

SZAKDOLGOZAT

Almási Attila

2018

S Z A K D O L G O Z A T

acélszerkezetű ipari csarnok tervezése



Szent István Egyetem

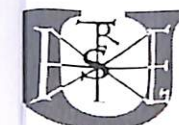
YBL Miklós Építéstudományi Kar

Mechanika és Tartószerkezetek Szakcsoport

Mérnökhallgató: ALMÁSI Attila

Konzulens: MIHÓK Barna

Budapest, 2018



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr.Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

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

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS 2017/18

Almási Attila

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	Acélszerkezetű ipari csarnok tervezése
Belső konzulens:	Mihók Barna műszaki tanár
Külső konzulens:	-

A szakdolgozat beadási határideje: 2018. május 31. (csütörtök) 12 óra

Budapest, 2018. május 22.

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

Almási Attila

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Acélszerkezetű ipari csarnok tervezése

RÉSZLETES FELADATKIÍRÁS

Bevezetés a diplomamunka témájába

Általános leírás

Főtartó keret közelítő számítása

Végeselemes számítás a komplett csarnokszerkezetre

Kiértékelés

Acélszerkezeti elemek méretezése

Kapcsolatok méretezése

Iroda szintű öszvér födém méretezése

Alapozás tervezése

Irodalomjegyzék

Rajzok, mellékletek

Budapest, 2018. május 22.

Mihók Barna
belső konzulens

TARTALOMJEGYZÉK

1. Tartószerkezeti műszaki leírás	1
2. Előzmények	14
2.1. Kiindulási adatok	14
2.2. Felhasznált szabványok és irodalom.....	15
2.3. Felhasznált szoftverek.....	15
3. Közelítő számítás.....	16
3.1. Állandó terhek.....	16
3.2. Esetleges terhek.....	16
3.3. Rendkívüli terhek.....	32
3.4. Terhek egy közbenső keretálláson	35
3.5. Teherkombinációk	47
3.6. Igénybevételek.....	48
4. Részletes számítás	51
4.1. Kiindulási adatok	51
4.2. Terhek.....	59
4.3. Terhercsoportok és teherkombinációk.....	63
4.4. Igénybevételek.....	64
4.5. Kiértékelés	84
4.6. Használhatósági határállapot.....	85
5. Acélszerkezeti elemek ellenőrzése.....	87
5.1. Tetőpanel ellenőrzése.....	87
5.2. Falpanel ellenőrzése	88
5.3. Tetőszelemen ellenőrzése	89
5.4. Főtartó keret ellenőrzése	92
5.5. Falvázoszlop ellenőrzése	120
5.6. Merevítő rendszer ellenőrzése	127

6. Kapcsolatok méretezése	129
6.1. Geometriai jellemzők	129
6.2. Mechanikai jellemzők	132
6.3. Hajlítási ellenállás meghatározása	133
6.4. Keretgerenda-keretgerenda kapcsolata	152
6.5. Kehelynyak ellenőrzése	157
7. Iroda szinti tartószerkezetek méretezése	161
7.1. Iroda szinti öszvér födém méretezése	161
7.2. Kifordulásvizsgálat	175
7.3. Használhatósági határállapot	177
7.4. A fióktartó együttdolgozó kapcsolatának méretezése	178
7.5. Iroda szinti főtartó gerenda méretezése	182
7.6. Iroda szintet alátámasztó oszlop méretezése	189
8. Alapozás méretezése	194
8.1. Általános fúrászelvény	194
8.2. Talajfizikai paraméterek	195
8.3. Alaptest geometriája	195
8.4. Alaptest alatt keletkező feszültég meghatározása	196
8.5. Alap alatti talaj törési ellenállása	199
8.6. Az alaptest hajlítási méretezése	201
9. Összefoglalás	204

TARTÓSZERKEZETI MŰSZAKI LEÍRÁS

MEZŐTÖRŐKÉZELÉSI ÉRTÉKELÉS

Békéscsaba, Szarvasi út. 33. szám (hrsz.: 16056)
alatti

(ACÉLSZERKEZETŰ IPARI CSARNOK)

tartószerkezeti részeinek

kivitelezési terve.

Budapest, 2018. május

Készítette:

.....
Almási Attila
Művelőkhelyettesítő

I. A tervezett épület ismertetése

I.1 A tervezett létesítmény ismertetése

A tervezett épület az Almáskerti ipari park polcrendszerű raktárépületeként fog funkcionálni. Alápincézett, földszint + 2 emeletes kialakítású. A tervezett épület egy egyhajós acélszerkezetű ipari csarnok, melyben a 7-es rasztertől a 9-es raszterig +5,46 m-en egy iroda kerül kialakításra. A csarnok statikai váza egy befogott acélkeret. A csarnok alapozása monolit vasbeton pontalap.

Az épület funkcióját tekintve raktár csarnok, mely a logisztikai munkabiztosítása érdekében egy közbenső irodaszinttel rendelkezik.

I.2 A talaj környezet ismertetése

Az építéssel érintett terület terepszintje a 89,94mBf-i szint és a 90,04mBf-i szint között helyezkedik el, enyhén emelkedik keleti irányba, a Szarvasi út felé.

A területen műemléki védettséggel, vagy helyi védettséggel rendelkező épület nem található, az épület együttes sem élvez védelmet.

A területről talajmechanikai szakvélemény készült 2013 Júliusban. A fúrásszelvény a Statikai számításai melléklet 8.0 Alapozás méretezése bekezdés alatt megtalálható.

A területre jellemző talajrétegződés a következő:

A felszint általában iszapos, homokos, humuszos feltöltés borítja. Ennek vastagsága 0,0-0,4m között változó. Alapozásra alkalmatlan réteg.

Ez alatt általában iszapos homokos kavics (középtömör) jelentkezik több méter vastagságban, hozzávetőlegesen a nyugalmi vízszintig. Ebben a rétegben kerül kialakításra az alapozás. Alapozási sík -1,30 m.

Ez alatt megközelítőleg -5,40 m-en sárga, iszapos sovány agyag helyezkedik el.

Talajvízre vonatkozó adatok:

A fúrásokban a talajvizet -2,15 m mélységben üttették meg. A nyugalmi vízszint -1,80 m mélységben volt regisztrálható természetes terepszint alatt. A feltárások júliusban, tehát nem a legmagasabb talajvízállású tavaszi hónapokban történtek.

Mértékadó talajvízszint:	MTV: 88,64mBf	<i>teherbírási méretezéshez</i>
Maximális talajvízszint:	Max: 88,14mBf.	
Nyugalmi talajvízszint:	88,01mBf és 88,14mBf.	között állt be. 2013. 07hó.
Minimális legalacsonyabb vízszint:	87,34mBf.	
Várható építési vízszint:	88,44mBf-i szint.	

A talajvíz fúrásokból vett mintáinak laborvizsgálata alapján a talajvíz az AX1 enyhén agresszív osztályba sorolható.

A tervezett épület +0,000 szintje a belső padló szint 89,94mBf-i szinten kerül megvalósításra.

Az alapozási sík egységesen -1,30 m-en helyezkedik el, ami a 88,64mBf magasságnak felel meg.

Az iroda szint padlószintje +5,46 m-en készül.

II. A főbb tervezési szempontok meghatározása

A tervezett épület kiemelt szerepéből és jelentőségéből következően a tervezést meghatározó programadatok a következők:

1. Az épület tartószerkezeti méretezése során az MSZ EN (EUROCODE) szabványok előírásait kell figyelembe venni.
2. Az épület tervezési élettartamát a hatályos jogszabályok szerint 50 évben határoztam meg. A tervezési élettartam az a feltételezett időtartam, melynek során a tartószerkezet az előírt fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül az eredetileg tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

III. Hasznos terhek felvétele

1. A főtartó keretek keretgerendáin mindenütt 50 kg/m² állandó jellegű hasznos gépészeti terhet alkalmaztam.
2. A közbenső irodaszinten 5,0 kN/m² hasznos terhet alkalmaztam.
3. A közbenső irodaszinten 1,5 kN/m² válaszfalterhet vettem számításba.
4. Az iroda szintű főtartó gerendára 50 kg/m² állandó jellegű hasznos gépészeti terhet hat.

V. Alakváltozási kritériumok

1. A **keretoszlopok** esetén a maximálisan megengedett elmozdulást (az építető műszaki képviselőjével történt egyeztetés alapján) ***l₀/200*** értékben határoztuk meg, a terhek kváziállandó teherkombinációját figyelembe véve.
2. A **keretgerendák** esetén a hasznos terhelésből adódó maximum lehajlását ***l₀/250*** határértékkel vettem figyelembe.

VI. Geometria megkövetelések

1. Az épület engedélyezési terv szerinti belmagassági viszonyai:
 - Általános helyen: 1050 cm
 - Iroda szint felett: 500 cm
 - Iroda szint alatt: 480 cm
2. Az engedélyezési terv szerinti építmény magasság nem változtatható. Ennek megfelelően amennyiben a tartószerkezeti számítások

szükségessé teszik, a szelvények növelése a belmagasság csökkenésével jár.

3. A szakági tervezővel folytatott egyeztetés alapján a gépészeti berendezések beépítésének, esetleges cseréjének biztosítása érdekében a legnagyobb beszállítható gépészeti elem befoglaló méretét (szélesség/hosszúság/magasság) 110x150x100cm-ben határoztuk meg.

VII. A tervezett szerkezetek ismertetése

Az elvégendő faladatok pontosabb megismeréséhez, mennyiségeinek meghatározásához a tartószerkezeti kivitelezési tervek és a hozzá tartozó általános tervek tartoznak.

VII.1 A Főtartó keret

A főtartó keret támaszköze 16m és magassága a padlószinttől 11,72 m. A főtartó keret kiosztása egyenletesen 5 m. A főtartó keretek száma 9 db. A főtartó keret acélszerkezeteinek szelvényei a mértékadó teherkombinációk és igénybevételek alapján lettek meghatározva és optimalizálva. A főtartó keretoszlop szelvénye HEA 340. A főtartó keretgerenda IPE 450 szelvénnel készül. Az acélszerkezeti elemek 25 mikromiliméter tűzhorganyzással készülnek a megrendelő által választott színben.

VII.2 Tetőpanel és falpanel

A tetőpanel SWEDSTEEL Hipertec Roof 80 mm hőszigetelt tetőpanel. A falpanel SWEDSTEEL Hipertec wal 100 mm hőszigetelt falpanel. A falpanel és a tetőpanel méretezését a gyártó által szolgáltatott teherbírási és méretezési táblázatai alapján végeztem el.

VII.3 Tetőszelemen és falvázgerenda

A tetőszelemen és a falvázgerenda LINDAB Z200 2.0 hidegen alakított Z profilból készülnek. A méretezést a LINDAB Structure Design 1.4, a gyártó által fejlesztett méretező szoftverrel végeztem.

VII.4 Falvázoszlop

A falvázoszlop szelvénye HEA200 melegen hengerelt szelvény. Az oszlopok csak a szélső keretállásoknál kerülnek kialakításra. Az oszlopok 25 mikromiliméter tűzhorganyzással készülnek a megrendelő által választott színben.

VII.5 Alapozás

Az alapozás monolit vasbetonból készül C30/37-XC2-F3 betonminőséggel. Az alapozás mon. vb pontalapozás. 3 különböző alaptest kerül kialakításra, A1 A2 és A3 , melyeket az alapozási terv részletesen tartalmaz. Az alapozási sík egységesen -

1,30m. Az alaptestek alatt egységesen szerelőbeton készül 8 cm vastagságban C12/15 betonminőséggel. Az alaptestek betontakarása egységesen 4 cm.

VII.6 Iroda szinti öszvér födém

A HEA220 fióktartókra egy együttdolgozó 8 cm vastag vasbeton lemez kerül kialakításra. Az együttdolgozást a csaphegesztési technológiával a fióktartók felső övlemezére előre hegesztett 16 mm átmérőjű fejescsapok biztosítják. Az építéstechnológia teljes aláállványozás a beton teljes megszilárdulásáig. Ez azt jelenti, hogy a fióktartók és a meg nem szilárdult beton önsúlyát, valamint az építési terheket az állványzat veszi fel. A beton megszilárdulása után az állványzat elbontható, és a terheket az együttdolgozó öszvér keresztmetszet viseli tovább.

VIII. TERVEZÉSÉNél FIGYELEMBE VETT SZABVÁNYOK

A tervezést az MSZ EN szabványok alapján végeztük el.

IX. ALKALMAZOTT ANYAGOK

Betonacél: B.500.B

Beton, vasbeton szerkezetek:

- | | |
|----------------------|-------------------------------------|
| - Alapozás | C30/37-XC1-16-F3-MSZ EN 4798-1:2004 |
| - Szerelő beton | C12/15 |
| - Iroda szinti födém | C20/25-XC1-16-F3-MSZ EN 4798-1:2004 |
| - Ipari padló | C25/30-XC1-16-F3-MSZ EN 4798-1:2004 |

A betonminőség, és a szerkezet környezeti feltételeinek és a tűzvédelmi követelményeknek megfelelő betontakarások alkalmazandók.

Beton takarások:	Alapozás:	4 cm
	Kehelynek	3,0cm
	Iroda szinti födém	2,0cm

Acél szerkezetek: S 235 JRG2 H MSZ EN 10025

Kötőelemek: 10.9 (EC3-1-8)
6.8 (EC3-1-8)

X. KIVITELEZÉSI UTASÍTÁSOK

X.1 Általános utasítások:

Az elvégendő faladatok pontosabb megismeréséhez, mennyiségeinek meghatározásához a tartószerkezeti tendereztetési tervek és a hozzá tartozó költségvetési kiírások tartoznak.

A kivitelezés megkezdése előtt állapotfelvétel történt az épületen. Ennek ellenőre a kivitelezőnek az épültet be kell járnia, tájékozódnia kell a meglévő szerkezetek állapotáról, az építési környezet körülményeiről.

A belvárosi munkavégzésre, anyagmozgatásra, közterület foglalásra vonatkozó szabályokról minden előírást be kell szereznie a kivitelezőnek. És azokat be kell tartani.

A tervek megvalósítását a kivitelezőnek folyamatos geodéziai mérésekkel kell a meglévő méreteket előzetesen ellenőrizni, a tervezett szerkezeteket kitűzni, és az építés teljes idején a szükséges méretellenőrzéseket elvégezni. Az építés során az építési pontosságot geodéziai eszközökkel végzett kitűzéssel és ellenőrzéssel kell biztosítani. A vonatkozó mérettűrési előírások betartandók.

A balesetvédelmi és munkavédelmi előírások betartandók.

Minden szerkezet lesabása, legyártása és kivitelezése előtt a méreteket a helyszínen ellenőrizni kell.

A födémeken végzett anyagtárolást, a födémek tervezett hasznos terhelésének erejéig lehet elvégezni. Ha a födém nem szilárdult meg, és nagyobb terhek esetében megfelelően merev, a kivitelező által tervezett alátámasztás mellett lehet megtenni. Az anyagtárolás, anyagmozgatás és a végzett munka nem ronthatja az elkészült szerkezetek felületének minőségét, ezért a felületek védelméről, ha olyan a munka vagy a tárolt anyag, gondoskodni kell.

A födémek, megszilárdulásuk teljes idejéig csak alátámasztás mellett terhelhetők. Az alátámasztásokat csak a megszilárdulás teljessé válása után lehet elbontani.

A födémeken végzett anyagtárolást, födémerősítés előtt 400kg/m²-es terhelésig, a födémek megerősítése után a tervezett hasznos terhelésének erejéig lehet elvégezni.

A vasbeton szerkezetekbe kerülő betonacélok megfelelő korrózióvédelméről betontakarásáról gondoskodni kell. A távolságtartó elemek nem lehetnek korrózióra érzékeny anyagból. A megadott betontakarási értékek betartandók.

Az időjárás káros hatásainak megelőzésére a betont a szilárdulás első szakaszában zsákanyaggal, ponyvával vagy hasonló anyaggal kell védeni és 7 napig nedvesen kell tartani.

Szélsőséges (meleg vagy hideg, ill. esőzés) időjárási viszonyok esetén nem megengedett a beton bedolgozása a Műszaki ellenőr előzetes hozzájárulása nélkül. Akkor, amikor a hőmérséklet 2° Celsius alatt van, betonkeverés vagy bedolgozás csak külön elővigyázatossági intézkedések mellett történhet. Amennyiben fagy várható, a betonozást azonnal le kell állítani, a külső betonfelületeket megfelelő hőszigetelő-képességű anyaggal védeni kell és a frissen bedolgozott betont teljesen körül kell keríteni szélfogó kerítéssel vagy melegített lezárással. Enyhébb, nem tartós fagyok veszélye esetén az előírt betonminőségnél erősebb minőségű beton alkalmazásával lehet a munka ütemének megszakítása nélkül a betonozást végezni, ha a beton megfelelő utókezeléséről is gondoskodnak. A Vállalkozónak a Műszaki ellenőrrel jóvá kell hagyatnia az ilyen jellegű munkavégzés megkísérlése előtt az általa javasolt rendszabályok megfelelőségét.

A Vállalkozónak pontos, maximum-minimum hőmérőt kell alkalmaznia, melyet a helyszínen jól látható helyen, árnyékolt helyzetben kell kifüggeszteni, továbbá grafikont kell vezetni a szerződés teljesítésének folyamán a napi maximum és minimum léghőmérsékletek bejelölésével. A napi átlaghőmérsékletek meghatározhatók legyenek a grafikon alapján.

A szilárdulás időszakában a szerkezeti elemek nem terhelhetők, nem megengedhető felszereléssel vagy építési anyagokkal való túlterhelésük a kivitelezés bármely időszakában, továbbá nem tehetők ki erős rázkódásnak vagy túlzott vibrálásnak. A kivitelezés során minden betonfelület megvédendő a károsodástól, elszíneződéstől és a károsító anyagok hatásától. A megépült és megszilárdult szerkezetek a tervezett terhek mértékéig terhelhetők, a tervezett működésnek megfelelő típusú és elrendezésű ideiglenes terhekkel.

A Vállalkozó felelőssége minden elektromos kábeltok, cső, bekötő doboz, üreg, stb. megfelelő módon a beton elemekbe való elhelyezésnek koordinálása az Alvállalkozókkal. A Vállalkozónak kell biztosítania, hogy ezeket a követelményeket a Műszaki ellenőr jóváhagyja a munka megkezdése előtt. Minden betonba helyezendő bekötő doboznak, horonynak, üregnek az előírt méretűnek kell lennie, helyüket pontosan ki kell tűzni, majd pontosan körülbetonozni. Semmilyen üreg vagy horony nem véshető a betonba a Műszaki ellenőr előzetes engedélye nélkül.

A bármilyen okból sérült, hiányos betontakarással rendelkező vasbeton szerkezeti elemeket utólagosan javítani kell. A javítás módja a következő:

I. Ütemben. Végig kell nézni a beton felületeket, a sérült beton felületeket meg kell tisztítani. Le kell verni a meglazult betonréteget.

II. Ütemben a kilátszó, de nem sérült acélbetéteket kell megfelelő korrózióvédelmet és tapadást biztosító Sika Repair-10 műanyaggal javított egykomponenses cementshabarcs tapadásközvetítő réteggel bevonni, legalább 2 rétegben. A felhordást megfelelő ecsettel, vagy kefével, vagy gépi úton lehetséges. Sika bedolgozási utasításainak megfelelően.

III. A felület előnedvesítése után a csorbult, vagy hiányos betonrész teljes felületét a javított acélok felületével együtt további tapadó híd réteggel kell bekenni.

Erre is a Sika Repair-10 műanyaggal javított egykomponenses cementhabarcs használandó.

IV. A tapadó híd felhordása után, a csorbult betonréteg kiegészítendő, Sika Repair-13 műanyaggal javított műanyag szál adalékanyagot tartalmazó egykomponenses cementbázisú javítóanyaggal. Az anyagot egy ütemben maximálisan 3,0-4,0cm-es vastagságban lehet felhordani, ezért több ütemben kell az eredeti alaknak megfelelően kiegészíteni a panel, ill. a pillérek és falak sarkát.

Az egymás utáni rétegek felhordási idejére vonatkozóan, az anyagok használati utasítását kell betartani. a kiírt anyaggal egyenértékű, megfelelő tapadást, és korrózióvédelmet nyújtó más gyártmányú (pl. Mapei) anyag is alkalmazható, amit az anyag alkalmazás technikai, műszaki adatait tartalmazó adatlapjával kell igazolni.

Az anyagmozgatásra, közlekedésre szolgáló födémeket koptató és védőréteggel kell ellátni. A vasbeton szerkezetek megvédendőek a zsíroktól, olajoktól, és korróziót okozó vegyi anyagoktól.

Az előírt anyagminőségeket a helyszínen készülő szerkezetek esetében a kivitelezőnek kell minőségellenőrzéssel ellenőriznie:

Az acélszerkezeteket tűz elleni védelmét minden szerkezeti elem esetében a megszabott tűzállósági határértéknek megfelelő, vagy annál jobb minőségben kell elkészíteni. A tűzvédelem módját, a Vállalkozó választhatja meg, a hatályos szabványok és rendeletek betartásával, kritérium, hogy az építészeti elképzelésekkel ne ütközzön, és az épület funkcióját, rendeltetésszerű működését ne akadályozza. Egészségre káros anyagok beépítése nem megengedett.

Az acélszerkezetek a javasolt megoldás szerint hegesztett kapcsolatokkal készülnek, egyes elemek üzemben előregyártva, felület kezelve. A szerkezeti elemek helyszínen kerülnek összeállításra, hegesztett kapcsolatokkal, majd egyben lesznek a végleges helyükre beemelve. Az üzemi hegesztéseket legalább II. osztályú minőségben kell elkészíteni. A helyszíni varratok minősége legalább III. osztályú legyen. A hegesztések vonalát az acél szerkezettel megegyező minőségű korrózióvédelemmel kell ellátni, vagy javítani. Csak az MSZ 6280 jelű szabványnak megfelelő acélminőség alkalmazható. A hegesztéseknél az MSZ 6442 előírásait kell figyelembe venni.

A helyszínen kerülő késztermék, anyagokról minőségi bizonyítványt kell beszerezni. Az építési törvény alapján, alkalmassági bizonyítvánnyal nem rendelkező tartószerkezeti elem nem építhető be. A minőségi bizonyítvány alapján a műszaki ellenőr engedélyezheti a beépítést. Az felsorolt kivitelezési és anyagminőségi klauzulák egyaránt alkalmazhatók a mélyépítési szerkezetekre, és a felmenő szerkezet elemeire

Az építéshez szükséges építési segédszerkezetek, emelő berendezések, belső szállítások, anyagmozgatás, anyagtárolás, és ezekhez szükséges ideiglenes látásmozgatók, munkahézagok, többlet anyagok minden költségét, organizációs igényét a kivitelezőnek kell mérlegelnie az épület és a helyszín, ill. saját lehetőségei figyelembevételével és annak alapján kell az árat megadnia. Ezen építéshez esetleg

szükséges anyagokat, szervezési, tervezési és kivitelezői feladatokat a költségvetés nem tartalmazza, de az árajánlat adásánál erre gondolni kell. (pl. daru telepítése, zsaluk, építő anyagok tárolási helye)

A kivitelezés közterületet jelentő út és járda mellett megvalósulni. A közterületről nem készült állapotfelvétel! A kivitelezéskor, a környezet állapotát meg kell védeni, ha kár keletkezett, azt helyre kell állítani. Az építéskor a munkavédelemre fokozott figyelmet kell fordítani, a helyi viszonyok figyelembevételével kell megszervezni a kivitelezést, úgy hogy a környezet használhatósága is biztosítva legyen. Ennek organizációs, munkavédelmi, vagyonbiztonsági, feladatait a kivitelezőnek kell mérlegelnie és meghatározni.

A kivitelezőnek tájékozódnia kell az árajánlat adás előtt, a területre érvényes munkavégzésre vonatkozó helyi előírásokról is. Területfoglalás, munkavégzés lehetséges ideje, hangterhelés, környezetvédelem stb.

- A vasbeton szerkezetek nem véshetőek. A falakon és födémeken esetleg többletként készülő áttöréseket, magfúróval lehet kialakítani a tartószerkezet tervező jóváhagyásával.

- A betont ideiglenesen támasztó dúcok, csak a teljes megszilárdulás után bonthatók el. A téli időszakban végzett építés esetén a hőmérséklet függvényében elhúzódó szilárdulási időre figyelemmel kell lenni. A szerkezeteket a betonozás követően utókezeleni, ill védeni kell.

- A kivitelezés során az épület süllyedését, mozgását egy külső alapponthoz képest meg kell figyelni, és azt dokumentálni kell., Az átadás előtt is el kell végezni egy mm pontosságú süllyedésmérést, un. használatba vételi null mérést melynek adatait az átadási dokumentáció részeként kell tekinteni. A null mérés pontjait olyan helyen kell kiválasztani, mely a későbbiekben is hozzáférhető.

XI. Minőség ellenőrzés:

A kivitelezőnek a munkára külön minőségellenőrzési tervet kell készítenie, ami a Megbízó előzetes jóváhagyása után a minőségbiztosítás alapjául szolgál, és ényyszerűen illetve számszerűen meghatározza a teendőket, kiterjed az elkészült szerkezet tervezett geometriájának és anyagminőségének igazolására, meghatározza szükséges utókezelés módját. Az alábbiakban csak felsoroljuk a lényeges dokumentumokat, amelyeket a munka során vezetni szükséges a megfelelő controlling érdekében:

- ✓ Építési napló, műszaknapló,
- ✓ Geodéziai napló (kitűzések, ellenőrzések,)
- ✓ Földtűkör teherbírás vagy tömörség mérés jegyzőkönyvek.
- ✓ A talajvíz helyzetét rögzítő mérési jegyzőkönyvek.
- ✓ Az építés idején mért hőmérsékletek jegyzőkönyve.
- ✓ Elem és beton szállítólevelek, műbizonylatok.
- ✓ Beton mintavételi jkv.-ek (próbakockák), konzisztencia ellenőrzés szűrőpróbaszerűen

építési naplóban elég dokumentálni)

- Beton próbatestek törési jkv.-ei, kiértékelései
- Vasszerelés átvételi ellenőrzésének tényét rögzítő jegyzőkönyvek, átvevő személye
- Hegesztések átvételi ellenőrzésének tényét rögzítő jegyzőkönyvek, átvevő személye
- Korrozóvédelmi munkák elvégzésének tényét rögzítő jegyzőkönyvek, átvevő személye

Az előírt anyagminőségeket, a helyszínen készülő szerkezetek esetében a kivitelezőnek kell minőségellenőrzéssel ellenőriznie. Az alábbiakban felsorolt és részletezett szempontok a minőségbiztosítási általánosan érvényes szabványi előírásokon felül, kiemelt – nem teljeskörű, minimális - követelmények.

A munkagödör, és az esetlegesen szükséges épületen kívüli víztelenítések tervét jóváhagyásra be kell mutatni a szaktervezőknek.

Beton szilárdság ellenőrzés:

A beton beépítésének megfelelő minőségének garantálása érdekében, az építkezés teljes időtartama alatt, építés helyszíni betontechnológus szakember alkalmazása szükséges.

A beton olyan transzportbeton legyen, mely csak zárt üzemű, minősített betontelevől származhat.

A betonszilárdságot betonminőségként a vonatkozó szabvány előírásai szerint készített 6 db próbakocka szilárdsági vizsgálatával kell ellenőrizni. 3 db próbakockát 7 napos-, 3 db próbakockát 28 napos korban kell vizsgálni, betonozási ütemenként.

A beton menet közbeni helyszíni minőségellenőrzése szükséges, betontechnológus szakértő bevonásával. ez különösen fontos a vízzáró és a látszóbetonok alkalmazása esetén.

A nyersen maradó betonfelületek minőségi követelményeit is a látszóbeton szakági terv tartalmazza.

Betonacél ellenőrzés:

A betonacél minőségéről tartószerkezeti megfelelőségéről és hegeszthetőségéről műbizonylatot kell beszerezni. Csak műbizonylattal igazolt minőségű betonacél építhető be.

Felületi követelmények:

A betonfelületeket, a Merkblatt Sichtbeton (Deutschen Beton-und Bautechnik-Verein e.V. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. Hrsg., 2004) műszaki előírást, valamint a látszóbetonok készítésére vonatkozó MÉASZ ME-04.19.1995 irányelvet kell betartani.

A Merkblatt Sichtbeton műszaki előírás besorolási rendszere szerint az építendő látszó és nyers beton szerkezeteket minőségi osztályba sorolja. A számjellel jellemzett minőségi osztály meghatározza az építendő szerkezet felületi igény szintjét, a felülettel kapcsolatos minőségi elvárásokat.

Tartószerkezeti követelmény:

A betonfelületeknek zártnak kell lenniük, a láthatósági előírásokon túl a tartószerkezeti követelményeket kell kielégíteniük.

A szerkezeten átmenő repedések nem megengedettek.

Az elemek látszó felületén nem engedhető meg:

- betonkitöredezés,
- fészkeség, és kidudorodása,
- olyan felületi szennyeződés, ami a bevonaton, festésen átüt.

A vasbeton szerkezetek működése közben repedések megjelenésére számítani kell, hiszen a vasbetonszerkezetek nem repedésmentes szerkezetként lettek méretezve. A szabvány szerint megengedhető maximális repedéstágasság 0,4mm.

XII. MUNKAVÉDELMI- BIZTONSÁGI ÉS EGÉSZSÉGVÉDELMI UTASÍTÁSOK

Munkavédelmi szabályok:

A munkavégzés során be kell tartani és tartatni a vonatkozó országos és ágazati szabványokban és előírásokban foglaltakat. A betartandó szabványok a következők:

Általános előírások

MSZ 15631:1985

Tűzvédelmi jelzőtáblák

MSZ 17305:1983

Munkavédelem.

Anyagmozgatási munkák általános biztonsági követelményei

MSZ 20163:1985

Építési állványelemek munkavédelmi követelményei

MSZ-04-900:1989 Munkavédelem.

Építőipari munkák általános

biztonságtechnikai követelményei

MSZ-04-901:1989 Munkavédelem. Építőipari földmunkák, dúcolások és

alapozások biztonságtechnikai követelményei

MSZ-04-903:1983 Munkavédelem. Kőműves munkák biztonságtechnika

követelményei

MSZ-04-904:1983 Munkavédelem. Beton- és vasbeton munkák

biztonságtechnikai követelményei

MSZ-04-965:1984 Munkavédelem. Építőipari gépek telepítési

követelményei

MSZ-04-963-1:1987 Munkavédelem. Építőipari gépek.
Biztonságtechnikai követelmények
MSZ-04-91:1988 Építkezési személy-teheremelő berendezések. Létesítés,
telepítés, üzemeltetés
MSZ-04-93:1990 Személyemelésre ideiglenesen felhasználható emelő
berendezések biztonságtechnikai kiegészítő követelményei

A fontosabb vonatkozó törvényi előírások a következők:

1993 évi XCIII.törvény a munkavédelemről.
5/1993 MÜM rendelet
31/1994 IKM rendelet
32/1994 IKM rendelet
33/1994 IKM rendelet

Kiemelt munkavédelmi utasítások:

- A felszíni vizek távoltartásáról az építés idején is gondoskodni kell.
- A födémek peremén, homlokzatokon, lépcsőházak mellett szintenként védő korlát építendő!
- Munkavédelmi felszerelések – bakancs, védősisak, védőkesztyű, védőszemüveg - használata kötelező.
- A födémeken, lemezeken lévő nyílásokat, áttöréseket, aknákat le kell fedni, ha azok nem használtak. A használt áttörések, aknák körbe kerítendőek.
- A munkálatok csak állandó művezetés mellett, folyamatos építésvezetői ellenőrzéssel és szakképzett szakmunkásokkal szabad végezni.
- Emelt teher alatt nem szabad tartózkodni, és munkát végezni.

XIII. TŰZVÉDELEM

Az alátámasztó pillérek, a falak és a födémszerkezetek gerendái valamint lemezszerkezetei 30 perces tűzállósági határértékre méretezettek.

A vasbeton szerkezetek tűzvédelmét a – terveken jelzett mennyiségű vasaláson felül – a megállapított betontakarások biztosítják. Ennek megfelelően hiányos, fészkes beton tűzvédelmi okok miatt sem engedhető meg.

Budapest, 2018 Május

TARTÓSZERKEZETI TERVEZŐI NYILATKOZAT

Békéscsaba, Szarvasi út. 33. szám (hrsz.: 16056)

alatti

ACÉLSZERKEZETŰ IPARI CSARNOK

Kivitelezési tervéhez.

A tervezett építési tevékenység

Békéscsaba, Szarvasi út. 33. szám (hrsz.: 16056)

ACÉLSZERKEZETŰ IPARI CSARNOK

**Mint a fent megnevezett tárgyú műszaki tervdokumentáció felelős
tervezője a 193/2009. (IX. 15.) Kormányrendelet és a 191/2009 (IX.15.)**

Kormányrendelet szerint nyilatkozom az alábbiakról:

1. Az általam tervezett műszaki megoldás **megfelel a vonatkozó jogszabályoknak**, általános érvényű és eseti előírásoknak, így különösen a környezetvédelmi előírásoknak, a statikai, az életvédelmi és az égéstermék-elvezetőkre vonatkozó követelményeknek, az Étv. 31. § (1), (2) és (4) bekezdéseiben meghatározott követelményeknek, az országos településrendezési és építési követelményeknek és az eseti előírásoknak.
2. A jogszabályokban meghatározottaktól eltérés engedélyezése nem szükséges.
3. A vonatkozó nemzeti szabványtól eltérő műszaki megoldás alkalmazása esetén a szerkezet, eljárás vagy számítási módszer a szabvánnyal legalább egyenértékű.
4. Az adott tervezési feladatra azonos módszert alkalmaztam a hatások (terhek) és az ellenállások (teherbírás) megállapítására és azt a tervezés során teljes körűen alkalmaztam.
5. Az építmény tervezésekor alkalmazott műszaki megoldás az Étv. 31. § (2) bekezdés c)-h) pontjában meghatározott követelményeknek megfelel.
6. A betervezett építési termékek megfelelőségi igazolással rendelkeznek.
7. A kiviteli terv, az engedélyezési tervtől eltéréseket tartalmaz. Módosított engedélyezési terv kiadása szükséges.
8. A tervezés során a szükséges szakági egyeztetések megtörténtek.

Budapest, 2018. május

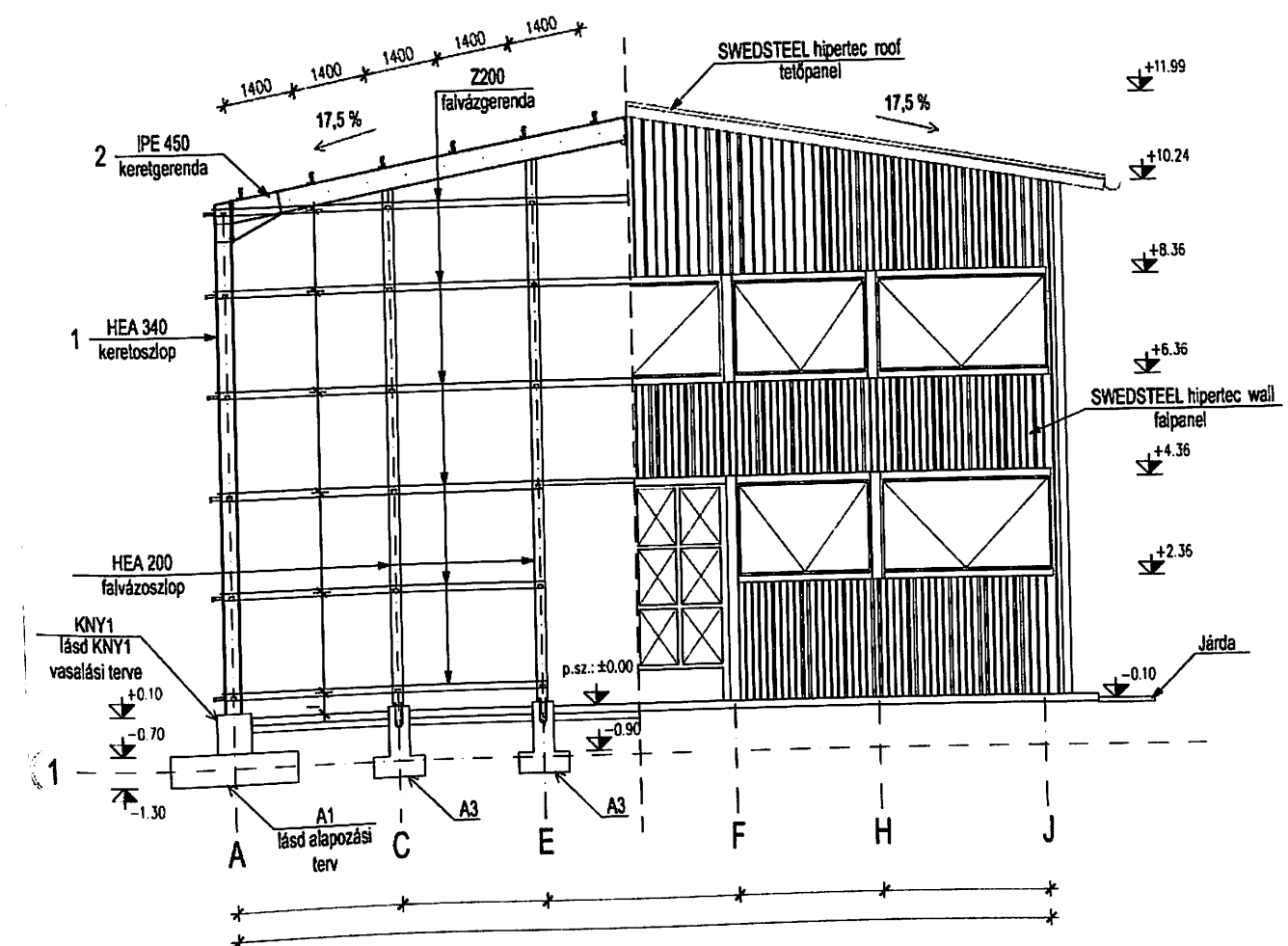
.....
Almási Attila
Mérnökhallgató
H37PZN

STATIKAI SZÁMÍTÁS

2.0 Előzmények:

2.1 Kiindulási adatok:

Keretállás fesztávolsága:	$l_{keret} := 16 \text{ m}$
Keretoszlop hossza:	$l_{oszlop} := 11 \text{ m}$
Keretgerenda hossza:	$l_{gerenda} := 8 \text{ m}$
Keretállások kiosztása:	$l_{keret_kiosztás} := 5 \text{ m}$
Keretállások száma:	$n_{keret} := 9$
Terepszint:	89,94mBf.
Funkció:	Raktáracsarnok
Terepkategória:	III. kategória



2.2 Felhasznált szabványok és irodalom:

EN 1991	EUROCODE 1 - Terhek és hatások
EN 1992	EUROCODE 2 - Betonszerkezetek tervezése
EN 1993	EUROCODE 3 - Acélszerkezetek tervezése
EN 1994	EUROCODE 4 - Öszvérszerkezetek tervezése
EN 1997	EUROCODE 7 - Geotechnikai tervezés
EN 1998	EUROCODE 8 - Tervezés földrengésre

Freund Péter:	Segédletek a mechanika és tartószerkezetek c. tárgyhoz
---------------	--

Deák, Dulácska, Kollár:	Vasbeton szerkezetek tervezése az EC alapján
-------------------------	--

Deák, Dunai, Ádány, Horváth:	Acélszerkezetek tervezése az EC alapján
------------------------------	---

2.3 Felhasznált szoftverek:

AutoCAD 2016

VBexpress R19

Consteel 12

PTC Mathcad Prime 3.1

Microsoft Office 2016

AxisVm 13

3.0 Közelítő számítás:

A közelítő számítás célja, a végeleemes szoftver által számított térbeli model igénybevételeinek kontrollja. A közelítő számítás egy közbenső keretállást vizsgál.

3.1 Állandó terhek:

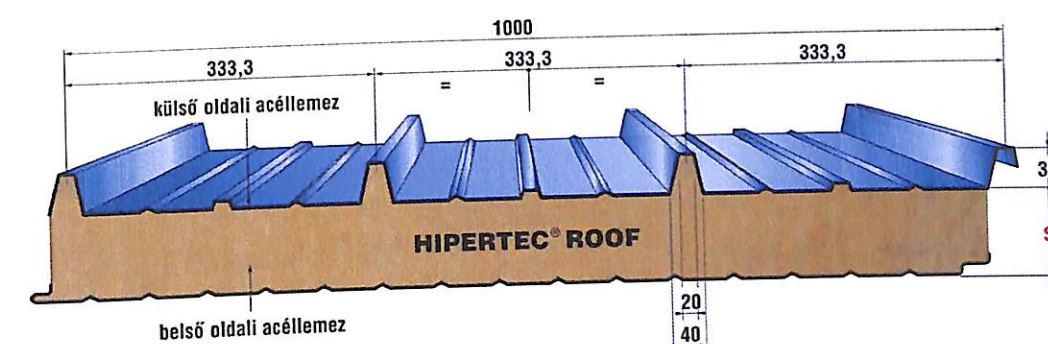
3.1.1 Önsúly teher:

Szerkezeti acél:

A szerkezeti acél önsúlyát AxisVm végeleemes szoftverrel számítom.

Tetőpanel:

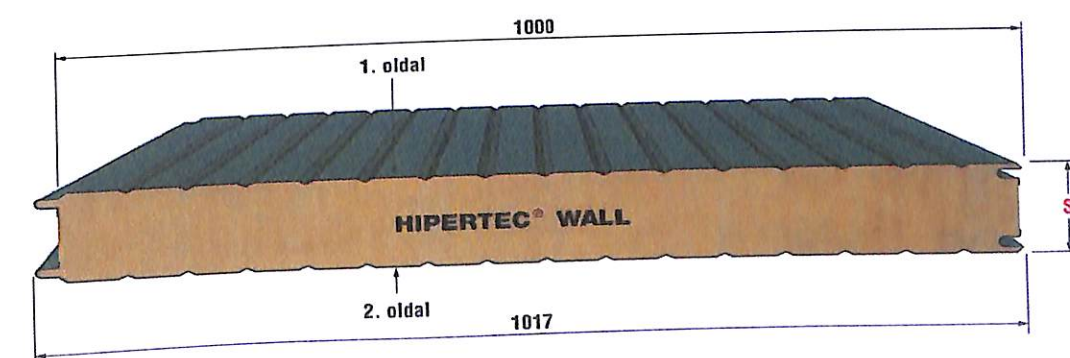
SWEDSTEEL Hipertec Roof 80 mm



Súly: $G_{tetőpanel} := 0.3 \frac{kN}{m^2}$

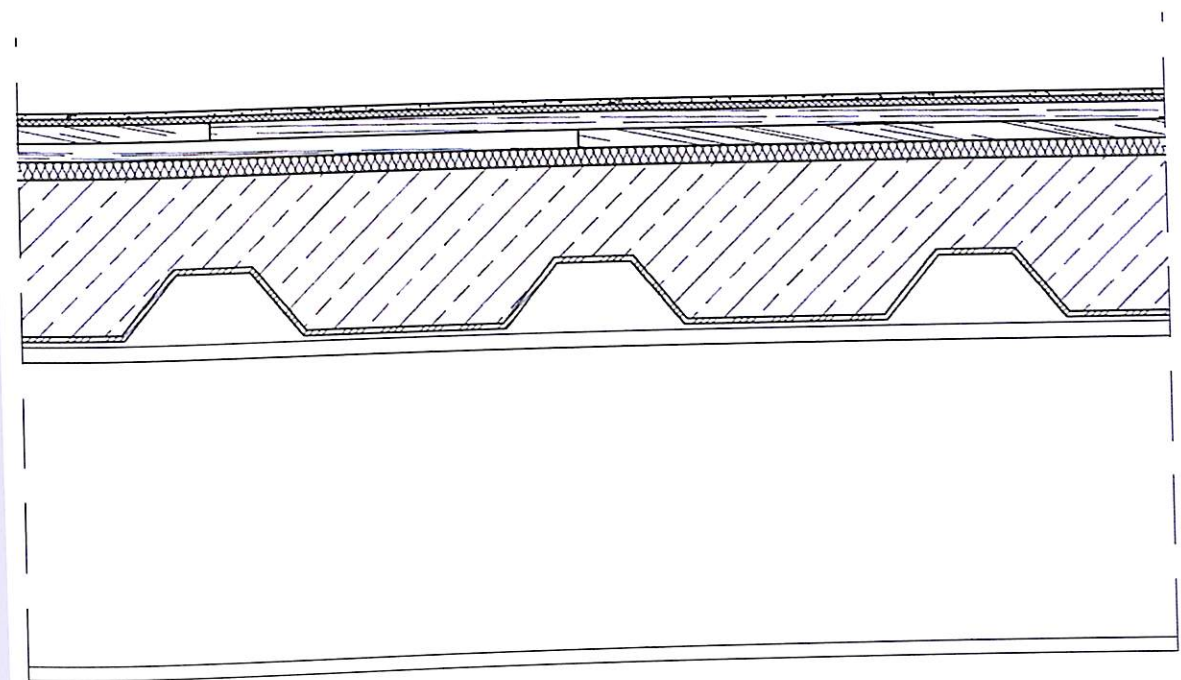
Falpanel:

SWEDSTEEL Hipertec wall 100 mm



Súly: $G_{falpanel} := 0.3 \frac{kN}{m^2}$

Iroda szinti rétegtrend:



HEA 220 fióktartó gerenda: $G_{HEA220} := 0.51 \frac{kN}{m}$

LTP 35 0.6 mm trapézlemez: $G_{LTP35} := 0.065 \frac{kN}{m^2}$

8 cm vasbeton lemez:

Átlagos vastagsága: $v := 7 \text{ cm}$

Vasbeton fajsúlya: $\rho_{vb} := 25 \frac{kN}{m^3}$

$$G_{vb} := v \cdot \rho_{vb} = 1.75 \frac{kN}{m^2}$$

20 mm RIGIDUR E20 szárazpadló: $G_{RIGIDUR} := 0.25 \frac{kN}{m^2}$

5 mm ragasztó: $G_{rag} := 0.65 \frac{kN}{m^2}$

1 cm linóleum: $G_{linóleum} := 0.06 \frac{kN}{m^2}$

3.1.2 Globális imperfekciók:

$$H := 12 \text{ m}$$

Kezdeti ferdeség alapértéke: $\phi_0 := 0.005$

Magasságtól függő tényező: $\alpha_h := \frac{2}{\sqrt{H}} = 0.58 \frac{1}{m^{\frac{1}{2}}}$ de min: $\alpha_h := \frac{2}{3}$

Oszlopok száma keretsíkban: $m := 2$

Kapcsolt elemeket figyelembe vevő tényező: $\alpha_m := \sqrt{0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = 0.87$

Ferdeség: $\phi := \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.002887$

$$e_{\text{imperfekt}} := \phi \cdot H = 34.64 \text{ mm}$$

3.2 Esetleges Terhek:

3.2.1 Meteorológiai terhek:

3.2.1.1 Hóteher:

Jelen csarnok Békéscsabán létesül. A megyeszékhely tengerszint feletti magassága 89 m. A hatályos előírások alapján Magyarország területe egyetlen zónának tekinthető a hóteher szempontjából.

Így a hóteher karakterisztikus értéke a következőképpen számítható:

5.1. táblázat: A C_e tényező értéke a terepviszonyok függvényében

Terep	C_e
Szeles ^a	0,8
Szokásos ^b	1,0
Védett ^c	1,2

^a *Szeles terep:* sík, akadálymentes területek, amelyeknek valamennyi oldalán legfeljebb a terep, a magasabb építmények vagy a fák nyújtanak elhanyagolható mértékű védelmet.

^b *Szokásos terep:* olyan területek, ahol a terepviszonyok, a szomszédos építmények vagy a fák miatt a szél nem hordja el jelentős mennyiségben a havat az építmények tetőszerkezetéről.

^c *Védett terep:* olyan területek, amelyeken a vizsgált építmény sokkal alacsonyabban helyezkedik el a környező terepnél, illetőleg ahol magas fák és/vagy magasabb építmények fogják azt közre.

A szél hatását figyelembe vevő tényező: $C_e := 1$

A hőmérséklet hatását figyelembe vevő tényező, melynek értéke, különösen nagy hőátbocsátási tényezőjű tetők kivételével a szabvány szerint ajánlott érték: $C_t := 1$

A hóteher alaki tényezője: tető hajlásszöge: $\alpha := 10 \text{ (deg)}$

A tető hajlásszöge (α)	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	—

$$\mu_1 := 0,8$$

$$\mu_2 := 0,8 + 0,8 \cdot \frac{\alpha}{30} = 0,8$$

A felszíni hóteher karakterisztikus értéke 400 m tengerszint feletti magasságig:

$$s_k := 1,25 \frac{kN}{m^2}$$

A hóteher karakterisztikus értéke:

$$S_k := \mu_1 \cdot C_t \cdot C_e \cdot s_k = 1 \frac{kN}{m^2}$$

3.2.1.2 Rendkívüli hóteher:

Magyarországon rendkívüli hóteher bárhol előfordulhat. Mivel az önsúlyteher nem kirívóan nagy, ezért előfordulhat hogy mértékadó, s hatását figyelembe veszem.

A rendkívüli hóteher tényezője: $C_{esl} := 2$

A rendkívüli felszíni hóteher karakterisztikus értéke:

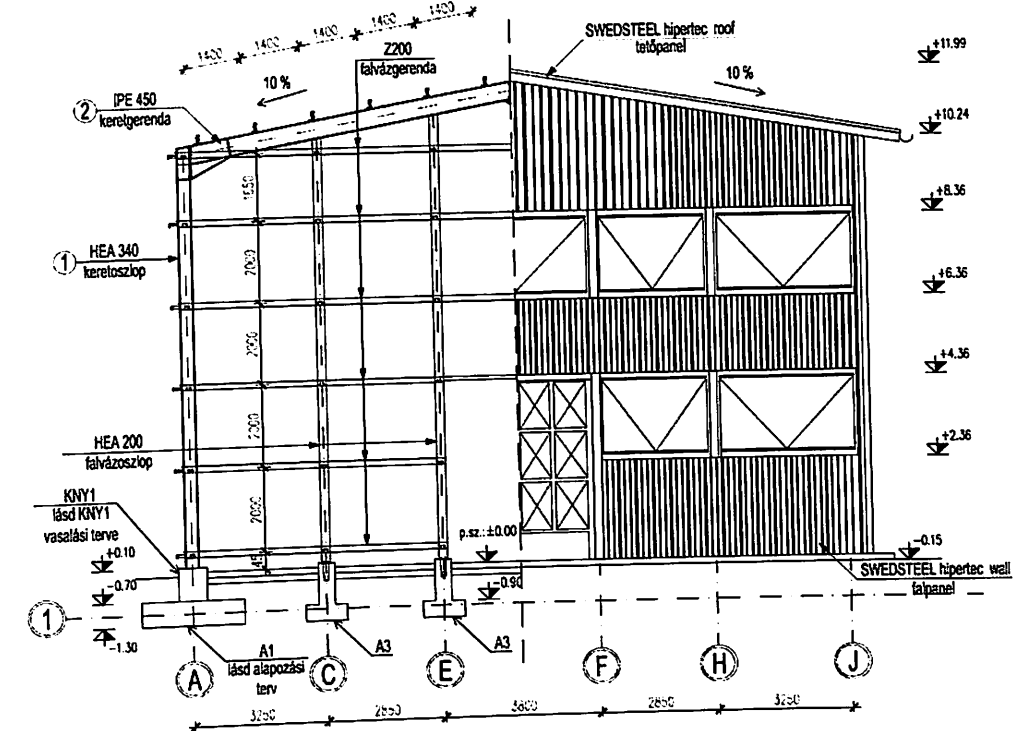
$$s_{Ad} := C_{esl} \cdot s_k = 2,5 \frac{kN}{m^2}$$

A rendkívüli hóteher karakterisztikus értéke:

$$S_{Ad} := C_t \cdot C_e \cdot s_{Ad} \cdot \mu_1 = 2 \frac{kN}{m^2}$$

3.2.1.3 Szélteher:

3.2.1.3.1 Torlónyomás csúcsértékének meghatározása:



A csarnok terepszint feletti magassága: $h_{csarnok} := 12 \text{ m}$

A tereposztály megállapításához az épület körüli 1 km sugarú körében lévő tagoltság alapján történik.

Az épület beépítettségének osztályba sorolása:

Terep (beépítettség) kategóriák	
Jel	A terep jellemzése
0	Nyílt tenger
I	Nyílt terep: szélirányban legalább 5 km hosszú tó; egyenletes sík szárazföldi terület akadályok nélkül
II	Mezőgazdasági terület kerítésekkel, elszórtan mezőgazdasági építményekkel, házakkal vagy fákkal
III	Alacsony beépítés: külvárosi vagy ipari övezetek; erdők
IV	Intenzív beépítés: városi övezet; a földfelület legalább 15%-án olyan épületek vannak, amelyek átlagos magassága legalább 15 m.

Beépítettség kategória: III. alacsony beépítés

A torlónyomás meghatározása:

A hazai mérnöki gyakorlat szempontjából a leggyakoribb esetekben a torlónyomás számítása jelentősen leegyszerűsíthető. Értékét közvetlenül kivehetjük az alábbi táblázatból a beépítettség és a referenciamagasság függvényében.

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

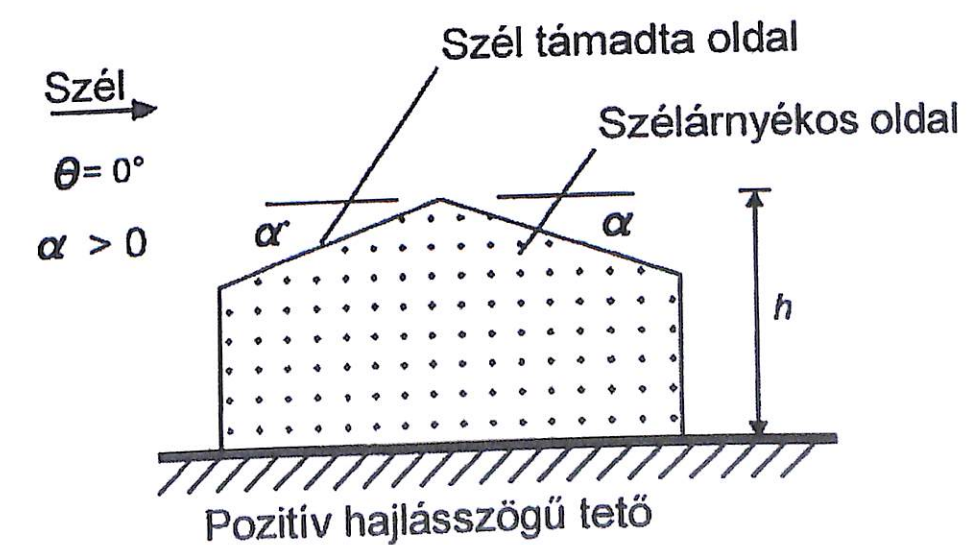
A torlónyomás csúcscértéke: $q_{pz} := 0.637 \frac{kN}{m^2}$

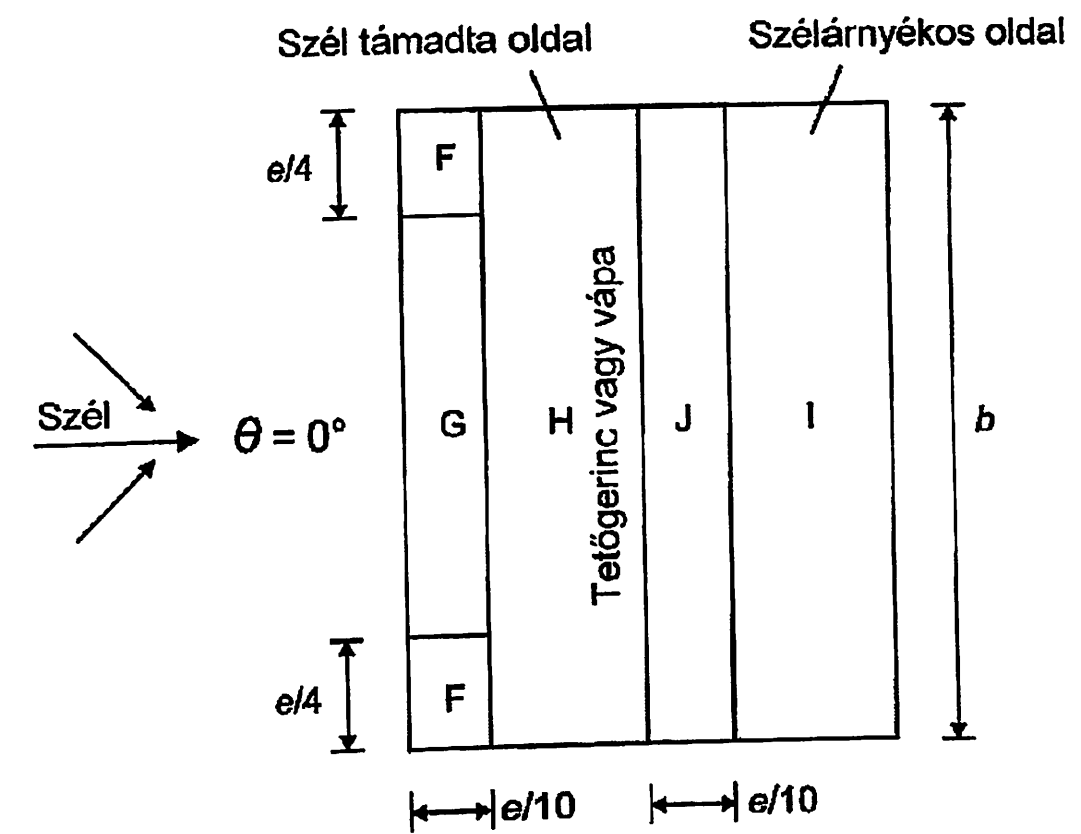
3.2.1.3.2 Külső nyomási tényezők meghatározása:

Tető nyomási tényezői: A tetőpanel méretezéséhez

$h_{csarnok} := 12 \text{ m}$ $\alpha := 10 \text{ (deg)}$

Keresztirányú külső szél:





A csarnok hossza: $b := 40 \text{ m}$

A csarnok szélessége: $d := 16 \text{ m}$

$$e := \min(h_{\text{csarnok}} \cdot 2, b) = 24 \text{ m}$$

Keresztirányú nyomási tényezők:

A tető hajlás- szöge α	A $\theta = 0^\circ$ -os szélirányhoz tartozó zónák									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,6	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		-0,6	
	+0,0		+0,0		+0,0		-0,4		-1,0	-1,5
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		+0,0		+0,0	+0,0
	+0,2		+0,2		+0,2		-0,4		-0,5	
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		+0,0		+0,0	
	+0,7		+0,7		-0,0		-0,2		-0,3	
45°	-0,0		-0,0		+0,6		+0,0		+0,0	
	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
60°	+0,7		+0,7		+0,8		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8							

A tető keresztirányú külső nyomási tényezők a trapézlemez méretezéséhez: interpolálva és C_{pe1} tényezőt használva

F zóna:

H zóna:

Szélszívás:

$$C_{pe1_F_trap_sz} := 2.25$$

$$C_{pe1_G_trap_sz} := 0.75$$

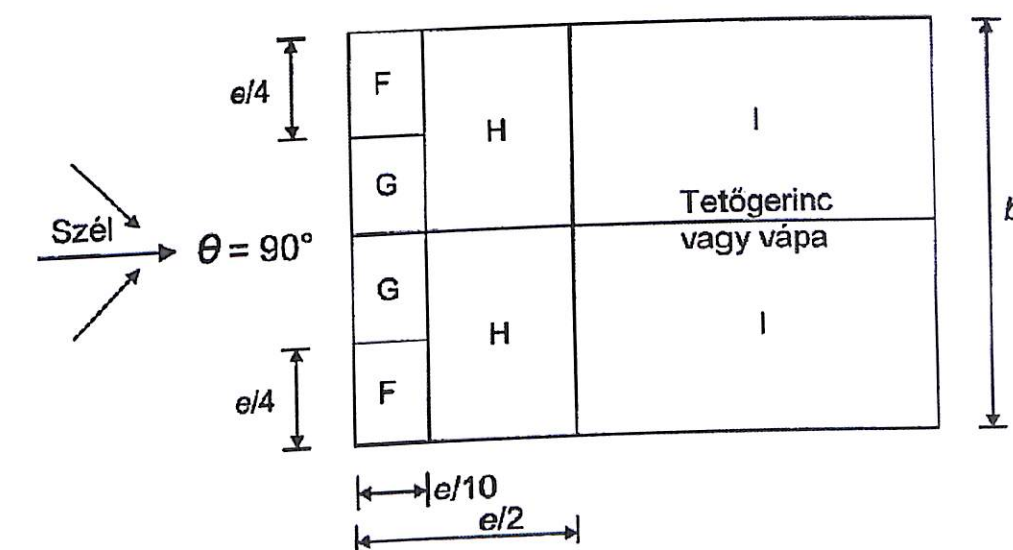
Szélnyomás:

$$C_{pe1_F_trap_ny} := 0.1$$

$$C_{pe1_H_trap_ny} := 0.1$$

A trapézlemezt a biztonság javára történő közelítésként csak a mértékadó F és G zónában lévő nyomási/szívási tényezőkkel veszem számításba.

Hosszirányú külső szél:



A csarnok hossza: $b := 40 \text{ m}$

A csarnok szélessége: $d := 16 \text{ m}$

$$e := \min(h_{csarnok} \cdot 2, b) = 24 \text{ m}$$

Hosszirányú nyomási tényezők:

A tető hajlás- szöge α	A $\theta = 90^\circ$ -os szélirányhoz tartozó zónák							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2

A tető keresztirányú külső nyomási tényezők a trapézlemez méretezéséhez: interpolálva és C_{pe1} tényezőt használva

F zóna:

H zóna:

Szélszívás:

$$C_{pe_2_F_trap_sz} := 2.1$$

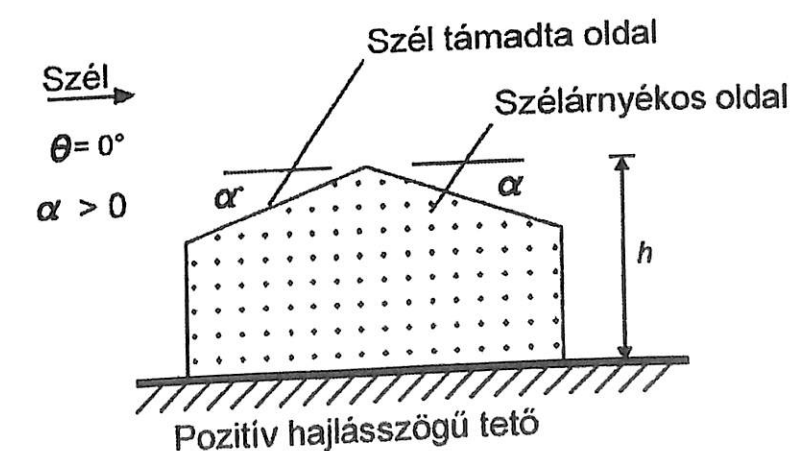
$$C_{pe_2_H_trap_sz} := 1.2$$

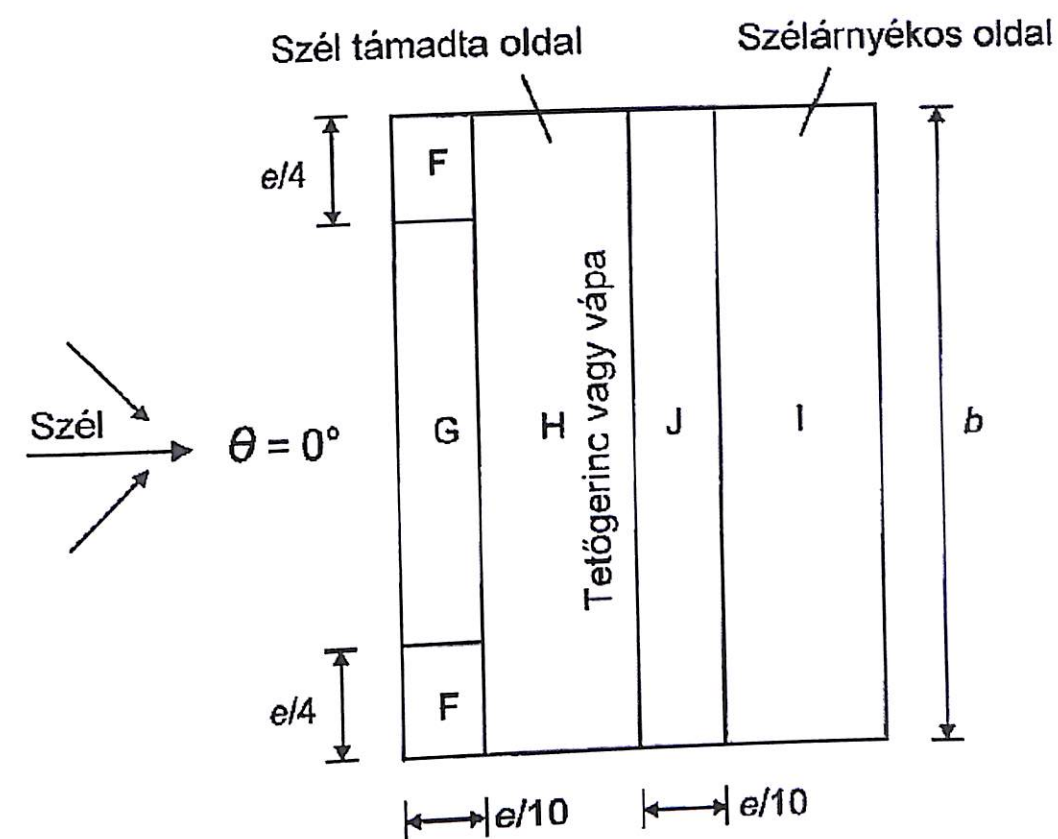
A trapézlemez a biztonság javára történő közelítésként csak a mértékadó F és H zónában lévő szívási tényezőkkel veszem számításba.

Tető nyomási tényezői: A szelemenek méretezéséhez

$$h_{csarnok} := 11 \text{ m} \quad \alpha := 10 \text{ (deg)}$$

Keresztirányú külső szél:





A csarnok hossza: $b := 40 \text{ m}$

A csarnok szélessége: $d := 16 \text{ m}$

$$e := \min(h_{\text{csarnok}} \cdot 2, b) = 22 \text{ m}$$

Keresztirányú nyomási tényezők:

A tető hajlás- szöge α	A $\theta = 0^\circ$ -os szélirányhoz tartozó zónák									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		+0,0		+0,0	
45°	+0,7		+0,7		-0,0		-0,2		-0,3	
60°	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

A tető keresztirányú külső nyomási tényezők a szelemenek méretezéséhez: interpolálva és C_{pe10} tényezőt használva

F zóna: H zóna: I zóna:

Szélszívás:

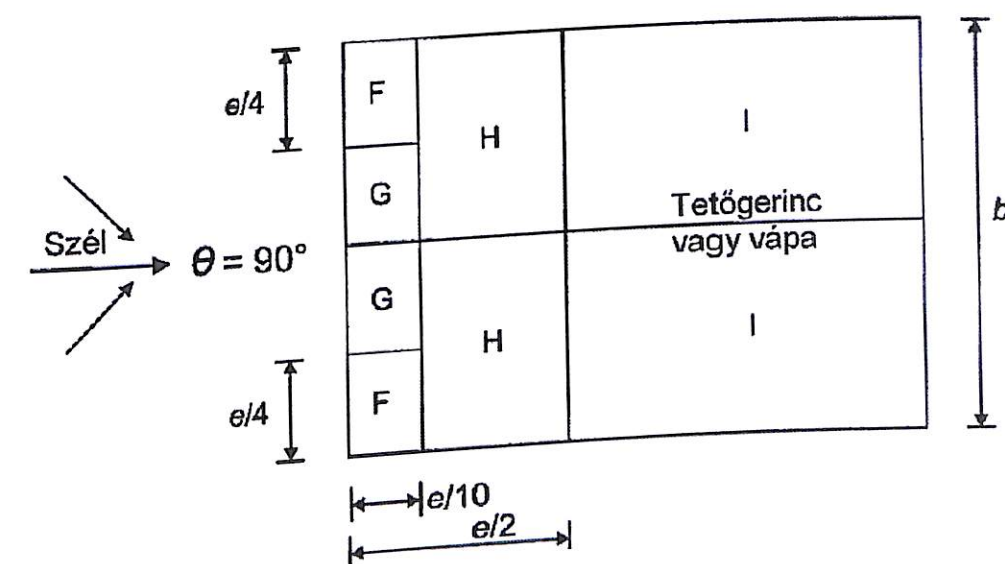
$$C_{pe1_F_szel_sz} := 1.3 \quad C_{pe1_H_szel_sz} := 0.45 \quad C_{pe1_I_szel_sz} := 0.5$$

Szélnyomás:

$$C_{pe1_F_szel_ny} := 0.1 \quad C_{pe1_H_szel_ny} := 0.1 \quad C_{pe1_I_szel_sz} := 0.3$$

A szelement a biztonság javára történő közelítésként csak a mértékadó F, H és I zónában lévő nyomási/szívási tényezőkkel veszem számításba.

Hosszirányú külső szél:



A csarnok hossza: $b := 40 \text{ m}$

A csarnok szélessége: $d := 16 \text{ m}$

$$e := \min(h_{csarnok} \cdot 2, b) = 22 \text{ m}$$

Hosszirányú nyomási tényezők:

A tető hajlás- szöge α	A $\theta = 90^\circ$ -os szélirányhoz tartozó zónák							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2

A tető hosszirányú külső nyomási tényezők a szelemenek méretezéséhez: interpolálva és c_{pe10} tényezőt használva

F zóna: H zóna:

Szélszívás:

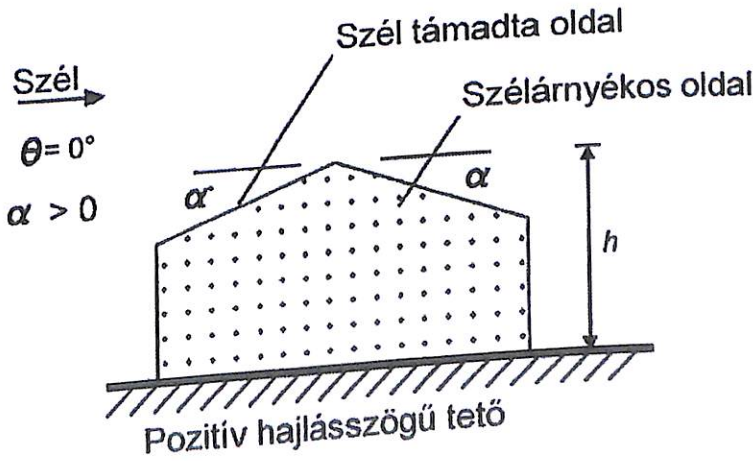
$$C_{pe_2_F_szel_sz} := 1.45 \quad C_{pe_2_H_szel_sz} := 0.65$$

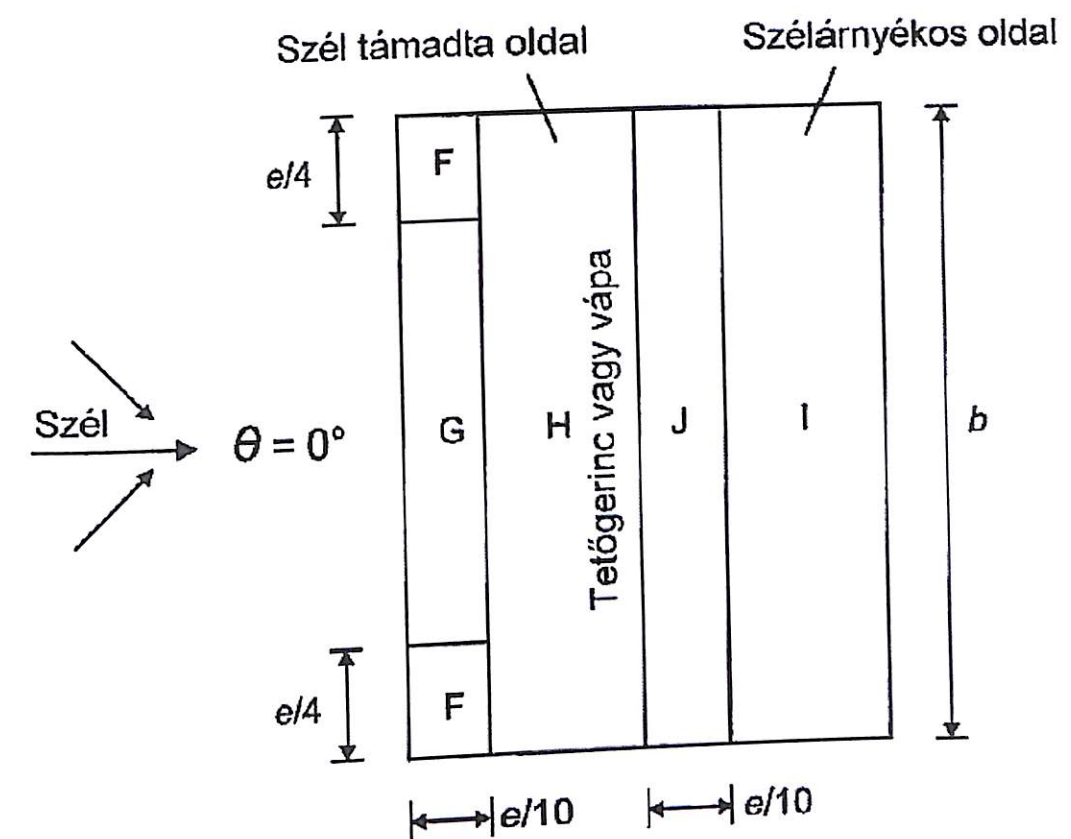
A szelement a biztonság javára történő közelítésként csak a mértékadó F és H zónában lévő szívási tényezőkkel veszem számításba.

Tető nyomási tényezői: A főtartó keret méretezéséhez

$$h_{csarnok} := 11 \text{ m} \quad \alpha := 10 \text{ (deg)}$$

Keresztirányú külső szél:





A csarnok hossza: $b := 40 \text{ m}$

A csarnok szélessége: $d := 16 \text{ m}$

$$e := \min(h_{\text{csarnok}} \cdot 2, b) = 22 \text{ m}$$

Keresztirányú nyomási tényezők:

Keresztirányú nyomás

A tető hajlás- szöge α	A $\theta = 0^\circ$ -os szélirányhoz tartozó zónák										
	F		G		H		I		J		
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	
-45°	$-0,6$		$-0,6$		$-0,8$		$-0,7$		$-1,0$	$-1,5$	
-30°	$-1,1$	$-2,0$	$-0,8$	$-1,5$	$-0,8$		$-0,6$		$-0,8$	$-1,4$	
-15°	$-2,5$	$-2,8$	$-1,3$	$-2,0$	$-0,9$	$-1,2$	$-0,5$		$-0,7$	$-1,2$	
-5°	$-2,3$	$-2,5$	$-1,2$	$-2,0$	$-0,8$	$-1,2$	$+0,2$		$+0,2$		
							$-0,6$		$-0,6$		
5°	$-1,7$	$-2,5$	$-1,2$	$-2,0$	$-0,6$	$-1,2$	$-0,6$		$-0,6$		
							$+0,0$		$+0,0$		
15°	$+0,0$		$+0,0$		$-0,4$		$-1,0$	$-1,5$			
	$-0,9$	$-2,0$	$-0,8$	$-1,5$	$-0,3$		$+0,0$		$+0,0$		
	$+0,2$		$+0,2$		$+0,2$		$-0,4$		$-0,5$		
30°	$-0,5$	$-1,5$	$-0,5$	$-1,5$	$-0,2$		$+0,0$		$+0,0$		
	$+0,7$		$+0,7$		$+0,4$		$-0,2$		$-0,3$		
45°	$-0,0$		$-0,0$		$-0,0$		$-0,2$		$-0,3$		
	$+0,7$		$+0,7$		$+0,6$		$+0,0$		$+0,0$		
60°	$+0,7$		$+0,7$		$+0,7$		$-0,2$		$-0,3$		
75°	$+0,8$		$+0,8$		$+0,8$		$-0,2$		$-0,3$		

A tető keresztirányú külső nyomási tényezők a főtartó keret méretezéséhez: interpolálva és C_{pe10} tényezőt használva

F zóna: H zóna: J zóna:

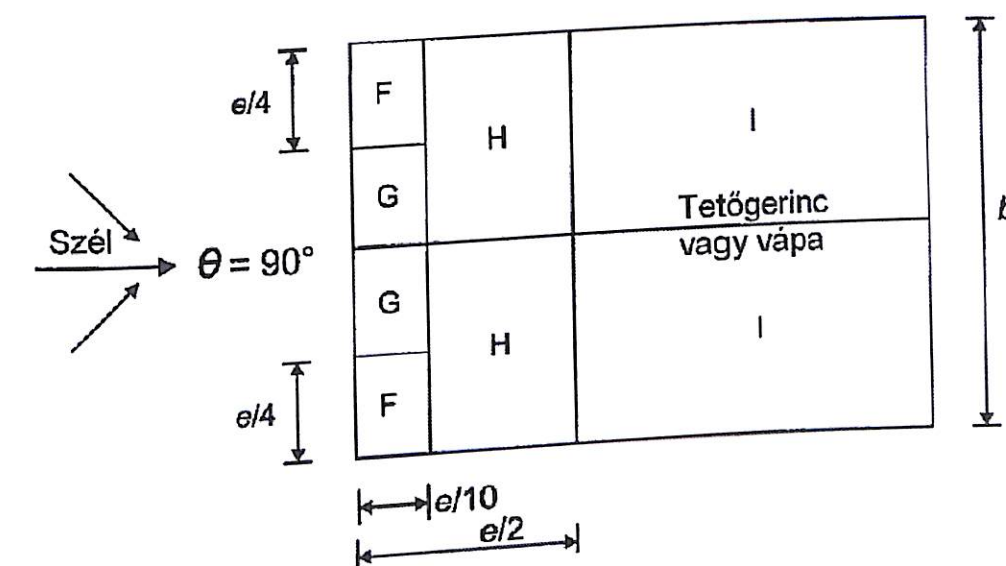
Szélszívás:

$$C_{pe10_F_keret_sz} := 1.3 \quad C_{pe10_H_keret_sz} := 0.45 \quad C_{pe10_J_keret_sz} := 0.4$$

Szélnyomás:

$$C_{pe10_F_keret_ny} := 0.1 \quad C_{pe10_H_keret_ny} := 0.1 \quad C_{pe10_J_keret_sz} := 0.4$$

Hosszirányú külső szél:



A csarnok hossza: $b := 40 \text{ m}$

A csarnok szélessége: $d := 16 \text{ m}$

$$e := \min(h_{csarnok} \cdot 2, b) = 22 \text{ m}$$

Hosszirányú nyomási tényezők:

A tető hajlás- szöge α	A $\theta = 90^\circ$ -os szélirányhoz tartozó zónák							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2

A tető hosszirányú külső nyomási tényezők a főtartó keret méretezéséhez: interpolálva és $C_{pe,10}$ tényezőt használva

F zóna:

H zóna:

Szélszívás:

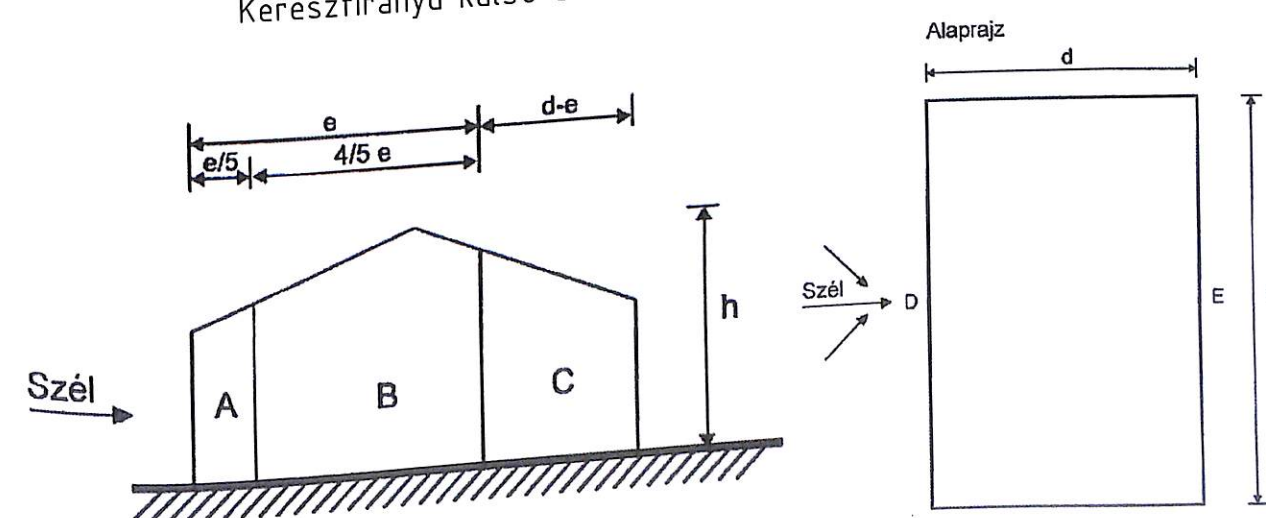
$$C_{pe,2,F,keret,sz} := 1.45$$

$$C_{pe,2,H,keret,sz} := 0.65$$

A főtartó keretet a biztonság javára történő közelítésként csak a mértékadó F és H zónában lévő szívási tényezőkkel veszem számításba.

A falak nyomási tényezői:

Keresztirányú külső szél: $e < d$ esetén $h_{csarnok} := 12 \text{ m}$



Téglalap alakú, sík felületekkel határolt épületek függőleges falaira vonatkozó nyomási tényezők:

Zóna	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

$$\frac{h_{csarnok}}{d} = 0.75$$

Biztonság javára közelítésként az 1 értékhez tartozó tényezőket számolva.

A zóna:

B zóna:

D zóna:

E zóna:

$$C_{pe_fal_A} := 1.2$$

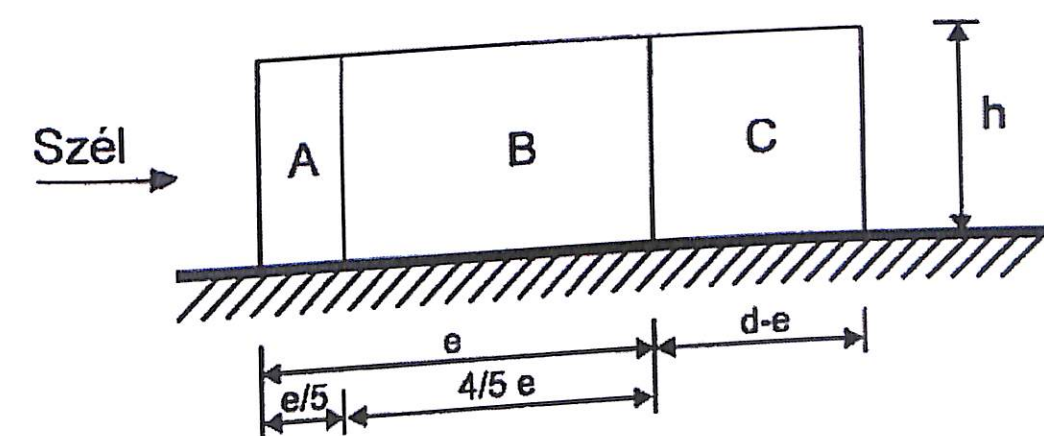
$$C_{pe_fal_B} := 1.4$$

$$C_{pe_fal_D} := 0.8$$

$$C_{pe_fal_E} := 0.5$$

Hosszirányú külső szél:

$$d := 40 \text{ m}$$



$$\frac{h_{csarnok}}{d} = 0.3$$

Biztonság javára közelítésként az 1 értékhez tartozó tényezőket számolva.

A zóna:

B zóna:

D zóna:

E zóna:

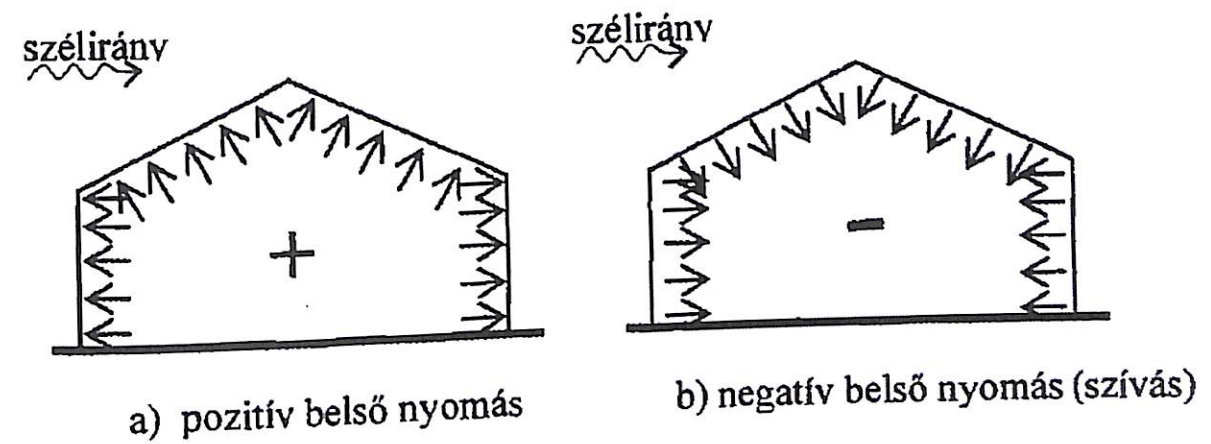
$$C_{pe_fal_A} := 1.2$$

$$C_{pe_fal_B} := 1.4$$

$$C_{pe_fal_D} := 0.8$$

$$C_{pe_fal_E} := 0.5$$

3.2.1.3.3 Belső nyomási tényezők meghatározása:



Belső nyomási tényezők:

$$c_{pi_ny} := 0.2$$
$$c_{pi_sz} := -0.3$$

3.2.2 Hasznos terhek:

Funció: iroda

$$q_{iroda} := 5 \frac{kN}{m^2}$$

3.2.3 Gépészeti terhek:

$$q_{gépész} := 0.5 \frac{kN}{m^2}$$

3.3 Rendkívüli Terhek:

3.3.1 Földrengés teher:

Az 1998. jan. 1-én életbelépett új Építési törvény és az OTÉK 55.8 pedig kötelezően előírta a földrengés elleni méretezést.

A szélesség ötszörösénél nem magasabb, legfeljebb Fsz.+4 emeletes szabályos épületekre, meghatározzuk egy , a dinamikus erőhatást helyettesítő horizontális erőt, mely ármely irányban működhet, és erre méretezzük az egész épületet. Az eljárás neve a helyettesítő statikai módszer.

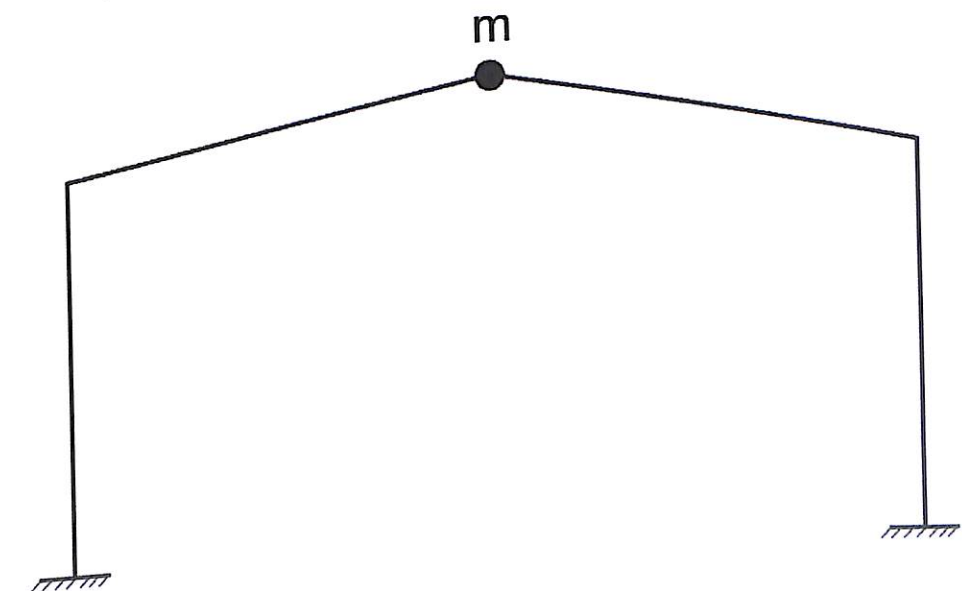
A számítást úgy végzem el, hogy redukálom egy keretállás teljes tömegét egy pontra a keretállás tetejére, majd mint egy egy szabadságfokú rendszerként működő keret, ismerve a rá ható gyorsulást, a merevségeket és a talajmechanikai jellemzőket meghatározom a rá ható vízszintes erőt.

Kiindulási adatok:

Szeizmikus zóna:	2. zóna
A talajgyorsulás referenciaértéke:	$a_{gR} := 0.1 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} = 0.98 \frac{m}{s^2}$
Fontossági tényező:	$\gamma_I := 1$
Talajosztály:	C
(bővebben lásd a talajmechanika fejezetben)	
Viselkedési tényező:	$q := 1.5$
A vízszintes gyorsulás kiindulási értéke:	$a_g := \gamma_I \cdot a_{gR} = 0.98 \frac{m}{s^2}$

Tömeg:

A teljes csarnok tömeg a felső élre redukálva:



A keretoszlopok HEA 340 a keretgerendák IPE 450 melegen hengerelt szelvényből készülnek.

Az iroda szinti rétegrendet és a külső burkolatot is figyelembe véve a csarnok tömege:

$$m := 140000 \text{ kg}$$

Rezgésidő:

Szabadrezgést végző, 40 m nél alacsonyabb épületek legkisebb T rezgésidőjének becslésére az EC8 az alábbi összefüggést javasolja:

A szerkezet anyagától és kialakításától függő tényező: $C_t := 0.085$

Az épület talajszint feletti magassága méterben: $H := 12$

$$T := H^{\frac{3}{4}} \cdot C_t = 0.55$$

A talajszorzók és a válaszspektrum töréspontjaihoz tartozó rezgésidők:

talajosztály	S	T_B	T_C	T_D
A	1.0	0.15	0.4	2.0
B	1.2	0.15	0.5	
C	1.15	0.20	0.6	
D	1.35	0.20	0.8	
E	1.4	0.15	0.5	

Talajszorzó: $S := 1.15$

A tervezési gyorsulási válaszspektrum:

Mivel a szerkezet rezgésidője C talajosztály mellett T_b és T_c között van így az összefüggés a következő:

$$S_d := a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} = 1.88 \frac{m}{s^2}$$

A teljes földrengési teher:

$$F_b := S_d \cdot m = 263.24 \text{ kN}$$

A földrengési teher 1 keretállásra:

$$F_{b-} := \frac{F_b}{9} = 29.25 \text{ kN}$$

3.4 Terhek a közbenső keretálláson:

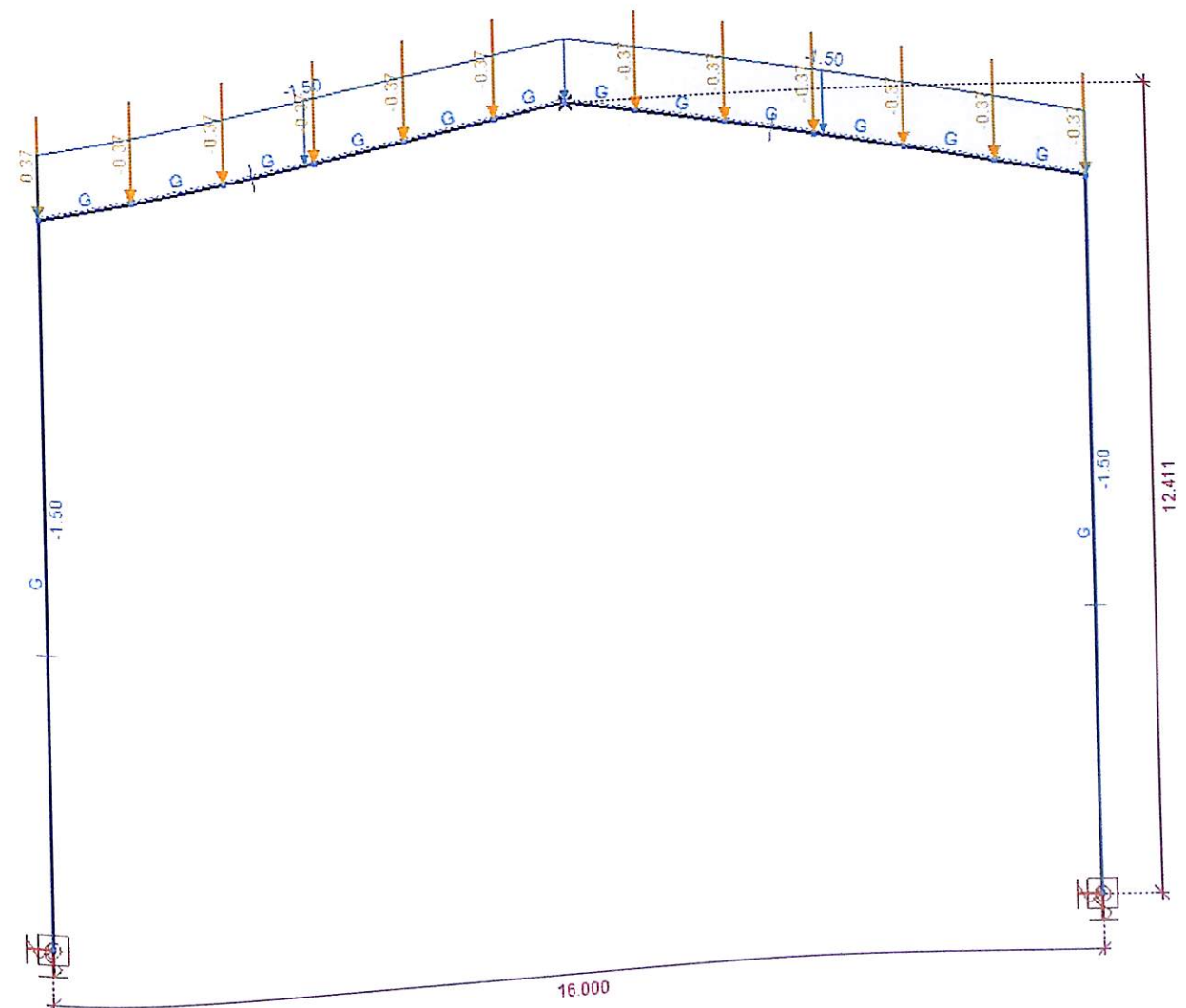
Közbenső keretállás terhelési sávja: $t_{keret} := 5 \text{ m}$

3.4.1 Önsúly teher:

$$F_{Z200} := 0.073 \frac{kN}{m} \cdot t_{keret} = 0.37 \text{ kN}$$

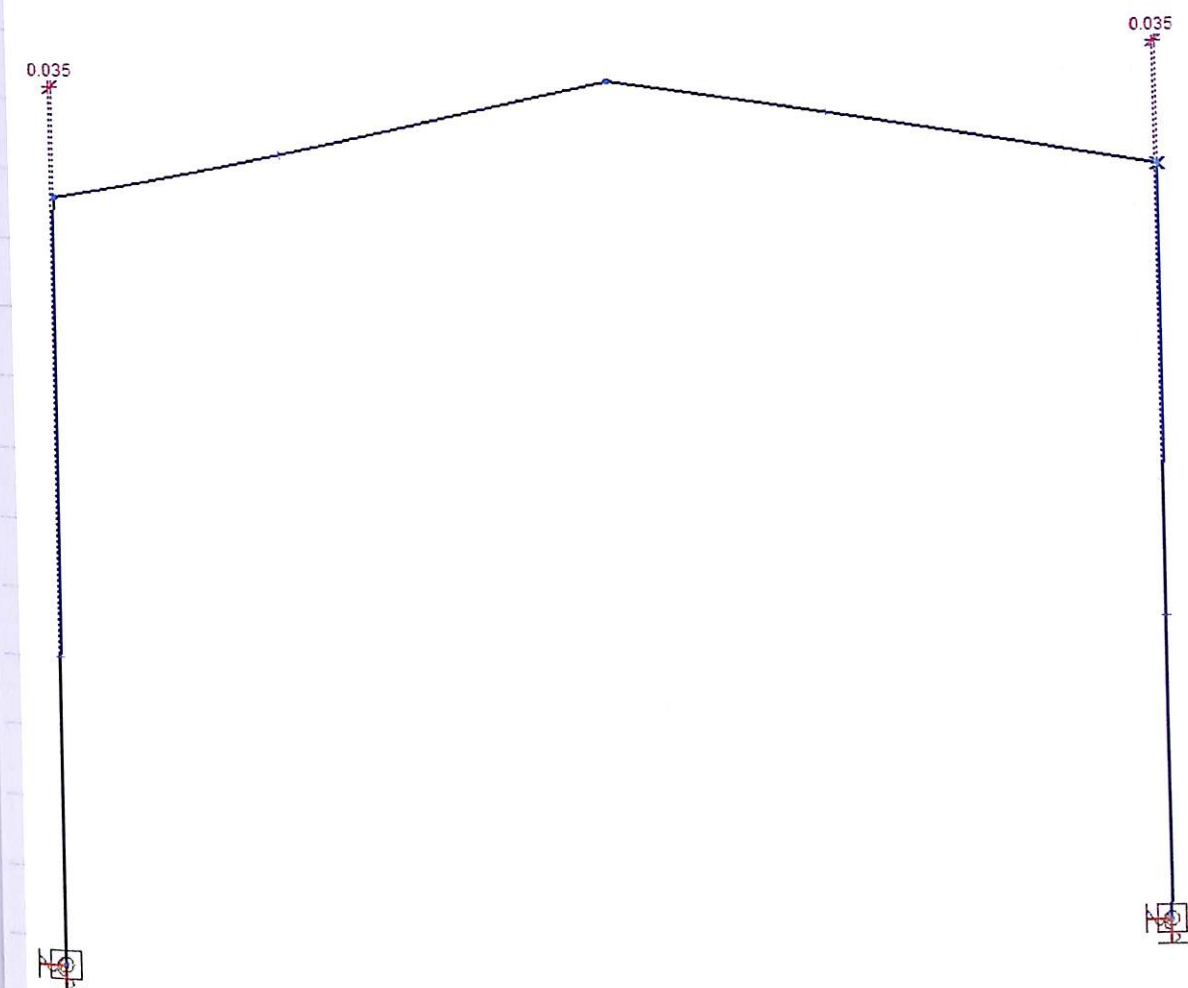
A tetőpanel súlya: $P_{tetőpanel} := G_{tetőpanel} \cdot t_{keret} = 1.5 \frac{kN}{m}$

A falpanel súlya: $P_{falpanel} := G_{falpanel} \cdot t_{keret} = 1.5 \frac{kN}{m}$



3.4.2 Globális imperfekció:

$$e_{\text{imperfekt}} = 34.64 \text{ mm}$$



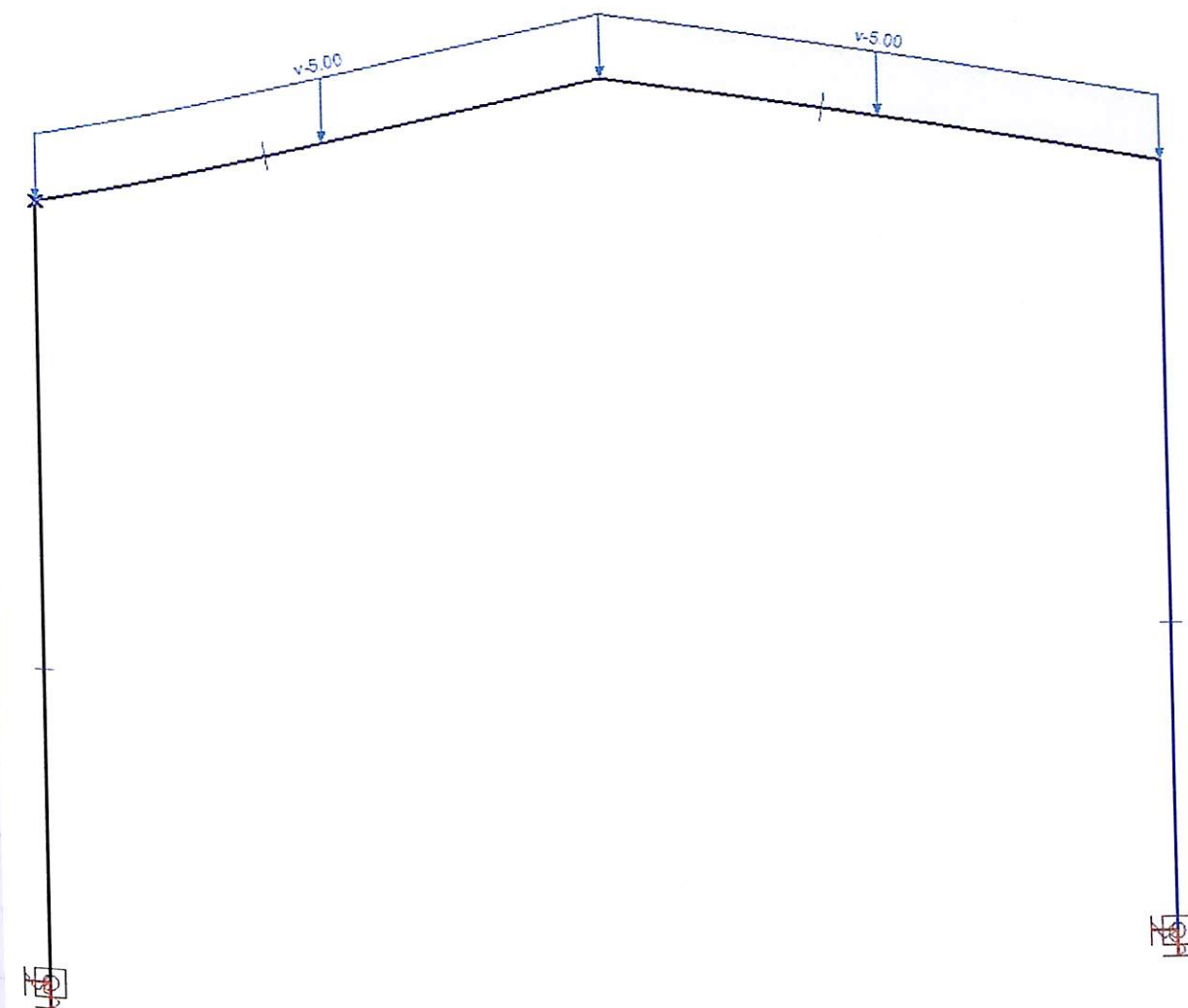
3.4.3 Hóteher:

4.4.3.1 Totálhó:

A hóteher karakterisztikus értéke: $S_k = 1 \frac{kN}{m^2}$

A közbelső keretállás terhelési sávja: $t_{keret} = 5 \text{ m}$

A hóteher közbelső keretre redukálva: $P_{hó} := S_k \cdot t_{keret} = 5 \frac{kN}{m}$

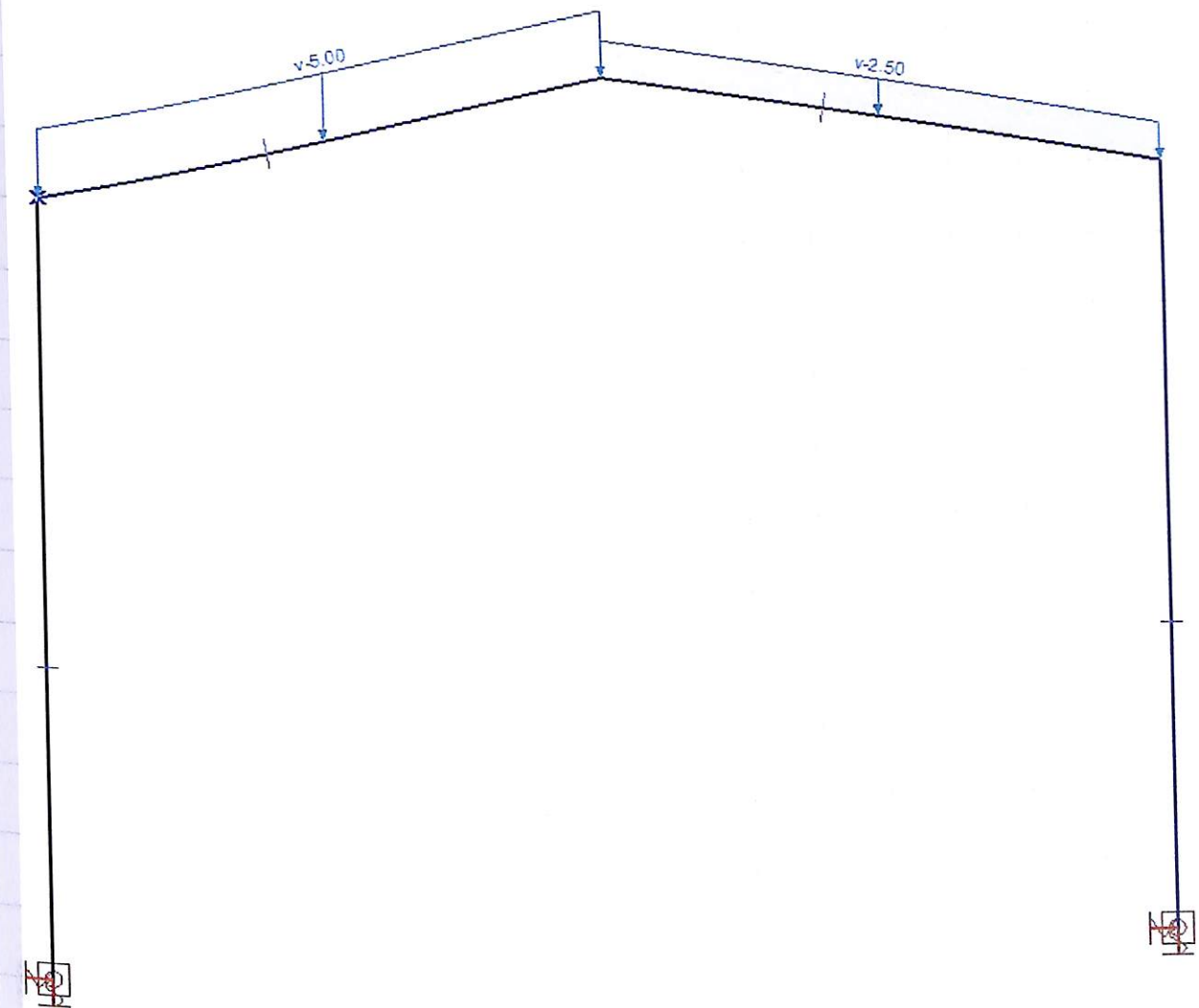


3.4.3.2 Parciális hóteher:

A nyeregtető egyik oldalán a hóteher teljes értékével, a másik oldalán 0,5 szörőssével.

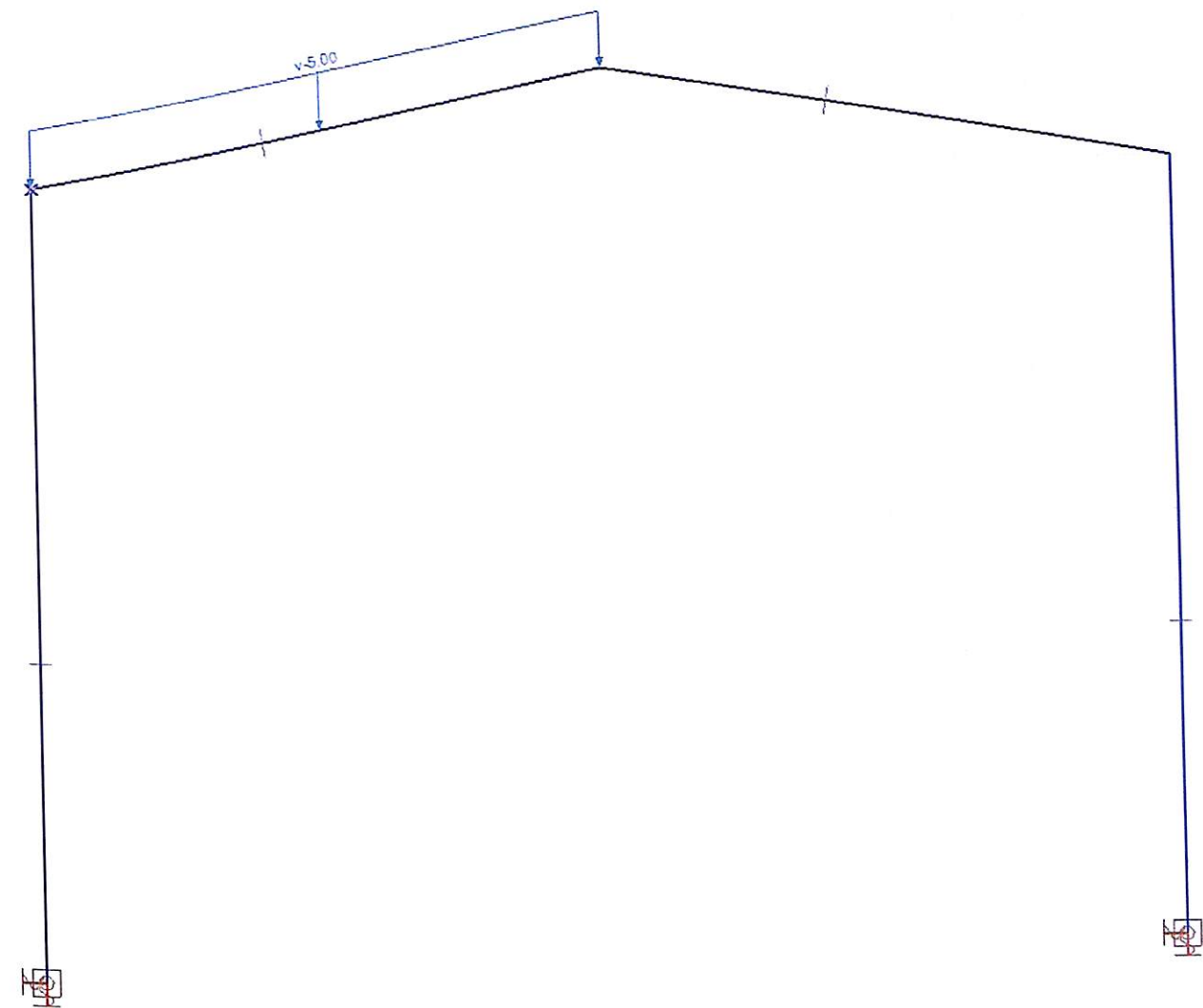
$$P_{h\acute{o}} = 5 \frac{kN}{m}$$

$$\frac{P_{h\acute{o}}}{2} = 2.5 \frac{kN}{m}$$



3.4.3.3 Féloldali hóteher:

$$P_{hó} = 5 \frac{kN}{m}$$

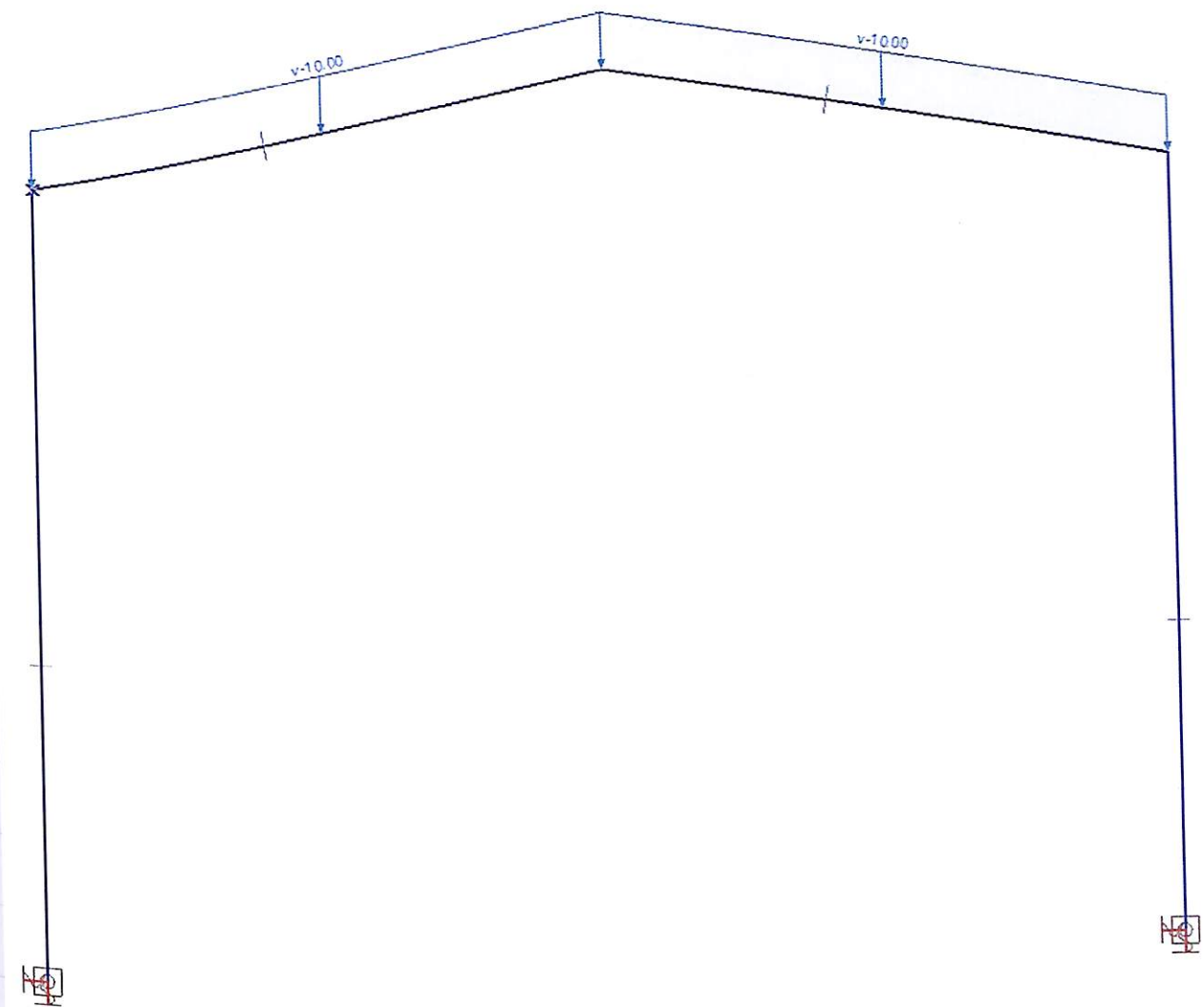


3.4.3.4 Rendkívüli hőteher:

A rendkívüli hőteher karakterisztikus értéke: $S_{Ad} = 2 \frac{kN}{m^2}$

Rendkívüli hőteher közbenső keretállásra redukálva:

$$P_{Ad} := S_{Ad} \cdot t_{keret} = 10 \frac{kN}{m}$$



3.4.4 Szélteher:

3.4.4.1 1-es számú széleset:

Kereszt irányú külső szél nyomási tényezői + falak nyomási tényezői

Keretre redukált szélterhek:

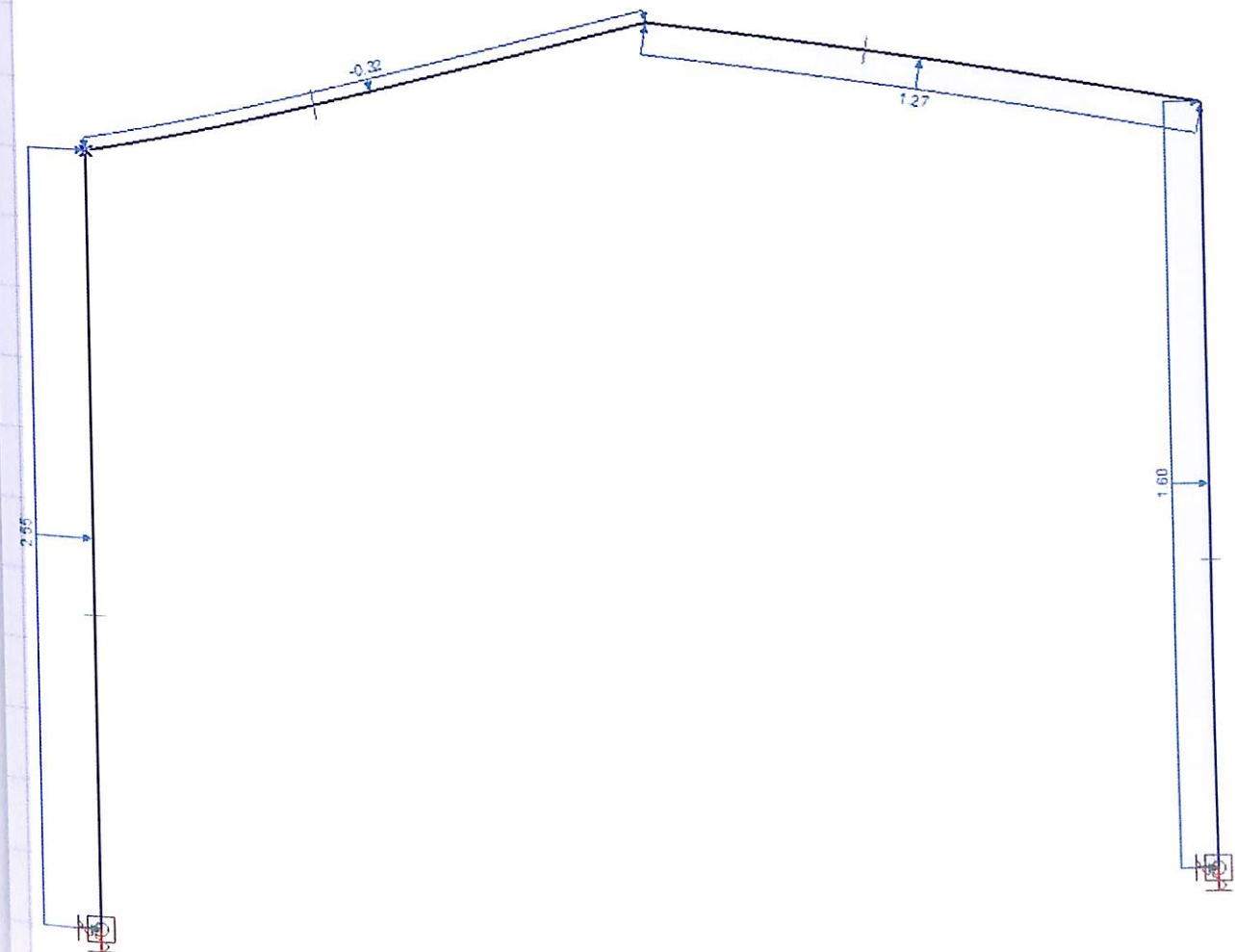
$$P_{szél_1_F} := (C_{pe10_F_keret_ny} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 0.32 \frac{kN}{m}$$

$$P_{szél_1_H} := (C_{pe10_H_keret_ny} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 0.32 \frac{kN}{m}$$

$$P_{szél_1_J} := (C_{pe10_J_keret_sz} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 1.27 \frac{kN}{m}$$

$$P_{szél_1_D} := (C_{pe_fal_D} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 2.55 \frac{kN}{m}$$

$$P_{szél_1_E} := (C_{pe_fal_E} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 1.59 \frac{kN}{m}$$



3.4.4.2 2-es számú széleset:

Keresztirányú külső szél szívási tényezői + falak nyomási tényezői

Keretre redukált szélterhek:

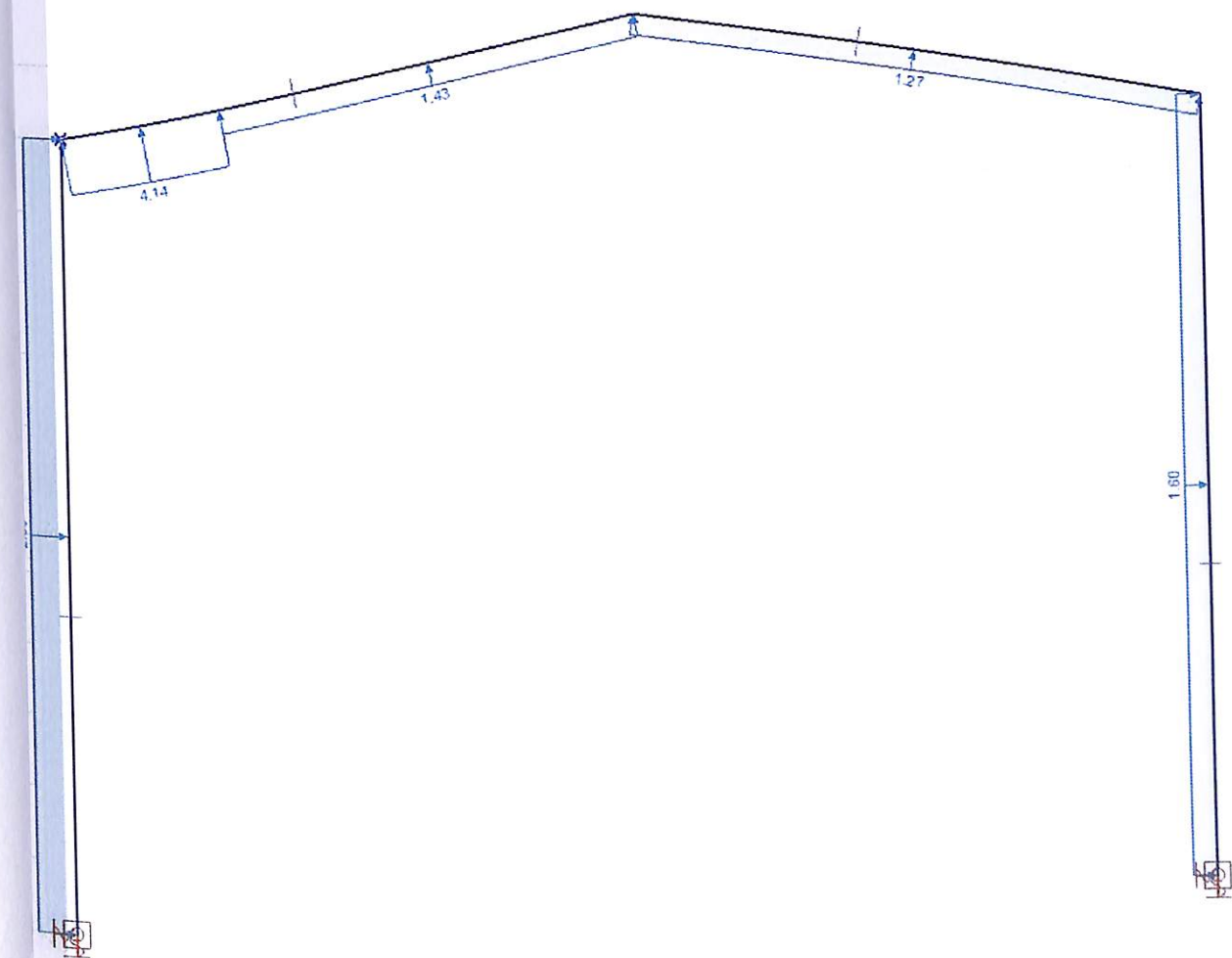
$$P_{szél_2_F} := (C_{pe10_F_keret_sz} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 4.14 \frac{kN}{m}$$

$$P_{szél_2_H} := (C_{pe10_H_keret_sz} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 1.43 \frac{kN}{m}$$

$$P_{szél_2_J} := (C_{pe10_J_keret_sz} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 1.27 \frac{kN}{m}$$

$$P_{szél_2_D} := (C_{pe_fal_D} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 2.55 \frac{kN}{m}$$

$$P_{szél_2_E} := (C_{pe_fal_E} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 1.59 \frac{kN}{m}$$

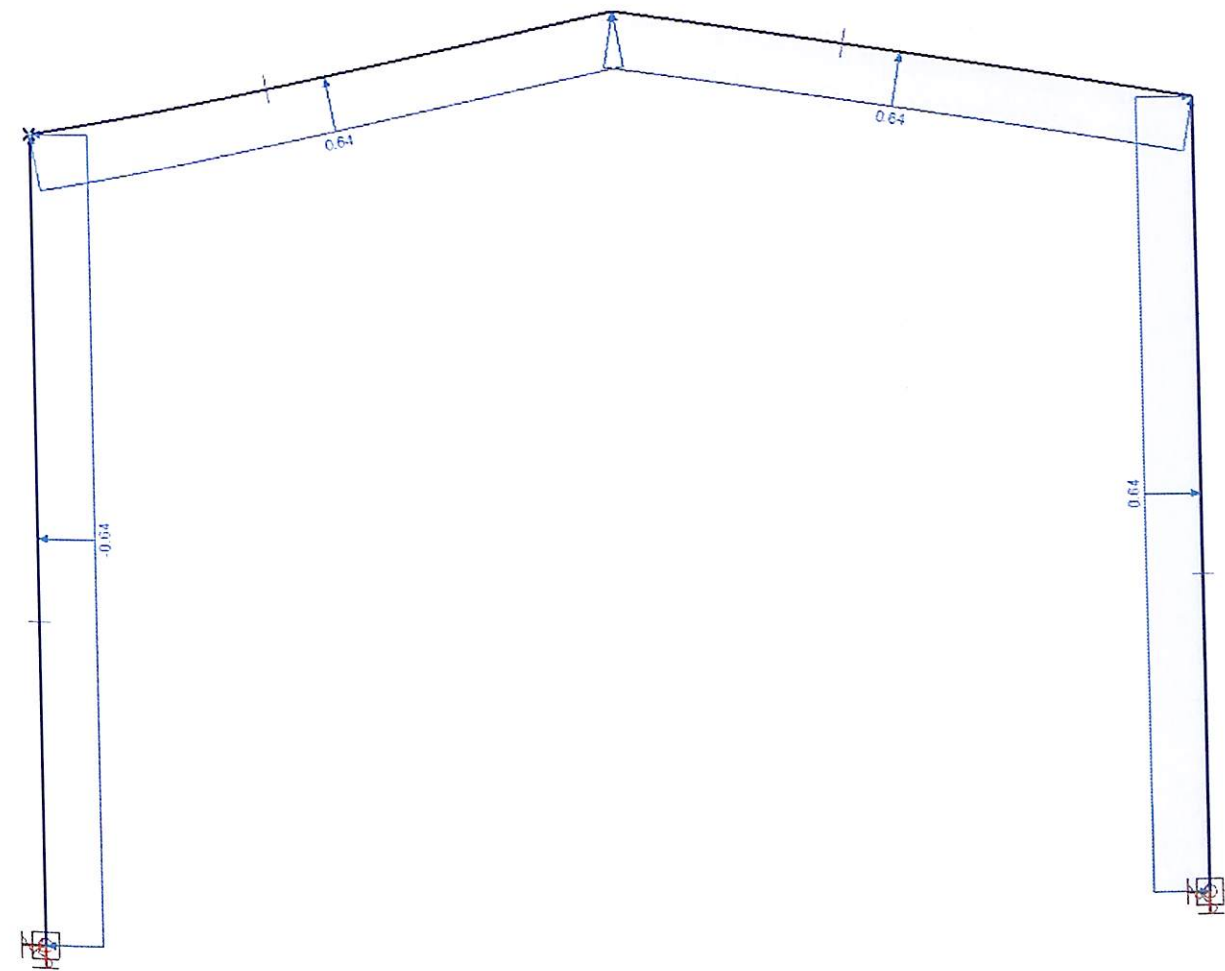


3.4.4.3 Belső szélteher:

3.4.4.3.1 Szélnyomás:

A belső szélnyomás egy közbenső keretállásra redukálva:

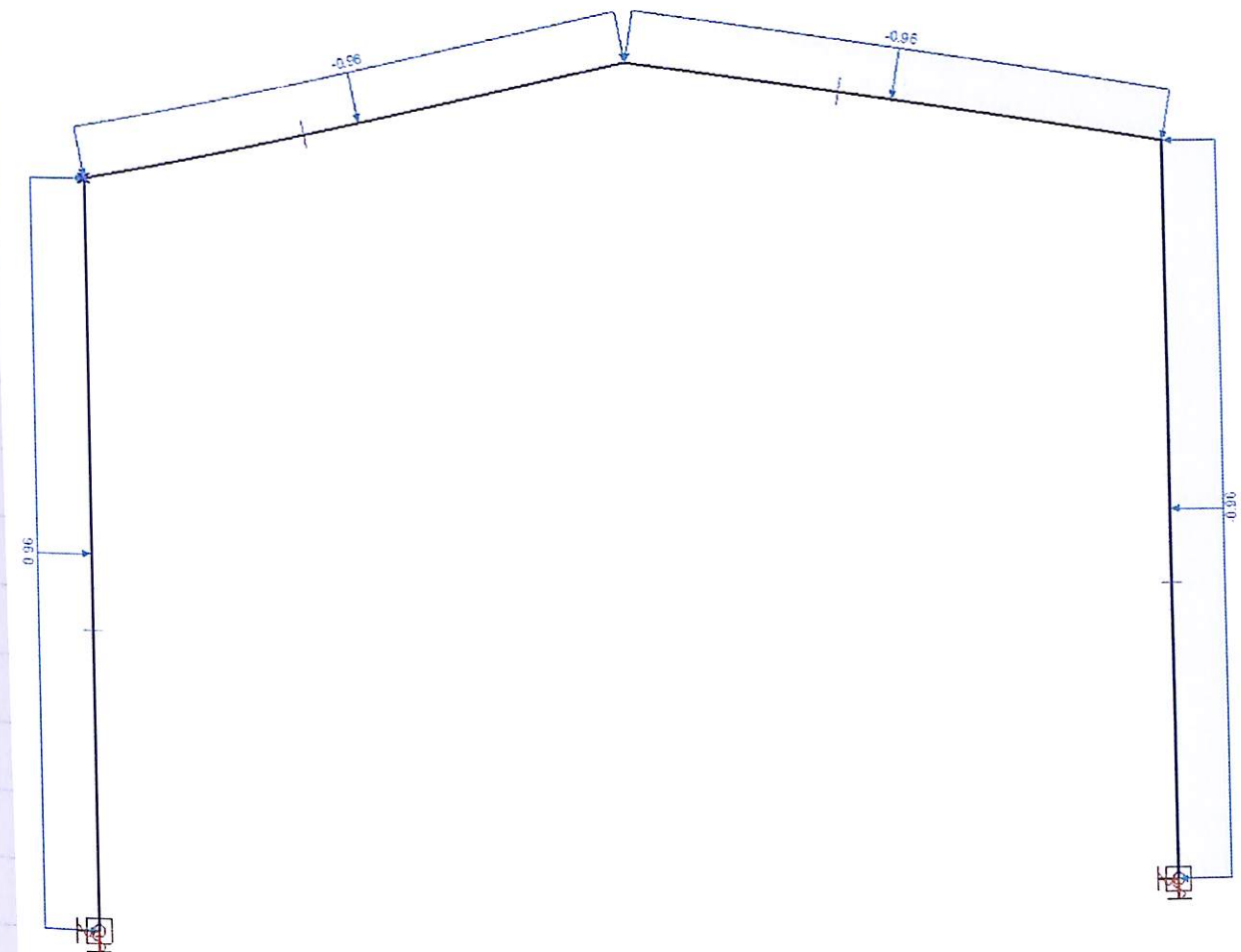
$$P_{szél_belső_ny} := (c_{pi_ny} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = 0.64 \frac{kN}{m}$$



3.4.4.3.2 Szélszívás:

A belső szélszívás egy közbenső keretállásra redukálva:

$$P_{szél_belső_sz} := (c_{pi_sz} \cdot q_{pz}) \cdot t_{keret} = -0.96 \frac{kN}{m}$$

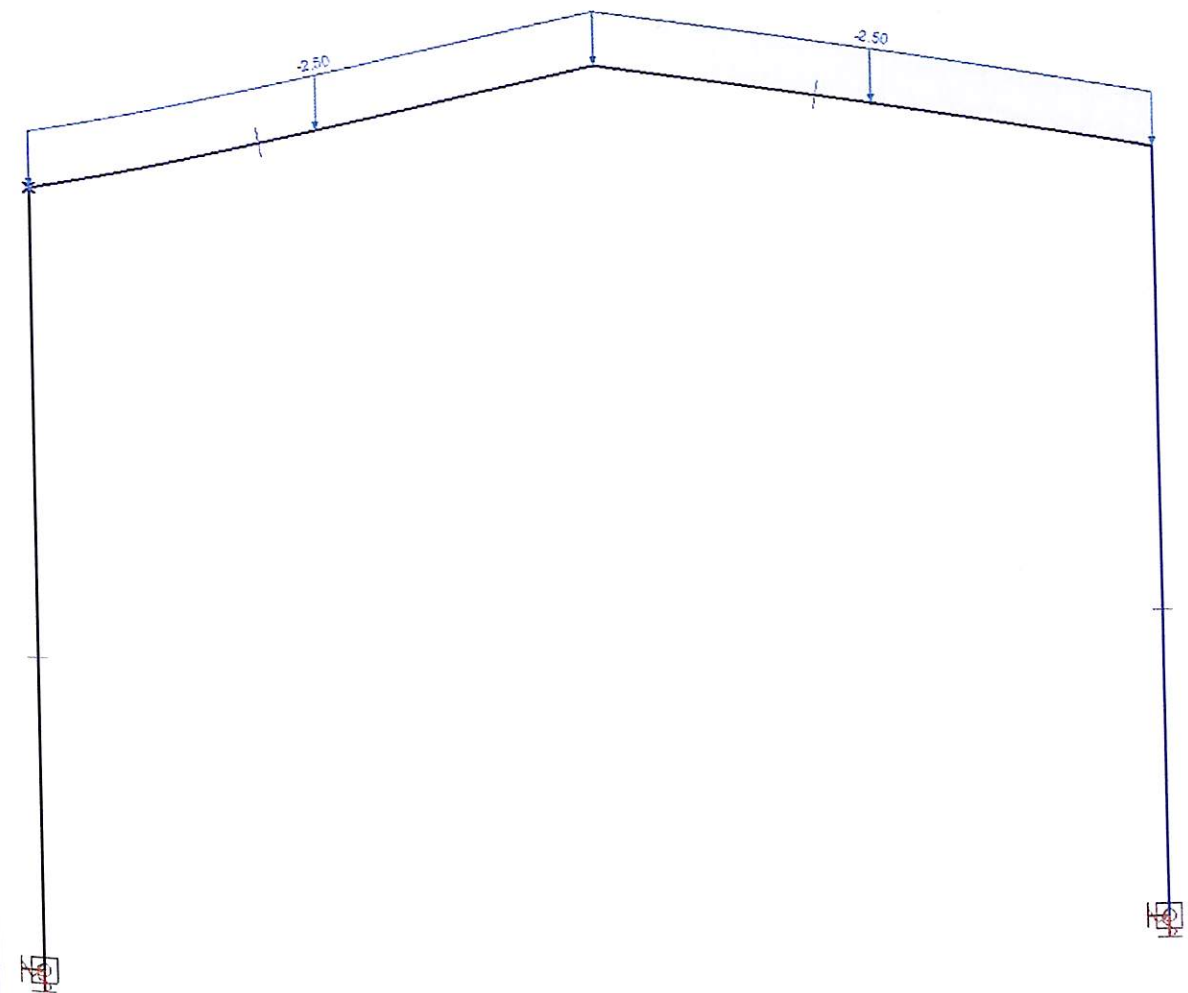


3.4.5 Gépészeti teher:

Gépészeti teher karakterisztikus értéke: $q_{\text{gépész}} = 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

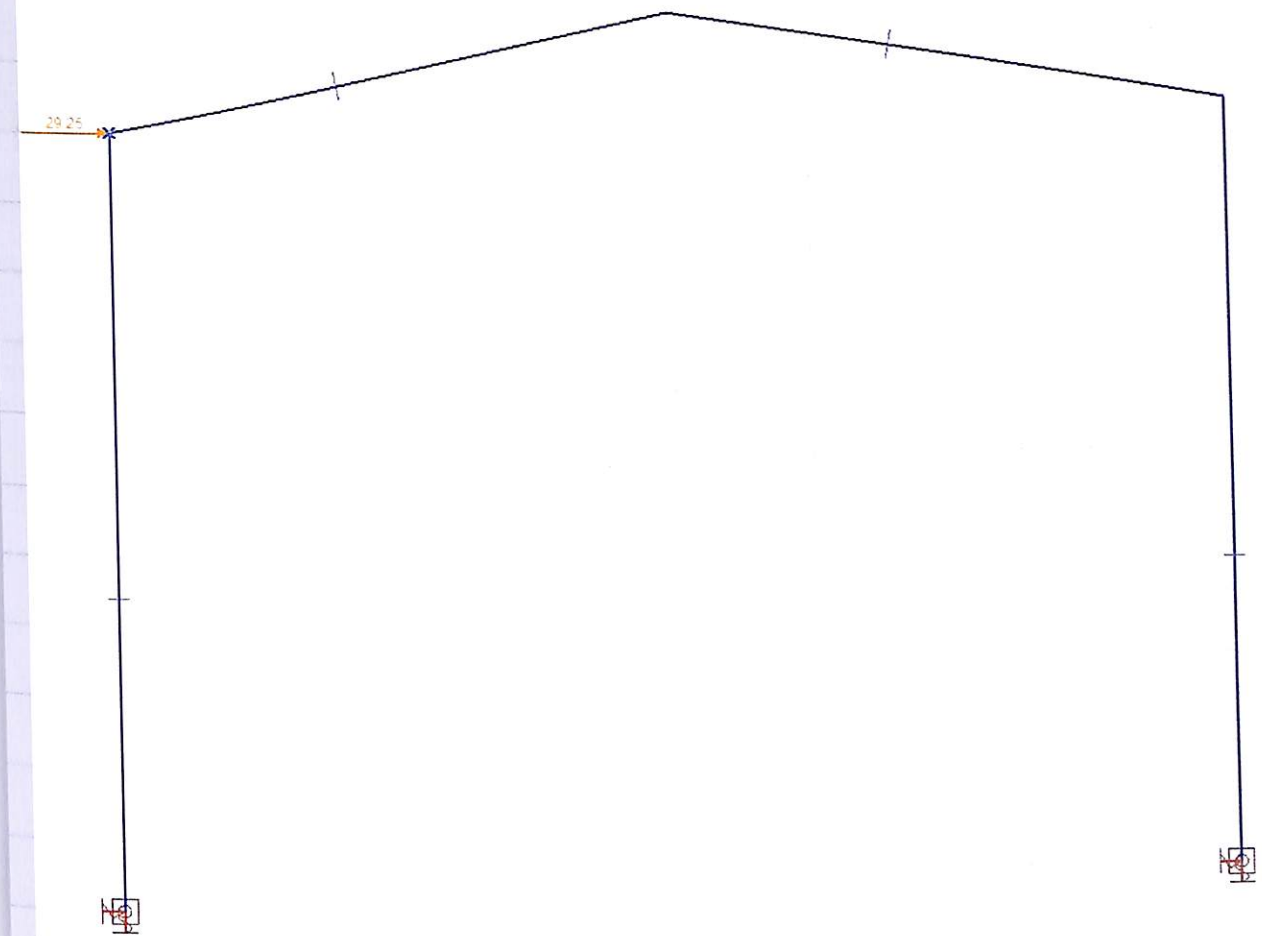
A gépészeti teher egy közbenső keretállásra redukálva:

$$P_{\text{gép}} := q_{\text{gépész}} \cdot t_{\text{keret}} = 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



3.4.6 Földrengés teher:

A földrengési teher egy keretállásra: $F_{b-} = 29.25 \text{ kN}$



3.5 Teherkombinációk:

1. Teherkombináció:

SLS: önsúly+tótálhó+belső szélszívás+gépészet

ULS: önsúly+tótálhó+belső szélszívás+gépészet

2. Teherkombináció:

SLS: önsúly+tótálhó+1-es számú szélesezet+belső szélszívás+gépészet

ULS: önsúly+tótálhó+1-es számú szélesezet+belső szélszívás+gépészet

3. Teherkombináció:

SLS: önsúly+parciális hó+1-es számú szélesezet+belső szélszívás

ULS: önsúly+tótálhó+1-es számú szélesezet+belső szélszívás

4. Teherkombináció:

SLS: önsúly+féloldali hó+1-es számú szélesezet+belső szélszívás+ gépészet

ULS: önsúly+tótálhó+1-es számú szélesezet+belső szélszívás+gépészet

5. Teherkombináció:

ULS: önsúly+rendkívüli hó+1-es számú szélesezet+gépészet

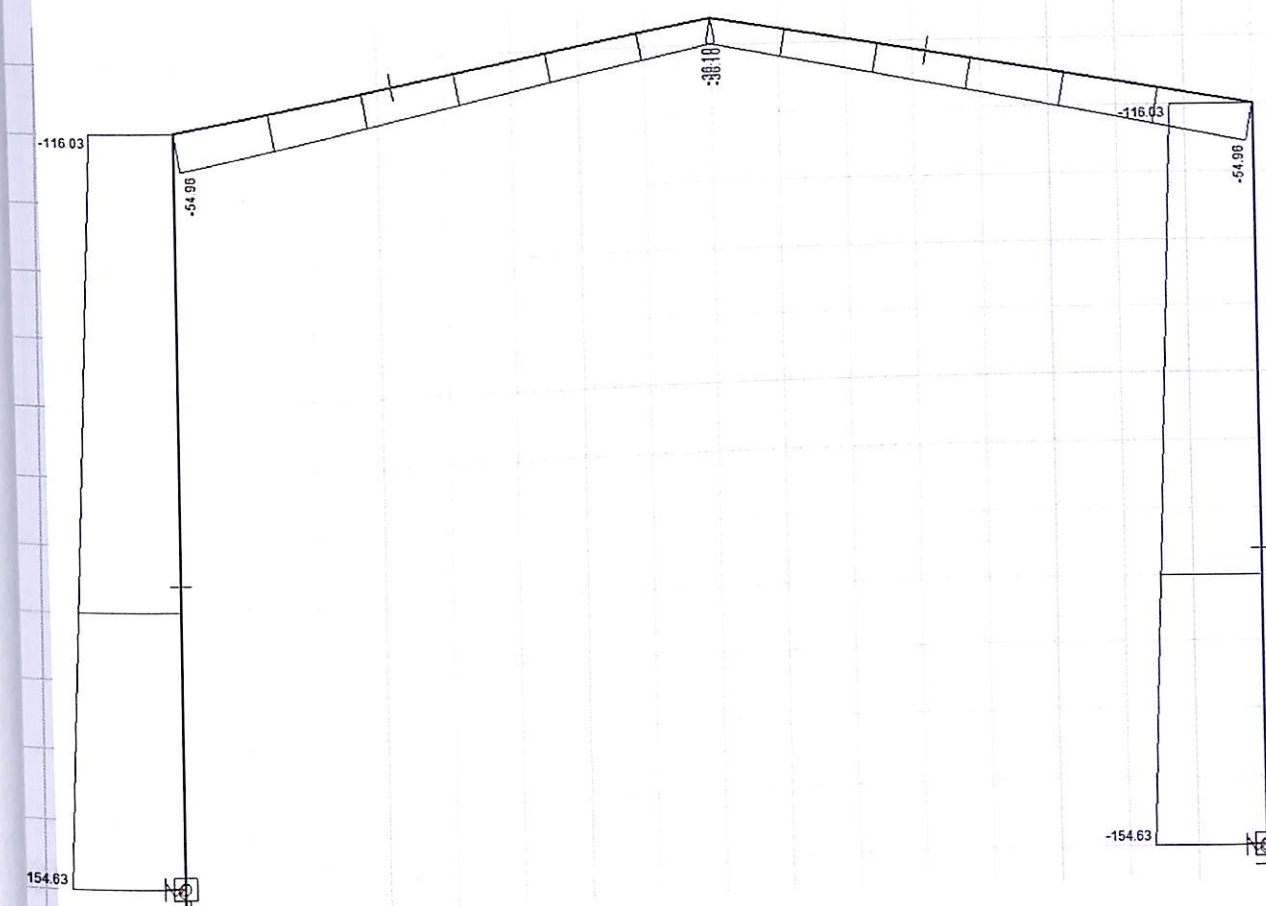
6. Teherkombináció:

ULS: önsúly+földrengés+gépészet

3.6 Igénybevételek (ULS):

Legnagyobb normálerő: 1 számú teherkombináció

$$1,35 \cdot \text{Önsúly} + 1,5 \cdot \text{tótálhó} + 1,5 \cdot (0,6 \cdot \text{belső szélzívás}) + 1,5 \cdot (0,7 \cdot \text{gépészet})$$

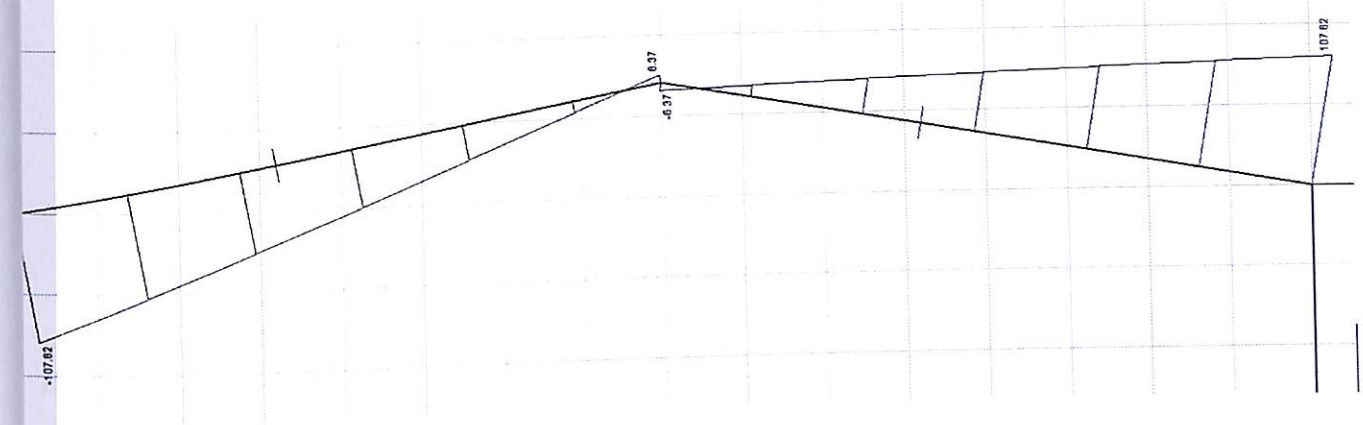


$$N_{\text{közeltő}} := 154.63 \text{ kN}$$

Legnagyobb nyíróerő: A keretgerendában

1-es számú teherkombináció

$$1,35 \cdot \text{Önsúly} + 1,5 \cdot \text{totálhó} + 1,5 \cdot (0,6 \cdot \text{belső szél szívás}) + 1,5 \cdot (0,7 \cdot \text{gépészet})$$

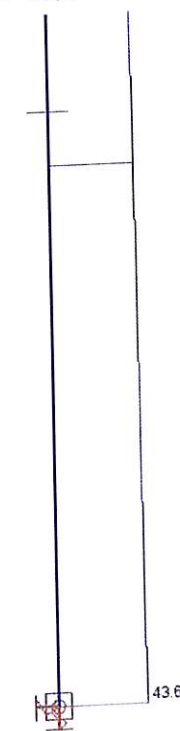


$$V_{\text{közelítő oszlop}} := 107.62 \text{ kN}$$

A keretoszlopban:

2-es számú teherkombináció

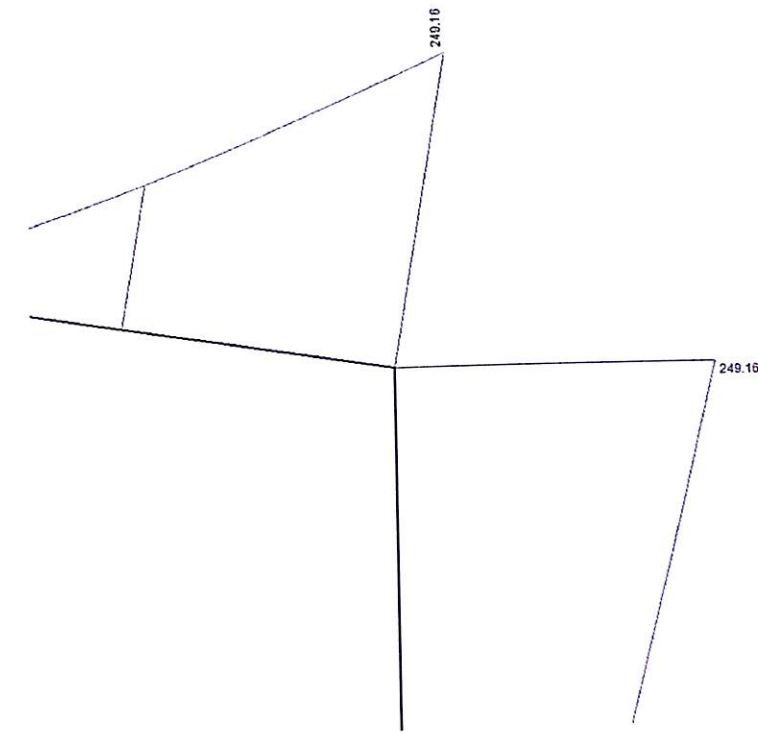
$$1,35 \cdot \text{Önsúly} + 1,5 \cdot \text{totálhó} + 1,5 \cdot (0,6 \cdot 1\text{-es szél}) + 1,5 \cdot (0,6 \cdot \text{belső szél szívás}) + 1,5 \cdot (0,7 \cdot \text{gépészet})$$



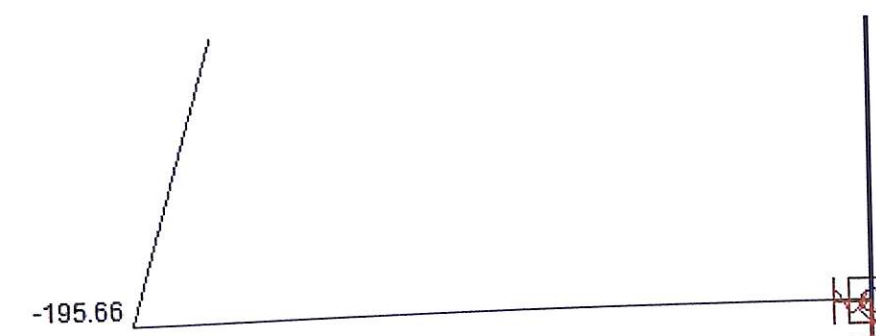
$$V_{\text{közelítő oszlop}} := 43.61 \text{ kN}$$

Legnagyobb nyomaték: 2-es számú teherkombináció

$1,5 \cdot \text{Önsúly} + 1,5 \cdot \text{tótálhó} + 1,5 \cdot (0,6 \cdot 1\text{-es szél}) + 1,5 \cdot (0,6 \cdot \text{belső szélszívás}) + 1,5 \cdot (0,7 \cdot \text{gépészet})$



$$M_{\text{közelítő_sarok}} := 249.16 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



$$M_{\text{közelítő_o_talp}} := 195.66 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

4.0 Részletes számítás:

A részletes számítást AxisVm szoftverrel végeztem. A számításaim során törekedtem egy olyan térbeli model megalkotására, mely legjobban leköveti a valós csarnok viselkedését.

4.1 Kiindulási adatok:

4.1.1 Anyagok:

anyagok

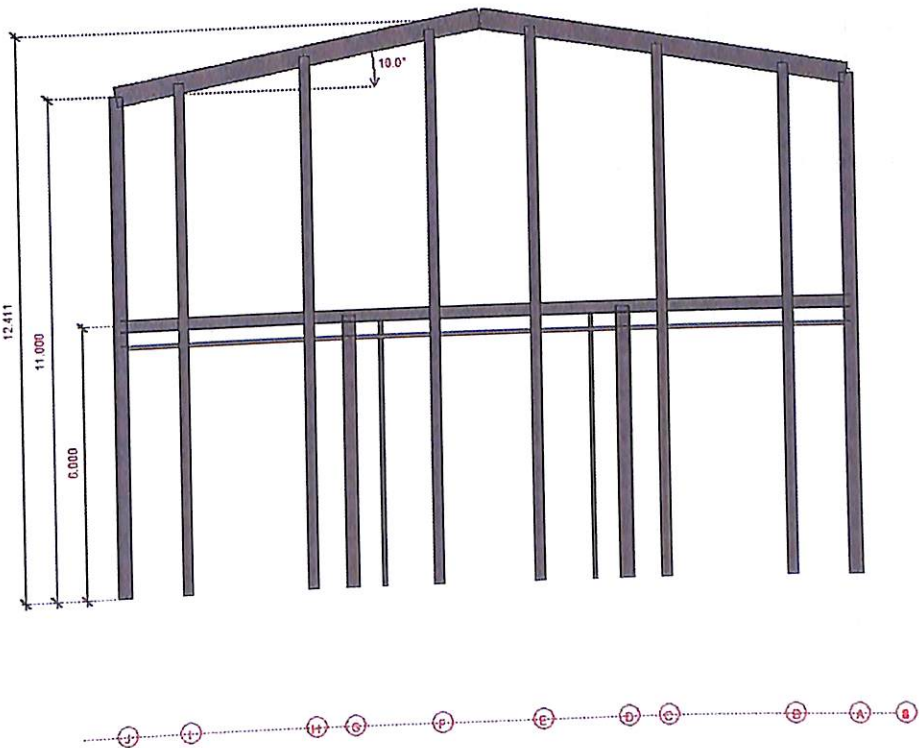
Név	Típus	Nemzeti szabvány	Anyagszabvány	E_x [kN/cm ²]	E_y [kN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
S 235	Acél	Eurocode-H	10025-2	21000	21000	0.30	1.2E-5	7850
C25/30	Beton	Eurocode-H	EN 206	3150	3150	0.20	1E-5	2500

4.1.2 Szelvények:

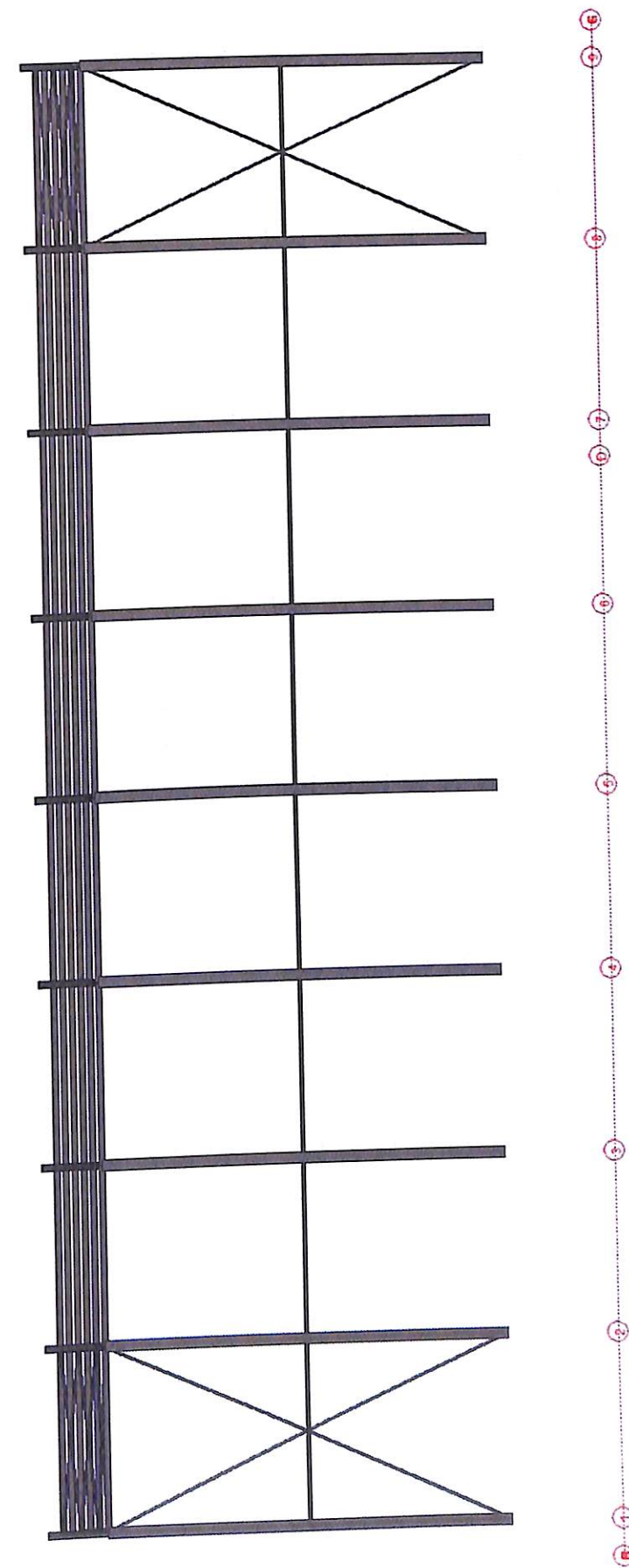
szelvények

Név	A_x [cm ²]	A_y [cm ²]	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	I_w [cm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [cm ³]	$W_{1,p}$ [cm ³]	i_y [cm]	i_z [cm]
L 60X 60X 5	5.82	2.52	19.4	19.4	1	7.2	11.4	1.8	1.8
100X100X 4,0	15.22	6.49	233.0	233.0	2	46.6	54.7	3.9	3.9
IPE 450	98.84	51.52	33750.2	1675.9	780393	1500.0	1702.1	18.5	4.1
Z 200 X 2,0	7.41	2.21	450.0	79.3	5466	42.5	54.8	7.8	3.3
HE 220 A	64.35	43.68	5410.7	1954.6	189355	515.3	568.6	9.2	5.5
HE 340 A	133.50	89.79	27698.7	7436.1	1787796	1678.7	1850.9	14.4	7.5
HE 280 A	97.29	66.03	13676.3	4762.7	769534	1013.1	1112.5	11.9	7.0
HE 360 A	142.79	95.01	33096.1	7886.9	2135049	1891.2	2088.9	15.2	7.4
HE 200 A	53.84	36.57	3693.0	1335.5	105453	388.7	429.6	8.3	5.0

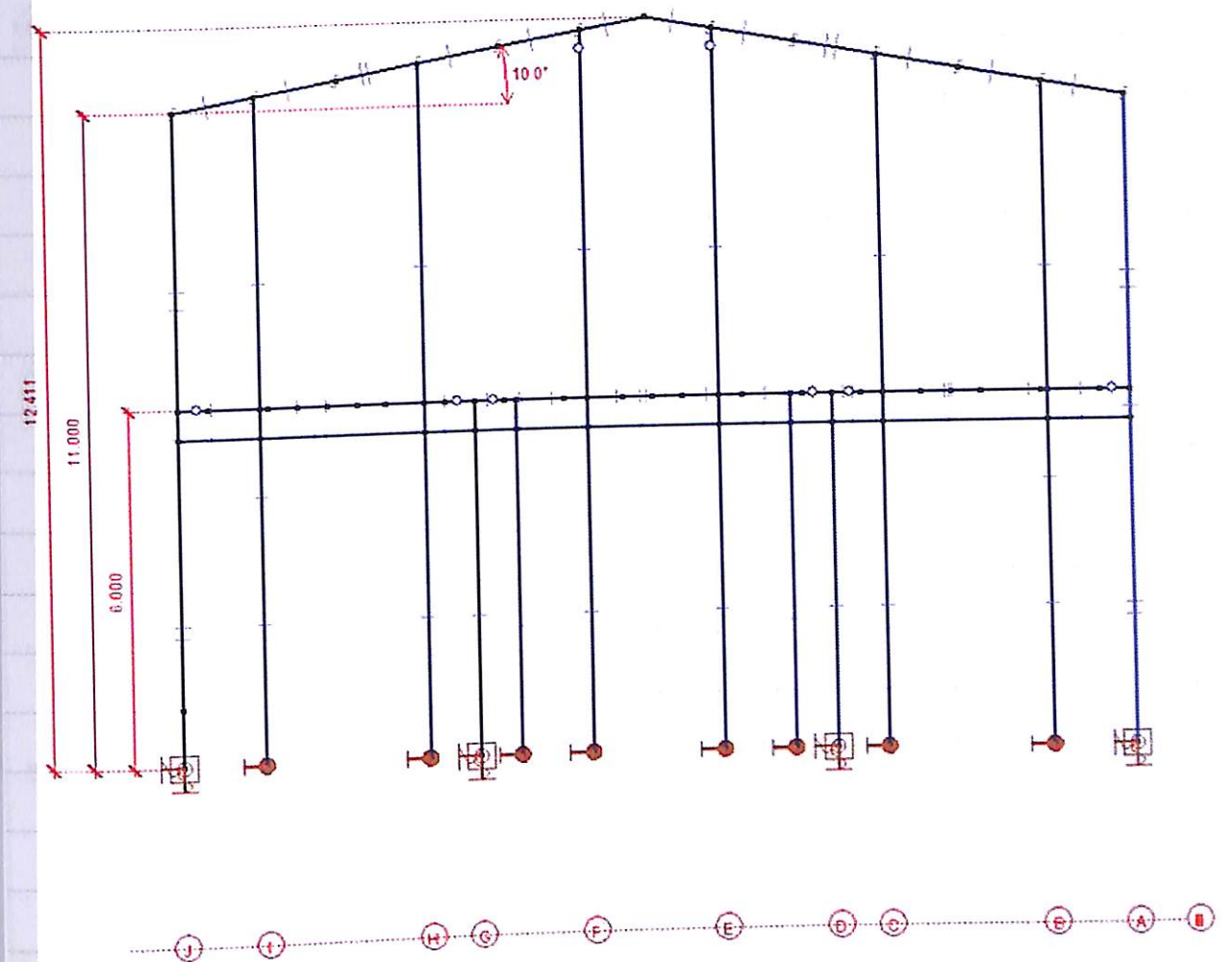
4.1.3 Geometria: Előlnézet anyagkitöltéssel



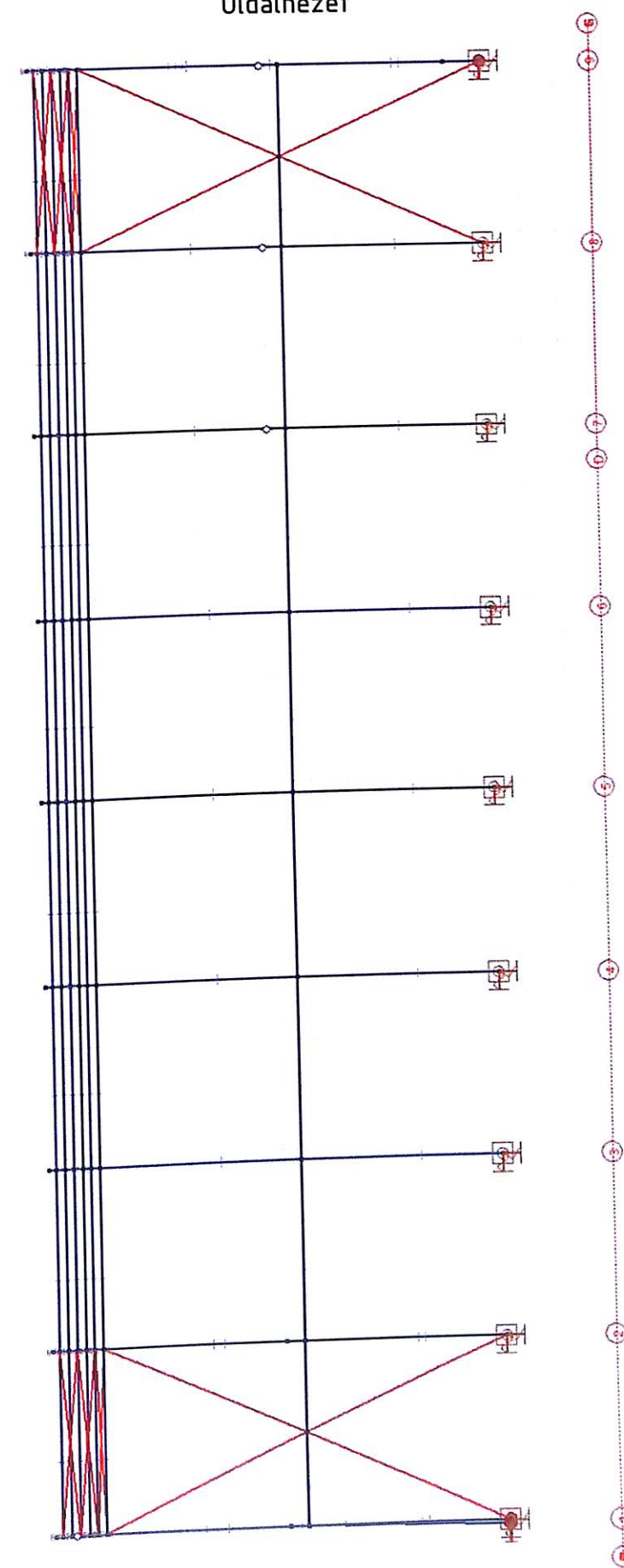
Oldalnézet anyagkitöltéssel



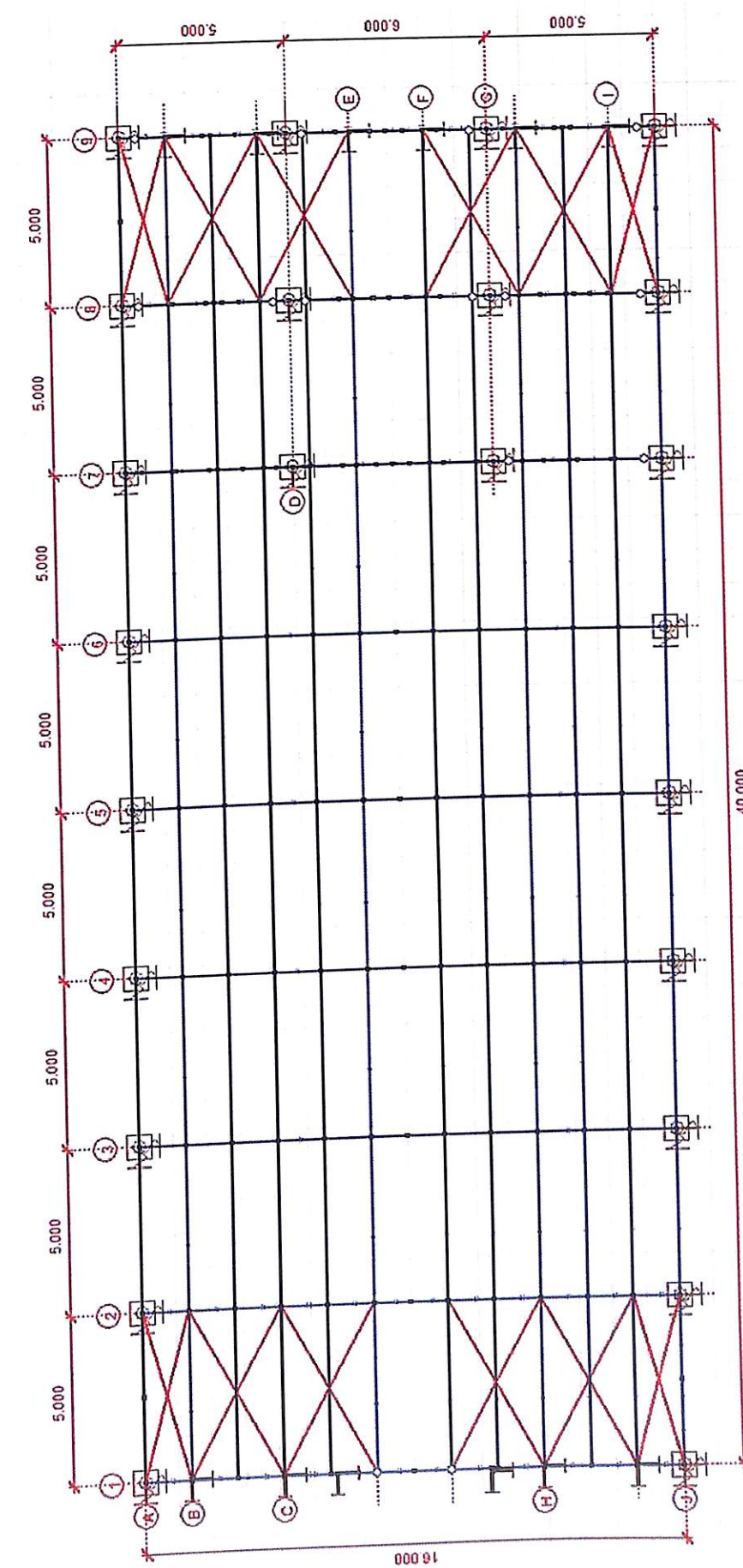
Előlnézet



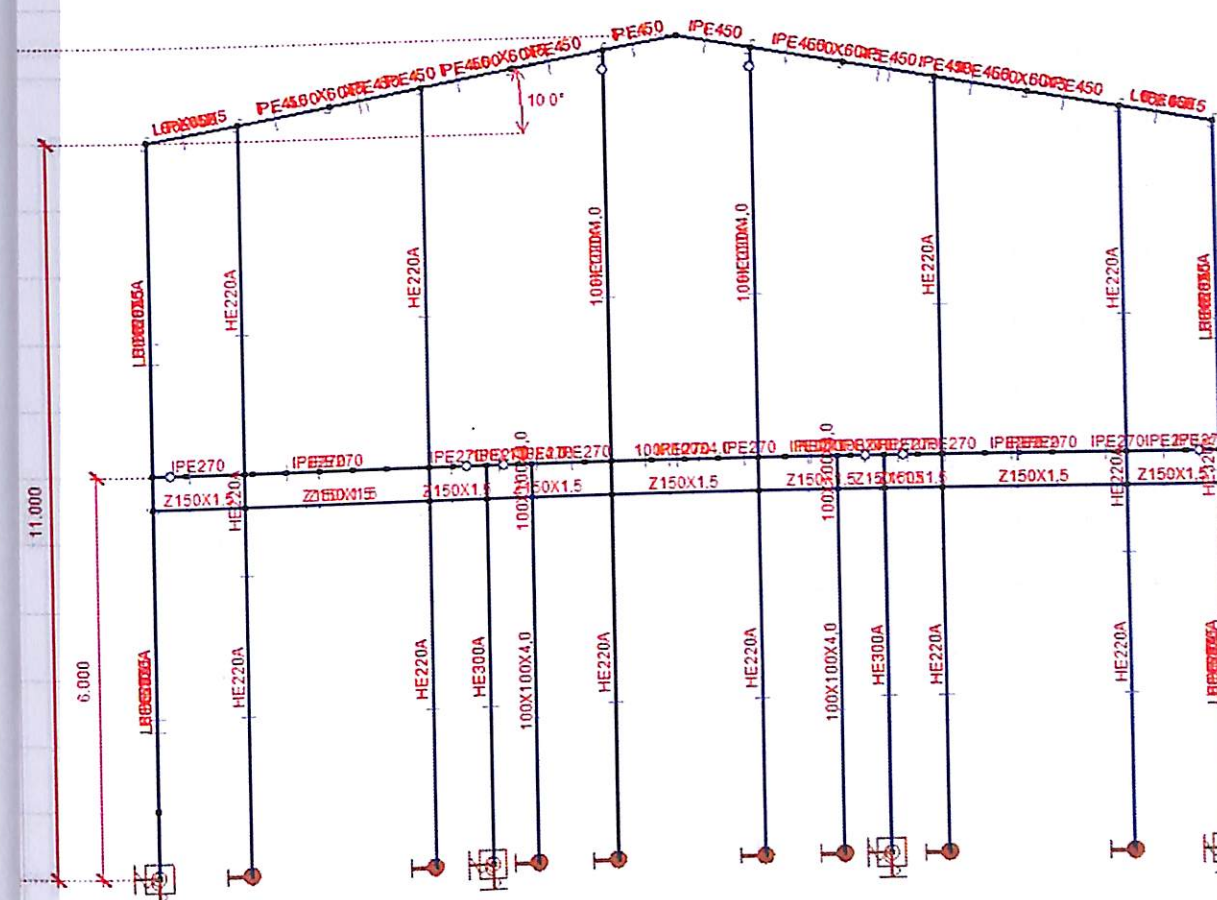
Oldalnézet



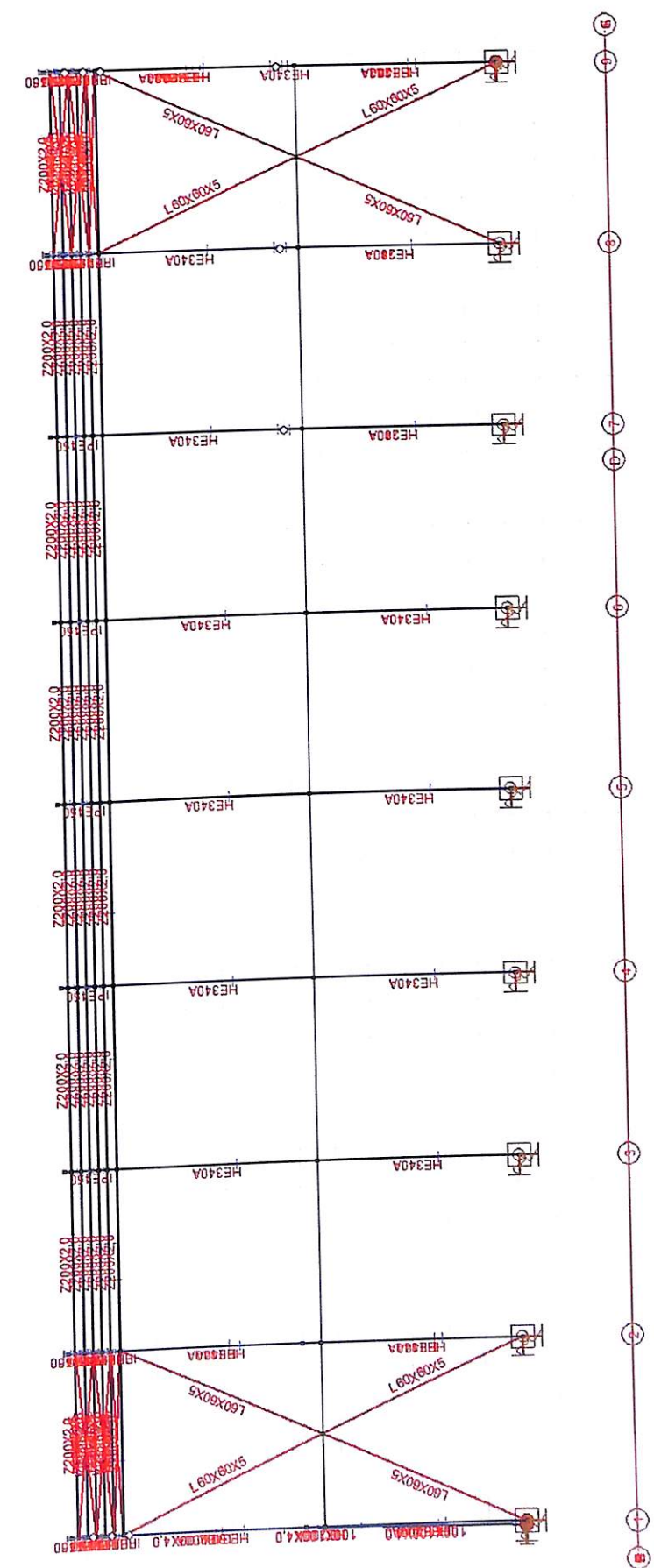
Felülnézet



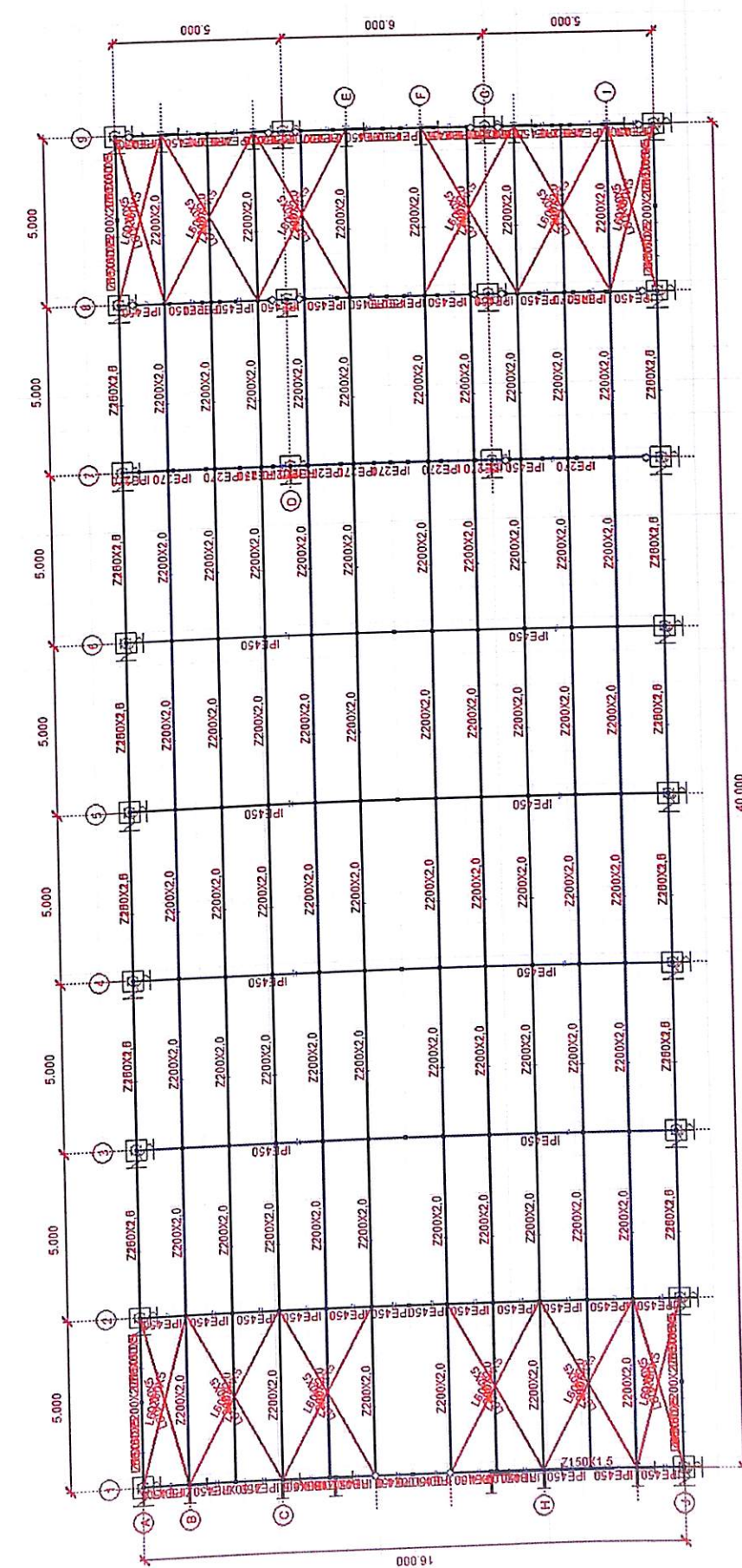
Előlnézet szelvénynévvel



Oldalnézet szelvénynévvel



Felülnézet szelvénynévvel



4.2 Terhek:

Tetherpanel jelmagyarázat:

Panel2= terherpanel a tetőn

Panel3= terherpanel a tetőn

Panel1= terherpanel az oldalfalon

Panel4= terherpanel az oldalfalon

Panel5= terherpanel az oldalfalon

Panel6= terherpanel az iroda szinten

Panel7= terherpanel az oldalfalon

4.2.1 Önsúly terhek:

Tetőpanel súlya: $G_{tetőpanel} := 0.3 \frac{kN}{m^2}$

Falpanel súlya: $G_{falpanel} := 0.3 \frac{kN}{m^2}$

Iroda szintű rétegrend súlya: $G_{IPE180} := 0.2 \frac{kN}{m}$

$$G_{LTP35} := 0.065 \frac{kN}{m^2}$$

$$G_{vb} := 1.75 \frac{kN}{m^2}$$

$$G_{RIGIDUR} := 0.25 \frac{kN}{m^2}$$

$$G_{rag} := 0.65 \frac{kN}{m^2}$$

$$G_{linóleum} := 0.06 \frac{kN}{m^2}$$

$$G_{iroda} := G_{LTP35} + G_{vb} + G_{RIGIDUR} + G_{rag} + G_{linóleum} = 2.53 \frac{kN}{m^2}$$

Önsúly: Felületi teher tartományon

Elem	Index	Irány	Típus	Komp.	Érték [kN/m ²]
Panel	2	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-0.30
Panel	3	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-0.30
Panel	1	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-0.30
Panel	4	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-0.30
Panel	5	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-0.30
Panel	6	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-2.60
Panel	7	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-0.30

A rudak önsúlyterheit a szoftver önsúly generáló funkciójával vettem számításba.

Támaszmozgás:

Támaszmozgás: Támaszmozgás

	e(x) [mm]	e(y) [mm]	e(z) [mm]	$\varphi(x)$ [rad]	$\varphi(y)$ [rad]	$\varphi(z)$ [rad]
10 [10]	0	0	20.000	0	0	0
11 [11]	0	0	20.000	0	0	0
12 [12]	0	0	20.000	0	0	0
13 [13]	0	0	20.000	0	0	0
14 [14]	0	0	20.000	0	0	0
15 [15]	0	0	20.000	0	0	0
16 [16]	0	0	20.000	0	0	0
17 [17]	0	0	20.000	0	0	0

4.2.2 Esetleges terhek:

Funkció teher: (iroda)

$$q_{iroda} := 5 \frac{kN}{m^2}$$

Iroda: Felületi teher tartományon

Elem	Index	Irány	Típus	Komp.	Érték [kN/m ²]
Panel	6	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-5.00

Gépészeti teher:

$$q_{gépész} := 0.5 \frac{kN}{m^2}$$

Gépészet: Felületi teher tartományon

Elem	Index	Irány	Típus	Komp.	Érték [kN/m ²]
Panel	2	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-0.50
Panel	3	Globális	Konstans	pX =	0
				pY =	0
				pZ =	-0.50

Szélteher:

Szélteher paraméterek

Irány	Beépítettség kategória	z_0 [m]	z_{min} [m]	I_v [kN/m ²]	V_m [m/s]	q_p [kN/m ²]	ϕ [°]
+	III	0.300	5.000	0.269	18.9	0.64	90
-	III	0.300	5.000	0.269	18.9	0.64	90
+	III	0.300	5.000	0.269	18.9	0.64	0
-	III	0.300	5.000	0.269	18.9	0.64	0
$v_0 = 23.6$ m/s							
$s_{season} = 1.000$							
$s_o = 1.000$							

Hóteher:

Hóteher

Hóteher paraméterek

Tengerszint feletti magasság

A [m] = 89.0

Szélhatás tényező

Szokásos

$C_e = 1.000$

Hőmérsékleti tényező

$C_t = 1.000$

Rendkívüli hóteher tényezője

$C_{esi} = 2.000$

Felületi hóteher karakterisztikus értéke

s_k [kN/m²] = 1.25

Rendkívüli felületi hóteher tervezési értéke

s_{Ad} [kN/m²] = 2.50

Csatlakozó fal magassága

h_w [m] = 0

A csatlakozó fal fölötti tető hajlásszöge

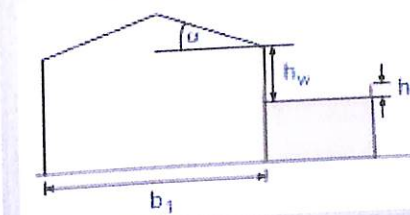
α [°] = 0

A magasabb épület szélessége

b_1 [m] = 0

Attika magassága

h_p [m] = 0



4.2.3 Földrengési teher:

Ildrengés paraméterek

	Paraméterek
	Elmozdulási viselkedési tényező: $q_d = 1.5$
Spektrum (vízszintes)	Paraméteres alak
	Az épület fontossági tényezője: $\gamma_i = 1$
	Talajtípus: C Type 2
	Tervezési talajgyorsulás: $a_g = 0.980 \text{ m/s}^2$
	Viselkedési tényező: $q = 1.5$
	Talajparaméter: $S = 1.5$
	Az állandó spektrál-gyorsulási szakasz kezdete: $T_B = 0.100 \text{ s}$
	Az állandó spektrál-gyorsulási szakasz vége: $T_C = 0.250 \text{ s}$
	Az állandó elmozdulás spektráltartományának kezdete: $T_D = 1.200 \text{ s}$
	Spektrum alsó határának szorzója: $\beta = 0.2$
Kombinációs módok	Modális válaszok kombinációja: Automatikus
	Viszkózus csillapítás: $\xi' = 0.05$
	Szeizmikus hatás összetevőinek kombinációja: SRSS

4.3 Tehercsoportok és teherkombinációk:

Tehercsoportok (Eurocode-H)

Csoport	Típus	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Additív
ALL1	állandó	1.350	1.000	0.850					1
IMPERFEKCIÓK	Imperfekció								
ESE1	esetleges				1.500	0.700	0.500	0.300	0
HÓ	Hó				1.500	0.500	0.200	0	
RENDKHÓ	Rendkívüli hó	1.000							
FOLDR	földrengés	1.000	1.000						
SZÉL	Szél				1.500	0.600	0.200	0	

Teherbírási határállapot (ULS):

$$\max \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \Psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Használhatósági határállapot (SLS):

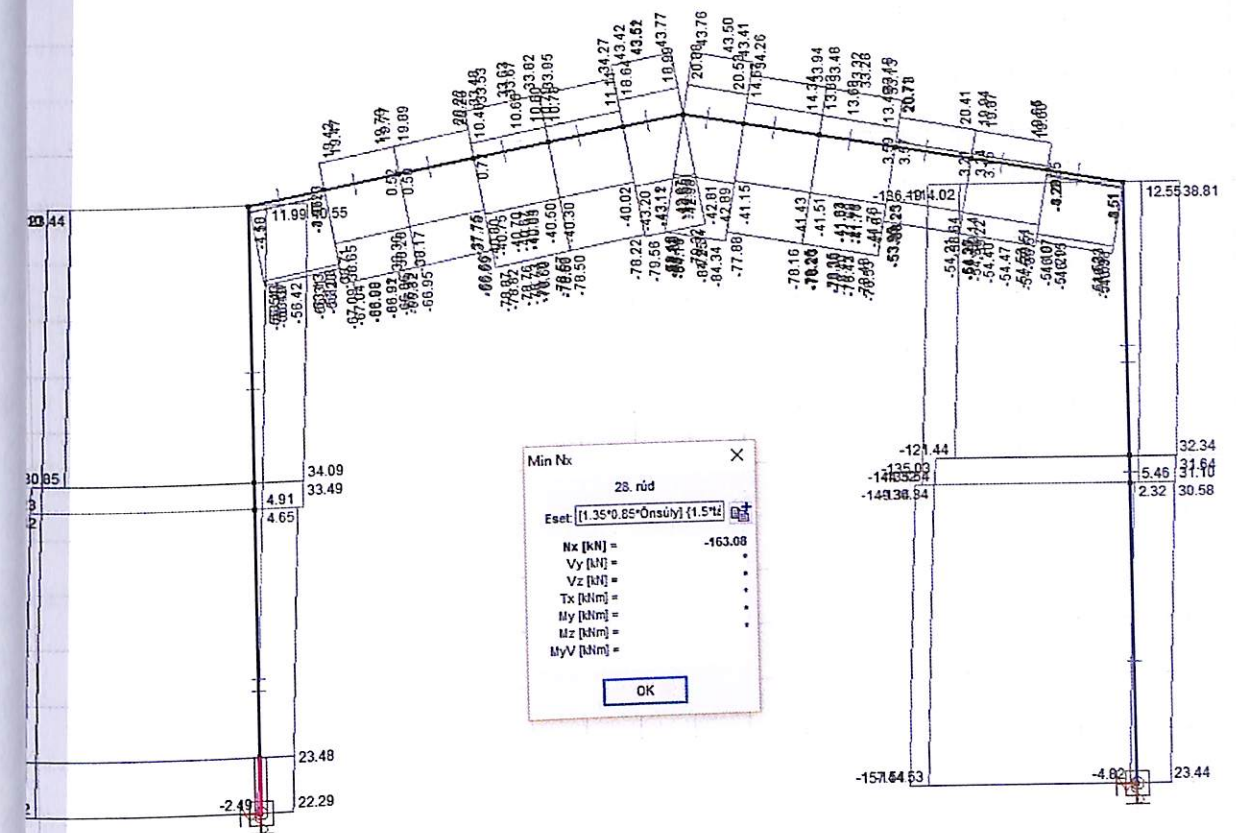
$$\left| \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i} \right|$$

4.4 Igénybevételek:

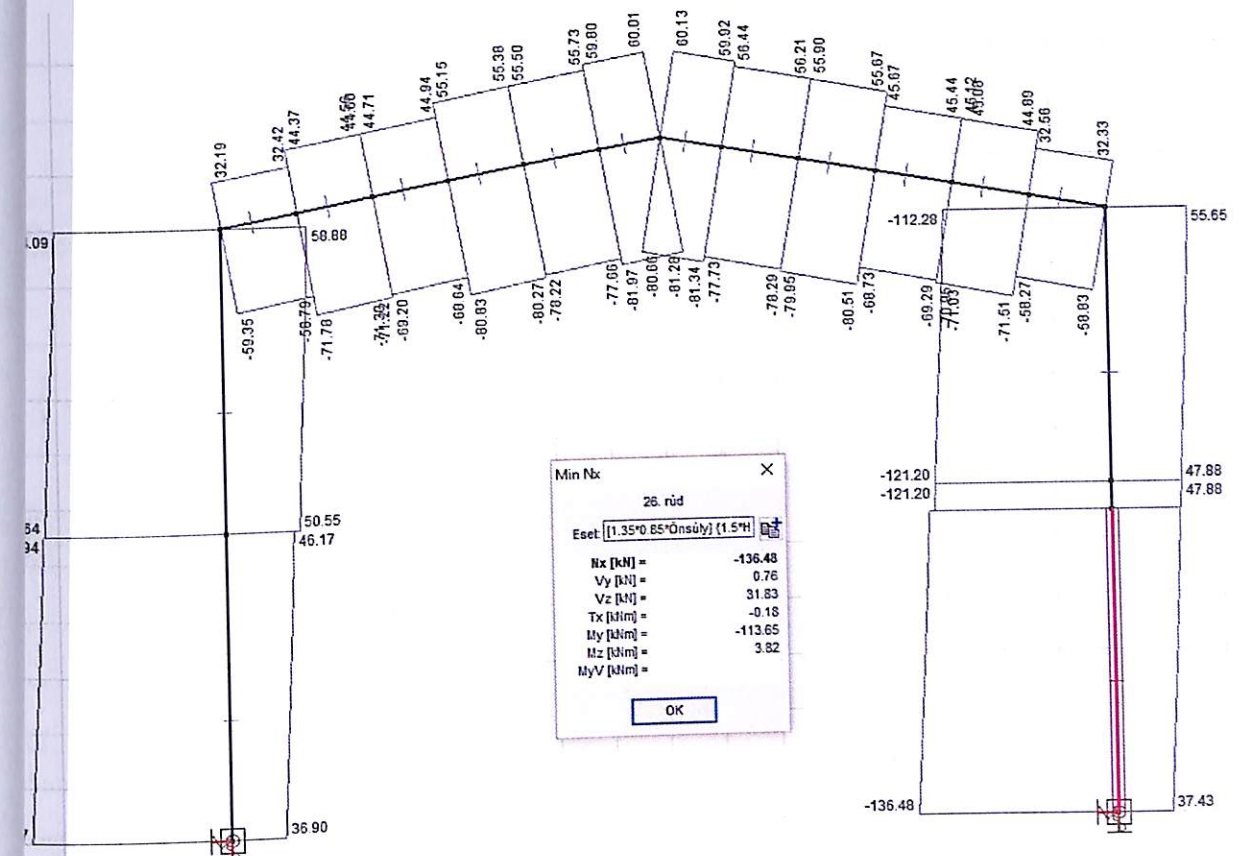
4.4.1 Teherbírási határállapot (ULS):

4.4.1.1 Normálerő:

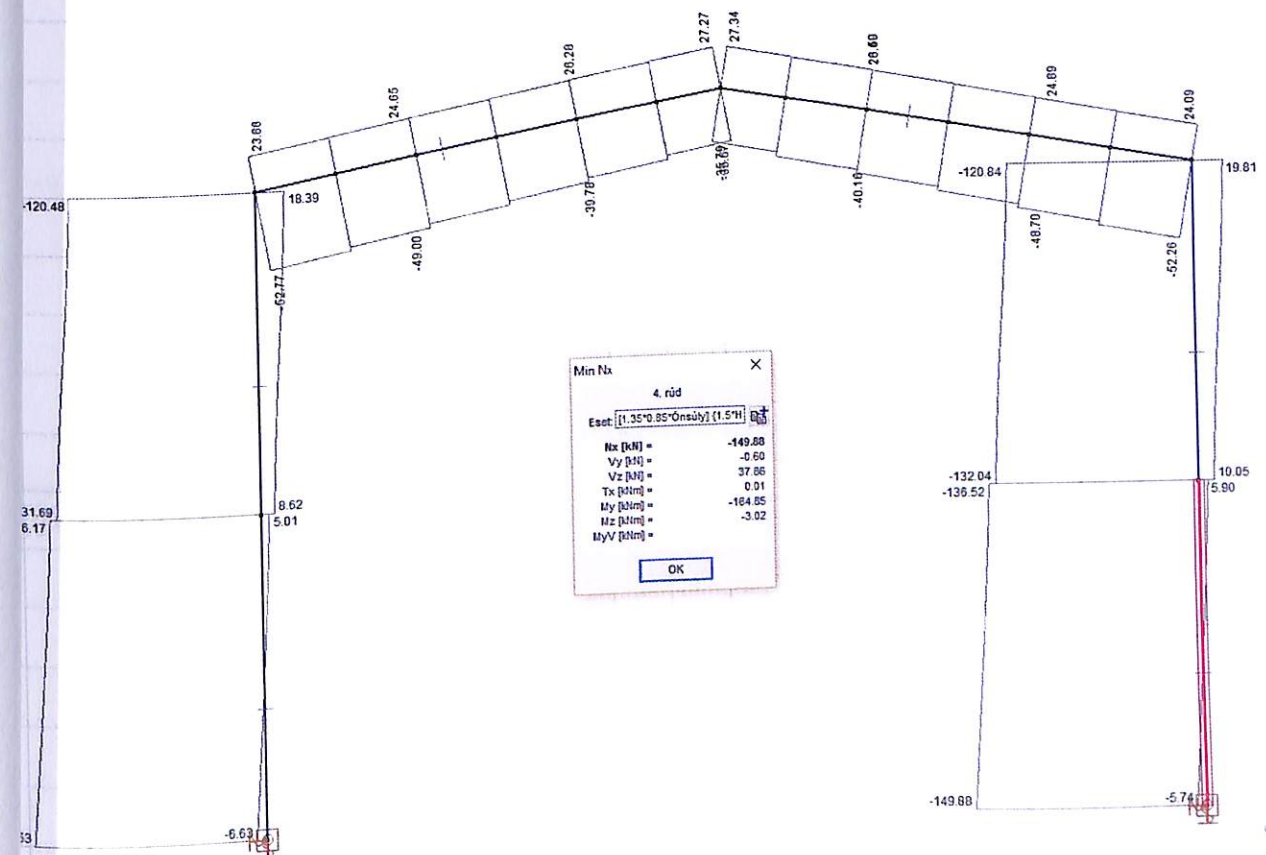
1-es rászteren lévő keretállás:



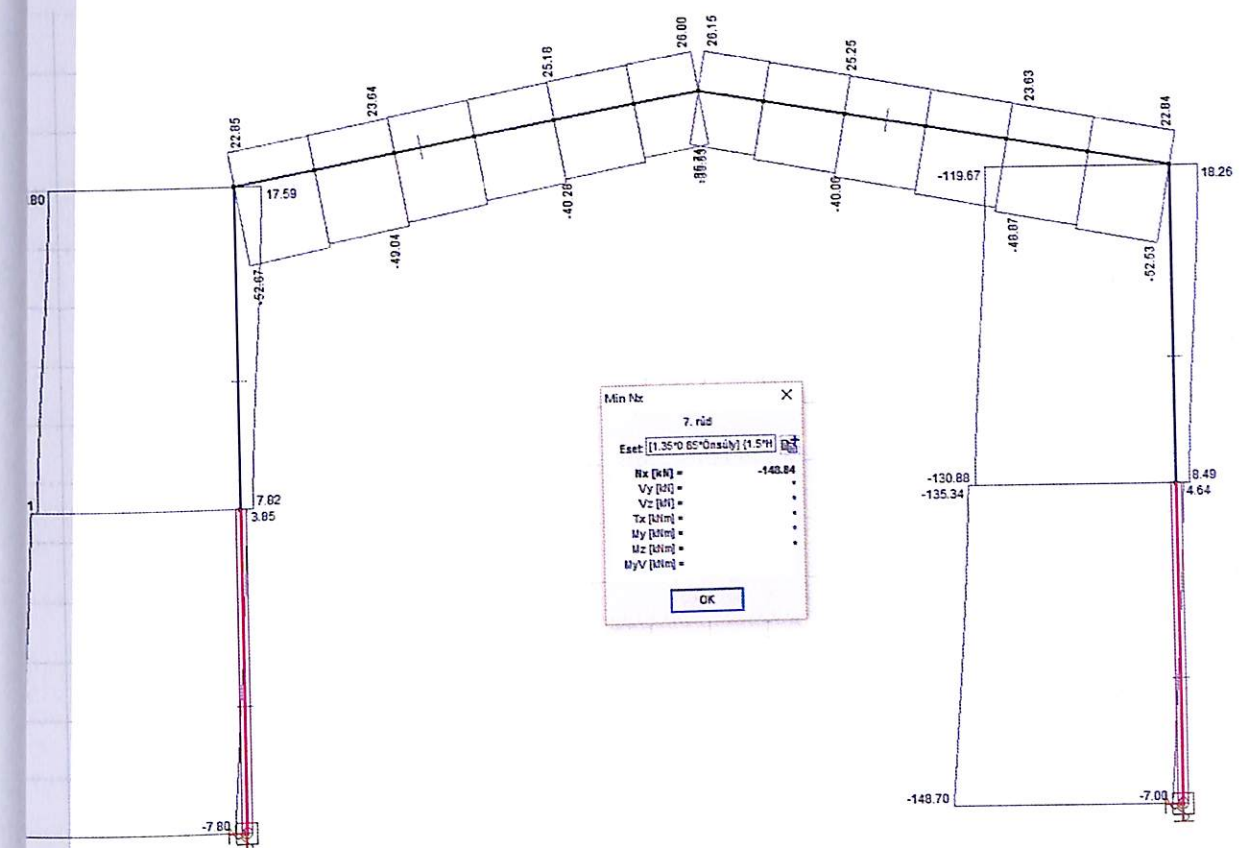
2-es raszteren lévő keretállás:



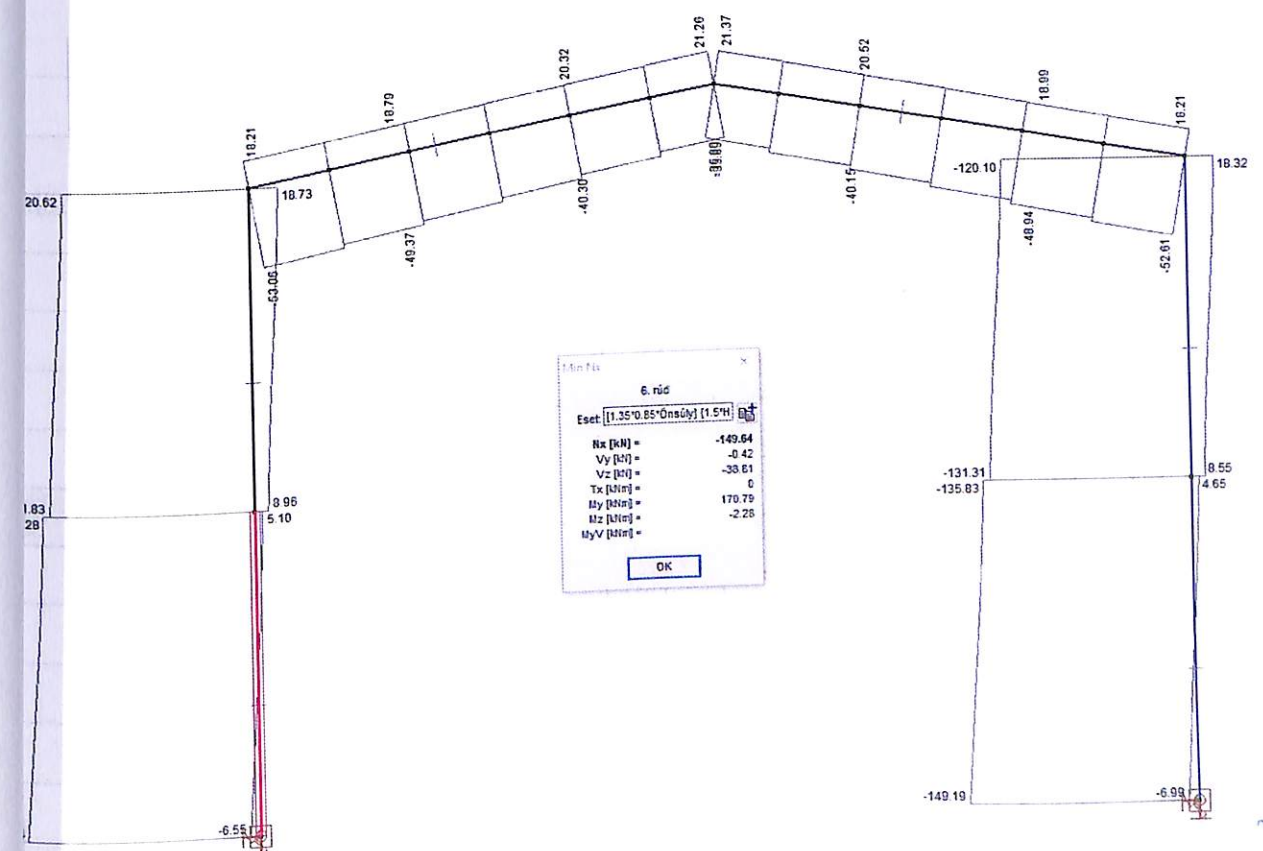
3-as raszteren lévő keretállás:



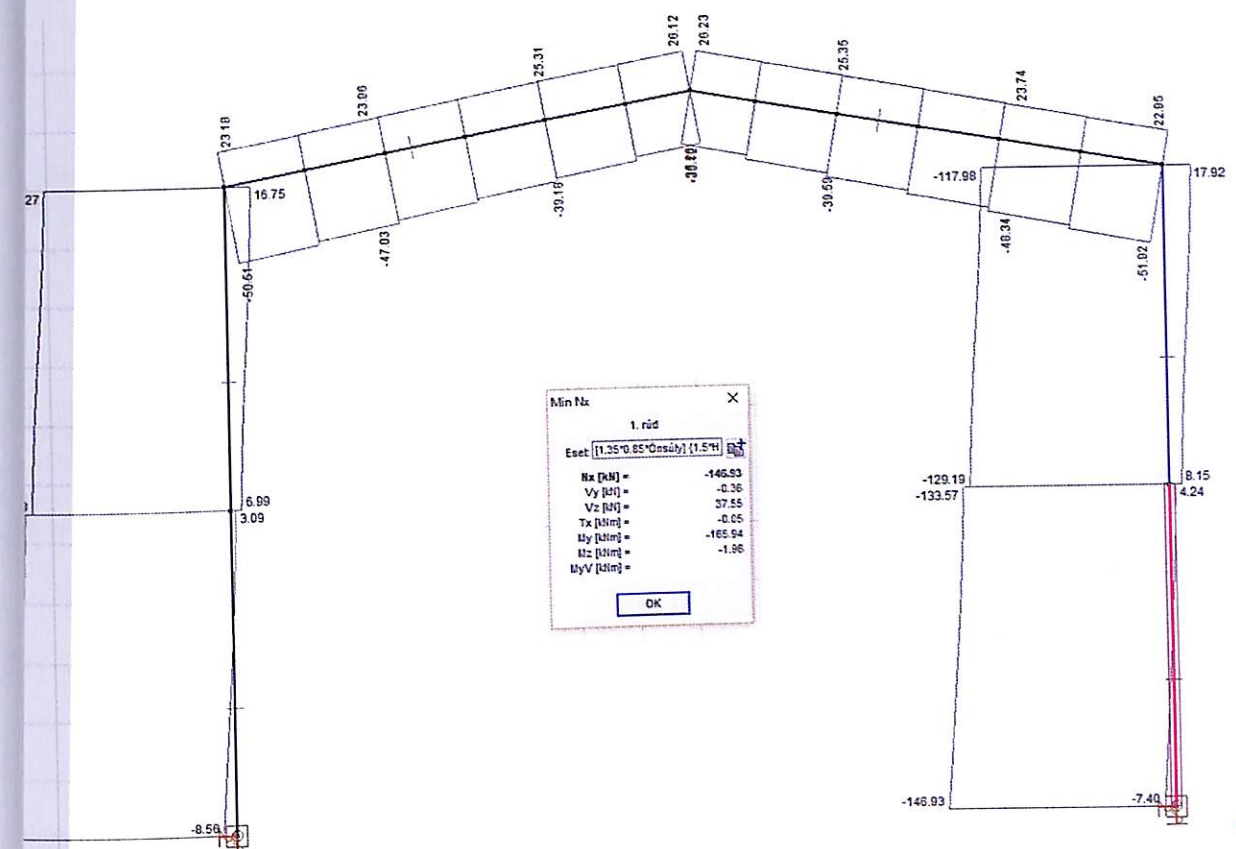
4-es raszteren lévő keretállás:



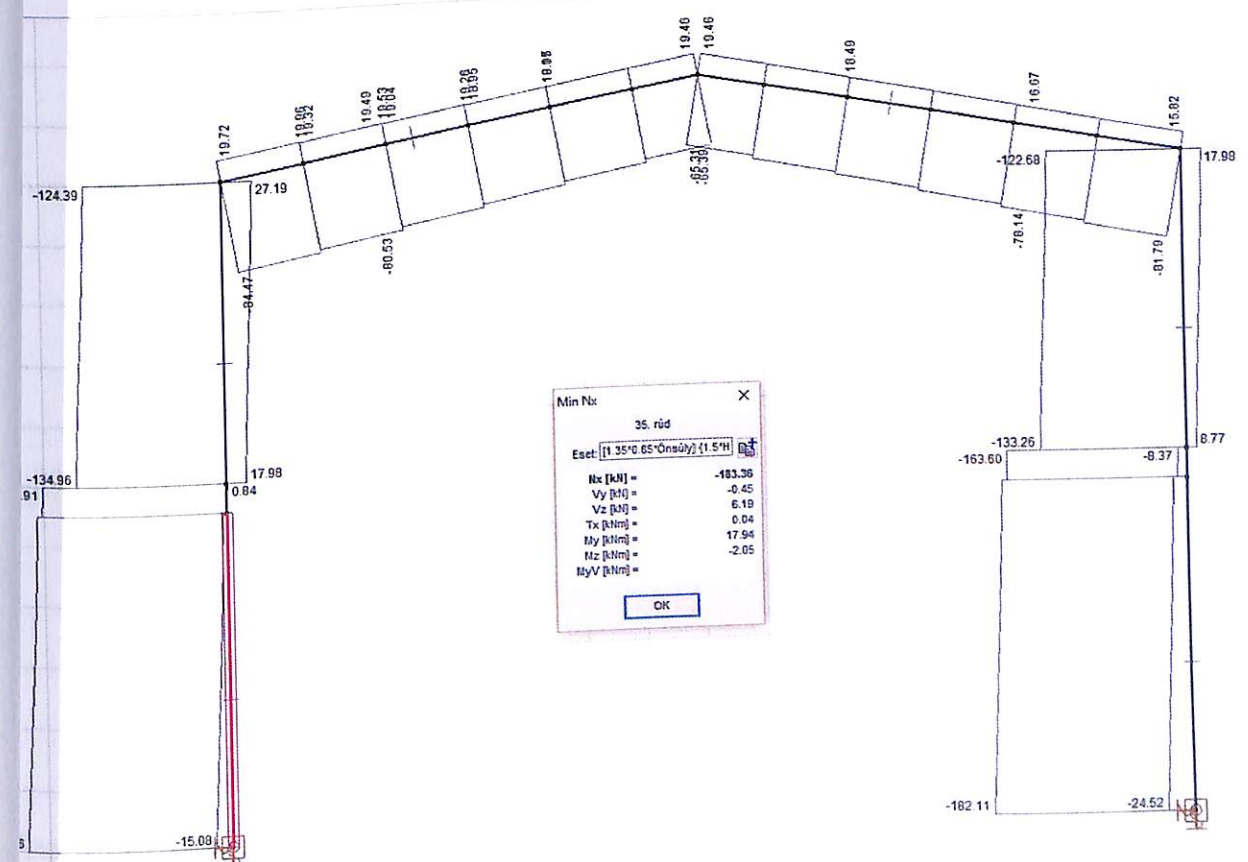
5-ös raszteren lévő keretállás:



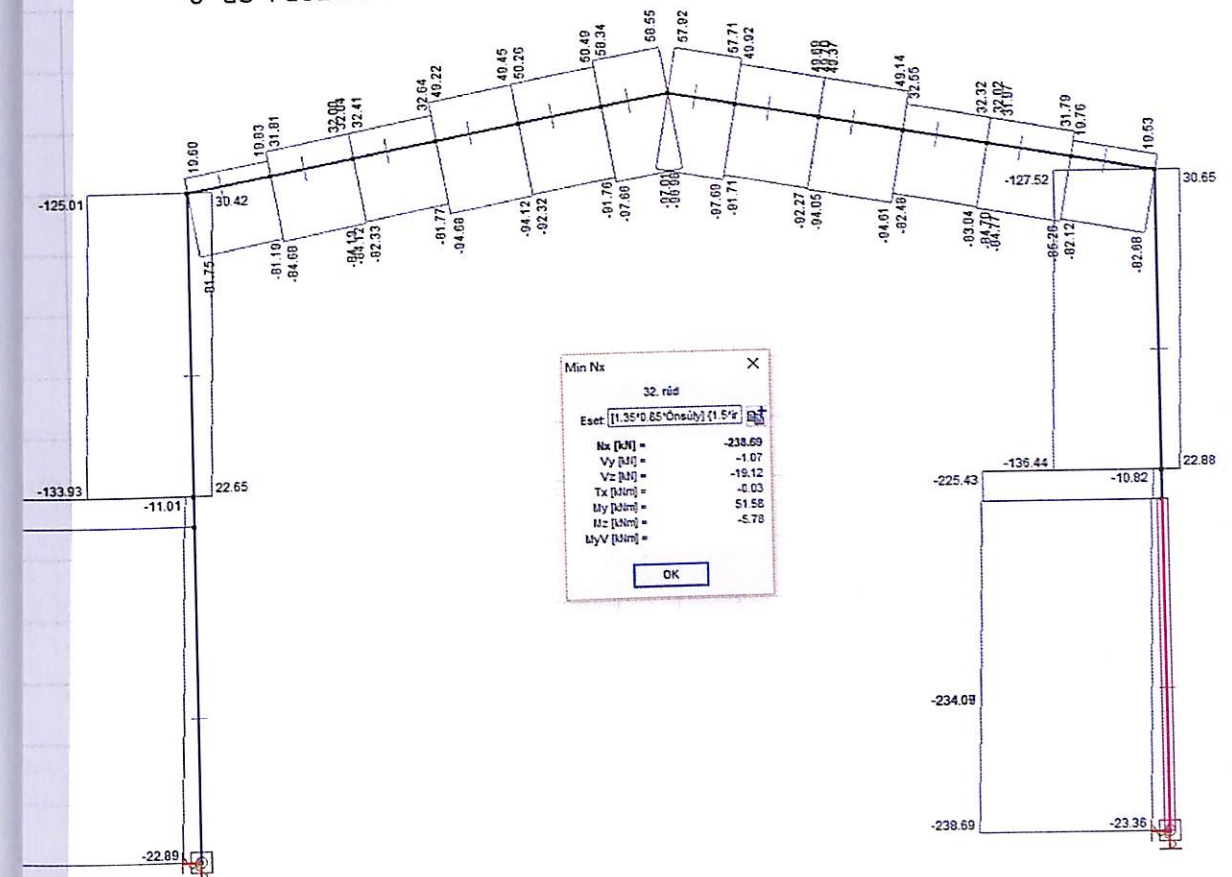
6-os raszteren lévő keretállás:



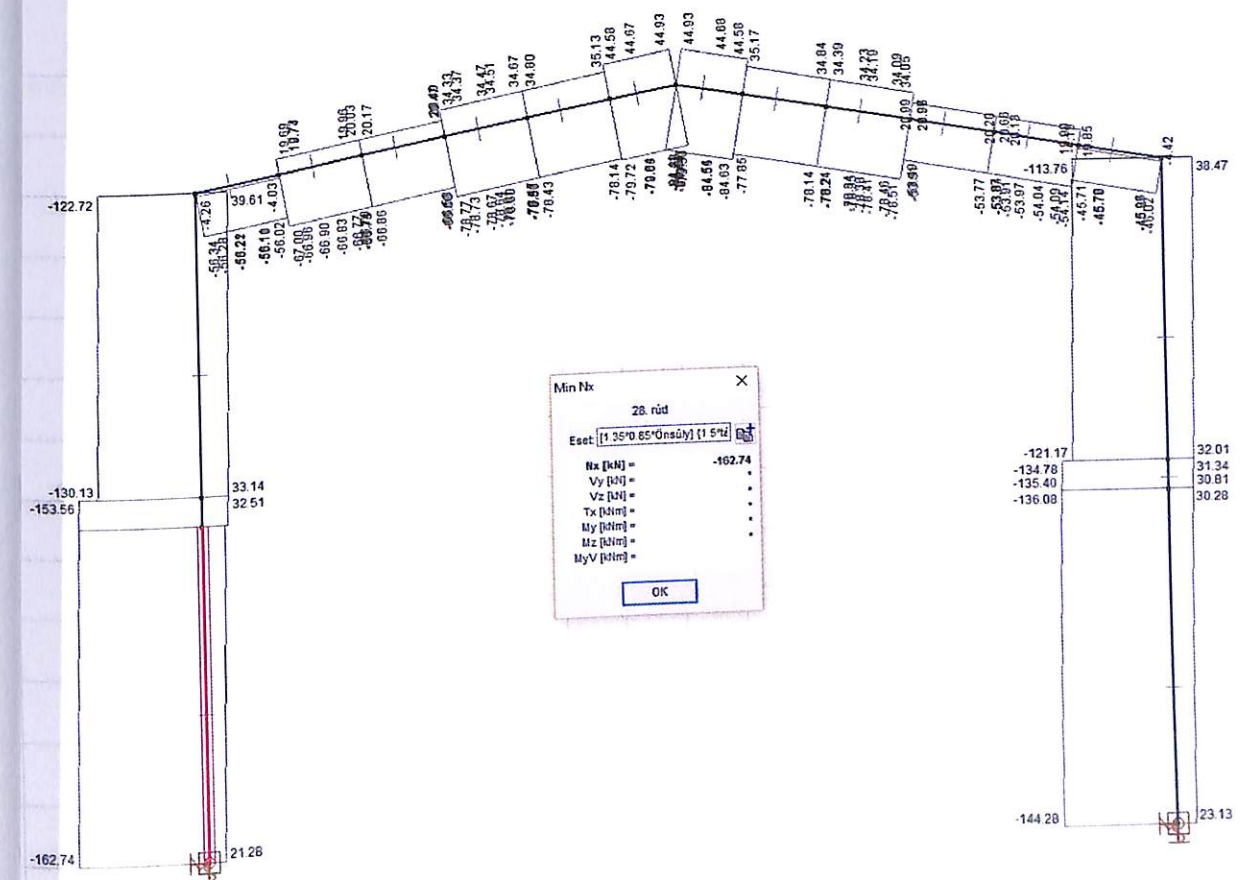
7-es raszteren lévő keretállás:



8-as rászteren lévő keretállás:

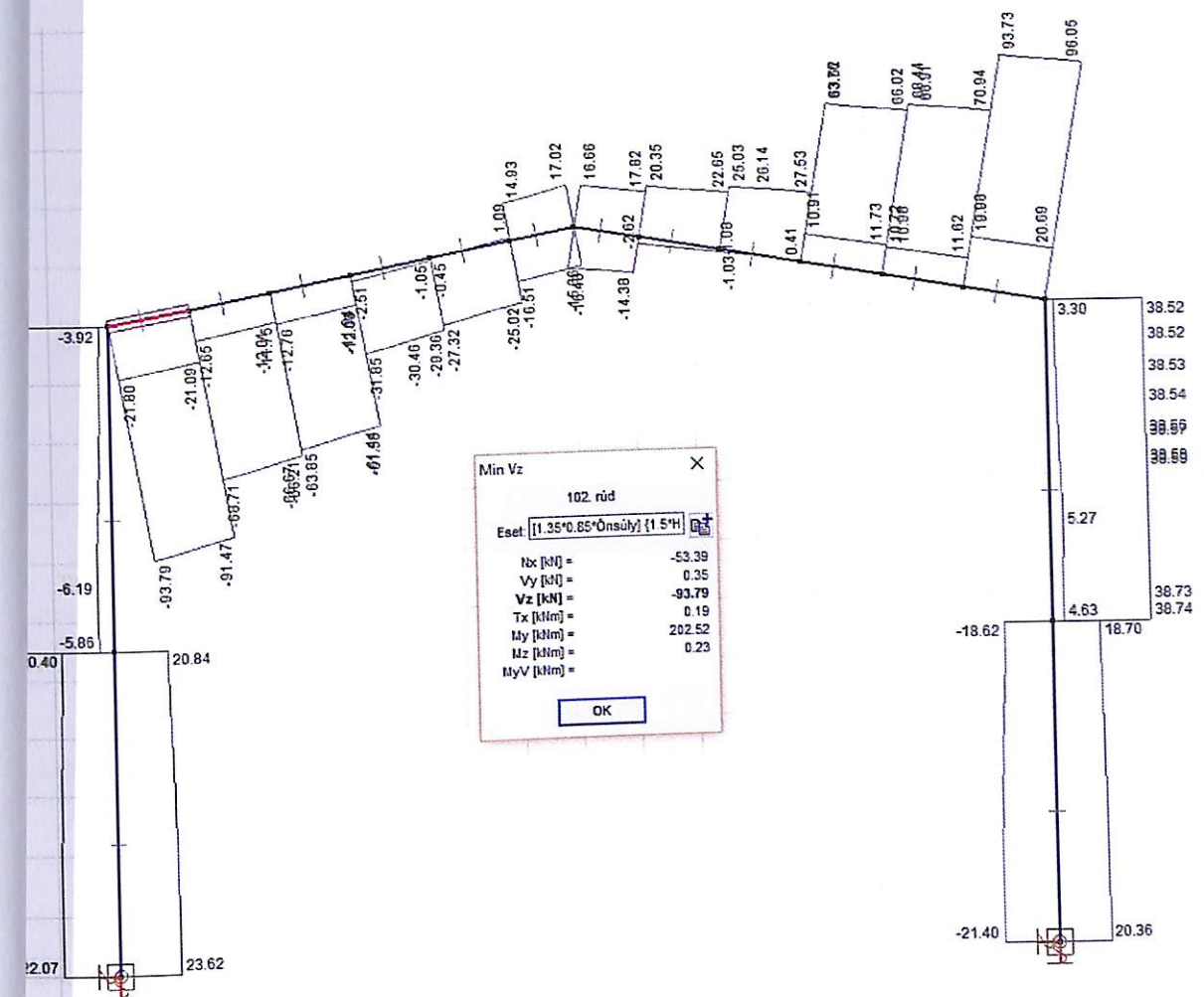


9-es raszteren lévő keretállás:

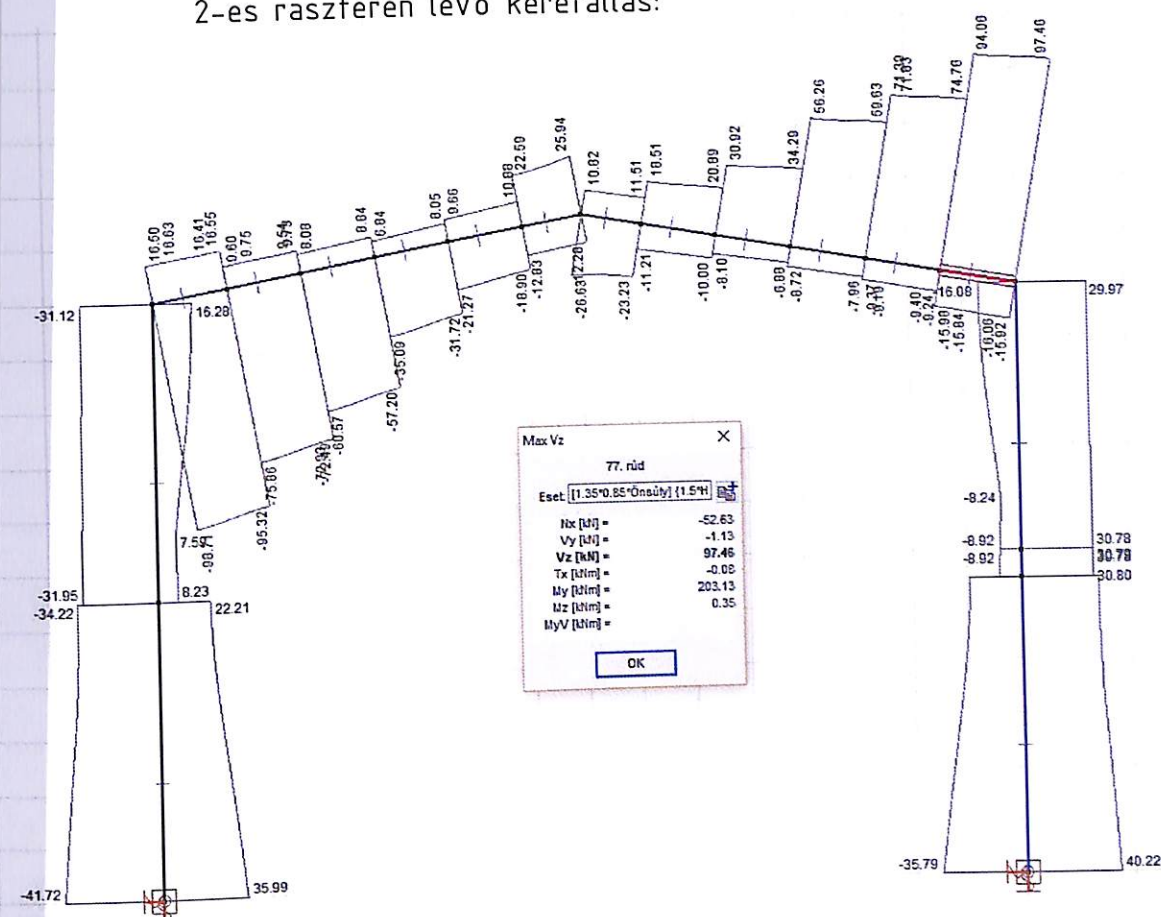


4.4.1.2 Nyíróerő:

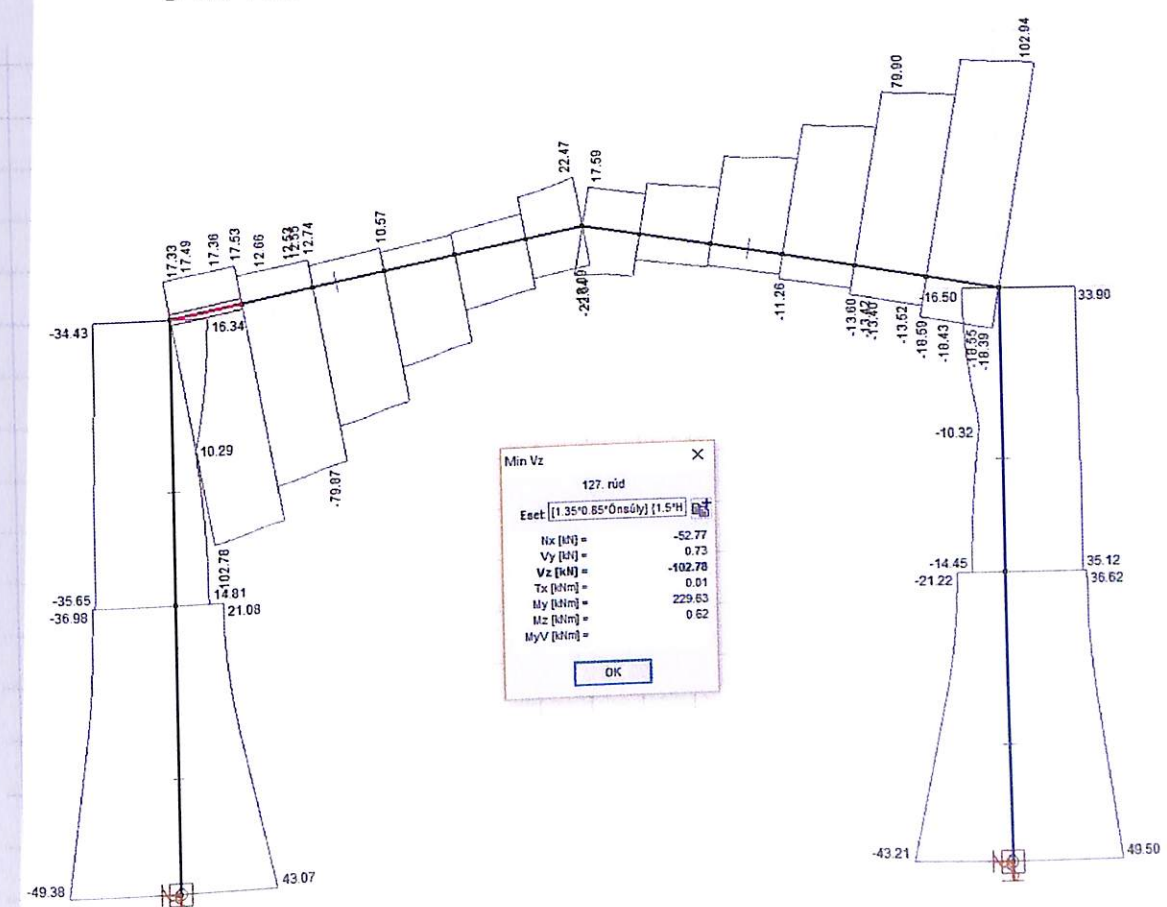
1-es rászteren lévő keretállás:



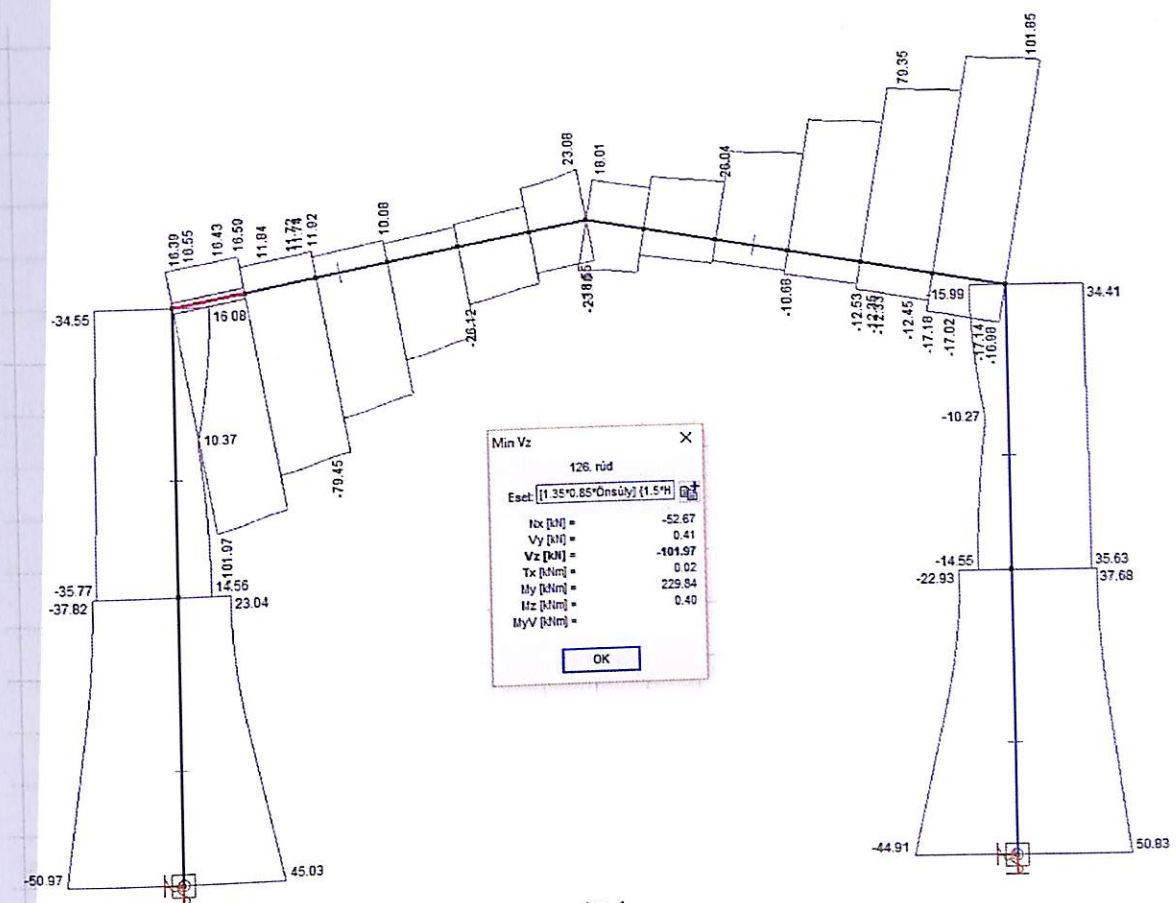
2-es raszteren lévő keretállás:



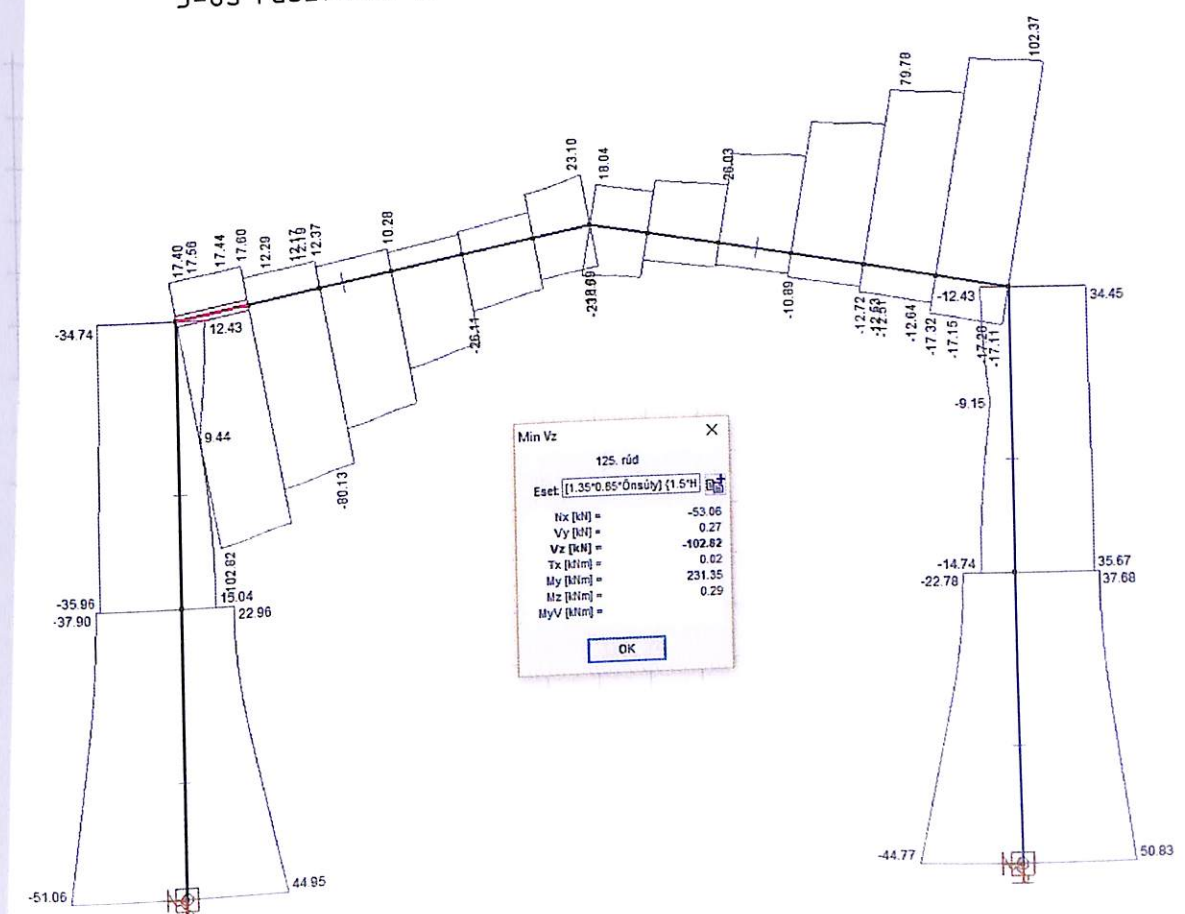
3-as raszteren lévő keretállás:



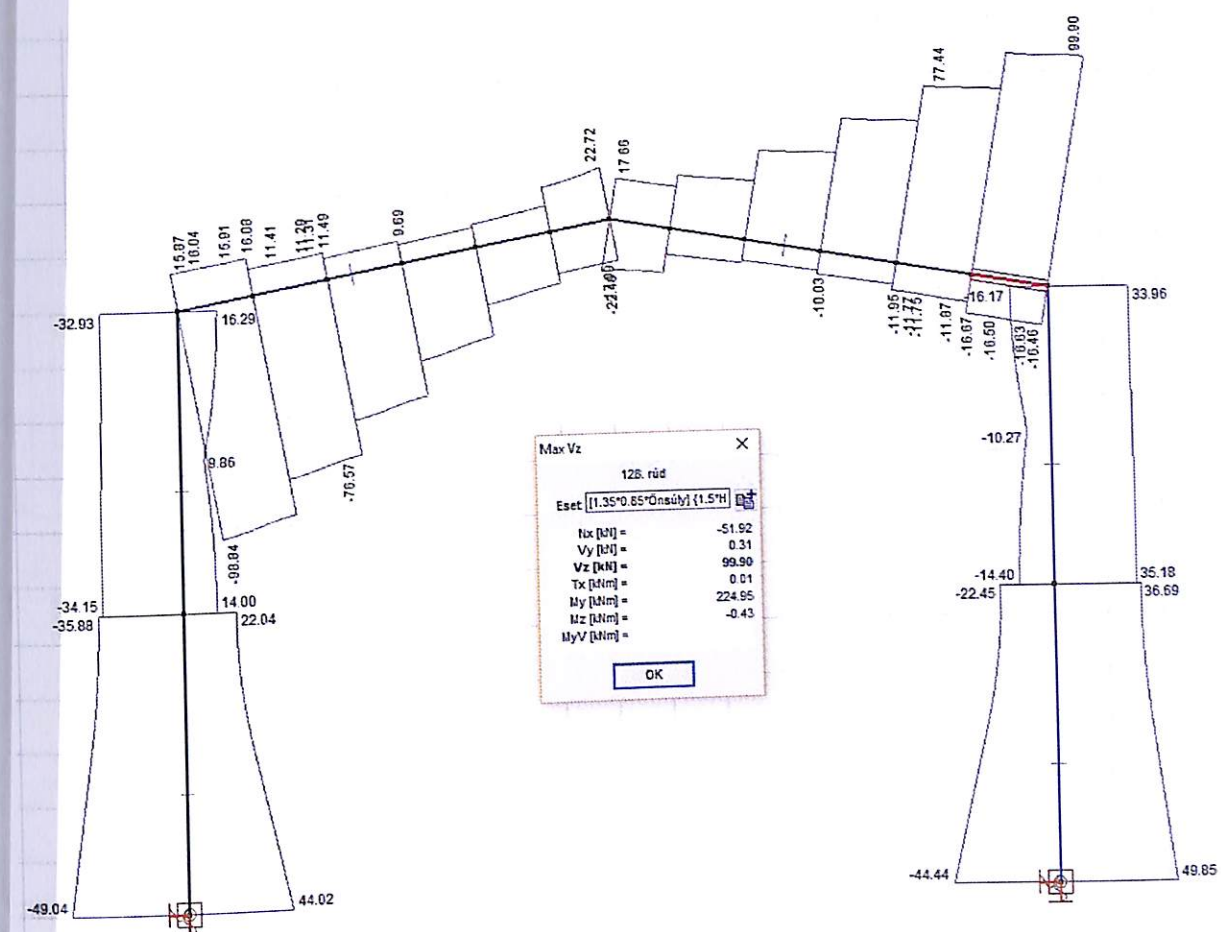
4-es raszteren lévő keretállás:



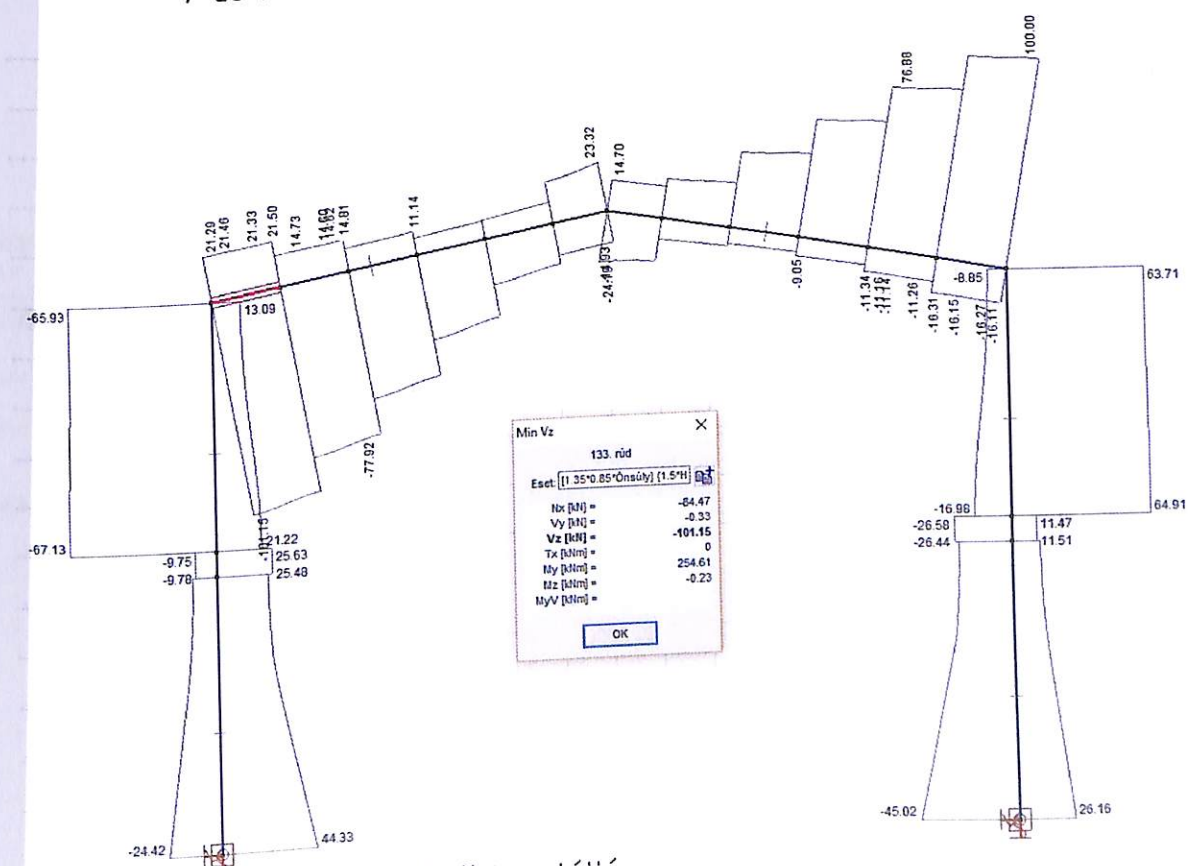
5-ös raszteren lévő keretállás:



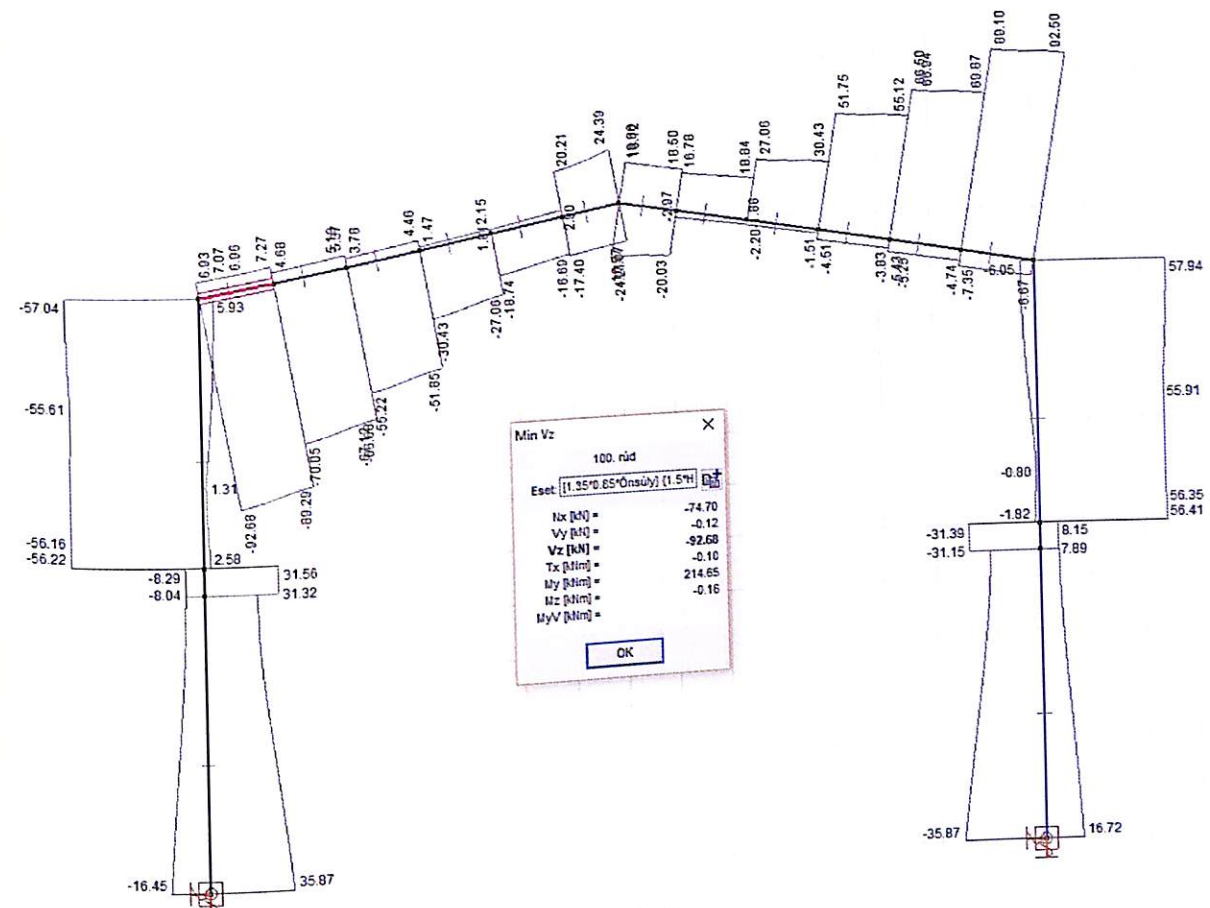
6-os rászteren lévő keretállás:



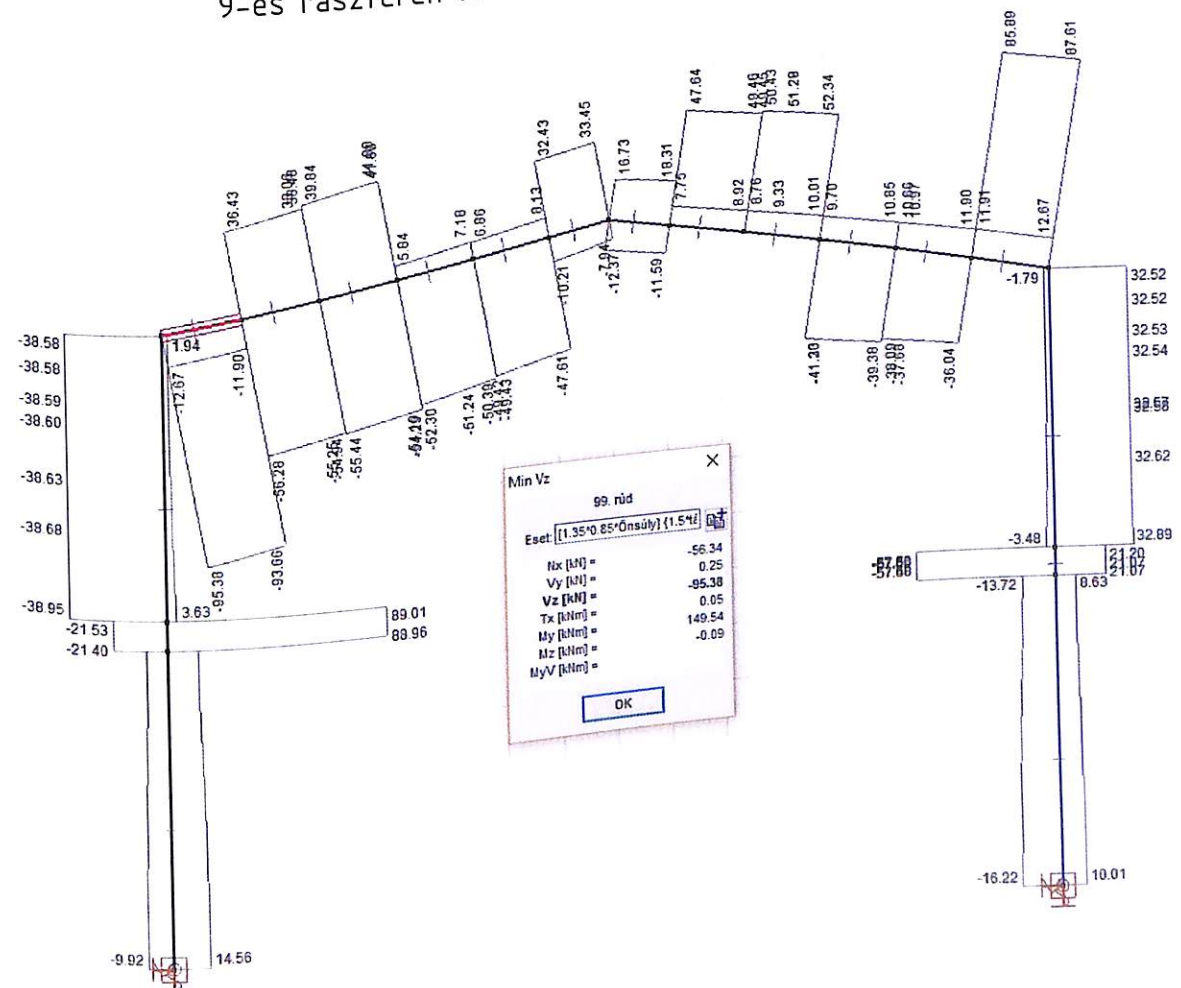
7-es rászteren lévő keretállás:



8-as raszteren lévő keretállás:

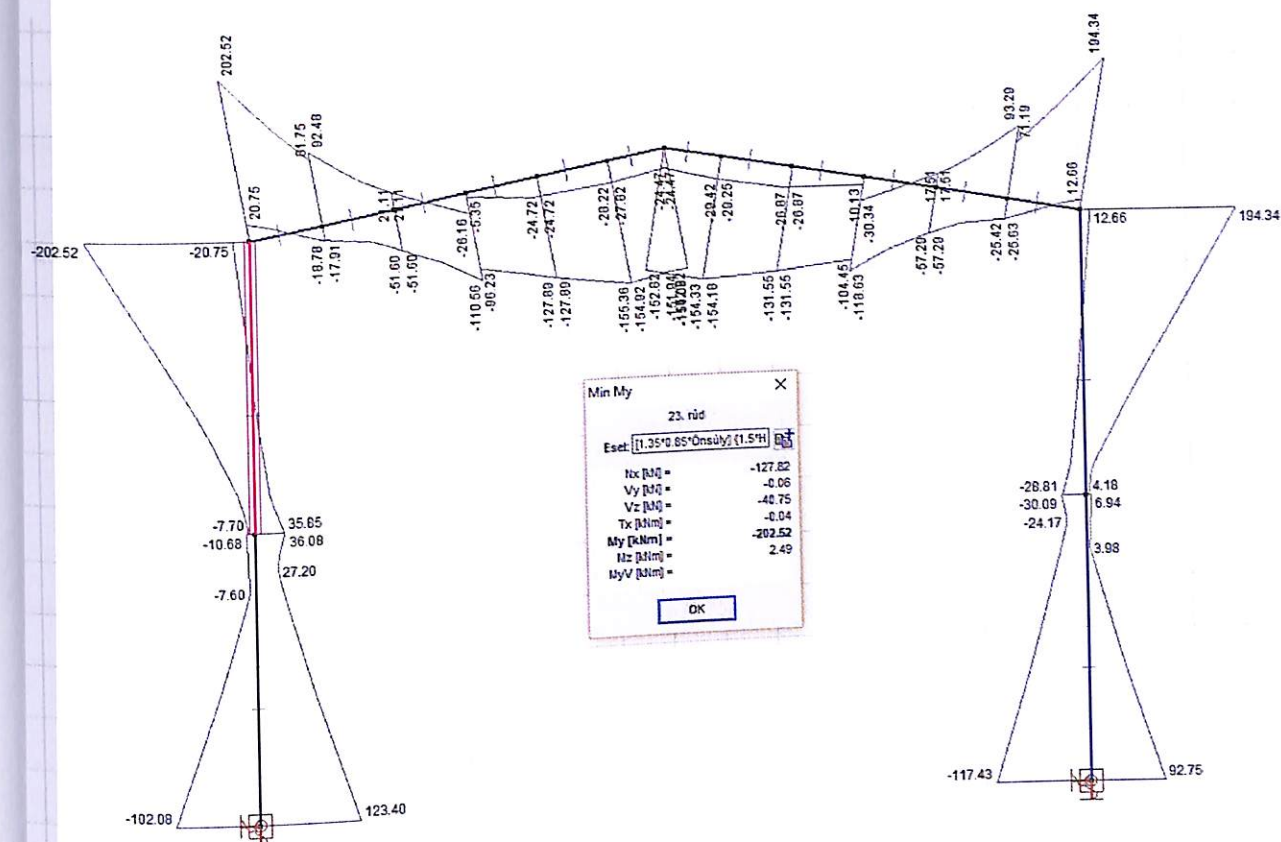


9-es raszteren lévő keretállás:

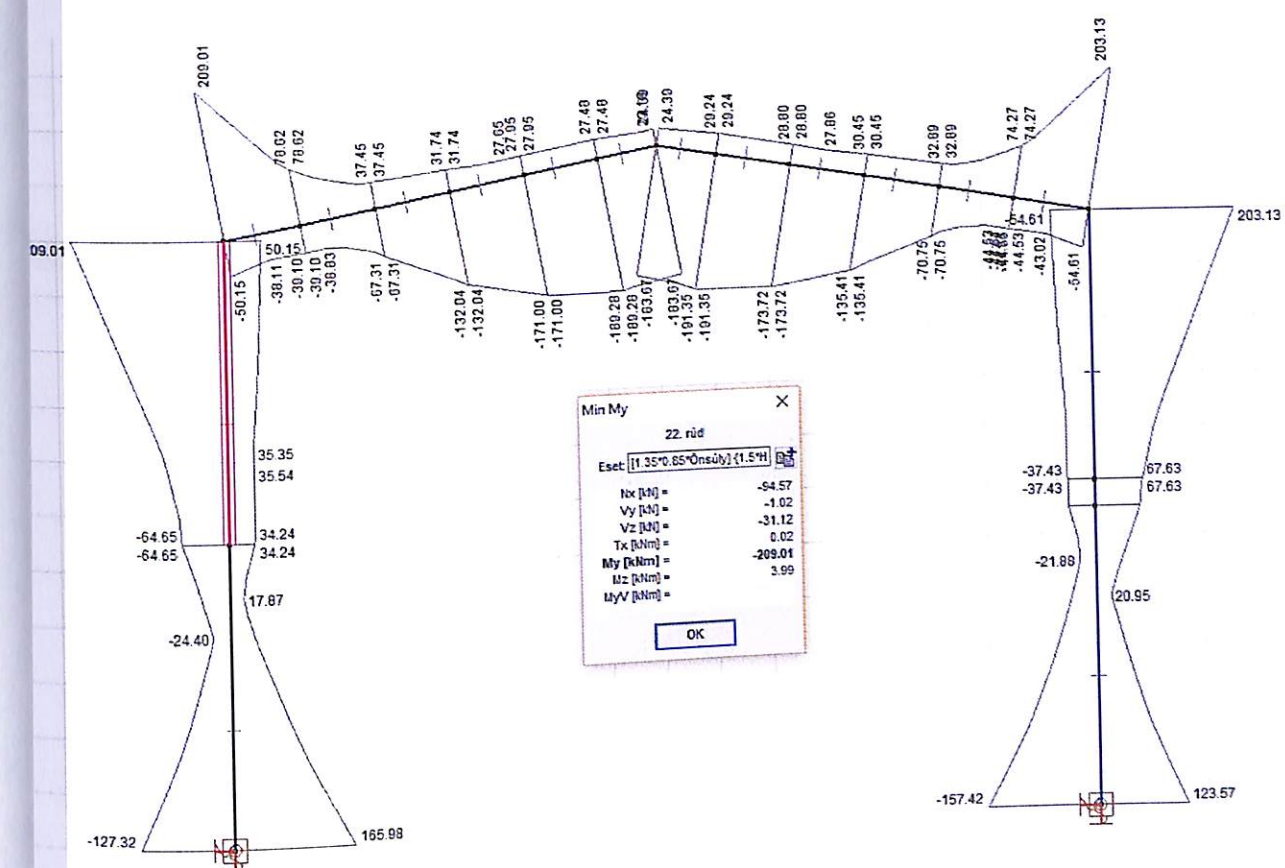


4.4.1.3 Nyomaték:

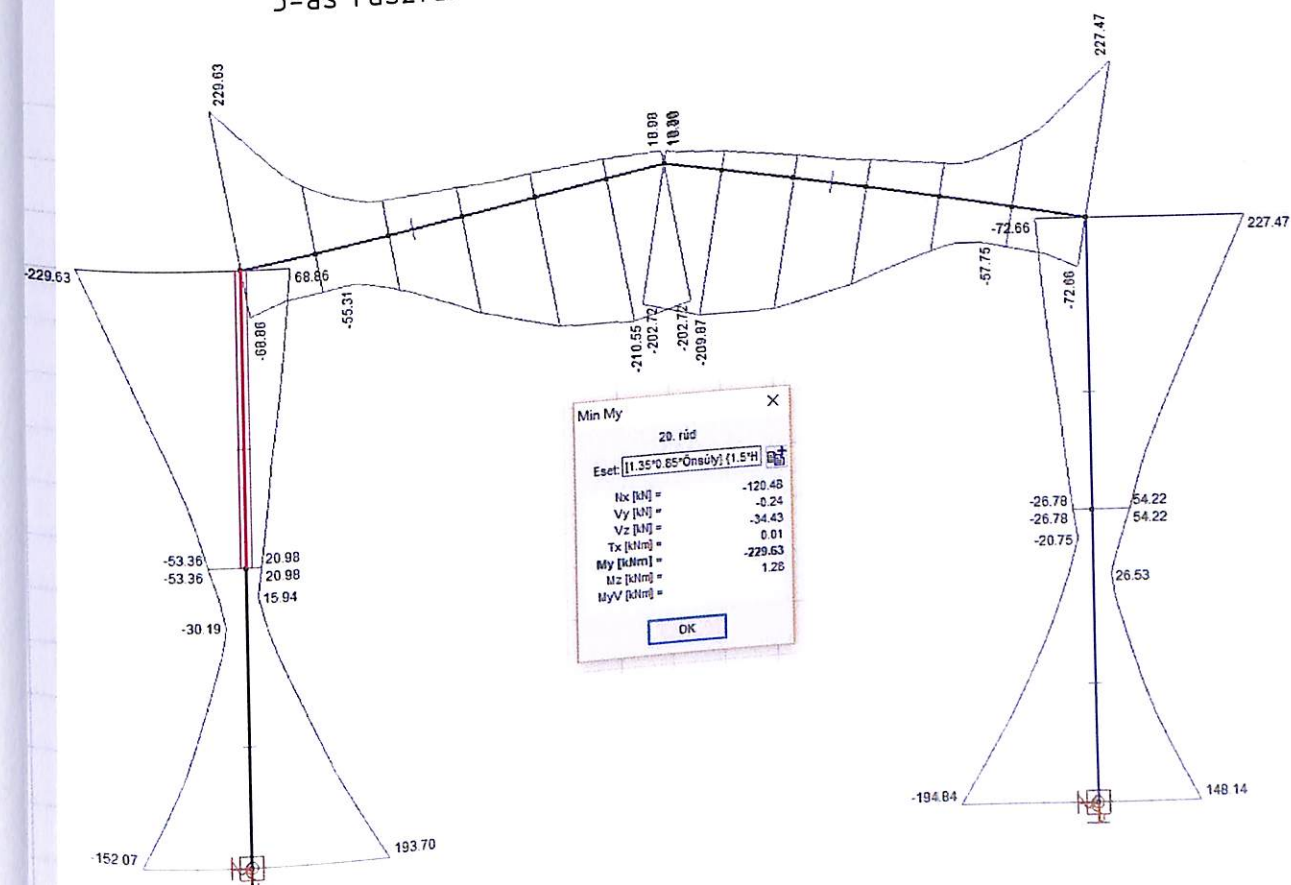
1-es rászteren lévő keretállás:



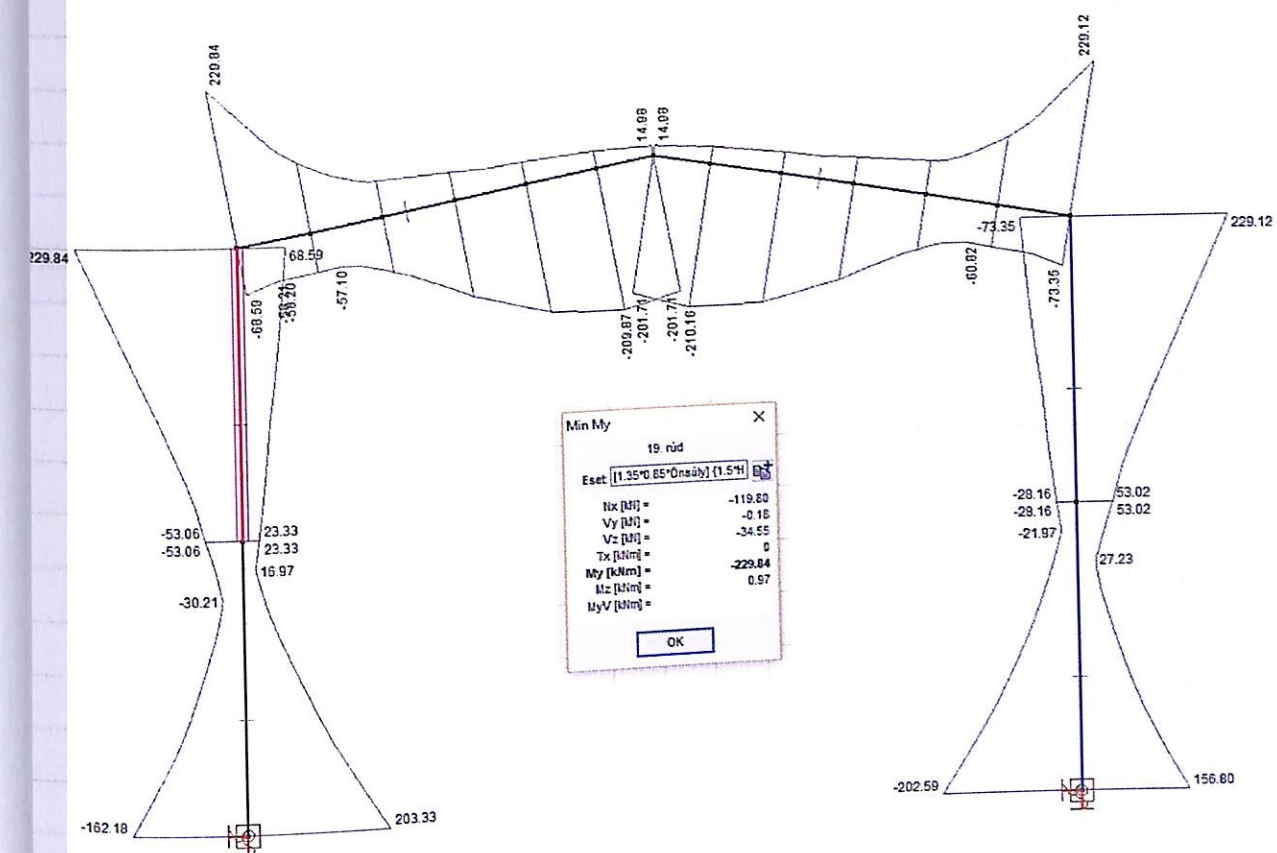
2-es raszteren lévő keretállás:



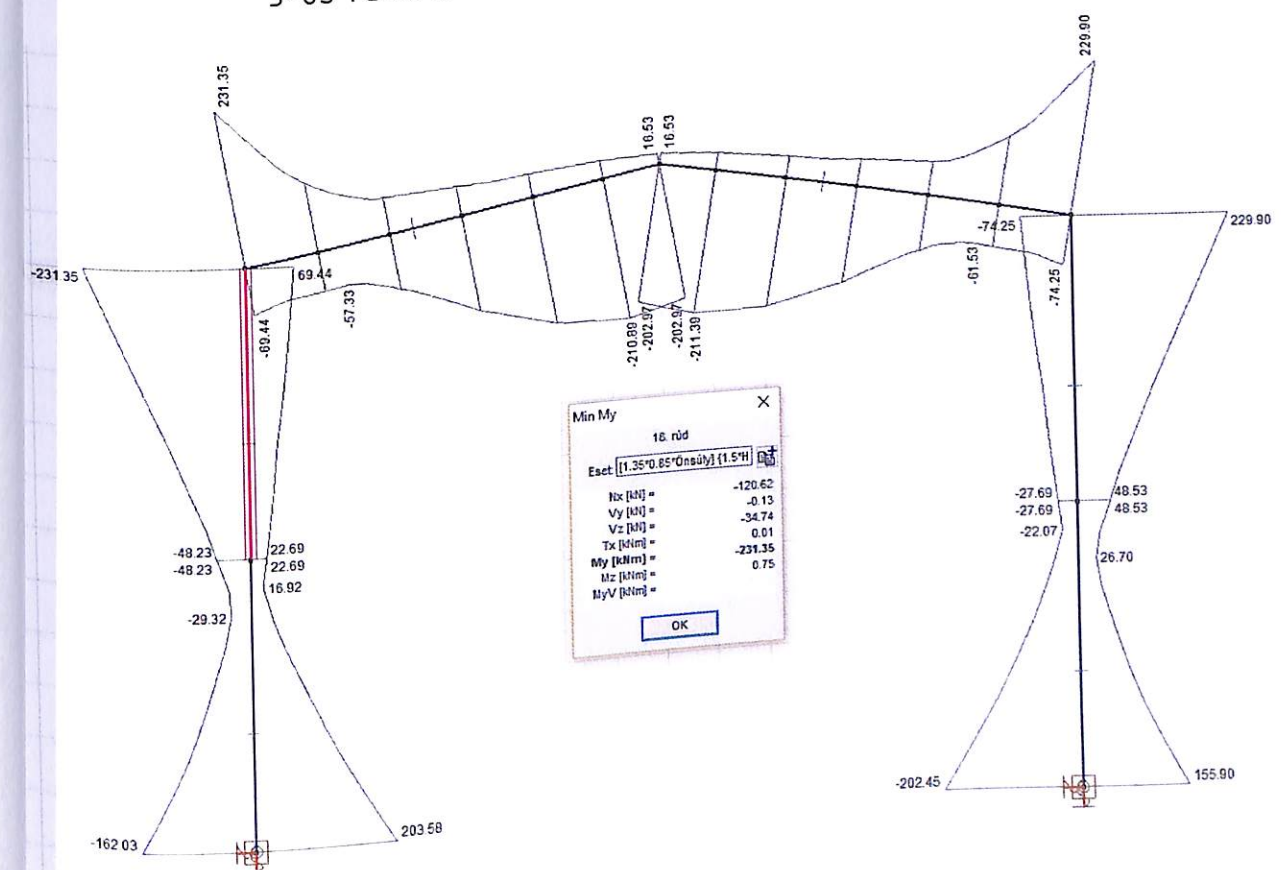
3-as raszteren lévő keretállás:



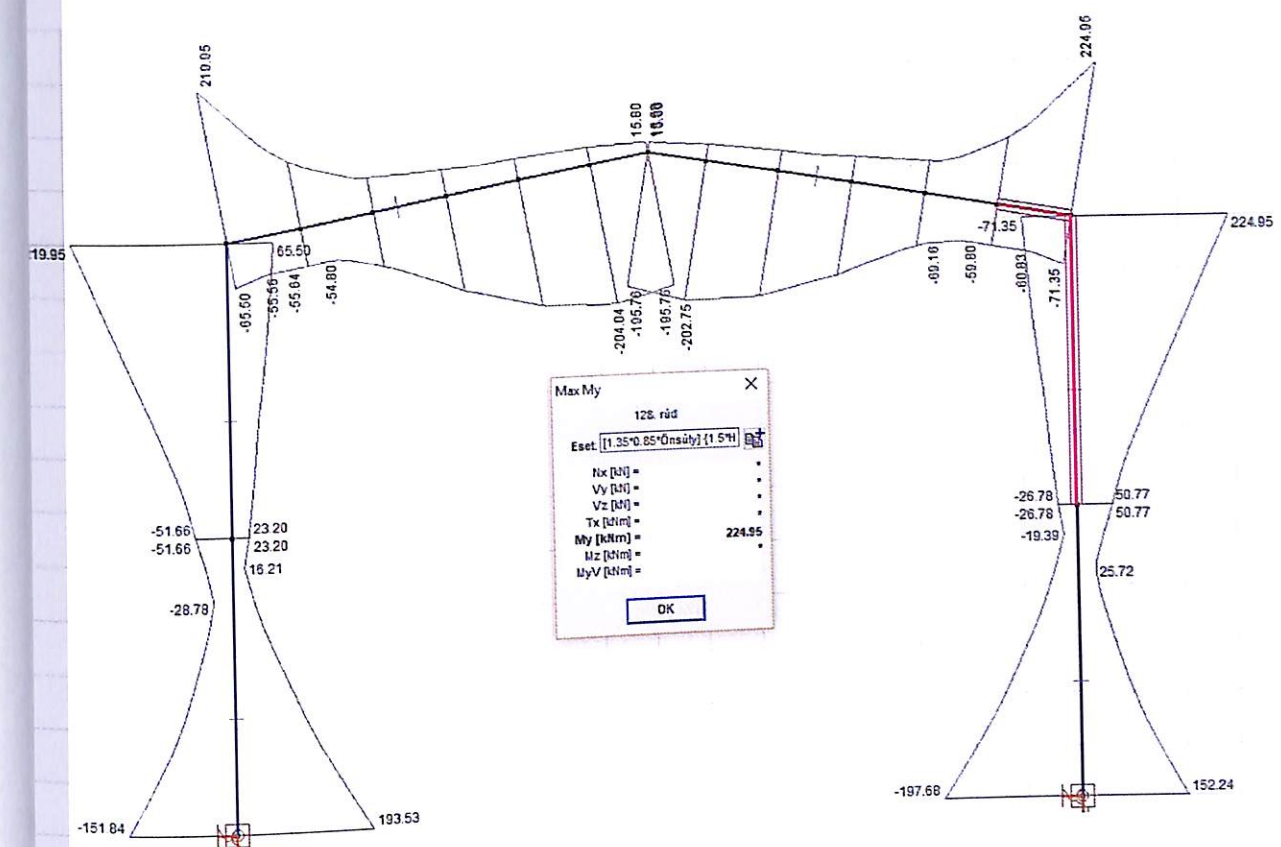
4-es raszteren lévő keretállás:



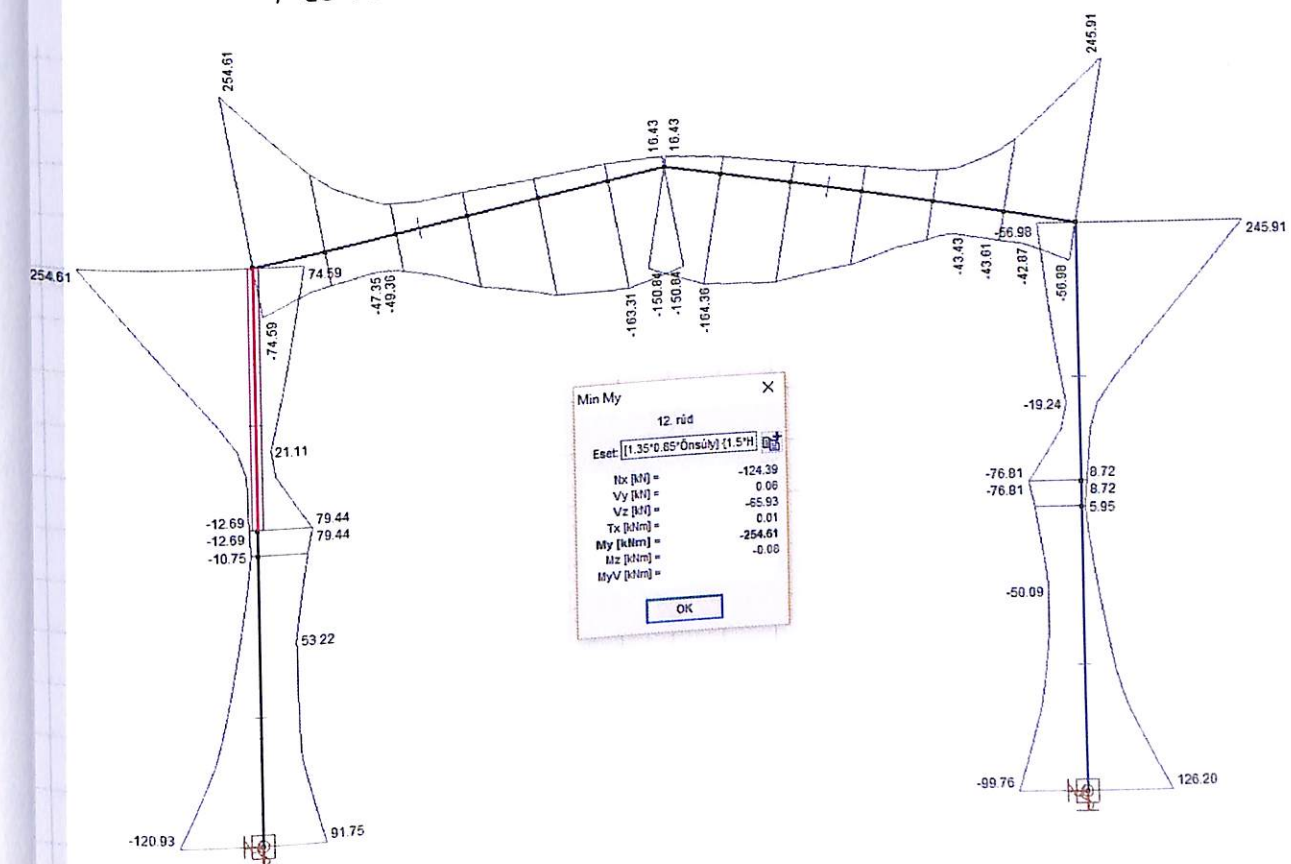
5-ös raszteren lévő keretállás:



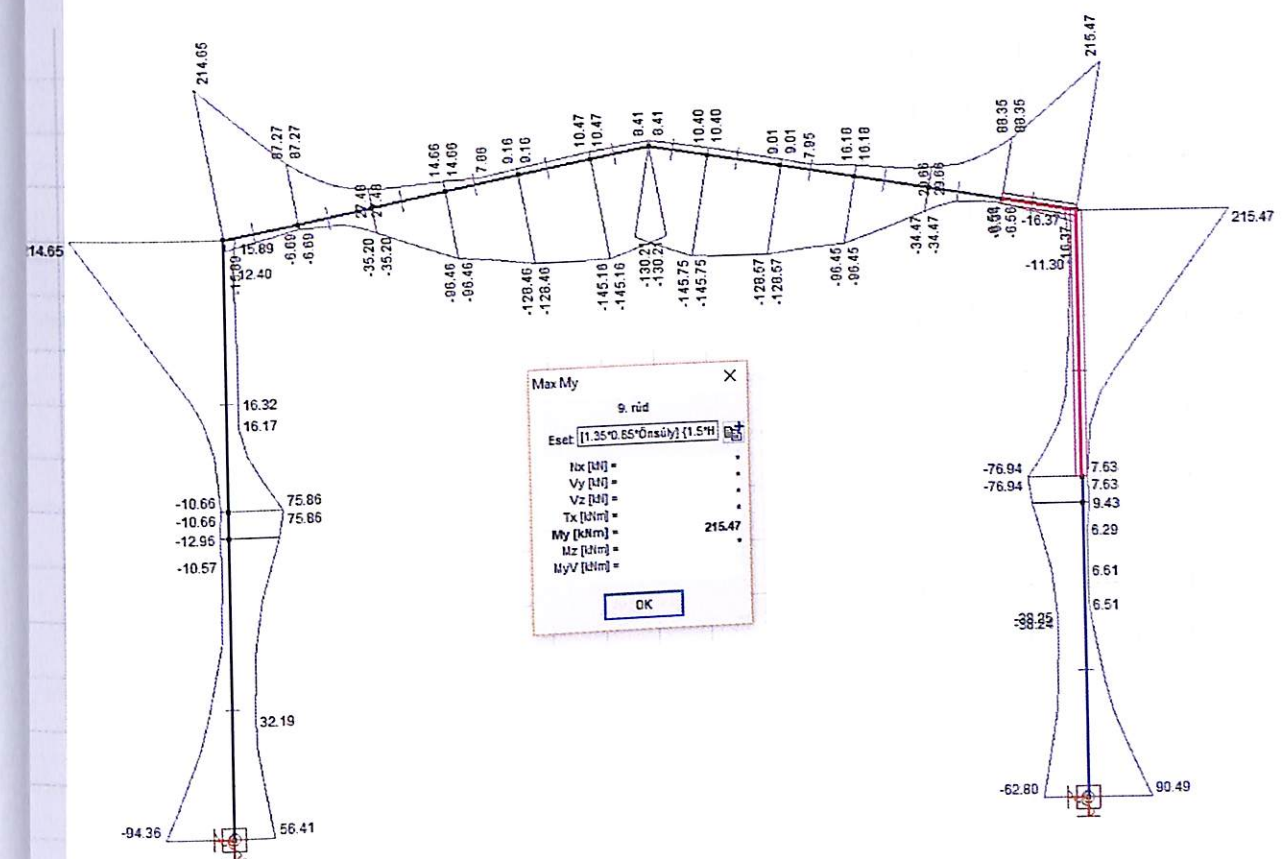
6-os raszteren lévő keretállás:



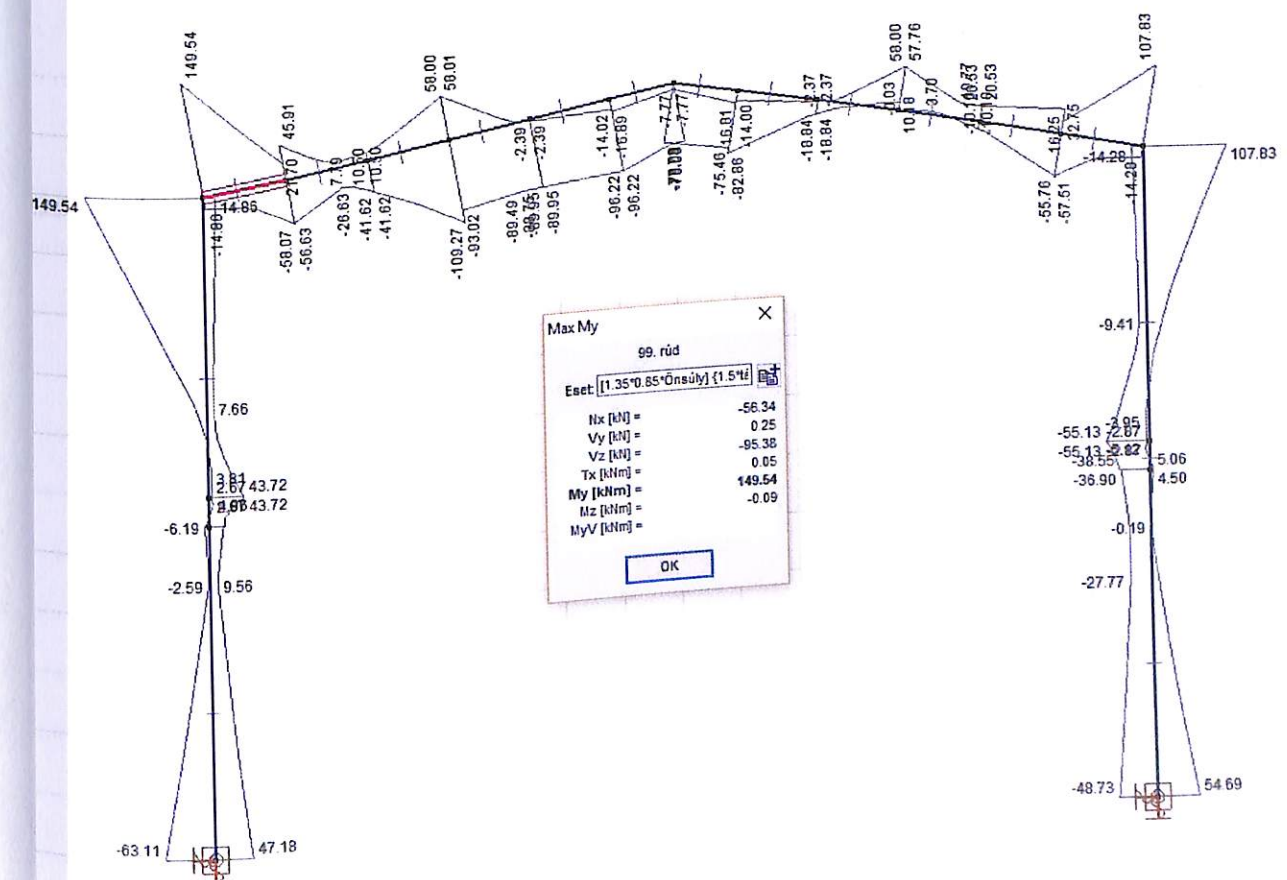
7-es raszteren lévő keretállás:



8-as raszteren lévő keretállás:

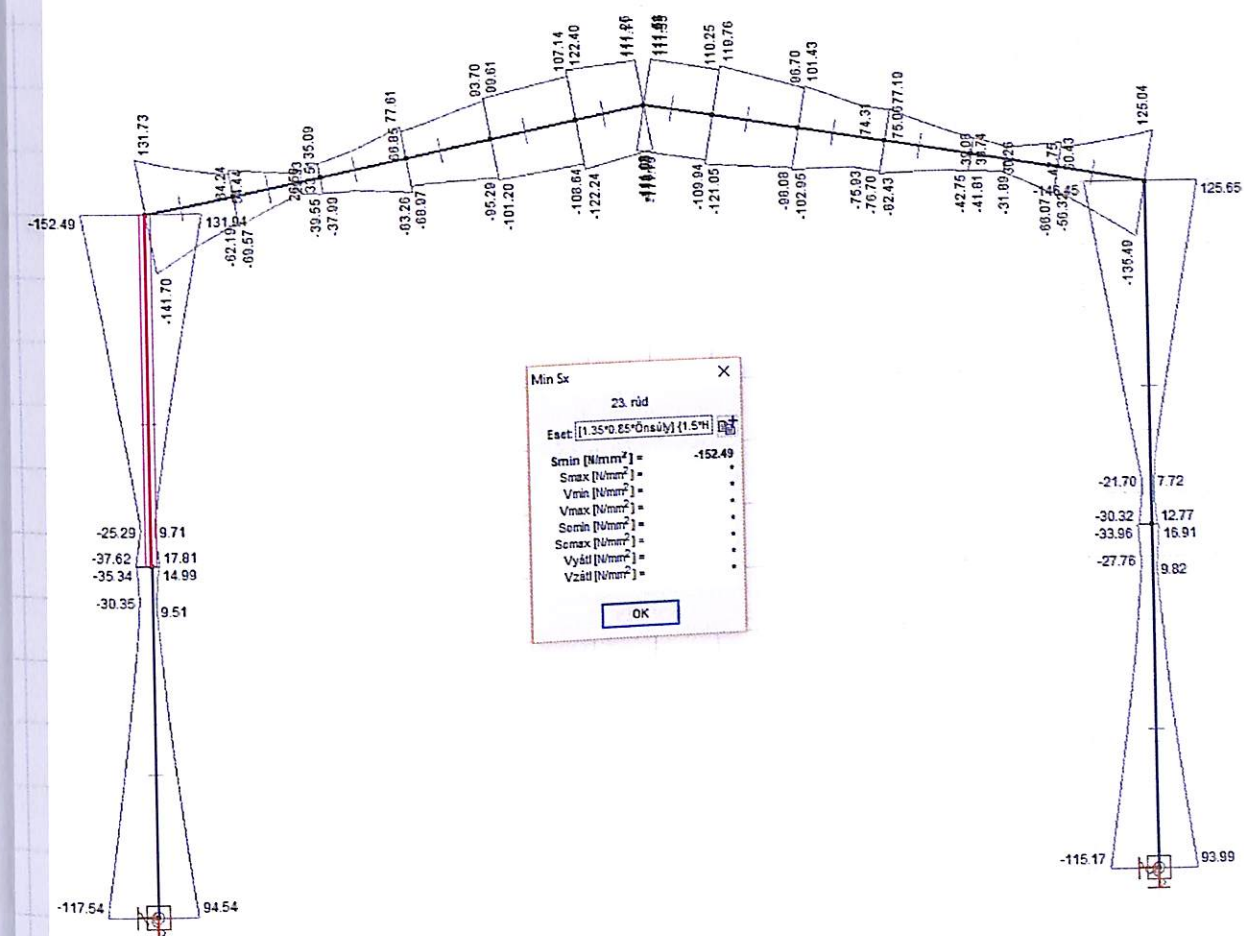


9-es raszteren lévő keretállás:

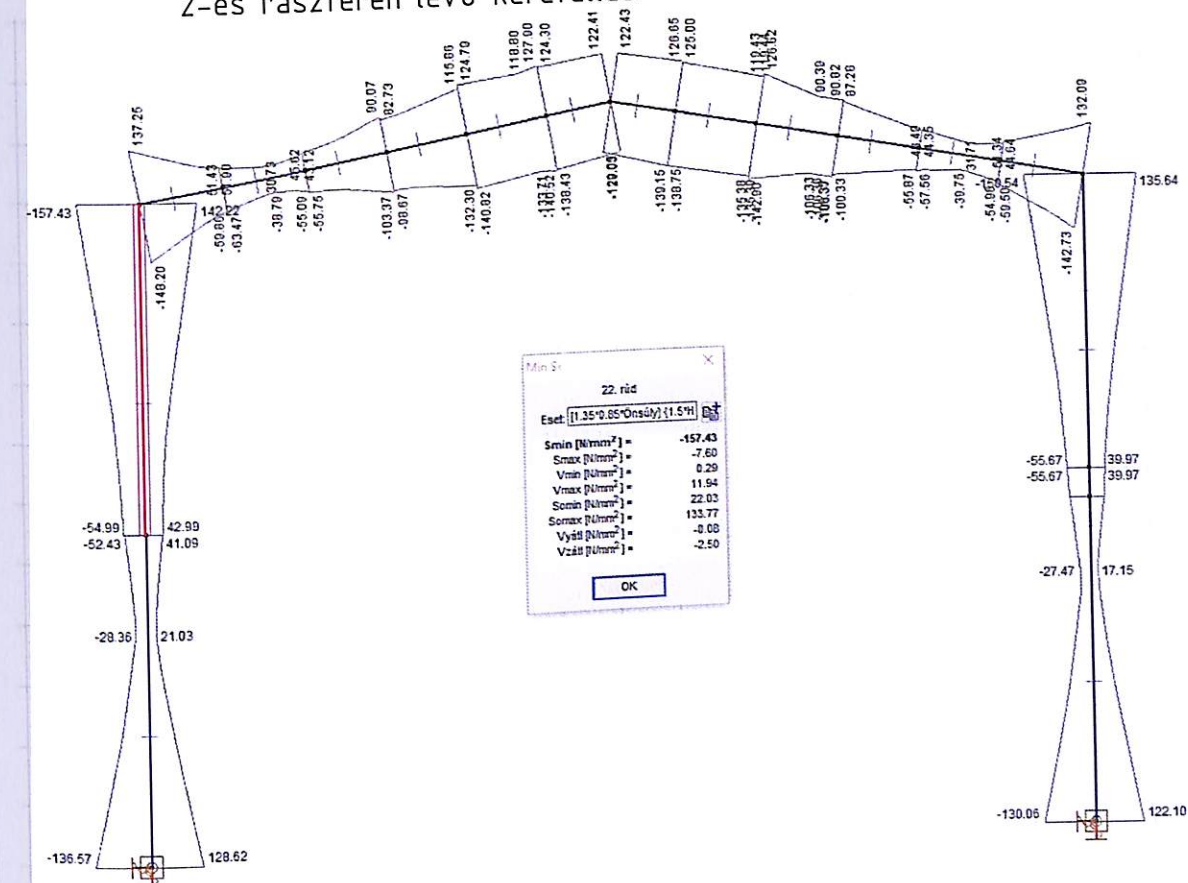


4.4.4 Normálfeszültségek:

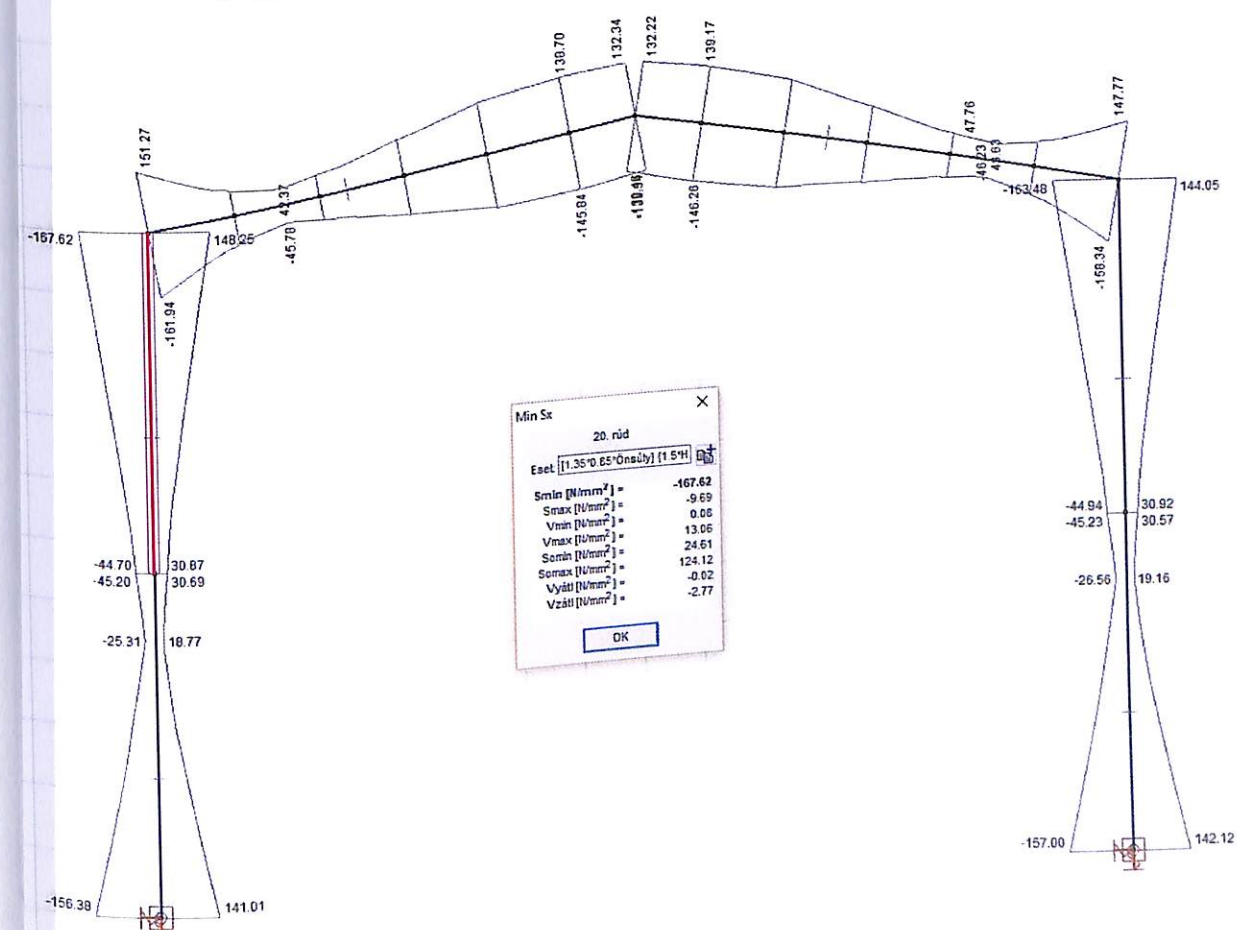
1-es raszteren lévő keretállás:



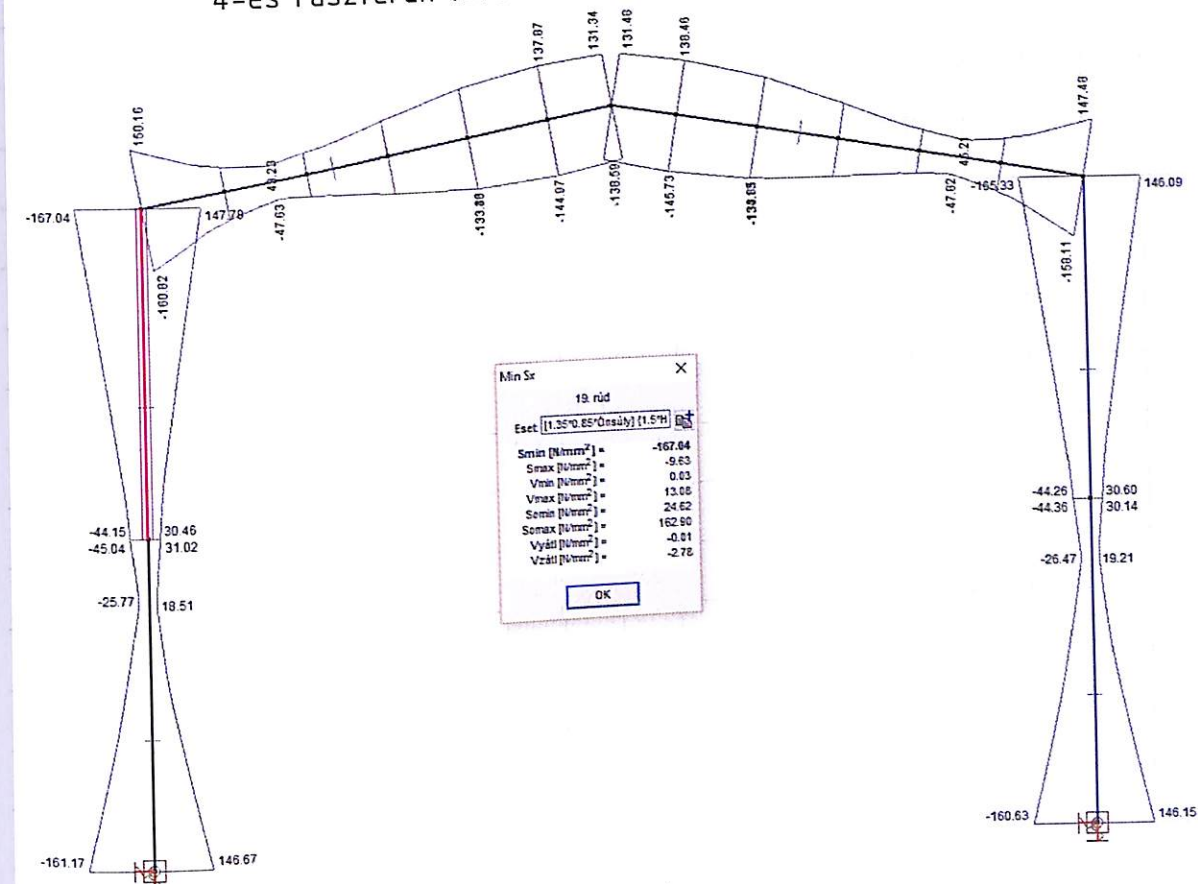
2-es raszteren lévő keretállás:



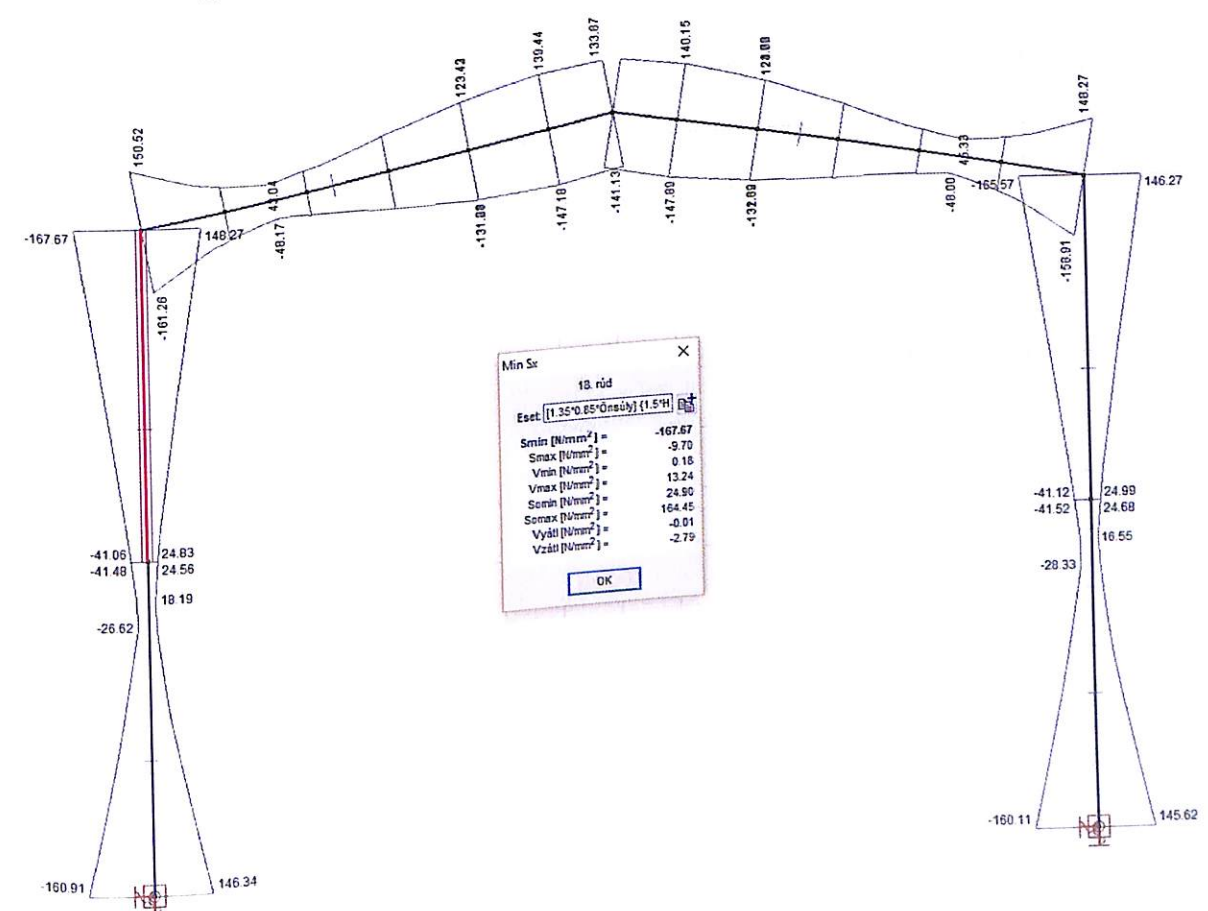
3-as raszteren lévő keretállás:



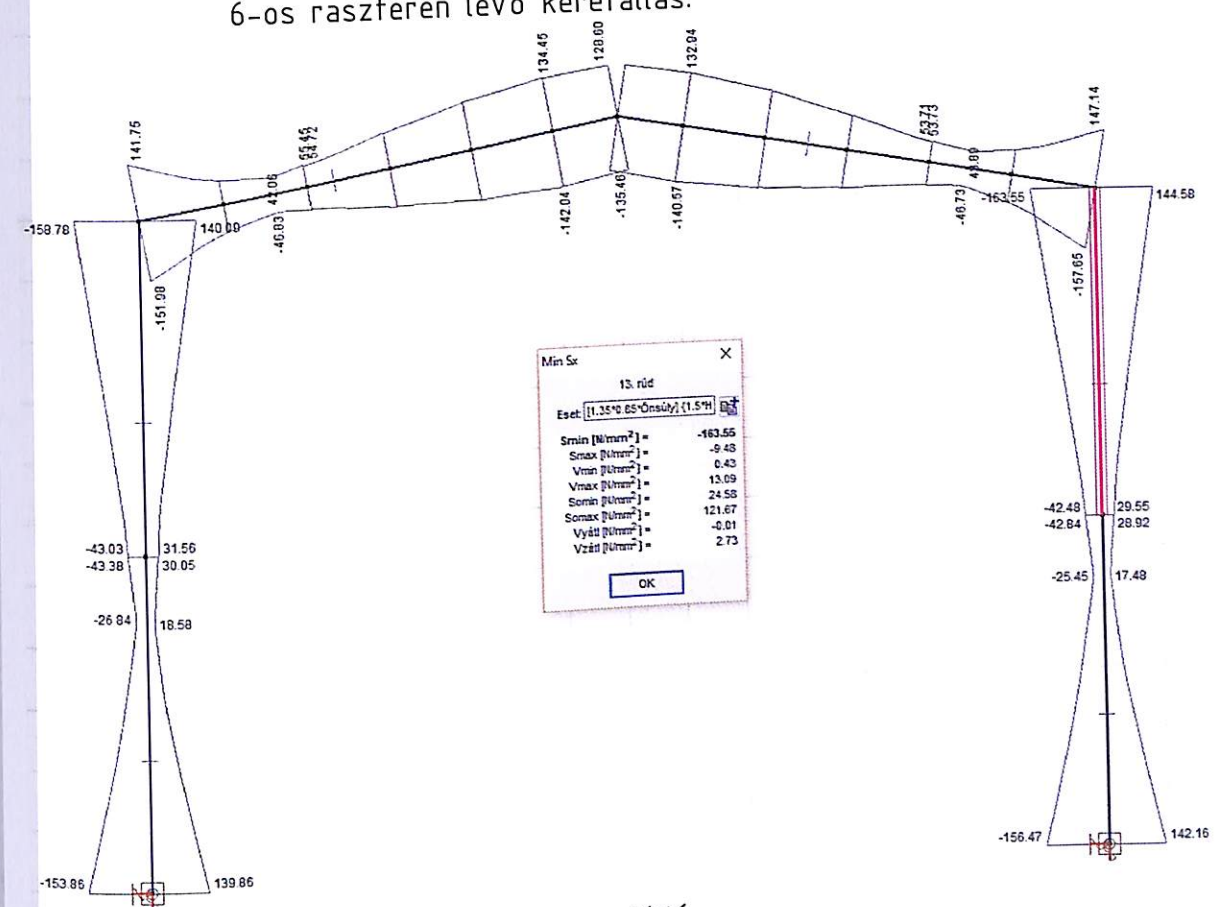
4-es raszteren lévő keretállás:



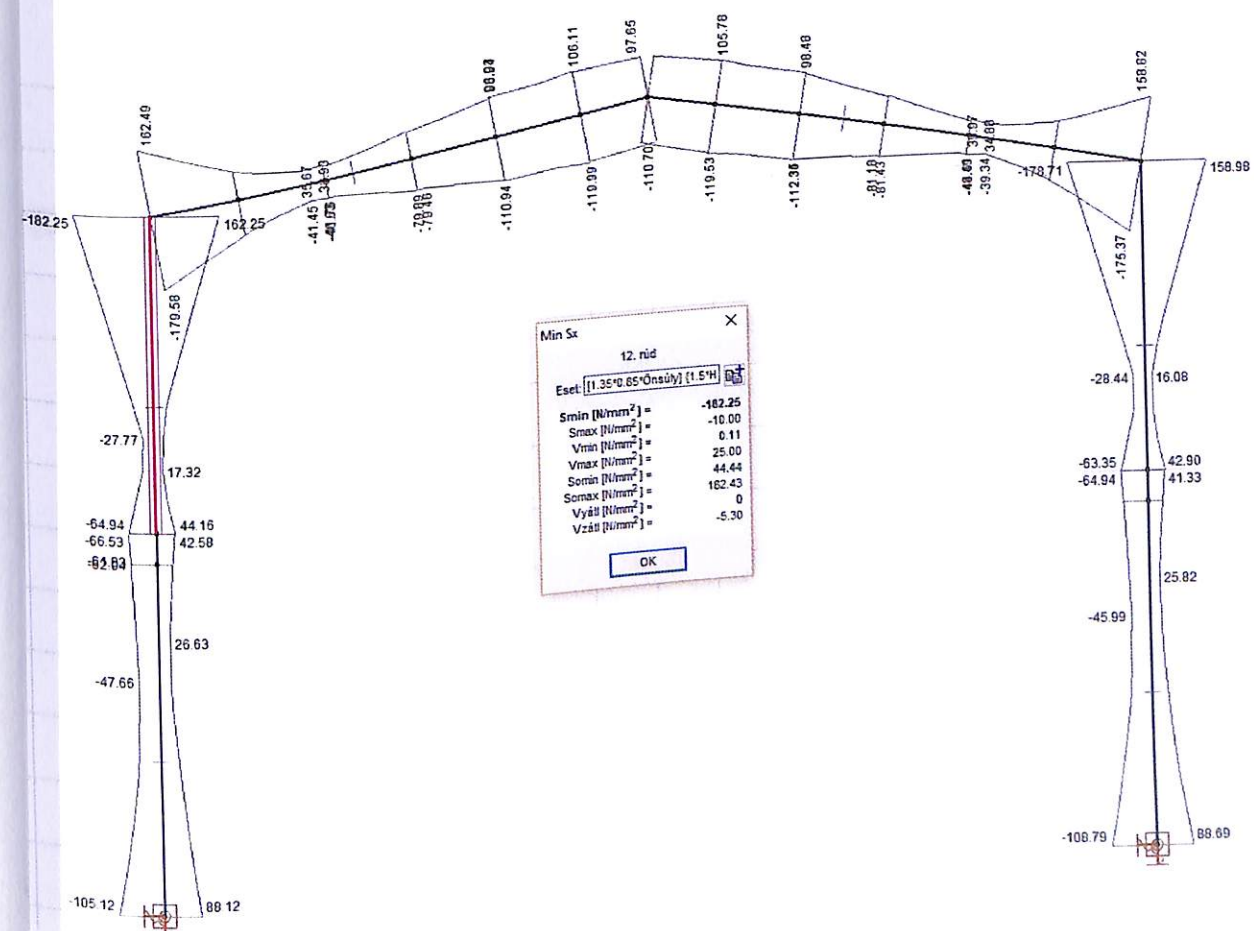
5-ös raszteren lévő keretállás:



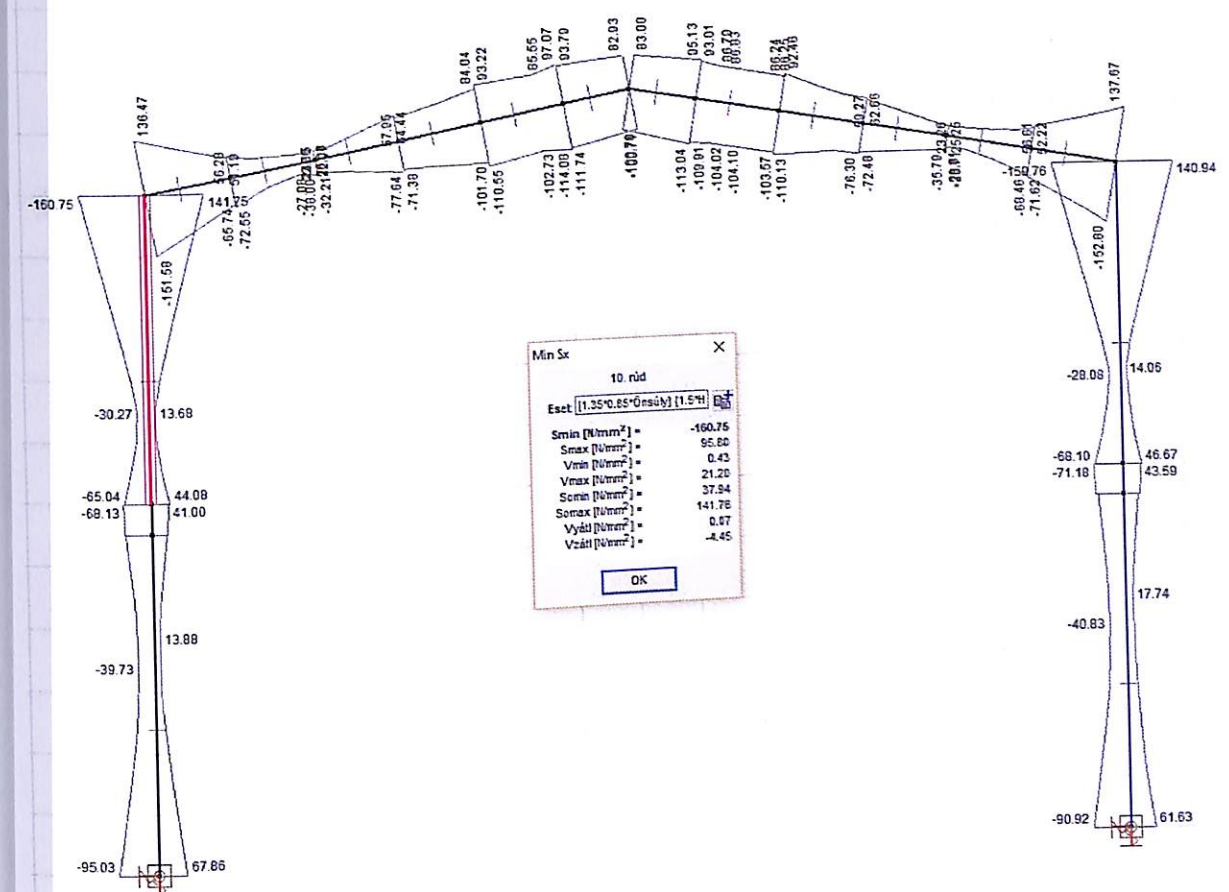
6-os raszteren lévő keretállás:



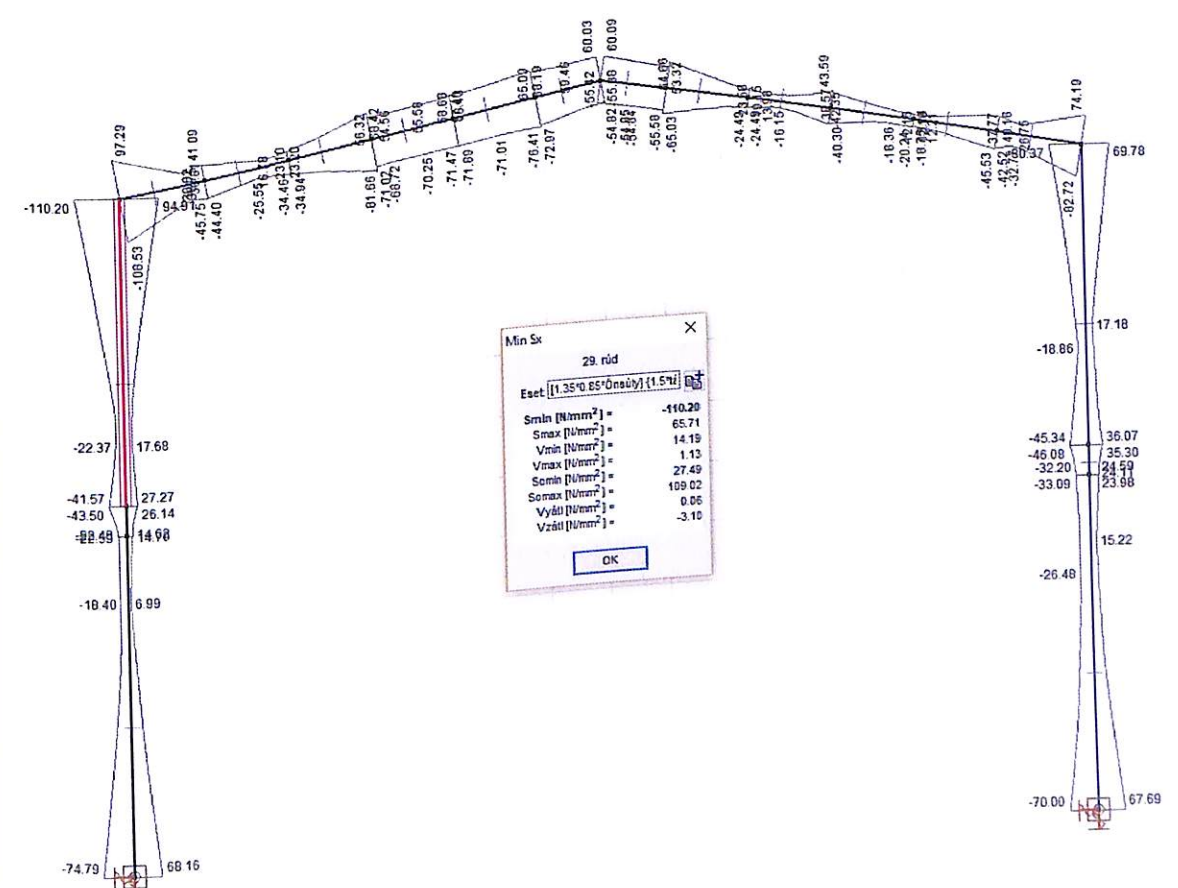
7-es raszteren lévő keretállás:



8-as raszteren lévő keretállás:



9-es raszteren lévő keretállás:



4.5 Kiértékelés:

Várákosoknak megfelelően a közelítő kézi számítás eredményei és a részletes számítás eredményei közel esnek egymáshoz. Ha csak a mértékadó igénybevételeket tekintjük, azt tapasztaljuk hogy a közelítő számítás maximális nyomatéka 249,16 kNm, míg a részletes számítás maximális nyomatéka a 7-es rászteren elhelyezkedő kereten ébredt, 254,61 kNm. A normálerő tekintetében a közelítő számítás értéke 154,63 kN, míg a részletes számítás egy közbenső keretállásán keletkező normálerő 138,30 kN (2-es rászteren elhelyezkedő keretállás) és 149,88 kN (3-as rászteron elhelyezkedő keretállás) között mozog. A nyírőerő tekintetében a kézi számítás maximális értéke 107,62 kN a keretgerendában, míg a részletes számítás 102,94 kN-ra (3-as rászteron elhelyezkedő keretállás) adódott. Mindez azt jelenti, hogy a részletes, pontos módszer eredményeit elfogadhatjuk, méretezhetjük rá szerkezeteinket.

A Főtartó keret méretezését úgy hajtom végre, hogy mind a keretoszlopban, mind a keretgerendában megkeresem a maximális nyomaték értékét, s az ahoz tartozó normál és nyírőerőket, illetve a maximális normálerő értékét, s az ahoz tartozó nyomatéki és nyíró igénybevételt.

Mértékadó igénybevételek:

Maximális nyomaték és a hozzátartozó nyíró és normálerő:

$$M_{max_ed} := 260 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{M_ed} := 184 \text{ kN} \quad V_{ed} := 110 \text{ kN}$$

Maximális normálerők és a hozzátartozó nyomaték és nyírőerő:

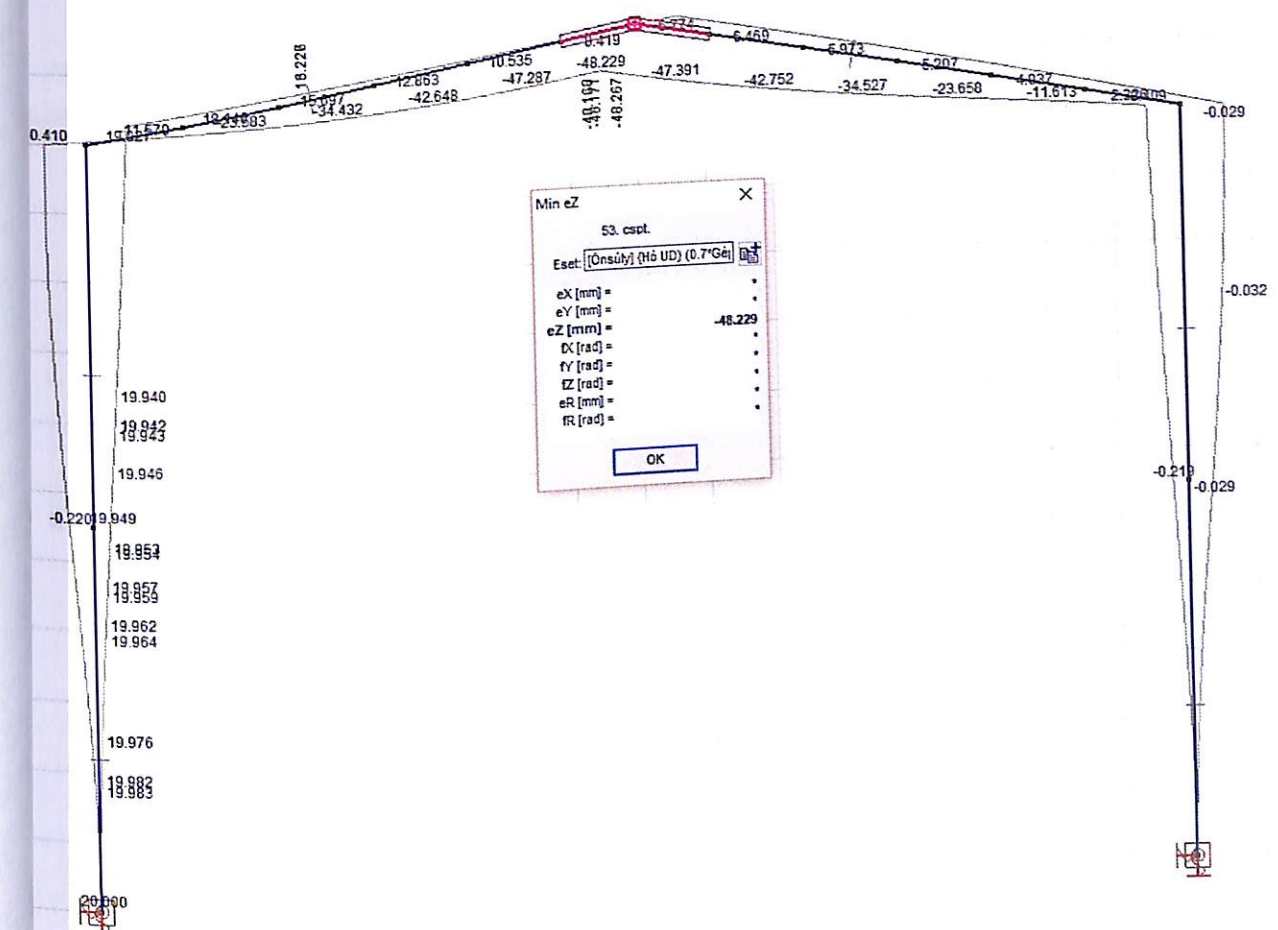
$$N_{max_ed} := 240 \text{ kN} \quad M_{N_ed} := 215 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Keretsíkra merőleges nyomaték: $M_{z_ed} := 15 \text{ kN} \cdot \text{m}$

4.6 Használhatósági határállapot (SLS):

4.6.1 Függőleges elmozdulás:

A legnagyobb függőleges elmozdulás használhatósági határállapotban (karakterisztikus kombináció) az 5-ös rászteren elhelyekdő keretálláson tapasztalható.



Mértékadó függőleges elmozdulás: $e_{ed_max_függőleges} := 48.267 \text{ mm}$

Keretoszlopok távolsága (fesz távolság): $L_{fesz} := 16 \text{ m}$

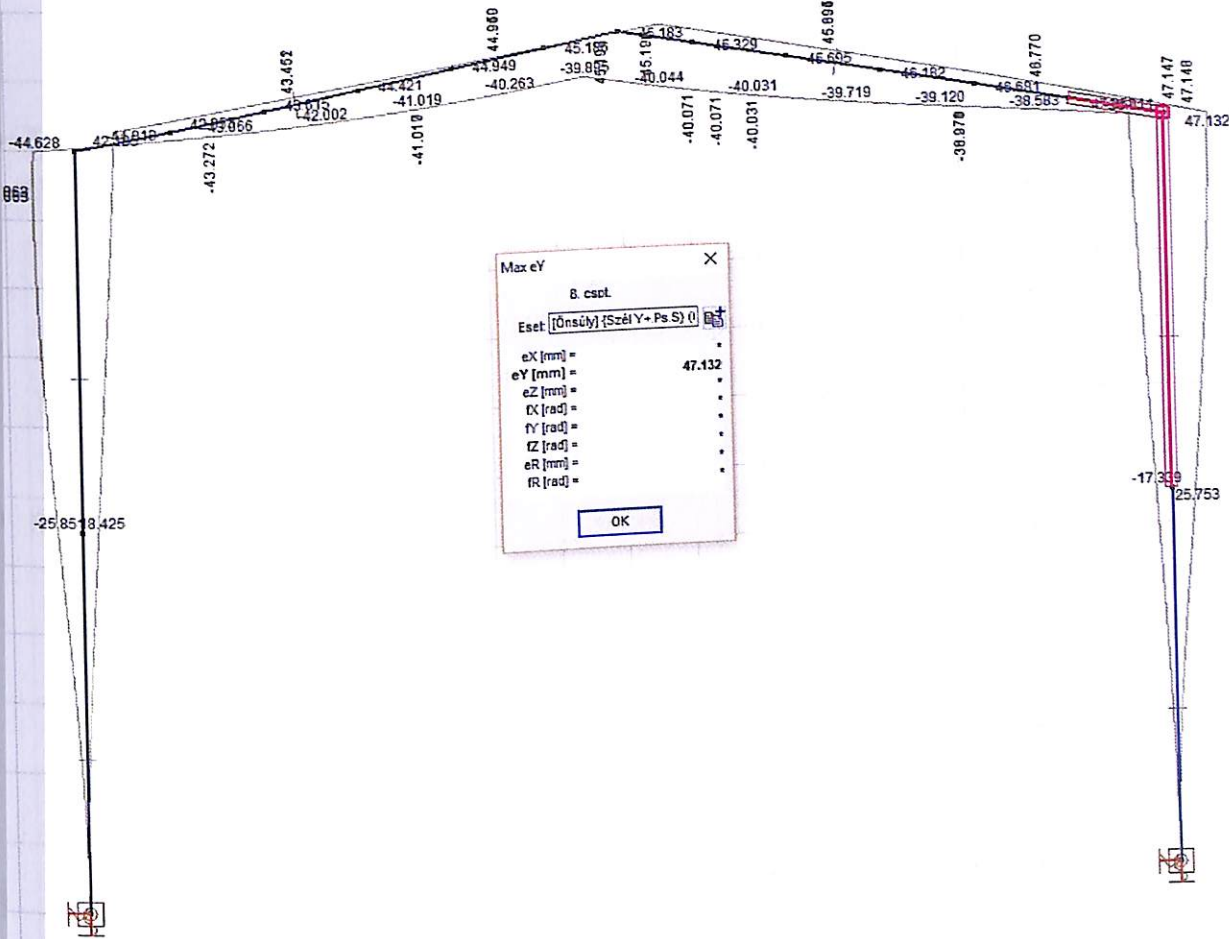
Megengedett függőleges eltolódás: $e_{határ_függőleges} := \frac{L_{fesz}}{250} = 64 \text{ mm}$

$alakváltozás := \text{if}(e_{ed_max_függőleges} > e_{határ_függőleges}, \text{"nem felel meg"}, \text{"megfelel"})$

$alakváltozás = \text{"megfelel"}$

4.6.2 Vízszintes elmozdulás:

A legnagyobb vízszintes elmozdulás használhatósági határállapotban (karakterisztikus kombináció) az 4-es rászteren elhelyzkedő keretálláson tapasztalható.



Mértékadó vízszintes elmozdulás: $e_{ed_max_vízszintes} := 47.132 \text{ mm}$

Keretoszlopok hossza: $L_{hossz} := 11 \text{ m}$

Megengedett vízszintes eltolódás: $e_{határ_vízszintes} := \frac{L_{hossz}}{200} = 55 \text{ mm}$

$alakváltozás := \text{if}(e_{ed_max_vízszintes} > e_{határ_vízszintes}, \text{"nem felel meg"}, \text{"megfelel"})$

$alakváltozás = \text{"megfelel"}$

5.0 Acélszerkezeti elemek ellenőrzése:

5.1 Tetőpanel ellenőrzése:

A tetőpanel terhe: $P_{tetőpanel.ed} := 1.96 \frac{kN}{m^2}$

A SWEDSTEEL Hipertec Roof 80 mm teherbírása a gyártó szerint:

Teherbírési táblázatok (kN/m²)

Vastagság(mm)	Statikai váz	Fesztávolság (m)									
		1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
50	kéttámaszú	1,85	1,35	1,05	0,85	0,70	0,60				
	folyt. többtámaszú	1,55	1,10	0,85	0,65	0,55					
60	kéttámaszú	2,20	1,60	1,25	1,00	0,85	0,70	0,55			
	folyt. többtámaszú	1,85	1,30	1,00	0,80	0,65	0,55				
80	kéttámaszú	2,90	2,15	1,65	1,35	1,15	0,95	0,85	0,65	0,50	
	folyt. többtámaszú	2,90	2,15	1,65	1,35	1,15	0,95	0,85	0,65	0,50	
100	kéttámaszú	3,60	2,65	2,10	1,70	1,45	1,20	1,05	0,95	0,75	0,60
	folyt. többtámaszú	3,60	2,65	2,10	1,70	1,45	1,20	1,05	0,95	0,75	0,60
120	kéttámaszú	4,30	3,20	2,50	2,05	1,70	1,50	1,30	1,15	1,00	0,80
	folyt. többtámaszú	4,30	3,20	2,50	2,05	1,70	1,50	1,30	1,15	1,00	0,80
150	kéttámaszú	5,40	3,95	3,15	2,55	2,15	1,85	1,65	1,45	1,30	1,15
	folyt. többtámaszú	5,40	3,95	3,15	2,55	2,15	1,85	1,65	1,45	1,30	1,15

A tetőpanel megtámasztási pontjai a Z szelemenek. A Z szelemenek 1400 mm-es kiosztásban készülnek. A tetőpanel statikai váza egy folytatódólagos többtámaszú tartó.

A tetőpanel teherbírása: $P_{tetőpanel.rd} := 2.9 \frac{kN}{m^2}$

$teherbírás := \text{if } P_{tetőpanel.ed} < P_{tetőpanel.rd}$
 $\quad \parallel \text{ "megfelel" }$
 $\text{also if } P_{tetőpanel.ed} > P_{tetőpanel.rd}$
 $\quad \parallel \text{ "nem felel meg" }$
 $teherbírás = \text{ "megfelel" }$

5.2 Falpanel ellenőrzése:

A falpanel terhe: $P_{falpanel.ed} := 1.45 \frac{kN}{m^2}$

A SWEDSTEEL Hipertec wall 150 mm teherbírása a gyártó szerint:

Teherbírési táblázatok (kN/m²)

Vastagság(mm)	Statikai váz	Fesztávolság (m)									
		1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
50	kéttámaszú	1,85	1,40	1,10	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50		
	folyt.	1,65	1,20	0,95	0,80	0,65	0,50				
	többszármazó										
60	kéttámaszú	2,20	1,65	1,35	1,10	0,95	0,80	0,75	0,65	0,60	0,55
	folyt.	1,95	1,45	1,15	0,95	0,75	0,60				
	többszármazó										
80	kéttámaszú	3,00	2,25	1,80	1,50	1,25	1,10	1,00	0,80	0,65	0,55
	folyt.	2,75	2,00	1,55	1,15	0,90	0,70	0,55	0,50		
	többszármazó										
100	kéttámaszú	3,75	2,80	2,25	1,85	1,60	1,40	1,25	1,00	0,85	0,70
	folyt.	3,20	2,35	1,70	1,30	1,00	0,80	0,65	0,55		
	többszármazó										
120	kéttámaszú	4,55	3,40	2,70	2,25	1,95	1,70	1,50	1,25	1,00	0,85
	folyt.	3,20	2,35	1,80	1,40	1,10	0,90	0,75	0,60	0,50	
	többszármazó										
150	kéttámaszú	5,70	4,25	3,40	2,85	2,40	2,10	1,90	1,55	1,25	1,05
	folyt.	3,25	2,40	1,90	1,50	1,20	0,95	0,80	0,70	0,55	0,50
	többszármazó										

A falpanel statikai váza egy két támaszú tartó, melynek a támaszai az 5 m-es rászterű keretállások.

A falpanel teherbírása: $P_{falpanel.rd} := 1.55 \frac{kN}{m^2}$

teherbírás := if $P_{falpanel.ed} < P_{falpanel.rd}$
 || "megfelel"
 also if $P_{falpanel.ed} > P_{falpanel.rd}$
 || "nem felel meg"
 teherbírás = "megfelel"

5.3 Tetőszelemen ellenőrzése:

A szelemen folyóméter terhe: $P_{\text{selemen_ULS}} := 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$P_{\text{selemen_SLS}} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

A Z200 2.0 szelemen ellenőrzését a Lindab saját méretező szoftverével végzem el, a Lindab Structure Design 1.4-el, melyet a lindab méretezési táblázataival ellenőrzök.

Kiindulási adatok és statikai váz:

Statikai váz

Szerkezeti beállítások

Szelelvény: Z200

Csavarok: M10 (8.8)

Megfeszítés

Lemez / Megfeszítések (mm) Csavar

Felső öv: Folytatólágos

Alsó öv: Folytatólágos

LTP20 0.5

2 hullám

Ehelyezés: Erős

Geometria

Hózug

Támaszok				Nyílások				Csuklók		
No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]	Vtg.2 [mm]	
Alapértékek				0	10%	10%	6000	1	-	10%
1	0	H	Merevített	-	-	1	5000	2	-	
2	5000	C	Merevített	-	-	2	5000	2	-	
3	10000	O	Merevített	500	500	3	5000	2	-	
4	15000	C	Merevített	-	-	4	5000	2	-	
5	20000	O	Merevített	500	500	5	5000	2	-	
6	25000	C	Merevített	-	-	6	5000	2	-	
7	30000	O	Merevített	500	500	7	5000	2	-	
8	35000	C	Merevített	-	-	8	5000	2	-	
9	40000	H	Merevített	-	-					

Generálás: 8 nyílás

Statikai rendszer: Folytatólágos

Nyílás törlése

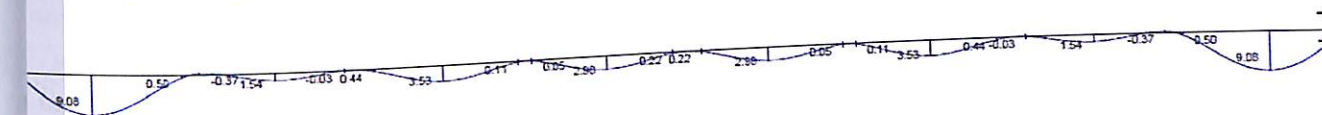
Eredmények

ULS: 73%

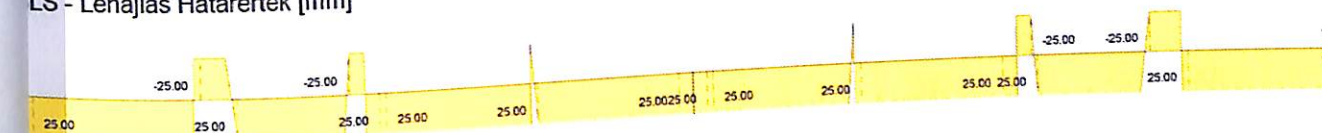
SLS: 36%

Részletes eredmények:

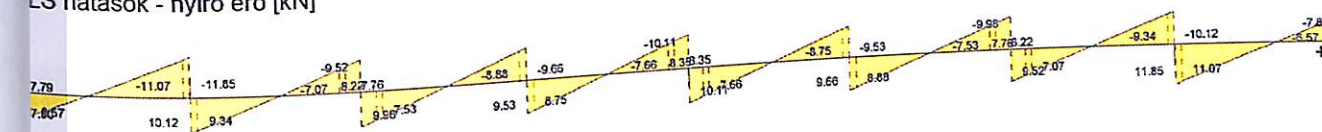
LS - Lehajlás Érték [mm]



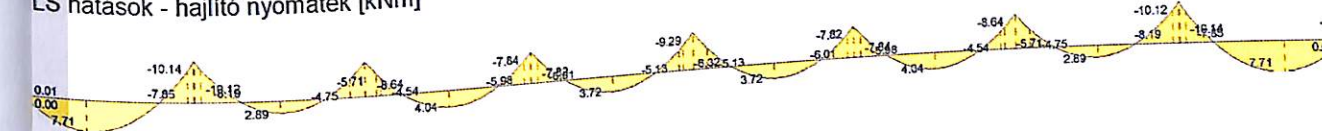
LS - Lehajlás Határérték [mm]



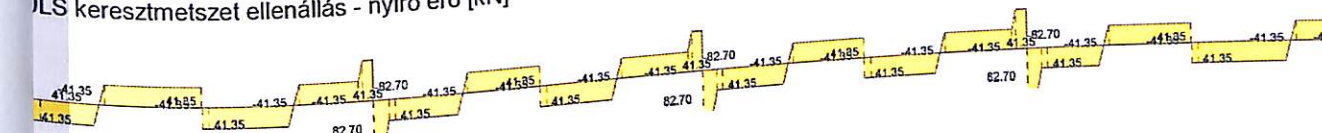
LS hatások - nyíró erő [kN]



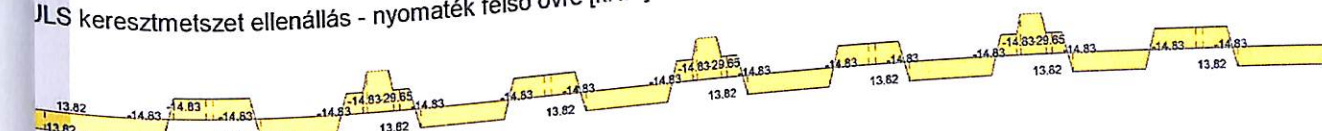
LS hatások - hajlító nyomaték [kNm]



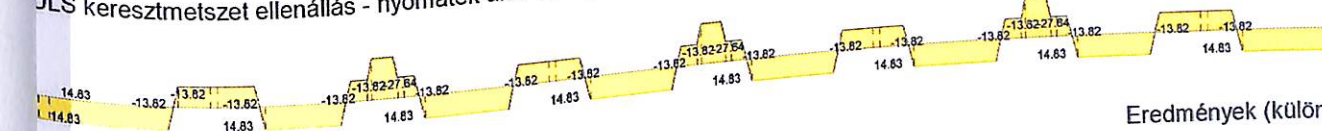
ULS keresztmetszet ellenállás - nyíró erő [kN]



ULS keresztmetszet ellenállás - nyomaték felső övre [kNm]

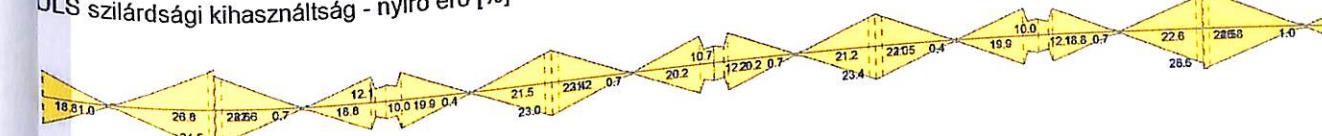


ULS keresztmetszet ellenállás - nyomaték alsó övre [kNm]

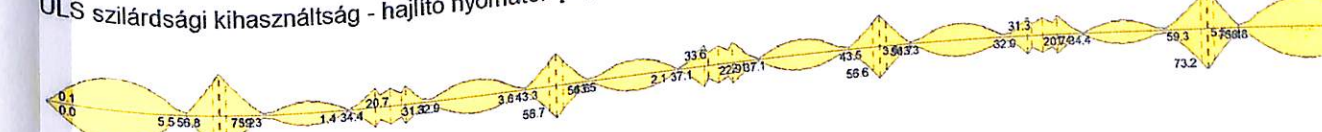


Eredmények (különálló)

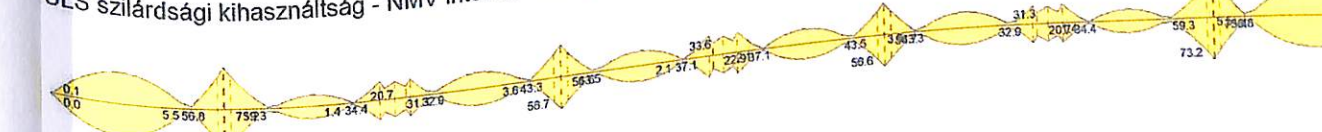
ULS szilárdsági kihasználtság - nyíró erő [%]



ULS szilárdsági kihasználtság - hajlító nyomaték [%]



ULS szilárdsági kihasználtság - NMV interakció [%]



Lindab Z profil méretezési táblázata:

Keresztmetszeti jellemzők és teherbírási értékek (Magyarországon minősített méretezési eljárás szerint: ÉME A-367/2003)												
Profil	t [mm]	H	B ₂	B ₁	g [kg/m]	I _y [N/mm ²]	I _x [cm ⁴]	I _{eff} [cm ⁴]	M _H [kNm]	T _H [kN]	F _{H,e} [kN]	F _{H,l} [kN]
Z100	1.00	100.00	47.00	41.00	1.65	350	32.2	27.2	1.71	9.55	3.05	6.10
	1.20	100.00	47.00	41.00	1.98	350	39.0	36.6	2.49	15.33	4.28	8.55
	1.50	100.00	47.00	41.00	2.47	350	48.7	48.1	3.38	24.20	6.35	12.71
	2.00	100.00	47.00	41.00	3.30	350	64.8	64.8	4.63	43.89	10.63	21.25
Z120	1.00	120.00	47.00	41.00	1.81	350	49.2	40.1	2.04	7.95	3.05	6.10
	1.20	120.00	47.00	41.00	2.17	350	59.6	54.2	2.98	14.28	4.28	8.55
	1.50	120.00	47.00	41.00	2.71	350	74.6	73.3	4.28	24.20	6.35	12.71
	2.00	120.00	47.00	41.00	3.61	350	99.6	99.6	5.91	43.79	10.63	21.25
Z150	2.50	120.00	47.00	41.00	4.51	350	124.1	124.1	7.39	66.13	15.80	31.60
	1.00	150.00	47.00	41.00	2.04	350	83.1	64.2	2.53	6.35	3.56	7.12
	1.20	150.00	47.00	41.00	2.45	350	100.7	87.2	3.68	11.40	4.98	9.95
	1.50	150.00	47.00	41.00	3.06	350	126.2	120.5	5.47	22.67	7.36	14.72
Z200	2.00	150.00	47.00	41.00	4.08	350	169.1	169.0	7.99	43.79	12.23	24.46
	2.50	150.00	47.00	41.00	5.10	350	211.4	211.4	10.03	69.13	18.10	36.19
	1.00	200.00	74.00	66.00	2.90	350	217.1	125.0	3.22	4.75	3.56	7.12
	1.20	200.00	74.00	66.00	3.48	350	263.5	176.3	4.84	8.54	4.98	9.95
Z200ECO	1.50	200.00	74.00	66.00	4.34	350	330.4	258.1	7.69	16.96	7.36	14.72
	2.00	200.00	74.00	66.00	5.79	350	443.1	405.1	13.43	41.38	12.23	24.46
	2.50	200.00	74.00	66.00	7.24	350	555.0	542.9	18.97	69.13	18.10	36.19
	1.00	200.00	47.00	41.00	2.43	350	164.8	117.7	3.32	4.75	3.56	7.12
Z250	1.20	200.00	47.00	41.00	2.92	350	200.2	161.2	4.84	8.54	4.98	9.95
	1.50	200.00	47.00	41.00	3.65	350	251.2	224.1	7.19	16.96	7.36	14.72
	2.00	200.00	47.00	41.00	4.87	350	337.4	327.3	11.27	41.38	12.23	24.46
	2.50	200.00	47.00	41.00	6.08	350	423.2	423.2	15.00	69.13	18.10	36.19
Z250	1.50	250.00	74.00	66.00	4.99	350	565.1	420.1	9.70	13.55	8.21	16.41
	2.00	250.00	74.00	66.00	6.66	350	758.8	666.1	17.02	33.04	13.58	27.17
	2.50	250.00	74.00	66.00	8.32	350	951.6	910.8	24.88	65.68	20.03	40.06
	3.00	250.00	74.00	66.00	9.99	350	1127.6	1118.7	31.55	97.49	26.85	53.69

Z200 2.0 szelemenen ébredő hajlítónyomaték: $M_{szelemen_ed} := 10.12 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Z200 2.0 szelemenen határnyomatéka: $M_{szelemen_rd} := 13.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\rho := \frac{M_{szelemen_ed}}{M_{szelemen_rd}} = 75.35\%$$

A Lindab Structure Design 1.4 méretező szoftver teherbírási állapotban 73%-os kihasználtságot mutatott. Tehát ezen geometriák, terhek és fesztávolságok esetében a Z200 2.0 szelemen megfelelő teherbírású.

5.4 Főtartó keret ellenőrzése:

5.4.1 Anyagminőségek, anyagjellemzők:

Folyáshatár:

Szakítószilárdság:

Rugalmassági modulus:

Anyagminőségre jellemző
segédmennyiség:

Euler karcsúság:

Szerkezeti acél: S235

$$f_y := 235 \text{ MPa}$$

$$f_u := 360 \text{ MPa}$$

$$E := 210000 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 1$$

$$\lambda_1 := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93.91$$

5.4.2 Keretoszlop keresztmetszeti jellemzői:

Keretoszlop szelvénye:

Szelvény magassága:

Szelvény szélessége:

Gerinc vastagsága:

Öv vastagsága:

Lekerekítés sugara:

Keresztmetszeti területe:

Inercianyomatéka erős tengely körül:

Képlékeny keresztmetszeti tényezője
erős tengelyre:

Inerciasugara erős tengelyre:

Nyírt keresztmetszeti terület:

Inercianyomatéka gyenge tengely körül:

Képlékeny keresztmetszeti tényezője
gyenge tengelyre:

Inerciasugara gyenge tengelyre:

HEA340

$$h_{\text{hea340}} := 330 \text{ mm}$$

$$b_{\text{hea340}} := 300 \text{ mm}$$

$$t_{w_{\text{hea340}}} := 9.5 \text{ mm}$$

$$t_{f_{\text{hea340}}} := 16.5 \text{ mm}$$

$$r_{\text{hea340}} := 27 \text{ mm}$$

$$A_{\text{hea340}} := 133.5 \text{ cm}^2$$

$$I_{\text{hea340}_y} := 27690 \text{ cm}^4$$

$$W_{\text{hea340}_y_{pl}} := 1850 \text{ cm}^3$$

$$i_{\text{hea340}_y} := 144 \text{ mm}$$

$$A_{\text{hea340}_{yz}} := 44.95 \text{ cm}^2$$

$$I_{\text{hea340}_z} := 7436 \text{ cm}^4$$

$$W_{\text{hea340}_z_{pl}} := 755.9 \text{ cm}^3$$

$$i_{\text{hea340}_z} := 7.46 \text{ mm}$$

5.4.3 Keretgerenda keresztmetszeti jellemzői:

Keretoszlop szelvénye:

IPE450

Szelvény magassága:

$$h_{ipe450} := 450 \text{ mm}$$

Szelvény szélessége:

$$b_{ipe450} := 190 \text{ mm}$$

Gerinc vastagsága:

$$t_{w_ipe450} := 9.4 \text{ mm}$$

Öv vastagsága:

$$t_{f_ipe450} := 14.6 \text{ mm}$$

Lekerekítés sugara:

$$r_{ipe450} := 21 \text{ mm}$$

Keresztmetszeti területe:

$$A_{ipe450} := 98.8 \text{ cm}^2$$

Inercianyomatéka erős tengely körül:

$$I_{ipe450_y} := 33740 \text{ cm}^4$$

Képlékeny keresztmetszeti tényezője erős tengelyre:

$$W_{ipe450_y_pl} := 1702 \text{ cm}^3$$

Inerciasugara erős tengelyre:

$$i_{ipe450_y} := 18.5 \text{ mm}$$

Nyírt keresztmetszeti terület:

$$A_{ipe450_vz} := 50.9 \text{ cm}^2$$

Inercianyomatéka gyenge tengely körül:

$$I_{ipe450_z} := 1676 \text{ cm}^4$$

Képlékeny keresztmetszeti tényezője gyenge tengelyre:

$$W_{ipe450_z_pl} := 276 \text{ cm}^3$$

Inerciasugara gyenge tengelyre:

$$i_{ipe450_z} := 4.12 \text{ mm}$$

Mind a keretoszlop és mind a keretgerenda kielégíti az első keresztmetszeti osztály feltételeit, miszerint, a keresztmetszetek alkotólemezeinek horpadása csak igen nagy képlékeny deformációknál alakul ki. A keresztmetszetek ellenállását a képlékeny ellenállás jellemzi.

Az első esetben a mértékadó nyomaték (M_{max_ed}) és a vele egyidejűleg működő igénybevételekre vizsgálok meg a főtartó keretoszlopot, mind igénybevételekre mint stabilitási szempontból. A második esetben a mértékadó nyomaték (N_{max_ed}) és a vele egyidejű igénybevételekre vizsgálok meg a főtartó keretoszlopot, mint a fent leírt

5.4.4 Keret osztályozása kilengés szempontjából:

A függőleges erők összege:

$$V := 360 \text{ kN}$$

A vízszintes erők összege:

$$H := 104 \text{ kN}$$

A vízszintes elmozdulás értéke:

$$\delta := 67 \text{ mm}$$

A szint magassága:

$$h := 12 \text{ m}$$

$$\alpha := \frac{H}{V} \cdot \frac{h}{\delta} = 51.74$$

EC3 szerint a merevítetlen keret akkor minősül nem kilengőnek, ha az alábbi feltétel teljesül:

$$\text{keret} := \begin{cases} \text{if } \alpha > 10 \\ \quad \parallel \text{ "nem kilengő" } \\ \text{also if } \alpha < 10 \\ \quad \parallel \text{ "kilengő" } \end{cases}$$

$$\text{keret} = \text{"nem kilengő"}$$

Elsőrendű elmélet alkalmazható, tehát nem kell figyelembe venni az alakváltozások hatását.

5.4.5 Keresztmetszetek ellenőrzése, szilárdsági vizsgálatok:

5.4.5.1 Keretoszlop:

Nyomási ellenállása:

$$N_{c_rd_hea340} := A_{hea340} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 3137.25 \text{ kN}$$

$$\text{nyomási_ellenállás} := \begin{cases} \text{if } N_{M_ed} > N_{c_rd_hea340} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \\ \text{also if } N_{M_ed} < N_{c_rd_hea340} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel" } \end{cases}$$

$$\text{nyomási_ellenállás} = \text{"megfelel"}$$

$$\text{kölcsönhatás}_N := \text{if } (N_{M_ed} > 0.25 N_{c_rd_hea340}, \text{"kell vizsgálni"}, \text{"nem kell vizsgálni"})$$

$$\text{kölcsönhatás}_N = \text{"nem kell vizsgálni"}$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{N_{M_ed}}{N_{c_rd_hea340}} = 5.87\%$$

Nyírási ellenállása:

$$V_{c_rd_hea340} := \frac{A_{hea340_vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = 609.87 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} nyírási_ellenállás &:= \text{if } V_{ed} > V_{c_rd_hea340} \\ &\quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \\ &\quad \text{also if } V_{ed} < V_{c_rd_hea340} \\ &\quad \parallel \text{ "megfelel" } \end{aligned}$$

$$nyírási_ellenállás = \text{ "megfelel" }$$

$$kölcsonhatás_V := \text{if } (V_{ed} > 0.5 \cdot V_{c_rd_hea340}, \text{ "kell vizsgálni"}, \text{ "nem kell vizsgálni"})$$

$$kölcsonhatás_V = \text{ "nem kell vizsgálni" }$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{V_{ed}}{V_{c_rd_hea340}} = 18.04\%$$

Hajlítási ellenállása y-y tengely körül:

$$M_{c_rd_hea340y} := W_{hea340_y_pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 434.75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} hajlítási_ellenállás &:= \text{if } M_{max_ed} > M_{c_rd_hea340y} \\ &\quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \\ &\quad \text{also if } M_{max_ed} < M_{c_rd_hea340y} \\ &\quad \parallel \text{ "megfelel" } \end{aligned}$$

$$hajlítási_ellenállás = \text{ "megfelel" }$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{M_{max_ed}}{M_{c_rd_hea340y}} = 59.8\%$$

Hajlítási ellenállása z-z tengely körül:

$$M_{c_rd_hea340z} := W_{hea340_z_pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 177.64 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{hajlítási_ellenállás} &:= \text{if } M_{z_ed} > M_{c_rd_hea340z} \\ &\quad \parallel \text{"nem felel meg"} \\ &\text{also if } M_{z_ed} < M_{c_rd_hea340z} \\ &\quad \parallel \text{"megfelel"} \end{aligned}$$

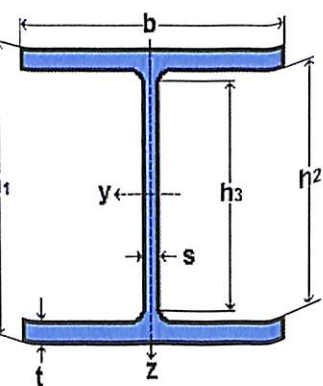
$$\text{hajlítási_ellenállás} = \text{"megfelel"}$$

Kihasználtság: $\rho := \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} = 8.44\%$

A főtartó keret HEA320 keretoszlopa a mértéka dó igénybevételekre szilárdsági szempontból megfelel.

5.4.7 Főtartó keretoszlop stabilitásvizsgálata:

5.4.7.1 Kihajlásvizsgálat keretsíkban (y-y tengely körül):



Befogási tényező számítása:

Keretoszlop hossza:

$$l_{hea} := 11 \text{ m}$$

keretgerenda hossza:

$$l_{ipe} := 16 \text{ m}$$

segédmennyiségek:

$$C := \frac{I_{hea340_y} \cdot l_{ipe}}{I_{ipe450_y} \cdot l_{hea}} = 1.19$$

$$\alpha := \frac{I_{hea340_y} \cdot 4}{l_{ipe}^2 \cdot A_{hea340}} = 0.00032$$

Befogási tényező:

$$\chi = 1.19$$

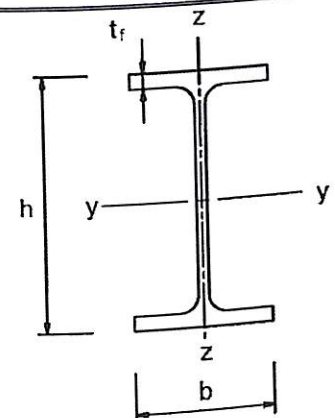
Kritikus erő:

$$N_{cr_hea_y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{hea340_y}}{(\nu_y \cdot l_{hea})^2} = 3343.73 \text{ kN}$$

Viszonyított karcsúság:

$$\lambda_{v_y} := \sqrt{\frac{A_{hea340} \cdot f_y}{N_{cr_hea_y}}} = 0.96863$$

Alakhiba tényező:

Keresztmetszet	Határok	A kihajlás tengelye	Kihajlási görbe	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y a b	a a ₀
		$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	y-y z-z b c	a a
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z b c	a a
		$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z d d	c c

Oldalarányok:

$$\frac{h_{hea340}}{b_{hea340}} = 1.1$$

Kihajlás tengelye:

y-y

Kihajlási görbe:

b

Kihajlási görbe	a ₀	a	b	c	d
Alakhiba tényező α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Alakhiba tényező:

$$\alpha := 0.34$$

Segédmenység:

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda_{v_y} - 0.2) + \lambda_{v_y}^2}{2} = 1.1$$

Kihajlási csökkentő tényező

$$\chi_y := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{v_y}^2}} = 0.62$$

Kihajlási ellenállás keretsíkbán:

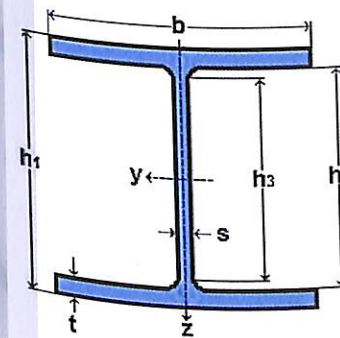
$$N_{b_{rd,y}} := \chi_y \cdot A_{hea340} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m1}} = 1935.8 \text{ kN}$$

$$kihajlási_ellenállás := \begin{cases} \text{if } N_{M_{ed}} > N_{b_{rd,y}} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg"} \\ \text{also if } N_{M_{ed}} < N_{b_{rd,y}} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel"} \end{cases}$$

$$kihajlási_ellenállás = \text{"megfelel"}$$

Kihasznátság: $\rho := \frac{N_{M_{ed}}}{N_{b_{rd,y}}} = 9.51\%$

5.4.7.2 Kihajlásvizsgálat keretsíkra merőlegesen (z-z tengely körül):



Befogási tényező számítása:

Keretoszlop hossza: $l_{hea} := 11 \text{ m}$

keretgerenda hossza: $l_{ipe} := 16 \text{ m}$

Befogási tényező: befogott-csuklós kapcsolatot tekintve: $\nu_z := 0.7$

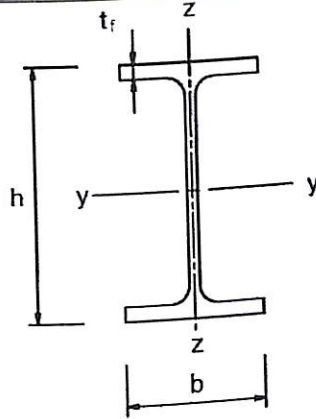
Kritikus erő:

$$N_{cr_hea_z} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{hea340_z}}{(\nu_z \cdot l_{hea})^2} = 2599.42 \text{ kN}$$

Viszonyított karcsúság:

$$\lambda_{\nu_z} := \sqrt{\frac{A_{hea340} \cdot f_y}{N_{cr_hea_z}}} = 1.09859$$

Alakhiba tényező:

Keresztmetszet	Határok	A kihajlás tengelye	Kihajlási görbe	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Hengerelt szelvények 	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a a ₀
		$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	y-y z-z	b c
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c
		$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d c

Oldalarányok:

Kihajlás tengelye:

Kihajlási görbe:

$$\frac{h_{hea340}}{b_{hea340}} = 1.1$$

$$z-z$$

$$c$$

Kihajlási görbe	a ₀	a	b	c	d
Alakhiba tényező α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Alakhiba tényező:

$$\alpha := 0.49$$

Segédmenység:

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda_{v,z} - 0.2) + \lambda_{v,z}^2}{2} = 1.32$$

Kihajlási csökkentő tényező

$$\chi_z := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{v,z}^2}} = 0.48$$

Kihajlási ellenállás keretsíkban:

$$N_{b_{rd,z}} := \chi_z \cdot A_{hea340} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m1}} = 1521.56 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{kihajlási_ellenállás} &:= \text{if } N_{M_ed} > N_{b_rd_z} \\ &\quad \parallel \text{"nem felel meg"} \\ &\text{also if } N_{M_ed} < N_{b_rd_z} \\ &\quad \parallel \text{"megfelel"} \end{aligned}$$

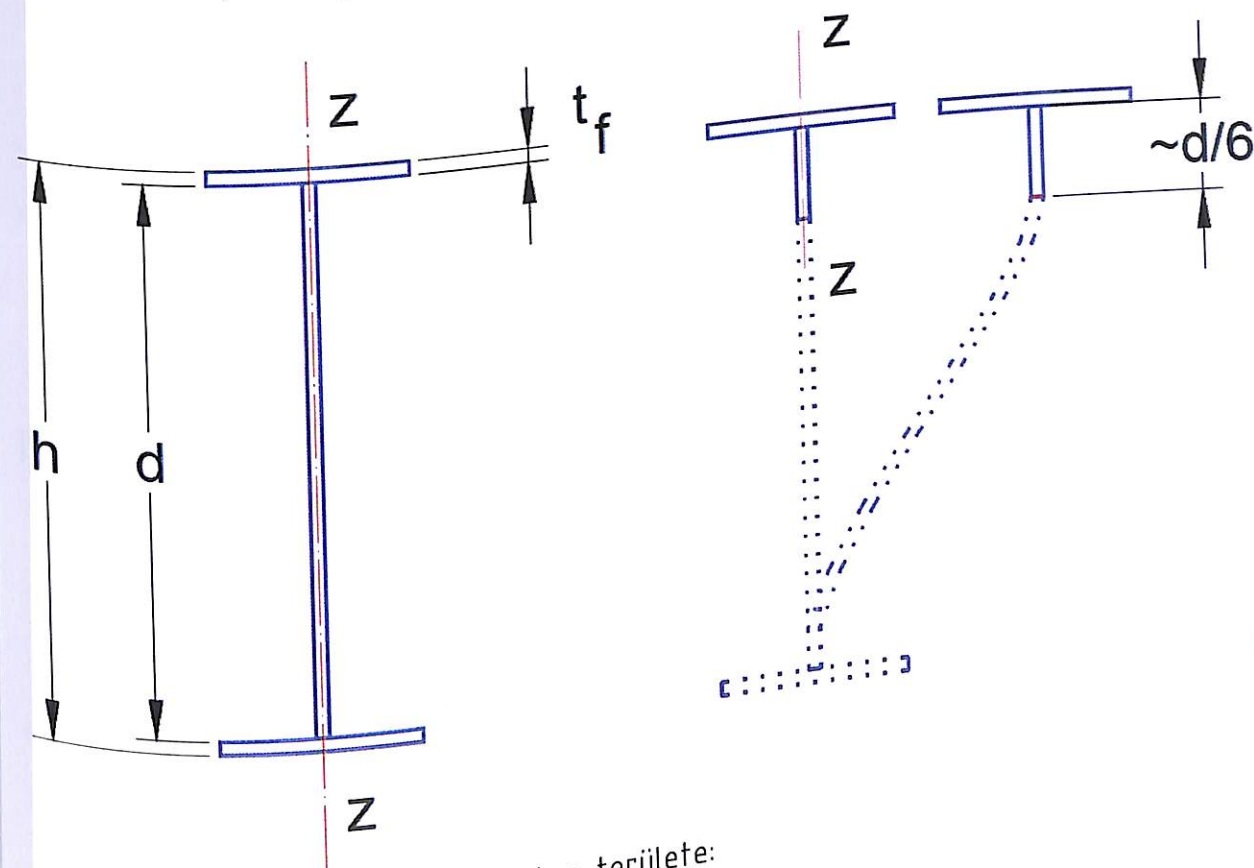
$$\text{kihajlási_ellenállás} = \text{"megfelel"}$$

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{N_{M_ed}}{N_{b_rd_z}} = 12.09\%$$

5.4.7.3 Kifordulásvizsgálat keretsíkra merőlegesen (z-z tengely körül):

A kifordulásvizsgálatot az egyszerűsített módszerrel végzem el. A haza mérnöki gyakorlat Övmerevség-vizsgálatnak nevezi. A módszer a kifordulásvizsgálatot visszavezeti a helyettesítő nyomott T elem kihajlásvizsgálatára.



Helyettesítő nyomott T elem területe:

$$d_{hea} := 243 \text{ mm}$$

$$A_{fz} := \frac{d_{hea}}{6} \cdot t_{w_hea340} + b_{hea340} \cdot t_{f_hea340} = 5334.75 \text{ mm}^2$$

A helyettesítő nyomott T elem inercianyomatéka z tengely körül:

$$I_{fz} := \frac{t_{f_hea340} \cdot b_{hea340}^3}{12} + \frac{\frac{d_{hea}}{6} \cdot t_{w_hea340}^3}{12} = 37127893.64 \text{ mm}^4$$

A helyettesítő nyomott T elem inerciasugara:

$$i_{fz} := \sqrt{\frac{I_{fz}}{A_{fz}}} = 83.42 \text{ mm}$$

A nyomott öv oldalirányú megtámasztásai közötti távolság a falvázgerendák figyelembevételével:

$$L_c := \frac{l_{hea}}{2} = 5.5 \text{ m}$$

A nyomatéki ábrától függő tényező,
a biztonság javára:

$$k_c := 1$$

A helyettesítő nyomott öv
viszonyított karcsúsága:

$$\lambda_{v_b} := \frac{k_c \cdot L_c}{i_{fz} \cdot \lambda_1} = 0.702$$

$$\lambda_{c0} := 0.5$$

Karcsúsági paraméter:

$$\begin{aligned} kifordulás &:= \text{if } \lambda_{v_b} > \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_hea340y}}{M_{max_ed}} \\ &\quad \parallel \text{"bekövetkezik"} \\ &\text{also if } \lambda_{v_b} < \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_hea340y}}{M_{max_ed}} \\ &\quad \parallel \text{"nem következik be"} \\ kifordulás &= \text{"nem következik be"} \end{aligned}$$

$$k_{fl} := 1.1$$

Módosító tényező:

Kihajlási görbe nem hegesztett szelvény esetén: "d" görbe

A helyettesítő nyomott öv kihajlást csökkentő tényezője:

A χ csökkentő tényező értékei				
redukált karcsúság	kihajlási görbe			
	„a”	„b”	„c”	„d”
$\bar{\lambda}$				
0,2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,3	0,9775	0,9641	0,9491	0,9235
0,4	0,9528	0,9261	0,8973	0,8504
0,5	0,9243	0,8842	0,8430	0,7793
0,6	0,8900	0,8371	0,7854	0,7100
0,7	0,8477	0,7837	0,7247	0,6431
0,8	0,7957	0,7245	0,6622	0,5797
0,9	0,7339	0,6612	0,5998	0,5208
1,0	0,6656	0,5970	0,5399	0,4671
1,1	0,5960	0,5352	0,4842	0,4189
1,2	0,5300	0,4781	0,4338	0,3762
1,3	0,4703	0,4269	0,3888	0,3385
1,4	0,4179	0,3817	0,3492	0,3055
1,5	0,3724	0,3422	0,3145	0,2766
1,6	0,3332	0,3079	0,2842	0,2512
1,7	0,2994	0,2781	0,2577	0,2289
1,8	0,2702	0,2521	0,2345	0,2093
1,9	0,2449	0,2294	0,2141	0,1920

$$\chi_{LT} := 0.6431$$

A keretoszlop kifordulási ellenállása:

$$M_{b_rd_hea_y} := \chi_{LT} \cdot k_{fl} \cdot M_{c_rd_hea340y} = 307.55 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} kifordulásra := & \text{if } M_{b_rd_hea_y} > M_{max_ed} \\ & \parallel \text{"megfelel"} \\ & \text{also if } M_{b_rd_hea_y} < M_{max_ed} \\ & \parallel \text{"nem felel meg"} \end{aligned}$$

$$kifordulásra = \text{"megfelel"}$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{M_{max_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} = 84.54\%$$

5.4.7.4 Kihajlás és kifordulás interakciója:

Konstans nyomatéki tényező:

$$C_{my} := 0.9$$

$$C_{mz} := 0.9$$

Kölcsönhatásai tényezők:

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{v_y} - 0.2) \cdot \frac{N_{M_ed} \cdot \gamma_{m1}}{N_{b_rd_y}} \right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{M_ed} \cdot \gamma_{m1}}{N_{b_rd_y}} \right) \right) = 0.96575$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy} = 0.5795$$

$$k_{zz} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_{v_z} - 0.6) \cdot \frac{N_{M_ed} \cdot \gamma_{m1}}{N_{b_rd_z}} \right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{M_ed} \cdot \gamma_{m1}}{N_{b_rd_z}} \right) \right) = 1.05$$

$$k_{yz} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.63$$

Kölcsönhatás vizsgálat:

$$\begin{aligned}
 \text{kölcsönhatás1} &:= \text{if } \frac{N_{M_ed}}{N_{b_rd_y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{max_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} < 1 \\
 &\quad \parallel \text{"megfelel"} \\
 &\text{also if } \frac{N_{M_ed}}{N_{b_rd_y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{max_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} > 1 \\
 &\quad \parallel \text{"nem felel meg"} \\
 &\quad \frac{N_{M_ed}}{N_{b_rd_y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{max_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} = 96.48\% \\
 \text{kölcsönhatás1} &= \text{"megfelel"}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{kölcsönhatás2} &:= \text{if } \frac{N_{M_ed}}{N_{b_rd_z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{max_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} < 1 \\
 &\quad \parallel \text{"megfelel"} \\
 &\text{also if } \frac{N_{M_ed}}{N_{b_rd_z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{max_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} > 1 \\
 &\quad \parallel \text{"nem felel meg"} \\
 &\quad \frac{N_{M_ed}}{N_{b_rd_z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{max_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} = 69.97\% \\
 \text{kölcsönhatás2} &= \text{"megfelel"}
 \end{aligned}$$

Maximális nyomaték és a hozzátartozó igénybevételekre a keretoszlop globális stabilitásvesztés szempontjából megfelel!

5.4.8.1 Keresztmetszetek ellenőrzése, szilárdsági vizsgálatok:

5.4.8.2 Keretoszlop:

Nyomási ellenállása:

$$N_{c_rd_hea340} := A_{hea340} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 3137.25 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} nyomási_ellenállás &:= \text{if } N_{max_ed} > N_{c_rd_hea340} \\ &\quad || \text{ "nem felel meg" } \\ &\text{also if } N_{max_ed} < N_{c_rd_hea340} \\ &\quad || \text{ "megfelel" } \end{aligned}$$

$$nyomási_ellenállás = \text{"megfelel"}$$

$$kölsönhatás_N := \text{if } (N_{max_ed} > 0.25 N_{c_rd_hea340}, \text{"kell vizsgálni"}, \text{"nem kell vizsgálni"})$$

$$kölsönhatás_N = \text{"nem kell vizsgálni"}$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{N_{max_ed}}{N_{c_rd_hea340}} = 7.65\%$$

Nyírási ellenállása:

$$V_{c_rd_hea340} := \frac{A_{hea340_vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = 609.87 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} nyírási_ellenállás &:= \text{if } V_{ed} > V_{c_rd_hea340} \\ &\quad || \text{ "nem felel meg" } \\ &\text{also if } V_{ed} < V_{c_rd_hea340} \\ &\quad || \text{ "megfelel" } \end{aligned}$$

$$nyírási_ellenállás = \text{"megfelel"}$$

$$kölsönhatás_V := \text{if } (V_{ed} > 0.5 V_{c_rd_hea340}, \text{"kell vizsgálni"}, \text{"nem kell vizsgálni"})$$

$$kölsönhatás_V = \text{"nem kell vizsgálni"}$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{V_{ed}}{V_{c_rd_hea340}} = 18.04\%$$

Hajlítási ellenállása y-y tengely körül:

$$M_{c_rd_hea340y} := W_{hea340_y_pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 434.75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} hajlítási_ellenállás &:= \text{if } M_{N_ed} > M_{c_rd_hea340y} \\ &\quad || \text{ "nem felel meg" } \\ &\text{also if } M_{N_ed} < M_{c_rd_hea340y} \\ &\quad || \text{ "megfelel" } \end{aligned}$$

$$hajlítási_ellenállás = \text{"megfelel"}$$

$$\text{Kihasznátltság: } \rho := \frac{M_{N_ed}}{M_{c_rd_hea340y}} = 49.45\%$$

Hajlítási ellenállása z-z tengely körül:

$$M_{c_rd_hea340z} := W_{hea340_z_pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 177.64 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} hajlítási_ellenállás &:= \text{if } M_{z_ed} > M_{c_rd_hea340z} \\ &\quad || \text{ "nem felel meg" } \\ &\text{also if } M_{z_ed} < M_{c_rd_hea340z} \\ &\quad || \text{ "megfelel" } \end{aligned}$$

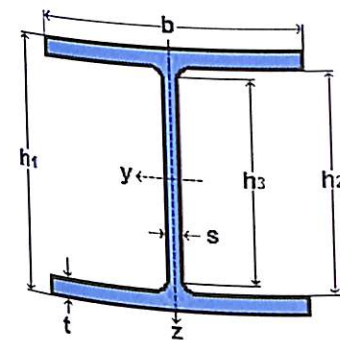
$$hajlítási_ellenállás = \text{"megfelel"}$$

$$\text{Kihasznátltság: } \rho := \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} = 8.44\%$$

A főtartó keret HEA320 keretoszlopa a mértékadó igénybevételekre szilárdsági szempontból megfelel.

5.4.9 Főtartó keretoszlop stabilitásvizsgálata:

5.4.9.1 Kihajlászvizsgálat keretsíkban (y-y tengely körül):



Befogási tényező számítása:

Keretoszlop hossza: $l_{hea} := 11 \text{ m}$

keretgerenda hossza: $l_{ipe} := 16 \text{ m}$

segédmennyiségek:

$$c := \frac{I_{hea340_y} \cdot l_{ipe}}{I_{ipe450_y} \cdot l_{hea}} = 1.19$$

$$\alpha := \frac{I_{hea340_y} \cdot 4}{l_{ipe}^2 \cdot A_{hea340}} = 0.00032$$

Befogási tényező:

$$\nu_y := \sqrt{1 + 0.35 \cdot (c + 6 \cdot \alpha) - 0.017 \cdot (c \cdot 6 \cdot \alpha)^2} = 1.19$$

Kritikus erő:

$$N_{cr_hea_y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{hea340_y}}{(\nu_y \cdot l_{hea})^2} = 3343.73 \text{ kN}$$

Viszonyított karcsúság:

$$\lambda_{v_y} := \sqrt{\frac{A_{hea340} \cdot f_y}{N_{cr_hea_y}}} = 0.96863$$

Alakhiba tényező:

Alakhiba tényező:

Keresztmetszet

The diagram shows a cross-section of an I-beam. The vertical axis is labeled 'z' and the horizontal axis is labeled 'y'. The total height is 'h' and the total width is 'b'. The flange thickness is 't_f'. The web is centered on the 'y' axis.

Hengerelt szelvények

Határok

A kihajlás
tengelye

Kihajlási görbe

S 235
S 275
S 355
S 420

S 460

$h/b > 1.2$

$t_f \leq 40 \text{ mm}$

y-y
z-z

a
b

a₀
a₀

$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$

y-y
z-z

b
c

a
a

$h/b \leq 1.2$

$t_f \leq 100 \text{ mm}$

y-y
z-z

b
c

a
a

$t_f > 100 \text{ mm}$

y-y
z-z

d
d

c
c

Oldalarányok: $\frac{h_{hea340}}{b_{hea340}} = 1.1$

Kihajlás tengelye: y-y

Kihajlási görbe: b

	a_0	a	b	c	d
Kihajlási görbe					
Alakhiba tényező α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Alakhiba tényező: $\alpha := 0.34$

Segédmenyiség: $\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda_{v-y} - 0.2) + \lambda_{v-y}^2}{2} = 1.1$

Kihajlási csökkentő tényező $\chi_y := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{v-y}^2}} = 0.62$

Kihajlási ellenállás keretsíkban:

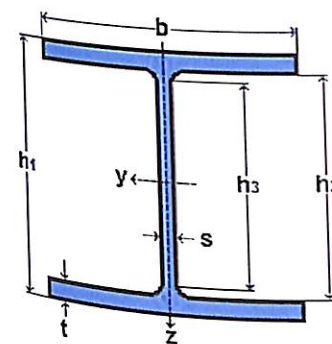
$$N_{b_{rd_y}} := \chi_y \cdot A_{hea340} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m1}} = 1935.8 \text{ kN}$$

$$kihajlási_ellenállás := \begin{cases} \text{if } N_{max_ed} > N_{b_{rd_y}} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \\ \text{also if } N_{max_ed} < N_{b_{rd_y}} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel" } \end{cases}$$

$$kihajlási_ellenállás = \text{"megfelel"}$$

Kihasználtság: $\rho := \frac{N_{max_ed}}{N_{b_{rd_y}}} = 12.4\%$

5.4.9.3 Kihajlásvizsgálat keretsíkra merőlegesen (z-z tengely körül):



Befogási tényező számítása:

Keretoszlop hossza: $l_{hea} := 11 \text{ m}$

Keretgerenda hossza: $l_{ipe} := 16 \text{ m}$

Befogási tényező: befogott-csuklós kapcsolatot tekintve: $\nu_z := 0.7$

Kritikus erő:

$$N_{cr_hea_z} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{hea340_z}}{(\nu_z \cdot l_{hea})^2} = 2599.42 \text{ kN}$$

Viszonyított karcsúság:

$$\lambda_{v_z} := \sqrt{\frac{A_{hea340} \cdot f_y}{N_{cr_hea_z}}} = 1.09859$$

Alakhiba tényező:

Keresztmetszet	Határok	A kihajlás tengelye	Kihajlási görbe	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
	$h/b > 1.2$	y-y z-z	a b	a ₀ a ₀
	$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	y-y z-z	b c	a a
$h/b \leq 1.2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	a a
	$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d d	c c

Oldalarányok:

$$\frac{h_{hea340}}{b_{hea340}} = 1.1$$

Kihajlás tengelye:

z-z

Kihajlási görbe:

c

Kihajlási görbe	a ₀	a	b	c	d
Alakhiba tényező α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Alakhiba tényező:

$$\alpha := 0.49$$

Segédmenyiség:

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda_{v_z} - 0.2) + \lambda_{v_z}^2}{2} = 1.32$$

Kihajlási csökkentő tényező

$$\chi_z := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{v_z}^2}} = 0.48$$

Kihajlási ellenállás keretsíkban:

$$N_{b_{rd_z}} := \chi_z \cdot A_{heo340} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m1}} = 1521.56 \text{ kN}$$

kihajlási_ellenállás := if $N_{max_{ed}} > N_{b_{rd_z}}$
 || "nem felel meg"
 also if $N_{max_{ed}} < N_{b_{rd_z}}$
 || "megfelel"

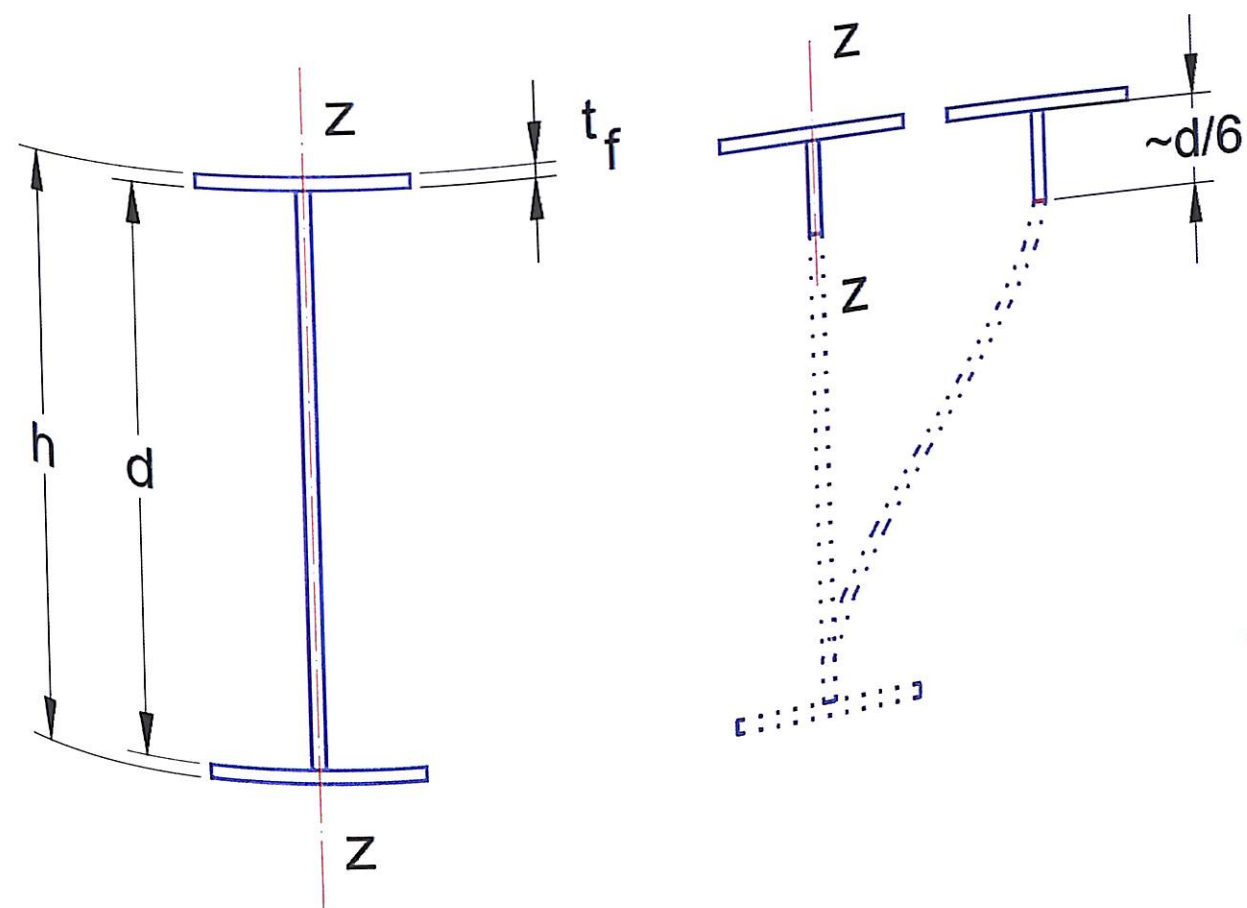
kihajlási_ellenállás = "megfelel"

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{N_{max_{ed}}}{N_{b_{rd_z}}} = 15.77\%$$

5.4.9.3 Kifordulásvizsgálat keretsíkra merőlegesen (z-z tengely körül):

A kifordulásvizsgálatot az egyszerűsített módszerrel végzem el. A haza mérnöki gyakorlat Övmerevség-vizsgálatnak nevezi. A módszer a kifordulásvizsgálatot visszavezeti a helyettesítő nyomott T elem kihajlásvizsgálatára.



Helyettesítő nyomott T elem területe:

$$d_{hea} := 243 \text{ mm}$$

$$A_{fz} := \frac{d_{hea}}{6} \cdot t_{w_hea340} + b_{hea340} \cdot t_{f_hea340} = 5334.75 \text{ mm}^2$$

A helyettesítő nyomott T elem inercianyomatéka z tengely körül:

$$I_{fz} := \frac{t_{f_hea340} \cdot b_{hea340}^3}{12} + \frac{\frac{d_{hea}}{6} \cdot t_{w_hea340}^3}{12} = 37127893.64 \text{ mm}^4$$

A helyettesítő nyomott T elem inerciasugara:

$$i_{fz} := \sqrt{\frac{I_{fz}}{A_{fz}}} = 83.42 \text{ mm}$$

A nyomott öv oldalirányú megtámasztásai közötti távolság a falvázgerendák figyelembevételével:

$$L_c := \frac{l_{hea}}{2} = 5.5 \text{ m}$$

A nyomatéki ábrától függő tényező,
a biztonság javára:

$$k_c := 1$$

$$\lambda_{v_b} := \frac{k_c \cdot L_c}{i_{fz} \cdot \lambda_1} = 0.702$$

A helyettesítő nyomott öv
viszonyított karcsúsága:

$$\lambda_{c0} := 0.5$$

Karcsúsági paraméter:

$$\begin{aligned} kifordulás &:= \text{if } \lambda_{v_b} > \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_hea340y}}{M_{N_ed}} \\ &\quad \parallel \text{"bekövetkezik"} \\ &\quad \text{also if } \lambda_{v_b} < \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_hea340y}}{M_{N_ed}} \\ &\quad \parallel \text{"nem következik be"} \\ kifordulás &= \text{"nem következik be"} \end{aligned}$$

$$k_{fl} := 1.1$$

Módosító tényező:

Kihajlási görbe nem hegesztett szelvény esetén: "d" görbe

A helyettesítő nyomott öv kihajlást csökkentő tényezője:

A χ csökkentő tényező értékei				
redukált karcsúság	kihajlási görbe			
	„a”	„b”	„c”	„d”
$\bar{\lambda}$				
0,2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,3	0,9775	0,9641	0,9491	0,9235
0,4	0,9528	0,9261	0,8973	0,8504
0,5	0,9243	0,8842	0,8430	0,7793
0,6	0,8900	0,8371	0,7854	0,7100
0,7	0,8477	0,7837	0,7247	0,6431
0,8	0,7957	0,7245	0,6622	0,5797
0,9	0,7339	0,6612	0,5998	0,5208
1,0	0,6656	0,5970	0,5399	0,4671
1,1	0,5960	0,5352	0,4842	0,4189
1,2	0,5300	0,4781	0,4338	0,3762
1,3	0,4703	0,4269	0,3888	0,3385
1,4	0,4179	0,3817	0,3492	0,3055
1,5	0,3724	0,3422	0,3145	0,2766
1,6	0,3332	0,3079	0,2842	0,2512
1,7	0,2994	0,2781	0,2577	0,2289
1,8	0,2702	0,2521	0,2345	0,2093
1,9	0,2449	0,2294	0,2141	0,1920

$$\chi_{LT} := 0.6431$$

A keretoszlop kifordulási ellenállása:

$$M_{b_{rd_hea_y}} := \chi_{LT} \cdot k_{fl} \cdot M_{c_{rd_hea340y}} = 307.55 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$kifordulásra := \begin{cases} \text{if } M_{b_{rd_hea_y}} > M_{N_ed} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel" } \\ \text{also if } M_{b_{rd_hea_y}} < M_{N_ed} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \end{cases}$$

$$kifordulásra = \text{"megfelel"}$$

Kihasználtság: $\rho := \frac{M_{N_ed}}{M_{b_{rd_hea_y}}} = 69.91\%$

5.4.9.5 Kihajlás és kifordulás interakciója:

$$C_{my} := 0.9$$

Konstans nyomatéki tényező:

$$C_{mz} := 0.9$$

Kölcsönhatásai tényezők:

$$k_{yy} := \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_{v_y} - 0.2) \cdot \frac{N_{max_ed} \cdot \gamma_{m1}}{N_{b_rd_y}} \right), C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{max_ed} \cdot \gamma_{m1}}{N_{b_rd_y}} \right) \right) = 0.98577$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy} = 0.5915$$

$$k_{zz} := \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_{v_z} - 0.6) \cdot \frac{N_{max_ed} \cdot \gamma_{m1}}{N_{b_rd_z}} \right), C_{mz} \cdot \left(1 + 1.4 \cdot \frac{N_{max_ed} \cdot \gamma_{m1}}{N_{b_rd_z}} \right) \right) = 1.1$$

$$k_{yz} := 0.6 \cdot k_{zz} = 0.66$$

Kölcsönhatás vizsgálat:

$$\begin{aligned}
 \text{kölcsönhatás1} &:= \text{if } \frac{N_{max_ed}}{N_{b_rd_y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{N_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} < 1 \\
 &\quad \parallel \text{"megfelel"} \\
 &\text{also if } \frac{N_{max_ed}}{N_{b_rd_y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{N_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} > 1 \\
 &\quad \parallel \text{"nem felel meg"} \\
 &\quad \frac{N_{max_ed}}{N_{b_rd_y}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{N_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} = 86.88\%
 \end{aligned}$$

kölcsönhatás1 = "megfelel"

$$\begin{aligned}
 \text{kölcsönhatás2} &:= \text{if } \frac{N_{max_ed}}{N_{b_rd_z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{N_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} < 1 \\
 &\quad \parallel \text{"megfelel"} \\
 &\text{also if } \frac{N_{max_ed}}{N_{b_rd_z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{N_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} > 1 \\
 &\quad \parallel \text{"nem felel meg"} \\
 &\quad \frac{N_{max_ed}}{N_{b_rd_z}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{N_ed}}{M_{b_rd_hea_y}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z_ed}}{M_{c_rd_hea340z}} = 66.4\%
 \end{aligned}$$

kölcsönhatás2 = "megfelel"

Maximális normálerő és a hozzátartozó igénybevételekre a keretoszlop globális stabilitásvesztés szempontjából megfelel!

5.4.10.1 Keretgerenda:

$$N_{ed_ipe} := 100 \text{ kN}$$

$$V_{ed_ipe} := 105 \text{ kN}$$

Nyomási ellenállása:

$$N_{c_rd_ipe450} := A_{ipe450} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 2321.8 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} nyomási_ellenállás &:= \text{if } N_{ed_ipe} > N_{c_rd_ipe450} \\ &\quad \parallel \text{"nem felel meg"} \\ &\text{also if } N_{ed_ipe} < N_{c_rd_ipe450} \\ &\quad \parallel \text{"megfelel"} \end{aligned}$$

$$nyomási_ellenállás = \text{"megfelel"}$$

$$kölsönhatás_N := \text{if } (N_{ed_ipe} > 0.25 N_{c_rd_ipe450}, \text{"kell vizsgálni"}, \text{"nem kell vizsgálni"})$$

$$kölsönhatás_N = \text{"nem kell vizsgálni"}$$

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{N_{ed_ipe}}{N_{c_rd_ipe450}} = 4.31\%$$

Nyírási ellenállása:

$$V_{c_rd_ipe450} := \frac{A_{ipe450_vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = 690.6 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} nyírási_ellenállás &:= \text{if } V_{ed_ipe} > V_{c_rd_ipe450} \\ &\quad \parallel \text{"nem felel meg"} \\ &\text{also if } V_{ed_ipe} < V_{c_rd_ipe450} \\ &\quad \parallel \text{"megfelel"} \end{aligned}$$

$$nyírási_ellenállás = \text{"megfelel"}$$

$$kölsönhatás_V := \text{if } (V_{ed_ipe} > 0.5 V_{c_rd_ipe450}, \text{"kell vizsgálni"}, \text{"nem kell vizsgálni"})$$

$$kölsönhatás_V = \text{"nem kell vizsgálni"}$$

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{V_{ed_ipe}}{V_{c_rd_ipe450}} = 15.2\%$$

Hajlítási ellenállása:

$$M_{c_rd_ipe450} := W_{ipe450_y_pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 399.97 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{hajlítási_ellenállás} &:= \text{if } M_{max_ed} > M_{c_rd_ipe450} \\ &\quad \parallel \text{"nem felel meg"} \\ &\text{also if } M_{max_ed} < M_{c_rd_ipe450} \\ &\quad \parallel \text{"megfelel"} \end{aligned}$$

$$\text{hajlítási_ellenállás} = \text{"megfelel"}$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{M_{max_ed}}{M_{c_rd_ipe450}} = 65\%$$

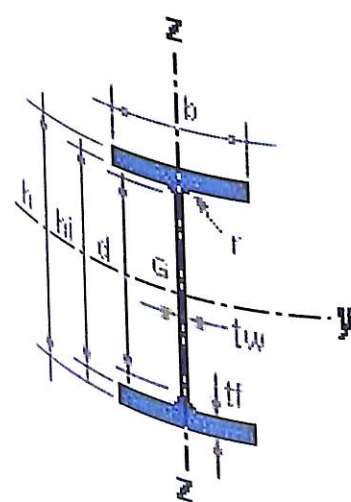
A főtartó keret IPE450 keretgerendája a mértékadó igénybevételekre szilárdsági szempontból megfelel.

5.4.11 Főtartó keretgerenda stabilitásvizsgálata:

5.4.11.1 Kihajlávizsgálat:

Tekintettel arra, hogy a vizsgált szelvény 2-3 nagyságrenddel nagyobb igénybevételt képes felvenni stabilitásvesztés nélkül, mint amekkora a vizsgált szelvényre hat, a kihajlávizsgálatot mellőzöm.

5.4.11.2 Kifordulásvizsgálat keretsíkra merőlegesen (z-z tengely körül):



A kifordulásvizsgálatot az egyszerűsített módszerrel végzem el. A haza mérnöki gyakorlat övmerevségvizsgálatnak nevezi. A módszer a kifordulásvizsgálatot visszavezeti a helyettesítő nyomott T elem kihajlávizsgálatára.

$$\begin{aligned} \text{Helyettesítő T elem területe: } d_{ipe} &:= 378.8 \text{ mm} \\ A_{fz_ipe} &:= \frac{d_{ipe}}{6} \cdot t_{w_ipe450} + b_{ipe450} \cdot t_{f_ipe450} = 3367.45 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Helyettesítő T elem inercianyomatéka:

$$I_{fz_ipe} := \frac{\frac{d_{ipe} \cdot t_{w_ipe450}^3}{6}}{12} + \frac{\frac{b_{ipe450}^3 \cdot t_{f_ipe450}}{12}}{12} = 8349486.46 \text{ mm}^4$$

Helyettesítő T elem inerciasugara:

$$i_{fz_ipe} := \sqrt{\frac{I_{fz_ipe}}{A_{fz_ipe}}} = 49.79 \text{ mm}$$

A nyomott öv oldalirányú megtámasztásai közötti távolság: a szelemenek vízszintes elmozdulással szemben megtámasztják a keretgerendát.

$$L_{c_ipe} := 1.4 \text{ m}$$

A helyettesítő T elem viszonyított karcsúsága:

$$\lambda_{v_ipe} := \frac{k_c \cdot L_{c_ipe}}{i_{fz_ipe} \cdot \lambda_1} = 0.2994$$

$$kifordulás := \text{if } \lambda_{v_ipe} > \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_ipe450}}{M_{max_ed}}$$

$$\parallel \text{ "bekövetkezik" } \\ \text{also if } \lambda_{v_ipe} < \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_ipe450}}{M_{max_ed}}$$

$$\parallel \text{ "nem következik be" }$$

$$kifordulás = \text{"nem következik be"}$$

$$\lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_ipe450}}{M_{max_ed}} = 0.77$$

$$k_{fl} := 1.1$$

"d" görbe

Módosító tényező:

Kihajlási görbe nem hegesztett szelvény esetén:

A helyettesítő nyomott öv kihajlást csökkentő tényezője:

$$\chi_{LT_ipe} := 0.9235$$

A keretoszlop kifordulási ellenállása:

$$M_{b_rd_ipe} := \chi_{LT_ipe} \cdot k_{fl} \cdot M_{c_rd_ipe450} = 406.31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$kifordulásra :=$ if $M_{b_rd_ipe} > M_{max_ed}$
|| "megfelel"
also if $M_{b_rd_ipe} < M_{max_ed}$
|| "nem felel meg"

$kifordulásra =$ "megfelel"

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{M_{max_ed}}{M_{b_rd_ipe}} = 63.99\%$$

5.5 Falvázoszlop ellenőrzése:

Tehermodell: felületi megoszlo teher redukálása h_0 szamenti megoszlo teherre.

Geometriai és mechanikai jellemzők:

Falvázoszlop szelvénye:

HEA200

Falvázoszlop keresztmetszeti területe:

$$A_{falváz} := 53.8 \text{ cm}^2$$

Falvázoszlop erős keresztmetszeti tényezője:

$$W_{z_{falváz}} := 429.5 \text{ cm}^3$$

Falvázoszlop nyírt km-i területe:

$$A_{z_{falváz}} := 18.08 \text{ cm}^2$$

Falvázoszlop hossza (mértékadó):

$$l_{falváz} := 11.8 \text{ m}$$

Falvázoszlop terhelési sávja:

$$t_{falváz} := 3.35 \text{ m}$$

HEA200 öv vastagság:

$$t_{falváz} := 10 \text{ mm}$$

HEA200 gerinc vastagság:

$$t_{fb} := 6.5 \text{ mm}$$

HEA200 magasság:

$$h_{hea200} := 190 \text{ mm}$$

HEA200 szélesség:

$$b_{hea200} := 200 \text{ mm}$$

5.5.1 Állandó teher:

Falvázoszlop (HEA200) súlya:

$$G_{falváz_{he}} := 0.45 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_{z150} := 0.04 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot t_{falváz} = 0.13 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Falvázoszlop (HEA200) súlya:

$$G_{falváz_{he}} := 0.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot t_{falváz} = 1.01 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

5.5.2 Esetleges teher:

5.5.2.1 Szélteher:

Torlónyomás csúcsértéke:

$$q_{pz} := 0.637 \frac{kN}{m^2}$$

Nyomási tényező:

$$c_{pe10_A} := 0.8$$

$$P_w := (q_{pz} \cdot c_{pe10_A} \cdot t_{falváz}) = 1.71 \frac{kN}{m}$$

$$P_{we} := (q_{pz} \cdot c_{pe10_A} \cdot t_{falváz}) \cdot \gamma_Q = 2.58 \frac{kN}{m}$$

5.5.3 Igénybevételek:

Normálerő:

$$G_- := G_{falváz_hea} \cdot l_{falváz} + G_{falpanel} \cdot l_{falváz} = 17.17 kN$$

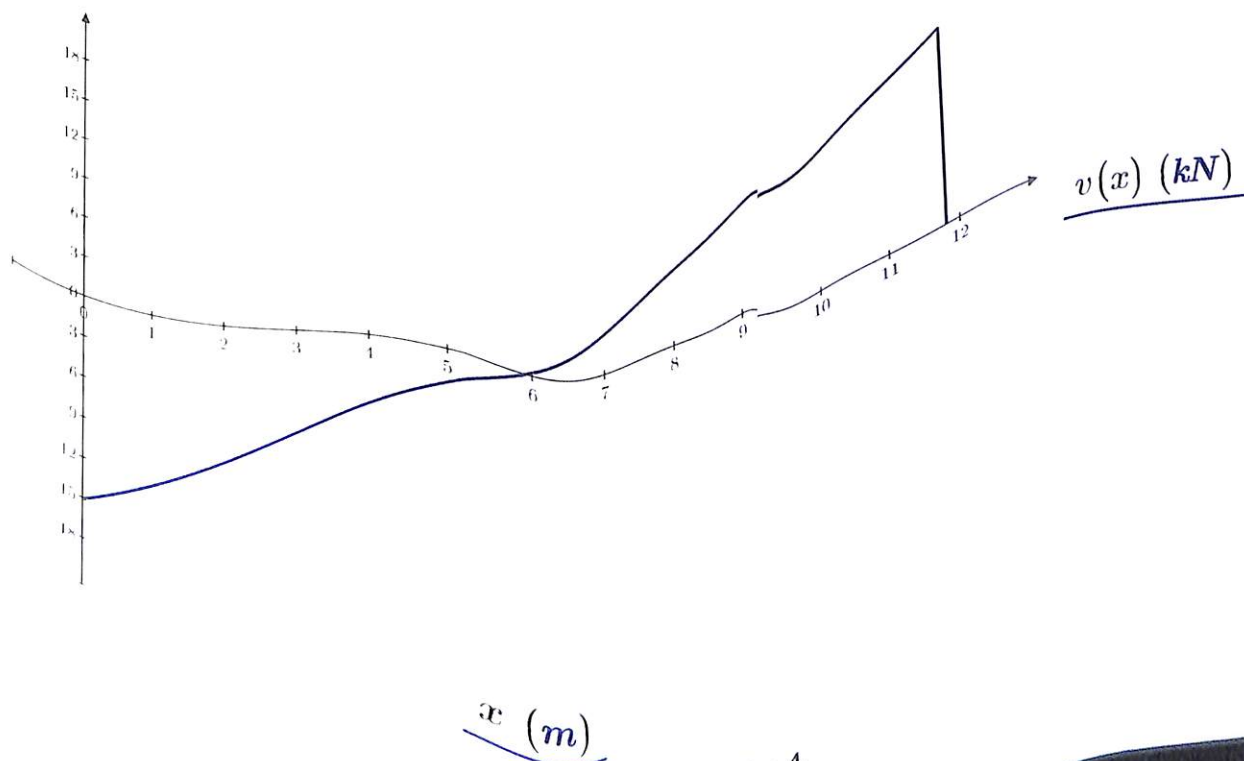
$$N_{ed} := \gamma_G \cdot G_- + \gamma_G \cdot 4 \cdot G_{Z150} = 23.9 kN$$

Nyíróerő:

$$V_{ed} := \frac{P_{we} \cdot l_{falváz}}{2} = 15.11 kN$$

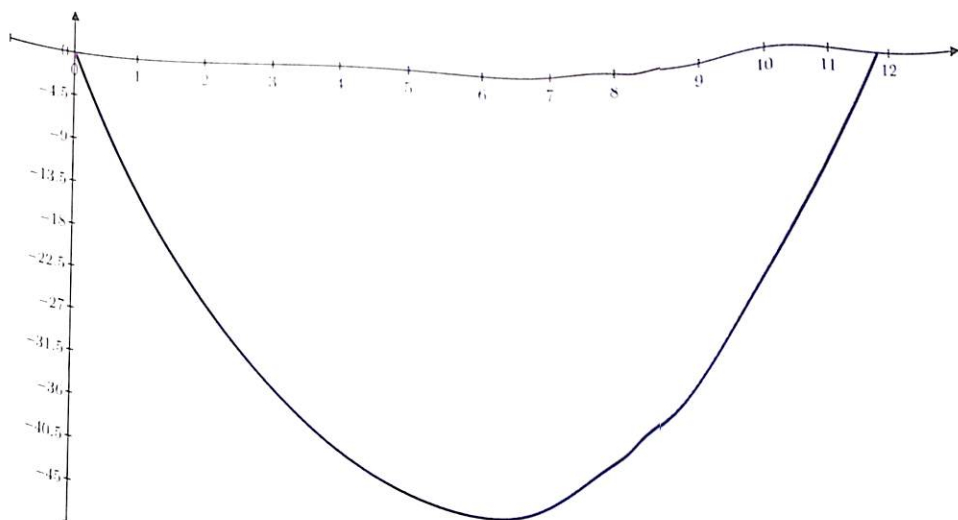
$$v(x) := -V_{ed} + P_{we} \cdot x - (x = l_{falváz}) V_{ed}$$

$$x := 0 mm, 1 mm \dots l_{falváz}$$



Nyomaték:

$$m(x) := -V_{ed} \cdot x + P_{we} \cdot x \cdot \frac{x}{2}$$



$m(x) \text{ (kN} \cdot \text{m)}$

$x := 0 \text{ mm}$

$x \text{ (m)}$

$x := \text{minimize}(m, x)$

$$M_{ed} := |m(x)| = 44.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

5.5.4 Keresztmetszetek ellenőrzése (szilárdsági vizsgálatok):

Nyomási ellenállása:

$$N_{c_rd_falváz} := A_{falváz} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 1264.3 \text{ kN}$$

$$\text{nyomási_ellenállás} := \begin{cases} \text{if } N_{ed} > N_{c_rd_falváz} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \\ \text{also if } N_{ed} < N_{c_rd_falváz} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel" } \end{cases}$$

$$\text{nyomási_ellenállás} = \text{"megfelel"}$$

$$\text{kölcsönhatás_N} := \text{if } (N_{ed} > 0.25 \cdot N_{c_rd_falváz}, \text{"kell vizsgálni"}, \text{"nem kell vizsgálni"})$$

$$\text{kölcsönhatás_N} = \text{"nem kell vizsgálni"}$$

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{N_{ed}}{N_{c_rd_falváz}} = 1.89\%$$

Nyírási ellenállása:

$$V_{c_rd_falváz} := \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = 245.3 \text{ kN}$$

$$\text{nyírási_ellenállás} := \begin{cases} \text{if } V_{ed} > V_{c_rd_falváz} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg"} \\ \text{also if } V_{ed} < V_{c_rd_falváz} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel"} \end{cases}$$

$$\text{nyírási_ellenállás} = \text{"megfelel"}$$

$$\text{kölcsönhatás}_V := \text{if } (V_{ed} > 0.5 V_{c_rd_falváz}, \text{"kell vizsgálni"}, \text{"nem kell vizsgálni"})$$

$$\text{kölcsönhatás}_V = \text{"nem kell vizsgálni"}$$

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{V_{ed}}{V_{c_rd_falváz}} = 6.16\%$$

Hajlítási ellenállása:

$$M_{c_rd_falváz} := W_{y_falváz} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 100.93 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{hajlítási_ellenállás} := \begin{cases} \text{if } M_{ed} > M_{c_rd_falváz} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg"} \\ \text{also if } M_{ed} < M_{c_rd_falváz} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel"} \end{cases}$$

$$\text{hajlítási_ellenállás} = \text{"megfelel"}$$

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{M_{ed}}{M_{c_rd_falváz}} = 44.16\%$$

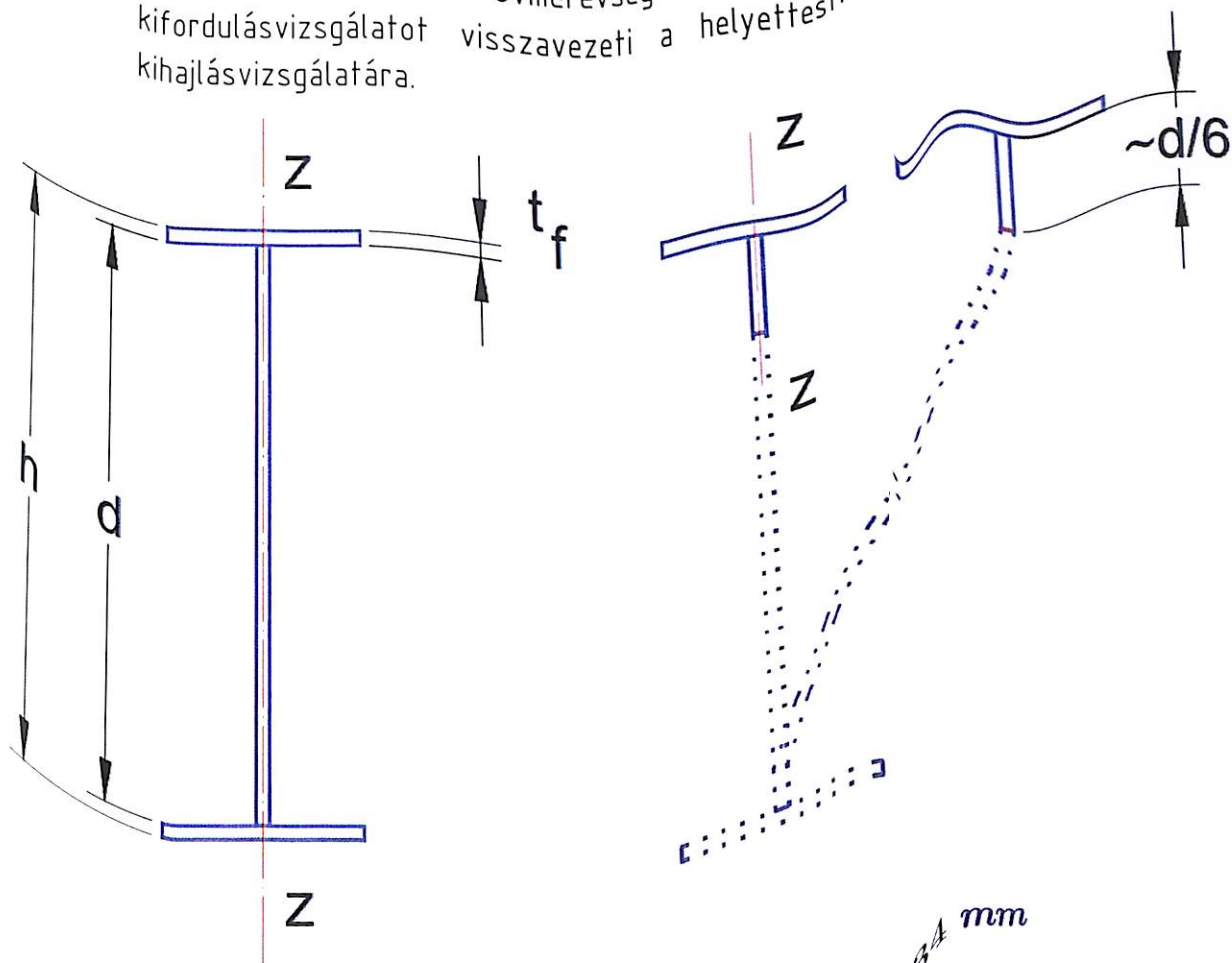
5.5.5 Stabilitási vizsgálatok:

5.5.5.1 Kihajlás vizsgálat:

Tekintettel a csekely normálerőre, és arra, hogy a szilárdsági vizsgálat is magabiztosan teljesítette a szelvényt, a vizsgálattól mellőzöm.

5.5.5.2 Kifordulás vizsgálat z-z tengely körül:

A kifordulásvizsgálatot az egyszerűsített módszerrel végzem el. A haza mérnöki gyakorlat Övmerevség-vizsgálatnak nevezi. A módszer a kifordulásvizsgálatot visszavezeti a helyettesítő nyomott T elem kihajlásvizsgálatára.



Helyettesítő nyomott T elem területe:

$$A_{fz} := \frac{d_{hea}}{6} \cdot t_w + b_{hea200} \cdot t_f = 2145,17 \text{ mm}^2$$

$$d_{hea} := 134 \text{ mm}$$

A helyettesítő nyomott T elem inercianyomása téka z tengely körül:

$$I_{fz} := \frac{t_f \cdot b_{hea200}^3}{12} + \frac{d_{hea} \cdot t_w^3}{12} = 6667177.77 \text{ mm}^4$$

A helyettesítő nyomott T elem inerciasugara:

$$i_{fz} := \sqrt{\frac{I_{fz}}{A_{fz}}} = 55.75 \text{ mm}$$

A nyomott öv oldalirányú megtámasztásai közötti távolság a falvázgerendák figyelembevételével:

$$L_c := \frac{l_{falváz}}{3} = 3.93 \text{ m}$$

$$k_c := 0.94$$

A nyomatéki ábrától függő tényező:

$$\lambda_{v_b} := \frac{k_c \cdot L_c}{i_{fz} \cdot \lambda_1} = 0.7062$$

A helyettesítő nyomott öv viszonyított karcsúsága:

$$\lambda_{c0} := 0.5$$

Karcsúsági paraméter:

$$\text{kifordulás} := \begin{cases} \text{if } \lambda_{v_b} > \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_falváz}}{M_{ed}} \\ \quad \parallel \text{"bekövetkezik"} \\ \text{also if } \lambda_{v_b} < \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_falváz}}{M_{ed}} \\ \quad \parallel \text{"nem következik be"} \end{cases}$$

$$\lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c_rd_falváz}}{M_{ed}} = 1.13$$

$$\text{kifordulás} = \text{"nem következik be"}$$

Módosító tényező:

$$k_{fl} := 1.1$$

Kihajlási görbe nem hegesztett szelvény esetén: "c" görbe

A helyettesítő nyomott öv támasztási pontjai közötti távolság

0.64

A falvázoszlop kifordulási ellenállás $\Rightarrow$:

$$M_{b_rd_falváz} := \chi_{LT} \cdot k_{fl} \cdot M_{c_rd_falváz} = 71.06 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

kifordulásra := if $M_{b_rd_falváz} \geq M_{ed}$
 || "megfelel"
 also if $M_{b_rd_falváz} < M_{ed}$
 || "nem felel meg"

kifordulásra = "megfelel"

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{M_{ed}}{M_{b_rd_falváz}} = 62.72\%$$

5.5.6 Használhatósági határállapot:

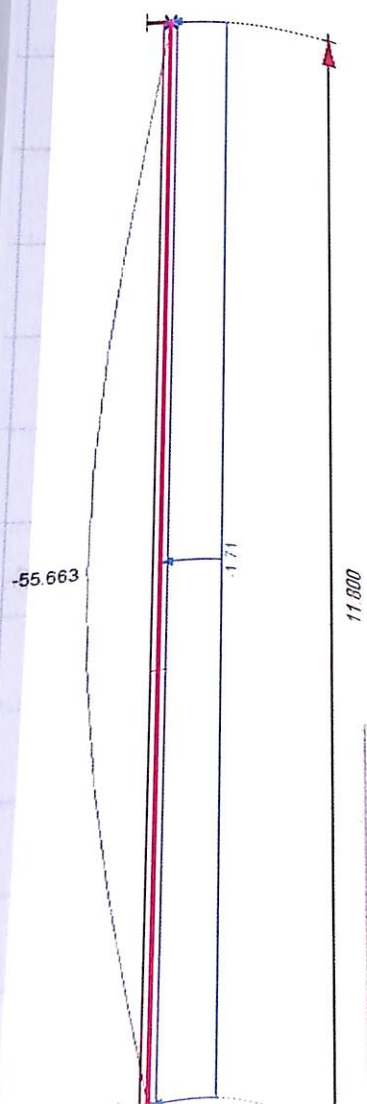
Megengedhető alakváltozás:

$$e_{max} := \frac{l_{falváz}}{200} = 59 \text{ mm}$$

Keletkező alakváltozás:

$$e_{falváz} := 56 \text{ mm}$$

alakváltozás := if $e_{max} > e_{falváz}$
 || "megfelel"
 also if $e_{max} < e_{falváz}$
 || "nem felel meg"



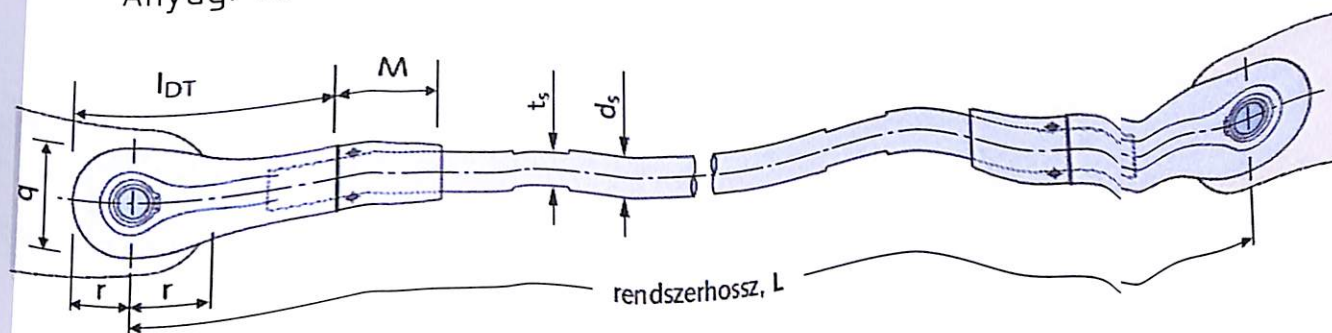
Min eX	
1. rúd	
Eset: ST1	
eX [mm] =	-55.663
eY [mm] =	0
eZ [mm] =	0
rx [rad] =	0
ry [rad] =	0
rz [rad] =	0
eR [mm] =	55.663
tr [rad] =	0

OK

5.6 Merevítőrendszer méretezése:

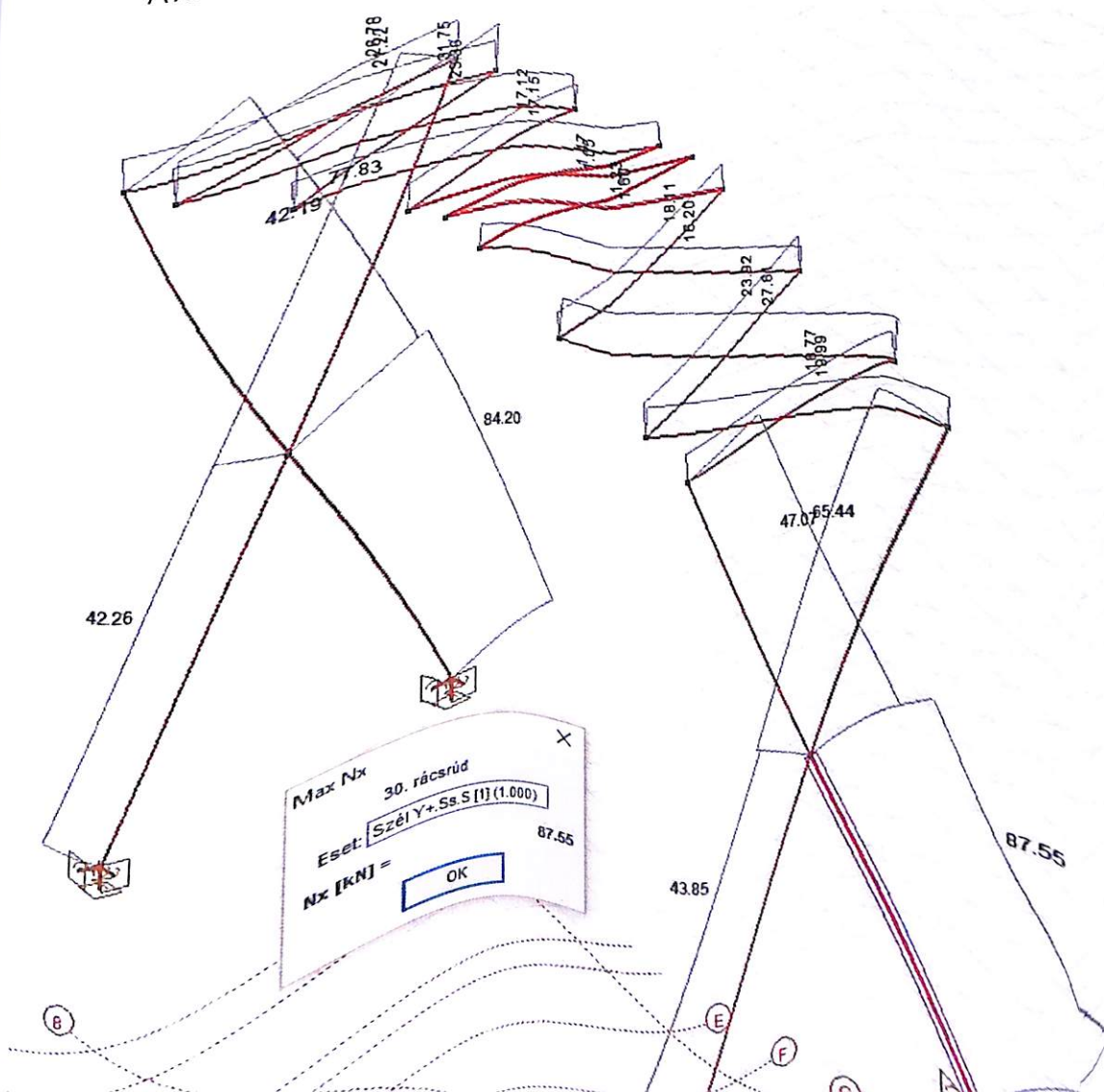
Geometria, anyag:

Anyag: HALFEN DETAN S355 fi20 feszítű rudas rendszer



Merevítő rendszer igénybevételei:

AxisVm nemlineáris számítása alapján.



HALFEN DETAN fi20 S355 teherbírása:

HALFEN DETAN fi20 S355 teherbírása:

										szilárdsági osztályú acél							
Teherbírási, rendszerhossz és szállítható rúd hosszak; anyag: S355 (Ø ds 10-12) ill. S460N										42	48	52	56	60	76	85	95
Rendszer Ø ds [mm]	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	76	85	95	
Teherbírási méretezési értékei																	
Teherbíróképesség, N _{rd} [kN] ②	21,3	30,94	70,5	110,2	158,6	206,7	252,3	367,5	504,4	662,9	791,0	913,5	1063	1750	2227	2823	
Szállítható minimális L rendszerhossz [mm]																	
Fényesre hengerelt, tűzhorganyzott	250	310	360	440	520	560	600	700	810	940	990	1050	1160	1480	1640	1810	
Szállítható maximális L rendszerhossz egy rúddal [mm] ③																	
Fényesre hengerelt, tűzhorganyzott	6060	6070	12080	12100	12120	12140	12140	12170	12220	12260	12270	12290	12320	15430	15480	15530	
Szállítható maximális rúd hossz [mm]																	
Fényesre hengerelt, tűzhorganyzott	6000								12000							15000	

Fenti táblázat tervezési terhelései az ETA-05/0207 engedélye alapján $\gamma_{M1} = 1,1$ és $\gamma_{M2} = 1,25$ szerint kerültek kiszámításra. Amennyiben más részbiztonsági értékek érvényesek, úgy a terheléseket az ETA 05/0207 műszaki engedélyének 2.1.3 bekezdése szerint kell meghatározni.

② N_{rd}: tervezési terhelés a típusvizsgálat szerint az ETA-05/0207 műszaki engedély alapján

③ Nagyobb L rendszerhosszak több rúdból, összekötőkarmantyúval lehetségesek!

$$N_{rd_halfen} := 110.2 \text{ kN}$$

Megfelelés igazolása:

$$\begin{aligned} teherbírás &:= \text{if } N_{ed_merevítő} > N_{rd_halfen} \\ &\quad || \text{ "nem felel meg" } \\ &\text{also if } N_{ed_merevítő} < N_{rd_halfen} \\ &\quad || \text{ "megfelel" } \end{aligned}$$

$$teherbírás = \text{"megfelel"}$$

Kihasználtság:

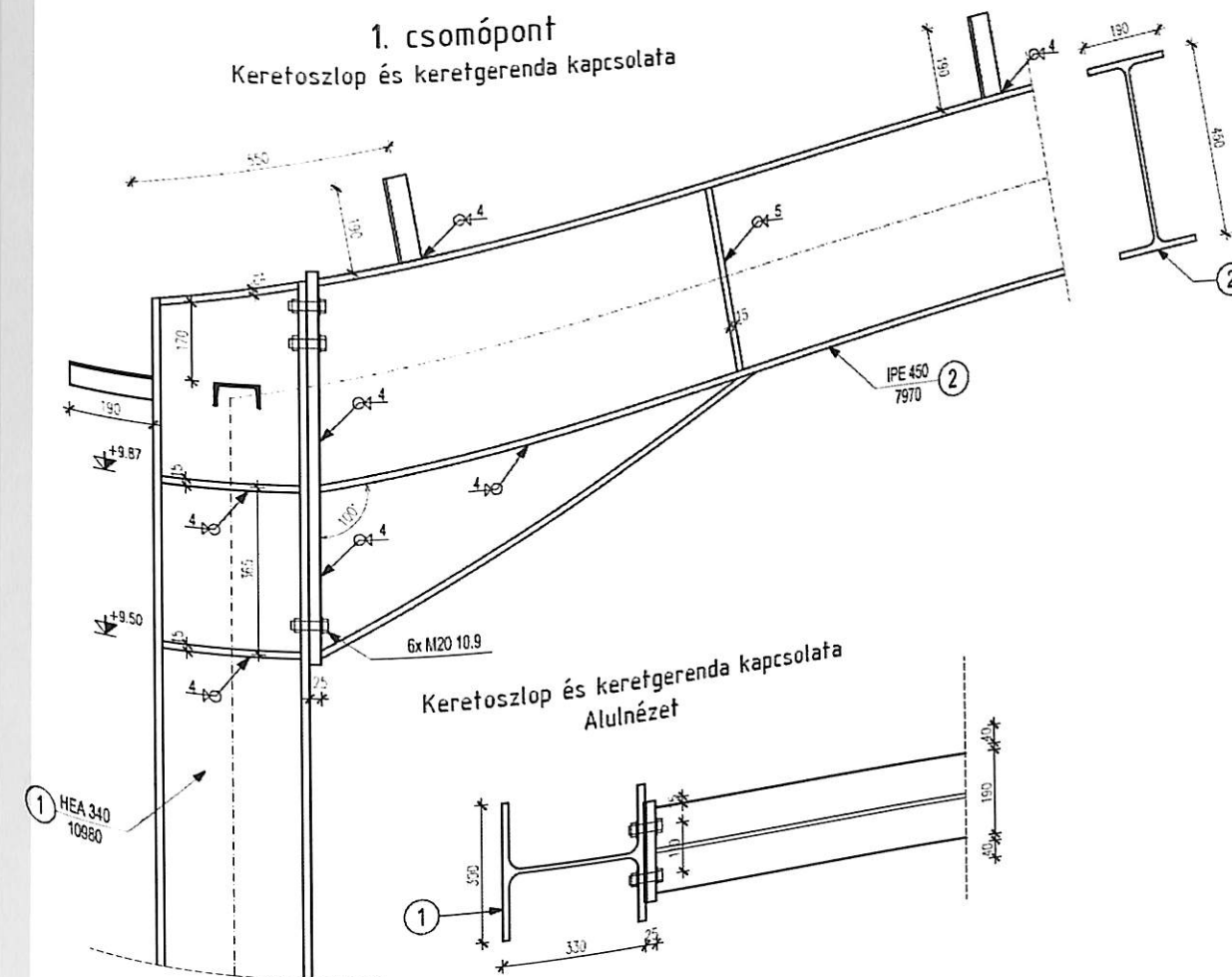
$$\rho := \frac{N_{ed_merevítő}}{N_{rd_halfen}} = 79.85\%$$

6.0 Kapcsolatok méretezése:

Keretoszlop és keretgerenda kapcsolata:

6.1 Geometriai jellemzők:

1. csomópont
Keretoszlop és keretgerenda kapcsolata



Keretoszlop:

Keretoszlop szelvénye:

Szelvény magassága:

Szelvény szélessége:

Gerinc vastagsága:

Öv vastagsága:

Lekerekítés sugara:

HEA340

$$h_{hea340} := 330 \text{ mm}$$
$$b_{hea340} := 300 \text{ mm}$$
$$t_{w_hea340} := 9.5 \text{ mm}$$
$$t_{f_hea340} := 16.5 \text{ mm}$$
$$r_{hea340} := 27 \text{ mm}$$

Gerencmagasság:

$$h_{w_hea} := 243 \text{ mm}$$

Keresztmetszeti területe:

$$A_{hea340} := 133.5 \text{ cm}^2$$

Inercianyomatéka erős tengely körül:

$$I_{hea340_y} := 27690 \text{ cm}^4$$

Képlékeny keresztmetszeti tényezője
erős tengelyre:

$$W_{hea340_y_pl} := 1850 \text{ cm}^3$$

Inerciasugara erős tengelyre:

$$i_{hea340_y} := 144 \text{ mm}$$

Nyírt keresztmetszeti terület:

$$A_{hea340_yz} := 44.95 \text{ cm}^2$$

Inercianyomatéka gyenge tengely körül:

$$I_{hea340_z} := 7436 \text{ cm}^4$$

Képlékeny keresztmetszeti tényezője
gyenge tengelyre:

$$W_{hea340_z_pl} := 755.9 \text{ cm}^3$$

Inerciasugara gyenge tengelyre:

$$i_{hea340_z} := 7.46 \text{ mm}$$

Keretgerenda:

Keretoszlop szelvénye:

$$\text{IPE450}$$

Szelvény magassága:

$$h_{ipe450} := 450 \text{ mm}$$

Szelvény szélessége:

$$b_{ipe450} := 190 \text{ mm}$$

Gerinc vastagsága:

$$t_{w_ipe450} := 9.4 \text{ mm}$$

Öv vastagsága:

$$t_{f_ipe450} := 14.6 \text{ mm}$$

Lekerekítés sugara:

$$r_{ipe450} := 21 \text{ mm}$$

Keresztmetszeti területe:

$$A_{ipe450} := 98.8 \text{ cm}^2$$

Inercianyomatéka erős tengely körül:

$$I_{ipe450_y} := 33740 \text{ cm}^4$$

Képlékeny keresztmetszeti tényezője
erős tengelyre:

$$W_{ipe450_y_pl} := 1702 \text{ cm}^3$$

Inerciasugara erős tengelyre:

$$i_{ipe450_y} := 18.5 \text{ mm}$$

Gerincmagasság:

$$h_{w_ipe} := 378.8 \text{ mm}$$

Nyírt keresztmetszeti terület:

Inercianyomatéka gyenge tengely körül:

Képlékeny keresztmetszeti tényezője
gyenge tengelyre:

Inerciasugara gyenge tengelyre:

Homloklemez:

Homloklemez magassága:

Homloklemez szélessége:

Homloklemez vastagsága:

Homloklemez felső éle és a gerenda
felső öve közötti távolság:

Csavar:

Csavarok száma:

Alátétek száma csavaronként:

Homloklemez felső éle és az első csavarsor
közötti távolság:

Csavarok vízszintes távolsága a homloklemez
szélétől

1. és 2. csavarsor közötti függőleges
távolság:

2. és 3. csavarsor közötti függőleges
távolság:

Csavarászár átmérő:

Feszültség keresztmetszet:

Csavarfej magassága:

Csavar... ssága:

$$A_{ipe450_vz} := 50.9 \text{ cm}^2$$

$$I_{ipe450_z} := 1676 \text{ cm}^4$$

$$W_{ipe450_z-pl} := 27 \text{ cm}^3$$

$$i_{ipe450_z} := 4.12 \text{ cm}$$

$$h_{homlok} := 850 \text{ mm}$$

$$b_{homlok} := 220 \text{ mm}$$

$$t_{homlok} := 25 \text{ mm}$$

$$l_{h-g} := 15 \text{ mm}$$

M20 10.9 nem feszített

$$m := 3$$

$$w_n := 2$$

$$e_1 := 75 \text{ mm}$$

$$e_2 := 60 \text{ mm}$$

$$p_1 := 80 \text{ mm}$$

$$p_2 := 611 \text{ mm}$$

$$d_b := 20 \text{ mm}$$

$$A_s := 244.8 \text{ mm}^2$$

$$t_b := 13 \text{ mm}$$

$$t_n := 16 \text{ mm}$$

Csavar keresztmetszeti területe:

$$A_{cs} := 314 \text{ mm}^2$$

Csavaralátét magassága:

$$d_w := 37 \text{ mm}$$

Csavarfej köré írható kör átmérője:

$$d_{bh} := 34.6 \text{ mm}$$

Csavaralátét magassága:

$$t_w := 3 \text{ mm}$$

Csavarlyuk átmérője:

$$d_0 := d_b + 2 \text{ mm} = 22 \text{ mm}$$

Kiékelés:

Kiékelés magassága:

$$h_{hn} := 360 \text{ mm}$$

Kiékelés hossza:

$$l_{hn} := 863 \text{ mm}$$

Kiékelés övszélessége:

$$b_{fhn} := 190 \text{ mm}$$

Kiékelés övvastagsága:

$$t_{fhn} := 14.6 \text{ mm}$$

Kiékelés gerincvastagsága:

$$t_{whn} := 9.4 \text{ mm}$$

Varratok:

Gerendaövet bekötő varrat gyökmérete:

$$a_{fb} := 8 \text{ mm}$$

Gerendagerincet bekötő varrat gyökmérete:

$$a_{wb} := 4 \text{ mm}$$

6.2 Mechanikai jellemzők:

Rugalmassági modulus:

$$E := 210000 \text{ MPa}$$

Poisson tényező:

$$\nu := 0.3$$

Nyírási modulus:

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 80769.23 \text{ MPa}$$

Keretoszlop:

Szelvény folyáshatára:

$$f_y := 235 \text{ MPa}$$

Szelvény szakítószilárdsága:

$$f_u := 360 \text{ MPa}$$

Keretgerenda:

Szelvény folyáshatára: $f_y := 235 \text{ MPa}$
Szelvény szakítószilárdsága: $f_u := 360 \text{ MPa}$

Homloklemez:

Szelvény folyáshatára: $f_y := 235 \text{ MPa}$
Szelvény szakítószilárdsága: $f_u := 360 \text{ MPa}$

Csavar:

Csavar folyáshatára: M20 10.9 nem feszített
 $f_{y,b} := 900 \text{ MPa}$
Szelvény szakítószilárdsága: $f_{u,b} := 1000 \text{ MPa}$

6.3 Hajlítási ellenállás meghatározása:

6.3.1 Oszlop nyírt gerinclemeze:

Oszlop gerince nyírási horpadással szemben ellenálló ha:

Gerincmagasság: $h_{w_hea} = 243 \text{ mm}$
Gerincvastagság: $t_{w_hea340} = 9.5 \text{ mm}$

$$\text{horpadási_ellenállás} := \begin{cases} \text{if } \frac{h_{w_hea}}{t_{w_hea340}} < 69 \cdot \varepsilon \\ \quad \parallel \text{ "megfelelő" } \\ \text{also if } \frac{h_{w_hea}}{t_{w_hea340}} > 69 \cdot \varepsilon \\ \quad \parallel \text{ "nem megfelelő" } \end{cases}$$

$$\text{horpadási_ellenállás} = \text{"megfelelő"} \quad \frac{h_{w_hea}}{t_{w_hea340}} = 25.58$$

Nyírt felület:

$$A_{vr} := A_{hea340} - 2 \cdot (b_{hea340} \cdot t_{f_hea340}) = 3450 \text{ mm}^2$$

Ellenállás:

$$V_{cw_rd} := \frac{0.9 \cdot f_y \cdot A_{vc}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = 421278.06 \text{ N}$$

6.3.2 Oszlop nyomott gerinclemeze:

Hatékony szélesség: Kihajlási ellenállás

$$b_{eff.cwc} := t_{f_ipe450} + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{fb} + 5 \cdot (t_{f_hea340} + r_{hea340}) = 254.73 \text{ mm}$$

Tiszta oszlopgerinc magasság:

$$d_{wc} := h_{hea340} - 2 \cdot (t_{f_hea340} + r_{hea340}) = 243 \text{ mm}$$

Redukált karcsúság:

$$\lambda_p := 0.932 \cdot \sqrt{\frac{b_{eff.cwc} \cdot d_{wc} \cdot f_y}{E \cdot t_{w_hea340}^2}} = 0.82$$

Lemezhorpadást figyelembe vevő tényező:

$$\rho := \frac{(\lambda_p - 0.2)}{\lambda_p^2} = 0.92$$

Segédmenyiségek:

Nyírási interakció figyelembevétele miatt:

$$\omega := \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(b_{eff.cwc} \cdot \frac{t_{w_hea340}}{A_{vc}} \right)^2}} = 0.78$$

Tengelyirányú nyomófeszültségtől
függő tényező

$$k_{wc} := 1$$

Ellenállás:

$$F_{cwc_rd} := \frac{b_{eff.cwc} \cdot t_{w_hea340} \cdot f_y \cdot \omega \cdot k_{wc} \cdot \rho}{\gamma_{m1}} = 410.69 \text{ kN}$$

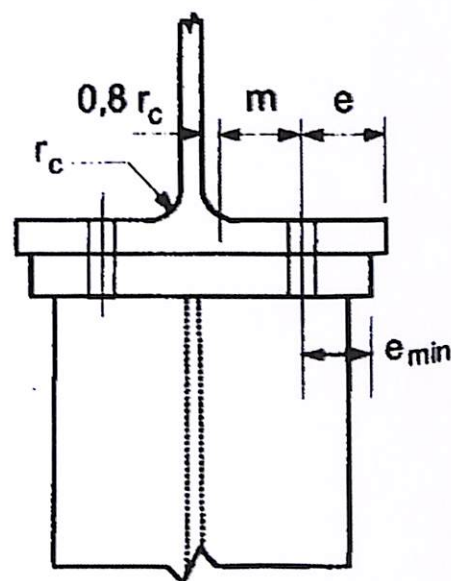
6.3.3 Oszlop húzott gerinclemeze:

Geometriai paraméterek:

$$m_c := 44.6 \text{ mm} \quad r_{head340} = 27 \text{ mm}$$

$$e_c := 95.3 \text{ mm}$$

$$n_c := 1.25 \cdot m_c = 55.75 \text{ mm}$$



Helyettesítő T elem szélesség:

Önállóan tekintett csavarsorok:

Kör alakú töréskép az utolsó csavarsornál:

$$b_{eff.cwt.c.top} := \pi \cdot m_c + 2 \cdot e_1 = 290.12 \text{ mm}$$

Kör alakú töréskép közbenső csavarsornál:

$$b_{eff.cwt.c} := 2 \cdot \pi \cdot m_c = 280.23 \text{ mm}$$

Nem kör alakú töréskép az utolsó csavarsornál:

$$b_{eff.cwt.nc.top} := e_1 + 2 \cdot m_c + 0.625 \cdot e_c = 223.76 \text{ mm}$$

Nem kör alakú töréskép közbenső csavarsornál:

$$b_{eff.cwt.nc} := 4 \cdot m_c + 1.25 \cdot e_c = 297.53 \text{ mm}$$

Csavarcsoport részeként tekintett csavarsorok:

Kör alakú töréskép :

$$b_{eff.cwt.nc.g} := \min(\pi \cdot m_c + p_1, 2 \cdot e_1 + p_1) = 220.12 \text{ mm}$$

Nem kör alakú töréskép :

$$b_{eff.cwt.nc} := \min(4 \cdot m_c + 0.625 \cdot e_c + 0.5 \cdot n_c, e_1 + n_c) = 155 \text{ mm}$$

Ellenállás:

Önállóan tekintett csavarsorok:

Első csavarsor:

$$b_{eff} := \min(b_{eff.cwt.c.top}, b_{eff.cwt.nc.top}) = 223.76 \text{ mm}$$

Segédmenyiség:

$$\omega := \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(b_{eff} \cdot \frac{t_{w_hea340}}{A_{vc}}\right)^2}} = 0.82$$

$$F_{cwt_rd_1} := \frac{\omega \cdot b_{eff} \cdot t_{w_hea340} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 408.76 \text{ kN}$$

Utolsó csavarsor:

$$b_{eff} := \min(b_{eff.cwt.c}, b_{eff.cwt.nc}) = 280.23 \text{ mm}$$

Segédmenyiség:

$$\omega := \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(b_{eff} \cdot \frac{t_{w_hea340}}{A_{vc}}\right)^2}} = 0.75$$

$$F_{cwt_rd_1} := \frac{\omega \cdot b_{eff} \cdot t_{w_hea340} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 469.7 \text{ kN}$$

Önállóan tekintett csavarsorok:

$$b_{eff} := \min(b_{eff.cwt.c}, b_{eff.cwt.nc}) = 155 \text{ mm}$$

$$F_{cwt_rd1} := \frac{\omega \cdot b_{eff} \cdot t_{w_hea340} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 311.15 \text{ kN}$$

6.3.4 Húzott csavarok ellenállása:

Húzási ellenállása:

$$F_{t_rd} := \frac{0.9 \cdot f_{u_b} \cdot A_s}{\gamma_{m2}} = 176.26 \text{ kN}$$

Kigombolódási ellenállása:

$$B_{p_rd} := \frac{0.6 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t_{f_hea340} \cdot \pi}{\gamma_{m2}} = 179.15 \text{ kN}$$

Nyírási ellenállása:

$$F_{v_rd} := 2 \cdot \frac{0.6 \cdot f_{u_b} \cdot A_{cs}}{\gamma_{m2}} = 301.44 \text{ kN}$$

6.3.5 Oszlop hajlított övlemeze:

A helyettesítő T elem megegyezik az Oszlop húzott gerinclemeze komponensnél meghatározottakkal.

Önállóan tekintett csavarsorok:

Utolsó csavarsor:

$$b_{eff_1} := b_{eff.cwt.nc.top} = 223.76 \text{ mm}$$

A T elem ellenállása:

$$M_{t_rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff.cwt.nc.top} \cdot t_{f_hea340}^2 \cdot f_y}{\gamma_{m2}} = 250.1 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$F_{cwt_rd_1} := \frac{\omega \cdot b_{eff} \cdot t_{w_hea340} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 311.15 \text{ kN}$$

6.3.4 Húzott csavarok ellenállása:

Húzási ellenállása:

$$F_{t_rd} := \frac{0.9 \cdot f_{u_b} \cdot A_s}{\gamma_{m2}} = 176.26 \text{ kN}$$

Kigombolódási ellenállása:

$$B_{p_rd} := \frac{0.6 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t_{f_hea340} \cdot \pi}{\gamma_{m2}} = 179.15 \text{ kN}$$

Nyírási ellenállása:

$$F_{v_rd} := 2 \cdot \frac{0.6 \cdot f_{u_b} \cdot A_{cs}}{\gamma_{m2}} = 301.44 \text{ kN}$$

6.3.5 Oszlop hajlított övlemeze:

A helyettesítő T elem megegyezik az Oszlop húzott gerinclemeze komponensnél meghatározottakkal.

Önállóan tekintett csavarsorok:

Utolsó csavarsor:

$$b_{eff_1} := b_{eff.cwt.nc.top} = 223.76 \text{ mm}$$

A T elem ellenállása:

$$M_{pl.1.rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff.cwt.nc.top} \cdot t_{f_hea340}^2 \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 3.58 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

1. tönkrementeli mód: öv teljes folyása

$$F_{t_{1-1}} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.rd}}{m_c} = 320.99 \text{ kN}$$

2. tönkrementeli mód: csavartörés egyidejű övfolyás

$$F_{t_{2-1}} := \frac{2 \cdot M_{pl.1.rd} + n_c \cdot (2 \cdot F_{t_{rd}})}{m_c + n_c} = 267.17 \text{ kN}$$

3. tönkrementeli mód: csavartörés

$$F_{t_{3-1}} := 2 \cdot F_{t_{rd}} = 352.51 \text{ kN}$$

Utolsó csavarsor ellenállása:

$$F_{c/b_{rd-1}} := \min(F_{t_{1-1}}, F_{t_{2-1}}, F_{t_{3-1}}) = 267.17 \text{ kN}$$

Első csavarsor:

$$b_{eff_2} := b_{eff.cwt.c} = 280.23 \text{ mm}$$

A T elem ellenállása:

$$M_{pl.1.rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff_2} \cdot t_{f_hea340}^2 \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 4.48 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

1. tönkrementeli mód: öv teljes folyása

$$F_{t_{1-1}} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.rd}}{m_c} = 401.99 \text{ kN}$$

2. tönkrementeli mód: csavartörés egyidejű övfolyás

$$F_{t_{2-1}} := \frac{2 \cdot M_{pl.1.rd} + n_c \cdot (2 \cdot F_{t_{rd}})}{m_c + n_c} = 285.17 \text{ kN}$$

3. tönkremeneteli mód: csavartörés

$$F_{t_{3_1}} := 2 \cdot F_{t_{rd}} = 352.51 \text{ kN}$$

Első csavarsor ellenállása:

$$F_{cfb_{rd_1}} := \min(F_{t_{1_1}}, F_{t_{2_1}}, F_{t_{3_1}}) = 285.17 \text{ kN}$$

Csavarcsoporthként tekintett csavarok:

$$b_{eff_{cs}} := b_{eff_{cwt.c.g}} = 155 \text{ mm}$$

A T elem ellenállása:

$$M_{pl.1.rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff_{cs}} \cdot t_{f_{hea340}}^2 \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 2.48 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

1. tönkremeneteli mód: öv teljes folyása

$$F_{t_{1_1}} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.rd}}{m_c} = 222.35 \text{ kN}$$

2. tönkremeneteli mód: csavartörés egyidejű övfolyás

$$F_{t_{2_1}} := \frac{2 \cdot M_{pl.1.rd} + n_c \cdot (2 \cdot F_{t_{rd}})}{m_c + n_c} = 245.25 \text{ kN}$$

3. tönkremeneteli mód: csavartörés

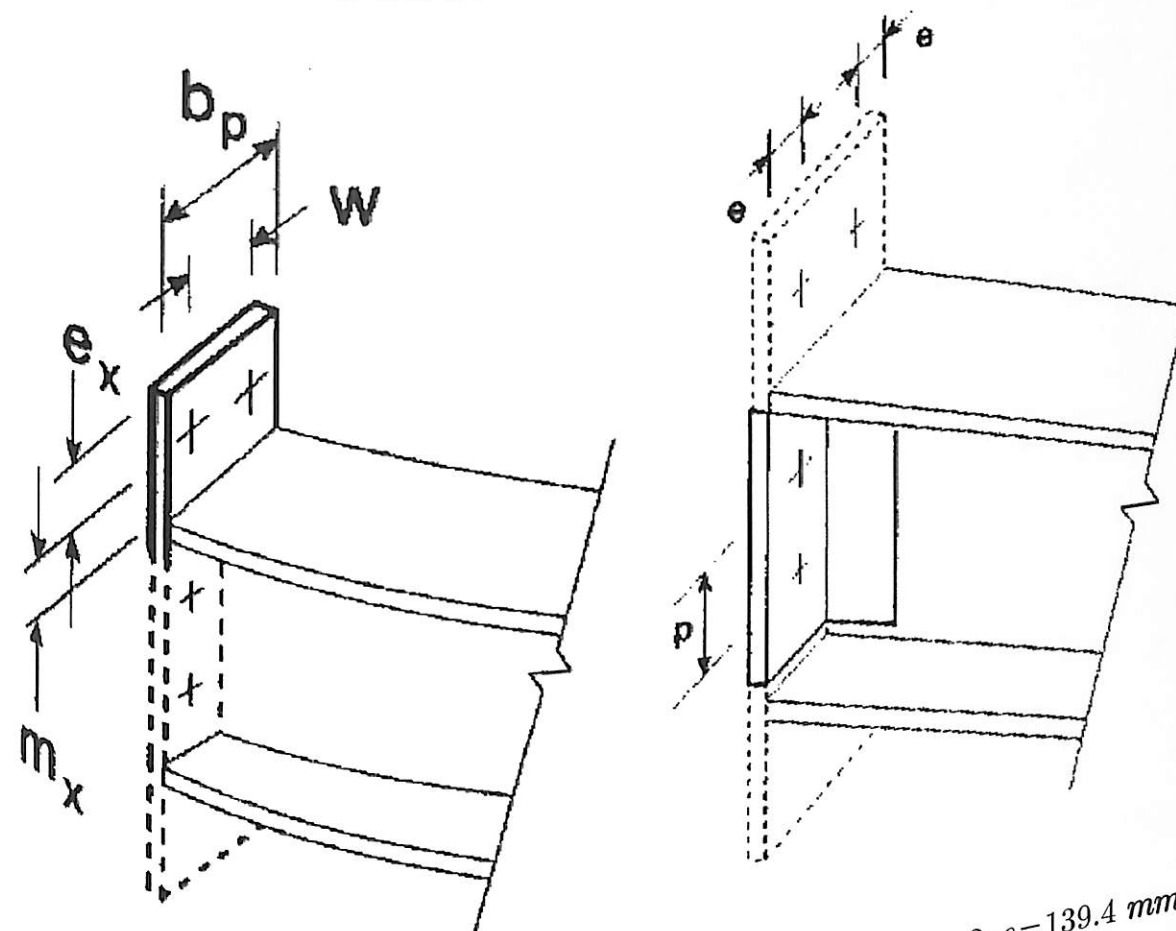
$$F_{t_{3_1}} := 2 \cdot F_{t_{rd}} = 352.51 \text{ kN}$$

Csavarcsoporth ellenállása:

$$F_{cfb_{rd_1}} := \min(F_{t_{1_1}}, F_{t_{2_1}}, F_{t_{3_1}}) = 222.35 \text{ kN}$$

6.3.6 Hajlított homloklemez:

Geometriai adatok:



$$\begin{aligned}
 b_p &:= b_{\text{homlok}} = 220 \text{ mm} & e &:= 40.3 \text{ mm} & w &:= b_p - 2 \cdot e = 139.4 \text{ mm} \\
 m_x &:= 45 \text{ mm} & n &:= e = 40.3 \text{ mm} & e_x &:= 47.6 \text{ mm} \\
 p &:= p_1 = 80 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

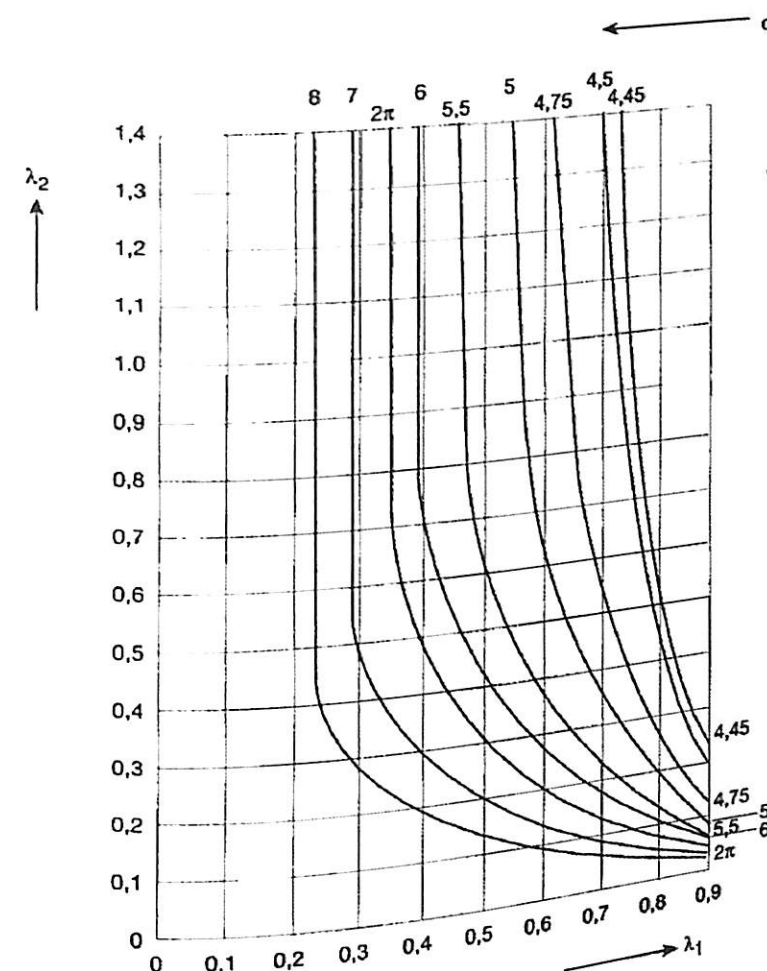
Segédmenyiségek:

$$m := \frac{w}{2} - \frac{t_{w_ipe450}}{2} - 0.8 \cdot a_{wb} \cdot \sqrt{2} = 60.47 \text{ mm}$$

$$m_2 := m_x - 0.8 \cdot a_{fb} \cdot \sqrt{2} = 35.95 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 := \frac{m}{m + e} = 0.6$$

$$\lambda_2 := \frac{m_2}{m + e} = 0.36$$



alfa tényező értékét a szabvány alapján, a görbék közötti interpolálással kell meghatározni.

$$\alpha := 5.5$$

Effektív hossz számítása:

Csavarcsoport esetén:

Nem kör alakú töréskép:

Az első csavarsor a gerenda öve mellett:

$$l_{eff_1cs} := 0.5 \cdot p + \alpha \cdot m - (2 \cdot m + 0.625 \cdot e) = 226.47 \text{ mm}$$

Utolsó csavarsor a gerenda öve mellett:

$$l_{eff_2cs} := 2 \cdot m + 0.625 \cdot e + 0.5 \cdot p = 186.14 \text{ mm}$$

Kör alakú töréskép:

Az első csavarsor a gerenda öve mellett:

$$l_{eff_3cs} := \pi \cdot m + p = 269.99 \text{ mm}$$

Utolsó csavarsor a gerenda öve mellett:

$$l_{eff_4cs} := \pi \cdot m + p = 269.99 \text{ mm}$$

Egyedi csavarsorok esetén:

Nem kör alakú töréskép:

Az első csavarsor a gerenda öve mellett:

$$l_{eff_1e} := \alpha \cdot m = 332.61 \text{ mm}$$

Utolsó csavarsor a gerenda öve mellett:

$$l_{eff_2e} := 4 \cdot m + 1.25 \cdot e = 292.27 \text{ mm}$$

Kör alakú töréskép:

Az első csavarsor a gerenda öve mellett:

$$l_{eff_3e} := 2 \cdot \pi \cdot m = 379.97 \text{ mm}$$

Utolsó csavarsor a gerenda öve mellett:

$$l_{eff_4e} := 2 \cdot \pi \cdot m = 379.97 \text{ mm}$$

Ellenállás:

T elem ellenállása:

Önállóan tekintett csavarsorok:

Utolsó csavarsor:

$$l_{eff_1} := l_{eff_2e} = 292.27 \text{ mm}$$

A T elem ellenállása:

$$M_{pl.1.rd} := \frac{0.25 \cdot l_{eff_1} \cdot t_{homlok}^2 \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 10.73 \text{ kN} \cdot m$$

1. tönkremeneteli mód: öv teljes folyása

$$F_{t_{1_1}} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.rd}}{m_c} = 962.5 \text{ kN}$$

2. tönkremeneteli mód: csavartörés egyidejű övfolyás

$$F_{t_{2_1}} := \frac{2 \cdot M_{pl.1.rd} + n_c \cdot (2 \cdot F_{t_{rd}})}{m_c + n_c} = 409.73 \text{ kN}$$

3. tönkremeneteli mód: csavartörés

$$F_{t_{3_1}} := 2 \cdot F_{t_{rd}} = 352.51 \text{ kN}$$

Utolsó csavarsor ellenállása:

$$F_{cfb_{rd_1}} := \min(F_{t_{1_1}}, F_{t_{2_1}}, F_{t_{3_1}}) = 352.51 \text{ kN}$$

Első csavarsor:

$$l_{eff_2} := l_{eff_{1e}} = 332.61 \text{ mm}$$

A T elem ellenállása:

$$M_{pl.1e} := \frac{0.25 \cdot l_{eff_{1e}} \cdot t_{homlok}^2 \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 12.21 \text{ kN} \cdot m$$

2. tönkrementeli mód: csavartörés egyidejű övfolyás

$$F_{t_{2-2}} := \frac{2 \cdot M_{pl.1.rd} + n_c \cdot (2 \cdot F_{t.rd})}{m_c + n_c} = 439.25 \text{ kN}$$

3. tönkrementeli mód: csavartörés

$$F_{t_{3-2}} := 2 \cdot F_{t.rd} = 352.51 \text{ kN}$$

Első csavarsor ellenállása:

$$F_{c_{fb.rd-1}} := \min(F_{t_{1-2}}, F_{t_{2-2}}, F_{t_{3-2}}) = 352.51 \text{ kN}$$

Csavarcsoporthnak tekintett csavarsor:

$$l_{eff-3} := l_{eff-2cs} = 186.14 \text{ mm}$$

A T elem ellenállása:

$$M_{pl.1.rd} := \frac{0.25 \cdot l_{eff-2cs} \cdot t_{homlok}^2 \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 6.83 \text{ kN} \cdot m$$

1. tönkrementeli mód: öv teljes folyása

$$F_{t_{1-3}} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.rd}}{m_c} = 612.98 \text{ kN}$$

2. tönkrementeli mód: csavartörés egyidejű övfolyás

$$F_{t_{2-3}} := \frac{2 \cdot M_{pl.1.rd} + n_c \cdot (2 \cdot F_{t.rd})}{m_c + n_c} = 332.06 \text{ kN}$$

3. tönkremeneteli mód: csavartörés

$$F_{t_{3_3}} := 2 \cdot F_{t_{rd}} = 352.51 \text{ kN}$$

Utolsó csavarsor ellenállása:

$$F_{cfb_{rd_3}} := \min(F_{t_{1_3}}, F_{t_{2_3}}, F_{t_{3_3}}) = 332.06 \text{ kN}$$

6.3.7 Gerenda húzott gerinclemeze:

A hatékony szélességek megegyeznek a halított homloklemez komponens megfelelő elemével.

Hatékony hossz:

Utolsó csavarsor:

$$l_{eff_1} := l_{eff_{2e}} = 292.27 \text{ mm}$$

Első csavarsor:

$$l_{eff_2} := l_{eff_{1e}} = 332.61 \text{ mm}$$

Ellenállás:

$$F_{bwt_{rd_1}} := \frac{l_{eff_1} \cdot t_w \cdot i_{t_w} \cdot e_{450} \cdot f_y}{\gamma_{mc}} = 645.63 \text{ kN}$$

$$F_{bwt_{rd_2}} := \frac{l_{eff_2} \cdot t_w \cdot i_{t_w} \cdot e_{450} \cdot f_y}{\gamma_{mc}} = 734.74 \text{ kN}$$

6.3.8 Kiékelés nyomott övlemeze:

Segédmenyiségek:

Kiékelés hajlásszöge:	$\alpha_- := 10 \text{ (deg)}$
Kiékelte szelvény teljes magassága:	$h_{k_teljes} := 821.35 \text{ mm}$
Kiékelés övvastagsága:	$t_{fhn} = 14.6 \text{ mm}$
Kiékelte szelvény keresztmetszeti tényezője:	$W_{k_teljes} := 3147 \text{ cm}^3$

Kiékelte szelvény nyomatéki ellenállása:

$$M_{k_rd} := W_{k_teljes} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 739.55 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kiékelés nyomott övlemezeének ellenállása:

$$F_{k_rd} := 0.8 \cdot \left(\frac{M_{k_rd}}{(h_{k_teljes} - t_{fhn})} \cdot \cos(\alpha_-) \right) = 722.22 \text{ kN}$$

6.3.9 Csomópont nyomatéki ellenállása:

Képlékeny nyomatéki ellenállás:

Első csavarsor teherbírása:

$$F_{rd1} := 267 \text{ kN}$$

Első csavarsor és az elfordulási középpont közötti távolság:

$$t_1 := 754 \text{ mm}$$

Második csavarsor teherbírása:

$$F_{rd2} := 168 \text{ kN}$$

Második csavarsor és az elfordulási középpont közötti távolság:

$$t_2 := 674 \text{ mm}$$

$$M_{jrd} := F_{rd1} \cdot t_1 + F_{rd2} \cdot t_2 = 314.55 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

teherbírás := if $M_{ed} > M_{jrd}$
 || "nem felel meg"
 also if $M_{ed} < M_{jrd}$
 || "megfelel"

teherbírás = "megfelel"

$$\rho := \frac{M_{max_ed}}{M_{jrd}} = 82.66\%$$

Rugalmas nyomatéki ellenállás:

$$M_{jrd} := \frac{2}{3} \cdot M_{jrd} = 209.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

6.3.10 Csomóponti merevség meghatározása:

Oszlop nyírt gerinclemeze:

Transzformációs paraméter: $\beta := 1$

Erőkap közelítő értéke: $z := \frac{F_{rd1} \cdot t_1 + F_{rd2} \cdot t_2}{F_{rd1} + F_{rd2}} = 723.1 \text{ mm}$

Merevségi tényező:

$$k_1 := \frac{0.38 \cdot A_{hea340_{vz}}}{\beta \cdot z} = 2.36 \text{ mm}$$

Oszlop nyomott gerinclemeze:

Hatékony szélesség: $b_{eff} := t_{fhn} + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{fb} + 5 \cdot (t_{f_{hea340}} + r_{hea340})$
 $b_{eff} = 254.73 \text{ mm}$

Merevségi tényező:

$$k_2 := \frac{0.7 \cdot b_{eff} \cdot t_{w_{hea340}}}{d_{wc}} = 6.97 \text{ mm}$$

Oszlop húzott gerinclemeze:

Első csavarsor:

$$b_{eff1} := e_1 + 0.5 \cdot p_1 = 115 \text{ mm}$$

Hatékony szélesség:

Tengelyirányú merevség:

$$k_{3,1} := \frac{0.7 \cdot b_{eff1} \cdot t_{w_{hea340}}}{d_{wc}} = 3.15 \text{ mm}$$

Második csavarsor:

$$\text{Hatékony szélesség: } b_{eff2} := 2 \cdot m_c + 0.625 \cdot e_c + 0.5 \cdot p_1 = 188.76 \text{ mm}$$

Tengelyirányú merevség:

$$k_{3.2} := \frac{0.7 \cdot b_{eff2} \cdot t_{w_hea340}}{d_{wc}} = 5.17 \text{ mm}$$

Oszlop hajlított övlemeze:

Első csavarsor:

$$\text{Hatékony szélesség: } b_{eff1} := e_1 + 0.5 \cdot p_1 = 115 \text{ mm}$$

Tengelyirányú merevség:

$$k_{4.1} := \frac{0.9 \cdot b_{eff1} \cdot t_{f_hea340}^3}{m_c^3} = 5.24 \text{ mm}$$

Második csavarsor:

$$\text{Hatékony szélesség: } b_{eff2} = 188.76 \text{ mm}$$

Tengelyirányú merevség:

$$k_{4.2} := \frac{0.9 \cdot b_{eff2} \cdot t_{f_hea340}^3}{m_c^3} = 8.6 \text{ mm}$$

Hajlított homloklemez:

Első csavarsor:

$$\text{Hatékony szélesség: } b_{eff1} := \alpha \cdot m + 0.5 \cdot p_1 - (2 \cdot m + 0.625 \cdot e)$$

$$b_{eff1} = 226.47 \text{ mm}$$

Tengelyirányú merevség:

$$k_{5.1} := \frac{0.9 \cdot b_{eff1} \cdot t_{homlok}^3}{m^3} = 14.4 \text{ mm}$$

Második csavarsor:

$$\text{Hatékony szélesség: } b_{eff2} := 2 \cdot m + 0.5 \cdot p_1 + 0.625 \cdot e$$

$$b_{eff2} = 186.14 \text{ mm}$$

Tengelyirányú merevség:

$$k_{5.2} := \frac{0.9 \cdot b_{eff2} \cdot t_{homlok}^3}{m^3} = 11.84 \text{ mm}$$

Húzott csavarok:

$$\text{A csavar hossza: } l_{bolt} := \frac{t_b}{2} + t_{f_hea340} + t_{homlok} + \frac{t_n}{2} + w_n \cdot t_w = 62 \text{ mm}$$

$$\text{Merevség: } k_{10} := 1.6 \cdot \frac{A_s}{l_{bolt}} = 6.32 \text{ mm}$$

A csomópont elfordulási merevsége:

Effektív merevségi tényezők csavaronként:

1. csavarsor:

$$k_{r.1} := \begin{bmatrix} k_{3.1} \\ k_{4.1} \\ k_{5.1} \\ k_{10} \end{bmatrix}$$

$$k_{eff.1} := \frac{1}{\sum \frac{1}{k_{r.1}}} = 1.36 \text{ mm}$$

2. csavarsor:

$$k_{r.2} := \begin{bmatrix} k_{3.2} \\ k_{4.2} \\ k_{5.2} \\ k_{10} \end{bmatrix}$$

$$k_{eff.2} := \frac{1}{\sum \frac{1}{k_{r.2}}} = 1.81 \text{ mm}$$

A csavarsor és az elfordulási középpont közötti távolság:

1. csavarsor:

$$t_1 = 754 \text{ mm}$$

2. csavarsor:

$$t_2 = 674 \text{ mm}$$

Az egyenértékű erőkar:

$$k_{eff} := \begin{bmatrix} k_{eff.1} \\ k_{eff.2} \end{bmatrix}$$

$$t := \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \end{bmatrix}$$

$$t_{equ} := \frac{\sum_{i=1}^2 k_{eff} \cdot t^2}{\sum_{i=1}^2 k_{eff}} = 710.51 \text{ mm}$$

merevségi tényezője:

Csavarok egyenértékű

$$k_{eq} := \frac{\sum_{i=1}^2 k_{eff}}{t_{equ}} = 6.32 \text{ mm}$$

ég:

Kezdeti elfordulási merevség: $159020.92 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{rad}}$

$$S_{j.ini} := \frac{E \cdot t_{equ}^2}{\sum_{i=1}^2 \frac{1}{k_{eq}}}$$

ség:

mezes kapcsolat esetén:

$$\eta := 2$$

Idealizált elfordulási mer

Csavarozott homlok

$$19510.46 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{rad}}$$

$$S_{jn} := \frac{S_{j.ini}}{\eta}$$

$$= 17.95 \text{ mm}$$

Merevségi osztályozás:

$$S_{j.ini.red} := \frac{S_{j.ini} \cdot 800}{E \cdot I_{pe}}$$

$S_{j.ini.red} > 25$
"merek"

0 if $S_{j.ini.red} < 25$
"félmerek"

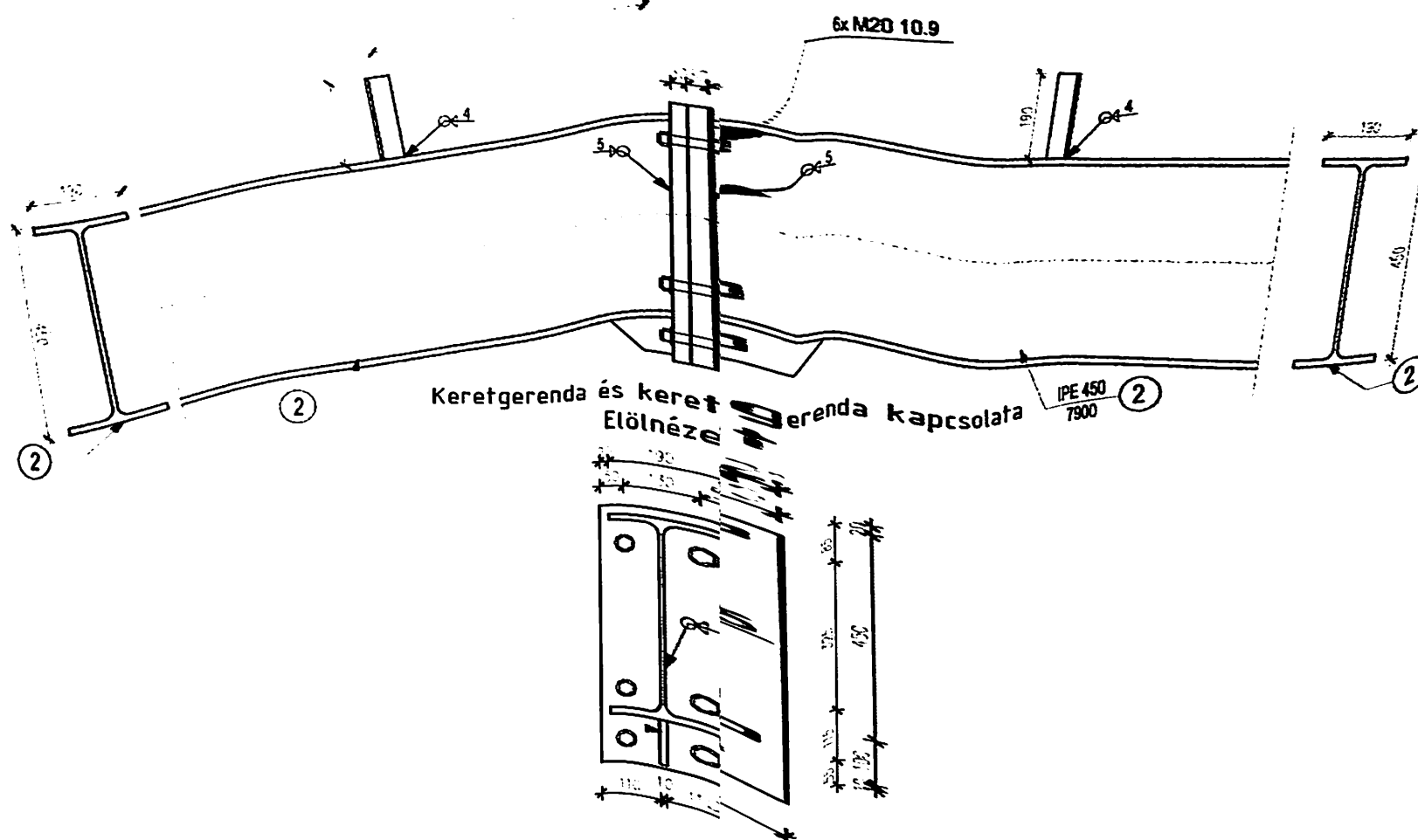
kapcsolat osztályozás: "fő"

6.4 Keretgerenda keretgerendára kapcsolata:

6.4.1 Geometriai jellemzők:

2. csomópont

Keretgerenda és keretgerenda kapcsolata



A keretgerenda IPE 450 geometriai és fizikai jellemzői a keretoszlop-keretgerenda kapcsolatánál definiáltak.

Homloklemez:

Homloklemez magassága:

$$h_{\text{homlok}} := 580 \text{ mm}$$

Homloklemez szélessége:

$$b_{\text{homlok}} := 230 \text{ mm}$$

Homloklemez vastagsága:

$$t_{\text{homlok}} := 30 \text{ mm}$$

Homloklemez felső éle és

Csavar:

Csavarsorok száma:

Alátétek száma csavaronként:

Homloklemez felső éle és az első csavarsor közötti távolság:

Csavarok vízszintes távolsága a homloklemez szélétől

1. és 2. csavarsor közötti függőleges távolság:

2. és 3. csavarsor közötti függőleges távolság:

Csavarszár átmérő:

Feszültség keresztmetszet:

Csavarfej magassága:

Csavaranya magassága:

Csavar keresztmetszeti területe:

Csavaralátét magassága:

Csavarfej köré írható kör átmérője:

Csavaralátét magassága:

Csavaralátét átmérője:

M20 10.9 nem feszített

$$m := 3$$

$$w_n := 2$$

$$e_1 := 55 \text{ mm}$$

$$e_2 := 50 \text{ mm}$$

$$p_1 := 115 \text{ mm}$$

$$p_2 := 325 \text{ mm}$$

$$d_b := 20 \text{ mm}$$

$$A_s = 244.8 \text{ mm}^2$$

$$t_b := 13 \text{ mm}$$

$$t_n := 16 \text{ mm}$$

$$A_{cs} = 314 \text{ mm}^2$$

$$d_w := 37 \text{ mm}$$

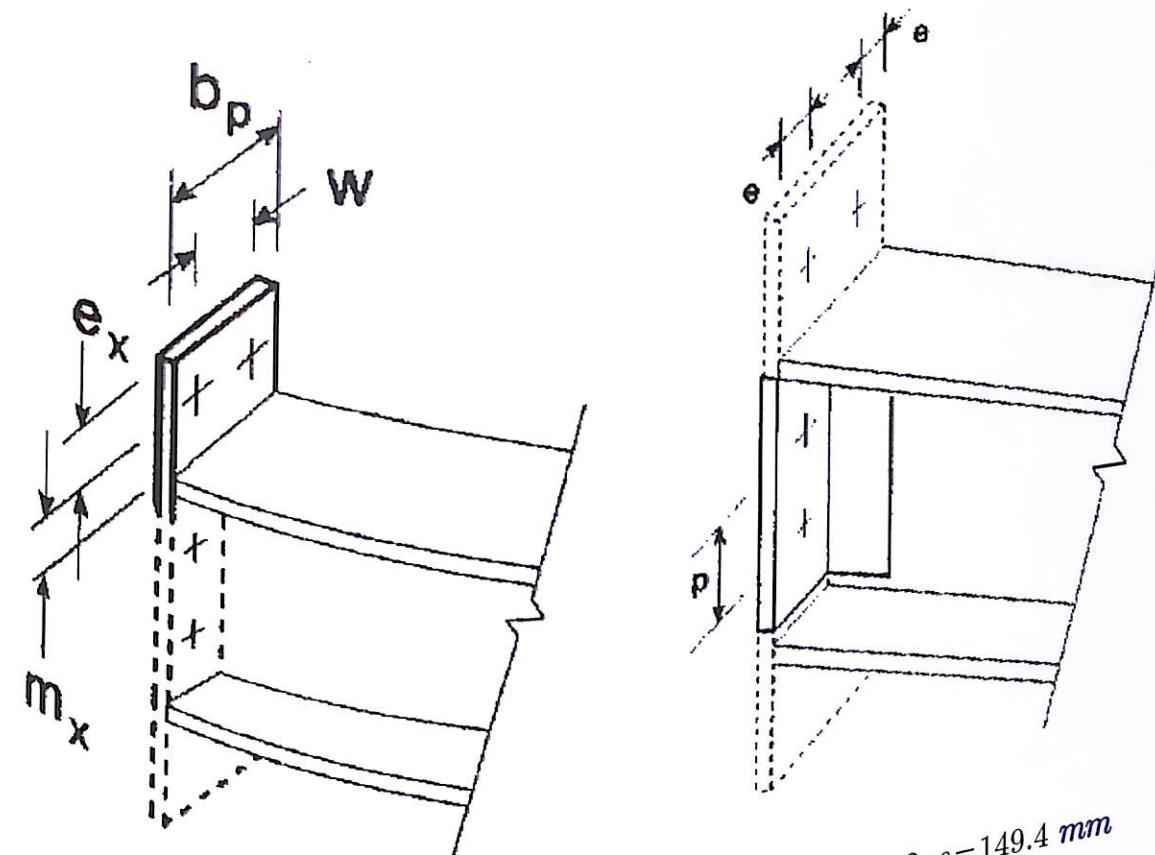
$$d_{bh} := 34.6 \text{ mm}$$

$$t_w := 3 \text{ mm}$$

$$d_o := d_b + 2 \text{ mm} = 22 \text{ mm}$$

6.4.2 Homloklemez hajlítási ellenállása:

Geometriai adatok:



$$b_p := b_{homlok} = 230 \text{ mm}$$

$$e := 40.3 \text{ mm}$$

$$w := b_p - 2 \cdot e = 149.4 \text{ mm}$$

$$m_x := 45 \text{ mm}$$

$$n := e = 40.3 \text{ mm}$$

$$p := p_1 = 115 \text{ mm}$$

Segédmenyiségek:

$$m := \frac{w}{2} - \frac{t_{w_ipe450}}{2} - 0.8 \cdot a_{wb} \cdot \sqrt{2} = 65.47 \text{ mm}$$

$$m_2 := m_x - 0.8 \cdot a_{fb} \cdot \sqrt{2} = 35.95 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 := \frac{m}{m+e} = 0.62$$

$$\lambda_2 := \frac{m_2}{m+e} = 0.34$$

A szabványban megadott görbeseregéből interpolálva:

$$\alpha_- := 6$$

Gerenda öve feletti alsó csavarsor:

Effektív hossz számítása:

$$l_{eff_1} := \alpha \cdot m = 360.11 \text{ mm}$$

Kör alakú töréskép nem mértékadó.

Homloklemez nyomatéki teherbírása:

$$M_{pl_1_rd} := 0.25 \cdot l_{eff_1} \cdot t_{homlok}^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 19.04 \text{ kN} \cdot m$$

1. tönkremeneteli mód: homloklemez folyása:

$$F_{t1rd} := 4 \cdot \frac{M_{pl_1_rd}}{m} = 1163.25 \text{ kN}$$

2. tönkremeneteli mód: Homloklemez folyása egyidejű csavartörés:

$$F_{t2rd} := \frac{M_{pl_1_rd} + n \cdot 2 \cdot F_{t_rd}}{m + n} = 314.32 \text{ kN}$$

3. tönkremeneteli mód: Csavartörés

$$F_{t3rd} := 2 \cdot F_{t_rd} = 352.51 \text{ kN}$$

$$F_{rd1} := \min(F_{t1rd}, F_{t2rd}, F_{t3rd}) = 314.32 \text{ kN}$$

Gerenda öve alatti csavarsor:

Effektív hossz számítása:

$$l_{eff_2} := e_1 + \alpha \cdot m - (2 \cdot m + 0.625 \cdot e) = 258.97 \text{ mm}$$

Kör alakú töréskép nem mértékadó.

Homloklemez nyomatéki teherbírása:

$$M_{pl_1_rd} := 0.25 \cdot l_{eff_2} \cdot t_{homlok}^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 13.69 \text{ kN} \cdot m$$

1. tönkremeneteli mód: homloklemez folyása:

$$F_{t1rd} := 4 \cdot \frac{M_{pl_1_rd}}{m} = 836.55 \text{ kN}$$

2. tönkremeneteli mód: Homloklemez folyása egyidejű csavartörés:

$$F_{t2rd} := \frac{M_{pl_1_rd} + n \cdot 2 \cdot F_{t_rd}}{m + n} = 263.76 \text{ kN}$$

3. tönkremeneteli mód: Csavartörés

$$F_{t3rd} := 2 \cdot F_{t_rd} = 352.51 \text{ kN}$$

$$F_{rd2} := \min(F_{t1rd}, F_{t2rd}, F_{t3rd}) = 263.76 \text{ kN}$$

Tekintettel arra hogy a gerenda övlemeze nyomásra és a gerenda gerinclemeze húzásra a homloklemez hajlításához képest végtelen merev, ellenőrzésüket mellőzöm.

6.4.3 Kapcsolat ellenállása:

Karok az elfordulási középponttól:

$$z_1 := 382 \text{ mm}$$

Gerenda öv feletti csavarsor:

$$z_2 := 497 \text{ mm}$$

Gerenda öv alatti csavarsor:

$$M_{j,rd} := F_{rd1} \cdot z_1 + F_{rd2} \cdot z_2 = 251.16 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{ed_közép_kapcs} := 211 \text{ kN} \cdot m$$

Kapcsolatot terhelő nyomaték:

$$\text{teherbírás} := \begin{cases} \text{if } M_{j,rd} > M_{ed_közép_kapcs} \\ \parallel \text{ "megfelelő" } \\ \text{also if } M_{j,rd} < M_{ed_közép_kapcs} \\ \parallel \text{ "nem megfelelő" } \end{cases}$$

$$\frac{M_{ed_közép_kapcs}}{M_{j,rd}} = 84.01\%$$

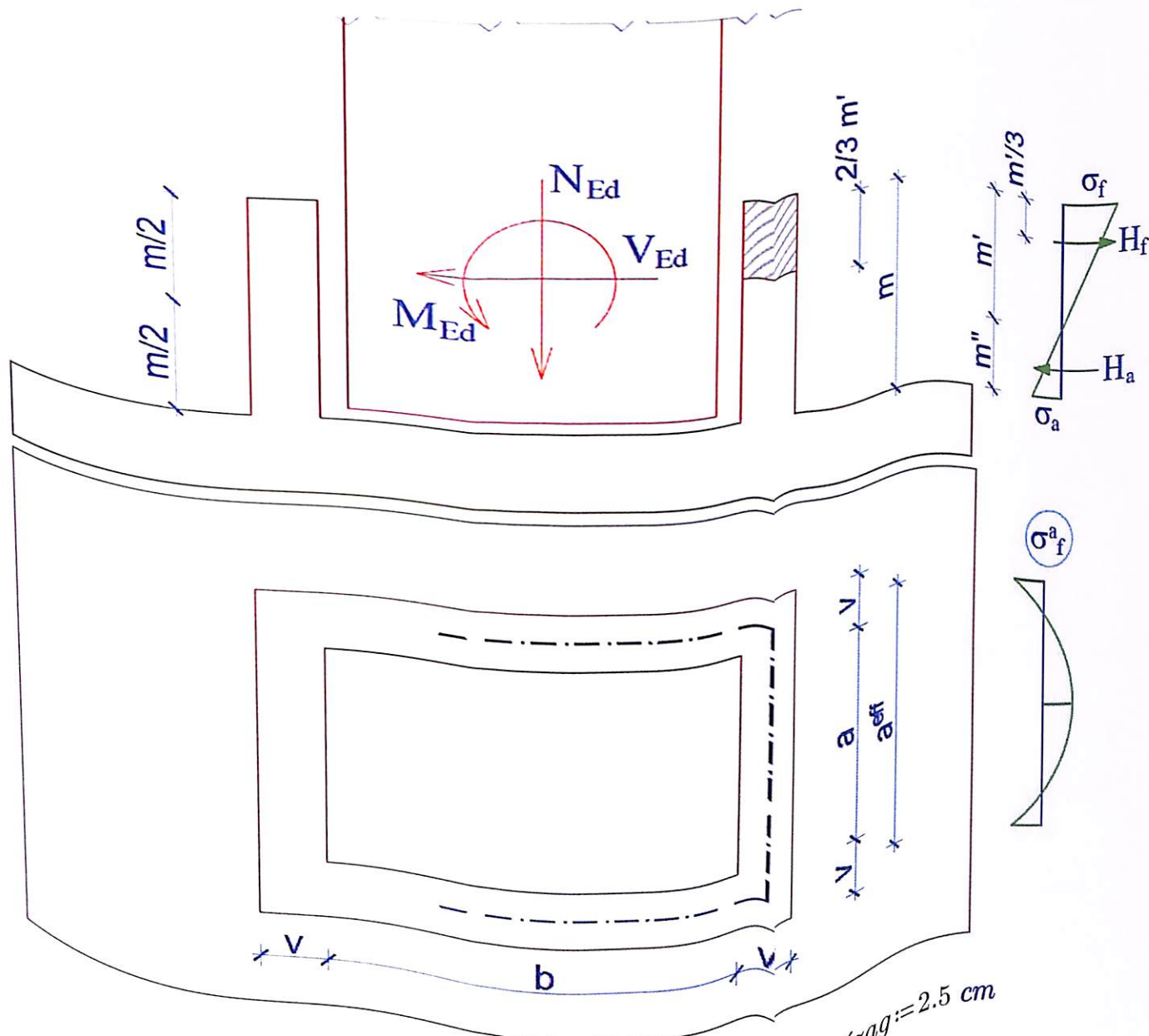
$$\text{teherbírás} = \text{"megfelelő"}$$

Rugalmas határnyomaték:

$$\frac{2}{3} \cdot M_{j,rd} = 167.44 \text{ kN} \cdot m$$

6.5 Kehelynyak ellenőrzése:

6.5.1 Méretezés a nyomás tervezési értékére:



$$m := 0.8 \text{ m}$$

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

$$b := b_{hea340} + 2 \cdot \text{hézag} + 2 \cdot v = 0.75 \text{ m}$$

$$a := h_{hea340} + 2 \cdot \text{hézag} + 2 \cdot v = 0.78 \text{ m}$$

Beton: C25/30-XC1-16-F2

Betonacél: B500

$$b_{hea340} = 0.3 \text{ m}$$

$$h_{hea340} = 0.33 \text{ m}$$

$$\text{hézag} := 2.5 \text{ cm}$$

$$V_{ed} := 60 \text{ kN}$$

$$M_{ed} := 210 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$f_{yd} := 435 \text{ MPa}$$

Feszültségek számítása:

$$\sigma_f := \frac{V_{ed}}{a \cdot m} + \frac{M_{ed}}{\frac{a \cdot m^2}{6}} = 2.62 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_a := \frac{M_{ed}}{\frac{a \cdot m^2}{6}} - \frac{V_{ed}}{a \cdot m} = 2.43 \frac{N}{mm^2}$$

Megfelelőség igazolása:

$$\begin{array}{l} \text{teherbírás} := \text{if } \sigma_f > f_{cd} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \\ \text{also if } \sigma_f < f_{cd} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel" } \end{array}$$

$$\text{teherbírás} = \text{"megfelel"}$$

6.2 Vasalás meghatározása:

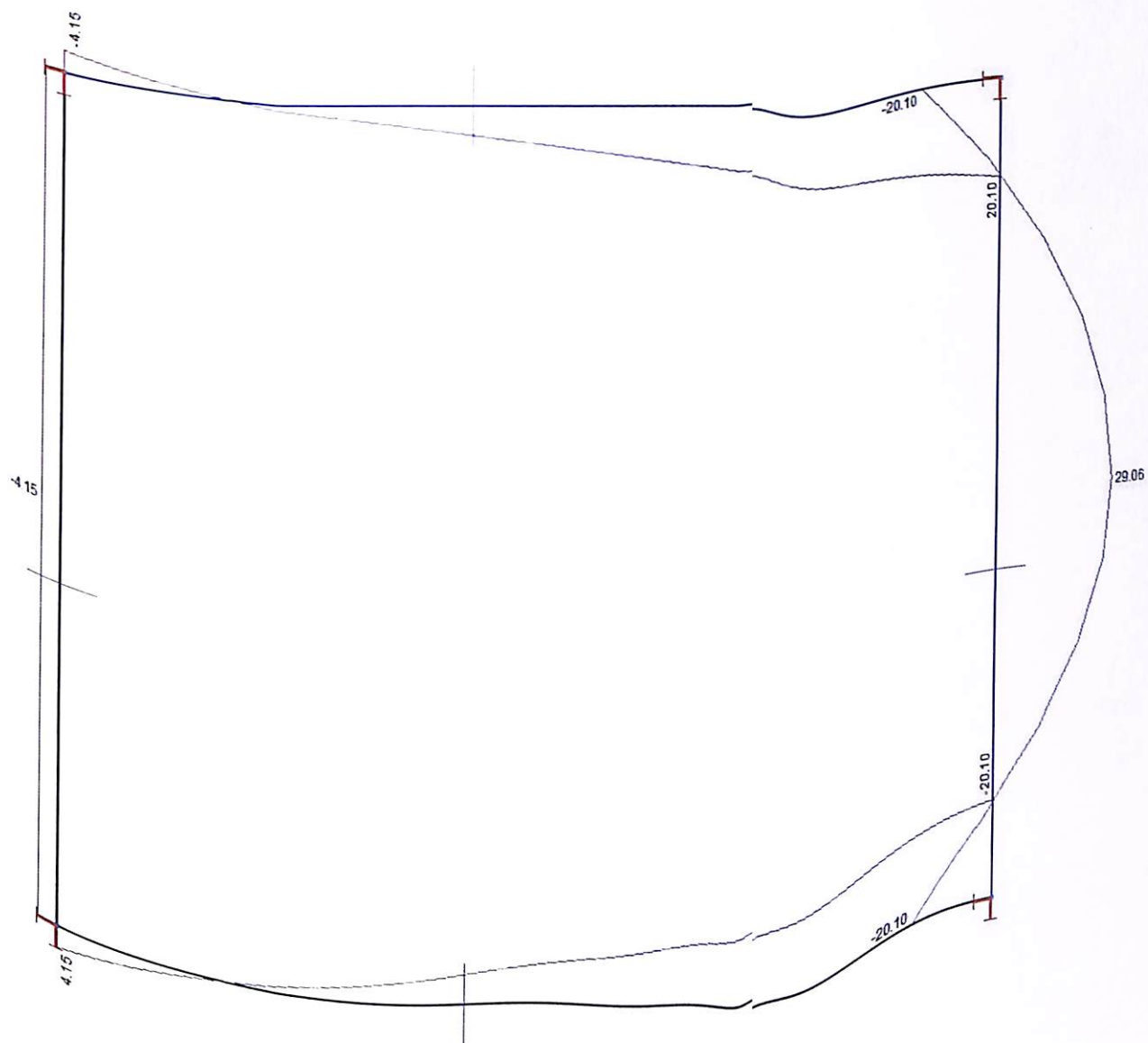
A kehely felső részét, melyet a befeszülő oszlop terhel, zárt keretnek tekintem.

Vízszintes vasalást azonosnak tekintem a függőleges vasalással.

A helyettesítő vonalmenti teher a nyomatéből és a nyíróerőből:

$$P_{ed} := \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot \frac{m}{2} \cdot \sigma_f}{a + \frac{v}{2}} = 464.49 \frac{kN}{m}$$

A helyettesítő vonalmenti teherből keletkező nyomatéki igénybevétel:



$$M_{vasalási} := 30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Vasalás tervezése:

Húzott vaspozíció: $a_{\perp} := 80 \text{ mm}$

Dolgozó magasság: $d := v - a_{\perp} = 120 \text{ mm}$

Nyomott betonzóna meghatározása:

1m széles sávot vizsgálva: $b := 1000 \text{ mm}$

Solver Constraints Values

$$x_c := 1 \text{ mm}$$

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

$$\text{find}(x_c) = 13.23 \text{ mm}$$

$$d \cdot 0.49 = 58.8 \text{ mm}$$

$$x_c := 13.5 \text{ mm}$$

Tehát a vasak képesen működnek!

Húzott vasalás:

Solve Constraints Values

$$A_s := 1 \text{ mm}^2$$

$$A_s \cdot f_{yd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd}$$

$$\text{find}(A_s) = 620.69 \text{ mm}^2$$

$$A_s := 1131 \text{ mm}^2$$

f12/10

7.0 Iroda szinti tartószerkezetek méretezése:

7.1 Iroda szinti öszvér födém méretezése:

7.1.1 Számításba vehető fizikai jellemzők:

Acél rugalmassági modulusa:

$$E_a := 210000 \frac{N}{mm^2}$$

A C 25/30 beton rugalmassági modulusa:

$$E_b := 30000 \frac{N}{mm^2}$$

A kúszási tényező átlagos végértéke:

$$\phi_k := 2.35$$

A beton effektív rugalmassági modulusa:

$$E_{ceff} := \frac{E_b}{1 + \phi_k} = 8955.22 \frac{N}{mm^2}$$

A rugalmassági modulusok aránya tartós terhekre:

$$n := \frac{E_a}{E_{ceff}} = 23.45$$

7.1.2 Alkalmazott anyagminőségek:

Szerkezeti acél: S235

$$f_y := 235 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 1$$

Beton: C20/25

$$f_{ck} := 20 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 13.33 \text{ MPa}$$

Betonacél: B500

$$f_{sk} := 500 \text{ MPa}$$

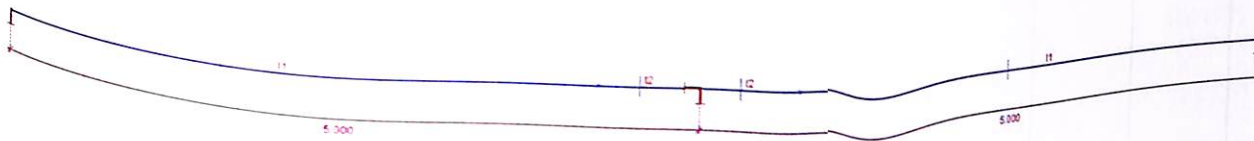
$$f_{sd} := \frac{f_{sk}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

7.1.3 Keresztmetszete méretezése építési állapotban:

Az építési állapot szabadszerelés vagy ideiglenes megtámasztásos építés esetén kell vizsgálni, teljes aláállványozás esetén a vizsgálat nem mértékadó. Jelen állapot építéstechnológiája

7.1.4 Fióktartó statikai váza:

A fióktartók 3 támaszú tartók, melyeknek támaszai az iroda szintű főtartó gerendák. A fióktartó felett egy 8 cm együttműködő vasbeton lemez helyezkedik el.



Fióktartók támaszköze: $L_{fiók} := 5 \text{ m}$

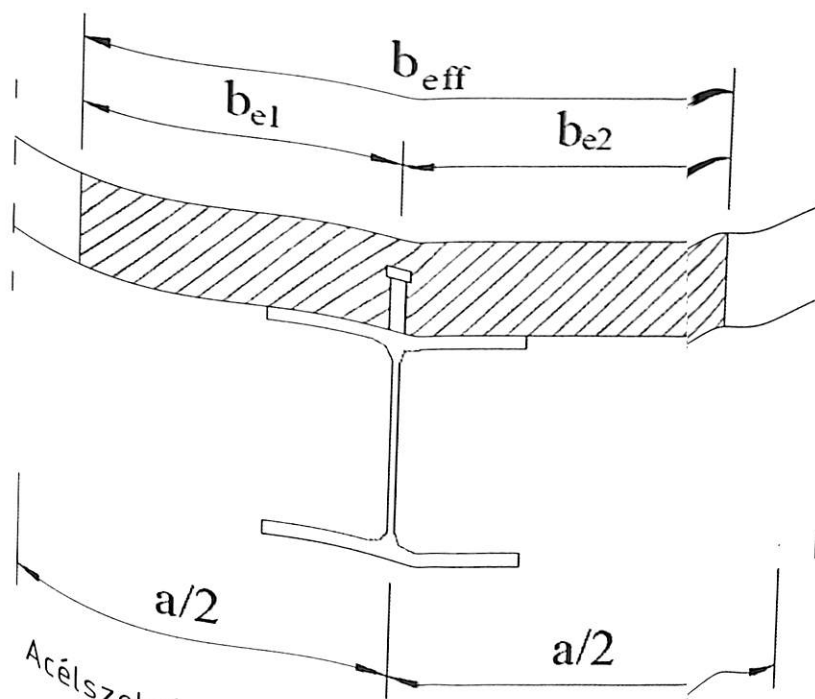
7.1.5 A fióktartó ellenőrzése a beton megszilárdulása után:

7.1.5.1 Beton berepedésének hatása:

A beton berepedésének hatását a berepedt analízissel veszem figyelembe. Tapasztalatból tudjuk, hogy teherbírási határállapotban a beton be fog repedni a támaszok felett. Támasz felett elhanyagolom a betont, csak az acél szelvény és a vasalás keresztmetszeti jellemzőivel számolunk. Közben elhanyagolom a nyomott vasalást, csak az acél szelvény és a beton keresztmetszeti jellemzőivel számolok

7.1.5.2 Ideális keresztmetszeti jellemzők:

7.1.5.2.1 Effektív szélesség számítása:



Fióktartók kiosztása: $a := 1.64 \text{ m}$

Szélső mezőben:

$$l_1 := 0.85 \cdot L_{fiók} = 4.25 \text{ m}$$

$$b_1 := \frac{l_1}{8} = 0.53 \text{ m}$$

$$b_{eff,1} := \min(2 \cdot b_1, a) = 1.06 \text{ m}$$

Közbenő támasznál:

$$l_2 := 0.25 \cdot 2 \cdot L_{fiók} = 2.5 \text{ m}$$

$$b_2 := \frac{l_2}{8} = 0.31 \text{ m}$$

$$b_{eff,2} := \min(2 \cdot b_2, a) = 0.63 \text{ m}$$

Acélszelvény öv vastagság: $t_f := 10 \text{ mm}$

Acélszelvény öv szélesség: $b_f := 200 \text{ mm}$

Acélszelvény gerinc vastagság: $t_w := 6.5 \text{ mm}$

Acélszelvény gerinc szélesség: $d := 134 \text{ mm}$

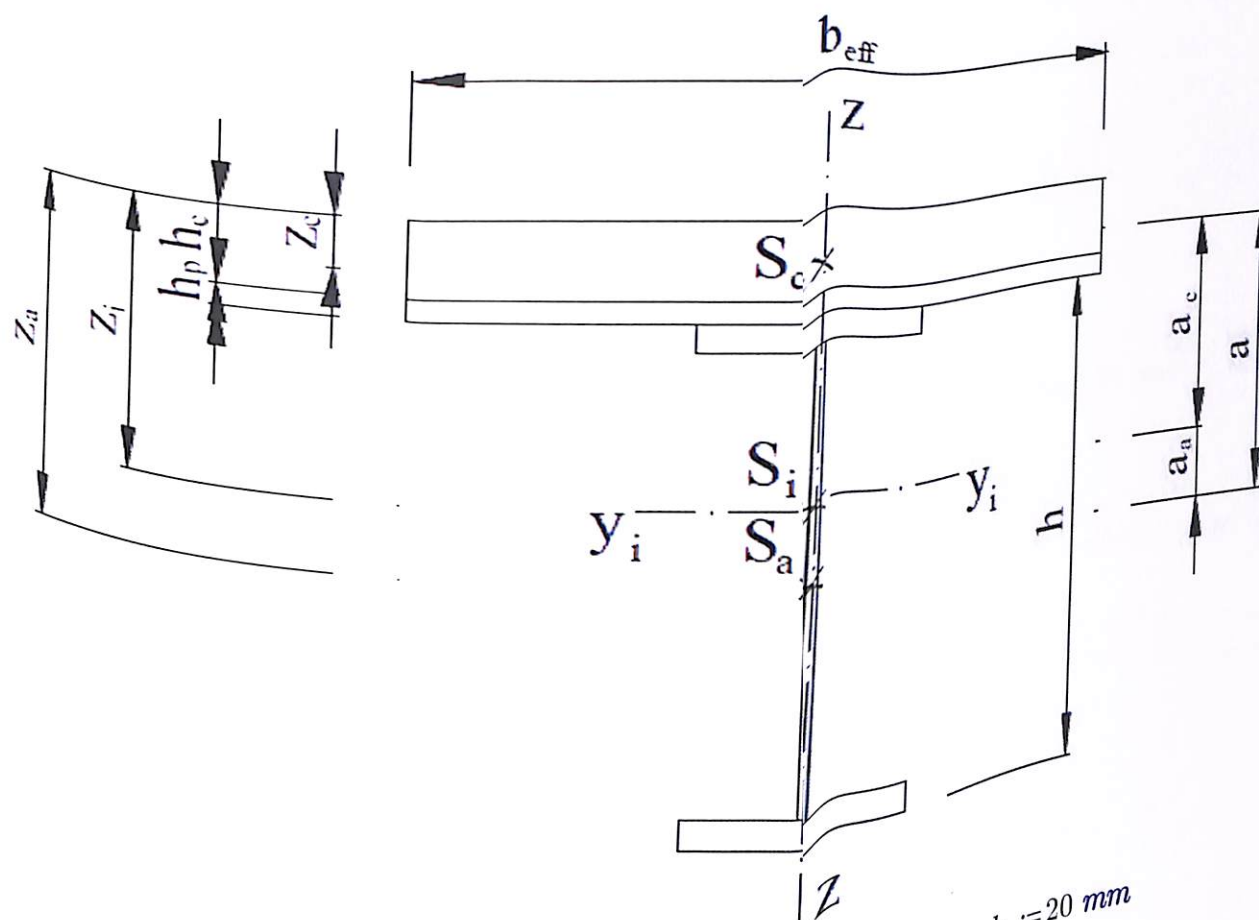
Lekerekítés sugara: $r := 13 \text{ mm}$

Nyírt km-i terület: $A_{v2} := 18.08 \text{ cm}^2$

Keresztmetszeti tényező: $W_{pl,a} := 568.5 \text{ cm}^3$

7.1.5.2.2 Ideális keresztmetszeti tényezők számítása:

Jelölések mezőben:



LTP 20 DN 0.6 vastagsága:

Betonlemez vastagsága:

Együttdolgozó szélesség mezőben:

HEA 220 magassága:

Felső szélső szál és az IPE súlypontja közötti távolság:

Felső szélső szál és a beton súlypontja közötti távolság:

$$h_p := 20 \text{ mm}$$

$$h_c := 60 \text{ mm}$$

$$b_{eff,1} = 1062.5 \text{ mm}$$

$$h := 210 \text{ mm}$$

$$z_a := \frac{h}{2} + h_p + h_c = 185 \text{ mm}$$

$$z_c := \frac{h_c + h_p \cdot 0.5}{2} = 35 \text{ mm}$$

Tiszta betonkeresztmetszet
területe:

$$A_{c-1} := \left(h_c + \frac{h_p}{2} \right) \cdot b_{eff-1} = 74375 \text{ mm}^2$$

HEA 220 keresztmetszeti
területe:

$$A_{HEA220} := 64.3 \text{ cm}^2$$

HEA 220 inercianyomatéka
erős tengely körül:

$$I_{HEA220} := 5410 \text{ cm}^4$$

Ideális keresztmetszeti
terület:

$$A_{i-1} := \frac{A_{c-1}}{n} + A_{HEA220} = 9601.64 \text{ mm}^2$$

Ideális semleges vonal és
szélső szál távolsága:

$$z_{i-1} := \frac{A_{HEA220} \cdot z_a + \frac{A_{c-1}}{n} \cdot z_c}{A_{i-1}} = 135.45 \text{ mm}$$

$$a_{a-1} := z_a - z_{i-1} = 49.55 \text{ mm}$$

$$a_{c-1} := z_{i-1} - z_c = 100.45 \text{ mm}$$

A beton inercianyomatéka:

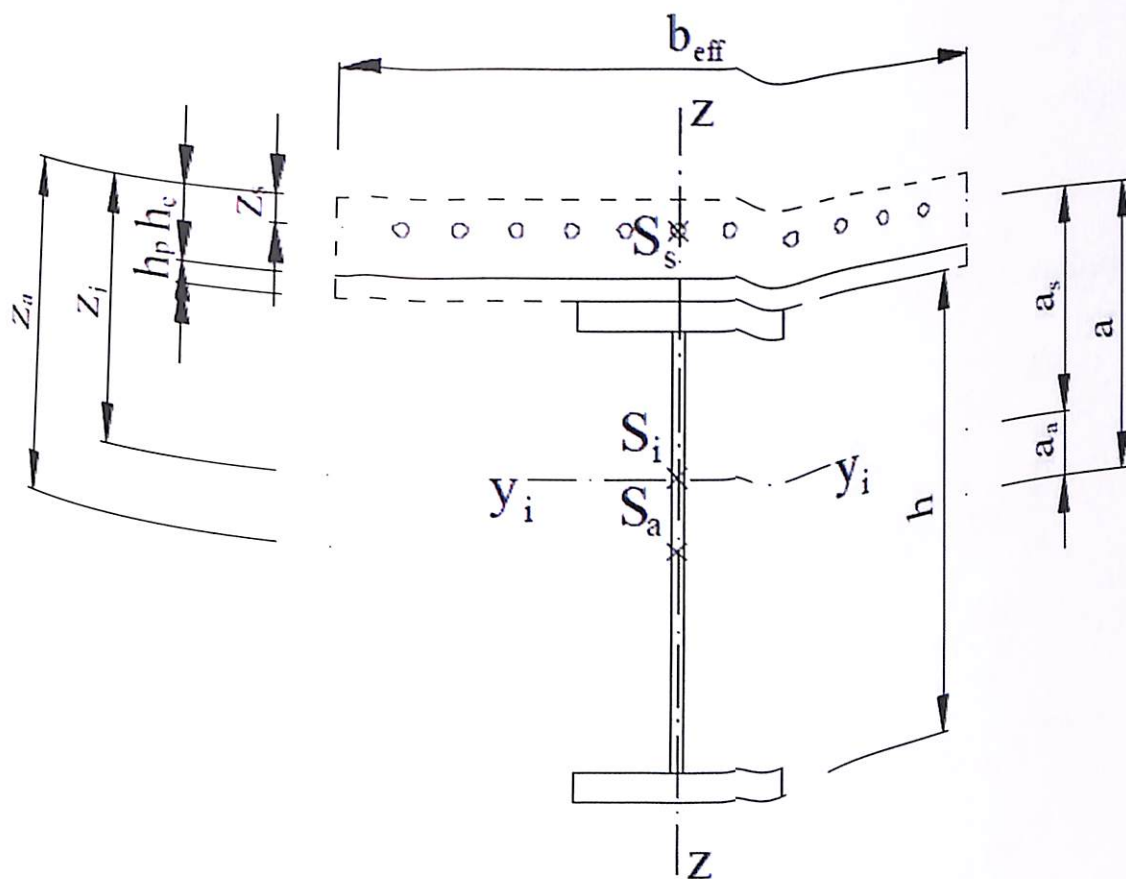
$$I_{c-1} := \frac{b_{eff-1} \cdot \left(h_c + \frac{h_p}{2} \right)^3}{12} = 30369791.67 \text{ mm}^4$$

Ideális inercianyomaték:

$$I_{i-1} := I_{HEA220} + A_{HEA220} \cdot a_{a-1}^2 + \frac{I_{c-1}}{n} + \frac{A_{c-1}}{n} \cdot a_{c-1}^2$$

$$I_{i-1} = 103184547.05 \text{ mm}^4$$

Jelölések támasznál:



A betonacélok átmérője:

$$\phi := 12 \text{ mm}$$

Kiosztása:

$$s := 200 \text{ mm}$$

Betonacélok súlyvonalának helye a felső szélső száltól:

$$z_s := 30 \text{ mm}$$

Betonacélok keresztmetszeti területe:

$$A_s := \frac{\phi^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{b_{eff,2}}{s} = 353.43 \text{ mm}^2$$

Ideális acélkeresztmetszeti terület:

$$A_{i,2} := A_{HEA220} + A_s = 6783.43 \text{ mm}^2$$

Ideális semleges vonal és szélső szál távolsága:

$$z_{i,2} := \frac{A_s \cdot z_s + A_{HEA220} \cdot z_a}{A_{i,2}} = 176.92 \text{ mm}$$

Ideális inercianyomaték:

$$a_{a,2} := z_a - z_{i,2} = 8.08 \text{ mm}$$

$$a_{s,2} := z_{i,2} - z_s = 146.92 \text{ mm}$$

$$I_{i,2} := I_{HEA220} + A_{HEA220} \cdot a_{a,2}^2 + A_s \cdot a_{s,2}^2$$

$$I_{i,2} = 6214.87 \text{ cm}^4$$

7.1.5.3 Terhek a végleges állapotban:

A terheket 1 db fióktartóra redukálom.

A mértékadó fióktartók terhelési sávja: $a = 1.64 \text{ m}$

7.1.5.3.1 Állandó terhek:

Állandó teherként az iroda rétegrendjét és az öszvér födémét vesze számításba.

Iroda szinti rétegrend súlya:

$$G_{HEA220} := 0.51 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_{LTP35} := 0.065 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{vb} := 1.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{RIGIDUR} := 0.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{rag} := 0.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{linóleum} := 0.06 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Folyóméter teher:

$$G_{iroda} := G_{HEA220} + G_{LTP35} \cdot a + G_{vb} \cdot a + G_{RIGIDUR} \cdot a + G_{rag} \cdot a + G_{linóleum} \cdot a = 6.03 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

7.1.5.3.2 Esetleges terhek:

Hasznos teher: iroda

$$q_{iroda} := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\psi_{0_h} := 0.7 \quad \psi_{2_h} := 0.3$$

Válaszfal teher:

$$q_{vf} := 1.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\psi_{vf} := 1$$

7.1.5.4 Teherkombinációk:

Teherbírási határ állapot (ULS):

$$P_{ed} := 1.35 \cdot G_{iroda} + 1.5 \cdot (a \cdot q_{iroda}) + 1.5 \cdot ((a \cdot q_{vf}) \cdot \psi_{vf}) = 24.14 \frac{kN}{m}$$

Használhatósági határ állapot (SLS):

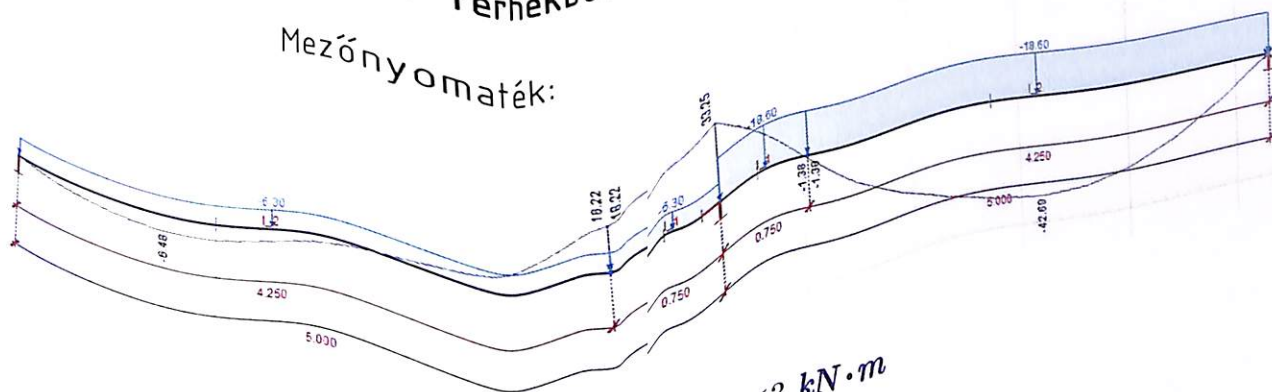
$$P_{qp} := G_{iroda} + (a \cdot q_{iroda}) \cdot \psi_{zh} + (a \cdot q_{vf}) \cdot \psi_{vf} = 10.95 \frac{kN}{m}$$

7.1.5.5 Igénybevétel:

A külső teherből keletkező mértékadó igénybevételeket és a zsugorodásból keletkező igénybevételeket superponálok. A külső terheket mezőre és támaszra mértékadó helyzetben működtetem.

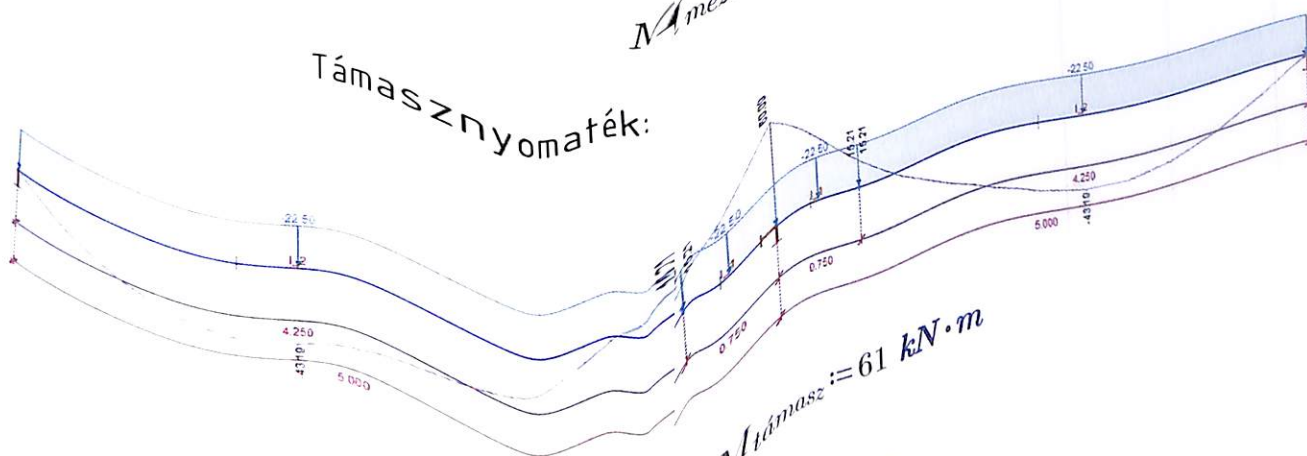
7.1.5.5.1 Külső terhekből származó igénybevételek:

Mezőnyomaték:



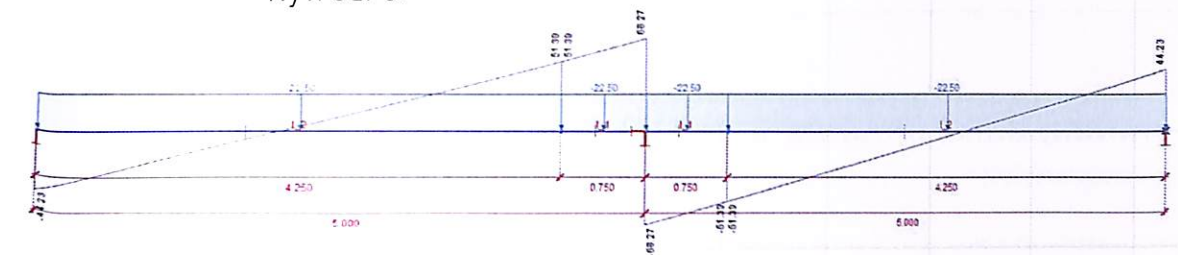
$$M_{mező} := 53 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Támasznyomaték:



$$M_{támasz} := 61 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

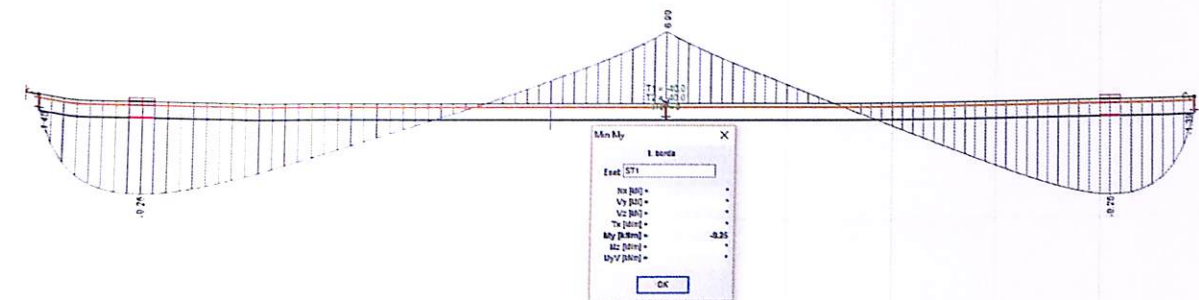
Nyíróerő:



$$V := 70 \text{ kN}$$

7.1.5.5.2 Zsugorodásból keletkező igénybevételek:

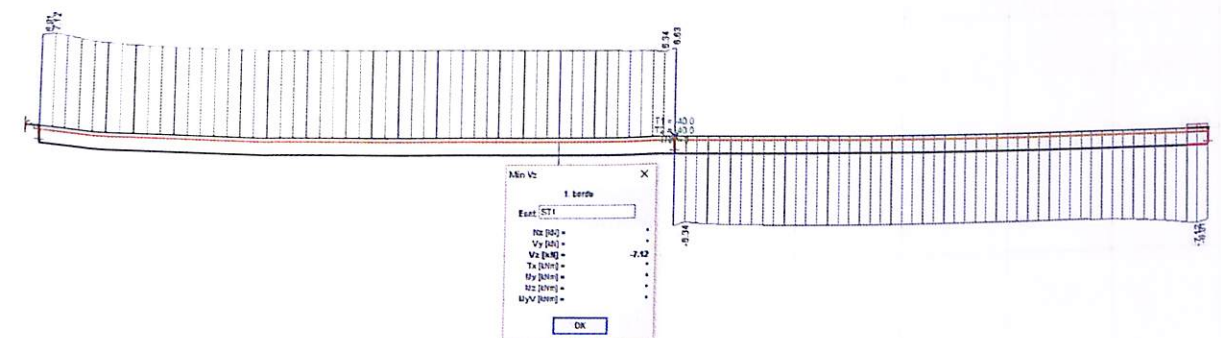
Nyomaték:



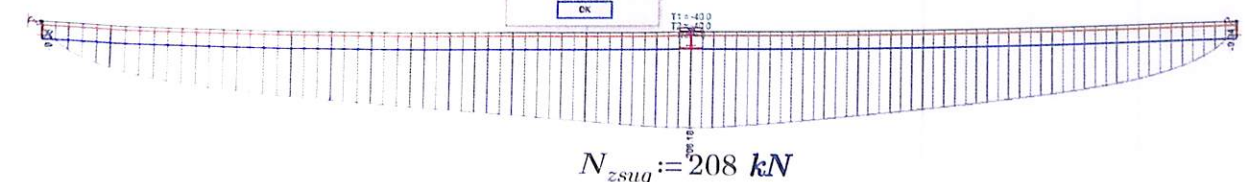
$$M_{zsug_mező} := 30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{zsug_támasz} := 18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Nyíróerő:



$$V_{zsug} := 10 \text{ kN}$$



$$N_{zsug} := 208 \text{ kN}$$

Mértékadó igénybevételek:

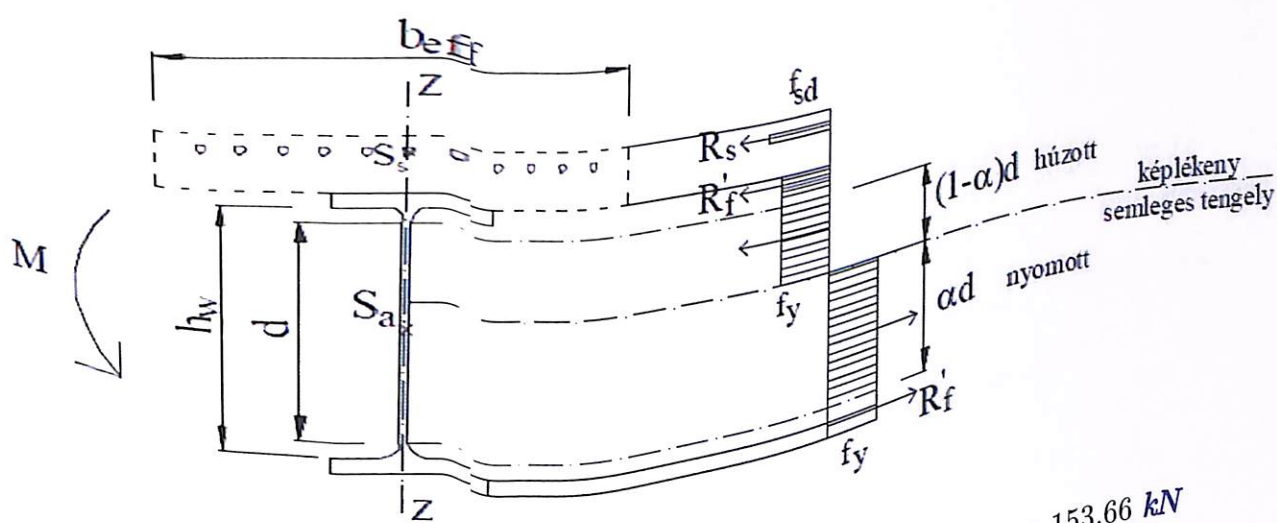
$$M_{ed_mező} := M_{zsug_mező} + M_{mező} = 83 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed_támasz} := M_{zsug_támasz} + M_{támasz} = 79 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{ed} := V_{zsug} + V = 80 \text{ kN}$$

$$N_{ed} := N_{zsug} = 208 \text{ kN}$$

7.1.5.6 Keresztmetszet osztályba sorolása:



Vasalás ellenállása:

Acélszelvény ellenállás:

Acél szelvény öv ellenállás:

Acél szelvény gerinc ellenállás:

Teljes gerinc lekerekítéssel:

$$R_s := A_s \cdot f_{sd} = 153.66 \text{ kN}$$

$$R_a := A_{HEA220} \cdot f_y = 1511.05 \text{ kN}$$

$$R_f := b_f \cdot t_f \cdot f_y = 470 \text{ kN}$$

$$R_g := d \cdot t_w \cdot f_y = 204.69 \text{ kN}$$

$$R_w := R_a - 2 \cdot R_f = 571.05 \text{ kN}$$

$képl_sem_tengely := \text{if} (R_s > R_a, \text{"betonban van"}, \text{"acélban van"}) = \text{"acélban van"}$

$A_képl_sem_tengely := \text{if} (R_s > R_w, \text{"felső övben van"}, \text{"gerincben van"})$

$A_képl_sem_tengely = \text{"gerincben van"}$

Segédmenyiség: $\alpha := \frac{R_s + R_g}{2 \cdot R_g} = 0.88$ $d = 134 \text{ mm}$

Nyomott zóna magassága: $\alpha \cdot d = 117.3 \text{ mm}$

$$\text{gerinc} := \text{if} \left(\frac{d}{t_w} < \frac{396 \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1}, \text{"1 osztályú"}, \text{"2 osztályú"} \right) = \text{"1 osztályú"}$$

$$\text{alsó_öv} := \text{if} \left(\frac{\frac{b_f}{2} - \frac{t_w}{2} - r}{t_f} < 9 \cdot \varepsilon, \text{"1 osztályú"}, \text{"2 osztályú"} \right) = \text{"1 osztályú"}$$

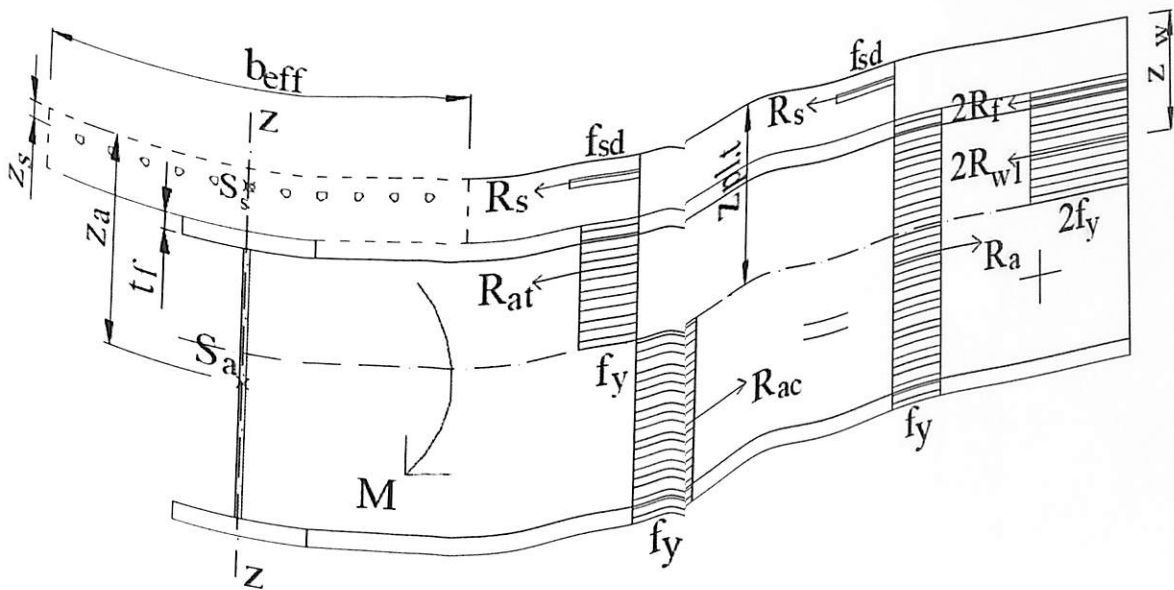
7.1.5.7 Képlékeny nyomatéki ellenállás:

7.1.5.7.1 Közberső támasznál:

$$\text{képl_sem_tengely} := \text{if} (R_s > R_a, \text{"betonban van"}, \text{"acélban van"}) = \text{"acélban van"}$$

$$A_képl_sem_tengely := \text{if} (R_s > R_w, \text{"felső övben van"}, \text{"gerincben van"})$$

$$A_képl_sem_tengely = \text{"gerincben van"}$$



Vetületi egyenlet:

Semleges tengely helye:

SolveConstraintValues

$$z_{pl,t} := 1 \text{ mm}$$

$$R_a - R_s - 2 R_f - 2 \cdot (z_{pl,t} - h_c - h_p - t_f) \cdot t_w \cdot f_y = 0$$

$$\text{find}(z_{pl,t}) = 226.62 \text{ mm}$$

$$z_{pl,t} := 125.45 \text{ mm}$$

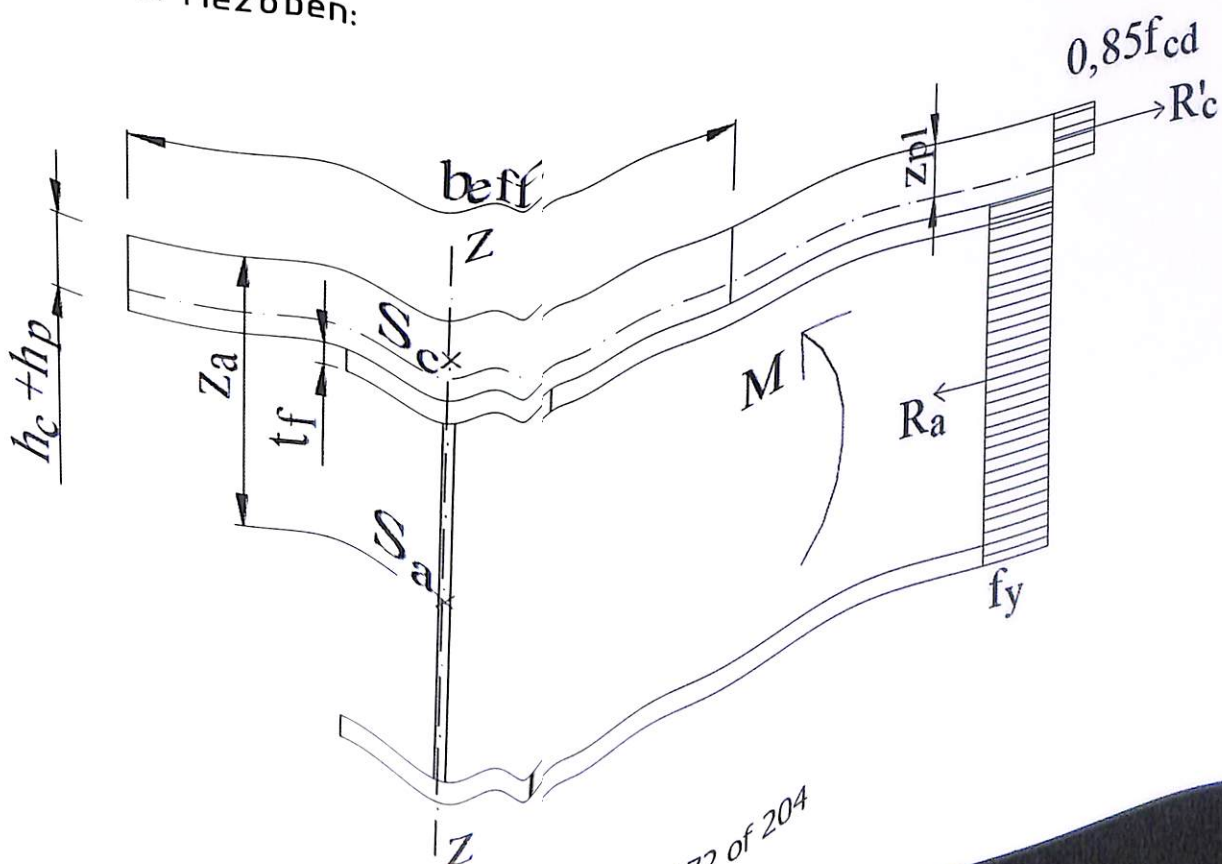
Nyomatéki egyenlet:

$$z_w := \frac{z_{pl,t} - h_c - h_p - t_f}{2} + h_p + h_c + t_f = 107.73 \text{ mm}$$

$$R_w := (z_{pl,t} - h_c - h_p - t_f) \cdot t_w \cdot f_y = 54.15 \text{ kN}$$

$$M_{pl,rd,1} := R_a \cdot (z_a - z_s) - 2 \cdot R_f \cdot \left(\frac{t_f}{2} + h_c + h_p - z_s \right) - 2 \cdot R_w \cdot (z_w - z_s) = 174.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

7.1.5.6.2 Mezőben:



$$R_c := 0.85 \cdot A_{c1} \cdot f_{cd} = 1586.67 \text{ kN}$$

$$R_a = 1511.05 \text{ kN}$$

$$A_{\text{képl_sem_tengely}} := \text{if}(R_c > R_a, \text{"betonban van"}, \text{"acélban van"})$$

$$A_{\text{képl_sem_tengely}} = \text{"betonban van"}$$

Vetületi egyenlet:

Semleges tengely helye:

Guess Values	$z_{pl.m} := 1 \text{ mm}$
Constraints	$R_a - z_{pl.m} \cdot b_{eff1} \cdot 0.85 \cdot f_{cd} = 0$
Solver	$\text{find}(z_{pl.m}) = 65.68 \text{ mm}$

$$z_{pl.m} := 65.68 \text{ mm}$$

Nyomatéki egyenlet:

$$M_{pl.rd2} := R_a \cdot \left(z_a - \underbrace{z_{pl.m}}_{\hat{z}} \right) = 229.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Vizsgálat hajlításra:

Mezőben:

$$M_{ed_mező} = 83 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl_rd_2} = 229.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\rho := \frac{M_{ed_mező}}{M_{pl_rd_2}} = 36.1\%$$

Támasznál:

$$M_{ed_támasz} = 79 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl_rd_1} = 174.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\rho := \frac{M_{ed_támasz}}{M_{pl_rd_1}} = 45.38\%$$

7.1.5.8 Nyírási ellenállás:

$$V_{pl_rd} := \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = 245.3 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 80 \text{ kN}$$

$$\rho := \frac{V_{ed}}{V_{pl_rd}} = 32.61\%$$

$kölcshatás_vizsgálat := \text{if}(\rho > 50\%, \text{"kell"}, \text{"nem kell"}) = \text{"nem kell"}$

7.2. Kifordulásvizsgálat:

Kritikus nyomaték meghatározása:

$$L_{fiók} = 5 \text{ m}$$

Fesztávolság:

$$G_a := \frac{E_a}{2 \cdot (1 + 0.3)} = 80769.23 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nyírási rugalmassági modulus:

$$I_{afz} := \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} = 6666666.67 \text{ mm}^4$$

Alsó öv gyenge inercianyomatéka:

$$I_{at} := \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot b_f \cdot t_f^3 + d \cdot t_w^3) = 145599.92 \text{ mm}^4$$

Tiszta csavarási inercia:

$$a = 1.64 \text{ m}$$

Acéltartók távolsága:

$$\alpha := 3$$

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

Segédmenyiség:

$$\rho := \frac{A_s}{\left(h_c + \frac{h_p}{2}\right) \cdot b} = 0.005$$

Vashányad:

$$I_2 := \frac{h_c^3 \cdot b}{12} = 18000000 \text{ mm}^4$$

Egységnyi széles betonsáv inerciája:

$$EI_2 := E_a \cdot I_2 \cdot 6.5 \cdot \rho = 124.05 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$$

Gerebda egység hosszára jutó keresztirányú merevség:

$$k_1 := \frac{\alpha \cdot EI_2}{a \cdot b} = 226.93 \text{ kN}$$

$$k_2 := \frac{E_a \cdot t_w^3}{4 \cdot (1 - 0.3^2)} \cdot d = 118.24 \text{ kN}$$

$$k_s := \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} = 77.73 \text{ kN}$$

a támasz fölötti ideális inercia:

$$I_y := I_{HEA220} + A_s \cdot (a_{s_2} + a_{a_2})^2 = 62591135.89 \text{ mm}^4$$

Erős inercia HEA200: $I_{ay} := I_{HEA220} = 54100000 \text{ mm}^4$

Gyenge inercia HEA200: $I_{az} := 1336 \text{ mm}^4$

Ideális km-i terület: $A := A_{i_2} = 6783.43 \text{ mm}^2$

HEA200 km-i terület: $A_{HEA220} = 6430 \text{ mm}^2$

Inerciasugár: $i_x := \sqrt{\frac{I_{ay} + I_{az}}{A_{HEA220}}} = 91.73 \text{ mm}$

Acéltartó súlypontjának és a betonlemez középvonalának távolsága:

$$z_c := a_{a_1} + a_{c_1} = 150 \text{ mm}$$

Segédmenység: $e := \frac{A \cdot I_{ay}}{A_{HEA220} \cdot z_c \cdot (A - A_{HEA220})} = 1076.57 \text{ mm}$

$$k_c := \frac{d \cdot \frac{I_y}{I_{ay}}}{\frac{\frac{d^2}{4} + i_x^2}{e} + d} = 1.06$$

$$C_4 := 28.64$$

Nyomatéki ábrától függő tényező:

Kritikus nyomaték: $M_{cr} := \frac{k_c \cdot C_4}{L_{fiók}} \cdot \sqrt{\left(G_a \cdot I_{at} + \frac{k_s \cdot L_{fiók}^2}{\pi^2} \right) \cdot E_a \cdot I_{ofz}} = 3287.78 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\lambda_{lt} := \sqrt{\frac{M_{pl.rd_1}}{M_{cr}}} = 0.35$$

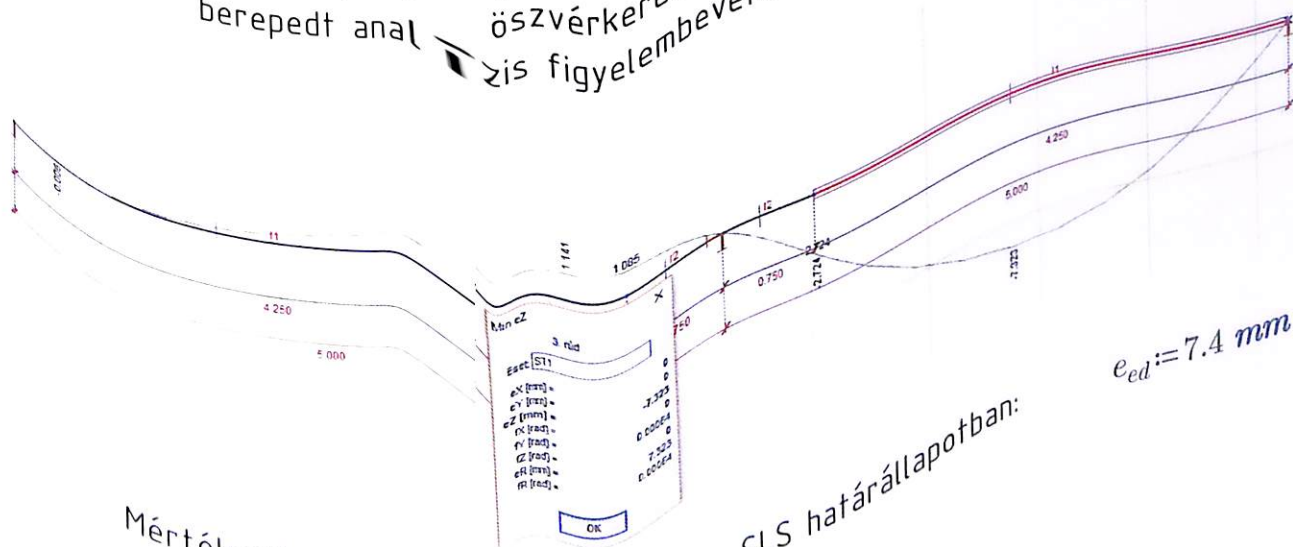
$$\phi_{it} := \frac{1 + \alpha_{it} \cdot (\lambda_{it} - 0.2) + \lambda_{it}^2}{2} = 0.59$$

$$\chi_L := \frac{1}{\phi_{lt} + \sqrt{\phi_{lt}^2 - \lambda_{lt}^2}} = 0.95$$
$$M_{b,r} := \chi_{LT} \cdot M_{pl,rd-1} = 164.75 \text{ kN} \cdot m$$

$$\rho := \frac{M_{ed_tamasz}}{M_{b.rd}} = 47.95\%$$

7.3 Használhatósági határállapot:

A lehajlásvizsgálatot az AxisVM végelemes szoftverrel végeztem, az öszvérkeresztmetszet ideális tulajdonságai és a zis figyelembevételével.


$$e_{ed} := 7.4 \text{ mm}$$

Mértékadó függő

ges elmozdulás SLS határállapotban:

Feszítávolság:

$$L_{fiók} = 5 \text{ m}$$

Megengedett lehajlás érték:

$$e_{rd} := \frac{L_{fiók}}{250} = 20 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{lehajlás} &:= \text{if } e_{ed} > e_{rd} \\ &\quad \parallel \text{"nem felele meg"} \\ &\text{also if } e_{ed} < e_{rd} \\ &\quad \parallel \text{"megfelel"} \end{aligned}$$

$$\text{lehajlás} = \text{"megfelel"}$$

7.4 A fióktartó együttdolgozó kapcsolatának a méretezése képlékeny elven:

7.4.1 Nyírt kapcsolatok tervezési ellenállása:

Csapátmérő:

$$d := 16 \text{ mm}$$

Csapmagasság:

$$h_{sc} := 55 \text{ mm}$$

Arányszám:

$$\frac{h_{sc}}{d} = 3.44$$

$$\alpha := 0.2 \cdot \left(\frac{h_{sc}}{d} + 1 \right) = 0.89$$

Segédtehermentesség:

$$b_d := 100 \text{ mm}$$

Csapok kiosztása:

$$f_u := 360 \text{ MPa}$$

A csap

anyagának szakítószilárdsága:

Nyírési

ellenállás:

$$P_{rd0} := \min \left(\frac{0.8 \cdot f_u \cdot d^2 \cdot \pi}{4 \cdot \gamma_v}, \frac{0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{30000 \text{ MPa} \cdot f_{ck}}}{\gamma_v} \right) = 40.83 \text{ kN}$$

$$n_r := 1$$

$$b_0 := 64 \text{ mm}$$

Csapok száma egy bordában:

Csökkentő tényező:

$$k_t := \text{if}(k_t > 0.7, 0.7, k_t) = 0.7$$

$$k_t := \frac{0.7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) = 3.92$$

Egy csap ellenállása:

$$P_{rd} := k_t \cdot P_{rd0} = 28.58 \text{ kN}$$

7.4.2 Nyírt kapcsolat tervezési ellenállása:

Hosszirányú tervezési nyíróerő teljes nyírt kapcsolat esetén:

Vizsgálat a szelső támasz és a pozitív mezőnyomaték között:

Acél szelvény nyomási ellenállása: $N_a := R_a = 1511.05 \text{ kN}$

$$N_c := R_c = 1586.67 \text{ kN}$$

Beton nyomási ellenállása:

$$V_1 := \min(N_a, N_c) = 1511.05 \text{ kN}$$

Csapok száma:

$$n_{szükséges} := \frac{V_1}{P_{rd}} = 52.87$$

Vizsgálat a pozitív mezőnyomaték és a közbelső támasz között:

Acél szelvény nyomási ellenállása: $N_a := R_a = 1511.05 \text{ kN}$

$$N_c := R_c = 1586.67 \text{ kN}$$

Beton nyomási ellenállása:

$$N_s := A_s \cdot \frac{f_{sd}}{\gamma_{m0}} = 153.66 \text{ kN}$$

Vasalás nyomási ellenállása:

$$V_1 := \min(N_a, N_c) + N_s = 1664.71 \text{ kN}$$

Csapok száma:

$$n_{szükséges} := \frac{V_1}{P_{rd}} = 58.25$$

Magasépítési szerkezetek esetén a kapcsolóelemek kritikus keresztmetszetek közötti szakaszon egyenletes en kioszthatók, ha:

$$M_{pl.rd_2} = 229.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Öszvér keresztmetszet:

$$M_{a.rd} := W_{pl.a} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 133.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Acél keresztmetszet:

$$\begin{aligned} csapok_kiosztása &:= \text{if } M_{pl.rd_2} < 2.5 \cdot M_{a.rd} \\ &\quad \| \text{"egyenletes"} \\ &\text{also if } M_{pl.rd_2} > 2.5 \cdot M_{a.rd} \\ &\quad \| \text{"nem egyenletes"} \end{aligned}$$

$$csapok_kiosztása = \text{"egyenletes"}$$

7.4.3 Keresztirányú vasalás:

$$v_{ed} := \frac{P_{rd}}{b_d} = 285.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hosszirányú fajlagos nyíróerő:

$$\phi_k := 12 \text{ mm}$$

Keresztirányú vasalás átmérője:

$$s_k := 200 \text{ mm}$$

Keresztirányú vasalás kiosztása:

$$A_{sk} := \frac{\phi^2 \cdot \pi}{4} = 113.1 \text{ mm}^2$$

Trapézlemez nyírási ellenállását elhanyagolom.

$$keresztiranyu_vas := \text{if } \frac{A_{sk} \cdot f_{sd} \cdot 2}{s_k} > v_{ed}$$

$$\| \text{"megfelel"}$$

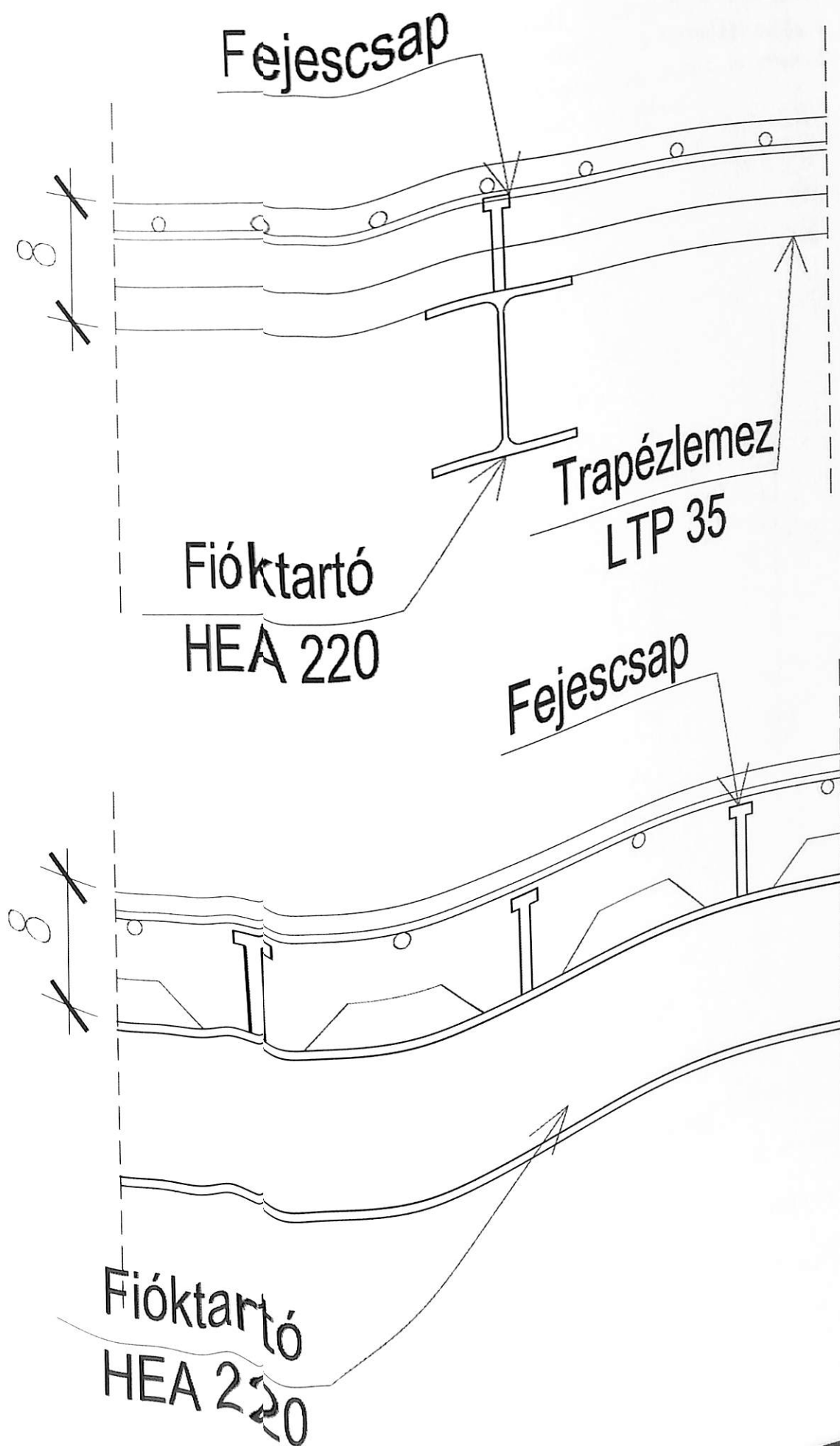
$$\text{also if } \frac{A_{sk} \cdot f_{sd} \cdot 2}{s_k} < v_{ed}$$

$$\| \text{"nem felel meg"}$$

$$keresztiranyu_vas = \text{"megfelel"}$$

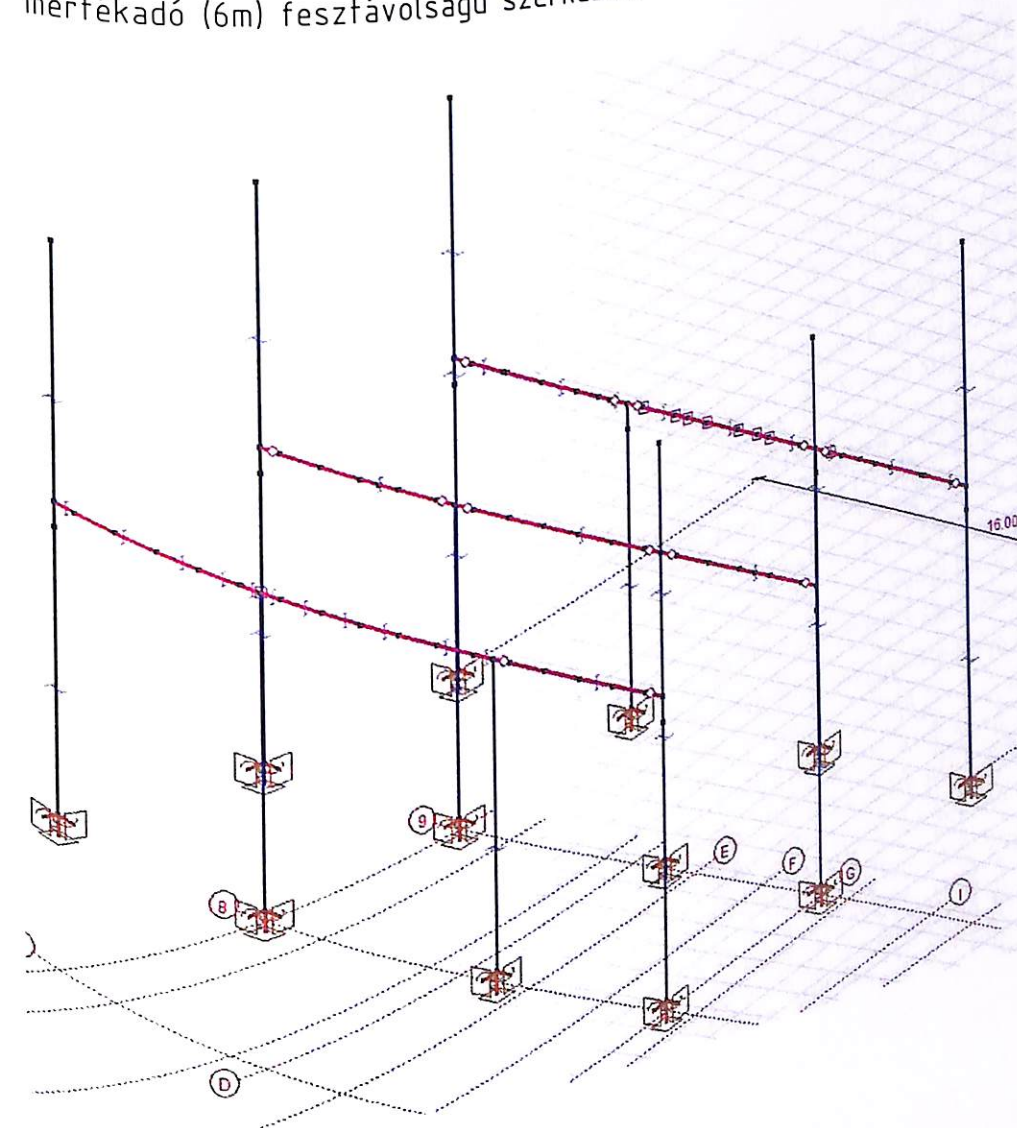
$$\frac{A_{sk} \cdot f_{sd} \cdot 2}{s_k} = 491.73 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Öszvér keresztmetszet általános skicc:



7.5 Iroda szinti főtartó gerenda méretezése:

A főtartó gerenda közvetlenül nem terhelt, kizárólag a fióktartók reakcióereje terheli. A közbelső főtartó gerendának a terhelési sávja a legnagyobb, ezért a vizsgálatot csak ott végzem el, s ott is csak a mértékadó (6m) fesztávolságú szerkezeti elemet vizsgálva.



Főtartó gerenda fizikai paraméterei:

Szelvénye:

Keresztmetszeti területe:

Nyírt keresztmetszeti területe:

Erős tengelyű inercianyomatéka:

Gyengetengelyű inercianyomatéka:

HEA 360

$$A_{hea360} := 142.8 \text{ cm}^2$$

$$A_{hea360_{yz}} := 48.96 \text{ cm}^2$$

$$I_{hea360_y} := 33090 \text{ cm}^4$$

$$I_{hea360_z} := 7887 \text{ cm}^4$$

Erős tengelyű km-i tényezője:

$$W_{hea360_y} := 2088 \text{ cm}^3$$

Gyenge tengelyű km-i tényezője:

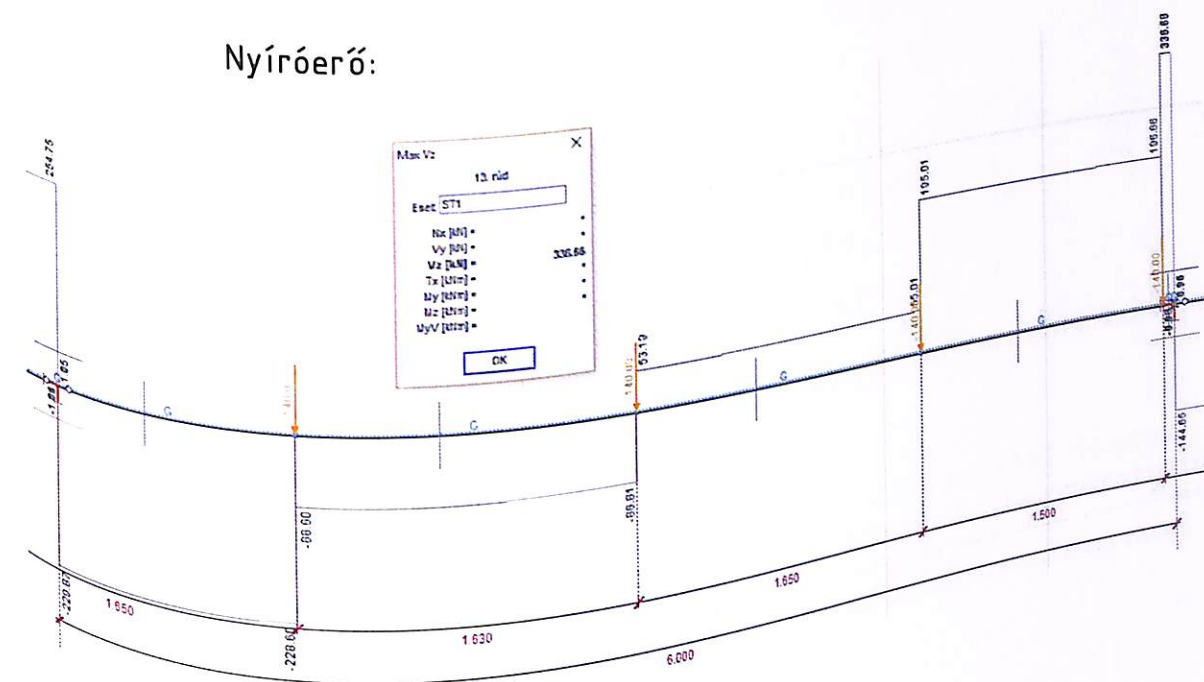
$$W_{hea360_z} := 802.3 \text{ cm}^3$$

Főtartó oszlop hossza:

$$l_{hea360} := 6 \text{ m}$$

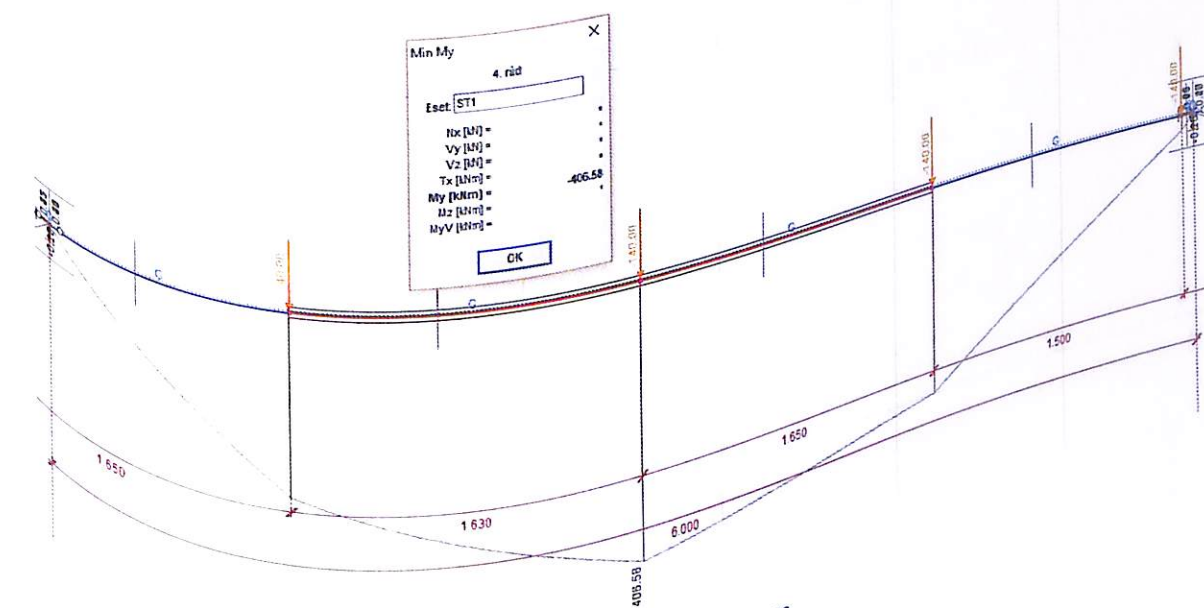
7.5.1 Igénybevételek:

Nyíróerő:



$$V_{ed} := 327 \text{ kN}$$

Nyomaték:



$$M_{ed} := 405 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

7.5.2 Szilárdsági vizsgálatok:

Normálerő vizsgálat:

A vizsgált szerkezeti elemre elhanyagolható nagyságú normálerő hat azért a vizsgálatától eltekintek.

Nyírásvizsgálat:

$$V_{c,rd} := \frac{A_{hea360_vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = 664.28 \text{ kN}$$

$$nyirasi_ellenallas := \begin{cases} \text{if } V_{ed} > V_{c,rd} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \\ \text{also if } V_{ed} < V_{c,rd} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel" } \end{cases}$$

$$nyirasi_ellenallas = \text{"megfelel"}$$

$$kolcsönhatas_V := \text{if } (V_{ed} > 0.5 V_{c,rd}, \text{"kell vizsgálni"}, \text{"nem kell vizsgálni"})$$

$$kolcsönhatas_V = \text{"nem kell vizsgálni"}$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{V_{ed}}{V_{c,rd}} = 49.23\%$$

Hajlításvizsgálat:

$$M_{c,rd} := W_{hea360_y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 490.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$hajlitasi_ellenallas := \begin{cases} \text{if } M_{ed} > M_{c,rd} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \\ \text{also if } M_{ed} < M_{c,rd} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel" } \end{cases}$$

$$hajlitasi_ellenallas = \text{"megfelel"}$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{M_{ed}}{M_{c,rd}} = 82.54\%$$

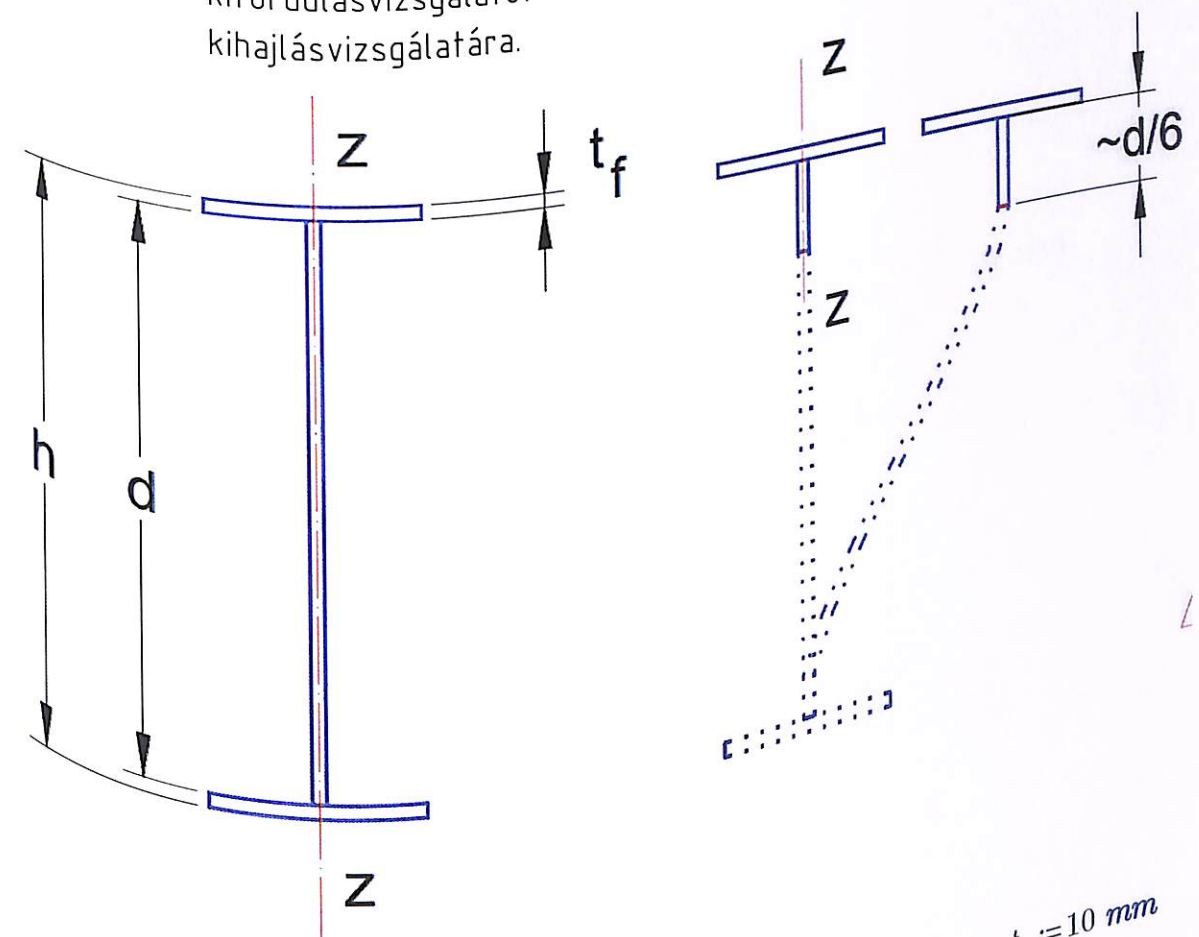
7.5.3 Stabilitási vizsgálatok:

Kihajlásvizsgálat:

A vizsgált szerkezeti elemre elhanyagolható nagyságú normálterő hat azért a vizsgálattól eltekintek.

Kifordulásvizsgálat z-z tengely körül:

A kifordulásvizsgálatot az egyszerűsített módszerrel végzem el. A haza mérnöki gyakorlat Övmerevség-vizsgálatnak nevezi. A módszer a kifordulásvizsgálatot visszavezeti a helyettesítő nyomott T elem kihajlásvizsgálatára.



Helyettesítő nyomott T elem területe:

$$d_{hea} := 261 \text{ mm}$$

$$b_{hea360} := 300 \text{ mm}$$

$$t_f := 17.5 \text{ mm}$$

$$t_w := 10 \text{ mm}$$

$$A_{fz} := \frac{d_{hea}}{6} \cdot t_w + b_{hea360} \cdot t_f = 5685 \text{ mm}^2$$

A helyettesítő nyomott T elem inercianyomatéka z tengely körül:

$$I_{fz} := \frac{t_f \cdot b_{hea360}^3}{12} + \frac{\frac{d_{hea}}{6} \cdot t_w^3}{12} = 39378625 \text{ mm}^4$$

A helyettesítő nyomott T elem inerciasugara:

$$i_{fz} := \sqrt{\frac{I_{fz}}{A_{fz}}} = 83.23 \text{ mm}$$

A nyomott öv oldalirányú megtámasztásai közötti távolság:

$$L_c := 1.65 \text{ m}$$

A nyomatéki ábrától függő tényező: $k_c := 0.896$

$$\lambda_{v,b} := \frac{k_c \cdot L_c}{i_{fz} \cdot \lambda_1} = 0.1891$$

A helyettesítő nyomott öv viszonyított karcsúsága:

$$\lambda_{c0} := 0.5$$

Karcsúsági paraméter:

$$\text{kifordulás} := \begin{cases} \text{if } \lambda_{v,b} > \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c,rd}}{M_{ed}} \\ \quad \parallel \text{ "bekövetkezik"} \\ \text{also if } \lambda_{v,b} < \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c,rd}}{M_{ed}} \\ \quad \parallel \text{ "nem következik be"} \end{cases}$$

$$\lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c,rd}}{M_{ed}} = 0.61$$

$$\text{kifordulás} = \text{"nem következik be"}$$

Mivel a helyettesítő nyomott öv karcsúsága kisebb mint 0,2 ezért kifordulásra megfelel.

Nyírási horpadás vizsgálat:

Nyírási horpadási tényező: $k_r := 5.34$

Módosító tényező: $\eta := 1.2$

$h_w := d_{hea} = 0.26 \text{ m}$

Támaszok felett keresztbordával merevített esetben:

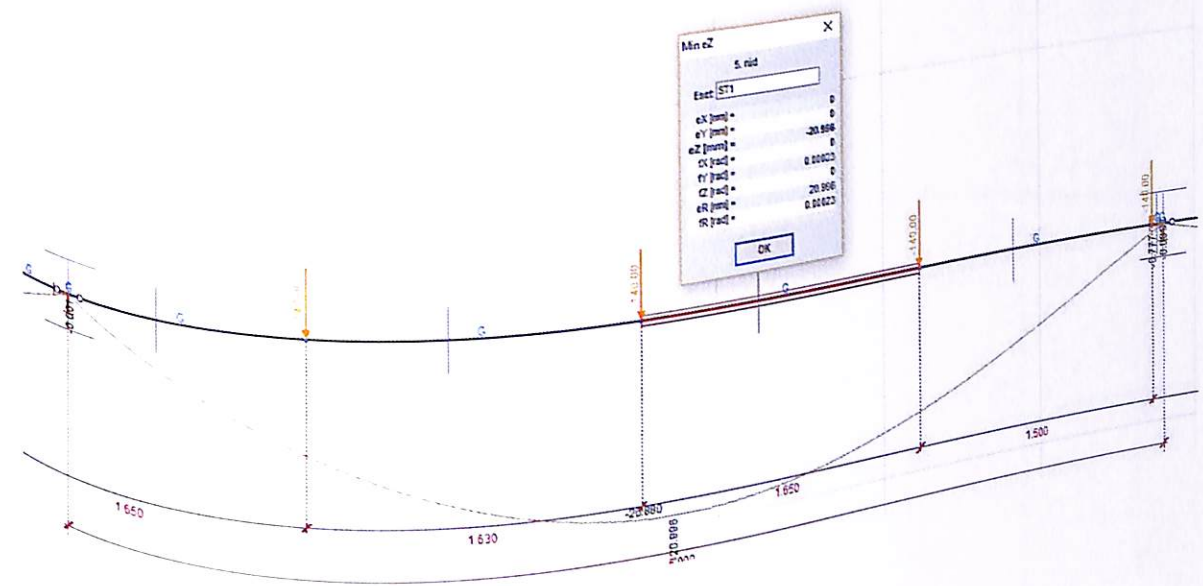
$$\begin{aligned} nyírási_horpadás &:= \text{if } \frac{h_w}{t_w} < \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_r}}{\eta} \\ &\quad \parallel \text{"nem következik be"} \\ &\text{also if } \frac{h_w}{t_w} > \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_r}}{\eta} \\ &\quad \parallel \text{"vizsgálni kell"} \end{aligned}$$

$nyírási_horpadás = \text{"nem következik be"}$

7.5.4 Használhatósági határállapot:

Lehajlás megengedhető értéke: $e_{rd} := \frac{l_{hea360}}{250} = 24 \text{ mm}$

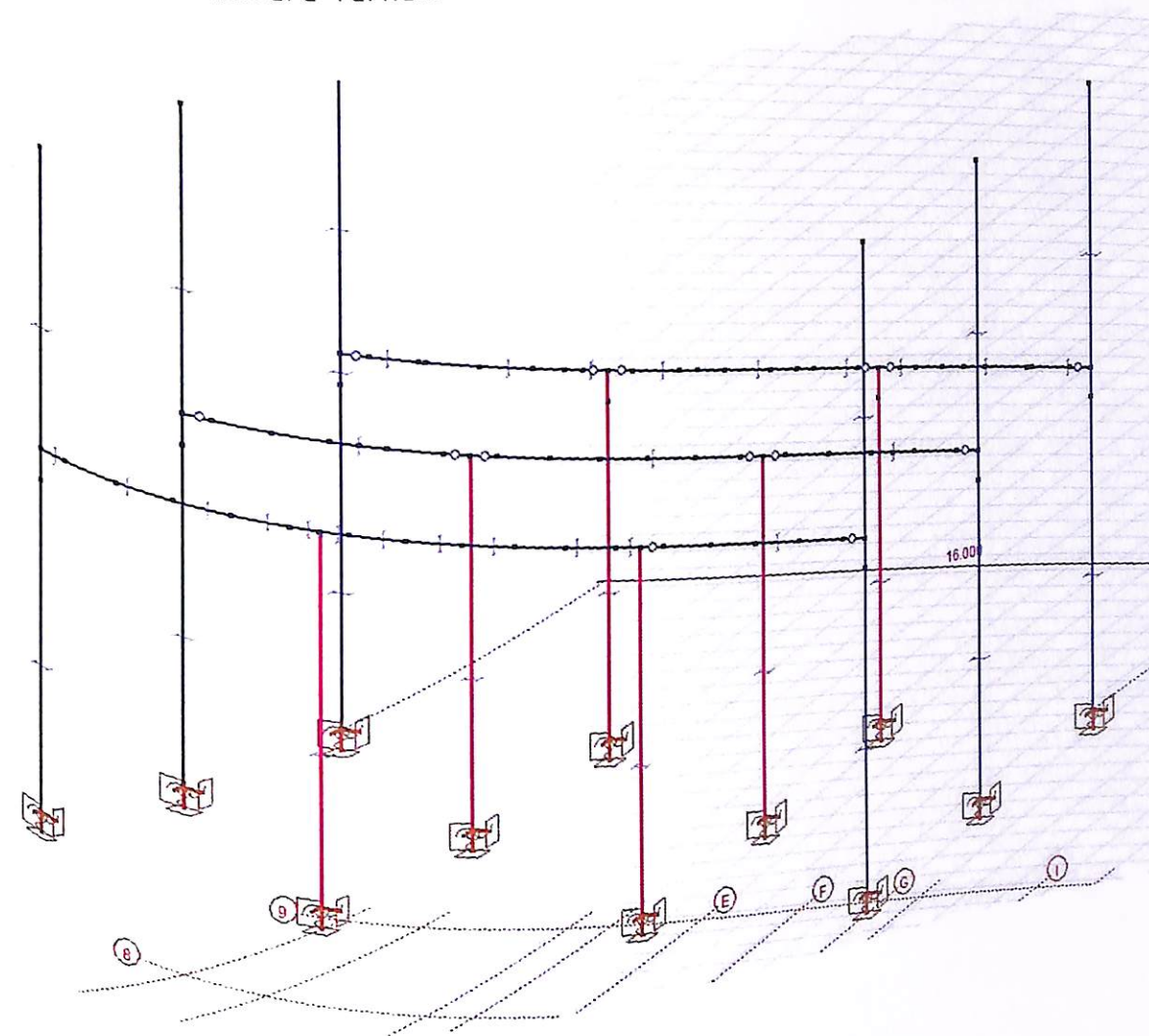
Lehajlás maximális értéke: $e_{ed} := 21 \text{ mm}$



$lehaszlás :=$ if $e_{ed} > e_{rd}$
 $\parallel$ "nem felel meg"
 also if $e_{ed} < e_{rd}$
 $\parallel$ "megfelel"
 $lehaszlás =$ "megfelel"

7.6 Irodaszintet alátámasztó oszlop méretezése:

Az iroda szintet alátámasztó oszlopot a 2 támaszú főtartó gerendák reakcióere terheli.



Oszlopfizikai paraméterei:

Szelvénye:

Keresztmetszeti területe:

Erős tengelyű inercianyomatéka:

Gyenges tengelyű inercianyomatéka:

Oszlop hossza:

Erős tengelyű km-i tényezője:

HEA 280

$$A_{hea280} := 97.3 \text{ cm}^2$$

$$I_{hea280_y} := 13670 \text{ cm}^4$$

$$I_{hea280_z} := 4763 \text{ cm}^4$$

$$l_{hea280} := 5.5 \text{ m}$$

$$W_{hea280_y} := 1383 \text{ cm}^3$$

Nyírt keresztmetszeti területe: $A_{hea280_vz} := 37.28 \text{ cm}^2$
 Gyenge tengelyű km-i tényezője: $W_{hea280_z} := 641.2 \text{ cm}^3$

7.6.1 Igénybevételek:

Nyíróerő: $V_{ed} := 15 \text{ kN}$
 Nyomaték: $M_{ed} := 72 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 Normálerő: $N_{ed} := 490 \text{ kN}$

7.6.2 Szilárdsági vizsgálatok:

Nyomási ellenállása:

$$N_{c_{rd}} := A_{hea280} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 2286.55 \text{ kN}$$

$nyomási_ellenállás := \text{if } N_{ed} > N_{c_{rd}} \text{ "nem felel meg"}$
 also if $N_{ed} < N_{c_{rd}}$
 "megfelel"

$nyomási_ellenállás = \text{"megfelel"}$

$kölcsönhatás_N := \text{if } (N_{ed} > 0.25 N_{c_{rd}}, \text{"kell vizsgálni"}, \text{"nem kell vizsgálni"})$
 $kölcsönhatás_N = \text{"nem kell vizsgálni"}$

Kihasználtság: $\rho := \frac{N_{ed}}{N_{c_{rd}}} = 21.43\%$

Nyírási ellenállása:

$$V_{c_rd} := \frac{A_{hea280_vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = 505.81 \text{ kN}$$

$$\text{nyírási_ellenállás} := \begin{cases} \text{if } V_{ed} > V_{c_rd} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg"} \\ \text{also if } V_{ed} < V_{c_rd} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel"} \end{cases}$$

$$\text{nyírási_ellenállás} = \text{"megfelel"}$$

$$\text{kölcsönhatás_V} := \begin{cases} \text{if } (V_{ed} > 0.5 V_{c_rd}, \text{ "kell vizsgálni"}, \text{ "nem kell vizsgálni"}) \\ \text{kölcsönhatás_V} = \text{"nem kell vizsgálni"} \end{cases}$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{V_{ed}}{V_{c_rd}} = 2.97\%$$

Hajlítási ellenállás:

$$M_{c_rd} := W_{hea280_y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 325.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{hajlítási_ellenállás} := \begin{cases} \text{if } M_{ed} > M_{c_rd} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg"} \\ \text{also if } M_{ed} < M_{c_rd} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel"} \end{cases}$$

$$\text{hajlítási_ellenállás} = \text{"megfelel"}$$

$$\text{Kihasznátság: } \rho := \frac{M_{ed}}{M_{c_rd}} = 22.15\%$$

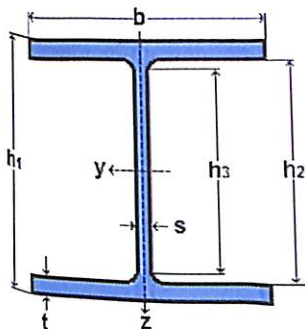
7.6.3 Stabilitási vizsgálatok:

Kihajlásvizsgálat z-z tengely körül:

Befogási tényező számítása:

Befogási tényező δ :

$$\nu_z := 2$$



Kritikus erő:

$$N_{cr_hea_z} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{hea280_z}}{(\nu_z \cdot l_{hea280})^2} = 815.86 \text{ kN}$$

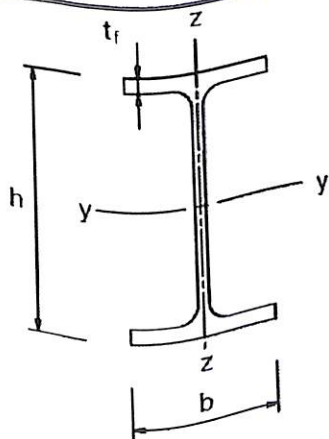
Viszonyított karcsúság:

$$\lambda_{v_z} := \sqrt{\frac{A_{hea280} \cdot f_y}{N_{cr_hea_z}}} = 1.67411$$

Alakhiba tényező:

Keresztmetszet

Hengerelt szelvények



Határok

A kihajlás tengelye

Kihajlási görbe

S 235
S 275
S 355
S 420

S 460

y-y
z-z

a
b

a₀
a₀

y-y
z-z

b
c

a
a

y-y
z-z

b
c

a
a

y-y
z-z

d
d

c
c

z-z

Kihajlás tengelye:

Kihajlási görbe:

Kihajlási görbe	a ₀	a	b	c	d
Alakhiba tényező α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Alakhiba tényező: $\alpha := 0.49$

Segédmenyiség: $\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda_{v_z} - 0.2) + \lambda_{v_z}^2}{2} = 2.26$

Kihajlási csökkentő tényező $\chi_z := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{v_z}^2}} = 0.26$

Kihajlási ellenállás keretsíkban:

$$N_{b_rd_z} := \chi_z \cdot A_{hea280} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m1}} = 604.21 \text{ kN}$$

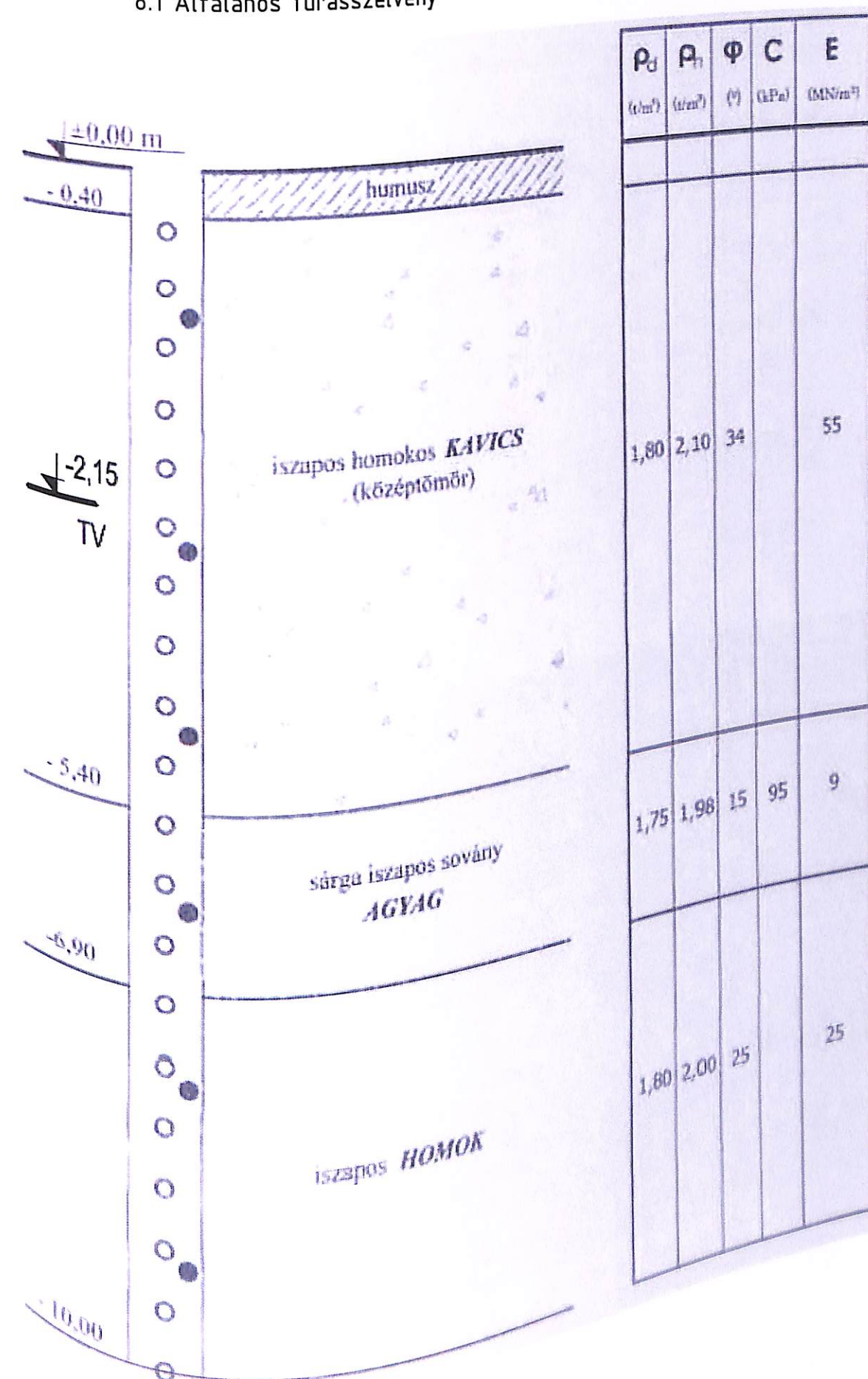
$kihajlási_ellenállás := \begin{cases} \text{if } N_{ed} > N_{b_rd_z} \\ \quad \parallel \text{ "nem felel meg" } \\ \text{also if } N_{ed} < N_{b_rd_z} \\ \quad \parallel \text{ "megfelel" } \end{cases}$

$kihajlási_ellenállás = \text{"megfelel"}$

Kihasználtság: $\rho := \frac{N_{ed}}{N_{b_rd_z}} = 81.1\%$

8.0 Alapozás méretezése:

8.1 Általános fúrászelvény



8.2 Talajfizikai paraméterek:

Iszapos homokos kavics:

$$\rho_{száraz_1} := 1.8 \frac{g}{cm^3}$$

$$\phi_1 := 34 \text{ (deg)}$$

$$\rho_{nedves_1} := 2.1 \frac{g}{cm^3}$$

$$E_1 := 55 \frac{MN}{m^2}$$

$$\gamma_1 := 18 \frac{kN}{m^3}$$

$$c_1 := 0 \text{ kPa}$$

Iszapos homokos kavics:

$$\rho_{száraz_2} := 1.75 \frac{g}{cm^3}$$

$$\phi_2 := 15 \text{ (deg)}$$

$$\rho_{nedves_2} := 1.98 \frac{g}{cm^3}$$

$$E_2 := 9 \frac{MN}{m^2}$$

$$\gamma_2 := 1.75 \frac{kN}{m^3}$$

$$c_2 := 95 \text{ kPa}$$

Iszapos homokos kavics:

$$\rho_{száraz_1} := 1.8 \frac{g}{cm^3}$$

$$\phi_3 := 25 \text{ (deg)}$$

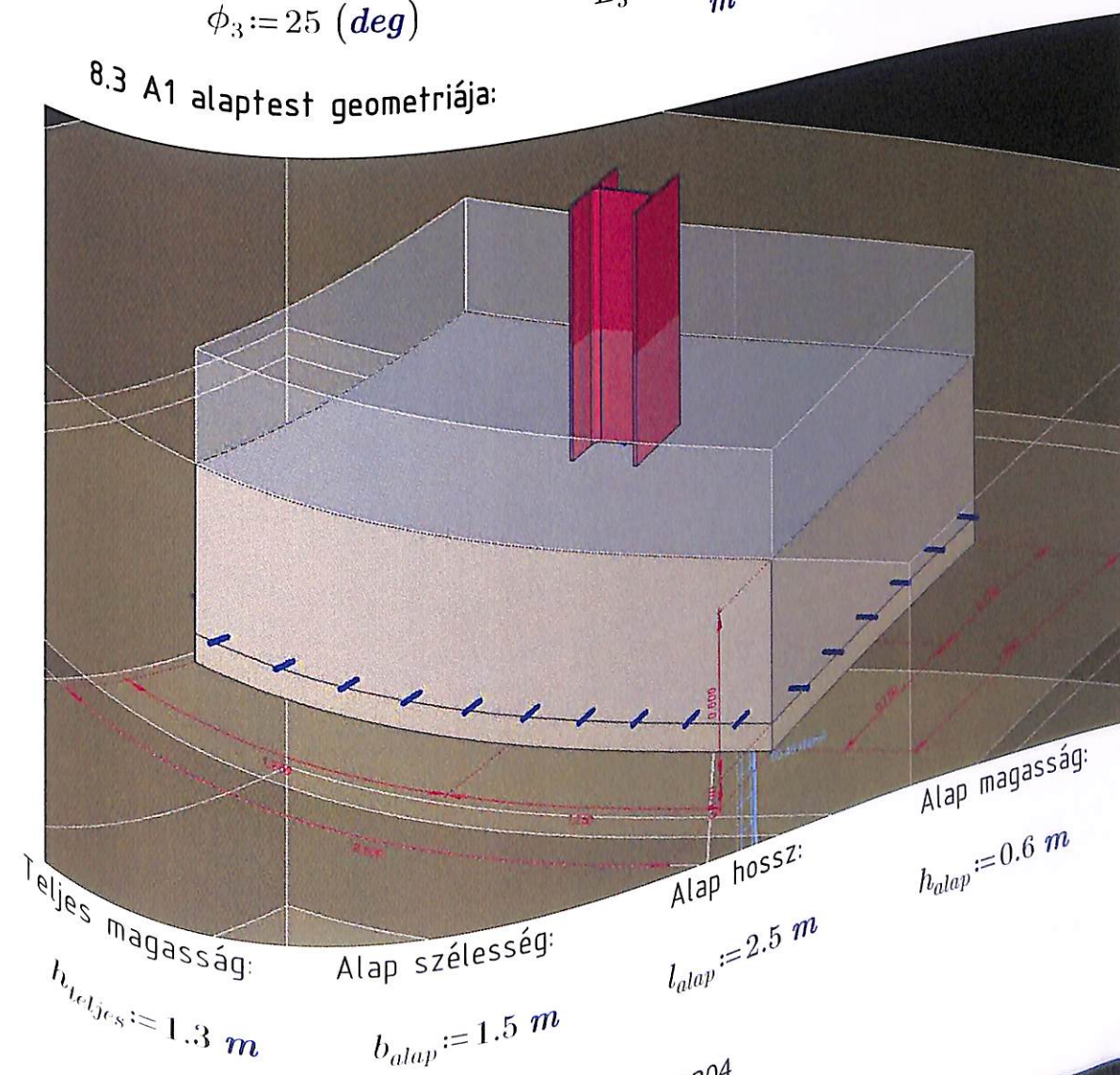
$$\rho_{nedves_3} := 2 \frac{g}{cm^3}$$

$$E_3 := 25 \frac{MN}{m^2}$$

$$\gamma_3 := 18 \frac{kN}{m^3}$$

$$c_3 := 0 \text{ kPa}$$

8.3 A1 alaptest geometriája:



Első esetben egy olyan mértékadó dinámot vizsgálunk, melyben egy nagy nyomaték egy kis normálerővel párosul, a második esetben egy nagy normálerőhöz tartozó kis nyomatékot keresek, majd a fent említett mértékadó dinámokhoz meghatározok egy nyomott dolgozó felületet ahol a mértékadó talajfeszültség kialakul.

$$K_p := \left(\tan \left(45 \text{ deg} + \frac{\phi_1}{2} \right) \right)^2 = 3.54$$

Passzív földnyomás tényező:

8.4 Alaptest alatt keletkező feszültség:

Nagy külpontosság esetén:

Alaptestre ható nyomaték tervezési értéke: $M_{ed} := 210 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Alaptestre ható normálerő tervezési értéke: $N_{ed} := 130 \text{ kN}$

8.4.1 Stabilizáló erők meghatározása:

Tekintettel arra hogy a talaj és a vasbeton térfogatsúlya között nincs kirívó differencia, a biztonság javára történő közelítésként azonosnak tekintem őket.

Az alaptest és a felette lévő talaj súlya:

$$G_0 := (h_{teljes} \cdot l_{alap} \cdot b_{alap}) \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_{STAB} = 78.98 \text{ kN}$$

$$x := \tan(\phi_1) \cdot (h_{teljes} - h_{alap}) = 472.16 \text{ mm}$$

$$G_1 := \left(\left(\frac{x \cdot (h_{teljes} - h_{alap})}{2} \cdot b_{alap} \right) \cdot \gamma_1 \right) \cdot \gamma_{STAB} = 4.02 \text{ kN}$$

Passzív földnyomás meghatározása:

$$\text{Függőleges feszültség: } \sigma_z := h_{teljes} \cdot \gamma_1 = 23.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Vízszintes } \sigma_x := K_p \cdot \sigma_z = 547.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Passzív földnyomás:

$$E_p := \left(\frac{\sigma_x \cdot h_{teljes}}{2} \cdot b_{alap} \right) \cdot \gamma_{STAB} = 72.63 \text{ kN}$$

A passzív földnyomás karja:

$$k_{Ep} := h_{teljes} \cdot \frac{1}{3} = 433.33 \text{ mm}$$

Az alapsíkon ébredő igénybevételek:

$$N_{a_ed} := N_{cd} + G_0 + G_1 = 212.99 \text{ kN}$$

$$M_{a_ed} := M_{cd} - E_p \cdot k_{Ep} - G_1 \cdot \left(\frac{x}{2} + \frac{l_{alap}}{2} \right) = 172.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dolgozó felület meghatározása:

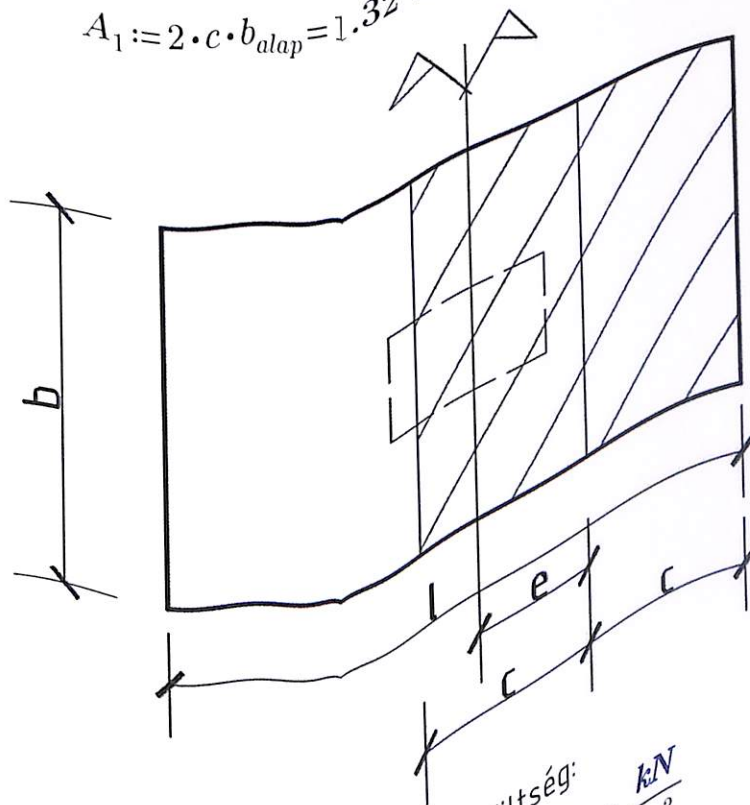
$$e := \frac{M_{a_ed}}{N_{a_ed}} = 810.17 \text{ mm}$$

Elsőrendű külpontosság:

$$c := \frac{l_{alap}}{2} - e = 439.83 \text{ mm}$$

Segédmennyiség:

$$A_1 := 2 \cdot c \cdot b_{alap} = 1.32 \text{ m}^2$$



Az altalajban keletkező feszültség:

$$\sigma_{cd_1} := \frac{N_{a_ed}}{A_1} = 161.42 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nagy normálerő esetén:

Alaptestre ható nyomaték:

$$M_{ed_2} := 120 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Alaptestre ható normálerő tervezési értéke: $N_{ed_2} := 238 \text{ kN}$

Az alapsíkon ébredő igénybevételek:

$$N_{a_{ed}} := N_{ed_2} + G_0 + G_1 = 320.99 \text{ kN}$$

$$M_{a_{ed}} := M_{ed_2} - E_p \cdot k_{Ep} - G_1 \cdot \left(\frac{x}{2} + \frac{l_{alap}}{2} \right) = 82.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dolgozó felület meghatározása:

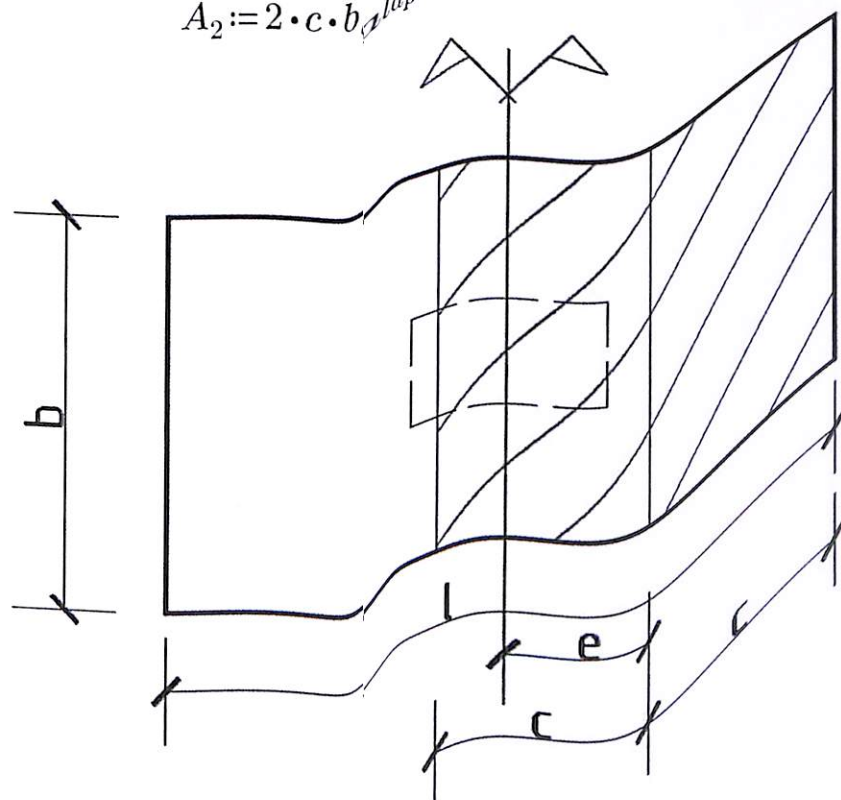
Elsőrendű külpontosság:

$$e := \frac{M_{a_{ed}}}{N_{a_{ed}}} = 257.2 \text{ mm}$$

$$c := \frac{l_{alap}}{2} - e = 992.8 \text{ mm}$$

Segédmennyiség:

$$A_2 := 2 \cdot c \cdot b_{alap} = 2.98 \text{ m}^2$$



feszültség:

$$\sigma_{ed} = 107.77 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

8.5 Az alap talaj törési ellenállása:

$$V_{ed} := 51 \text{ kN}$$

Teherbírási tényezők:

$$N_q := e^{(\pi \cdot \tan(\phi_1))} \cdot \left(\tan \left(45 \text{ deg} + \frac{\phi_1}{2} \right) \right)^2 = 29.44$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi_1) = 42.16$$

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi_1) = 38.37$$

Alaki tényezők meghatározása:

$$S_q := 1 + \frac{b_{alap}}{2 \cdot c} \cdot \sin(\phi_1) = 1.42$$

$$S_c := \frac{S_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = 1.44$$

$$S_\gamma := 1 - 0.3 \cdot \frac{b_{alap}}{2 \cdot c} = 0.77$$

$$\alpha := 0 \text{ deg}$$

Alapferdeségi tényezők meghatározása:

$$b_q := (1 - \alpha \cdot \tan(\phi_1))^2 = 1$$

$$b_\gamma := b_q = 1$$

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

Ferdeségi tényezők meghatározása:

$$f := \frac{N_{ed,2}}{V_{ed} + b_{alap} \cdot 2 \cdot c \cdot c_1 \cdot \cot(\phi_1)} = 4.67$$

$$m_B := \frac{2 + \frac{b_{alap}}{2 \cdot c}}{1 + \frac{b_{alap}}{2 \cdot c}} = 1.57$$

$$m := m_B = 1.57$$

$$i_q := (1 - f)^m = 0.34$$

$$i_c := \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = 0.31$$

$$i_\gamma := (1 - f)^{m+1} = 0.17$$

Hatékony takarási feszültség:

$$q_- := h_{teljes} \cdot \gamma_1 = 23.4 \frac{kN}{m^2}$$

A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke:

$$R_k := (q_- \cdot N_q \cdot b_q \cdot S_q \cdot i_q + c_1 \cdot N_c \cdot b_c \cdot S_c \cdot i_c + 0.5 \cdot \gamma_1 \cdot b_{alap} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma)$$

$$R_k = 397.59 \frac{kN}{m^2}$$

$$R_d := \frac{R_k}{1.4} = 283.99 \frac{kN}{m^2}$$

Megfelelőség igazolása:

alapozás := if $R_d > \max(\sigma_{ed,1}, \sigma_{ed,2})$
 || "meglelel"
 also if $R_d < \max(\sigma_{ed,1}, \sigma_{ed,2})$
 || "nem felel meg"
 alapozás = "meglelel"

Kihasználtság:

$$\rho := \frac{\max(\sigma_{ed,1}, \sigma_{ed,2})}{R_d} = 56.84\%$$

8.6 Alaptest hajlítási méretezése:

Mértékadó altalaj feszültség: $\sigma_{ed,1} = 161.42 \frac{kN}{m^2}$

A hajlítási méretezést úgy végzem el, hogy az alaptest kehelytől túlnyúló részét, mint konzolt tekintem.

Konzol hossza: $l_k := \frac{l_{alap}}{2} - \frac{0.92 m}{2} = 0.79 m$

Altalaj feszültséget helyettesítem az eredőjével:

$$F_{ed} := \sigma_{ed,1} \cdot (b_{alap} \cdot l_k) = 191.28 kN$$

Az eredő által okozott nyomaték:

$$M_{ed} := F_{ed} \cdot \frac{l_k}{2} = 75.56 kN \cdot m$$

Vasalás tervezése:

Betonminőség: C30/37-XC2-16-F3

Acélminőség: B500B

$f_{cd} := 20 MPa$

$f_{yd} := 435 MPa$

$\rho_{s,d} := 25 mm, 10 mm$

fi20 fővasalás feltételezésével:

$$c_{nom} := 40 mm + \max(20 mm, 25 mm, 10 mm)$$

Húzott vaspozíció:

$$a := c_{nom} + \frac{20 mm}{2} = 75 mm$$

Dolgozó magasság:

$$d := h_{alap} - a = 525 mm$$

Nyomott betonzóna meghatározása:

$$b := 1000 mm$$

Solver Constraints Values

$$xc := 1 mm$$

$$b \cdot xc \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{xc}{2} \right) = M_{ed}$$

$$\text{find}(xc) = 7.25 mm$$

Szükséges vasmennyiség:

$$\begin{aligned} A_s &:= 1 \text{ mm}^2 \\ A_s \cdot f_{yd} &= b \cdot x_c \cdot f_{cd} \\ \text{find } (A_s) &= 333.33 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_s := 524 \text{ mm}^2 \quad \text{fi10/15}$$

Átszűrődés vizsgálata:

Oszlop geometria: $a := 300 \text{ mm}$
 $b := 300 \text{ mm}$

A beton teherbírásának ellenőrzése ferde nyomásra
 a pillérnyak U0 kerülete mentén:

$$A_{\text{netto}} := 1.6 \text{ m}^2$$

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{35}{250} \right) = 0.52$$

$$c := \left(1.2 - \frac{f_{ck}}{150 \text{ MPa}} \right) \cdot \left(0.15 \cdot 0.25 + \frac{0.45}{1 + \frac{d}{1000 \text{ mm}}} \right) = 0.33$$

$$f_{vyd} := 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 0.25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^3} \cdot d = 381.25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$V_{rdmax} := 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} = 5.16 \text{ MPa}$$

$$V_{rdc} := c \cdot f_{cd} = 0.47 \text{ MPa}$$

$$u_0 := 2 \cdot a + 2 \cdot b = 1200 \text{ mm}$$

$$V_{ed} := A_{\text{netto}} \cdot \sigma_{ed,1} = 258.27 \text{ kN}$$

$$v_{ed} := \frac{V_{ed}}{u_0 \cdot d} = 0.41 \text{ MPa}$$

Maximálisan felvehető nyírófeszültség:

A beton nyírási teherbírása:

Mértékadó nyíróerő:

Mértékadó nyírófeszültség az u0 kerület mentén:

$$\begin{array}{l}
 \text{nyírásra} := \text{if } v_{ed} \leq V_{rdmax} \\
 \quad \parallel \text{ "vasalható" } \\
 \text{also if } v_{ed} > V_{rdmax} \\
 \quad \parallel \text{ "nem vasalható" }
 \end{array}$$

$\text{nyírásra} \neq \text{"vasalható"}$

Mértékadó nyírófeszültség u_1 kerület mentén:

$$u_1 := 2680 \text{ mm}$$

$$v_{ed} := \frac{V_{ed}}{u_1 \cdot d} = 0.18 \text{ MPa}$$

$$V_{rdc} = 0.47 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Nyírási vasalás nem szükséges.

9. Összefoglalás:

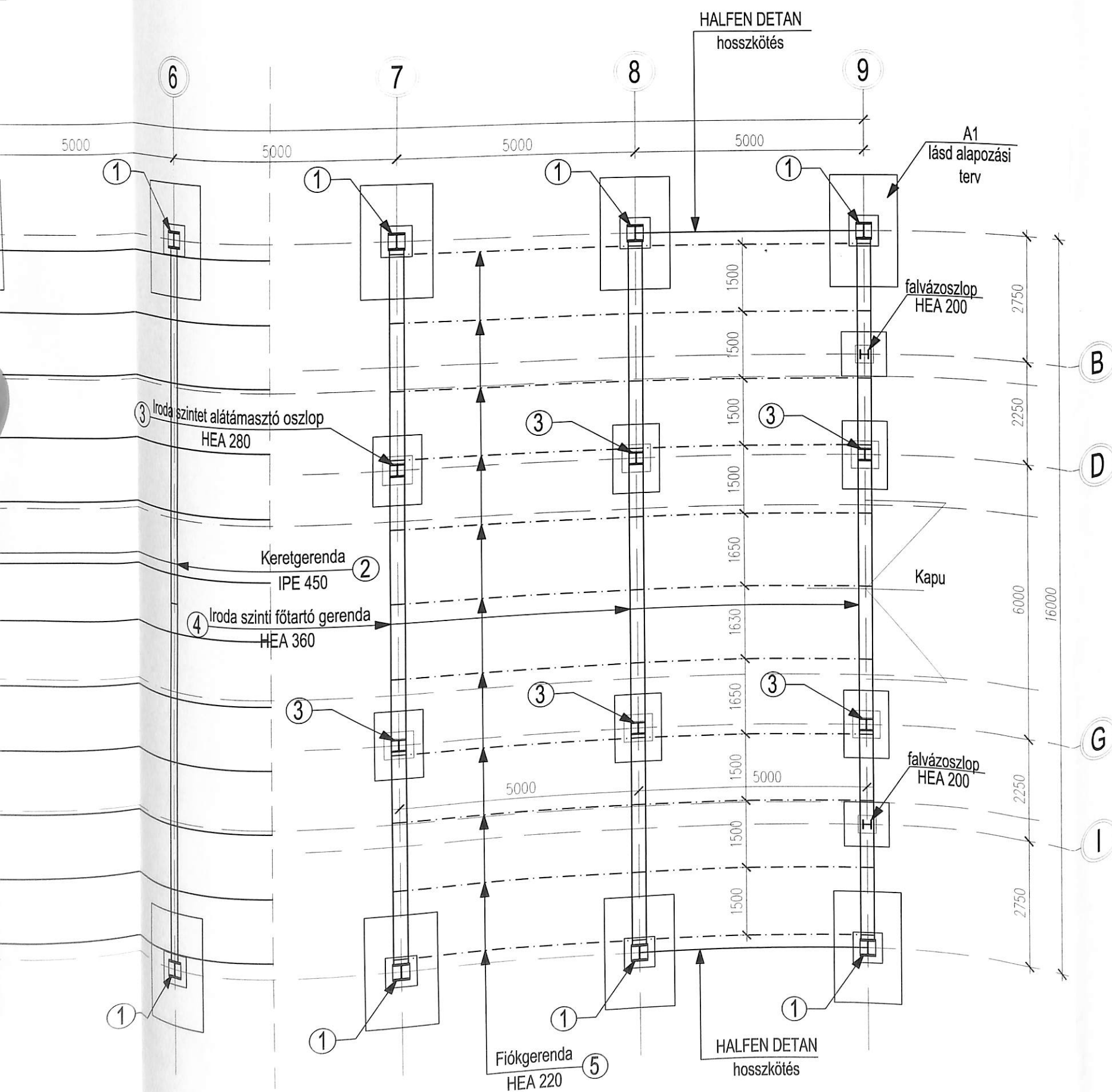
A tervdokumentáció összeállítása és a szerkezetek méretezése során a vonatkozó jogszabályok szerint, valamint az érvényes hatósági előírások, és a szakági szabványok szerint, és azoknak megfelelően jártam el. Az alkalmazott műszaki megoldások megfelelnek az általános érvényű és eseti hatósági előírásoknak.

Almási Attila
Mérnök hallgató

H37PZN

TERVJEGYZÉK

1. ÁLTALÁNOS TERV-01 (ELŐLNÉZETI RAJZ)
2. ÁLTALÁNOS TERV-02 (OLDALNÉZETI RAJZ)
3. ÁLTALÁNOS TERV-03 (ALAPRAJZ)
4. ALAPOZÁSI TERV-01 (ALAPOZÁSI TERV)
5. VASALÁSI TERV-KNY-01 (KEHELYNAK VASALÁSI TERVE))
6. KIVITELI TERV



Megjegyzések:

Magassági adatok:

- A $\pm 0,00$ = belső padló szint 89,94 mBf. egyezik meg.
- A $-0,10$ = járda szint

Anyagminőség:

- Beton: C25/30- χ C2-16-F3
- Betonacél: B500B
- Szerkezeti acél: S235 JRG2 (ISO 10025:2005)
- Kötőelem minőség: 10.9 (EC3-1-8) , 6.8 (EC3-1-8)
- varrat: (MSZ EN ISO 5817:2008): "B"

A hossz méreteket a helyszínen ellenőrizni kell!

A kótázott méretek a megvalósult állapotra vonatkoznak!

A csavarozott kapcsolatok megfelelőségét a műszaki ellenőrnek az építési naplóba dokumentálnia kell!

A terv csak a műszaki leírással együtttervénes!

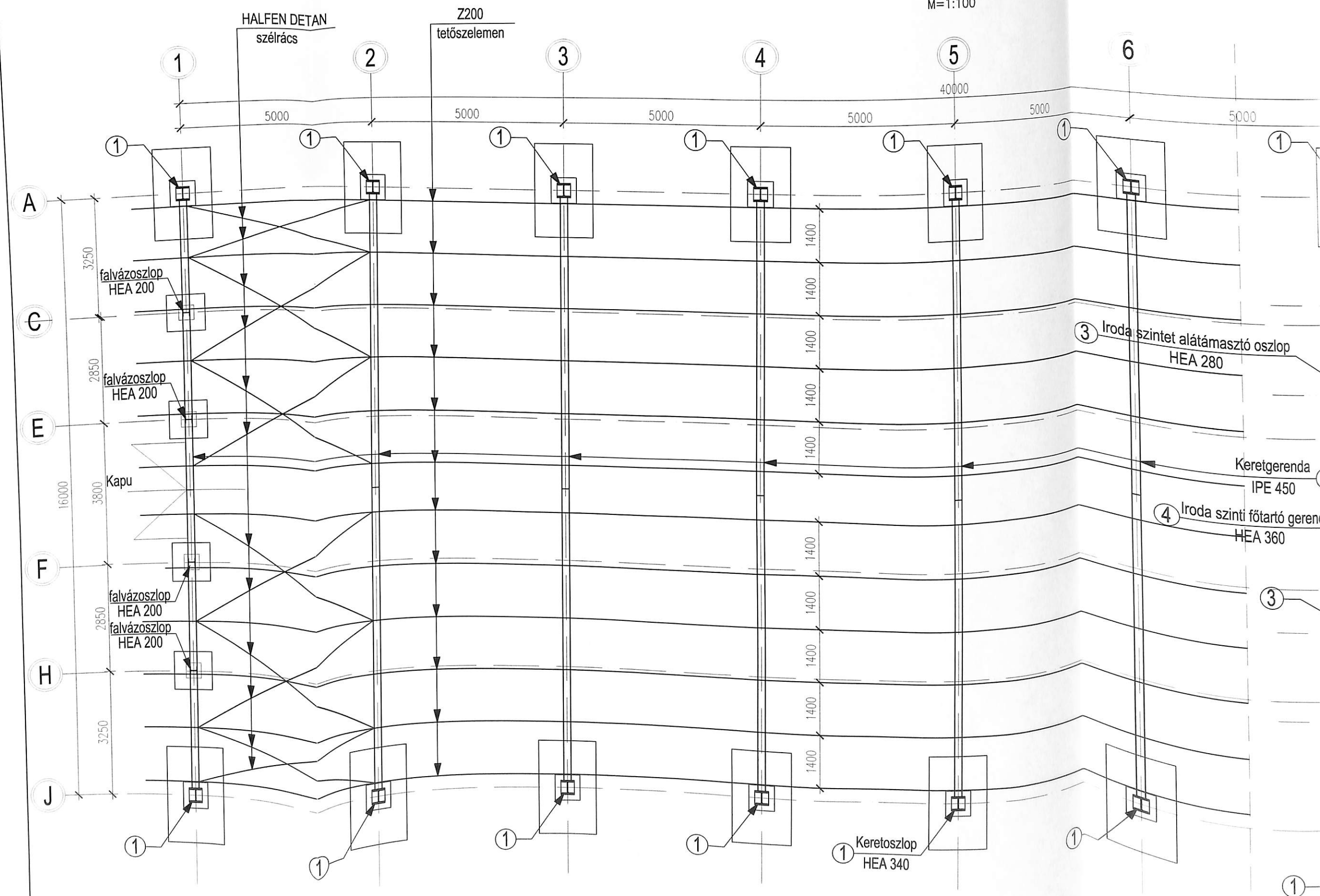
A terv a szakági rajzokkal együttkezelendő!

Csatlakozó tervek:

- AT-01 (Általános terv)
- AT-02 (Általános terv)
- KVT-01 (Kiviteli terv)
- AI-01 (Alapozási terv)
- KNY1 (Vasalási terv)

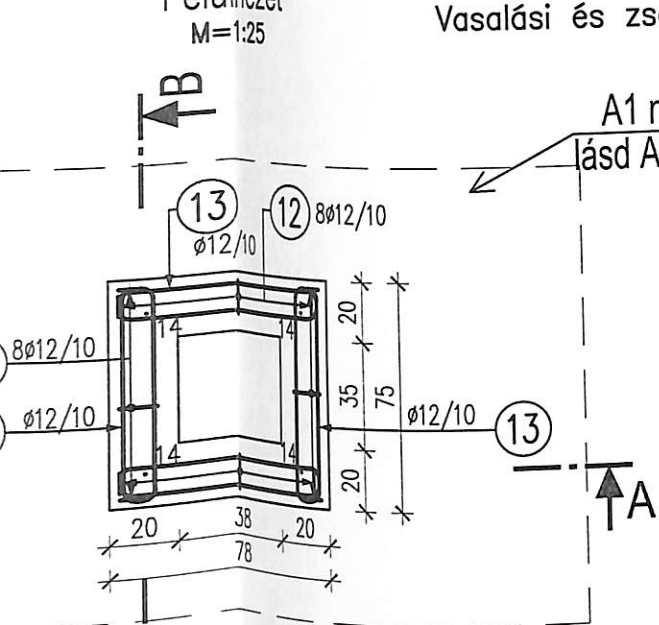
			Egység:
SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST			Építőmérnöki Intézet
Tanszék:	Mechanika és tartószerkezetek szakcsoport	Tervfajta:	
Projekt:	Szakirányú diplomamunka Acélszerkezetű ipari csarnok tervezése	Rajzsorszám:	
Terv:	Csarnok általános terve	Elsődleges lépték:	
Tervező:	Almási Attila	Konzulens:	
Konzulens:	Mihók Barna	Aláírás:	
			Dátum:
			2018.05.31

ALAPRAJZ M=1:100

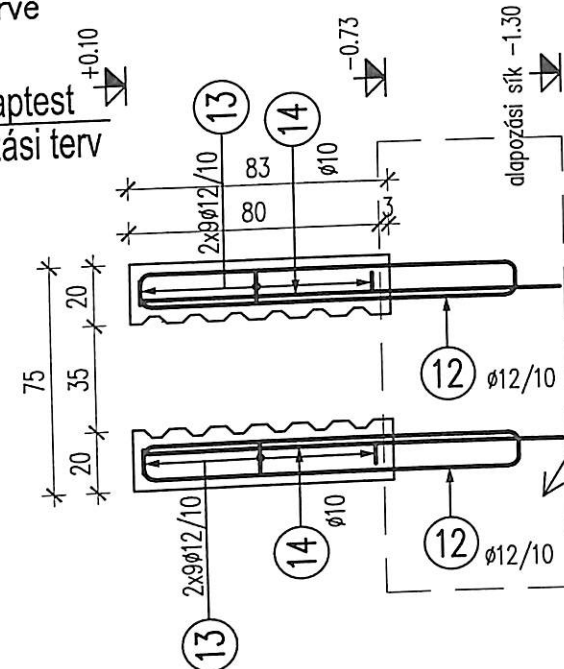


M=1:25
Vasalási és zsaluzási terve

Felülnézet
M=1:25

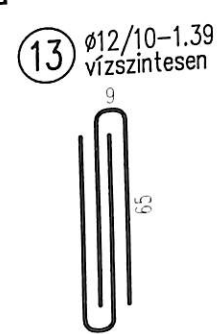


A1 mon. vb. alaptest
ásd AI-01 alapozási terv



A1 mon. vb. alaptest
lásd AI-01 alapozási terv

B-B Metszet
M=1:25



⑫ $\phi 12/10-2.82$

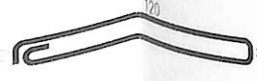


14) Ø10-1.35
pozícionáló tűske



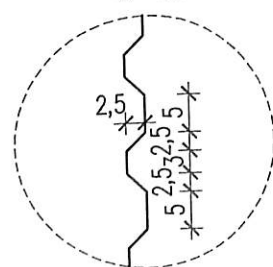
A1 mon. vb. alaptest
lásd AI-01 alapozási terv

KNY1 kettelynyak vaskimutatása

db	Ø	Vasalék	Hossz	Ø10	Ø12
[mm]			[m]		
32	12		2.82		90.24
72	12		1.39		100.08
4	10		1.35	5.40	
Összhossz / Ø [m]:			5.40	190.32	
Fm. tömeg / Ø [kg/m]:			0.617	0.888	
Össztömeg / Ø [kg]:			3.33	169.00	
Össztömeg [kg]:				172.34	

mutatás 1 db KNY¹ jelű kehelynyakra vonatkozik!

Bordázat kialakítása
M=1:10



Anyagminőség:

- Beton: C25/30-XC2-16-F3
- Betontakarás: 3 cm
- Betonacél: B500B

A hosszmereteket a helyszínen ellenőrizni kell!

A kótázott méretek a megvalósult állapotra vonatkoznak!

A csavarozott kapcsolatok megfelelőségét a műszaki ellenőrnek az építési naplóba dokumentálnia kell!

A terv csak a műszaki leírással együttérvénes!

A terv a szakági rajzokkal együtt kezelendő!

Csatlakozó tervek:

AT-01 (Általános terv)

AT-02 (Általános terv)

AT-03 (Általános terv)

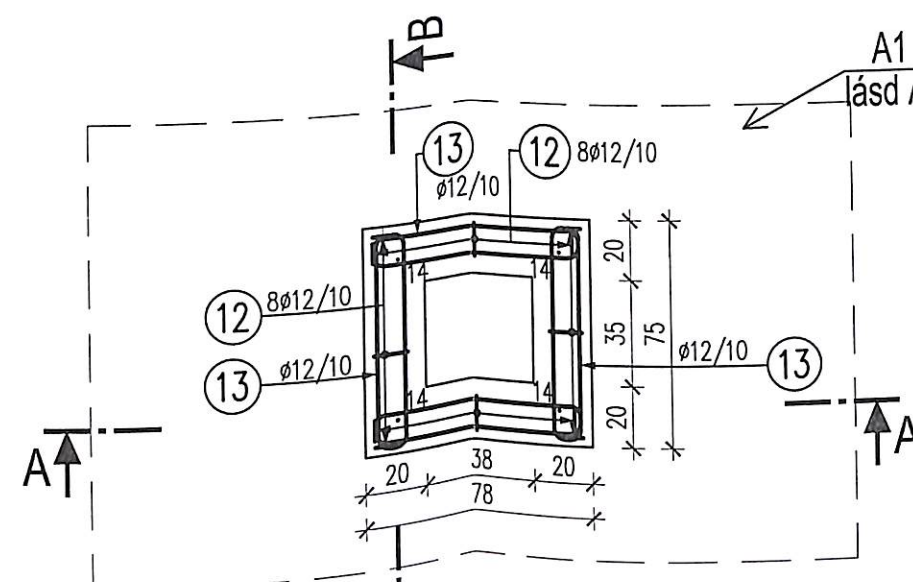
Al-01 (Alapozási terv)

KVT-01 (Kiviteli terv)

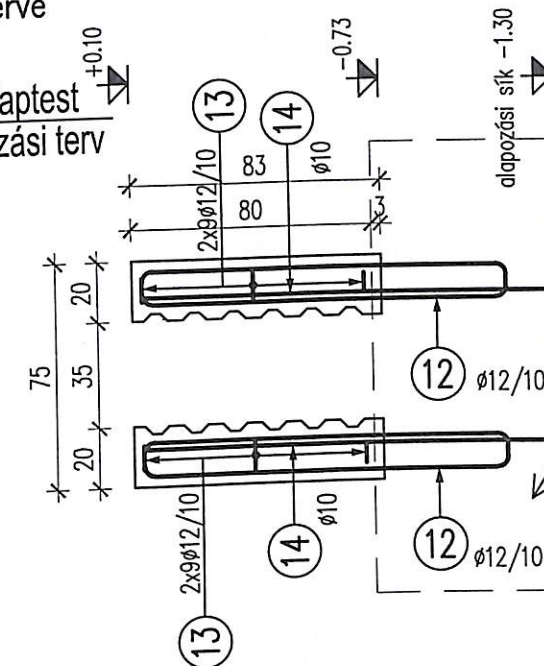
 SZENT ISTVÁN EGYETEM			Egység: Építőmérnöki Intézet
Tanszék: Mechanika és tartószerkezetek szakcsoport		Tervfajta: Vasalási terv	
Projekt: Szakirányú diplomamunka Acélszerkezetű ipari csarnok tervezése		Rajzszám: KNY1	
		Elsődleges lépték: 1:25	
		Lapméret: 297x498	
Terv: Kehelynyak vasalási és zsaluzási terve			
Tervező: Almási Attila	Konzulens: Mihók Barna	Aláírás:	Dátum: 2018.05.31

Vasalási és zsaluzási terve

B



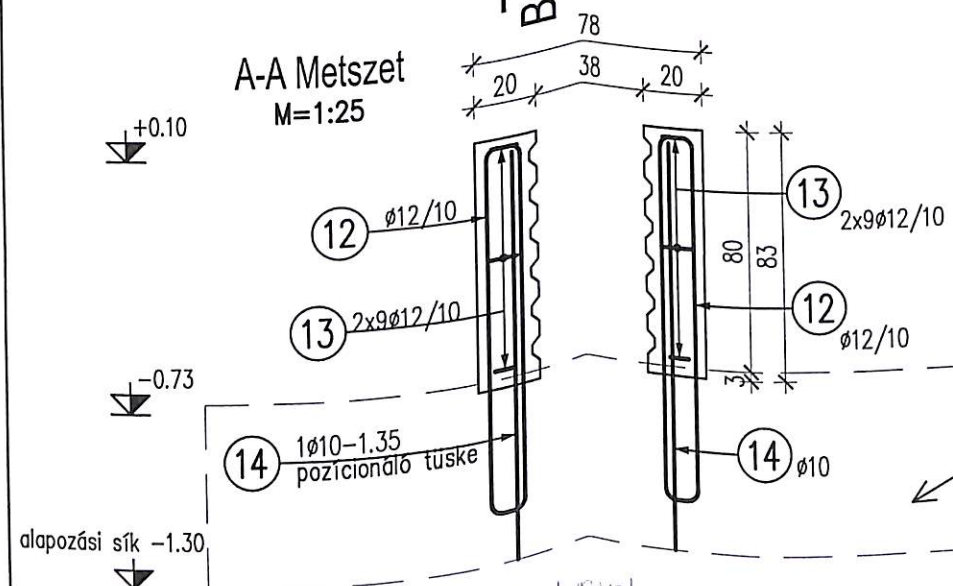
A1 mon. vb. alaptest
lásd A1-01 alapozási terv



A1 mon. vb. alaptest
lásd AI-01 alapozási terv

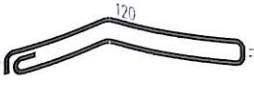
B-B Metszet
M=1:25

A-A Metszet
M=1:25



A1 mon. vb. alaptest
lásd AI-01 alapozási terv

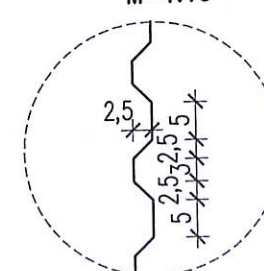
KNY1 kehelynyak vaskimutatása

Jel	db	Ø [mm]	Vasalék	Hossz [m]	Ø10	Ø12
12	32	12		2.82		90.24
13	72	12		1.39		100.08
14	4	10		1.35	5.40	
Összhossz / Ø [m]:				5.40	190.32	
Fm. tömeg / Ø [kg/m]:				0.617	0.888	
Össztömeg / Ø [kg]:				3.33	169.00	
Össztömeg [kg]:					172.34	

A vaskimutató 1 db KNY¹ jelű kehelynyakra vonatkozik!

Bordázat kialakítása

M=1:10



Anyagminőség:

- Beton: C25/30-XC2-1
- Betontakarás: 3 cm
- Betonacél: B500B

A hossz méreteket a hely

A kótázott méretek a me

A csavarozott kapcsolatok ellenőrznek az építési nap

A terv csak a műszaki

A terv a szakági rajzokk

Csatlakozó tervek:

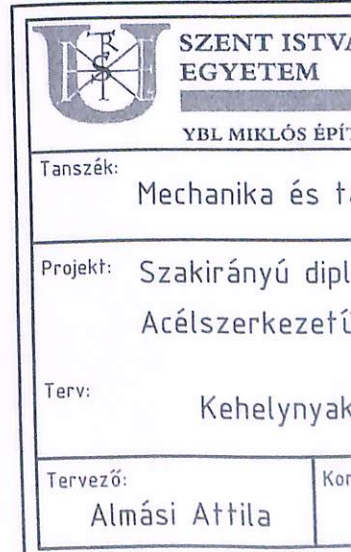
AT-01

AT-02

AT-03

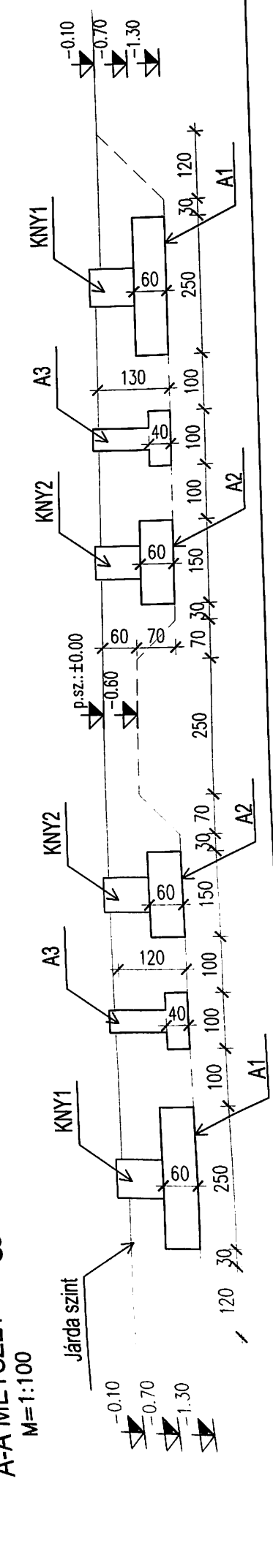
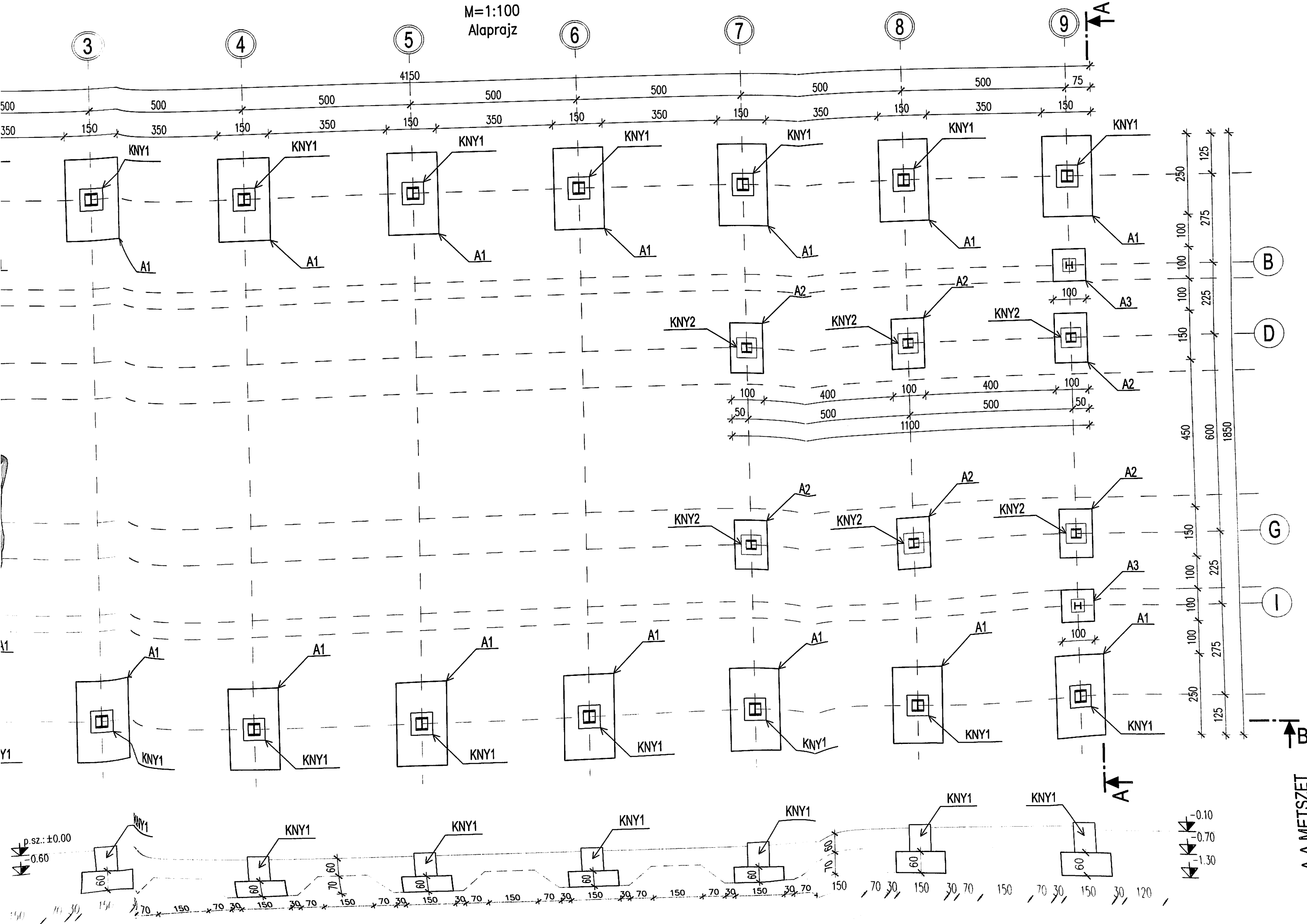
Al-01

KVT-



ALAPOZÁSI TERV

M=1:100
Alaprajz



A1 ALAPTEST

M=1:25

Vasalási és zsaluzási terve

Felülnézet
M=1:25

A1 mon. vb. alaptest



A2 ALAPTEST

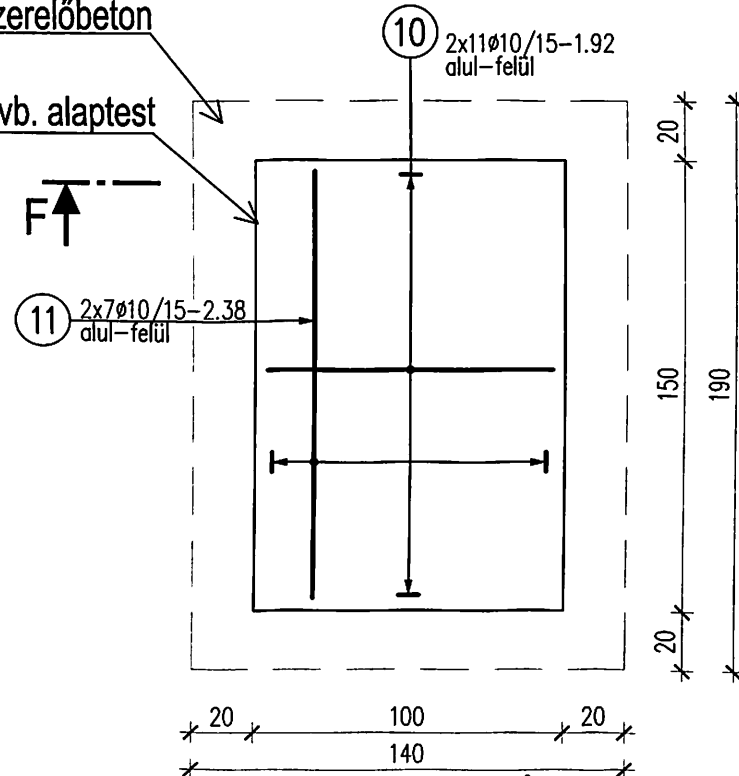
M=1:25

Felülnézet
M=1:25

Vasalási és zsaluzási terve

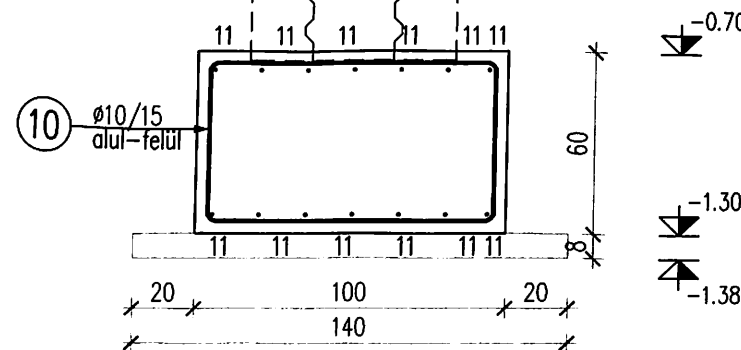
8 cm szerelőbeton

A2 mon. vb. alaptest

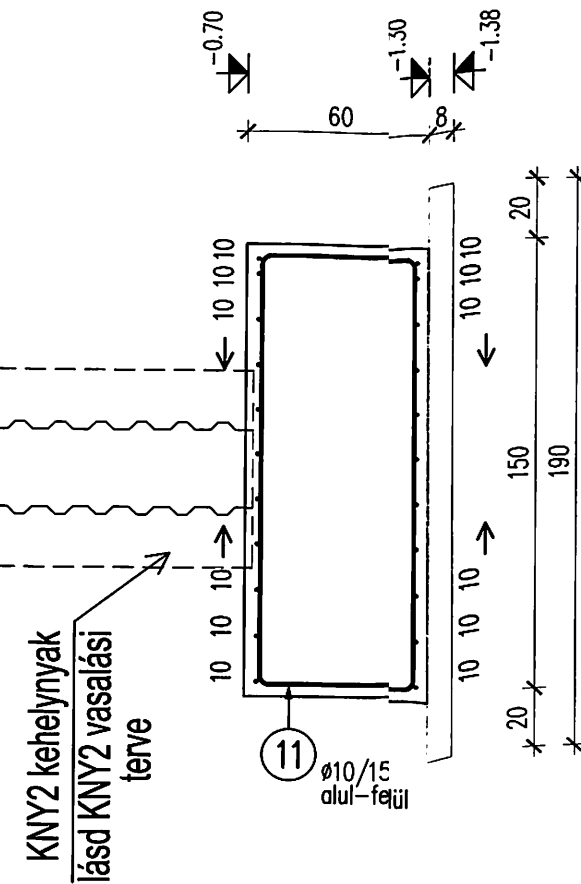


F-F Metszet
M=1:25

KNY2 kehelynyak
lásd KNY2 vasalási
terve



E-E Metszet
M=1:25



11 Ø10/15-2.38
alul-felül

10 Ø10/15-1.92
alul-felül

A3 ALAPTEST

M=1:25

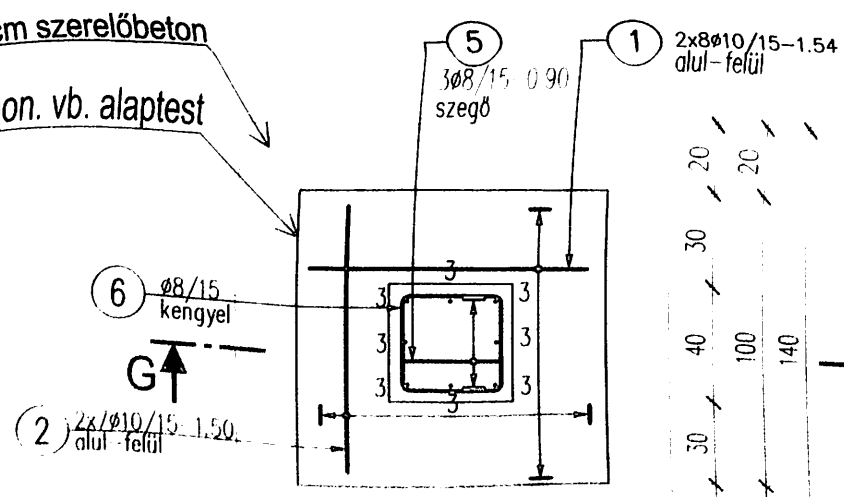
Vasalási és zsaluzási terve

Felülnézet
M=1:25

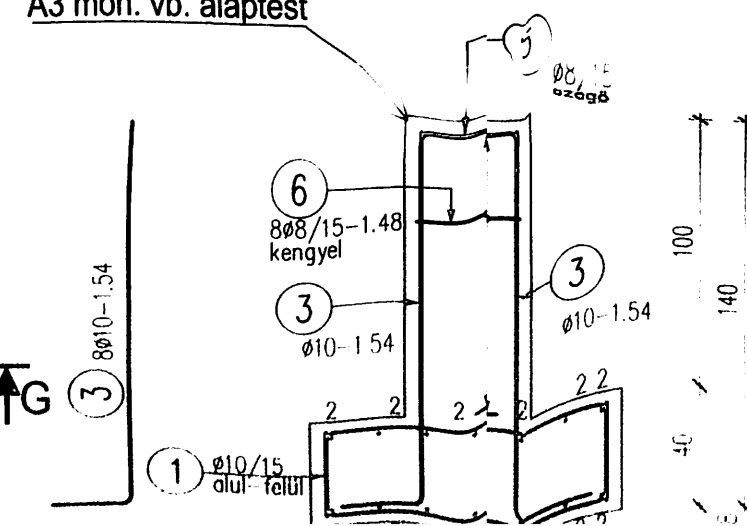
A3 mon. vb. alaptest

8 cm szerelőbeton

A3 mon. vb. alaptest



G-G Metszet
M=1:25



6 Ø8/15-1.48
kengyel

3 Ø10-1.54

1 Ø10/15
alul-felül

1

2

3

A

C

E

F

H

J

B↑

B-B METSZET

M=1:100

Járda szint

-0.10

-0.70

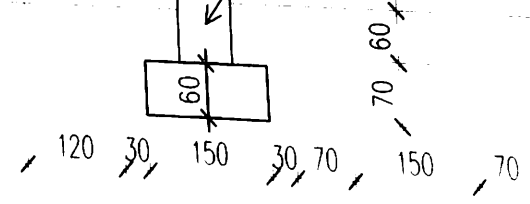
-1.30

±0.10

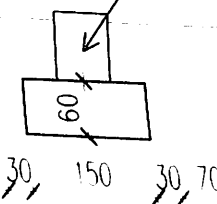
-0.90

-1.30

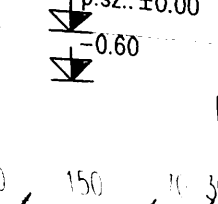
KNY1
lásd KNY1 vasalási terve



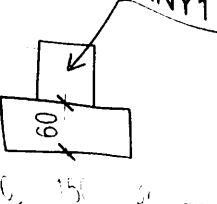
KNY1



KNY1



KNY1



8 cm szerelőbeton

Felülnézet
M=1:25

(7)

A1 ALAPTEST

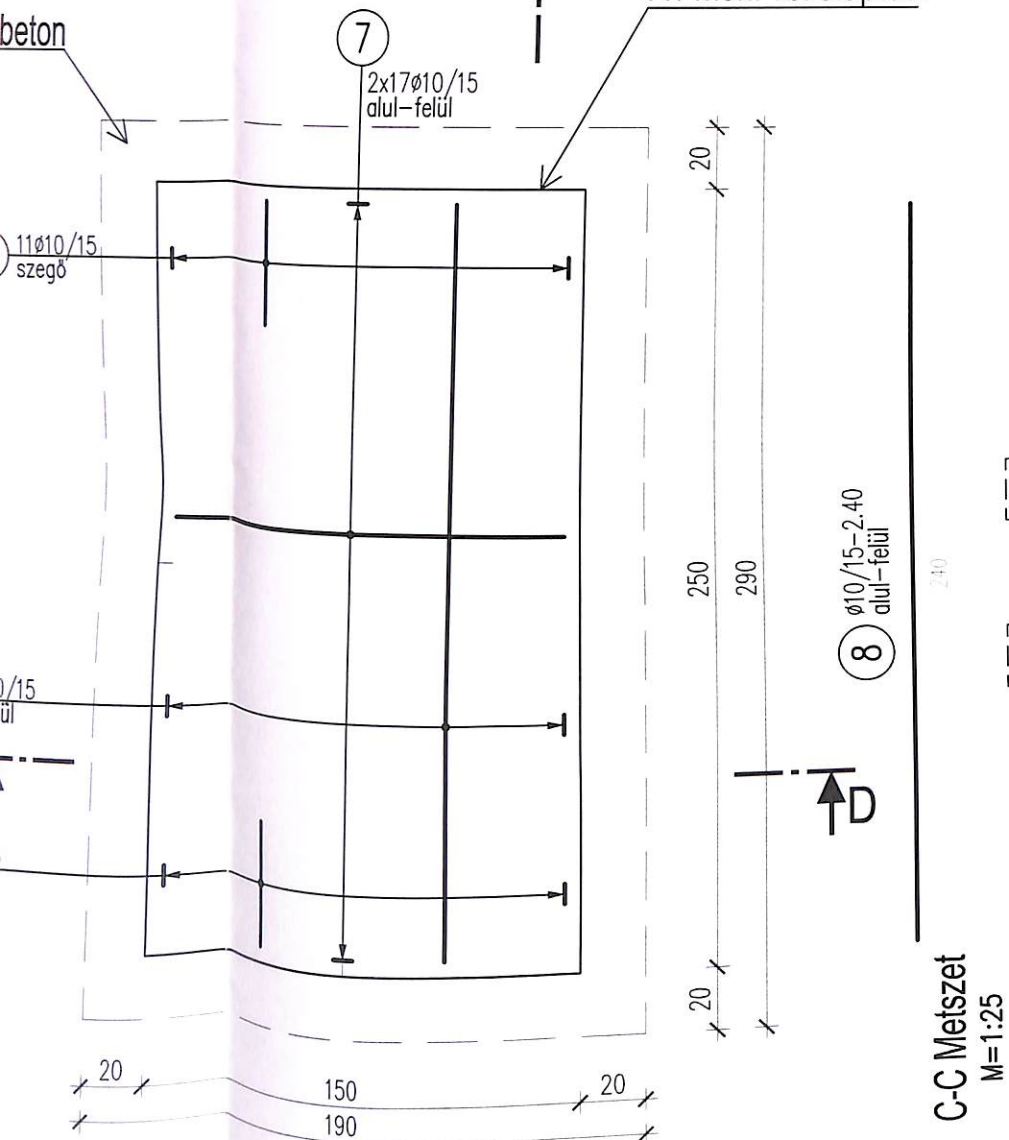
M=1:25

Vasalási és zsaluzási terve

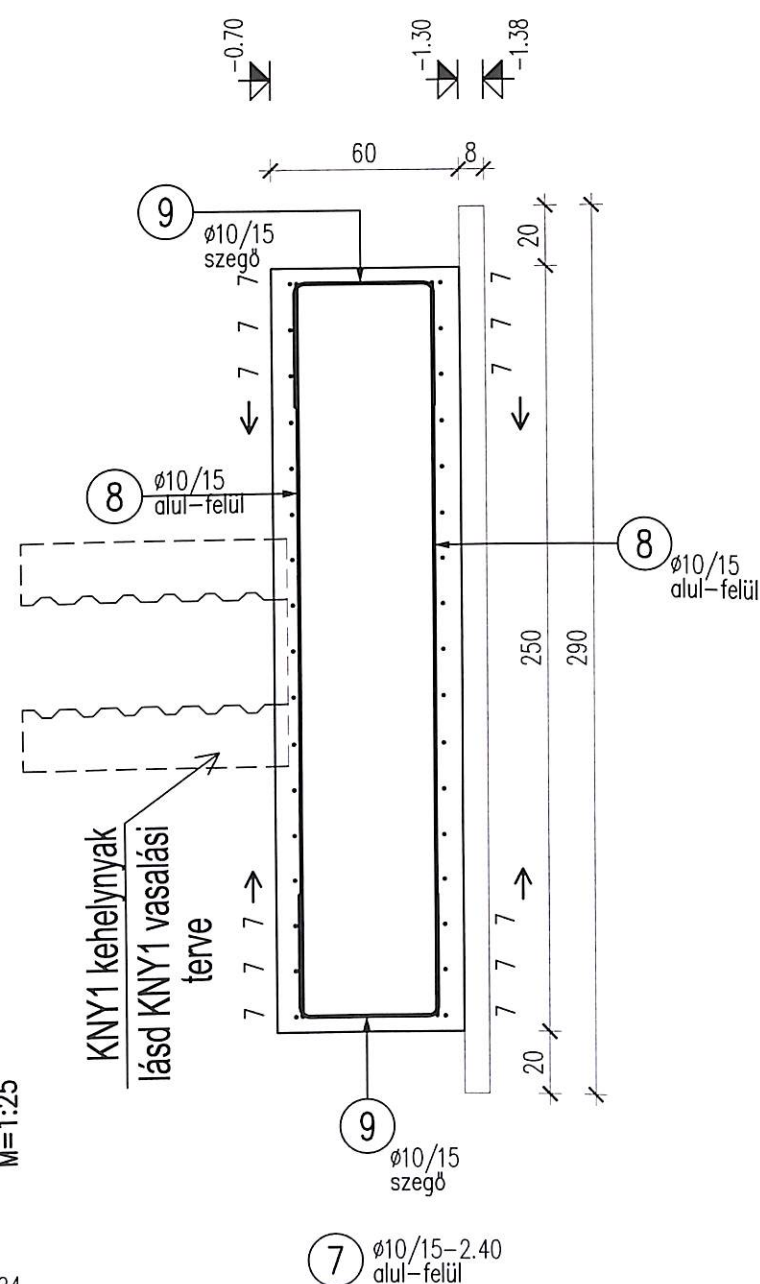
Felülnézet
M=1:25

A1 mon. vb. alaptest

beton



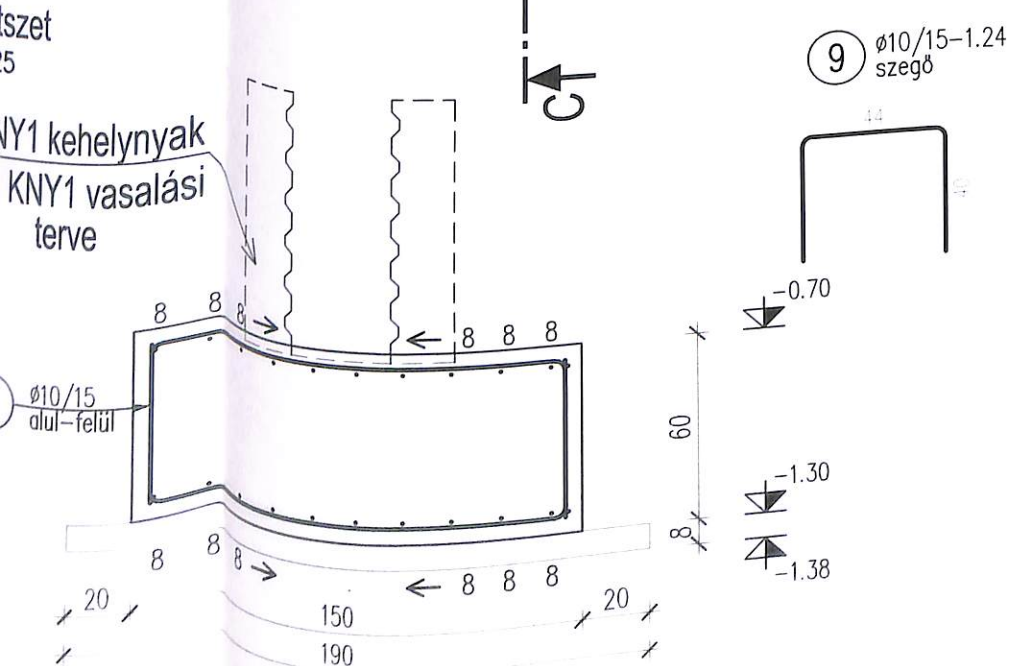
C-C Metszet
M=1:25



KNY1 kehelynyak
lásd KNY1 vasalási
terve

tszet
5

NY1 kehelynyak
KNY1 vasalási
terve



Megjegyzések:

Magassági adatok:

- A ±0,00= belső padló szint 89,94 mBf. egyezik meg.
- A -0,15= járda szint

Anyagminőség:

- Beton: C25/30-XC2-16-F3
- Szerelőbeton: C12/15, 8 cm vtg.
- Betontakarás: 4 cm
- Betonacél: B500B
- Szerkezeti acél: S235 JRG2 (ISO 10025:2005)

A kehelynyak alsó síkja 3 cm-t bele van süllyesztve a mon. vb. A1 és A2 alaptestekbe!

Az alapozási sík egységesen -1,30 m!

A hosszmereteket a helyszínen ellenőrizni kell!

A kótázott méretek a megvalósult állapotra vonatkoznak!

A terv csak a műszaki leírással együttérvényes!

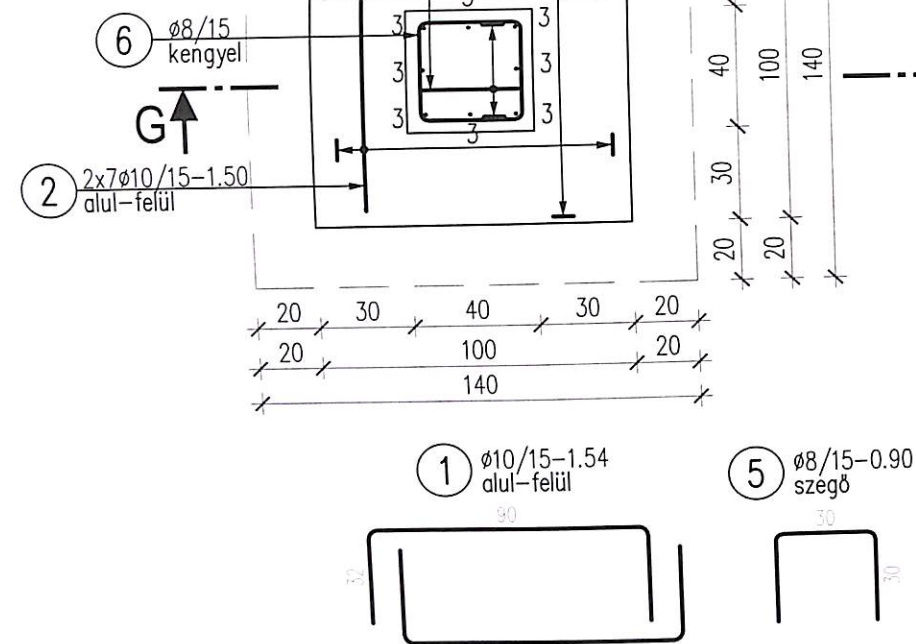
A terv a szakági rajzokkal együttkezelendő!

Csatlakozó tervek:

- AT-02 (Általános terv)
- AT-02 (Általános terv)
- AT-03 (Általános terv)
- KVT-01 (Kiviteli terv)
- KNY-VT-01 (Vasalási terv)

		Egység: Építőmérnöki Intézet	
Tanszék: Mechanika és tartószerkezetek szakcsoport		Tervfajta: Alapozási terv	
Projekt: Szakirányú diplomamunka Acélszerkezetű ipari csarnok tervezése		Rajzszám: AL-01 Elsődleges lépték: 1:100, 1:25	
Terv: Csarnok Alapozási terve		Lapméret: 297x880	
Tervező: Almási Attila	Konzulens: Mihók Barna	Aláírás:	Dátum: 2018.05.31

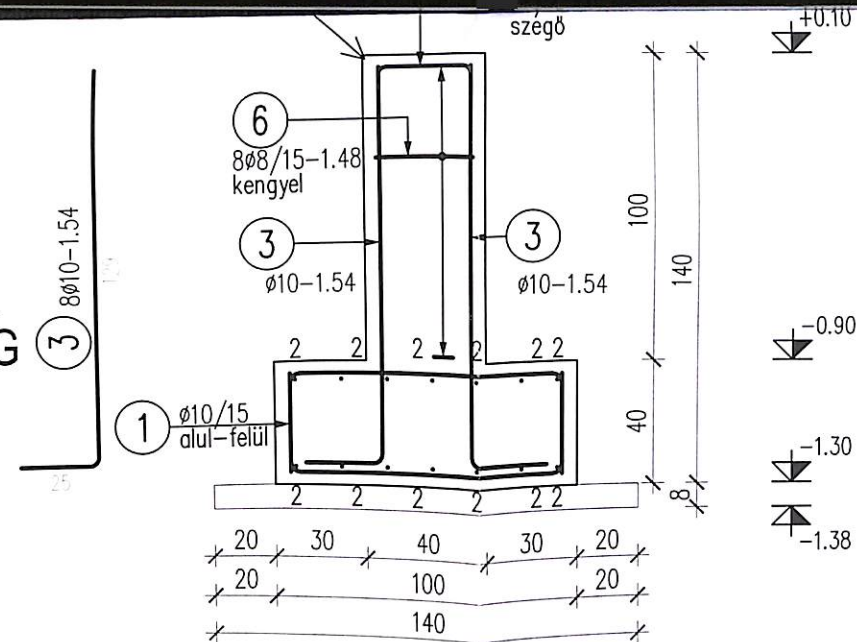
A3 mon. vb. alaptest



A3 Alaptest vaskimutatása

Jel	db	Ø [mm]	Vasalak	Hossz [m]	Ø8	Ø10
1	16	10		1.54		24.64
2	14	10		1.50		21.00
3	8	10		1.54		12.32
5	3	8		0.90	2.70	
6	8	8		1.48		11.84
Összhossz / Ø [m]:				14.54		57.96
Fm. tömeg / Ø [kg/m]:				0.395		0.617
Össztömeg / Ø [kg]:				5.74		35.76
Össztömeg [kg]:						41.50

A vaskimutatás 1 db A3 jelű alaptestre vonatkozik!



A2 Alaptest vaskimutatása

Jel	db	Ø [mm]	Vasalak	Hossz [m]	Ø10
10	22	10		1.92	42.24
11	14	10		2.38	33.32
Összhossz / Ø [m]:				75.56	
Fm. tömeg / Ø [kg/m]:				0.617	
Össztömeg / Ø [kg]:				46.62	
Össztömeg [kg]:					46.62

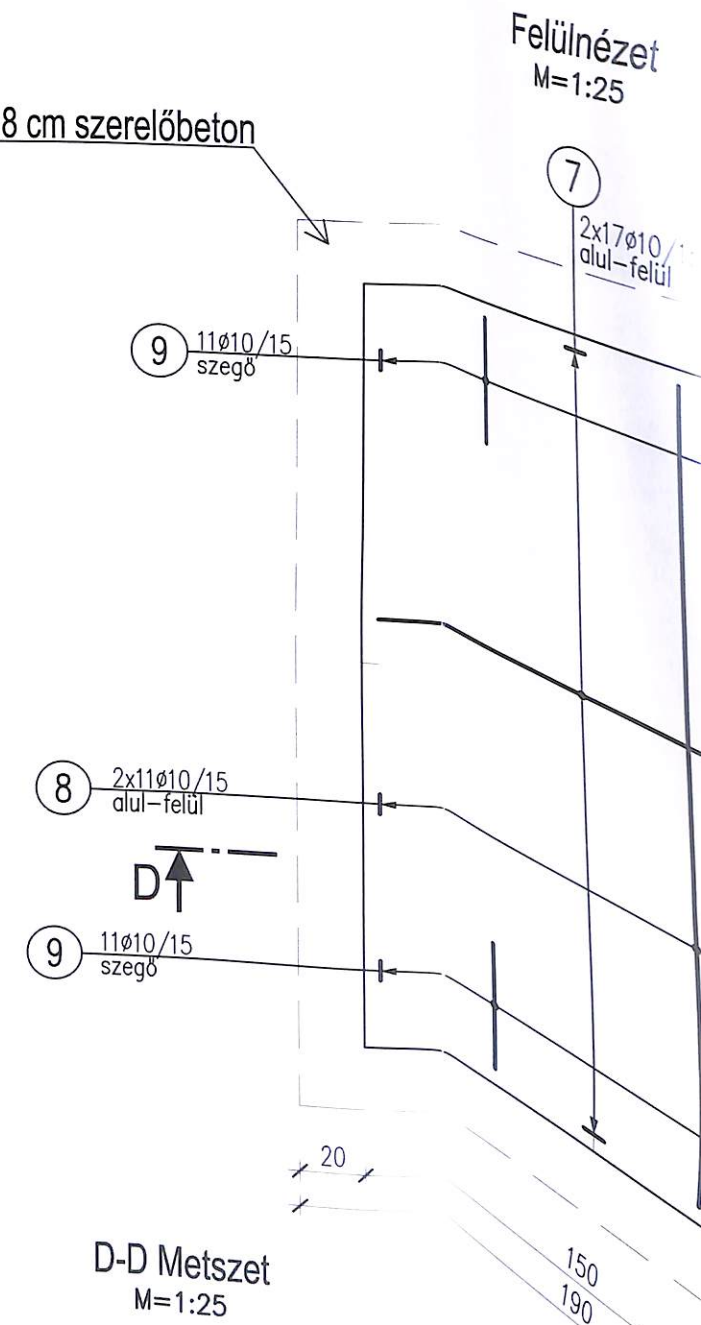
A vaskimutatás 1 db A2 jelű alaptestre vonatkozik!

A1 Alaptest vaskimutatása

Jel	db	Ø [mm]	Vasalak	Hossz [m]	Ø10
7	34	10		2.40	81.60
8	22	10		2.40	52.80
9	22	10		1.24	27.28
Összhossz / Ø [m]:				161.68	
Fm. tömeg / Ø [kg/m]:				0.617	
Össztömeg / Ø [kg]:				99.76	
Össztömeg [kg]:					99.76

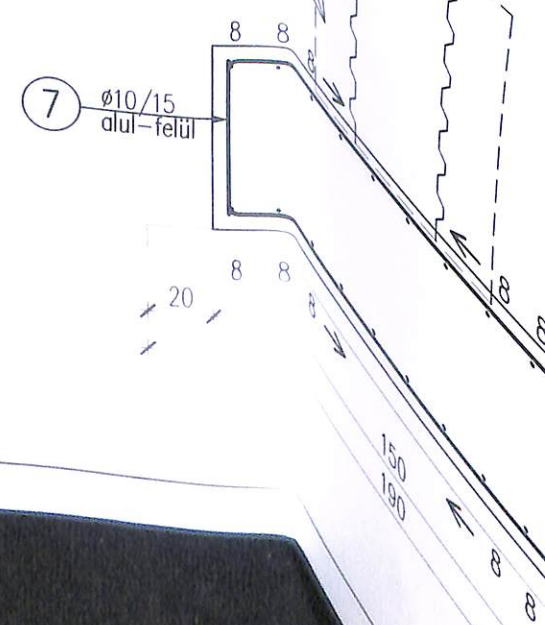
A vaskimutatás 1 db A1 jelű alaptestre vonatkozik!

8 cm szerelőbeton

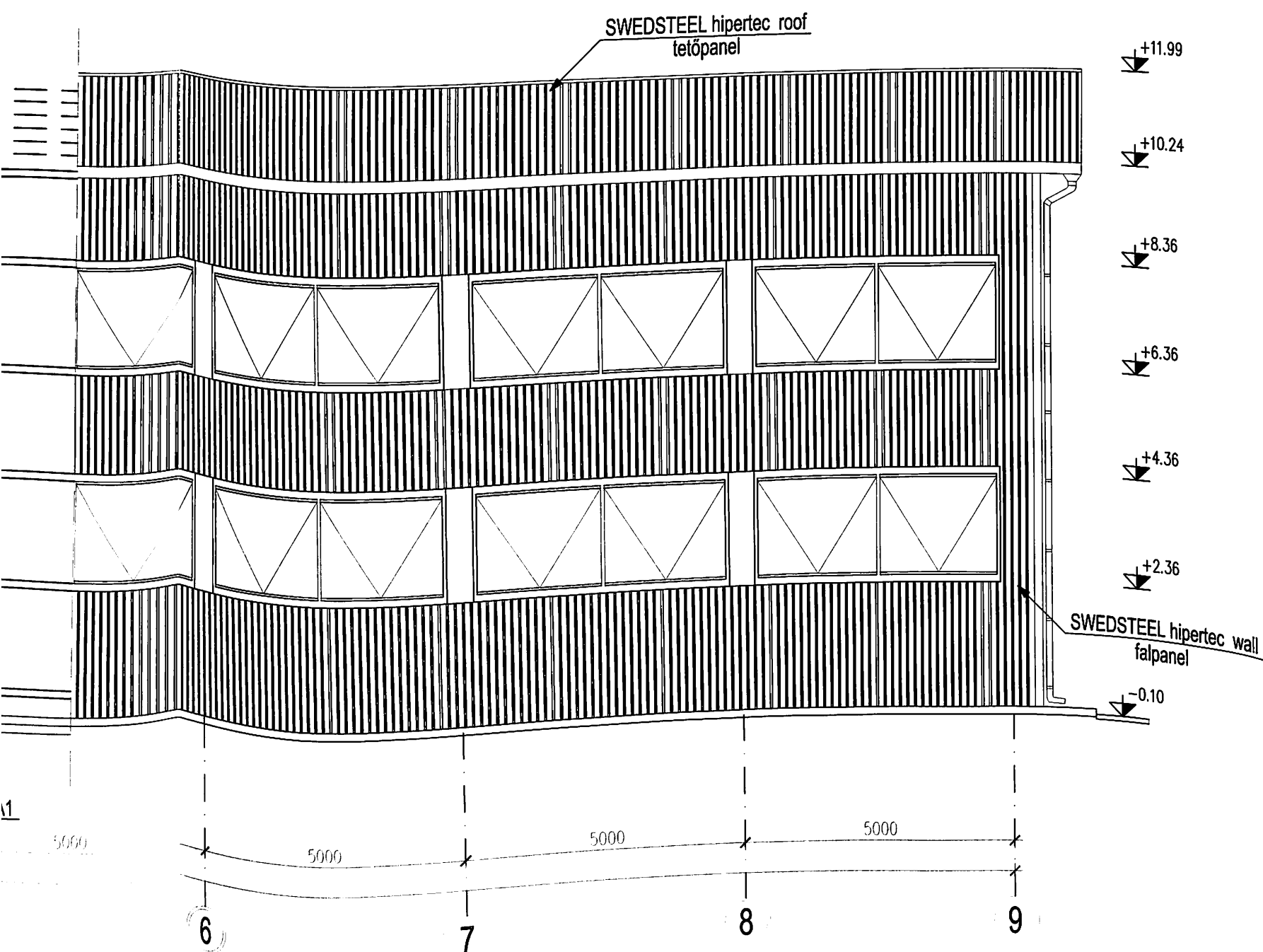


D-D Metszet
M=1:25

KNY1 kehelynyak
lásd KNY1 vasalási
terve



DALNÉZET
M=1:100



Megjegyzések:

Magassági adatok:

- A $\pm 0,00$ = belső padló szint 89,94 mBf. egyezik meg.
- A $-0,10$ = járda szint

Anyagminőség:

- Beton: C25/30- XC2-16-F3
- Betonacél: B500B
- Szerkezeti acél: S235 JRG2 (ISO 10025:2005)
- Kötőelem minőség: 10.9 (EC3-1-8) , 6.8 (EC3-1-8)
- varrat: (MSZ EN ISO 5817:2008): "B"

A hossz méreteket a helyszínen ellenőrizni kell!

A kótázott méretek a megvalósult állapotra vonatkoznak!

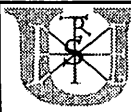
A csavarozott kapcsolatok megfelelőségét a műszaki ellenőrnek az építési naplóba dokumentálnia kell!

A terv csak a műszaki leírással együtt érvényes!

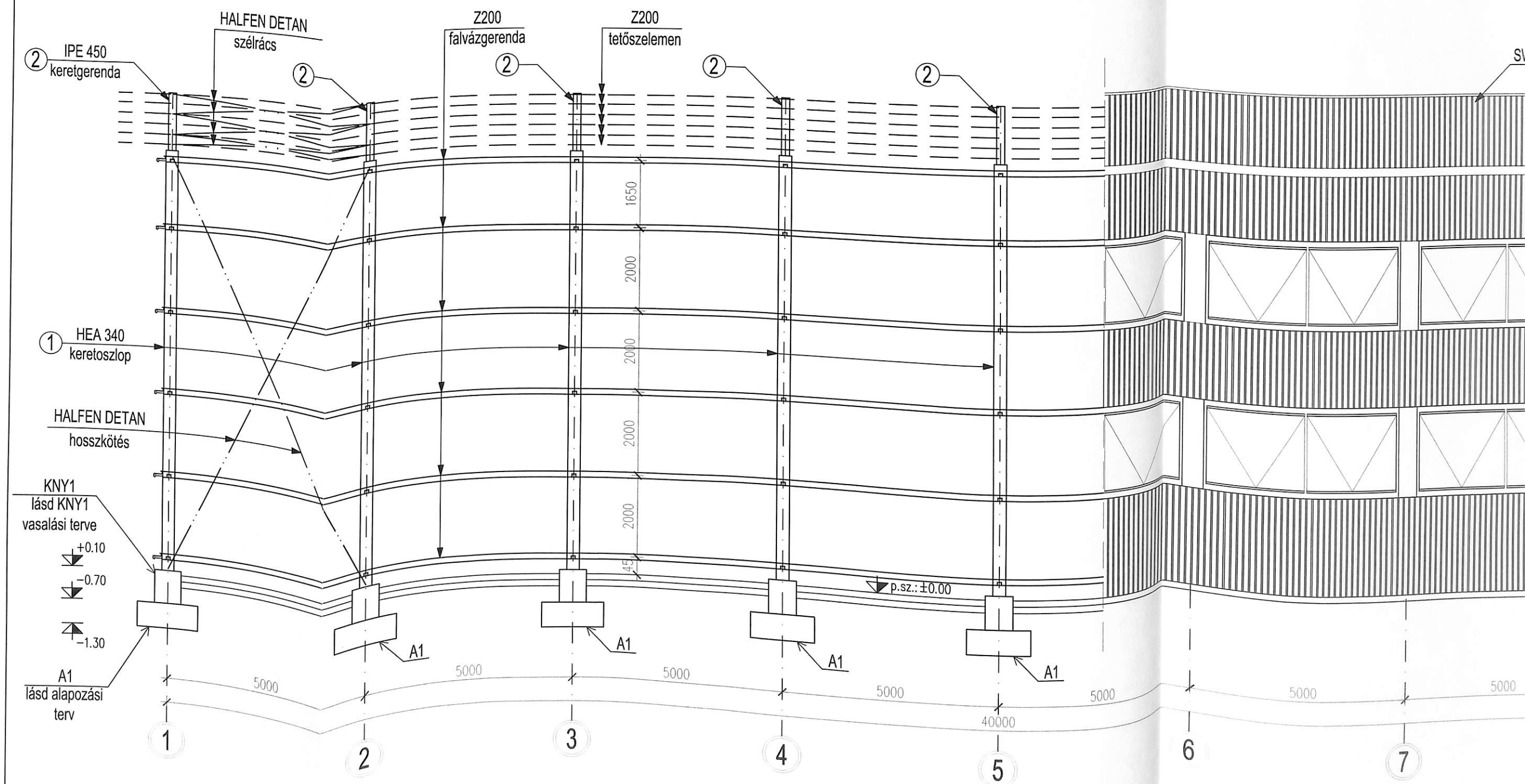
A terv a szakági rajzokkal együtt kezelendő!

Csatlakozó tervek:

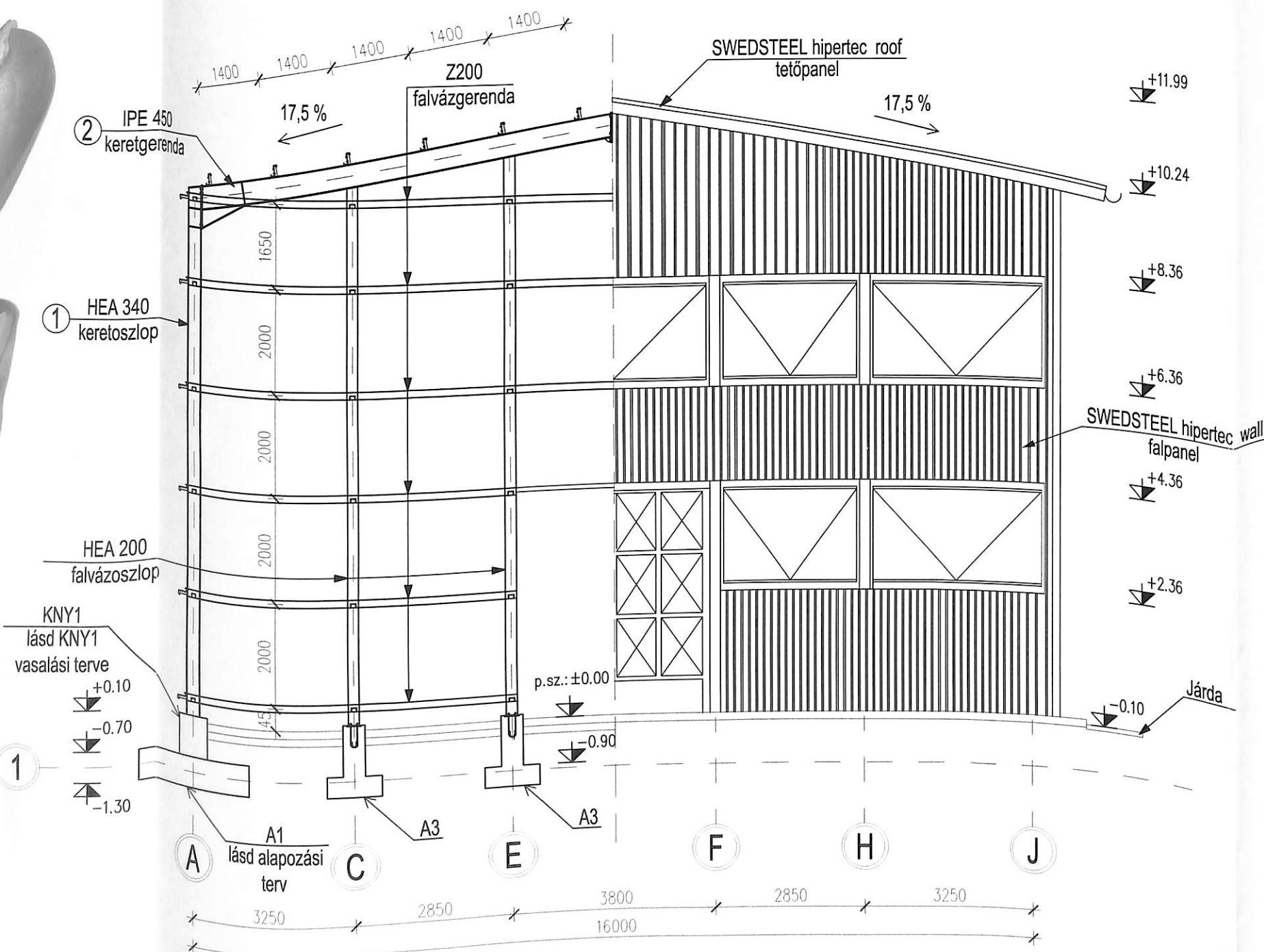
- AT-01 (Általános terv)
- AT-03 (Általános terv)
- KVT-01 (Kiviteli terv)
- AI-01 (Alapozási terv)
- KNY1 (Vasalási terv)

 SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST		 YBL		Egység:
				Építőmérnöki Intézet
Tanszék:		Mechanika és tartószerkezetek szakcsoport		Tervfajta:
				Általános terv
Projekt:		Szakirányú diplomamunka Acélszerkezetű ipari csarnok tervezése		Rajzszám:
				AT-02
Terv:		Csarnok általános terve		Elsődleges lépték:
				1:100
Tervező:		Konzulens:	Aláírás:	Lapméret:
Almási Attila		Mihók Barna		297x710
				Dátum:
				2018.05.31

OLDALNÉZET
M=1:100



ELŐLNÉZET M=1:100



Megjegyzések:

Magassági adatok:

- A ±0,00= belső padló szint 89,94 mBf. egyezik meg.
- A -0,10= járda szint

Anyagminőség:

- Beton: C25/30-XC2-16-F3
- Betonacél: B500B
- Szerkezeti acél: S235 JRG2 (ISO 10025:2005)
- Kötőelem minőség: 10.9 (EC3-1-8) , 6.8 (EC3-1-8)
- varrat: (MSZ EN ISO 5817:2008): "B"

A hosszmereteket a helyszínen ellenőrizni kell!

A kőfázott méretek a megvalósult állapotra vonatkoznak!

A csavarozott kapcsolatok megfelelőségét a műszaki ellenőrnek az építési naplóba dokumentálnia kell!

A terv csak a műszaki leírással együttérvényes!

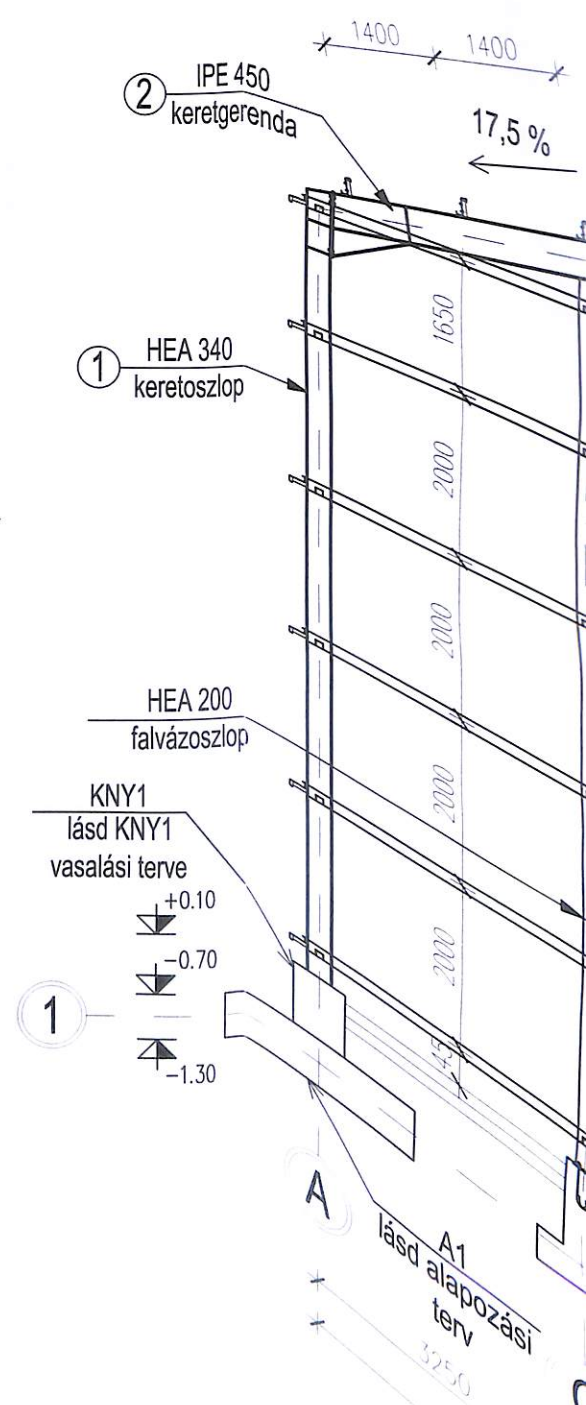
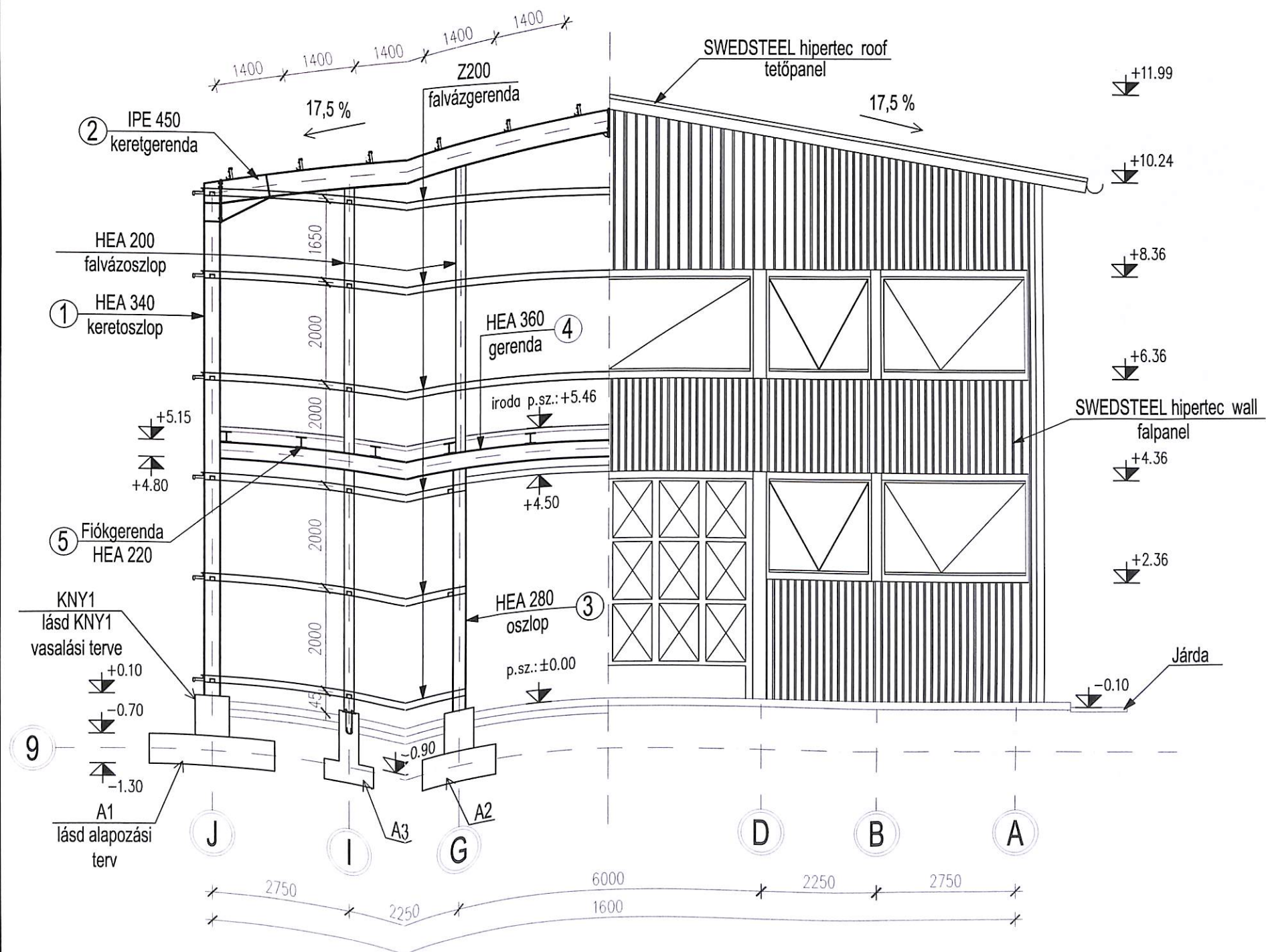
A terv a szakági rajzokkal együttkezelendő!

Csatlakozó tervek:

- AT-02 (Általános terv)
- AT-03 (Általános terv)
- KVT-01 (Kiviteli terv)
- AL-01 (Alapozási terv)
- KNY1 (Vasalási terv)

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST		Egység: Építőmérnöki Intézet	
Tanszék: Mechanika és tartószerkezetek szakcsoport		Tervfajta: Általános terv	
Projekt: Szakirányú diplomamunka Acélszerkezetű ipari csarnok tervezése		Rajzszám: AT-01	
Terv: Csarnok általános terve		Elsődleges lépték: 1:100	
Tervező: Almási Attila		Lapméret: 297x710	
Konzulens: Mihók Barna		Dátum: 2018.05.31	
Aláírás:			

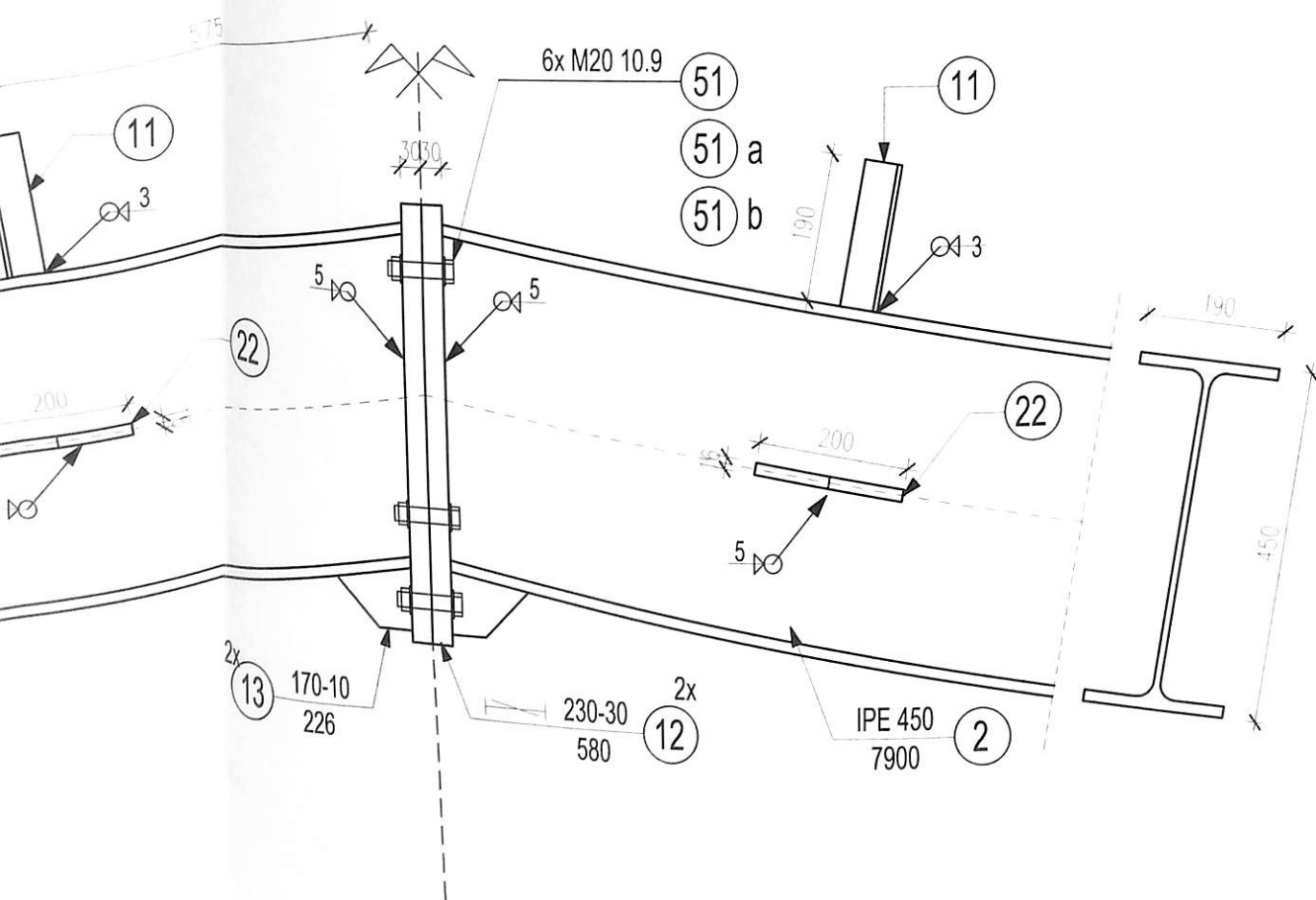
ELŐLNÉZET M=1:100



5. csomópont

Keretgerenda és keretgerenda kapcsolata

M=1:10

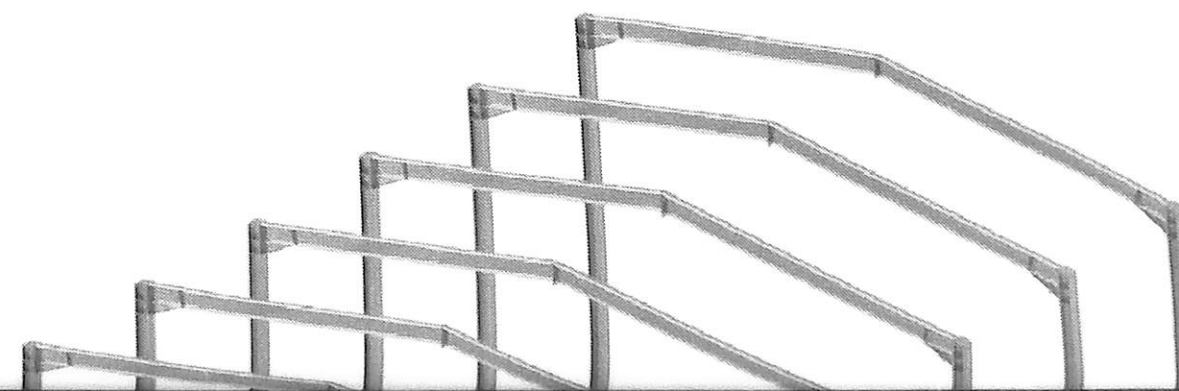
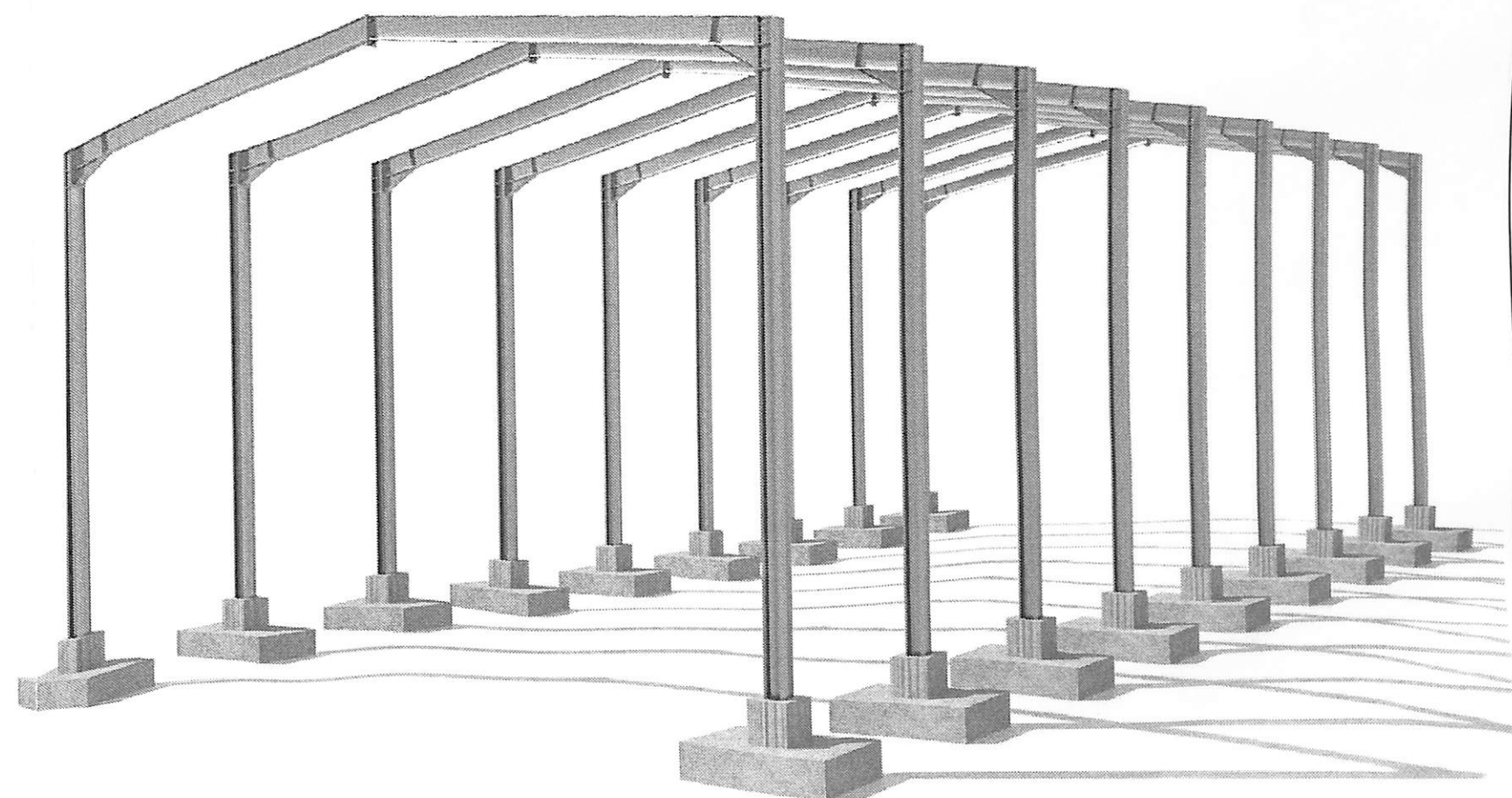


Keretgerenda és keretgerenda kapcsolata
Előlnézet

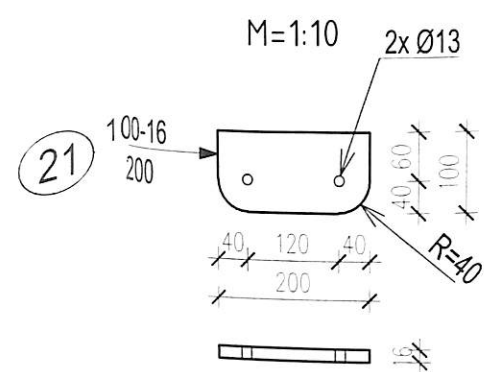
M=1:10



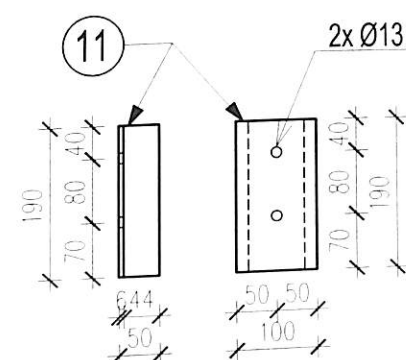
Főtartó keret 3D modellje



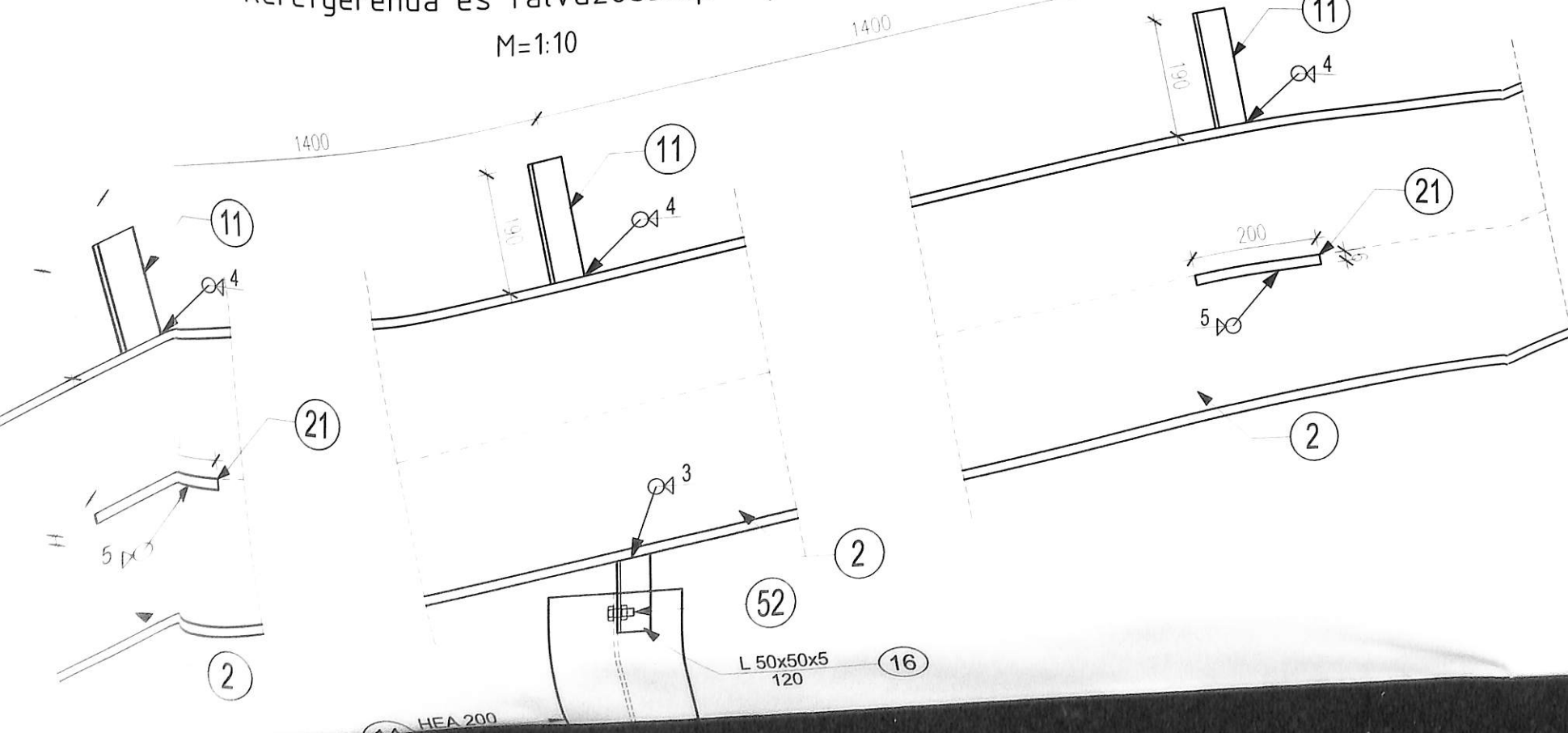
21 jelű elem leszábási terve
szélrács bekötő lemez



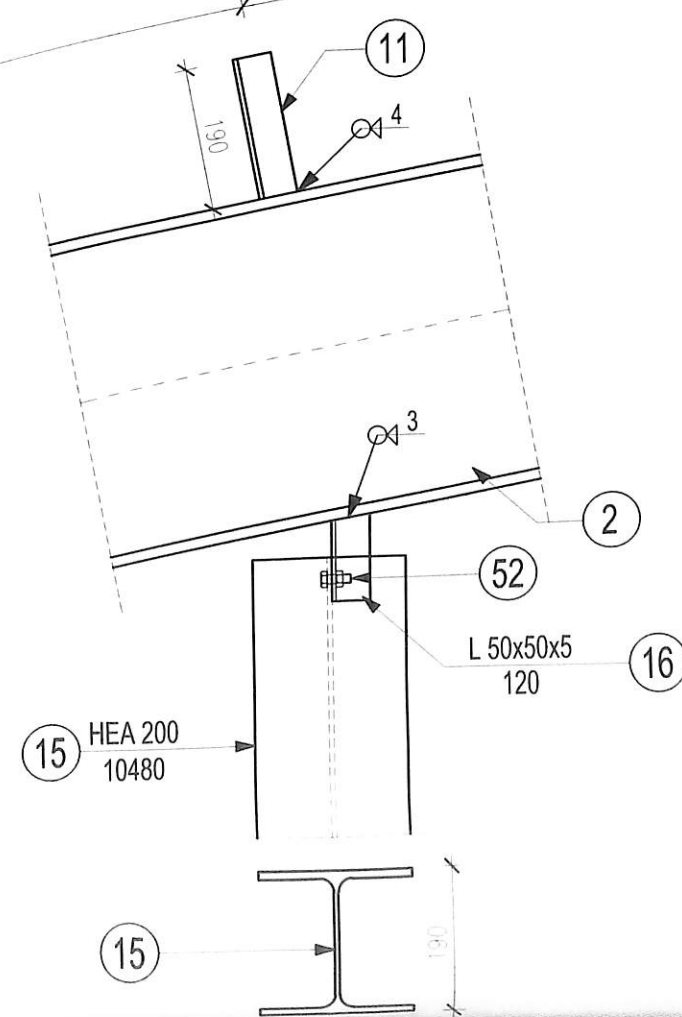
11 jelű elem leszábási terve
tetőszelemen tartó



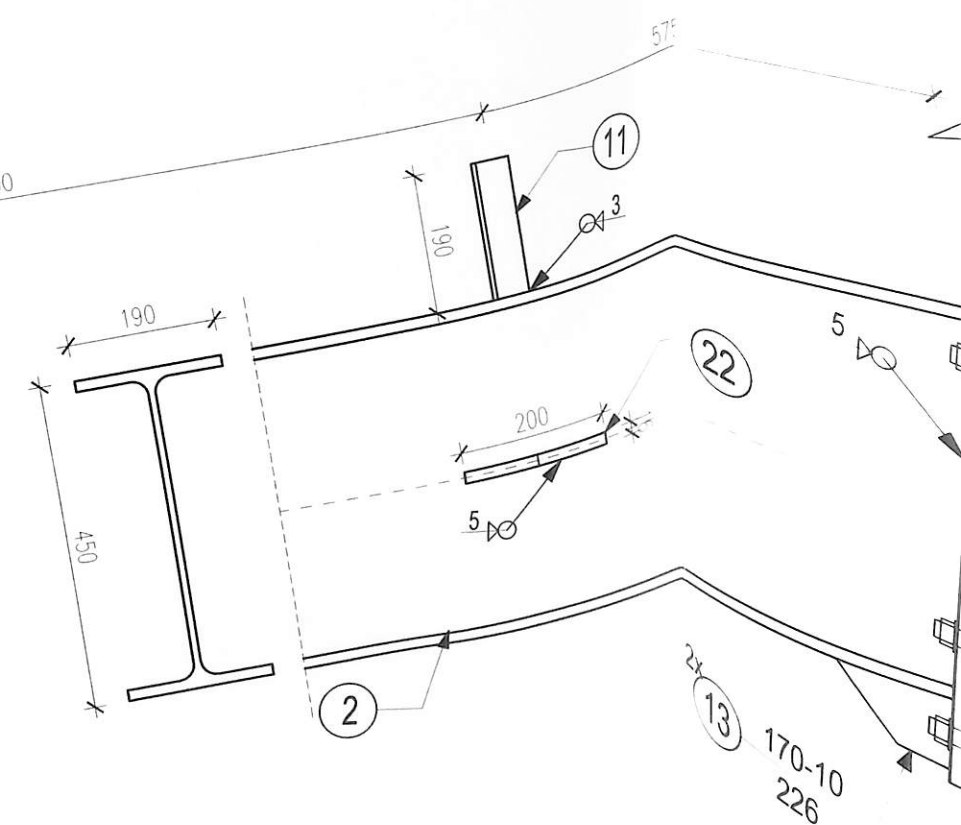
3. csomópont
Keretgerenda és falvázoszlop kapcsolata
M=1:10



4. csomópont
Keretgerenda és falvázoszlop kapcsolata
M=1:10

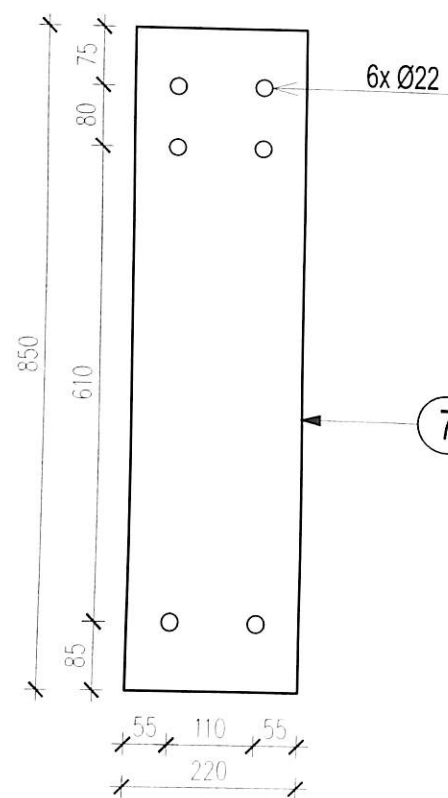


5. csomópont
Keretgerenda és ke...

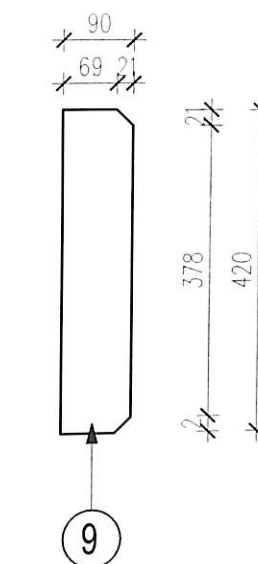
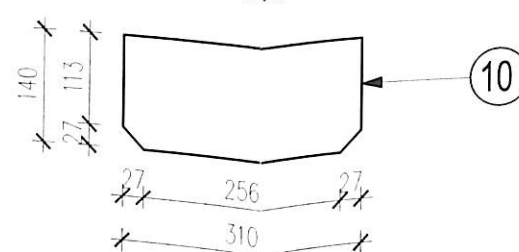


Keretgerenda és Elosztó

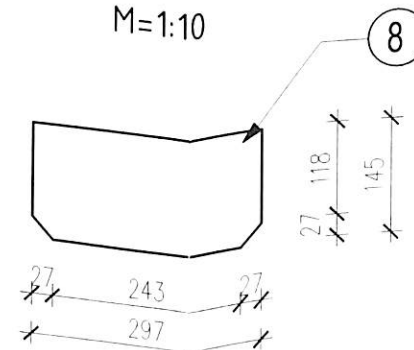
7 jelű elem leszábási terve
M=1:10



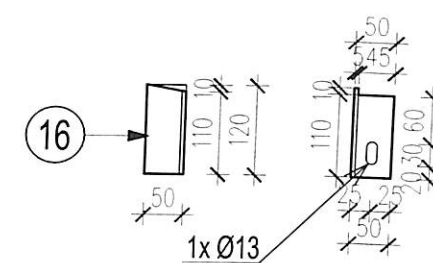
10 jelű elem leszábási terve 9 jelű elem leszábási terve
M=1:10



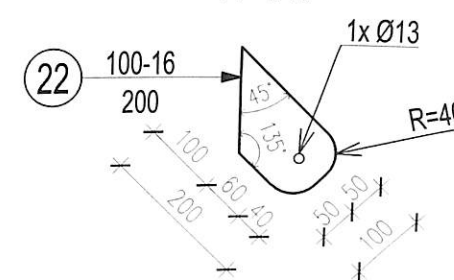
8 jelű elem leszábási terve
M=1:10



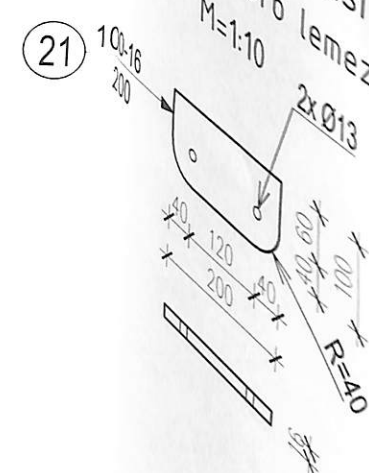
16 jelű elem leszábási terve
beszábotott szögacél
M=1:10



22 jelű elem leszábási terve
szélrács bekötő lemez
M=1:10



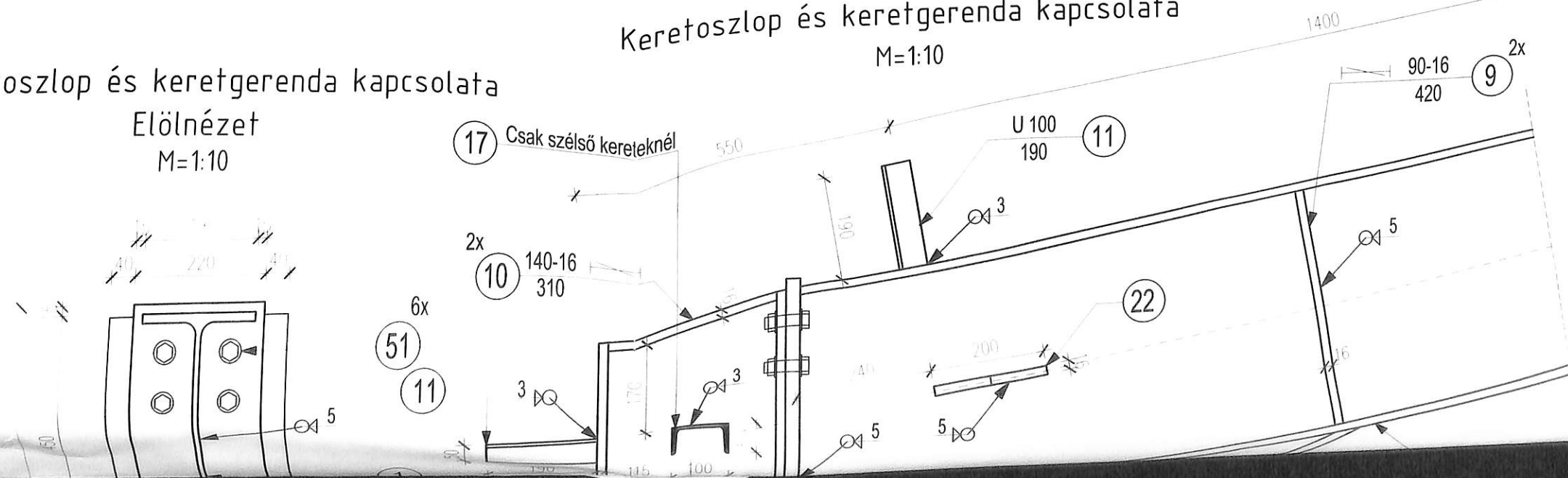
21 jelű elem leszábási terve
szélrács bekötő lemez
M=1:10



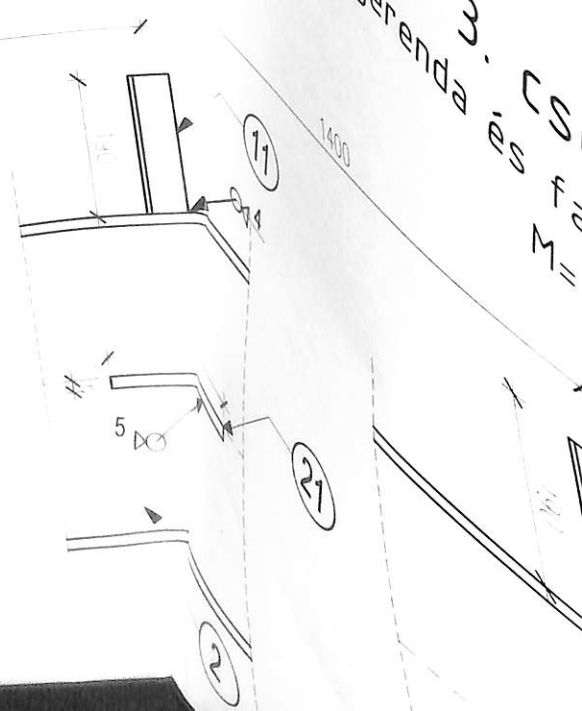
2. csomópont

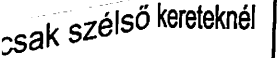
Keretoszlop és keretgerenda kapcsolata
M=1:10

Keretoszlop és keretgerenda kapcsolata
Előlnézet
M=1:10

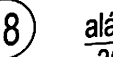


Keretgerenda és csomópont
M=1:10

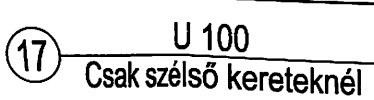
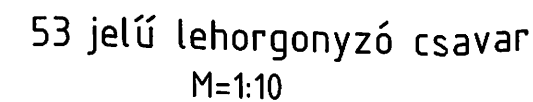




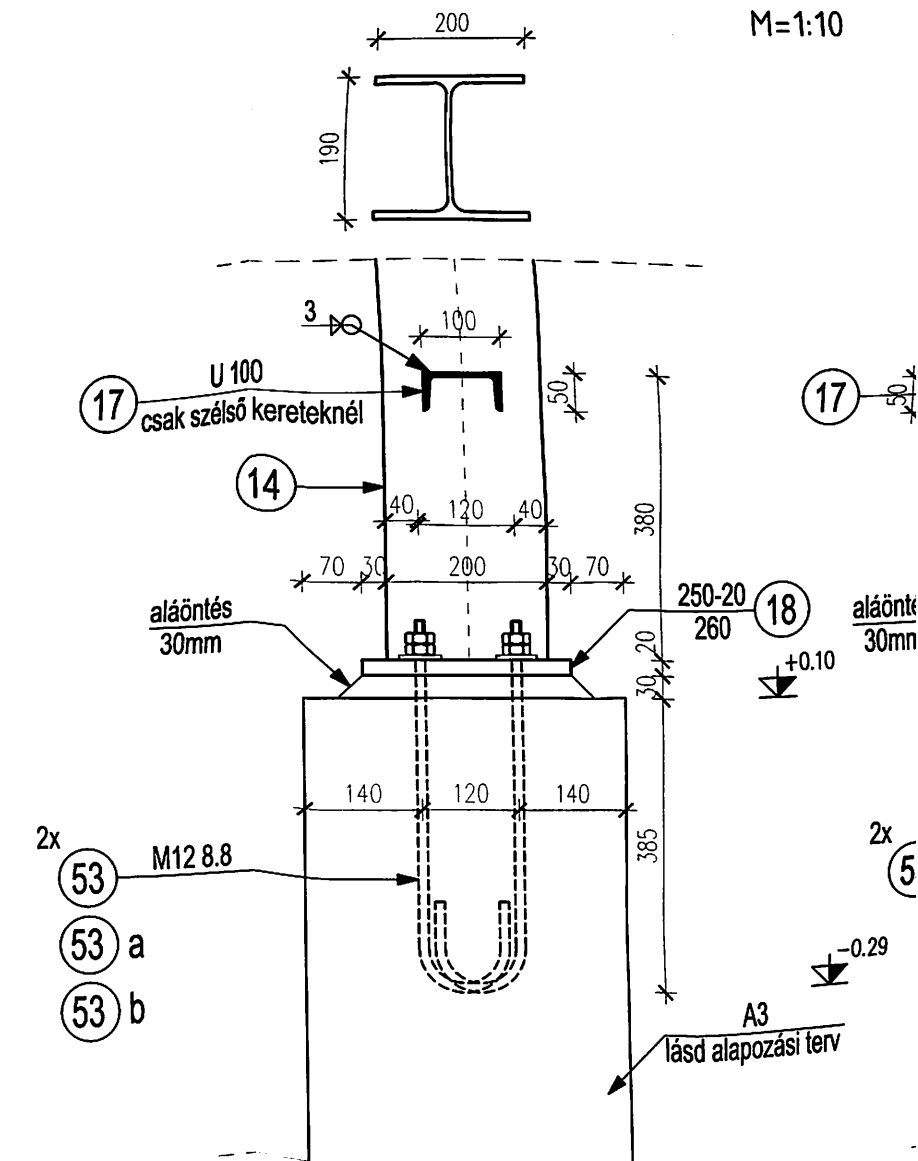
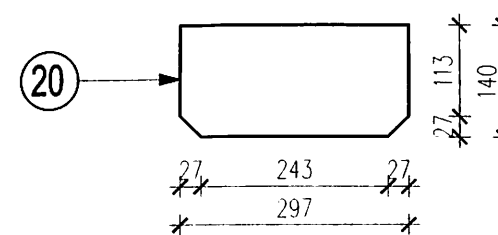
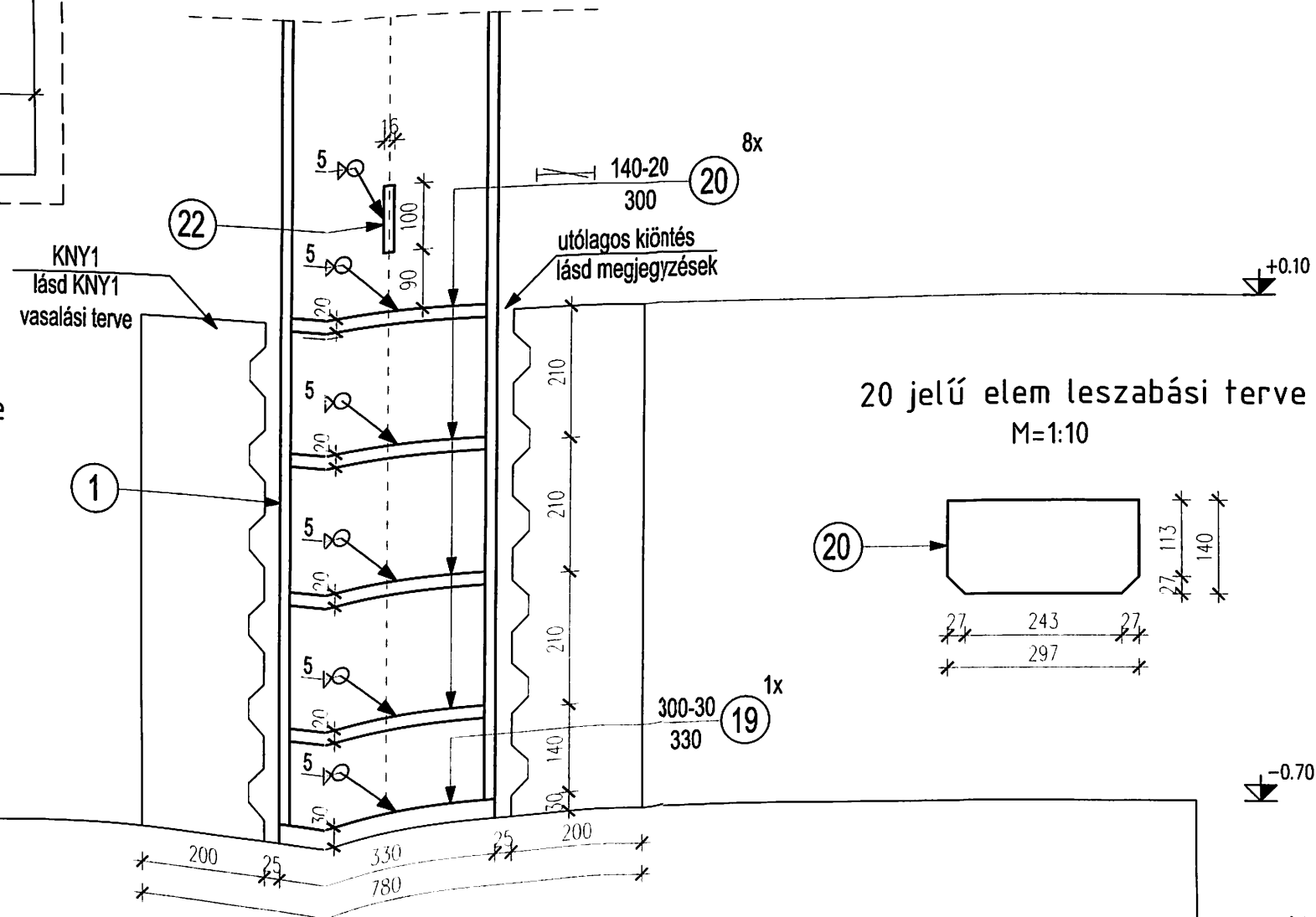
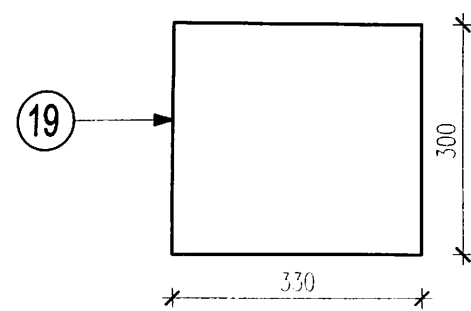
M12 8.8



18

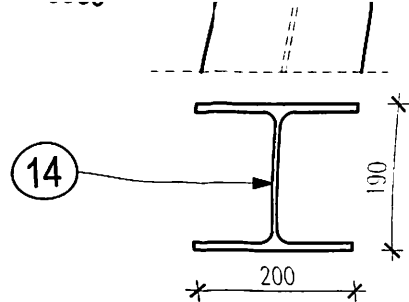


U 100
Csak szélső kereteknél



Technical drawing of a square foundation (A3) with dimensions and annotations. The drawing shows a square foundation with a central square opening. The outer square has a side length of 400. The inner square has a side length of 250. The distance between the outer and inner squares is 70. The foundation is labeled "A3" and "lásd alapozási". The drawing includes a scale "M=1:10" and a dimension "2x". The foundation is labeled "aláöntés 30mm". The drawing includes a dimension "5" and a dimension "18". The drawing includes a dimension "14" and a dimension "30". The drawing includes a dimension "250" and a dimension "400".

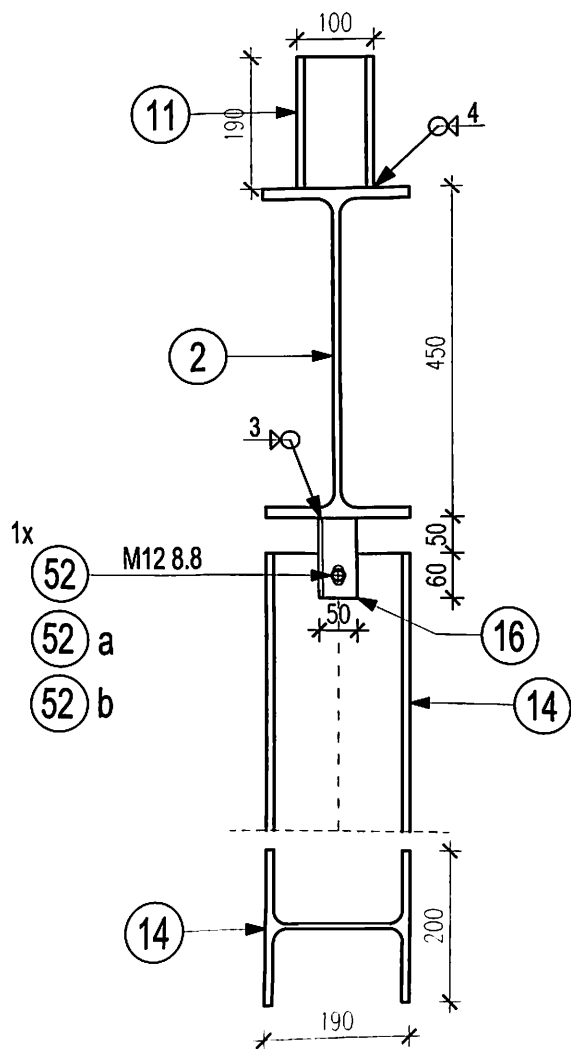
Anyacsavar



Keretgerenda és falvázoszlop kapcsolata

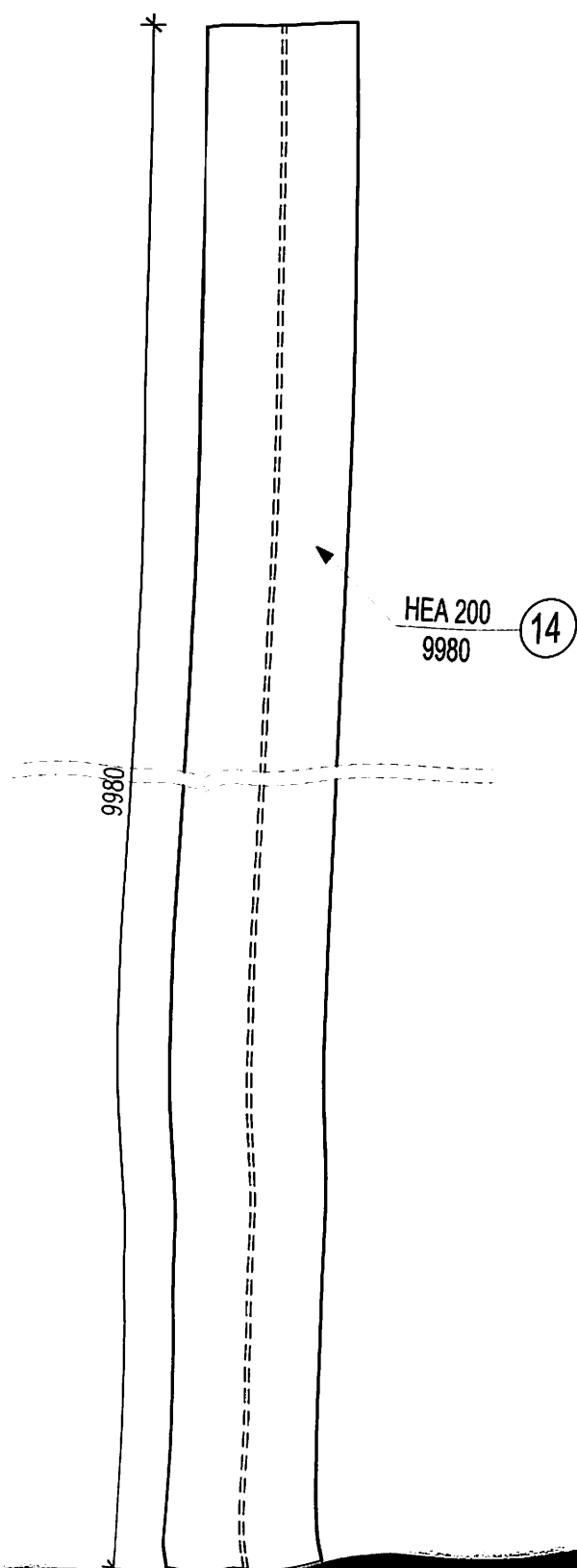
Előlnézet

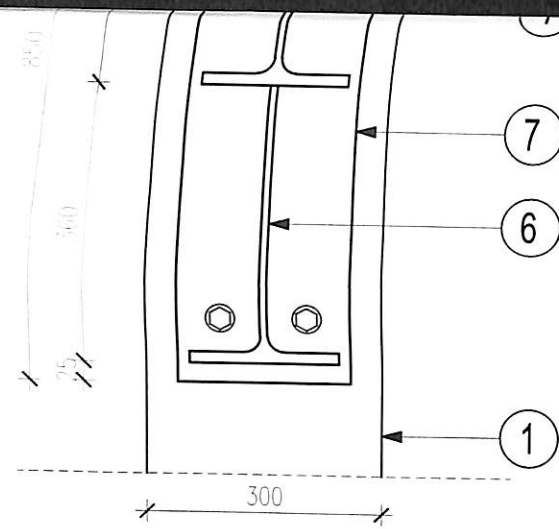
M=1:10



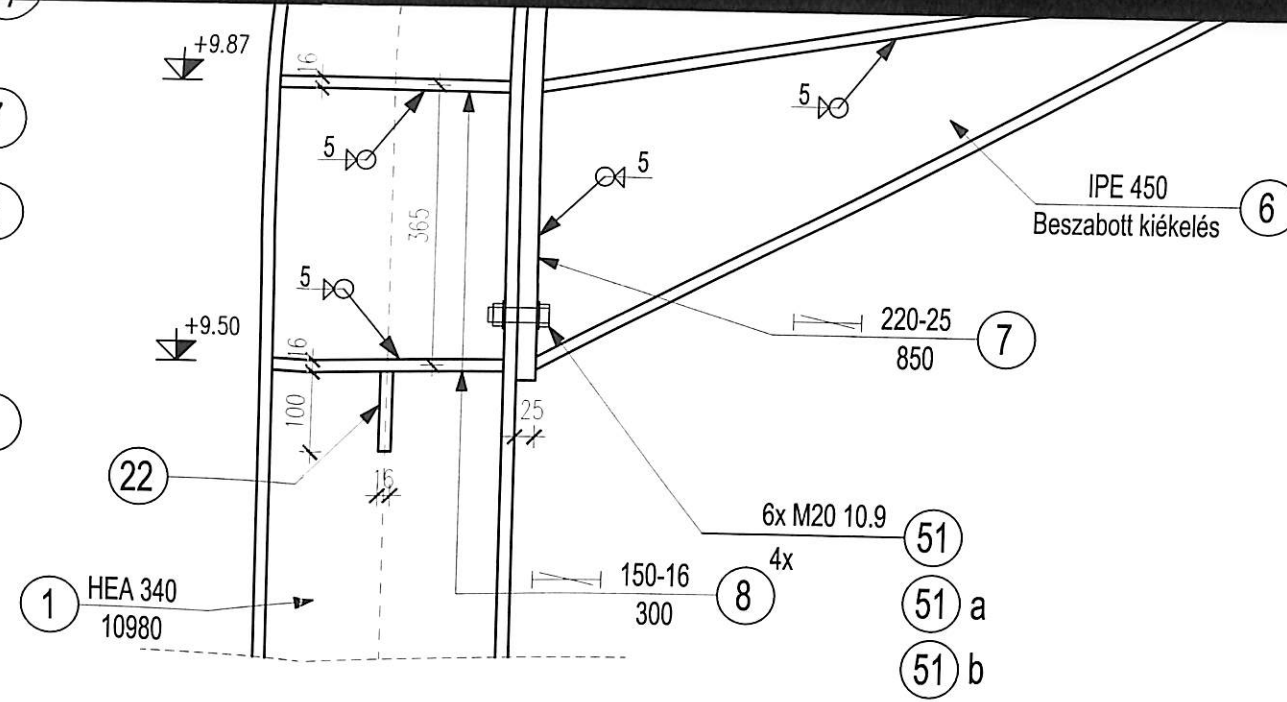
14 jelű elem lezabási terve

M=1:10

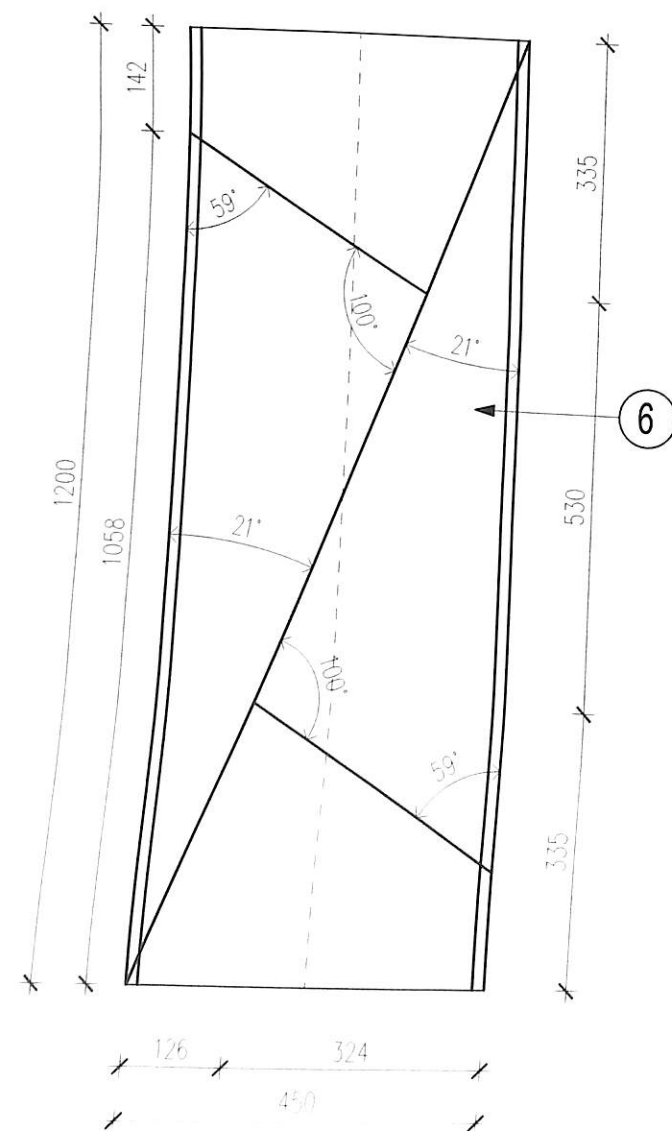




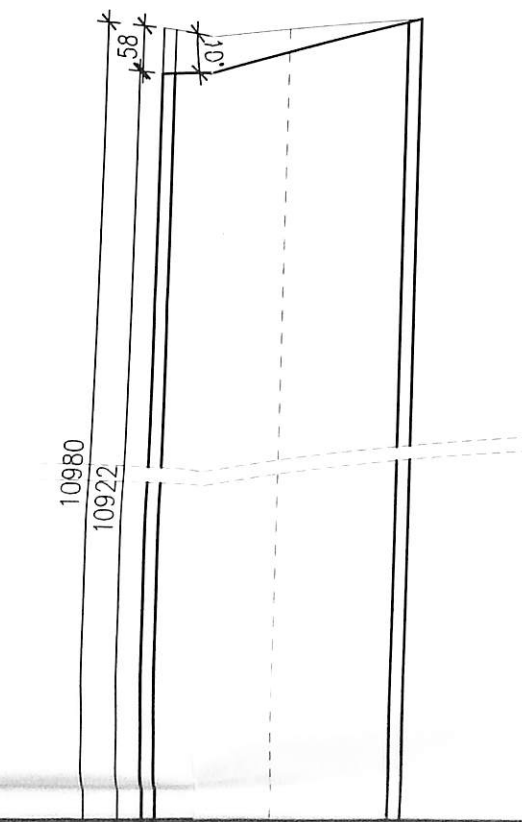
Beszabott kiékelés
IPE 450 gerendából
M=1:10



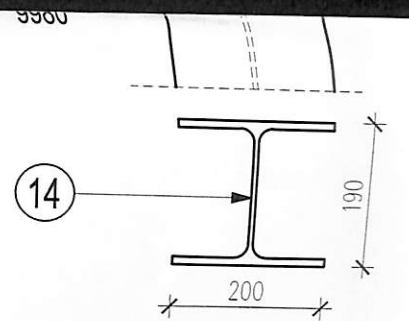
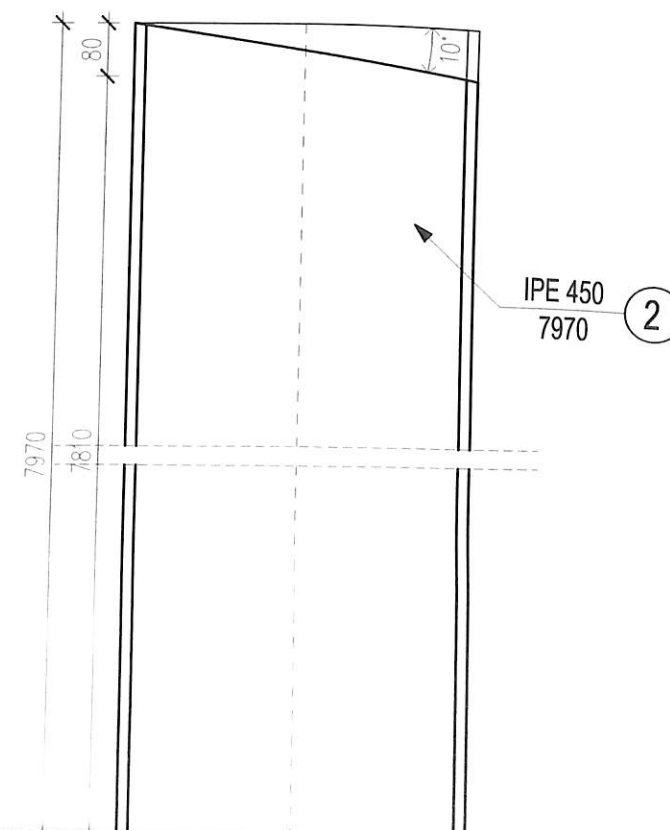
Keretoszlop és keretgerenda kapcsolata
Alulnézet
M=1:10



1 jelű elem leszábási terve
M=1:10



2 jelű elem leszábási terve
M=1:10



14 jelű elem leszábási terve
M=1:10

