

SÓSTÓ ZOO

ÁZSIAI PAPAĞÁJHÁZ



DIPLOMATERVEZÉS

TARTÓSZERKEZETI LEÍRÁS

SZÚCS GERGELY
N4NXNV

2020.06.15.



Tartalom

Az épület általános ismertetése	3
Szerkezeti rendszerek ismertetése	4
Alapozás.....	4
Falak.....	4
Födém	4
Oszlopok	4
Függesztés.....	5
Merevítés.....	5
Kötélszerkezet.....	5
Élményútvonal	6
Ellenőrző számítások	7
Terhek	7
Vasbeton födém	7
Kötélszerkezet.....	8

Az épület általános ismertetése

A diplomatervem témája egy ázsiai papagájfajokat bemutató létesítmény, mely a Nyíregyházi Állatpark területére készül. Az épület a már meglévő Tarzan-ösvény méltó lezárását adja, kaput képez az ázsiai és afrikai terület között az állatkert területi felosztása alapján. Az építmény 3 nagyobb egységből áll:

- Állattartó épület +kiszolgáló rész – a bemutatott papagájfajok belső, téli röpdéit tartalmazza, a vendégek számára készített mosdóblokkot, gondozói helyiséget valamint a belső klímához nélkülözhetetlen gépészeti helyiségcsoportot, mint szellőző gépház, hőközpont és villamos helyiség
- A madarak külső röpdéje, mely az épületet is magába foglaló, erdei hangulatot tükröző kötél- és hálószerkezet, melyben a madarak kisebb-nagyobb csapatai szabadon mozoghatnak szabadon, melybe a látogatókat is bevezetve, testközelből tapasztalhatják meg a madarak mindennapi életét
- A meglévő Tarzan-ösvény folytatása, mely útvonalon a látogatók felfedezhetik az ázsiai papagájok élőhelyét

Igények

Az állatkert egész éves nyitva tartással üzemel, így az épülettel szemben is ilyen követelményeket támasztanak. Az itt bemutatott papagájfajok a trópusi területeken őshonosak, így számukra az év teljes időszakában szükséges biztosítani az 5-20 C közötti hőmérsékletet, 60-65% relatív páratartalmat.

Az épület hozzávetőleg 50 fő befogadására képes, a röpdékben a madarak 60 fővel vannak jelen olyan fajok, mint Sándor papagáj, szilvafejű papagáj, kínai papagáj.

Az épület a látogatók számára az Állatkert nyitva tartásával egyezik meg, amely évszaktól függő, de jellemzően 9-16 (18) óráig tart. A gondozók ezen időszak előtt, illetve után végzik a madarak gondozását, az épület takarítását. Az élményútvonal üzemelése jellemzően a tavaszi hónapoktól ősziig terjed, ezen idő alatt legalább 1 állandó felügyelő vigyáz a madarak és látogatók épségére.

Szerkezeti rendszerek ismertetése

Alapozás

Az épület alapozási rendszere két részből áll össze. A földemet tartó acél oszlopok cölöpalapozása adja a fő teherviselő rendszert. A cölöpalapok CFA rendszerűek, 80 cm átmérővel készülnek. Fejeik felső része visszabontásra kerül, ezzel alakítva ki az acél oszlopok talplemezeinek csatlakozási felületeit. A csatlakozó felület magassága Bfm.: 123 m, így kiemelve a MTV fölé.

Az épület vasbeton részének terheit, illetve a padlószerkezet terheit 25 cm vastag, műanyagszál erősítésű vasbeton padlólemez veszi fel. Ezalatt 30 cm habüveg hőszigetelés készül megfelelő aljzatot adva a lemeznek, biztosítva az egyenletes teherátadást. Az ágyazat és a lemez közé 2 rtg. PE fólia kerül részben csúsztatóréteggént, részben a beton hidratációjának biztosítása érdekében.

A két szerkezeti rendszer kellő teherbírással rendelkezik az esetleges feszültségváltozások okozta többletterhelés felvételére is, káros alakváltozások nélkül képesek az épület terheit továbbítani a talaj felé.

Falak

Az épület teherhordó és válaszfalai egyaránt monolit vasbetonból készülnek. A homlokzati falak 25 cm vastag, C25/30 monolit vasbeton szerkezetek, maghőszigetelt kialakítással. A falakban középháló kerül elhelyezésre.

A látogatótér felőli fal ugyancsak teherbíró, monolit vasbeton, 20 cm vastagságban.

A válaszfalak 10 cm vastagságú, monolit vasbeton falak.

A falak az épület merevítésében is részt vesznek, a hozzá kapcsolódó acél födémrendszert is merevíti, az csuklós módon kapcsolódik a vasbeton falazathoz.

Födém

Az épületben kétféle födém készül. A monolit blokkban 20 cm vastag, monolit vasbeton födém készül, egyirányba teherhordó lemezként méretezve adja a teherhordó részt.

A látogatótérben 30 cm vastag acél függesztett rácsszerkezet készül. A szelvények jellemzően 100.300.6 S460 acélból készített zártszelvények, melyek hegesztett módon kapcsolódnak össze, ezzel is fokozva a födém tárcsamerevségét, valamint csökkentve a lehajlásokat, mozgásokat. A függesztőoszlopok gerendái 100.300.10 S460 szelvények, a merevség növelése érdekében. Ezek környezetében a csatlakozó gerendák ugyancsak ilyen szelvények. A födém gyári körülmények között kerül hegesztésre, így a helyszínen csavarozott kapcsolatokkal kerül összeépítésre. A tárcsamerevséget fokozandó 40 mm hullámmagasságú trapézlemez is kerül a rácsra, önmetsző csavarokkal rögzítve.

Oszlopok

Az épület födémét tartó oszlopok, 30 cm átmérőjű, 30 mm falvastagságú acél körszelvények, minden irányban félmerev kialakítású talpkapcsolattal készítve. A szelvény S460 acélszilárdságú, megfelelő felületkezeléssel kerül kialakításra. Az oszlopok talpkapcsolata utólagos csavarkapcsolattal készül, poláris csavarkiosztással, félmerev módon.

A homlokzaton 100.150.4 S235 acélszelvények adják a függőleges tartószerkezetet, valamint a függönyfalak tartószerkezetét. Az oszlopok ugyancsak csavarozott kapcsolatokkal rögzítendőek a már meglévő acél födém szerkezetéhez, valamint a vasbeton falszakaszokra.

Függesztés

Az épület födémét ugyancsak az acél pillérek tartják, függesztett módon. Az oszlopokhoz a függesztő kábelek csavarral kerülnek rögzítésre az oszlopokra hegesztett acél pengékhez. A födémhez acél hengerek segítségével kapcsolódnak, melyek az épületszerkezeti rétegrenden áthatolva továbbítja a terheket. A hengerek nyomatékbiro módon készülnek, hiszen a ferde függesztőkötelek jelentős hajlító igénybevételeket okoznak bennük. A huzalok rögzítése ugyancsak csavaros kapcsolattal történik, a hengerekre hegesztett diafragmákhoz.

A függesztések környezetében erősebb acél gerendák készülnek, hogy a jelentős koncentrált terheket fel tudja venni, illetve a merevségi különbségeket közelítsük.

Merevítés

Az épület merevítése a függesztett, könnyűszerkezetes rendszer okán komoly figyelmet kíván. A függesztett látogatótérhez kapcsolódó vasbeton kiszolgáló blokk homlokzati falai adják a merevítés egyik részét. Ez azonban a csavarási középpontot az épület homlokzatára helyezi, ezen kedvezőtlen hatás elkerülésének érdekében, a szemközti homlokzat közelében egy másik merevítő rendszer is helyet kap, így az épület középpontja közelébe pozicionálva a csavarási középpontot. Ez andráskereszt merevítésként jelentkezik. A huzalok a padlólemezig lemenő acél oszlopokhoz kapcsolódnak, melyek a födém erősített gerendájával együtt alkotja a merevítő keretet.

Az andráskereszt oszlopainak megfelelő talpkapcsolat biztosítása érdekében az ottani vasbeton lábazati fal szélesebb, mint a többi helyen, így biztosítható a megfelelő csavarkapcsolat kialakítása.

A könnyűszerkezetes födém tárcsamerevsége oly módon biztosított, hogy a rácsozaton egy 40 mm hullámmagasságú trapézlemez kelően sűrű csavaros rögzítéssel biztosítja az együtt dolgozást, valamint a trapézlemezek alsó felületén elhelyezett építőlemezek ugyancsak növelik a merevséget.

Kötélszerkezet

A madarak külső röpdéjét egy acél oszlopokon elhelyezett kötélszerkezet által síkban tartott acél hegesztett háló adja. A fő tartó szerkezeti rendszert a kötelek valamint a 30 cm átmérőjű, 30 mm falvastagságú, S460 szilárdságú, minden irányban befogott, félmerev kapcsolattal kialakított acél pillérek adják. A kötelek csavarkapcsolatokkal kerülnek rögzítésre az oszlopokhoz, ráhegesztett pengékhez csavarozva. Az oszlopok jellemzően nyomottak, de az erőjáték bonyolultsága okán több helyen hajlítottá válhatnak. Az így kialakult külpontos igénybevételt az oszlop inerciája, illetve félmerev talpkapcsolata kezeli. A szerkezet kétirányba teherhordó jellegű, mindkét irányban szabályos raszter szerint kiosztott a pillérek elhelyezése. A szélső állásokon visszakötő kötelek találhatóak, ezekkel kezeljük a jelentős, állászéli hajlító igénybevételeket. Az oszlopok alapozása cölöpalap. A fő teherhordó rendszer a raszter irányú főkötelek, ám a töredezett felület kialakításának érdekében más irányú, másodlagos kötelek is bekerültek a rendszerbe. Ezen kötelek erői jellemzően a háló síkban tartásából ered, valamint a szél és egyéb külső hatásokból.

A félmerev kapcsolatok a mozgások csökkentésének érdekében készülnek, valamint a helyszíni építés során sem igényelnek megtámasztást. A kötélrendszer csuklós oszlopokkal is működhetne, ám akkor jelentős mozgások következhetnek be az erők felvétele közben, mely jellemzően az épületen is áthatoló oszlopoknál jelentene problémát. A félmerev kapcsolattal ezek a mozgások is csökkennek.

Az oszlopok talpkapcsolati hegesztése diafragmákkal is kiegészülhet, amennyiben a bennük ébredő erők ezt szükségessé teszik. Ehhez a legkritikusabb oszlop megkeresése, illetve több teherkombináció vizsgálata szükséges, melyre a diploma keretein belül nem került sor. A keresztmetszet vastagága is növelhető, amennyiben szükségessé válna, így jelentős tartalék van az oszlopokban. A jelenlegi rendszernél a csavarkapcsolat teherbírása a mértékadó, a cölöpalapok szélessége is növelhető még, a hálószerű oszlopok talpkapcsolatának helyes tervezése ugyancsak további vizsgálatokat után végezhető.

Élményútvonal

A látogatói élményt növelendő élményútvonal ugyancsak acél szerkezetű. Az utak az oszlopokon elhelyezett acél pihenők között halad. A pihenők konzolos szerkezetek, az oszlopokhoz hegesztéssel kapcsolódnak, a nyomatéki maximum felé növekvő szelvénymérettel a nyomatékok felvételének, illetve a nagyobb hegesztési felület megvalósítása érdekében. A gerendákon nagév rács biztosítja a járófelületet, annak méretezése a tervezési útmutató szerint történt.

A pihenők közötti utak ugyancsak acél szerkezetűek, két gerenda között szintén nagév rács. A gerendák az oszlopokhoz kerülnek felfüggesztésre, így többtámaszú tartóként méretezhetők. A függesztések csavarkapcsolattal rögzítendő az oszlopokhoz, a rájuk hegesztett pengék segítségével. A gerendákhoz ugyanilyen módon kapcsolódnak. A lezuhanást meggátolandó, a gerendák oldalára hegesztett acél rácsszerkezet készül.

Ellenőrző számítások

Terhek

TEHERELEMZÉS				
SORSZÁM	ANYAG	GAMMA kN/m ³	VASTAGSÁG cm	Ped,k kN/m ²
1	TERMŐFÖLD	18	10	1,8
2	XPS	0,4	30	0,12
3	VASBETON	25	25	6,25
ÖSSZES				8,17 kN/m ²

SZÉLTEHER (kN/m²) 0,655 13 m magasság, III. beépítési kategória

HÓTEHER (kN/m²) 1

Vasbeton födém

Vasbeton falakra terhelő, kéttámaszú statikai modell

$$l_{\text{eff}} = 0,25/2 + 0,20/2 + 3,98 = 4205 \text{ mm}$$

$$K = 1,0$$

$$d = 250 - 20 - 5 = 225 \text{ mm}$$

kéttámaszú tartó

25 cm vasbetont, 20 mm C_{nom} $\phi 10$ betonacéllal

$$l/K/d = 4205/1/225 = 18,88$$

$$P_{\text{ed},k} = 8,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Kiemelt hó: } 8,17 \times 1,35 + 1,0 \times 1,5 = 12,53 \text{ kN/m}^2$$

Kiemelt szél: nem mértékadó

$$\text{Rendkívüli hó: } 8,17 \times 1,0 + 1,0 \times 2 = 10,17 \text{ kN/m}^2$$

$(l/d)_{\text{eng}} \rightarrow 1 \times P_{\text{Ed}}/1 = 12,53$ - C30/37 beton \rightarrow 33 és 28 között található a keresett érték

$$l/K/d < (l/d)_{\text{eng}}$$

Bevasalható, kisebb szerkezeti vastagság is megfelelő lenne

20 cm lemezzel nézve:

$$4205/1/175 = 24,02 < (l/d)_{\text{eng}}$$

Vasalás meghatározása

$$M_{Ed} = (4,205^2 \times 12,53) / 8 = 27,7 \text{ kNm}$$

$$x_c = 175 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 27,7 \times 10^6}{1000 \times 175^2 \times 20}} \right) = 8,10 \text{ mm}$$

$$x_c/d = 0,046 < 0,49$$

$$N_c = 1000 \times 20 \times 8,10 = 162036 \text{ N}$$

$$a_s = 162036 / 435 = 372 \text{ mm}^2/\text{m}$$

φ10/15 acélkiosztás – φ8/25 elosztó vasalás

Széleken szegővasak φ8/25 kiosztásban

Kötélszerkezet

$q_z = 0,665 \text{ kN/m}^2$ - 13 m magasság, III. beépítési kategória

Tömörégi arány a hálónál:

20×20 mm 2,0 mm vastag hegesztett háló

$$A_c = 20 \times 20 = 400 \text{ mm}^2$$

$$A = 4 \times 20 \times 1,0 = 80 \text{ mm}^2$$

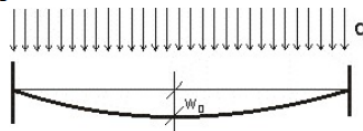
$$\phi = A/A_c = 80/400 = \mathbf{0,2}$$

A SZÁMÍTÁST KIEMELT SZÉL TEHERKOMBINÁCIÓVAL, HÓTEHER NÉLKÜL VIZSGÁLTAM, LÉVÉN, HOGY AZ ÁTESIK A RÁCSON.

SZÉLNYOMÁS JELENTKEZIK KIZÁRÓLAG

A kötelekből keletkező vízszintes erő meghatározásához ezt a képletet használtam.

Egyenletesen megoszló teher esetén



$$w(x) = \frac{4w_0}{l^2} x(l-x)$$

$$\Delta l = \int_0^l \sqrt{1 + (w')^2} dx - l \approx \frac{1}{2} \int_0^l (w')^2 dx = \frac{8w_0^2}{3l}$$

$$w_0 = \sqrt[3]{\frac{3ql}{8EA}} l$$

A KÉPLET ALAPJÁN SZÁMÍTOTTAM A W_0 -AT MAJD A $Q \times L^2 / 8H = W_0$ KÉPLETTEL A VÍZSZINTES ERŐKET.

MEGOSZLÓ TEHER MEGHATÁROZÁSA

SORSZÁM	TERHELÉSI MEZŐ	SZÉLTEHER	ÁTTÖRTSÉGI MUT.	HOSSZ	KORR. TÉNY	MEGOSZLÓ TEHER	MEGOSZLÓ TEHER
	m	kN/m ²		m	nyomás	q, k=kN/m	q, d=kN/m
1	6	0,665	0,2	5,4	0,8	0,64	0,96
2	6	0,665	0,2	2,8	0,8	0,64	0,96
3	6	0,665	0,2	6,7	0,55	0,44	0,66
4	6	0,665	0,2	6,1	0,55	0,44	0,66
5	6	0,665	0,2	6,1	0,55	0,44	0,66
6	6	0,665	0,2	6,1	0,7	0,56	0,84
7	6	0,665	0,2	6,3	0,45	0,36	0,54
8	6	0,665	0,2	2,8	0,25	0,20	0,30
9	6	0,665	0,2	7,3	0,25	0,20	0,30

KÖTÉL VÍZSZINTES EREJÉNEK MEGHATÁROZÁSA

SORSZÁM	MEGOSZLÓ TEHER	FESZTÁV	RUG. MODULUS	KERESZTMETSZET	LEHAJLÁS	ERŐ
szakasz	kN/m=N/mm	mm	N/mm ²	mm ²	mm	kN
1	0,96	5400	210000	3925	71,8	48,60
2	0,96	2800	210000	3925	29,9	31,37
3	0,66	6700	210000	3925	84,5	43,71
4	0,66	6100	210000	3925	74,6	41,06
5	0,66	6100	210000	3925	74,6	41,06
6	0,84	6100	210000	3925	80,8	48,22
7	0,54	6300	210000	3925	72,8	36,70
8	0,30	2800	210000	3925	20,3	14,44
9	0,30	7300	210000	3925	72,9	27,36

CSOMÓPONTOK ERŐKOMPONENSEKRE VALÓ FELBONTÁSA

Számítás elve – a terheket kiemelt szél esetén vizsgáltam, és azt a megállapítást tettem, hogy a belső állásokban több helyen nincs jelentős különbség a vízszintes erők között az oszlopok tetején. Ezen részeken kisebb nyomatékok keletkeznek az oszlopok alsó félmerev kapcsolatánál. Ellenben ahol jelentősebb különbség alakul ki az oszlop két kötélinek vízszintes ereje között, melyet a szél korrekciós tényezőinek jelentős különbsége ad, ott a számítás elve megváltozik, hiszen a jelentős vízszintes erő, jelentős elmozdulást eredményezne, mely azonban nem tud létrejönni, hiszen a kötelek nem engedik a nagyobb elmozdulásokat, „visszahúzzák” az oszlopok tetejét. Így ezen csomópontoknál a támadó vízszintes erőt adtam tovább a kötélinek, így az oszlopok tetején lévő vízszintes erők kiegyenlítik egymást.

1. CSOMÓPONT

$$F_y = 54,1 \text{ kN}$$

$$F_x = 39,3 \text{ kN}$$

$$F_x = 54,1 \times \tan(16) \text{ kN} = 15,51$$

$$F_y = 54,1 \text{ kN}$$

$$\mathbf{F \text{ kötélinek} = 56,28 \text{ kN}}$$

2. CSOMÓPONT

$$F_y = 43,71 \times \sin(26) = 19,16 \text{ kN}$$

$$F_x = 43,71 \times \cos(26) = 39,3 \text{ kN}$$

$$F_y = 39,3 \times \tan(54) = 54,1 \text{ kN}$$

$$F_x = 39,3 \text{ kN}$$

$$F \text{ köté} = 66,86 \text{ kN}$$

3. CSOMÓPONT

$$F_y = 43,71 \times \sin(26) = 19,16 \text{ kN}$$

$$F_x = 43,71 \times \cos(26) = 39,3 \text{ kN}$$

$$F_y = 41,06 \times \sin(10) = 7,12 \text{ kN}$$

$$F_x = 41,06 \times \cos(10) = 40,43 \text{ kN}$$

4. CSOMÓPONT

$$F_y = 41,06 \times \sin(10) = 7,12 \text{ kN}$$

$$F_x = 41,06 \times \cos(10) = 40,43 \text{ kN}$$

$$F_y = 41,06 \times \sin(10) = 7,12 \text{ kN}$$

$$F_x = 41,06 \times \cos(10) = 40,43 \text{ kN}$$

5. CSOMÓPONT

$$F_y = 41,06 \times \sin(10) = 7,12 \text{ kN}$$

$$F_x = 41,06 \times \cos(10) = 40,43 \text{ kN}$$

$$F_y = 48,22 \times \sin(10) = 8,37 \text{ kN}$$

$$F_x = 48,22 \times \cos(10) = 47,5 \text{ kN}$$

6. CSOMÓPONT

$$F_y = 48,22 \times \sin(10) = 8,37 \text{ kN}$$

$$F_x = 48,22 \times \cos(10) = 47,5 \text{ kN}$$

$$F_y = \tan(19) = 16,35 \text{ kN}$$

$$F_x = 47,5 \text{ kN}$$

$$F \text{ köté} = 50,23$$

7. CSOMÓPONT

$$F_y = \tan(19) = 16,35 \text{ kN}$$

$$F_x = 47,5 \text{ kN}$$

$$F_y = 47,5 \times \tan(54) = 65,38 \text{ kN}$$

$$F_x=47,5 \text{ kN}$$

$$F \text{ kötél}= 80,81 \text{ kN}$$

8. CSOMÓPONT

$$F_y= 47,5 \times \text{tg}(54) = 65,38 \text{ kN}$$

$$F_x=47,5 \text{ kN}$$

$$F_y=65,38 \text{ kN}$$

$$F_x=65,38 / \text{tg}(78) = 13,89 \text{ kN}$$

$$\mathbf{F \text{ kötél}= 66,84 \text{ kN}}$$

OSZLOPOKON ÉBREDŐ NYOMATÉKOK

A OSZLÓP

$$25,55 \times 7 - 19,5 \times 1 = 159,35 \text{ kNm}$$

B OSZLÓP

$$1,13 \times 10 = 11,3 \text{ kNm}$$

C OSZLÓP

$$0 \text{ kNm}$$

D OSZLÓP

$$7,07 \times 12 = 84,84 \text{ kNm}$$

E OSZLÓP

$$12,8 \times 11 = 140,8 \text{ kNm}$$

F OSZLÓP

$$23,75 \times 9 - 20,79 \times 1 = 169,31 \text{ kNm}$$

Oszlop talpkapcsolat teherbírás

HILTI HSA M20 dübel – minimális tengely-és peremtávolságos esetben

$$NR_{d,c} = 35,1 \times 1,32 \times 0,94 \times 0,9 \times 0,66 = 25,86 \text{ kN}$$

$$\mathbf{NR_{d,sp} = 35,1 \times 1,32 \times 0,83 \times 0,72 \times 0,6 \times 1,5 = 24,9 \text{ kN}}$$

HILTI HSA M16 dübel – megfelelő perem-és minimális tengelytávolságos esetben

$$\mathbf{NR_{d,c} = 25,9 \times 1,32 \times 1 \times 1 \times 0,66 \times 0,92 = 20,75 \text{ kN}}$$

$$NR_{d,sp} = 25,9 \times 1,27 \times 0,98 \times 0,975 \times 0,59 \times 1,5 \times 0,92 = 26,6 \text{ kN}$$

$$\mathbf{MR_d = 24,9 \times (0,55 + 2 \times 0,51 + 2 \times 0,396 + 2 \times 0,222) + 20,75 \times (0,37 + 2 \times 0,272 + 2 \times 0,2) = 96,9 \text{ kNm}}$$

Függesztés kapcsolatai

Terhek

TEHERELEMZÉS				
SORSZÁM	ANYAG	GAMMA kN/m ³	VASTAGSÁG cm	Ped,k kN/m ²
1	TERMŐFÖLD	18	10	1,8
2	XPS	0,4	30	0,12
3	NÖVÉNYZET	-	-	0,5
4	ÁLMENNYEZET	8	2	0,16
ÖSSZES				2,58

$$\text{hóteher} = 1,2 \times 0,8 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{szélteher} = 0,446 \text{ kN/m}^2 \times (0,8 + 0,2) = 0,446 \text{ kN/m}^2 - 4 \text{ m, III. beépítési kategória}$$

szélszívás értékei, cp10 esetén, hp/h= 0,039

$$h = 4,54 \text{ m, } hp = 0,18$$

$$F = 0,446 \times 1,5 = 0,669 \text{ kN/m}^2$$

$$G = 0,446 \times 1 = 0,379 \text{ kN/m}^2$$

$$H = 0,446 \times 0,7 = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

$$I = 0,446 \times 0,2 = 0,086 \text{ kN/m}^2$$

Az erők meghatározásához AXIS X5 programot használtam

Kis oszlop ellenőrzése

$$d = 80 \text{ mm, S460}$$

$$F_{ed} = 76,44 \text{ kN}$$

$$h = 0,8 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = 0,8 \times 76,44 \times \cos(59) = 31,52 \text{ kNm}$$

$$I_{szelvény} = 2 \times 10^6 + (100 \times 20^3) / 12 + 2 \times ((20 \times 50^3) / 12 + 20 \times 50 \times 65^2) = 10,93 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Nyomaték felbontása x-y tengely mentén:

$$31,52 \times \sqrt{2} / 2 = 22,3 \text{ kNm}$$

$$\sigma_1 = M / I \times z_{max} = 22,3 / 10,93 \times 10 = 20,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_2 = M / I \times z_{max} = 22,3 / 10,93 \times 90 = 184,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = 20,46 + 184,13 = 204,6 \text{ N/mm}^2 < 368 \text{ N/mm}^2$$

Hegesztés ellenőrzése

$$N_{Ed} = 39,36 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 31,52 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 65,52 \text{ kN}$$

Közelítés képen teljes kör kerülettel számoltam, és figyelmen kívül hagytam a pengék végi varratokat, ezzel a biztonság javára tévedve.

$$I_{varrat} = ((4 \times 92^3) / 12 + 4 \times 92 \times 90^2) \times 4 + ((4^3 \times 92) / 12 + 4 \times 92 \times 10^2) \times 4 + 4 \times 3,14 \times 42^2 = 14 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_{varrat} = 2 \times 4 \times 92 = 3999 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{II} = V_{Ed} / A_{varrat} = 65520 / 3999 = 16,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{I-} = \sigma_{I-} = \sqrt{2} / 2 \times ((M_{Ed} / I_{varrat}) \times 132) = \sqrt{2} / 2 \times (22,3 \times 10^6 / 14 \times 10^6 \times 132) = 148,67 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{I-} = \sigma_{I-} = \sqrt{2} / 2 \times ((M_{Ed} / I_{varrat}) \times 10) = \sqrt{2} / 2 \times (22,3 \times 10^6 / 14 \times 10^6 \times 10) = 11,26 \text{ N/mm}^2$$

$$148,67 + 11,26 + \sqrt{2} / 2 \times 39360 / 3999 = 166,9 \text{ N/mm}^2$$

A kétirányú nyomaték okán, kétszer kell vizsgálni a feszültségeket, más-más σ_{max} értékkel az 1. pontra nézve. Ehhez kapcsolódik még a normálerőből eredő σ_{II} , melyet ugyancsak fel kell osztani $\tau_{I-} = \sigma_{I-}$ komponensekre.

$$\sigma = \sqrt{166,9^2 + 3 \times (166,9^2 + 16,4^2)} = 335 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 460 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta_w = 1,00$$

$$\sigma = 460 / 1,00 \times 1,25 = 460 \text{ N/mm}^2$$

368 > 335 MF

Kötél számítás

A Pfeifer cég termékei közül választok, 24 jelű kötél, és hozzá tartozó kapcsolóelem

System Size		8	10	12	14	16	20	24	27	30	36	42	48
Limit tension acc. EC3 $Z_{s,d}$	kN	19	30	43	59	80	125	180	235	286	417	573	753
Charact. breaking load acc. EC3 $Z_{s,k}$	kN	28	44	65	89	120	188	270	352	430	626	859	1129
minimum breaking load acc. EC3 F_{tm} / MBL	kN	30	47	68	93	126	198	284	371	452	659	904	1189
Metallic cross section	mm ²	19	30	43	60	81	126	182	235	288	419	575	753
Weight	kg/m	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,4	1,9	2,3	3,3	4,5	5,9
Construction		1 x 19	1 x 19	1 x 19	1 x 19	1 x 19	1 x 37	1 x 37	1 x 37	1 x 37	1 x 37	1 x 61	1 x 61
Nomin. strand dia. ds	mm	5,5	7,0	8,4	9,9	11,5	14,5	17,4	19,8	21,9	26,4	30,9	35,4

System Size		8	10	12	14	16	20	24	27	30	36	42	48
Complete Fork End													
Weight	D kg	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,3	2,2	3,2	4,4	7,2	10,5	15,4
Fork End - Corrosion Protection: hot-dip galvanized													
Height	A mm	26	32	39	47	53	66	77	88	98	115	133	151
Fork Width	B mm	10,0	12,0	14,0	17,0	18,0	23,0	23,5	23,5	28,5	28,5	34,0	39,0
Width	C mm	21	25,6	31	36	40	51	56,5	61,5	70,5	79,5	94	108
Ø Eye	D mm	9	11	13,5	16	18	22	26	30	33	39	45	51
Length to Fork Base	E mm	18,5	22,5	27,5	32	37	45	54	60	65	76	86	96
Length to Fork Top	F mm	14,5	17,5	21,5	26	29	35	42	48	53	62	72	82
Length to Fork End	H mm	40,5	50	60,5	73	80	100	120	134	147	174	201	227
Pin - Corrosion Protection: Size 8–16 hot-dip galvanized, all others spray-galvanized													
Diameter	d _s mm	8	10	12	14	16	20	24	27	30	36	42	48
Length	G mm	29,0	34,5	40,5	45,5	52,0	65,0	71,5	78,0	90,0	99,0	116,0	130,0
Locking Nut - Corrosion Protection: hot-dip galvanized													
Length	l _n mm	17	21	25	31,5	33	42	50	55,5	62	73	86	98
Connecting Plate - S355 (supplied by others)													
Plate Thickness	t _{ec} mm	8	10	12	15	15	20	20	20	25	25	30	35
Minimal Width	c _{min} mm	27	33	40	48	54	66	84	105	106	145	166	187
Minimal Edge Distance	f _{min} mm	14,5	17,5	21,5	26	29	35	42	48	53	62	72	82
Ø Hole	D _h mm	9	11	13,5	16	18	22	26	30	33	39	45	51

Nyírási ellenőrzés

$$F_{V, Rd} = 2 \times (0,6 \times f_{ub} \times A) / \gamma = 2 \times (0,6 \times 490 \times 314) / 1,25 \times 10^{-3} = \mathbf{147,66 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{147,66 > 76,44 \text{ MF}}$$

Palástnyomási ellenőrzés

$$F_{b, Rd} = k_1 \times (\alpha_b \times f_{ub} \times d \times t) / \gamma = 2,5 \times (1,0 \times 490 \times 20 \times 15) / 1,25 \times 10^3 = \mathbf{294 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{294 > 76,44 \text{ MF}}$$

Kötél kapcsolóelemének vizsgálata

$$N_{Ed} = 23,9 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 39,8 \times 0,06 = 2,38 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 39,8 \text{ kN}$$

10 cm hosszú elem

hegesztési hossz: 2×92 mm (varrat végén-elejen 4-4 mm levonandó)

$$I_{varrat} = (4 \times 92^3) / 12 \times 2 = 5,19 \times 10^5 \text{ mm}^4$$

$$A_{varrat} = 2 \times 4 \times 92 = 736 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{II} = V_{Ed} / A_{varrat} = 39800 / 736 = 54 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{I-} = \sigma_{I-} = \sqrt{2} / 2 \times ((M_{Ed} / I_{varrat}) \times 46 + 23900 / 736) = \sqrt{2} / 2 \times (2,38 \times 10^6 / 5,19 \times 10^5 \times 46 + 32,5) = 172,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = \sqrt{172,1^2 + 3 \times (172,1^2 + 54^2)} = 356,68 \text{ N/mm}^2$$

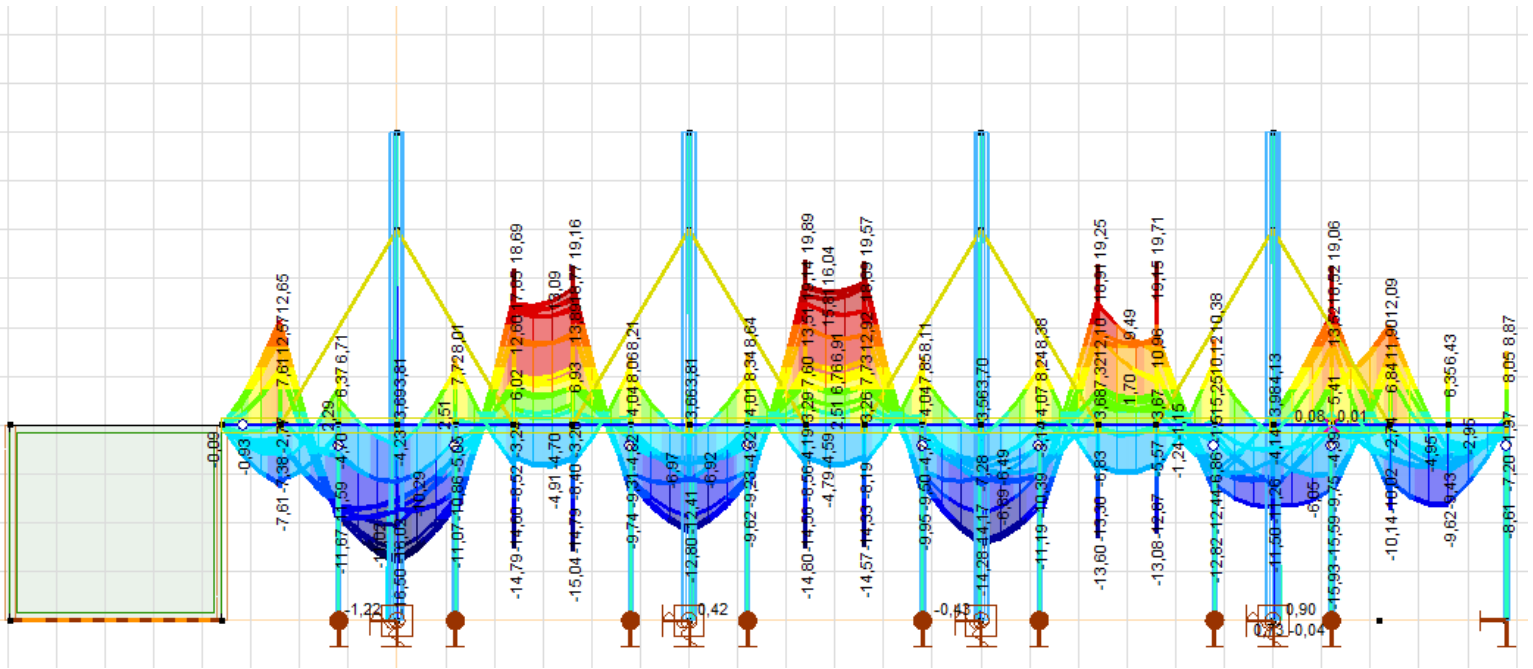
$$f_y = 460 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta_w = 1,00$$

$$\sigma = 460 / 1,00 \times 1,25 = 460 \text{ N/mm}^2$$

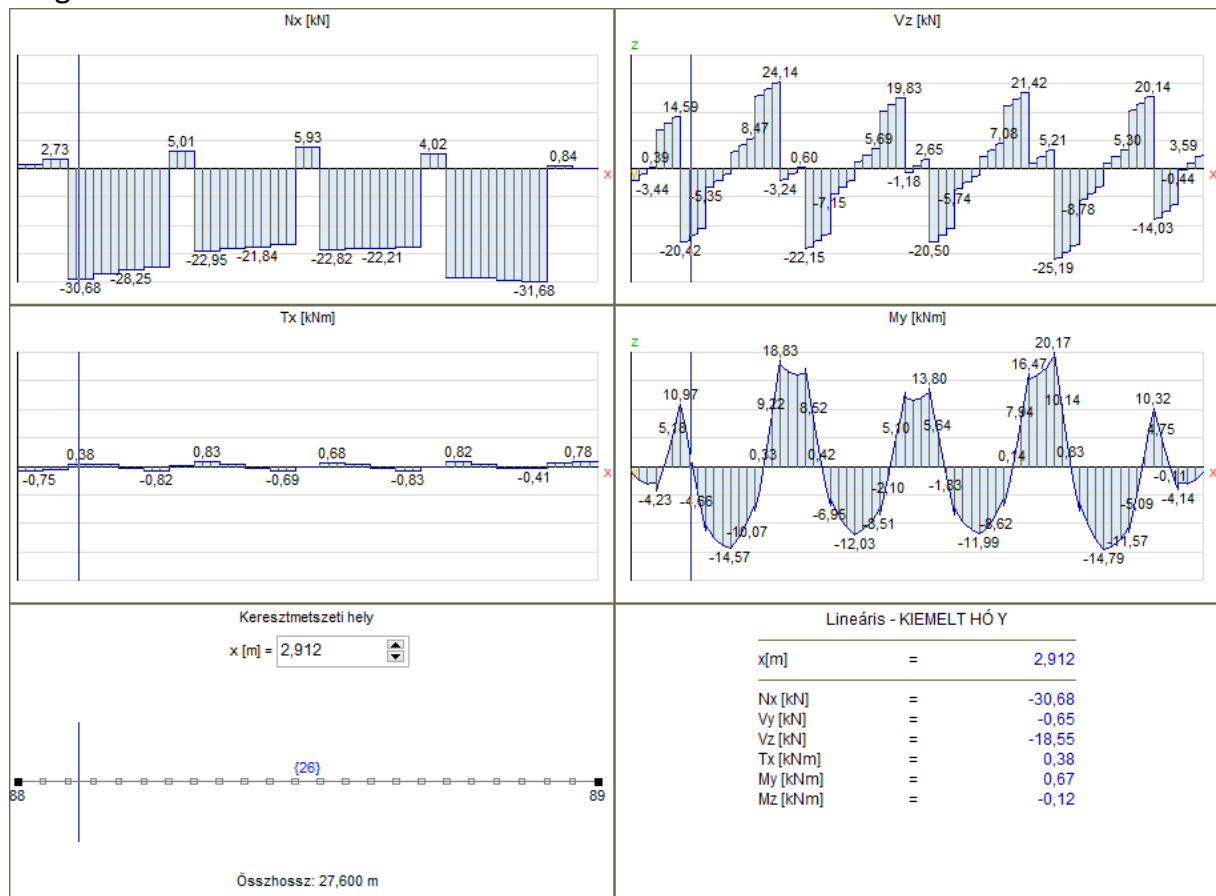
$$\mathbf{368 > 356,68 \text{ MF}}$$

Acél függesztett földem gerendáinak tervezése, kapcsolatainak méretezése



Főtartó gerenda ellenőrzése – 100.300.10 S460 acél

A számítás kisebb szelvényvel, 100.300.6 S460 acél szelvényvel készült, a későbbiekben nőtt meg a szelvény vastagsága, ám a nagyobb szelvényvastagsággal a megfelelés szintén fennáll.



NEd= 31,68 kN

MEd= 20,17 kNm

$$W_{el,y} = 411000 \text{ mm}^3$$

$$MR_d = 460 \text{ N/mm}^2 \times 411000 \text{ mm}^3 \times 10^{-6} = 189,06 \text{ kNm}$$

$$NR_d = 460 \text{ N/mm}^2 \times 4560 \text{ mm}^2 \times 10^{-3} = 2097,6 \text{ kN}$$

Kihajlás vizsgálata

$$L_c = 27600 \text{ mm}$$

$$i_y = 102 \text{ mm}$$

$$i_z = 4,3$$

$$\lambda = L_{cr} / (i_y \times \lambda_1) = 9600 \text{ mm} / (102 \times 93,9 \times \sqrt{235/460}) = 1,4 \text{ melegen hengerelt} - a_0$$

$$\rightarrow \chi = 0,446$$

Kifordulás vizsgálata

$$k_c = 0,9$$

$$L_c = 1200 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \times \sqrt{235/460} = 67,11$$

$$i_{fz} = 1,15 \times i_z = 43 \times 1,15 = 49,45 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = (0,9 \times 1200) / (49,45 \times 67,11) = 0,32$$

$$\rightarrow \chi = 0,9235$$

Kéttagú Dunkerly képlet az összetett igénybevétel okán

$$NEd / NR_d + MEd / MR_d = (31,68 / 2097,6 \times 0,446) + (20,17 / 189,06 \times 0,9235) = 0,15$$

MF

Acél gerendák kapcsolatai – hegesztés – általános helyen

$$MEd = 17,77 \text{ kNm}$$

$$VEd = 23,69 \text{ kN}$$

4 mm-es sarokvarrat – S460

$$\text{varrathossz (2 db)} = 300 - 2 \times 4 = 292 \text{ mm}$$

$$I_{\text{varrat}} = (4 \times 292^3) / 12 \times 2 = 1,65 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

$$A_{\text{varrat}} = 2 \times 4 \times 292 = 2336 \text{ mm}^2$$

1. pont ellenőrzése

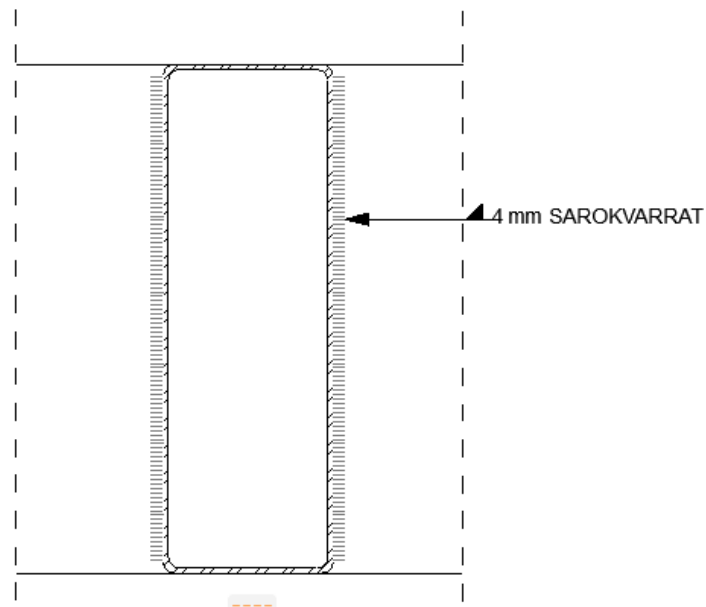
$$\tau_{II} = VEd / A_{\text{varrat}} = 10,14 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{I-} = \tau_{I+} = \sqrt{2} / 2 \times (MEd / I_{\text{varrat}}) \times 146 = 111,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \sqrt{111,2^2 + 3 \times (111,2^2 + 10,14^2)} = 223,1 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 460 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta_w = 1,00$$



$$\sigma = 460/1,00 \times 1,00 = 460 \text{ N/mm}^2$$

368 > 223,1 MF

Csavarkapcsolat – hegesztés

A kapcsolat nyomatéki nullpontban készül

Hegesztés ellenőrzése

Egyszerűsített módszer, a tiszta nyíróerő okán

$$V_{Ed} = 24,14 \text{ kN}$$

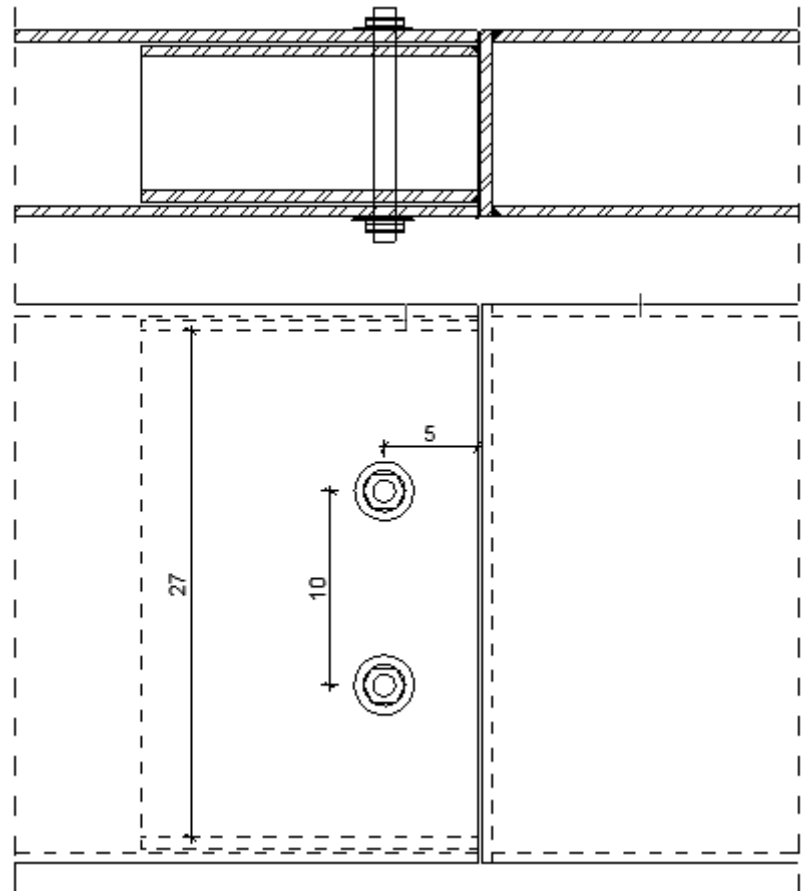
$$F_{w, Ed} = 24140/540 = 44,70 \text{ N/mm}^2$$

$$l = 270 \times 2 = 540 \text{ mm}$$

HA csak 160 mm a varrathossz,

$$F_{w, Ed} = 24140/320 = 75,43 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w, Rd} = (f_y \times a) / \sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma = (460 \times 4) / (1,00 \times \sqrt{3}) = 796,74 \text{ N/mm}^2$$



Csavarkép ellenőrzése

2 db M12 6.8 csavar

$$V_{Ed} = 24,14 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 24,14 \times 0,05 = 1,2 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 24,14/2 + 1,2/0,1 = 12,1 + 12 = 24,07 \text{ kN}$$

„Kedvező” csavarkép elérésének érdekében:

$$e_1 = 2 \times 13 = 26 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5 \times 13 = 19,5 \text{ mm}$$

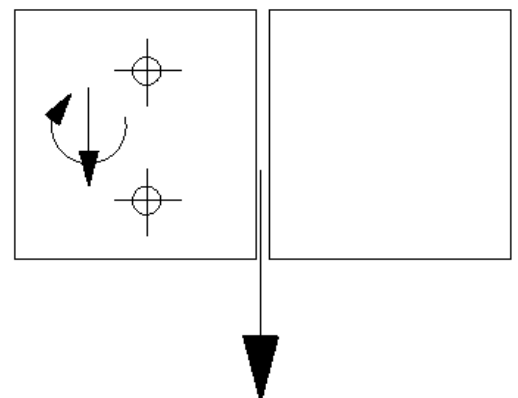
$$p_1 = 3 \times 13 = 39 \text{ mm}$$

$$\rightarrow k_1 = 2,5 - \alpha_b = 1,0$$

Nyírási ellenőrzés

$$F_{V, Rd} = 2 \times (0,6 \times f_{ub} \times A) / \gamma = 2 \times (0,6 \times 600 \times 113) / 1,15 \times 10^{-3} = 70,74 \text{ kN}$$

70,74 > 24,07 MF

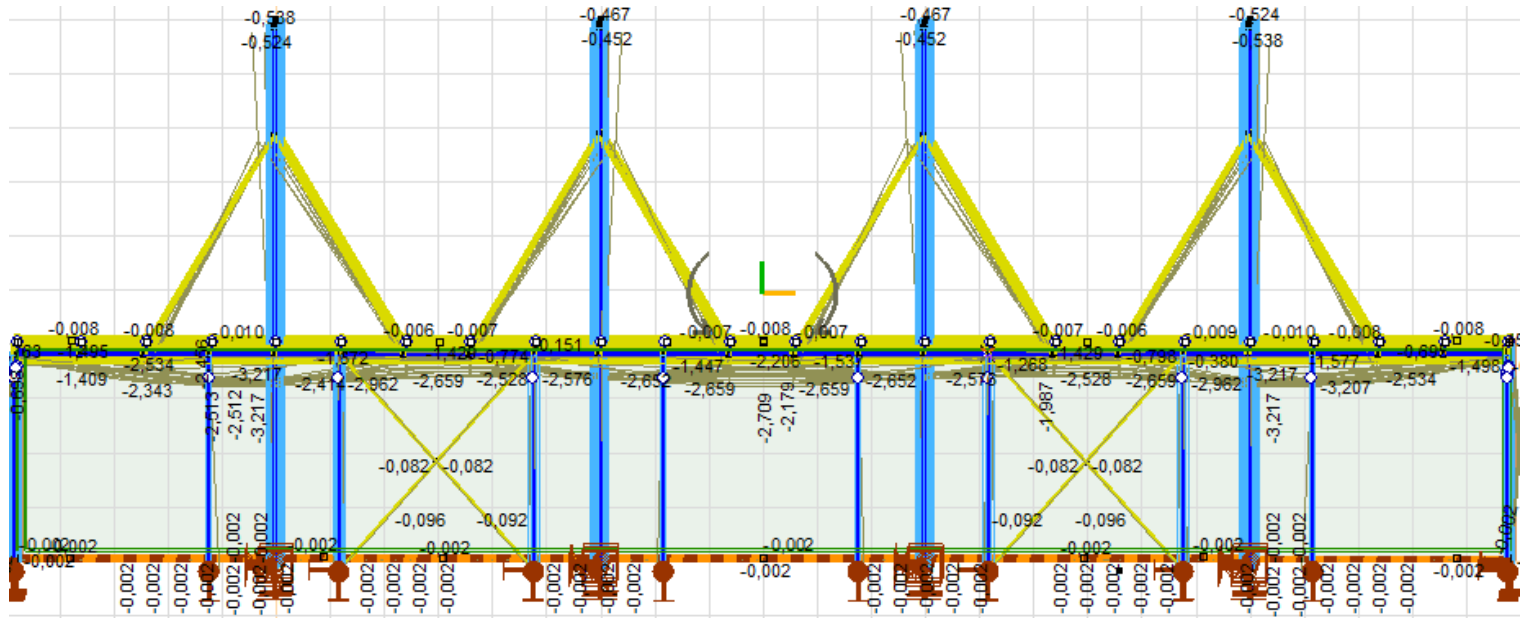


Palástnyomási ellenőrzés

$$F_{b,Rd} = k_1 \times (\alpha_b \times f_{ub} \times d \times t) / \gamma = 2,5 \times (1,0 \times 600 \times 13 \times 3 \times 2) / 1,25 \times 10^3 = \mathbf{101,74 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{101,74 > 24,07 \text{ MF}}$$

Lehajlások vizsgálata



Homlokzati acél oszlop ellenőrzése

100.150.4 S235 acél

csuklós-csuklós kapcsolat

$$N_{Ed} = 45,09 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = 2,4 \text{ kNm}$$

$$W_{el,y} = 95700 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = 235 \text{ N/mm}^2 \times 95700 \text{ mm}^3 \times 10^{-6} = 22,9 \text{ kNm}$$

$$N_{Rd} = 235 \text{ N/mm}^2 \times 1890 \text{ mm}^2 \times 10^{-3} = 444,15 \text{ kN}$$

$$P_{Ed} = 3 \times 0,446 \times 1 \times 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}$$

csukló-csukló kapcsolat

$$l_{eff} = 4000 \text{ mm}$$

$$i_z = 41 \text{ mm}$$

$$i_y = 56 \text{ mm}$$

$$\lambda = l_{cr} / (i_y \times \lambda_1) = 4000 \text{ mm} / (41 \times 93,9) = 1,03 \text{ melegen hengerelt – a0}$$

$$\rightarrow \chi = 0,687$$

Kifordulás vizsgálata

$$k_c = 0,94$$

$L_c=4000$ mm

$\lambda_1= 93,9$

$ifz= 1,15 \times iz= 41 \times 1,15=47,15$ mm

$\lambda_f= (0,94 \times 4000)/(47,15 \times 93,9)= 0,85$

→ $\chi= 0,6308$

Kéttagú Dunkerly képlet az összetett igénybevétel okán

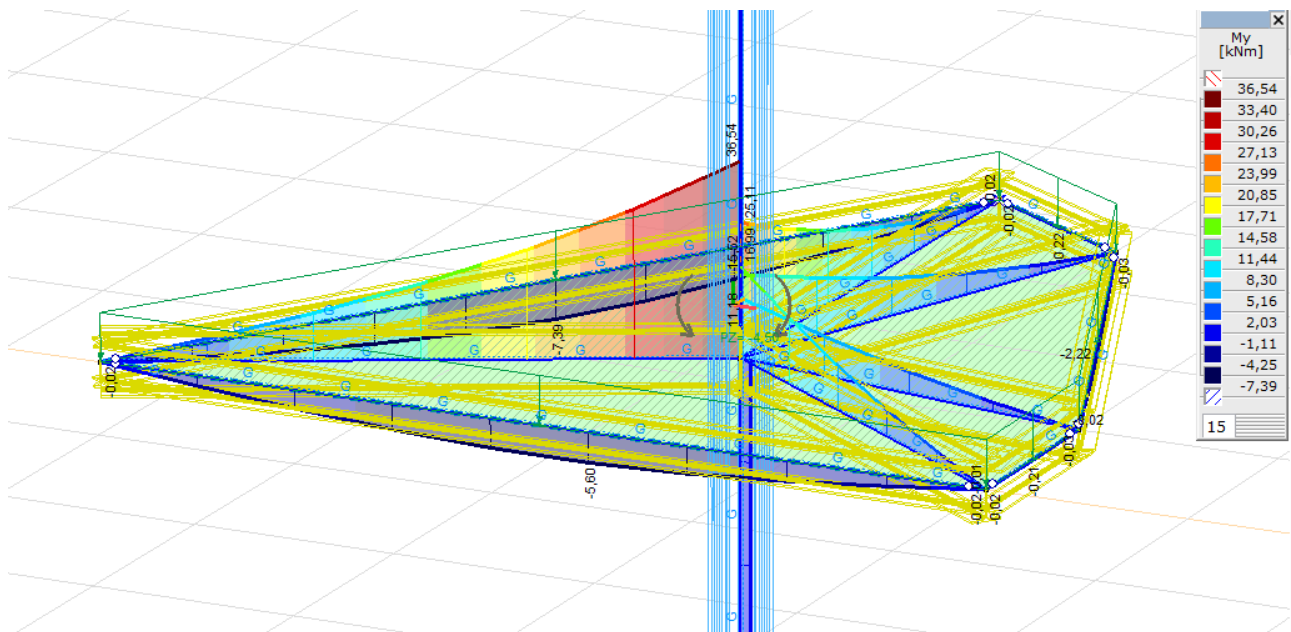
$NEd/NRd+MEd/MRd= (45,09/444,15 \times 0,687)+(2,4/22,9 \times 0,6308)= 0,34$

MF

Élményútvonal pihenőjének közelítő ellenőrzése

Statikai modell: konzolosan befogott gerendák, melyeket peremgerenda köt össze

$PEd= 1,5 \times 3,0$ kN/m²+g×1,35

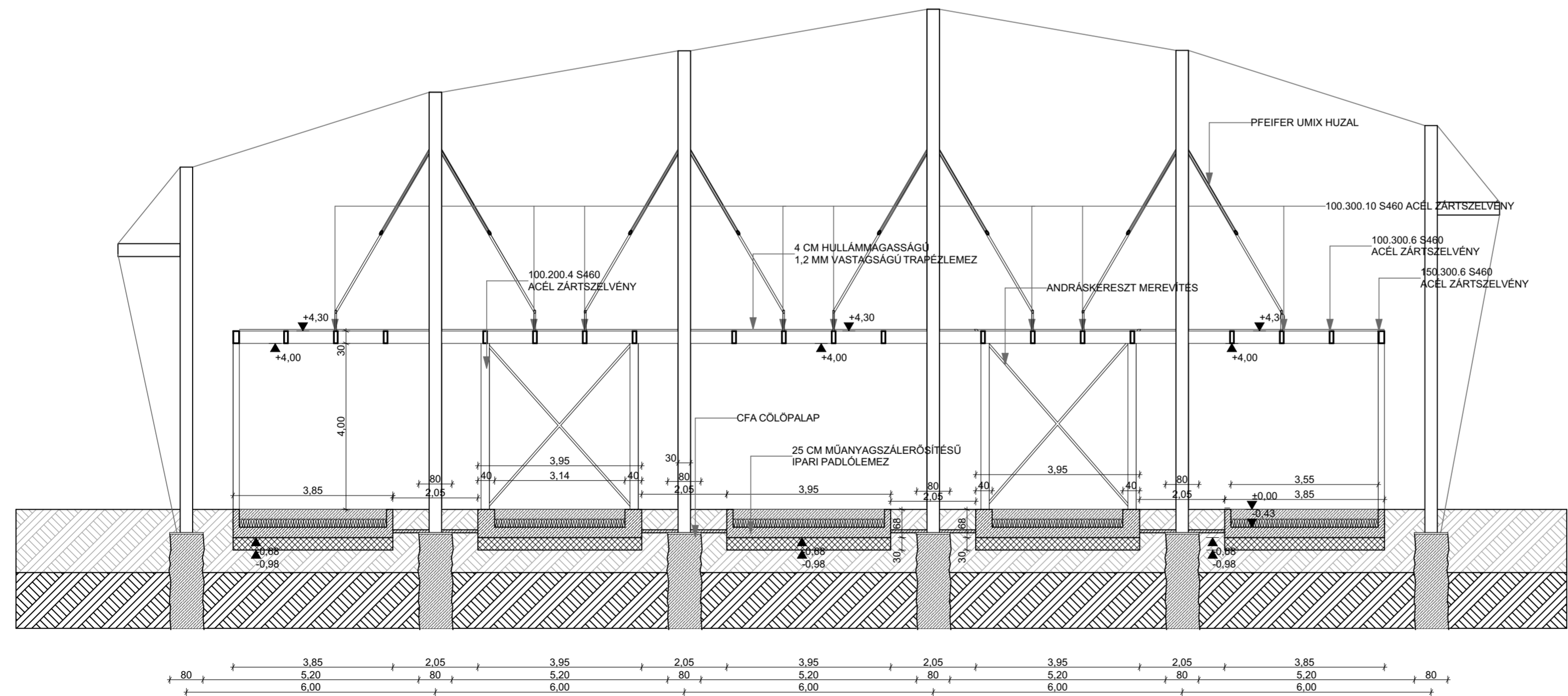
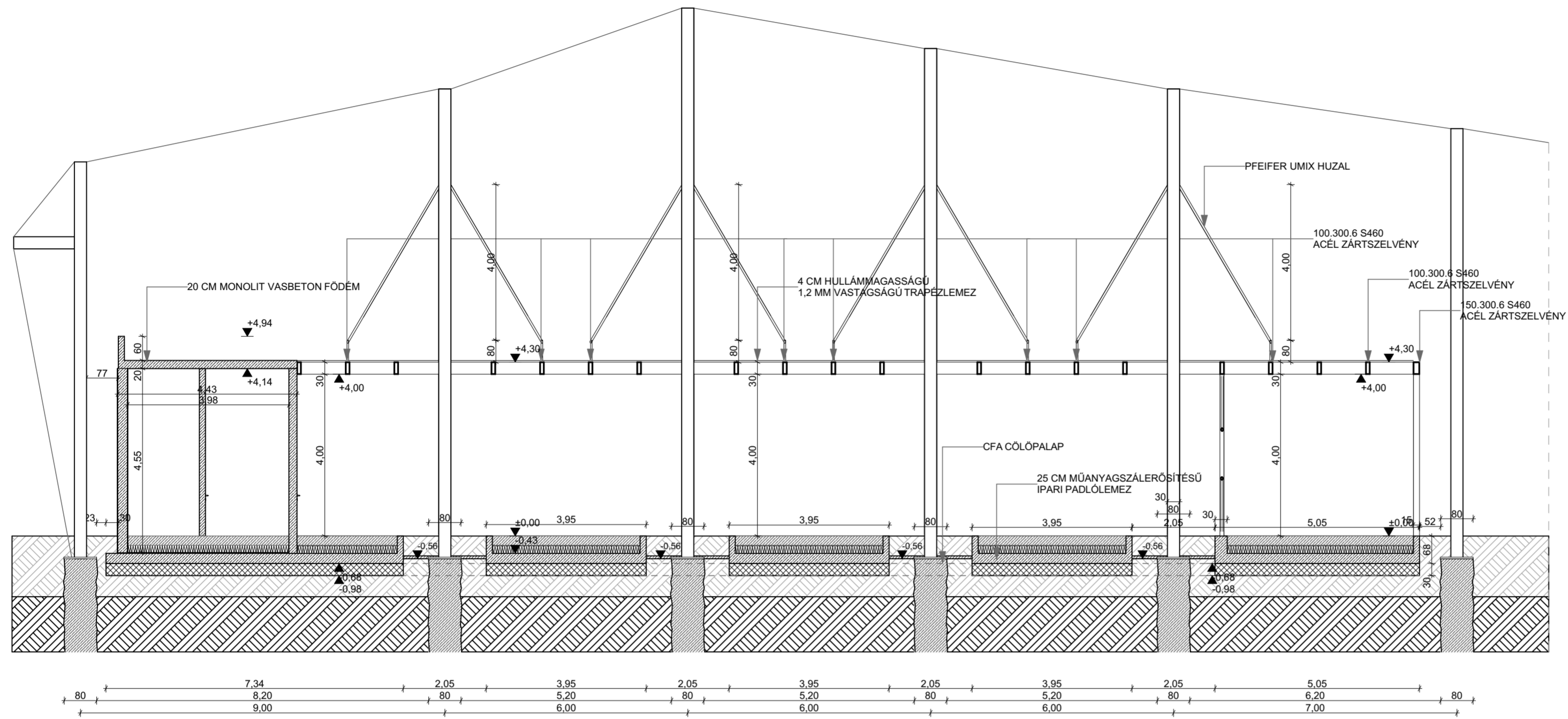


$MEd=36,4$ kNm

Változó keresztmetszetű szelvény, nyomatéki maximumnál 200 mm magasságú, hegesztett IPE szelvény méretekkel.

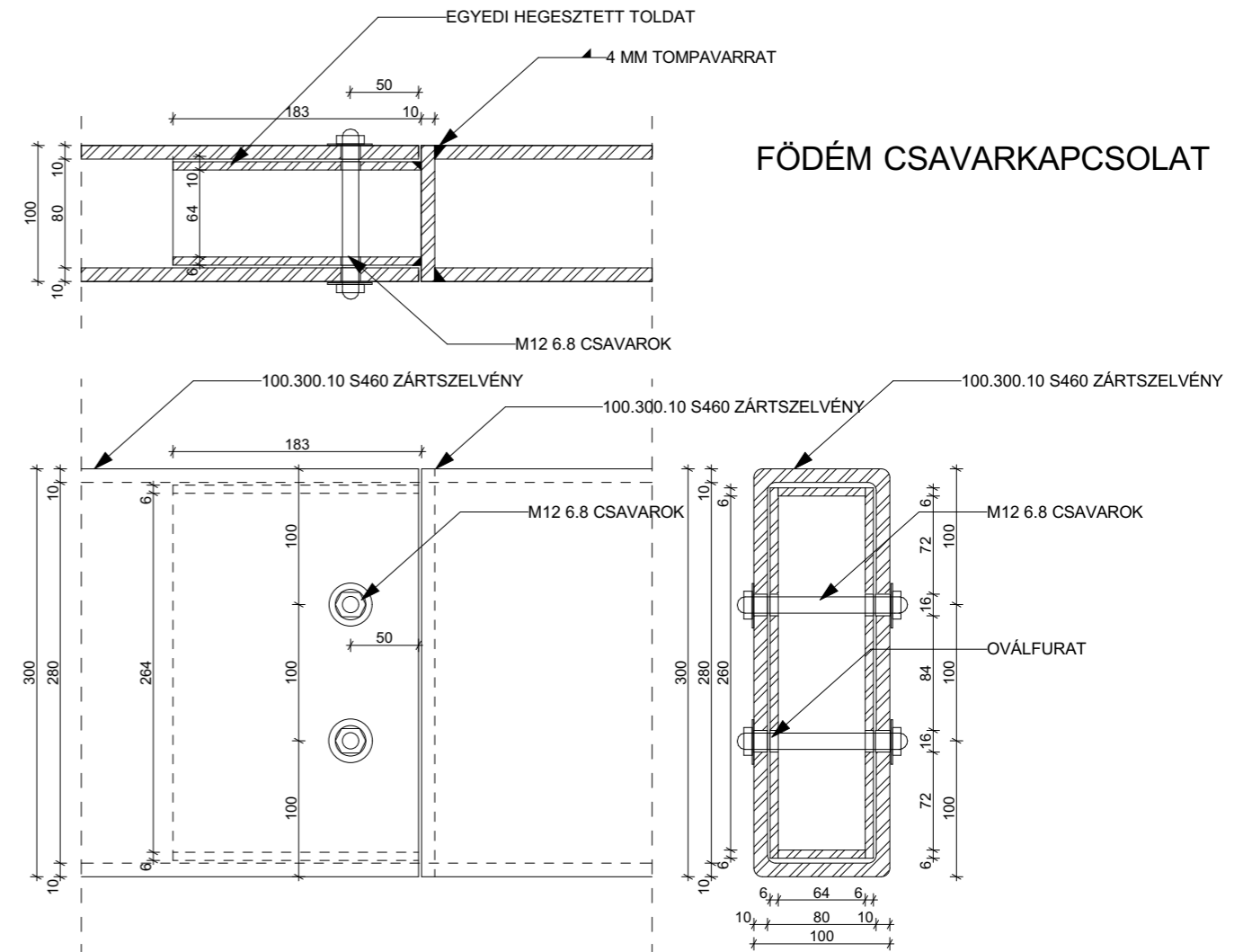
$MRd= 221000 \times 235 \times 10^{-6}= 51,9$ kNm

MF

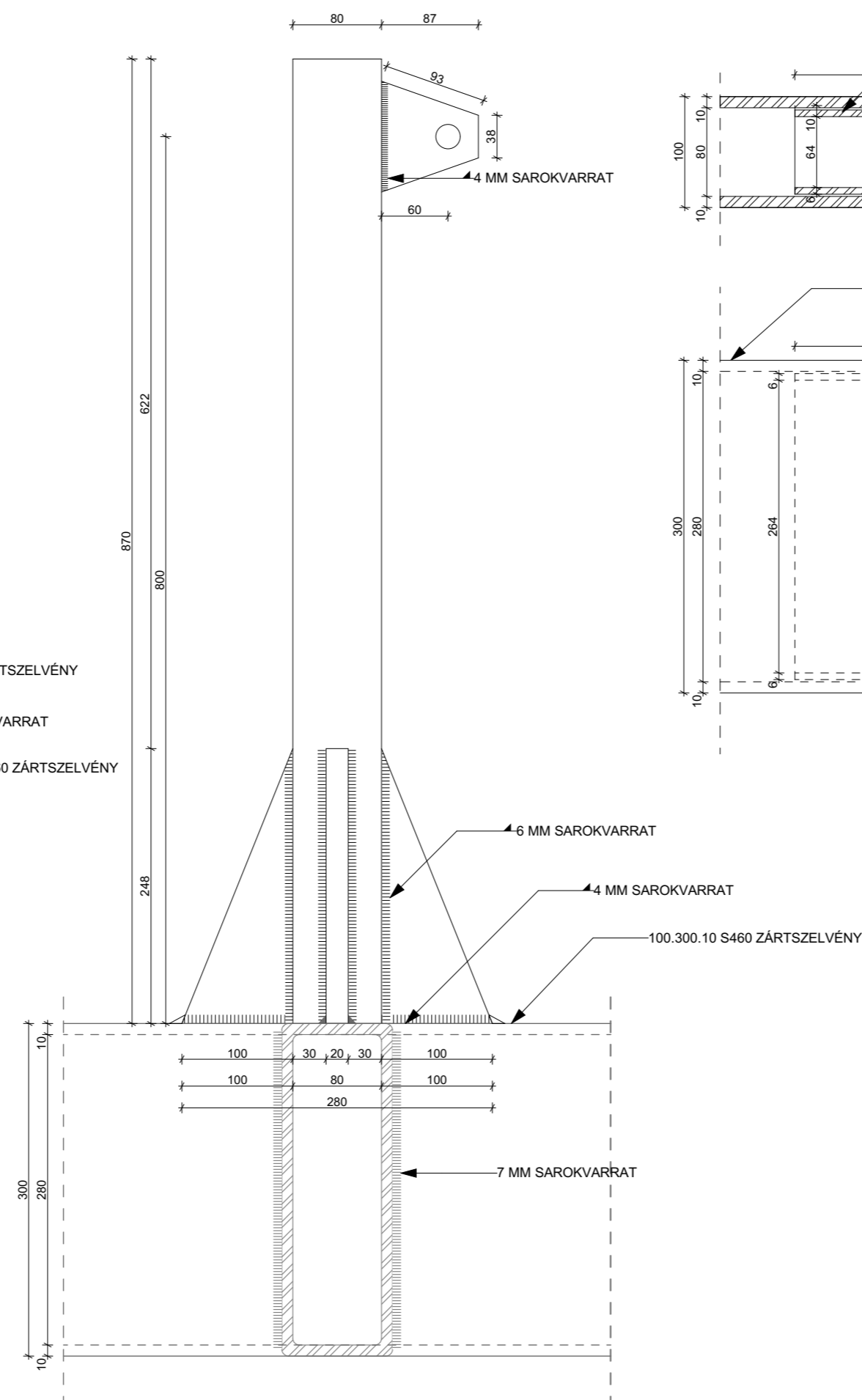
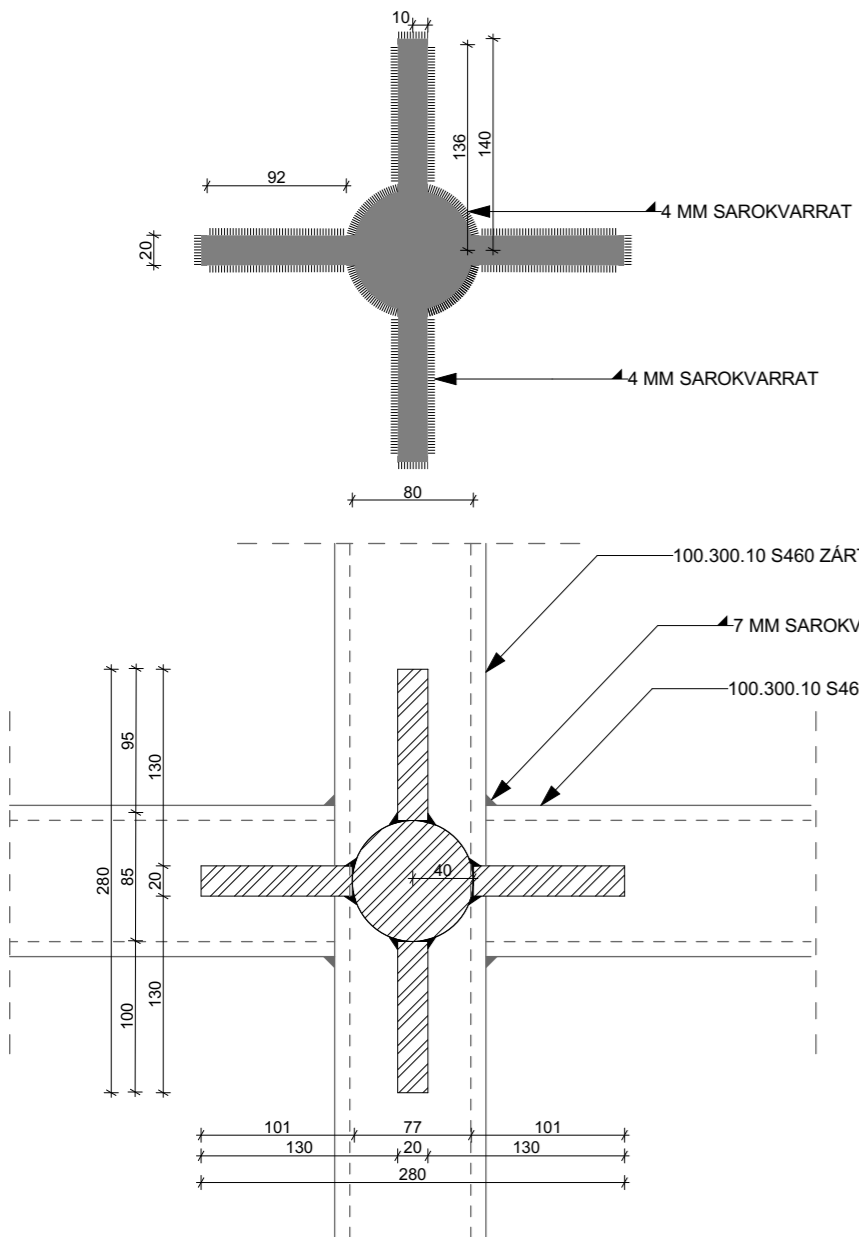


DIPLOMA ÁZSIAI PAPA GÁJHÁZ	
SZERKEZETI METSZET	S2
M=1:100	
SZŰCS GERGELY - N4NXNV	
2020.06.15.	

FÖDÉM CSAVARKAPCSOLAT



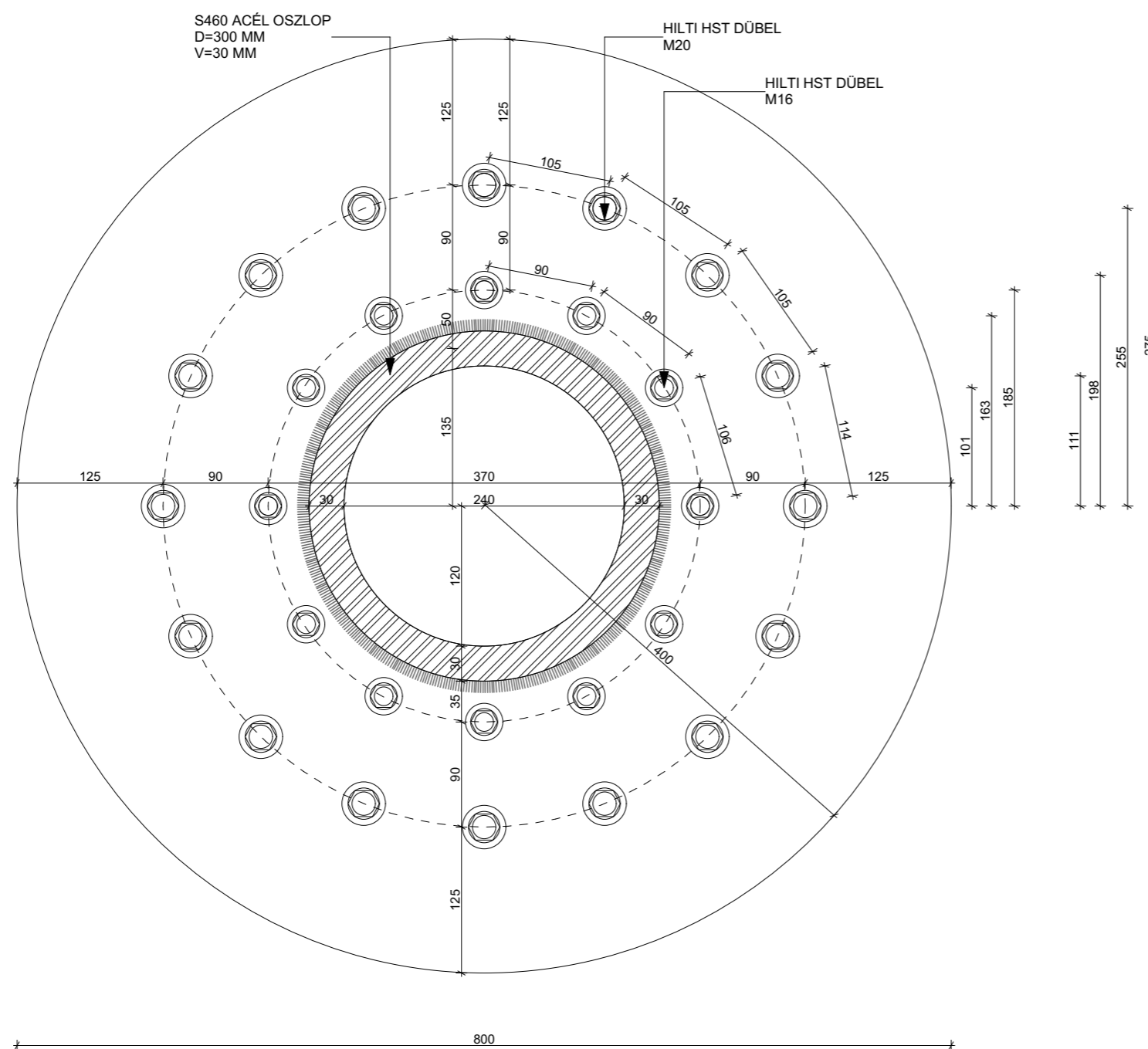
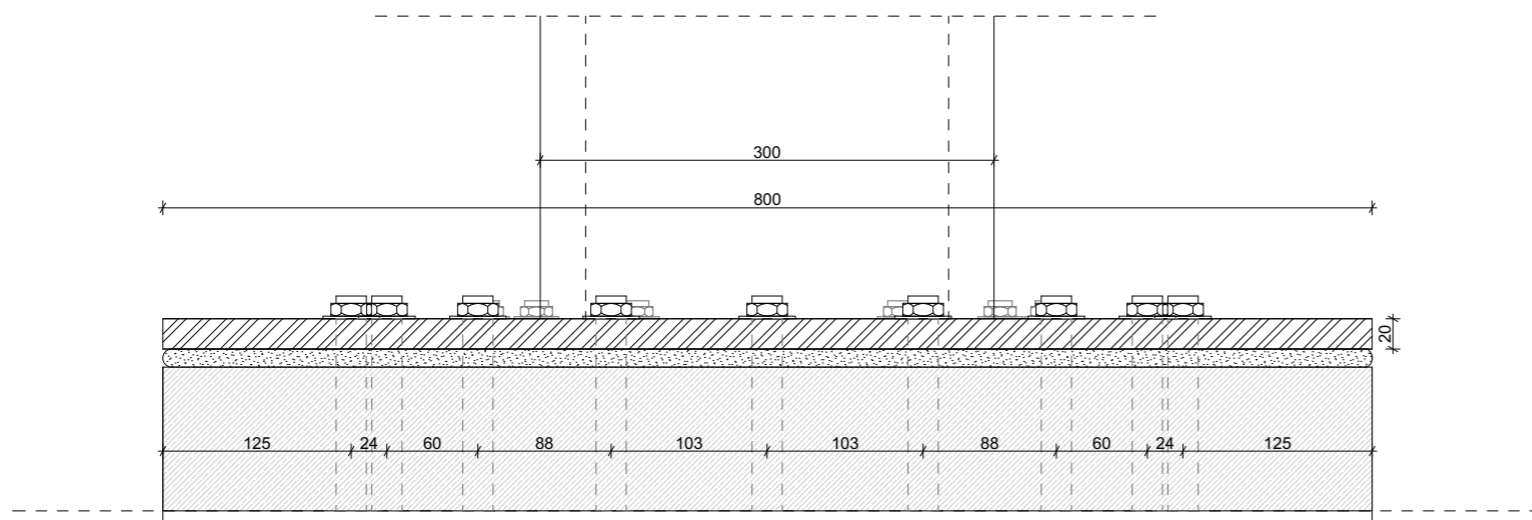
KÁBELTARTÓ OSZLOP KIALAKÍTÁSA



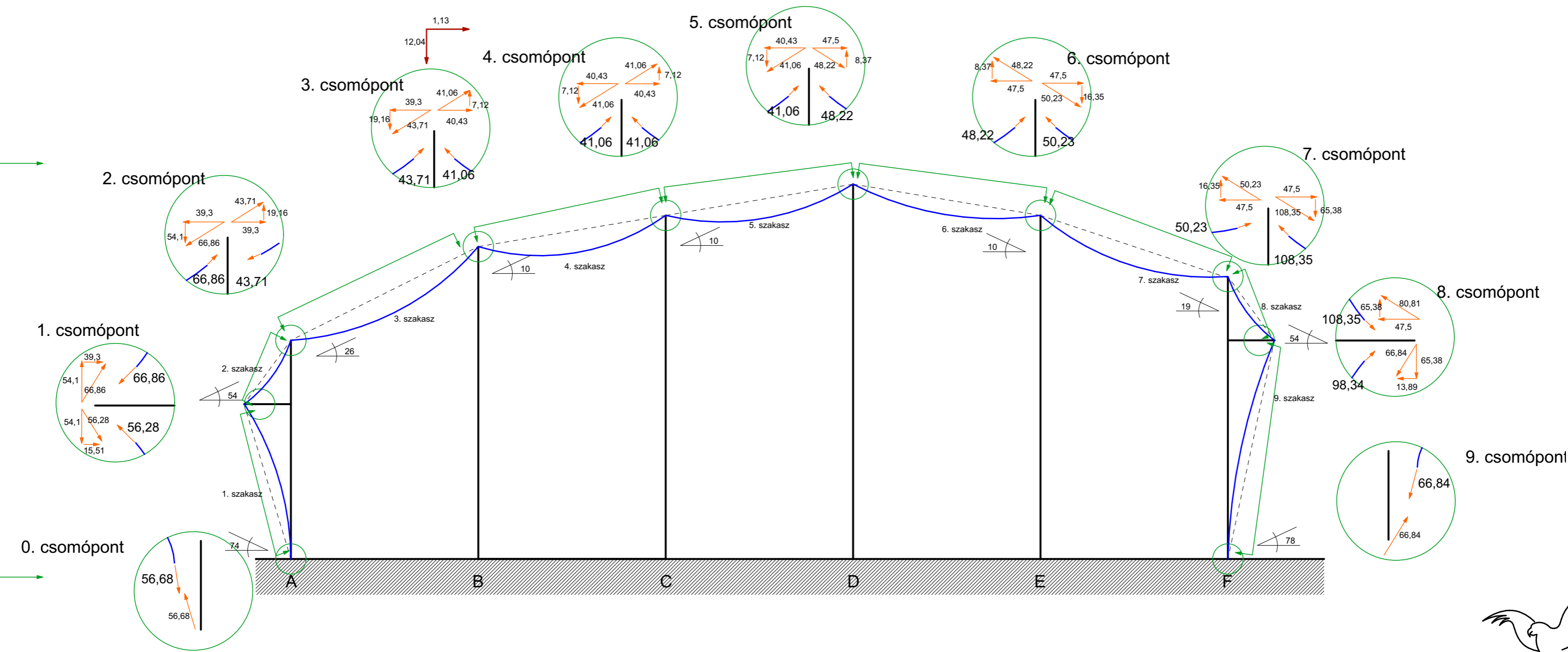
SÓSTÓ ZOO
ÁZSIAI PAPAĞÁJHÁZ



DIPLOMA ÁZSIAI PAPAĞÁJHÁZ	
SZERKEZETI RÉSZLET	S4
M=1:5	
SZŰCS GERGELY - N4NXNV	
2020.06.15.	



DIPLOMA ÁZSIAI PAPAĞÁJHÁZ	
SZERKEZETI RÉSZLET	S5
M=1:5	
SZŰCS GERGELY - N4NXNV	
2020.06.15.	



DIPLOMA ÁZSIAI PAPAĞÁJHÁZ	
KÖTÉL ERŐJÁTÉK	S6
SZŰCS GERGELY - N4NXNV	
2020.06.15.	