ m}$$

$$b := 0.5 \text{ m}$$

$$u_0 := 1600 \text{ mm}$$

$$H := 0.5 \text{ m}$$

alaptest magassága

$$d := 0.8H = 0.4 \text{ m}$$

dolgozó magasság

$$N_{ed, \max} := 3319.53 \text{ kN}$$

maximális igénybevétel

Beton adatai

C 30/37

$$f_{ck} := 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{cd} := 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Beton igénybevétele

$$V_{ed} := \frac{N_{ed, \max}}{u_0 \cdot d} = 5.187 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Beton teherbírése

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right) = 0.528$$

$$V_{rd, \max} := 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} = 5.28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

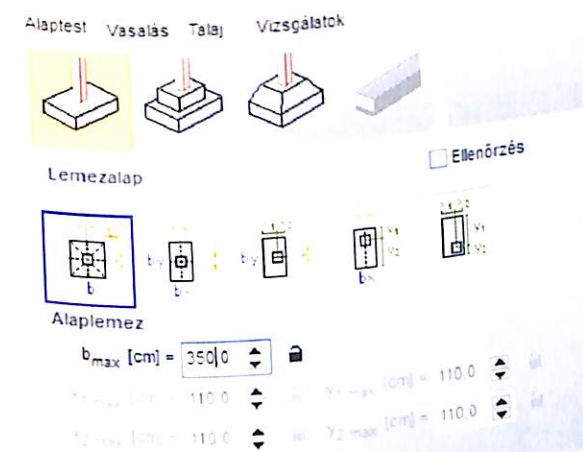
$$\frac{V_{ed}}{V_{rd, \max}} = 0.982$$

Tehát pontalap nyírási vasalás nélkül átszűrődésre **megfelel!**

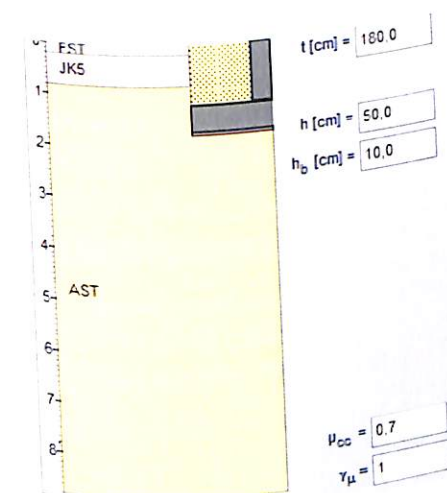
3.6.5 Alaptest tervezése Axis VM program segítségével

Az Axis Vm program alaptest tervezési elmélete szerint első körben a program fogja kiszámolni az alaptest méretét az általam megadott talajadatok alapján, illetve terhelés alapján. Második lépésként az alaptest értékét megnövelem, illetve kerekítem és ellenőrzésként futtatom le.

A beállításaim alapján az alaptest lemezalap. Az ellenőrzés mező üresen hagyásával tudatjuk a programmal hogy ő adja meg az alaptest geometriáját.

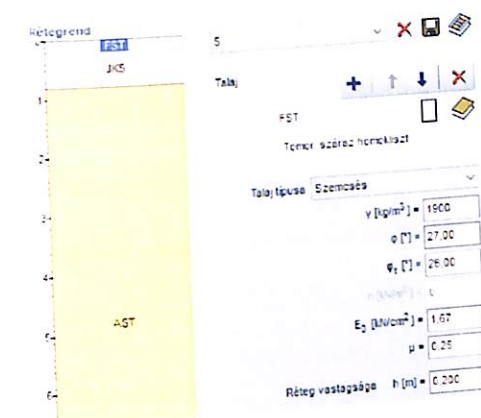


57. ábra Alaptest beállítása Axis VM-ben

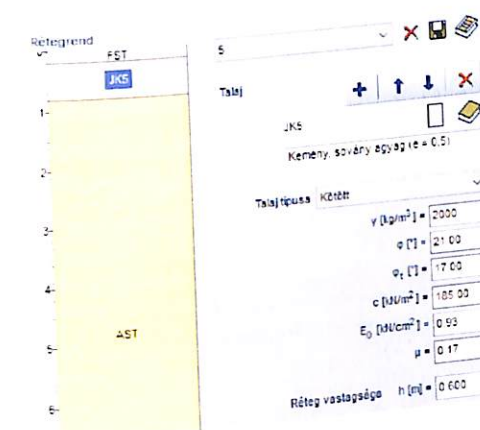


58. ábra Talajok felvétele a fűrészek alapján

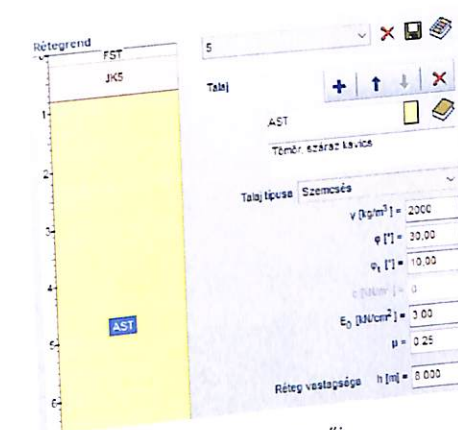
Az alaptest vertikális geometriájának felvétele. 50 cm-es az alaptest magassága, valamint 10 cm szerelőbeton van előírva. A 180cm-es mélység a következő elemekből áll:
 -50 cm a talaj és a kehelynek között
 -60 cm kehelynyak magasság
 -50 cm alaptest magasság
 -10 cm szerelő beton



59. ábra Első talaj jellemzői



60. ábra Második talaj jellemzői



61. ábra Harmadik talaj jellemzői

A program minden vizsgálatot végezzen el.

☒ Talajrétegek ellenőrzése
 Megengedett maximums károsodás = 10000

☒ Az alap elcsúszása a szerkezetben
 Megengedett maximum károsodás = 1000

☒ A szerkezet és a talaj közötti elcsúszás
 Megengedett maximum károsodás = 1000

☒ Súlyösszámítás
 Megengedett maximum súlyterhelés [mm] = 50000

☒ Helyzet átekonyág
 Megengedett maximum károsodás = 1000

A felborulás forgástengelyének távolsága az alapostól szélétől az alapostól mért mérték arányában
 Megengedett maximum = 0.100

☒ Tervezés különössége
 Különösség az alapostól mért mérték arányában
 Megengedett maximum = 0.330

Különösségi határgörbe típusa

62. ábra Vizsgálatok kiválasztása

A beállítások alapján a következő eredményeket kaptam:

Eurocode-H	
Lemezalap	
C30/37	
46. csp. támasz	
Tehereset : lineáris, (Összes ULS (a, b)) Mértékadó	
$f_{se} =$	1,000
$b_x [cm] =$	204,0
$b_y [cm] =$	204,0
$t [cm] =$	180,0
$h_1 [cm] =$	50,0
$h_b [cm] =$	10,0
B500A	
$a_{sx1} [mm^2/m] =$	1360
$a_{sy1} [mm^2/m] =$	1412
$\Lambda_{R,v} =$	0,990
$\Lambda_{R,h,s} =$	0,076
$\Lambda_{R,h,b} =$	0,019
$\Lambda_{EQU,max} =$	0,100
$\Lambda_{EQU,max} =$	0,057
$\sigma' [kN/m^2] =$	412,00
$q' [kN/m^2] =$	35,12
Süllyedés [mm] =	12,905
Határmélység [m] =	-6,160

63. ábra Tervezési eredménytábla

Vagyis a törőképlet kihasználtsága 99%
Ebből következik hogy növelni fogom az
alaptest méretét ami a számítások
alapján:

- $b_x = 204 \text{ cm}$
- $b_y = 204 \text{ cm}$

A növelt geometria 220 cm X 220 cm. Minden egyéb beállítás megegyezik az előzőekben leírtakkal.

Lemezalap ☒ Ellenőrzés

Alaplemez

$b [cm] = 220,0$

$x_1 [cm] = 110,0$

$x_2 [cm] = 110,0$

$y_1 [cm] = 110,0$

$y_2 [cm] = 110,0$

64. ábra Egyenlő oldalú alap kiválasztása

Ezáltal a következő eredményeket kapom

Eurocode-H	
Lemezalap	
C30/37	
46. csp. támasz	
Tehereset : lineáris, (Összes ULS (a, b)) Mértékadó	
f_{se}	1,000
b_x [cm]	220,0
b_y [cm]	220,0
t [cm]	180,0
h_1 [cm]	50,0
h_b [cm]	10,0
B500A	
a_{sx1} [mm ² /m]	1440
a_{sy1} [mm ² /m]	1496
$\Lambda_{R,v}$	0,842
$\Lambda_{R,h,s}$	0,075
$\Lambda_{R,h,b}$	0,019
$\Lambda_{EQU,max}$	0,091
$\Lambda_{EQU,max}$	0,052
$Y_{ecc,max}$	354,49
σ [kN/m ²]	35,12
q [kN/m ²]	11,742
Sullyedés [mm]	-6,123
Határmélység [m]	

Vagyis a legnagyobb kihasználtság talajtörésre keletkezik, ami 84%.
Tehát az alaptest geometriája megfelel.

65. ábra Eredmények

Az Axis Vm program segítségével meghatározom a vasalást. Az igényeket az eredmény táblánál rögtön kiírta, vagyis 1257 mm² alul, két irányban.

☒ Vasalás számítása

Lemezvastagság: 50,0 cm

Betonacél: B500A

Betonfedés

c_T [cm] = 3,5 (2,0 - 23,0)

c_B [cm] = 3,5 (2,0 - 23,4)



Átmérő

Irány

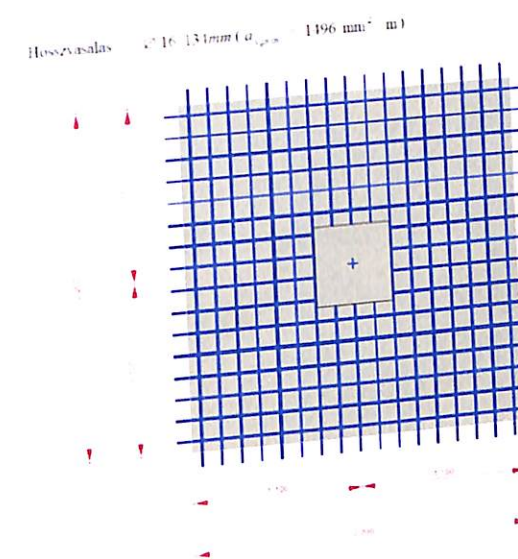
$\emptyset$ [mm] = 20 x y

$\emptyset$ [mm] = 20 x y

$\emptyset$ [mm] = 16 x y

$\emptyset$ [mm] = 16 x y

66. ábra Vasalás beállítása panel



67. ábra Alsó vasalás mindkét irányban.

A program lehetőséget ad a teljes számítás végig követésére és dokumentálására. Ebből a szükséges vasalás: alsó vasalás $\phi 16/150 \text{ mm/m}$ mind a két irányban.

3.6.6 Alaptest vasalása hajlításra kézi számítással

$$\delta_a := 355 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Feszültség a talajra

$$l_a := \frac{220 \text{ cm} - 50 \text{ cm}}{2} = 0.85 \text{ m}$$

Az oszlop szélétől az alaptest széléig mért távolság

$$h = 0.5 \text{ m}$$

Szerkezet magasság

Beton adatai

C 30/37

$$f_{ck} := 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{cd} := 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonacél

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

Beton takarás

$$c_{nom} := 35 \text{ mm}$$

Feltételezett fővas

$$\phi 12$$

Dolgozó magasság

$$d := h - c_{\text{nom}} - \frac{12\text{mm}}{2} = 0.459\text{m}$$

1 méteres sávra számított nyomaték

$$M_{\text{ed},a} := \frac{l_a^2 \cdot \delta_a \cdot 1\text{m}}{2} = 128.244\text{kN}\cdot\text{m}$$

Feltételi egyenlet

$$M_{\text{ed}} < b \cdot x_c \cdot f_{\text{cd}} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right)$$

Tagokra szétbontva (rész számítások)

$$a := \frac{1000\text{mm} \cdot f_{\text{cd}}}{2} = 1 \times 10^4 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

$$b_1 := 1000\text{mm} \cdot f_{\text{cd}} \cdot d = 9.18 \times 10^6 \text{N}$$

$$c := M_{\text{ed},a} = 128.244\text{m}\cdot\text{kN}$$

$$a := 10000$$

$$b_1 := 9.18 \cdot 10^6$$

$$c := 128.244 \cdot 10^6$$

Másodfokú egyenlet megoldó képlete

$$x_c := \frac{b_1 - \sqrt{b_1^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2a} = 14.189$$

$$x_c := 14.2\text{mm}$$

Szükséges vasmenyiség

$$A_{s,\text{req},a} := \frac{1000\text{mm} \cdot x_c \cdot f_{\text{cd}}}{f_{y,d}} = 652.874\text{mm}^2$$

$$A_{s,\text{prov},a} := 754\text{mm}^2 \quad \phi 12 / 150\text{mm}$$

Ellenőrzés

$$x_c := \frac{A_{s,prov,a} \cdot f_{yd}}{1000mm \cdot f_{cd}} = 16.399mm$$

$$M_{rd,a} := 1000mm \cdot f_{cd} \cdot x_c \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right) = 147.858 kN \cdot m$$

$$\frac{M_{ed,a}}{M_{rd,a}} = 0.867 \quad \text{Tehát a vasalás 87\%-os kihasználtsággal megfelel}$$

3.6.7 Kehelynyak méretezés

Ez a szerkezet biztosítja a befogását a pillérnek, vagyis az épület merevségét adja. Ezért a méretezés során a pillérben fellépő nyomatékokat és vízszintes erőt vesszük fel vele. A tervezés során a nyomatékból és a vízszintes erőből számoljuk a húzást amit vasbeton elmélet alapján méretezünk.

Mértékadó igénybevételek a pillér alján

$$M_{ed} := 124 kN \cdot m$$

$$V_{ed} := 15.27 kN$$

$$N_{ed} := 3319.53 kN$$

Beton C25/30-XC1-F16-F3

$$f_{ck} := 25 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} := 16.7 \frac{N}{mm^2}$$

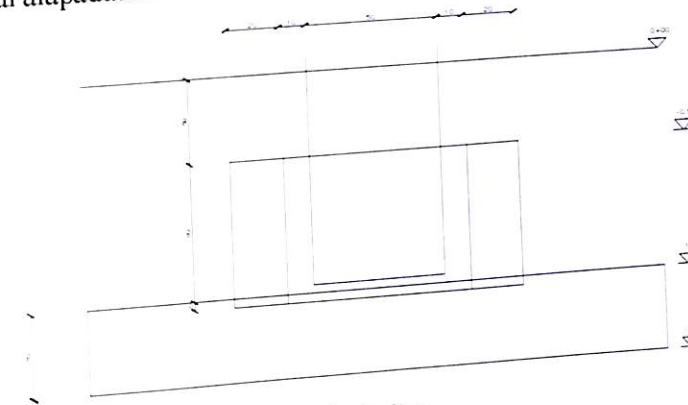
$$f_{ctd} := 1.2 \frac{N}{mm^2}$$

Betonacél B500

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

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

Geometriai alapadatok



68. ábra Alaptest méretei és elhelyezkedése

Kehely oldalfalának adatai

$$h_k := 80\text{cm}$$

$$v_k := 20\text{cm}$$

$$h := 60\text{cm}$$

Betonfedés

$$c_{\text{min.dur}} := 25\text{mm}$$

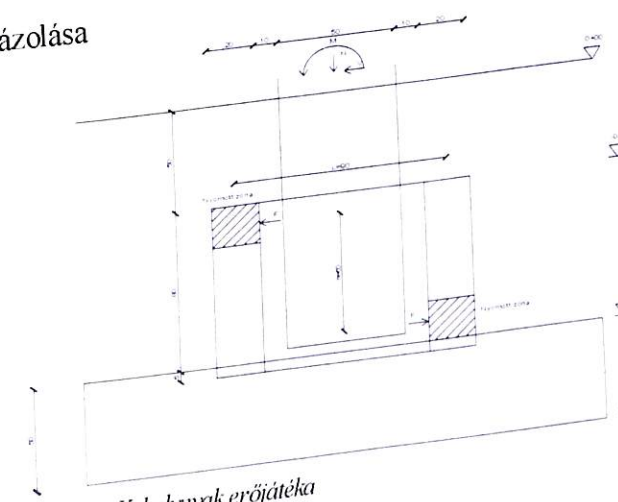
$$c_{\text{nom}} := 10\text{mm} + \max(c_{\text{min.dur}}, 10\text{mm}, 10\text{mm}) = 35\text{mm}$$

Kengyel vasalása $\phi 12$

Dolgozó magasság

$$d := h_k - c_{\text{nom}} - 8\text{mm} - \frac{10\text{mm}}{2} = 752\text{mm}$$

Erőjáték ábrázolása

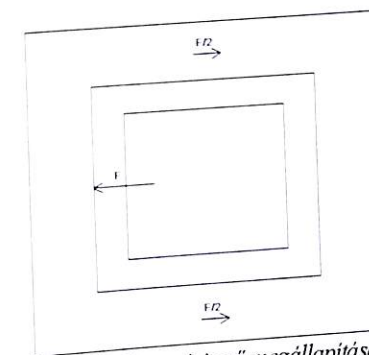


69. ábra Kehelynyak erőjátéka

F = a nyomaték felbontása az erőpárra, valamint a vízszintes erő összege

$$F := \frac{M_{ed}}{h} + V_{ed} = 221.937 \cdot \text{kN}$$

A kehelynyakat húzásra méretezem. Az egy oldalra ható erő, a rá merőleges oldalakat húzza, amit vasalással vesszük fel. Az erő összege így megfelelődik a két oldal miatt.



70. ábra Tervezési erő megállapítása

Vasak méretezése húzásra

$$A_{szük} := \frac{F}{2 \cdot f_{yd}} = 255.1 \cdot \text{mm}^2$$

A szükséges vasmenység alapján

$$A_{s,prov} := 314 \text{ mm}^2$$

A használt vasalás 4 ϕ 10

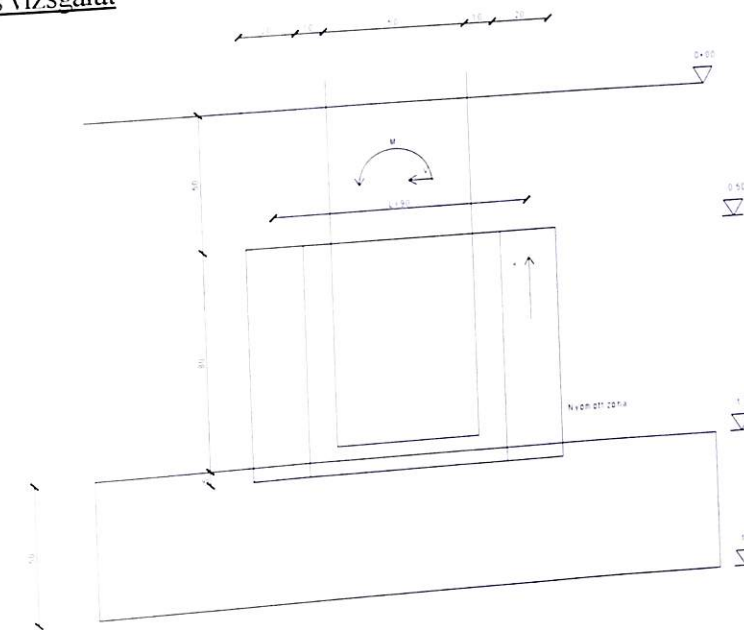
$$A_{s,min} := 0.0015 \cdot v_k \cdot d = 225.6 \cdot \text{mm}^2$$

$$F_{rd} := A_{s,prov} \cdot f_{yd} = 136.59 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{F}{2} = 110.968 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{\frac{F}{2}}{F_{rd}} = 0.812$$

Tehát az alkalmazott vasalás megfelel!

3.6.8 Kiborulás vizsgálat

71. ábra erőjáték

$$l := 90\text{cm}$$

$$H := \frac{M_{ed}}{l} + \frac{V_{ed} \cdot 0.8\text{m}}{l} = 151.351 \cdot \text{kN}$$

Szükséges vasmennyiség

$$A_{\text{req}} := \frac{H}{f_{yd}} = 347.934 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{s,\text{prov}} := 452\text{mm}^2 \quad \text{Tehát 4 db } 12\phi \text{ vasra lesz szükség}$$

3.7 Trapézlemez méretezése

Rétegtrend			
Trapézlemez + szigetelés	$0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	Összesen: $g_1 := 0.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	
Függesztett gépészet	$0.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$		
Önsúlyteher biztonsági tényezője	$\gamma_g := 1.35$		

Esetleges terhek

Mértékadó szélteher

Szélszívás	$g_{sz} := 0.18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{sz} := 1.5$	$\psi_{sz} := 0.6$
------------	---	----------------------	--------------------

Hóteher	$g_h := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_h := 1.5$	$\psi_h := 0.5$
---------	---	-------------------	-----------------

Hasznos teher	$g_{hasz} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{hasz} := 1.5$	$\psi_{hasz} := 0.7$
---------------	--	------------------------	----------------------

$$P_{ed} := g_1 \cdot \gamma_g + g_{hasz} \cdot \gamma_{hasz} + g_h \cdot \gamma_h \cdot \psi_h + g_{sz} \cdot \gamma_{sz} \cdot \psi_{sz} = 3.492 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A trapézlemez háromtámaszú tartóként lesz elhelyezve

Támaszköz távolság	$L := 6\text{m}$
--------------------	------------------

Katalógusból kiválasztva

HP 150/280 1.25 mm vastagságban

A közbenső támasz szélessége minimum 160 mm

Teherbírása 6 méteres támaszköze

$$3.84 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > P_{ed} = 3.492 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{kN}$$

Tehát a választott trapézlemez **megfelel!**

3.8 MF takaréköreges födémpanel méretezése katalógusból

Az elemek teherbírási adatai a grafikonon és a táblázatokon vannak. Amennyiben az épülettervező által kiszámított mértékadó terhek nem haladják meg a táblázatokban és a graikonokon feltüntetett határ teherbíráseértékét, valamint a számított üzemi teher nem haladja meg az előírt maximális üzemi terhet, akkor a felhasználjának nem kell az elemet alakváltozásra és repedéstágasságra számítással ellenőrizni.

A felbeton minimális vastagsága 5 cm. Az épületet 8 cm-es felbetonnal kell elkészíteni.

Mértékadó terhek

$$\text{Önsúly: } g_o := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \gamma_o := 1.35$$

$$\text{Esetleges teher: } \gamma_e := 1.5$$

Hasznos-teher parciális leterhelés helyett 1,15-tel szorozzuk az alapértéket

$$g_h := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.15 = 5.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \psi_h := 1$$

Függesztett gépészet:

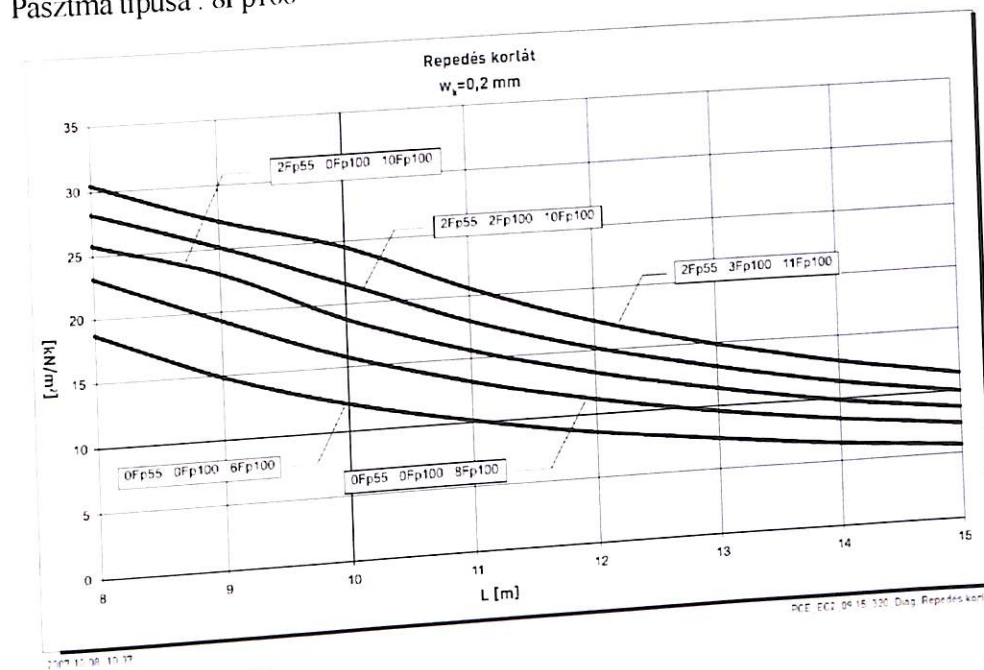
$$g_g := 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \psi_g := 1$$

$$P_{ed} := g_o \cdot \gamma_o + \gamma_e \cdot (g_h + g_g) = 12.075 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

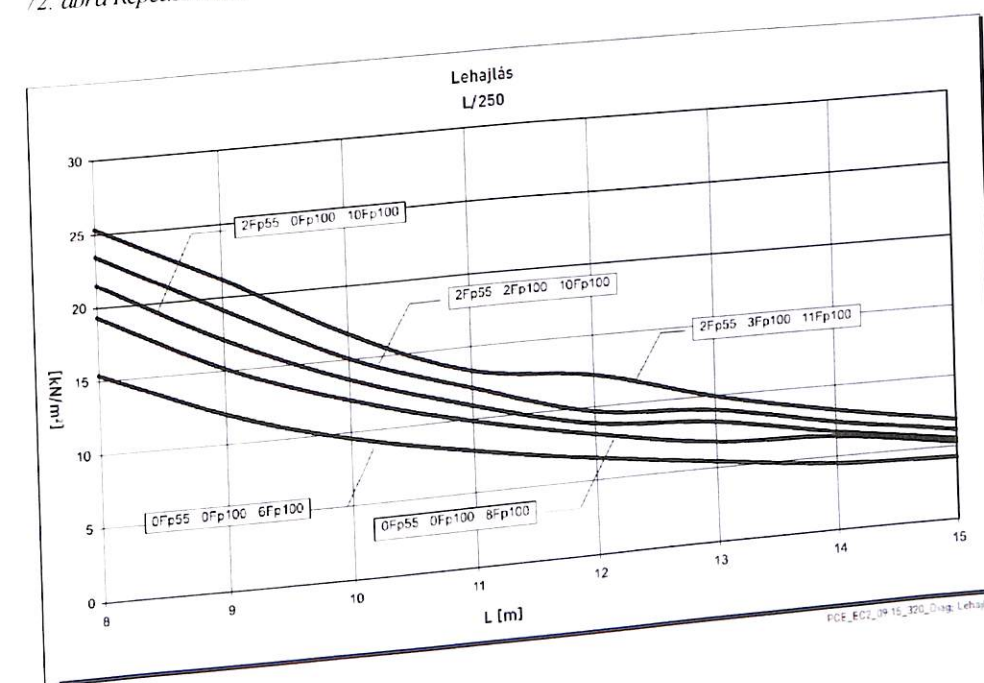
Kiválasztás katalógusból 12 méteres fesztávra.

A kiválasztott típus: MF 320/D

Pászta típusa : 8Fp100



72. ábra Repedés korlát



73. ábra Lehajlás

Megfelel mind az előírt 0,4 mm es repedéstágasságra valamint az L/250 es lehajlásra

4. Irodalom jegyzék

- Vasbeton szerkezetek - Tervezés az EUROCODE alapján
- A tartószerkezetek tervezési alapjai - Terhek és hatások
- Dr Draskóczy András - Vasbeton szerkezetek Példatár
- Segédletek: A mechanika és tartószerkezetek című tantárgyhoz (Ferund Péter)
- Alapozás és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint I.
- Geotechnikai tervezés (Szepesházi Róbert)
- Tervezés az Eurocode 7 és a kapcsolódó európai geotechnikai szabványok alapján
- www.sw-umwelttechnik.hu - MF takaréktüreges födémpanel katalógus

Szabványok:

- EN 1990 EC-0: A tartószerkezeti tervezés alapjai
- EN 1991 EC-1: A tartószerkezeteket érő hatások
- EN 1992 EC-2: Betonszerkezetek tervezése
- EN 1993 EC-3: Acélszerkezetek tervezése
- EN 1996 EC-6: Falazott szerkezetek tervezése
- EN 1997 EC-7: Geotechnikai tervezés
- EN 1998 EC-8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre

5. Tervezői nyilatkozat

Jászfényszaru, helyrajzi száma: 2535/17

Előregyártott vasbeton vázszerkezetű csarnok

Alulírott Siklósi Gergely, mint tárgyi létesítmény statikus tervezője kijelentem, hogy a mellékelt Statikai Kiviteli Tervdokumentációban bemutatott építési munkák az érvényes szabványok és előírások betartásával készültek, azok alól felmentést semmilyen tekintetben nem kellett kéni.

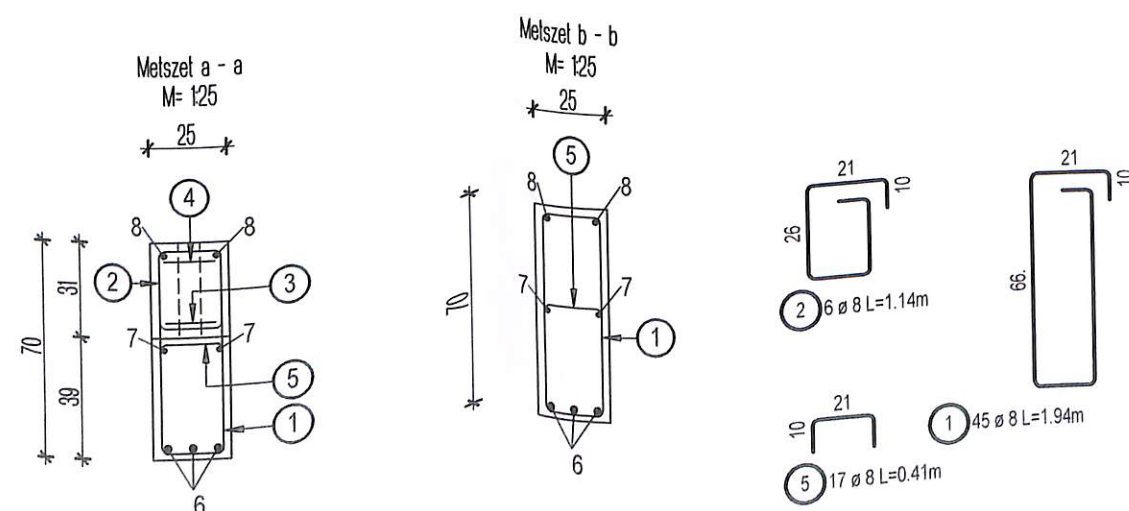
A szerkezetek az ellenőrző számítások elvégzése után, a vonatkozó szabványok betartása mellett statikailag megfelelnek.

Budapest, 2018.01.05

Siklósi Gergely
mémókhallgató

Poz.	db	o	Egyes hossz	Teljes hossz	Tömeg
		[mm]	[m]	[m]	[kg]
1	45	8	1.94	87.30	34.48
2	6	8	1.14	6.84	2.70
3	2	16	1.87	3.74	5.91
4	2	12	1.37	2.74	2.43
5	17	8	0.41	6.97	2.75
6	3	16	5.47	16.41	25.93
7	2	10	5.47	10.94	6.75
8	2	12	5.98	11.96	10.62

91.57

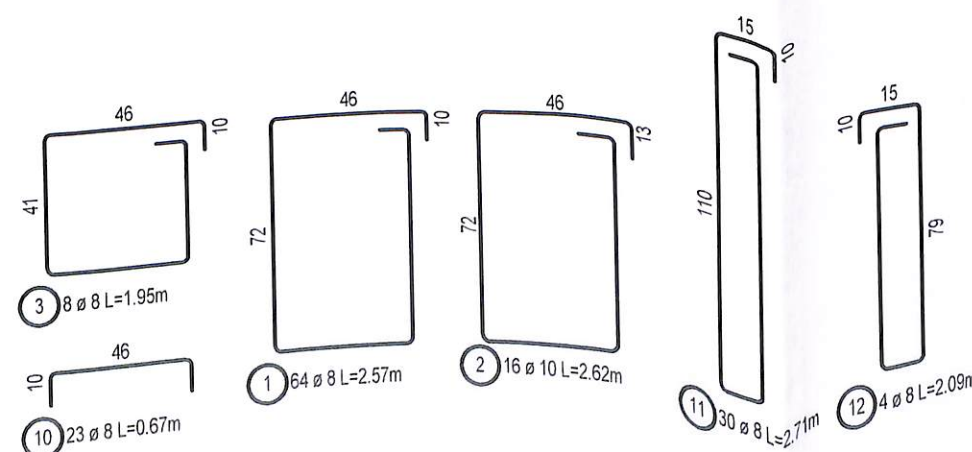
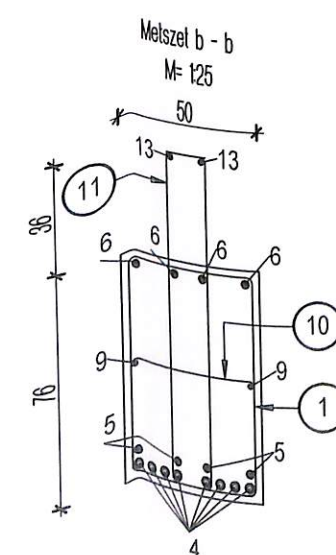
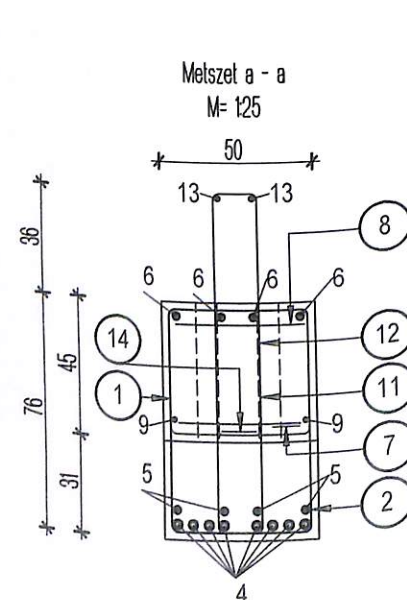
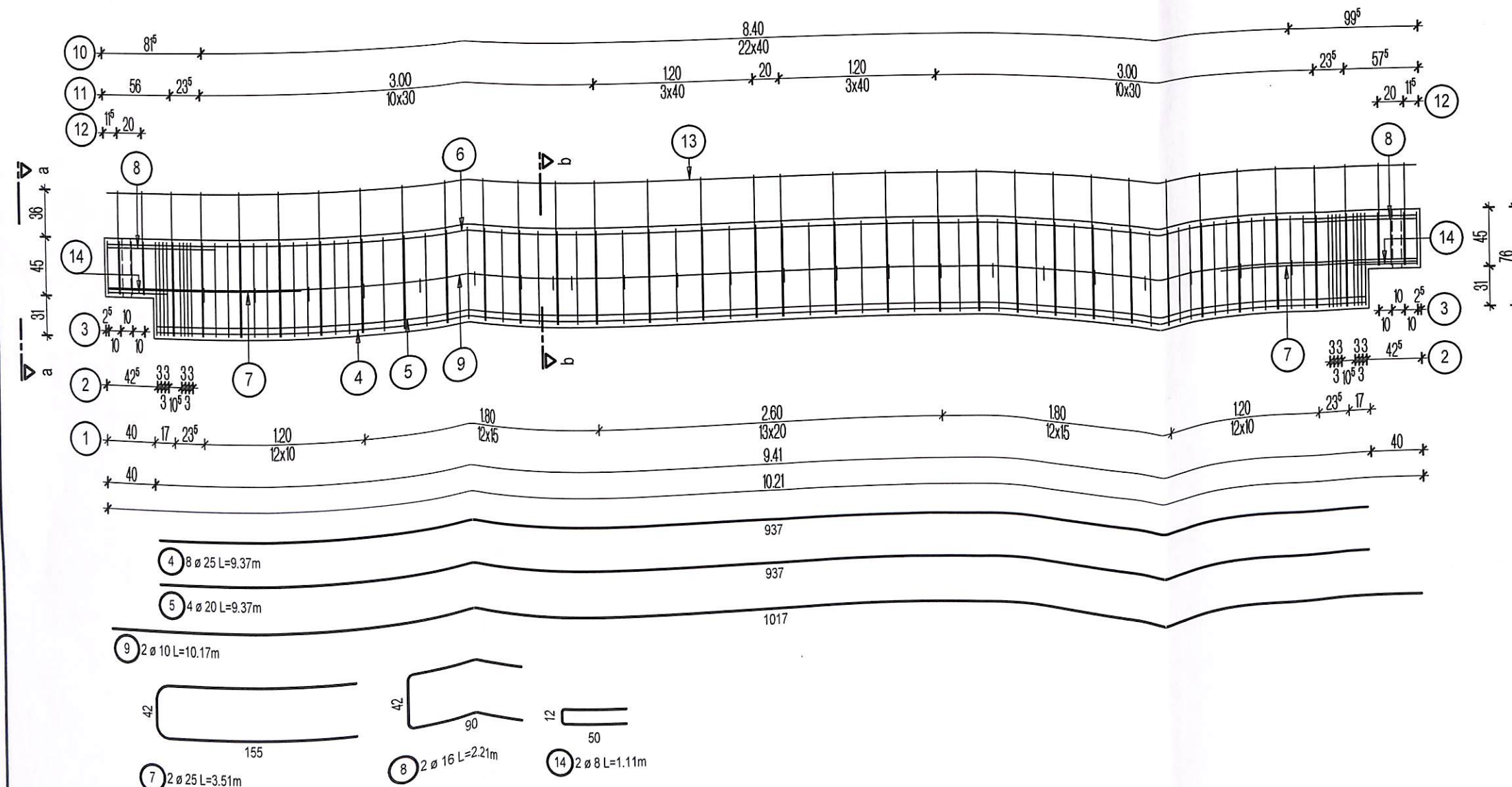


Betontakarás: 2,5 cm
Súly: 2,50 t
Betonnínőség: C40/50-XC1-16-F3
Betonacél B500B

 <i>Hegrendi:</i> <i>Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar</i> <i>1146 Budapest, Thököly út 74</i>				
<i>Terv megnevezése:</i> <i>Diplomamunka</i>				
<i>Rajz megnevezése:</i> <i>G2 jelű gerenda vasalási terve</i>				
<i>Dátum:</i> 2018.01.05.	<i>Tervező:</i> Skólis Gergely	<i>Konzultás:</i> Szabó Balázs	<i>Méretarány:</i> 1:25	<i>Tervező:</i> S-11

Oldalnézet
M= 140

13) 2 Ø 12 L=10.17m
6) 4 Ø 20 L=10.17m



Vaslista

Poz.	db	o [mm]	Egyes hossz [m]	Teljes hossz [m]	Tömeg [kg]
1	64	8	2.57	164.48	64.97
2	16	10	2.62	41.92	25.86
3	8	8	1.95	15.60	6.16
4	8	25	9.37	74.96	288.60
5	4	20	9.37	37.48	92.58
6	4	20	10.17	40.68	100.48
7	2	25	3.51	7.02	27.03
8	2	16	2.21	4.42	6.98
9	2	10	10.17	20.34	12.55
10	23	8	0.67	15.41	6.09
11	30	8	2.71	81.30	32.11
12	4	8	2.09	8.36	3.30
13	2	12	10.17	20.34	18.06
14	2	8	1.11	2.22	0.88

Teljes tömeg [kg] :

685.65

Megjegyzések:

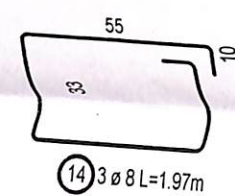
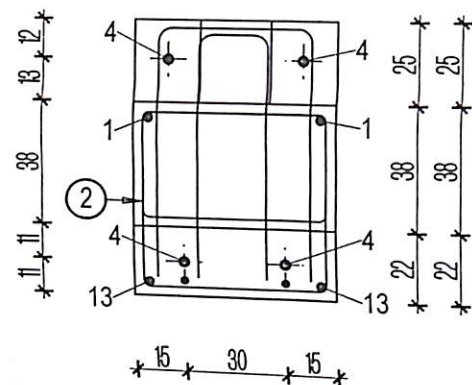
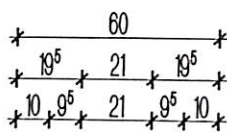
Betonlakarás: 2,5 cm

Súly: 9,38 t

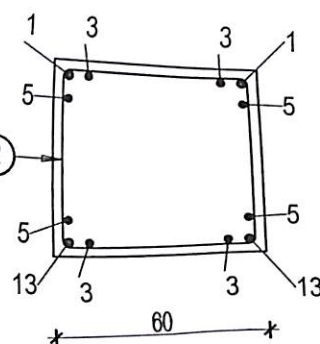
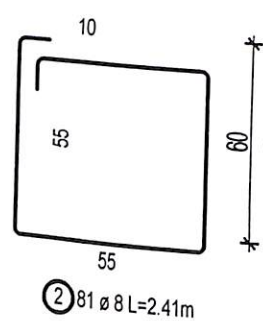
Betonminőség: C40/50-XC1-16-F3

Betonacél B500B

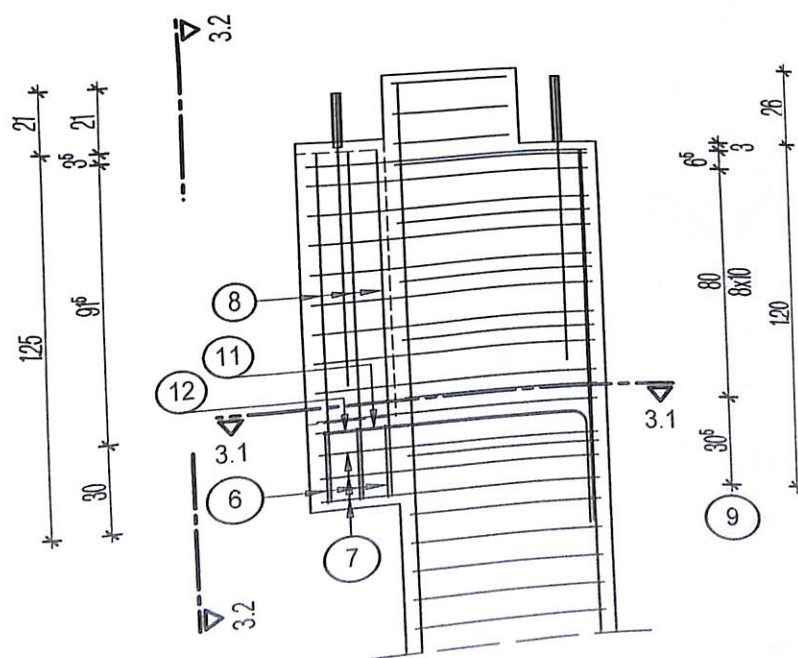
 SZENT ISTVÁN EGYETEM FELVÉTEL KÖZVETLEN KÖZVETLEN KÖZVETLEN	Megrendelő: Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar 1146 Budapest, Thököly út 74			
	Terv megnevezése: Diplomamunka			
Rajz megnevezése: G1 jelű gerenda vasalási terve				
Dátum: 2018.01.05.	Tervező: Siklósi Gergely	Készítész: Szabó Balázs	Méretarány: 1:25	Tervező: S-09



Metszet B - B
M= 1:25



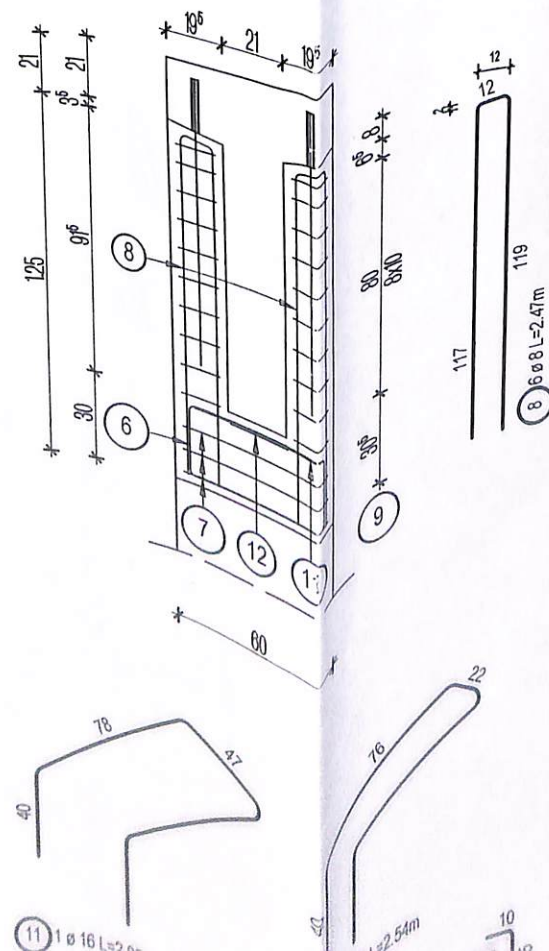
K4 konzol vasalása
M= 1:25



Metszet 3.1 - 3.1
M= 125



Metszet 3.2 - 3.2
M= 1:25

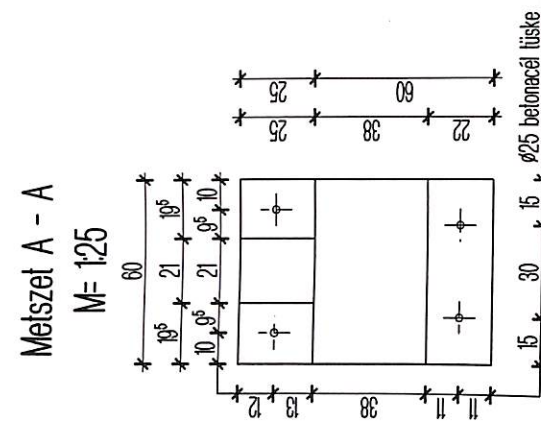


Poz.	db	o [mm]	Egyes hossz [m]	Teljes hossz [m]	Tömeg [kg]
1	2	20	14.48	28.96	71.53
2	81	8	2.41	195.21	77.11
3	4	16	12.00	48.00	75.84
4	4	25	1.00	4.00	15.40
5	4	16	11.50	46.00	72.68
6	3	8	1.71	5.13	2.03
7	3	12	3.01	9.03	8.02
8	6	8	2.47	14.82	5.85
9	20	8	2.10	42.00	16.59
10	2	16	1.30	2.60	4.11
11	1	16	2.83	2.83	4.47
12	1	16	2.54	2.54	4.01
13	2	20	14.22	28.44	70.25
14	3	8	1.97	5.91	2.33

Teljes tömeg [kg]:

430.22

Megjegyzések:



A rectangle with a width of 10 and a height of 60.

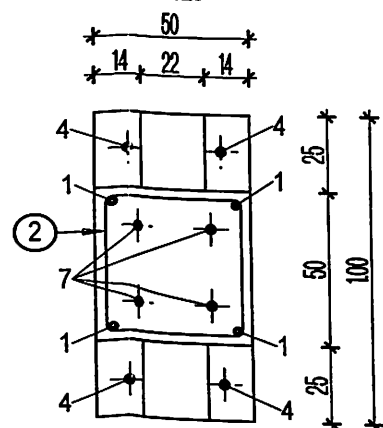
A rectangle with a width of 60 and a height of 60.

Betontakarás: 2,5 cm
 Súly: 13,33 t
 Betonminőség: C40/50-XC2-16-F3
 Betonacél B500B

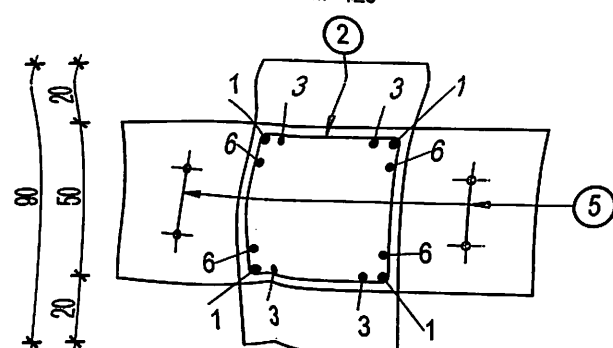
		Magánbéllel: Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar 1146 Budapest, Théogyi út 74	
Terve megnevezése:		Diplomamunka	
Rajz megnevezése:		P2 jeltű pilár zsluzási terve	
Ütem: 2018/0105	Tervező: SMAI Szabolcs	Készítész: Szabolcs Balázs	Méretarány: 150 125 Tervező: S-06

1200
 1150
 120
 93
 23
 4 ϕ 25 L=1.20m
 7 ϕ 4 ϕ 25 L=2.09m
 5 ϕ 2 ϕ 25 L=2.09m
 2 ϕ 8 ϕ 8 L=2.01m
 3 ϕ 4 ϕ 16 L=12.00m
 6 ϕ 4 ϕ 16 L=11.50m

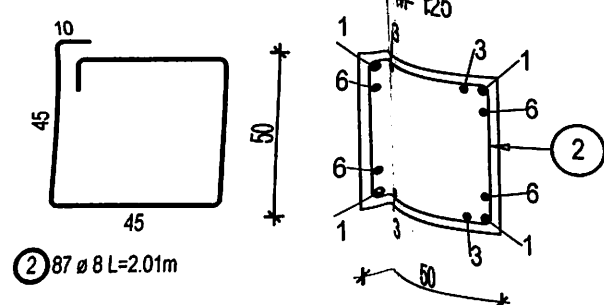
Metszet A - A
M= 125



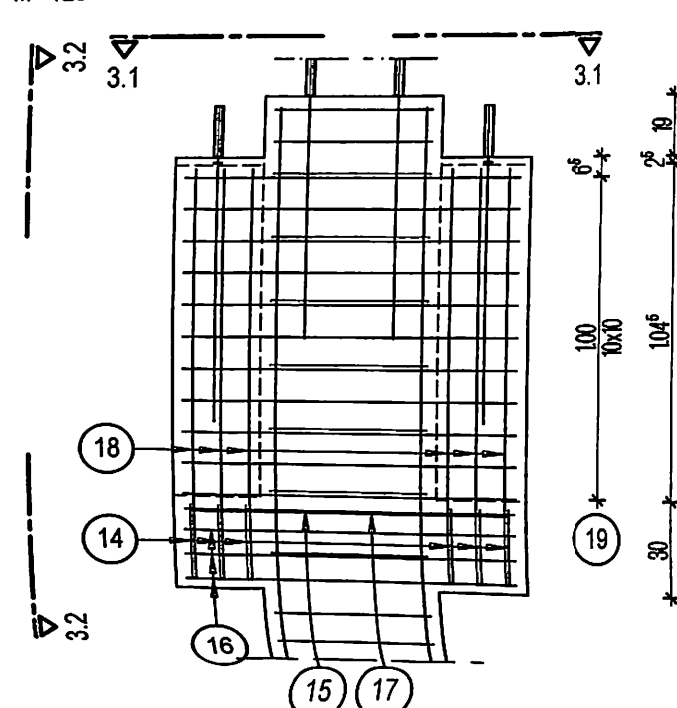
Metszet B - B
M= 125



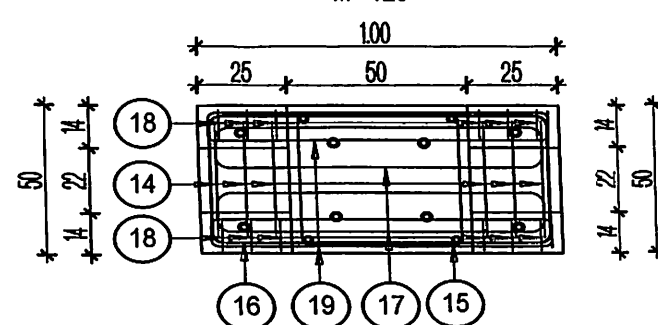
Metszet C - C
M= 125



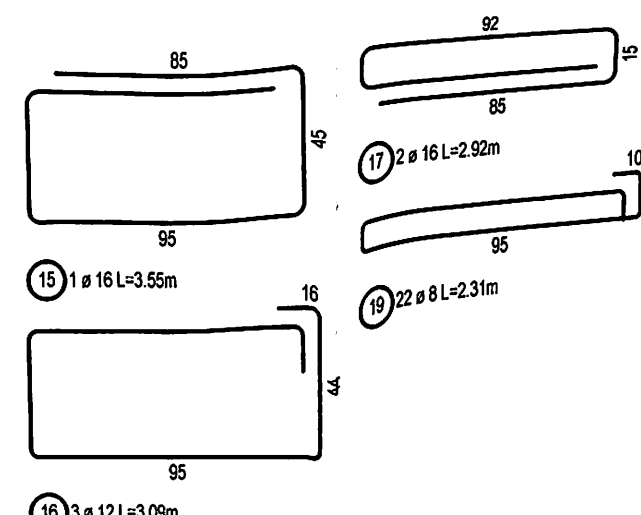
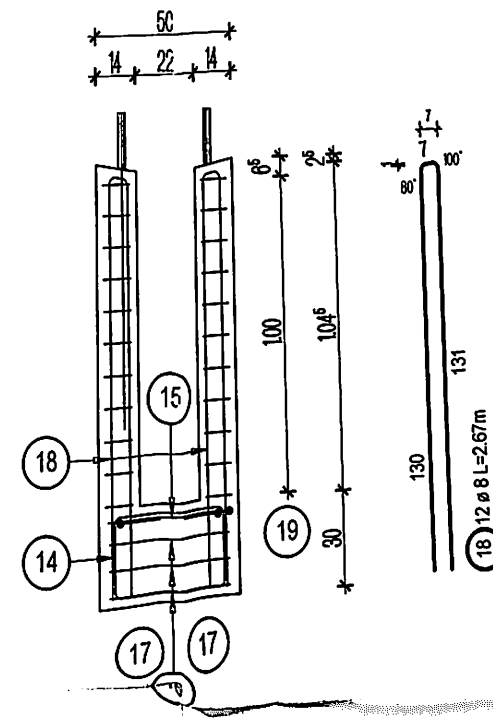
K3 konzol vasalása
M= 125



Metszet 3.1 - 3.1
M= 125



Metszet 3.2 - 3.2
M= 125



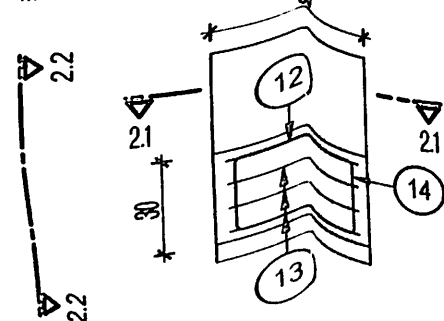
Vaslista

Poz.	db	o	Egyes hossz [m]	Teljes hossz [m]	Tömeg [kg]
1	4	20	14.02	56.08	138.52
2	87	8	2.01	174.87	69.07
3	4	16	12.00	48.00	75.84
4	4	25	1.00	4.00	15.40
5	2	25	2.09	4.18	16.09
6	4	16	11.50	46.00	72.68
7	4	25	1.20	4.80	18.48
8	2	16	4.15	8.30	13.11
9	2	16	3.46	6.92	10.93
10	5	12	3.69	18.45	16.38
11	8	8	2.01	16.08	6.35
12	1	16	3.35	3.35	5.29
13	3	12	2.89	8.67	7.70
14	12	8	1.51	18.12	7.16
15	1	16	3.55	3.55	5.61
16	3	12	3.09	9.27	8.23
17	2	16	2.92	5.84	9.23
18	12	8	2.67	32.04	12.66
19	22	8	2.31	50.82	20.07

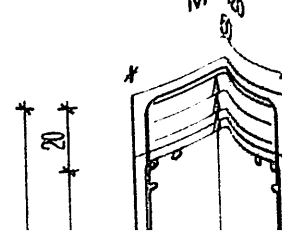
Teljes tömeg [kg] :

528.80

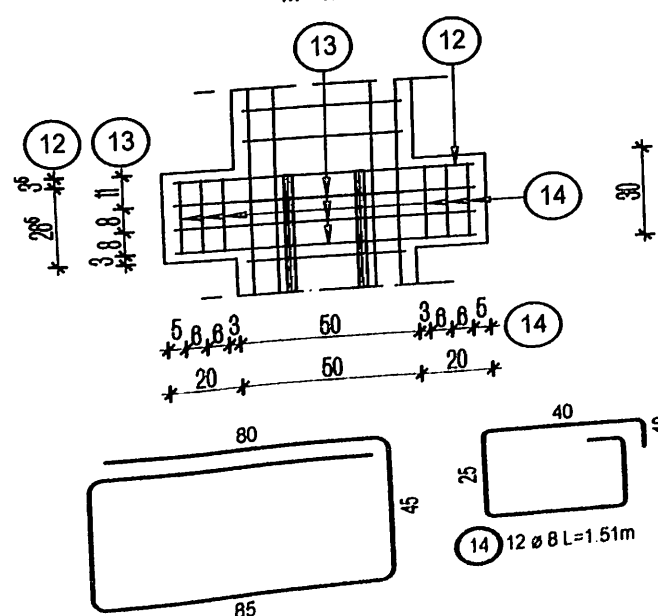
K2 konzol vasalása
M= 125



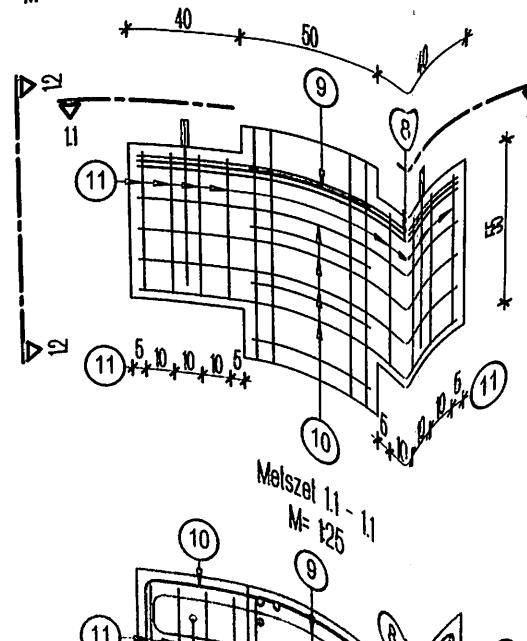
Metszet 2.1 - 2.1
M= 125



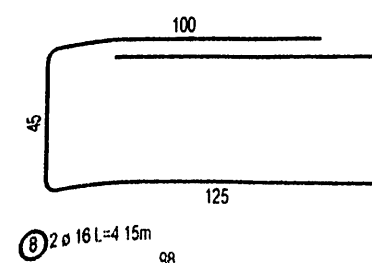
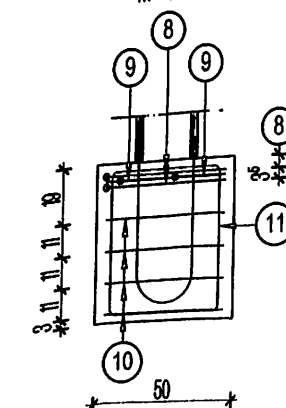
Metszet 2.2 - 2.2
M= 125



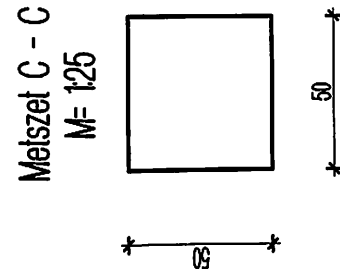
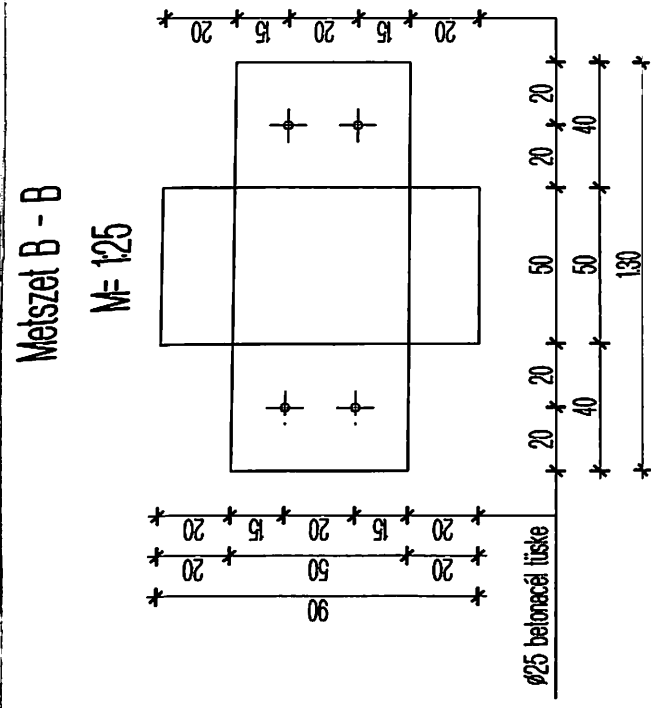
K1 konzol vasalása
M= 125



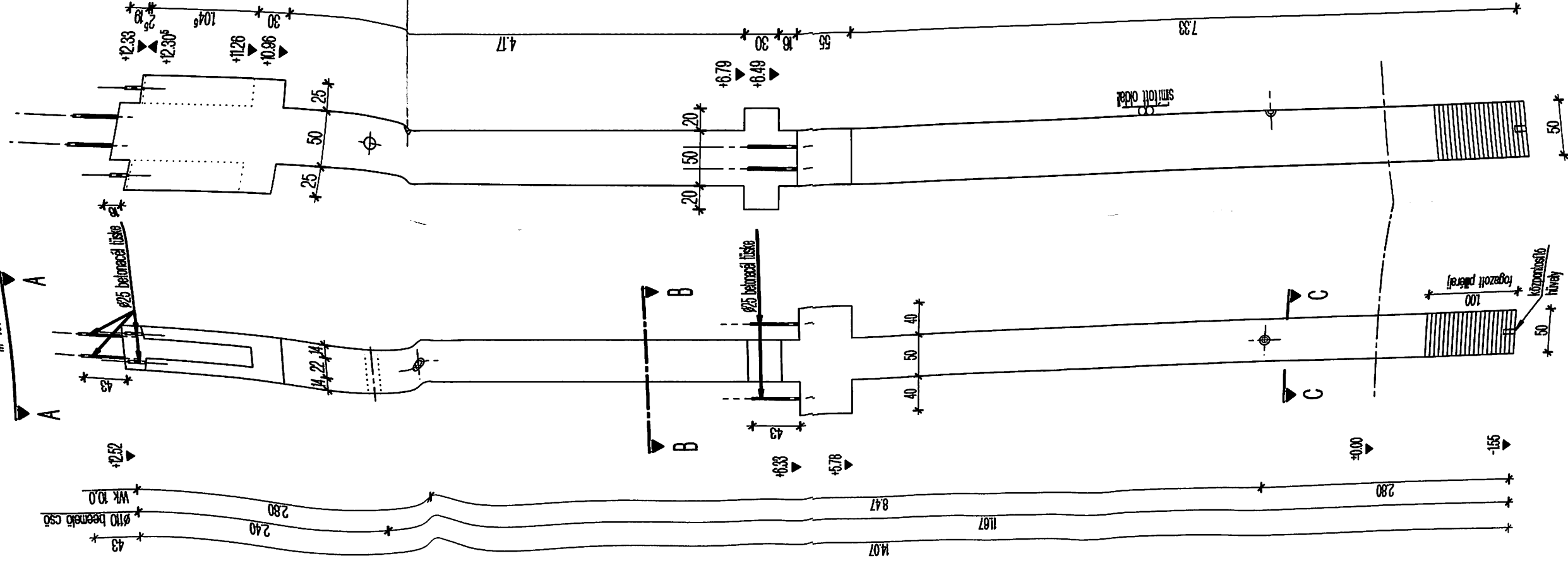
Metszet 1.2 - 1.2
M= 125

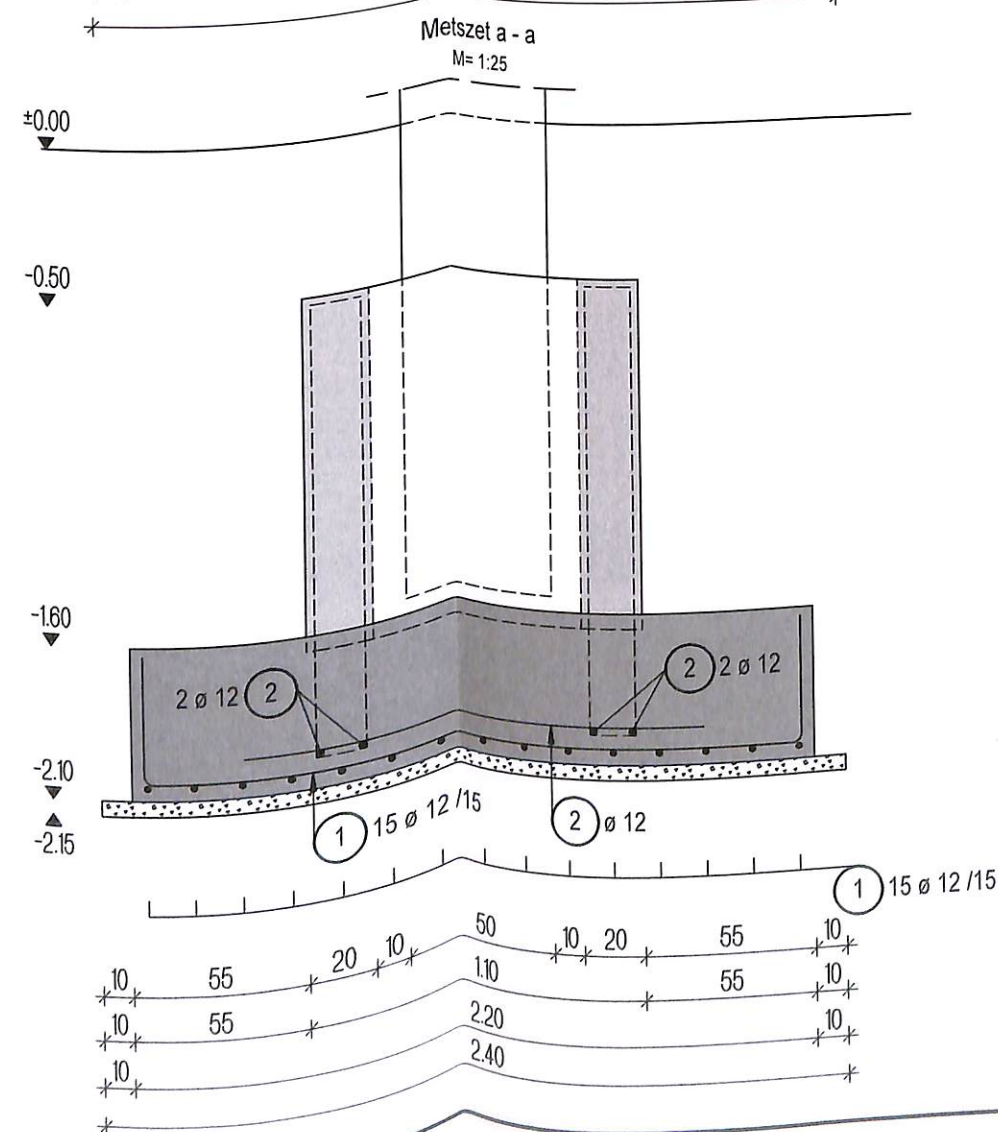


Megjegyzések:



Betonlekerés: 2,5 cm
Súly: 10,05 t
Betonminőség: C40/50-XC2-16-F3
Betoncél: B500B





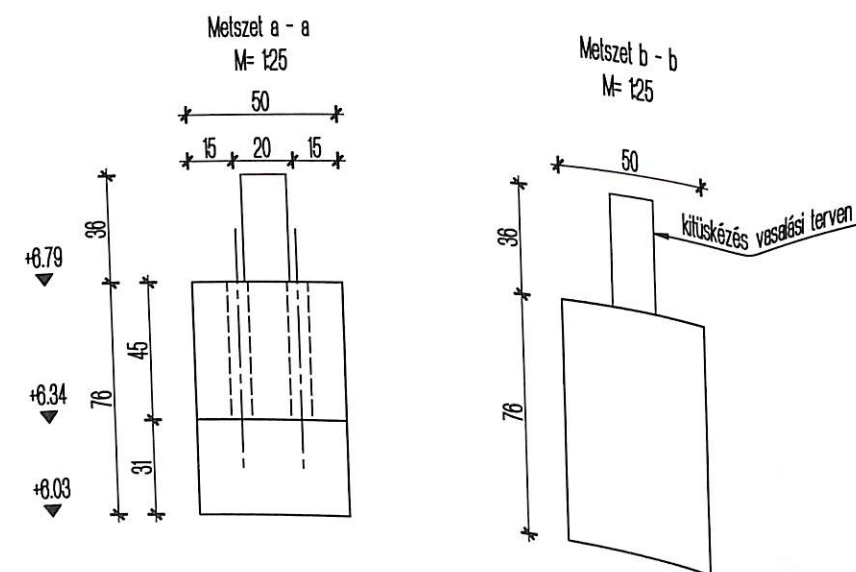
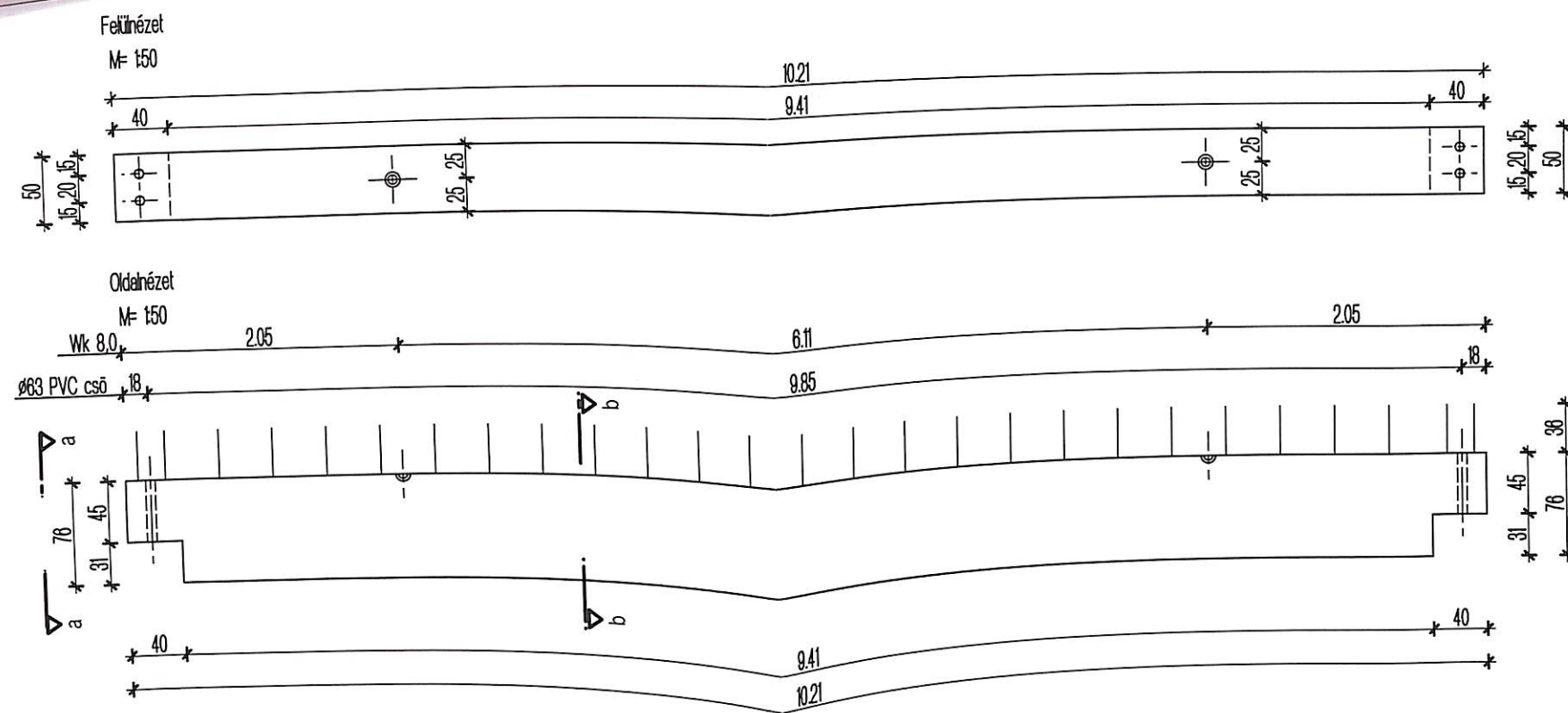
Poz.	db	σ [mm]	Egyes hossz [m]	Teljes hossz [m]	Tömeg [kg]
1	30	12	2.99	89.70	79.65
2	8	12	1.50	12.00	10.66

Teljes tömeg [kg] :

1. A terv együtt kezelendő a vonatkozó statikus- építész- és szakági tervekkel
2. Betontakarás: 3,5 cm
3. A talajmechanikai szakvéleményben foglaltak betartandók.
4. Felaázott talajra tilos alapozni. A munkagödörben az utolsó 20 cm-t közbetétlenül betonozás előtt kell kitermelni.
5. A visszatöltést csakaszosan kell elvégezni. Tömörésgé fok 90%.
6. Építés során talajvízzel nem kell számolni, a kivitelezést nem befolyásolja.

Betonminőség: C30/37-**XC2-24-F3**
 Kehelynyak: C30/37-**XC2-16-F3**
 Betonacél B500B

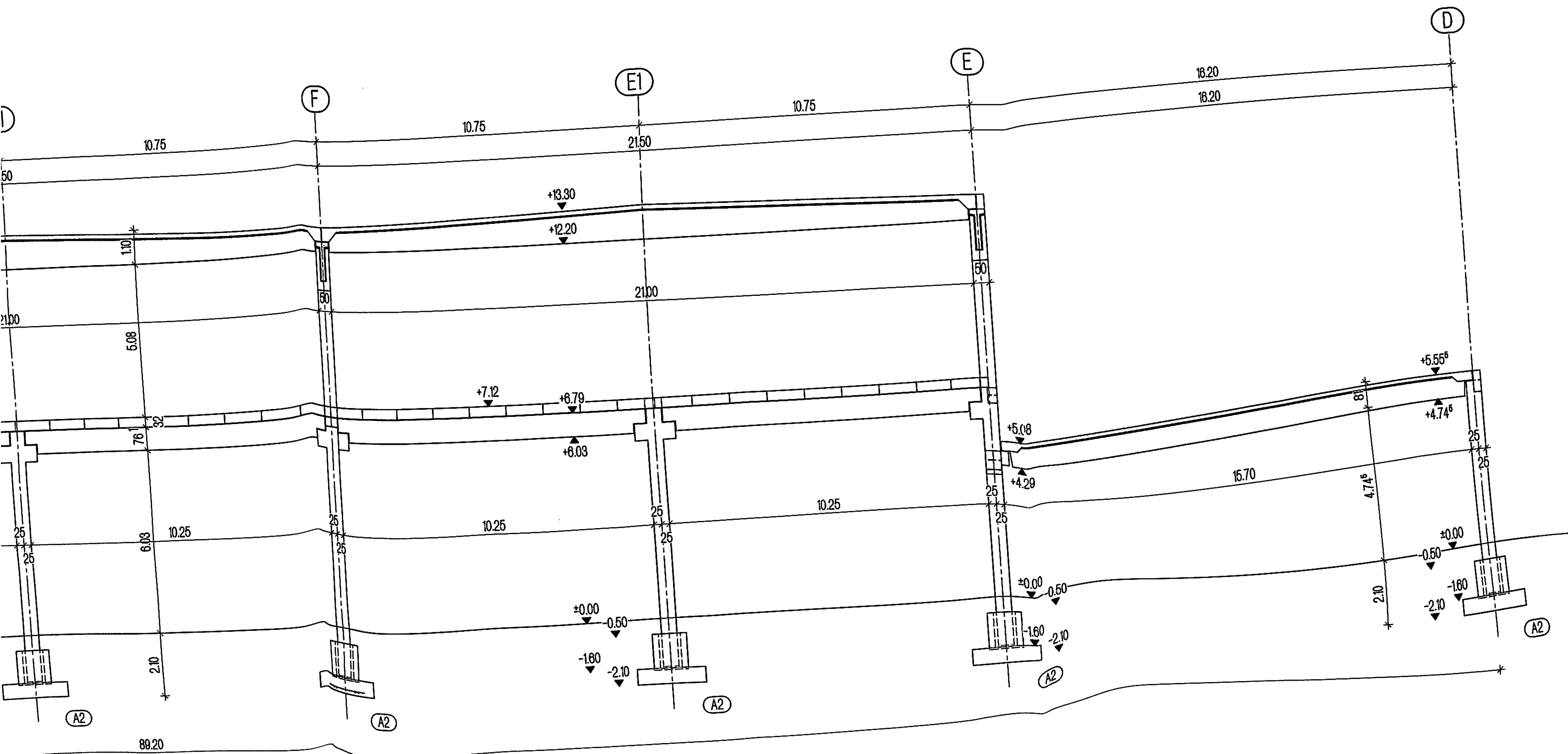
 MAGYAR KÖZTARSASAG OKTATAS ÉS TUDOMANY MINISZTERSE H-1051 BUDAPEST ÁRKADTÉNY UTCA 1/A	Megrendelő: Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar 1146 Budapest, Thököly út 74
Terv megnevezése: Diplomamunka	
Rajz megnevezése: Alapozás részletek	
Datum: 2018.01.05.	Tervező: Siklósi Gergely <i>CSL</i> Konzepts: Szabó Balázs Méretarány: 1:25 Tervezsm: S-02



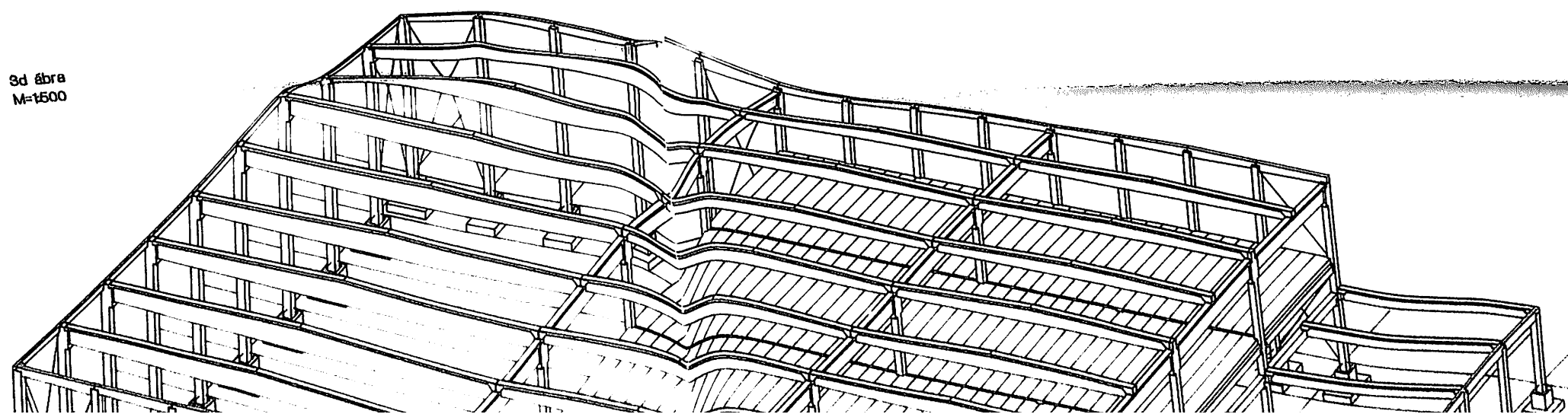
Megjegyzések:

Betontakarás: 2,5 cm
Súly: 9,88 t
Betonsűrűség: C40/50-XC1-16-F3
Betoncél: B500B

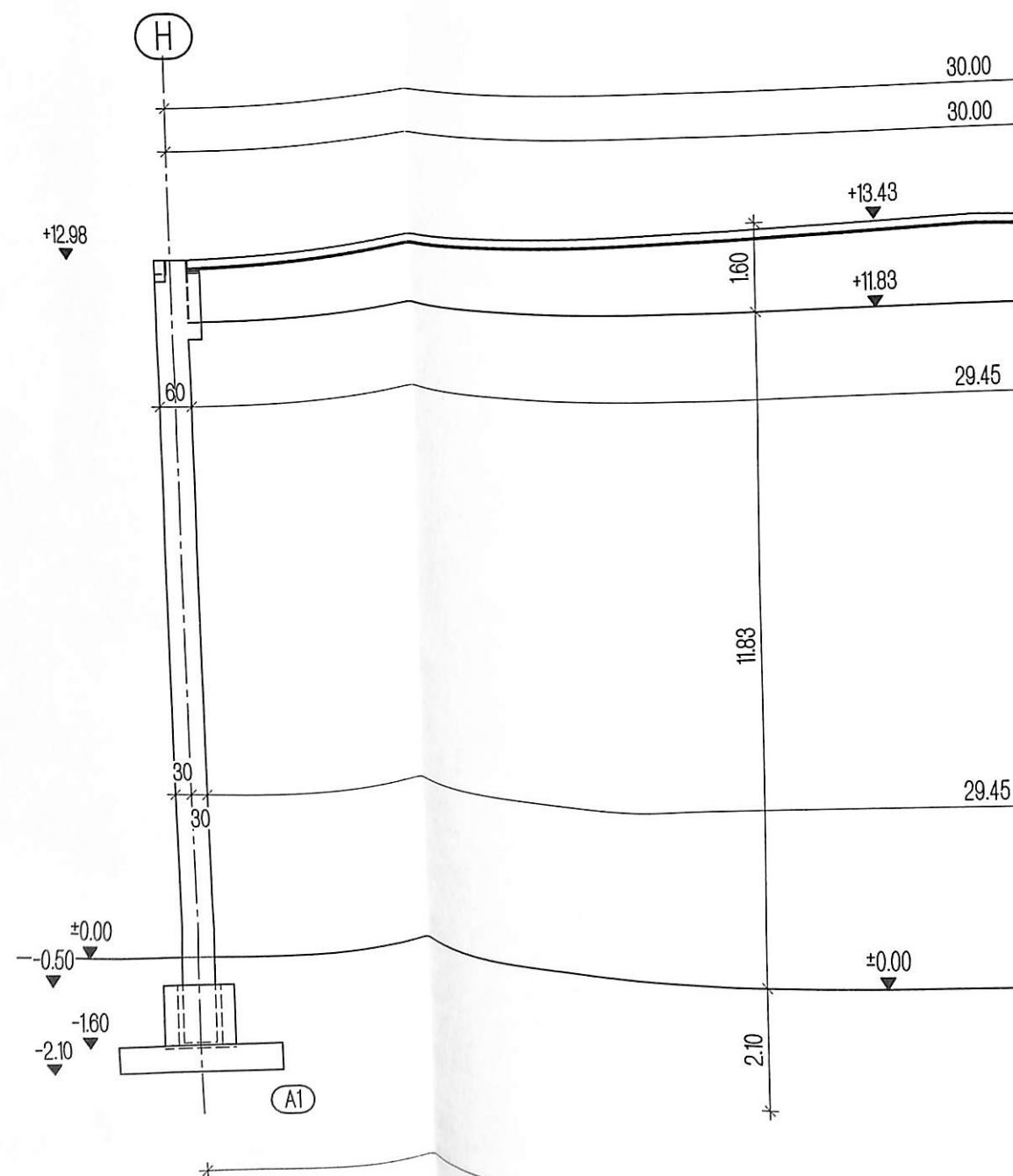
Megrendelő: Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar 1146 Budapest, Thököly út 74	
Terv megnevezése: Diplomamunka	
Rajz megnevezése: G1 jelű gerenda zsaluzási terve	
Dátum: 2018.01.05.	Tervező: Siklósi Gergely
Konstans: Szabó Balázs	Méretarány: 1:50 1:25
Tervszám: S-08	



3d ábra
M=1:500



Metszet 11 - raszteren
M=1:125



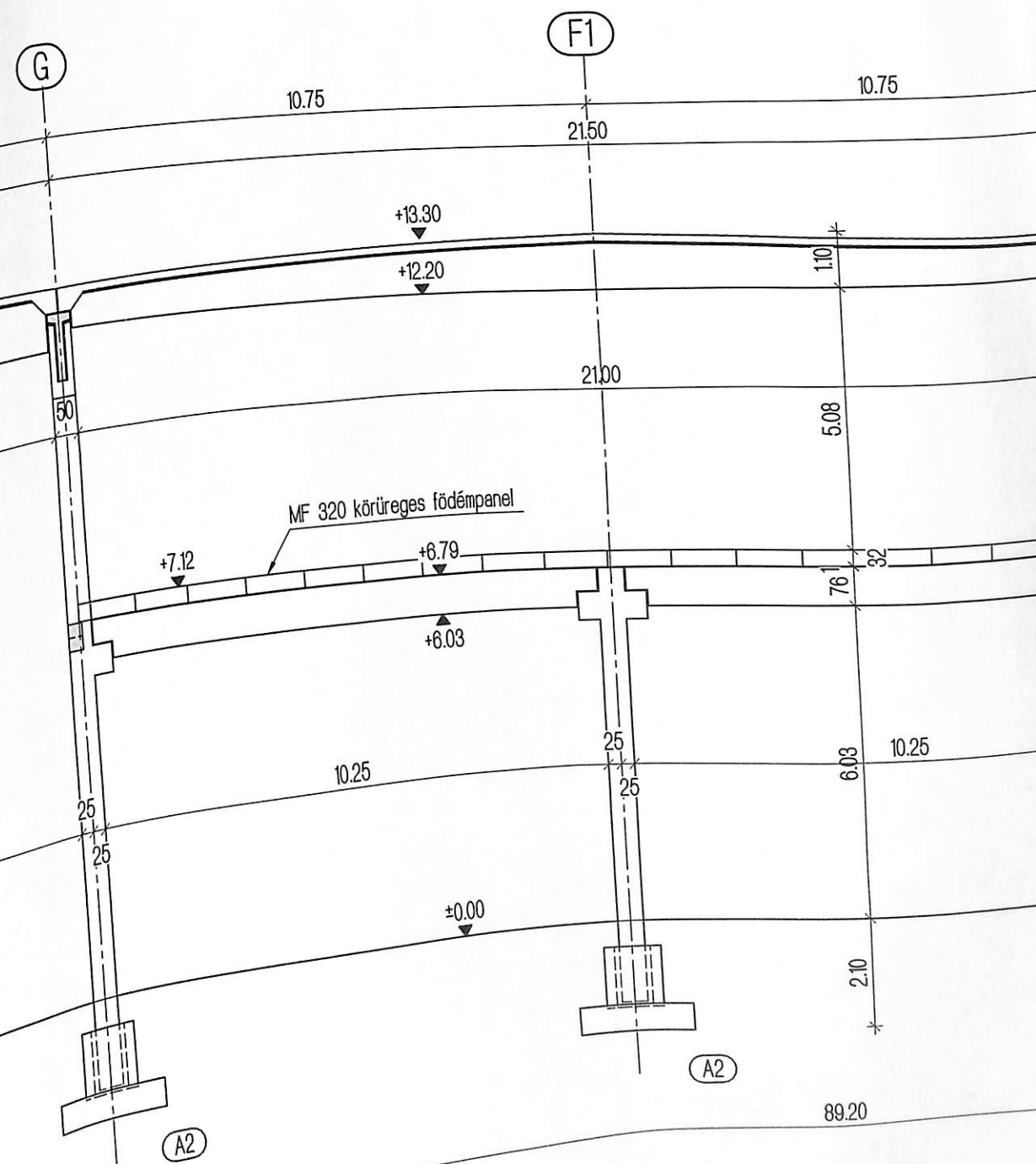
Metszet F - raszteren
M=1:125

7-1

8

9

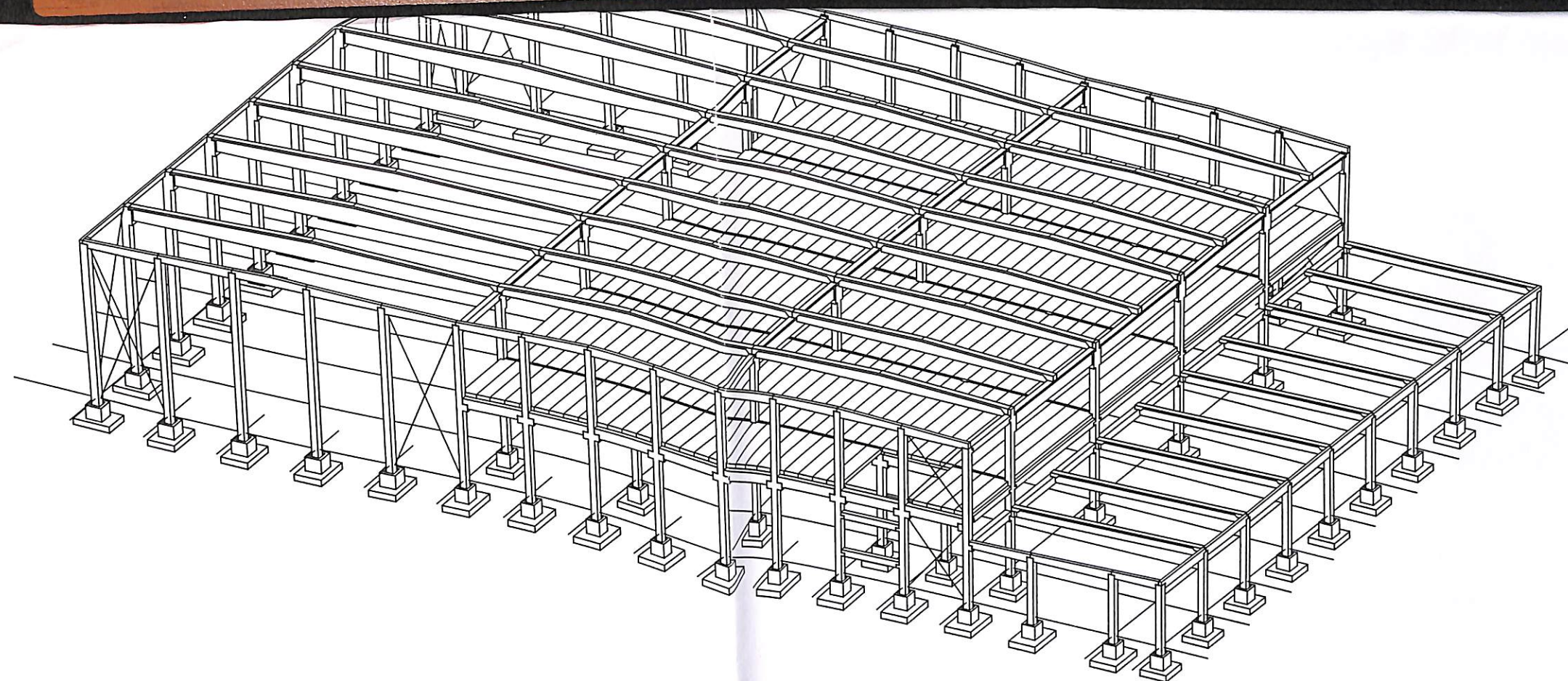
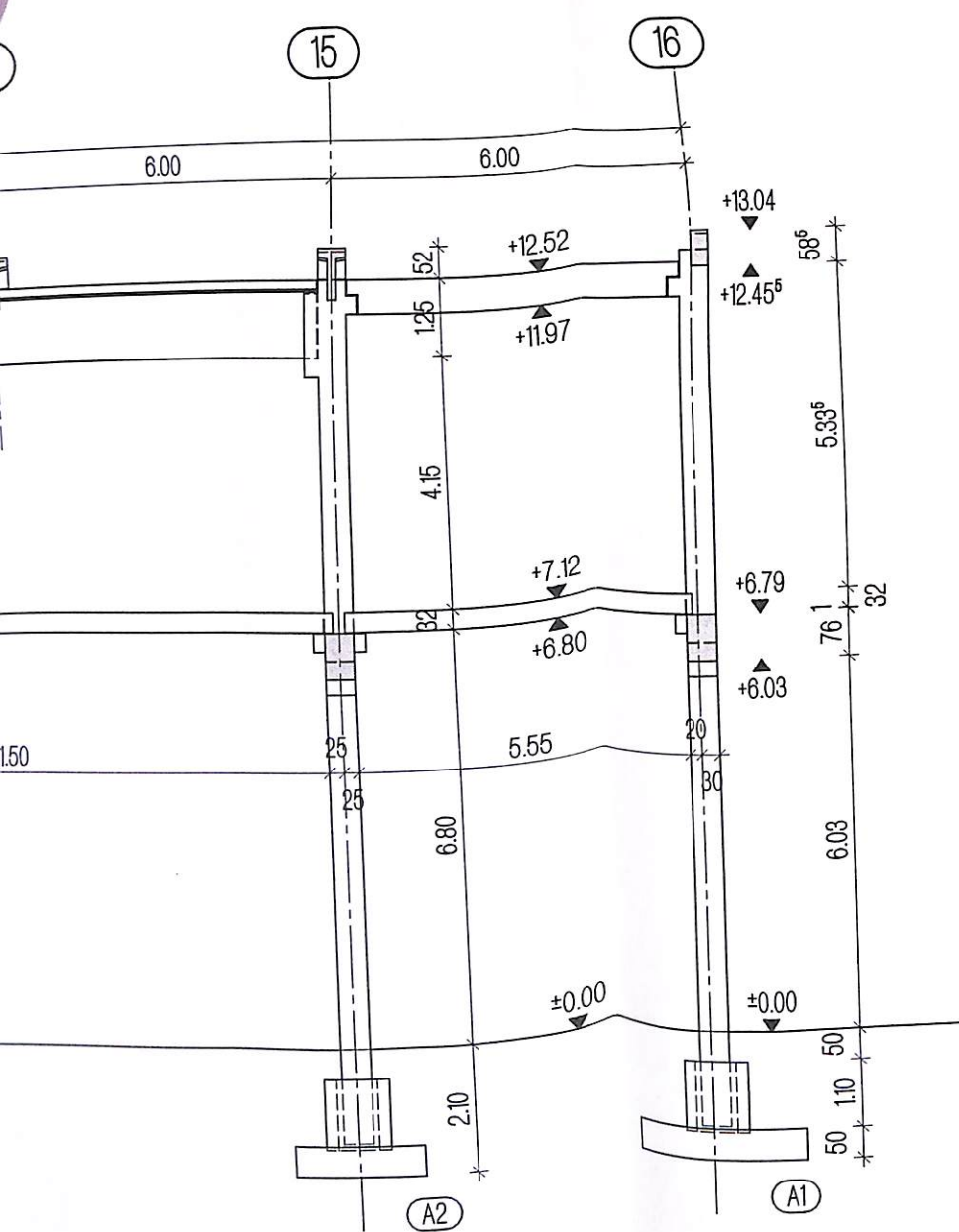
10



F1

14

15



Megjegyzések:

1. A terv együtt kezelendő a vonatkozó statikus- építész- és szakági tervekkel
2. Betontakarás
alaptesten: 3,5 cm
kehelynyakon, pilléren, gerendán: 2,5 cm
3. A talajmechanikai szakvéleményben foglaltak betartandók.
4. Felaázott talajra tilos alapozni. A munkagödörben az utolsó 20 cm-t közbeltlenül betonozás előtt kell kitermelni.
5. A visszatöltést szakaszosan kell elvégezni. Tömörítési fok 90%.
6. Építés során talajvízzel nem kell számolni, a kivitelezést nem befolyásolja.
7. Előregyártott elemek hosszirányú méretpontossága ± 2 cm.

Anyagminőségek:

Betonminőség: C30/37-XC2-24-F3
 Kehelynyek: C30/37-XC2-16-F3
 Pillérek: C40/50-XC2-16-F3
 Feszített tartók: C40/50-XC1-16-F3
 Födémgerendák: C30/37-XC1-16-F3
 Betonacél B500B

		Megrendelő: Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar 1146 Budapest, Thököly út 74	
Terv megnevezése:		Diplomamunka	
Rajz megnevezése:		Általános metszetek	
Dátum: 2018.01.05.	Tervező: Siklósi Gergely	Konzulens: Szabó Balázs	Méretarány: 1:25 1:500 Tervszám: S-03

Metszet F - rászteren
M=1:125

