

SZAKDOLGOZAT

Bernáth Patrik

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

Bernáth Patrik

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe: 176x72 méter befoglaló méretű előregyártott ipari csarnok
tervezése

Belső konzulens: Szabó Balázs tanársegéd

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

Budapest, 2017. december 18.


Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

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

Részletes feladatkiírás

Bernáth Patrik

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

176x72 méter befoglaló méretű előregyártott ipari csarnok tervezése
című szakdolgozatához

RÉSZLETES FELADATKIÍRÁS

Részletes tartószerkezeti műszaki leírás készítése

Engedélyezési terv szintű számítások elvégzése, dokumentálása

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

Kiviteli terv szint (1:200) tervek készítése az alapozásról

Kiviteli terv szint (1:50) tervek készítése a kijelölt vasbeton szerkezetekről

Kiviteli terv szint (1:50) tervek készítése a feszített gerendáról

Budapest, 2017. december 18.


Szabó Balázs
belső konzulens



SZENT ISTVÁN EGYETEM
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR
MAGASÉPÍTÉSI MÉRNÖKI SZAK, ALAPKÉPZÉS, NAPPALI
TAGOZAT

176.70 x 72.00 M ELŐREGYÁRTOTT IPARI CSARNOK TERVEZÉSE
ÉPÍTÉSI ENGEDÉLYEZÉSI TERVÉHEZ

Készítette:
Bernáth Patrik

Belső témavezető:
Szabó Balázs
Tanársegéd
Építőmérnöki Intézet Mechanika és
Tartószerkezetek Szakcsoport

Budapest
2018

Tartalomjegyzék

I. TARTÓSZERKEZETI MŰSZAKI LEÍRÁS	1
1. Előzmények	1
2. Általános leírás	3
3. Talajmechanikai viszonyok	5
4. Tartószerkezetek leírása.....	10
II. STATIKAI SZÁMÍTÁS.....	10
1. Anyagminőségek	10
2. Terhek és hatások	18
III. TRAPÉZLEMEZ MÉRETEZÉSE CSARNOKON ÁLTALÁNOS HELYEN.....	18
1. Anyagminőségek	18
2. Terhek és hatások	19
3. Trapézlemez teherbírasi ellenőrzése.....	20
IV. TRAPÉZLEMEZ MÉRETEZÉSE IRODÁNÁL.....	20
1. Anyagminőségek	20
2. Terhek és hatások	21
3. Trapézlemez teherbírasi ellenőrzése.....	22
4. Hófelhalmozódás esete	23
V. TRAPÉZLEMEZ MÉRETEZÉSE AZ ELŐTETŐN.....	23
1. Anyagminőségek	23
2. Terhek és hatások	24
3. Trapézlemez teherbírasi ellenőrzése.....	25
4. Hófelhalmozódás esete	26
VI. TSZ.01 ELŐFESZÍTETT VASBETON SZELEMEN TERVEZÉSE.....	26
1. Kiindulási adatok	27
2. Mértékadó terhek és igénybevételek különböző vizsgálati állapotok	28
3. Vasalás meghatározása	28
4. Vasalási mennyiségek.....	40
5. A tartó lehajlásának ellenőrzése	43
6. Tartóvég vizsgálata végleges állapotban	46
VII. FÖDÉMPALLÓ MÉRETEZÉSE IRODA RÉSZEN	46
1. Általános jellemzők.....	46
2. Terhek és hatások	47
3. Födempalló teherbírasi ellenőrzése.....	48
VIII. FÖDÉMPALLÓ MÉRETEZÉSE RAKTÁR RÉSZEN	48
1. Általános jellemzők	48
2. Terhek és hatások	49
3. Födempalló teherbírasi ellenőrzése	49

IX. ÁLTALÁNOS OSZLOP MÉRETEZÉSE 60x80 (F-F,18-18)	50
1. Kiindulási adatok	50
2. Külpontosságok, másodrendű igénybevételek.....	53
3. Teherbírasi vonal jellemző pontjai	56
4. Keresztmetszeti ellenőrzés.....	59
5. Nyírási vasalás tervezése	64
6. Szerkesztési szabályok ellenőrzése.....	65
X. RÖVIDKONZOL SZÁMÍTÁSA	66
1. Alapadatok	66
2. Rövidkonzol méretezése	67
XI. IPARI PADLÓ MÉRETEZÉSE	72
1. Padló adatai.....	72
2. Terhelési felület adatai.....	73
3. Nyomatéki teherbírás számítása	77
XII. PA.16 PONTALAP TERVEZÉSE	77
1. Adatok.....	85
2. Szerkezet jellemző paraméterei	85
3. Vasalás tervezése	85
4. Repedéstágasság ellenőrzése	86
XIII. AXIS DOKUMENTÁCIÓ	

Mellékletek

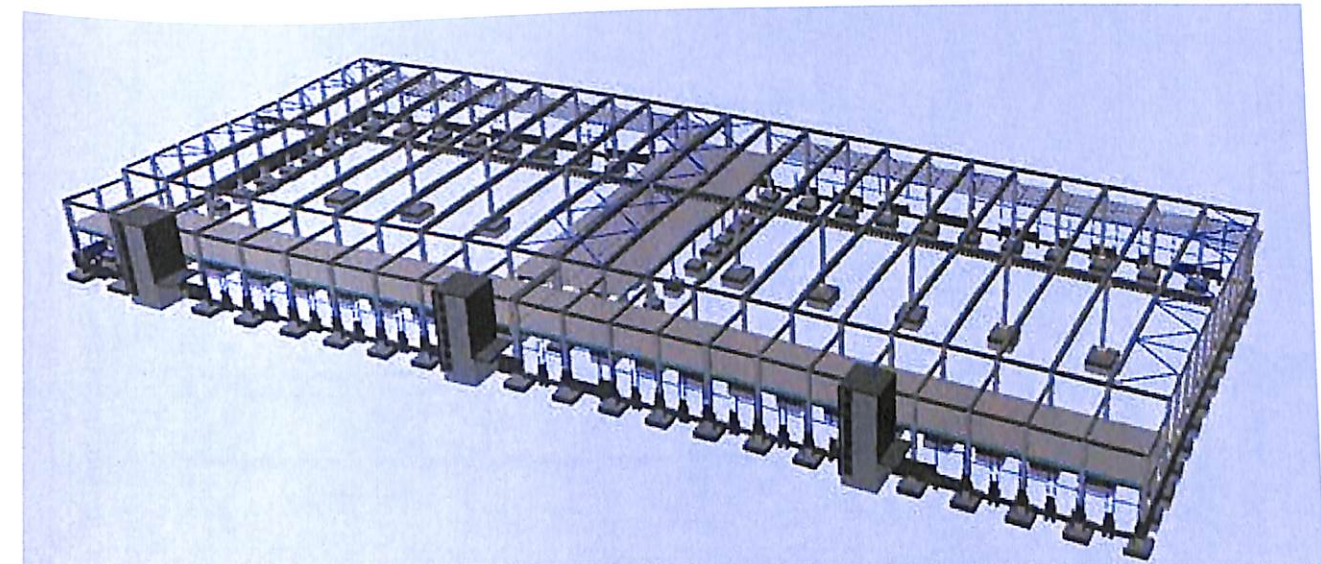
1. Megjegyzések.....	M-1
2. Tervezői nyilatkozat.....	M-2
3. Ábrajegyzék	M-3
4. Táblázatjegyzék.....	M-3
5. Tervezéskor figyelembe vett anyagminőségek, szabványok	M-3
6. Rajz mellékletek	M-4
7. Köszönetnyilvánítás	M-4
8. Nyilatkozat	M-5

I. TARTÓSZERKEZETI MŰSZAKI LEÍRÁS

1. Előzmények

A Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Mechanika és Tartószerkezetek Tanszék megbízásából elkészítettem a tárgyi épület statikai számításait és jelen műszaki leírását.

Jelen tartószerkezeti tervfejezet az engedélyezési tervdokumentáció részeként készült, alapjául 1:100-as léptékű építészeti engedélyezési tervek, az általam elkészített látványtervek (1.ábra), illetve a OneGeology Kft. általános talajmechanikai szakvéleménye szolgáltak.

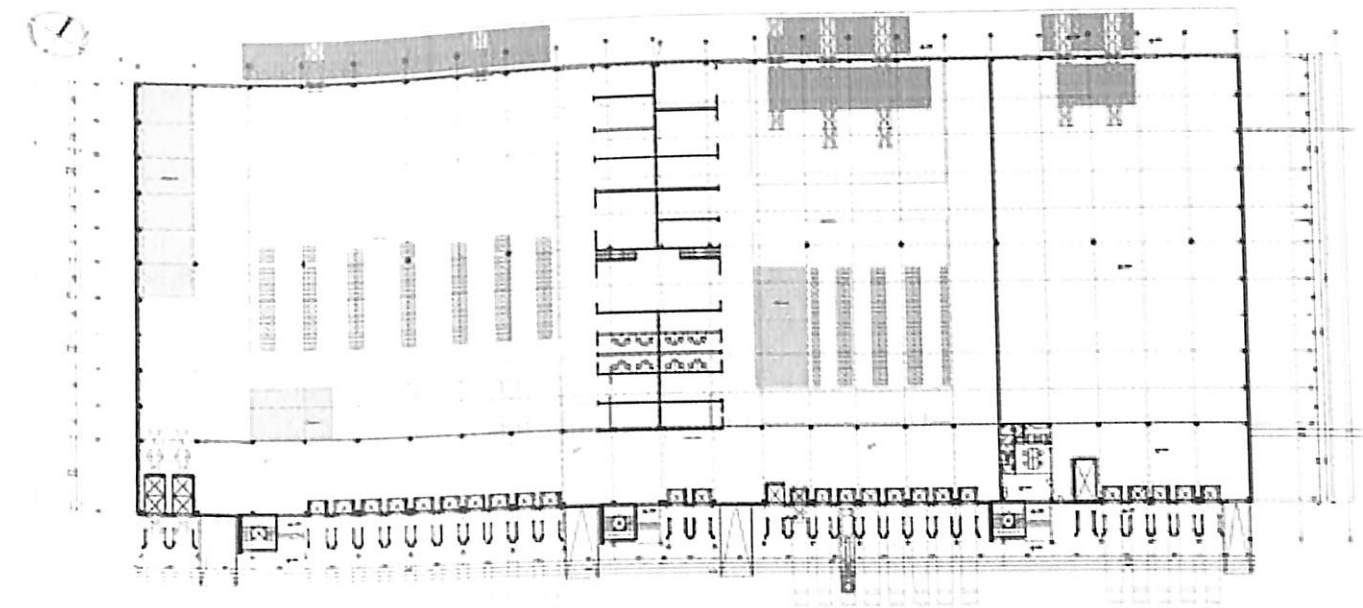


1. ábra Átnézeti rajz

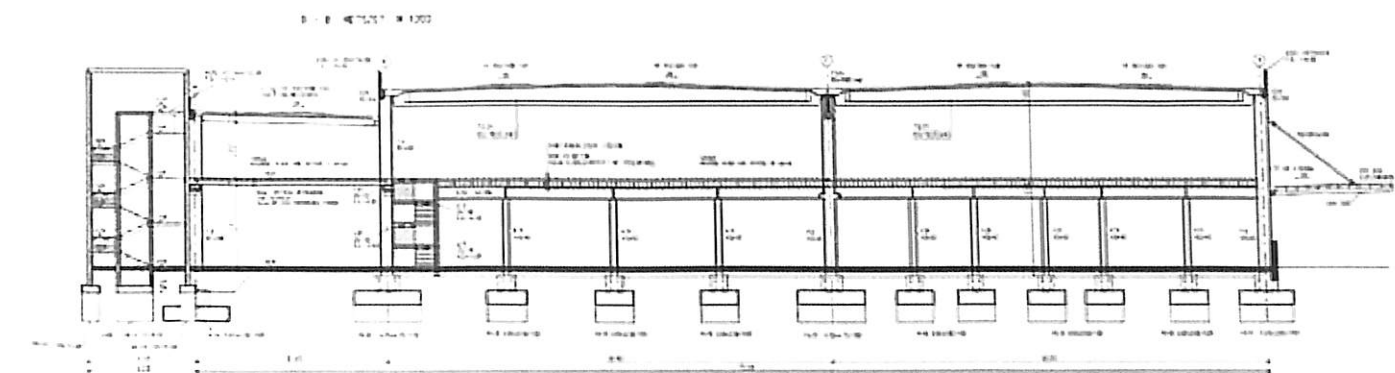
2. Általános leírás

2.1 Az épület általános ismertetése

Budaörs területén az Omega csarnok megépítését tervezik. Az épület vízszintes és magassági elhelyezését (telepítését) a szabályozási terv, a logisztikai előterv, a tereprendezés, útépítés, közművek figyelembevételével a közreműködő tervezők és a megbízó képviselői határozzák meg. Az épület vízszintes és magassági elhelyezését (telepítését) az építész tervek tartalmazzák. A tervezési terület közel síknak tekinthető, a magassági különbségek minimálisak. A tervezett épület 176.70 x 72.00 m befoglaló méretű, téglalap alaprajzú, vb. pillérvázcsarnok-magasraktár, amely két dilatációs egységből áll, amelyet a 2. ábra mutat be.



2. ábra Alaprajz



3. ábra B-B metszet

A 30.00 m (TSZ.01 tetőgerenda alatt 11.50 m) tiszta belmagasságú raktárépületben a déli hosszú homlokzat mentén közbenső földem fut végig (3.ábra). Az épület 3% lejtésű tetőfödémmel fedett. A létesítmény jellemzően előregyártott vasbeton vázas szerkezetű, kiegészítő monolit vasbeton és acél szerkezetekkel.

2.2 Az építési terület felszíni viszonyai

A tervezett építmény jelenleg üres területen kerül megépítésre, a közvetlen környezetében nem található szomszédos épület.

A tervezési terület nagyrészt füves-gazos, bokrokkal és fákkal borított, ahol 1.50 – 1.90 méteres szintkülönbség fedezhető fel. A területen egy szervízút és a területet szegélyező kerítés található, elbontandó felszín alatti-feletti építmények nincsenek.

A területről részletes geodéziai felmérés készült, amely szerint a jelenlegi terepszint **134.50 – 136.50 mBf** körüli, gyakorlatilag síknak tekinthető.

Tervezett földszinti padlóvonal: $\pm 0.00 = 136.00$ mBf.

3. Talajmechanikai viszonyok

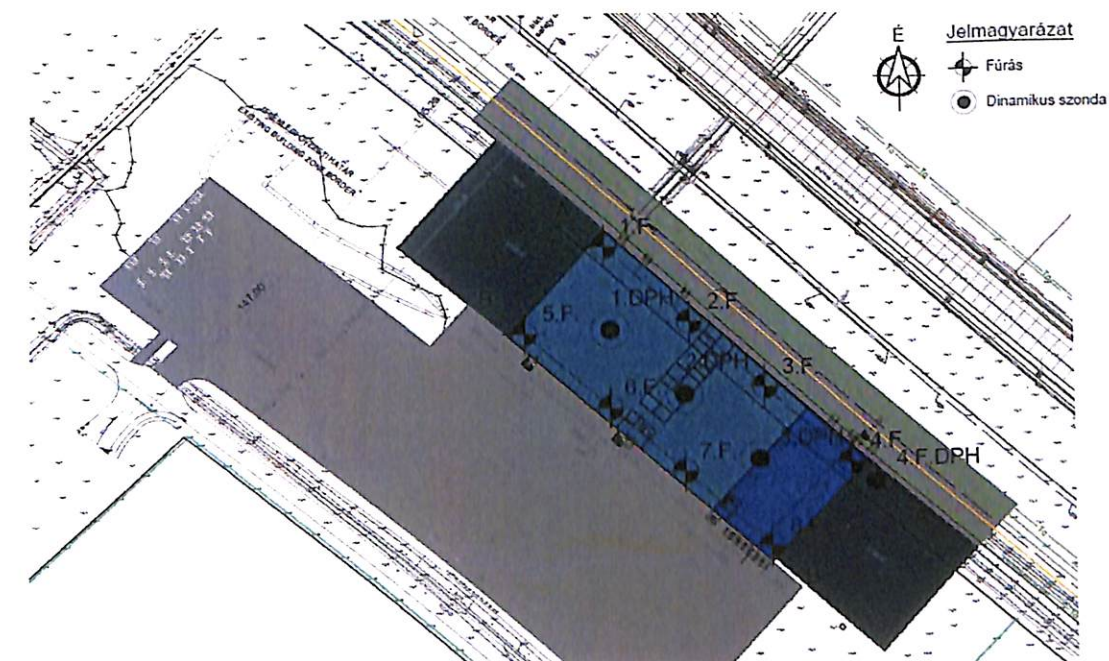
3.1 Geológiai adottságok

Építésföldtani alapköze felsőpliocén kavicsos homok, homok és sok helyen agyag. Az alapközet jellemzően a felszín alatt 3-6 méteres mélységben jelenik meg. Erre a kőzet rétegre pleisztocén-holocén kavics homok, majd homok, néhol iszapos homok rakódott.

3.2 Talajrétegződés

A fúrások és szondázások eredményeképpen az alábbiak állapíthatók meg:

Az építési terület észak-keleti részén az A-A metszetben (1.-3.F, 4.ábra) 0.2-1.1 méter vastag **sárgásbarna, kavicsos homokos feltöltés** található. A feltöltés alatt egy merevkemény állapotú **sárgásbarna-szürkéssárga kövér agyag** lelhető fel. Az egyik fúrásban (4.F) elakadt a fúró fej, ezért itt dinamikus szondázás készült (4.FDPH). Az agyag réteg alatt **sárgásszürke iszapos homok** van.



4. ábra Feltárások helyszínrajza

A terület dél-keleti részén a B-B metszeten (7.F-8.F) 1.3-2.1 méterig a felszín alatt egy **barna homokos kavics, illetve kavicsos iszapos homok** található, ezeket a kavicsos rétegeket a többi

fúrásban nem észleltük. A későbbi fúrásban (5.F-8.F) a felső réteg alatt közepesen tömör állapotú **barna-szürke homok-iszapos homokrétegződés** jelenik meg, amelyben az iszaptartalom nem mértékadó és változó. A 6. és 7. fúrásban az A-A szelvény mentén megjelenő agyagrétegződés lelhető fel 1.8-2.8 méter között. A fúrások eredményeit és a jellemző talaj paramétereiket az 1. és 2. táblázat foglalja össze.

	Talaj megnevezése	γ [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	I_p [%]	I_c [%]
1.	Iszapos kav. homok-homokos kavics	19,2-20,2*	20,5-21,5*	-	-
2.	Agyag	19-20*	20-21*	15-52	0,87-1,07
3.	Homok	18,5-19,3*	19,5-20,5*	-	-
4.	Iszapos homok	18,8-19,8*	20-21*	-	-

1. táblázat Fúrási tapasztalatok alapján

	Talaj megnevezése	ϕ [°]	c [kPa]	E_{oed} [MPa]
1.	Iszapos kav. homok-homokos kavics	33-36*	0*	30-40*
2.	Agyag	13-16*	40-70*	10-13*
3.	Homok	30-32*	0*	17-22*
4.	Iszapos homok	27-30*	5-10*	15-20*

2. táblázat Laboratóriumi vizsgálatok alapján

A dinamikus szondázások egységes képet mutatnak (3.táblázat). A felső zóna alatt az ütésszámok jellemzően 10-20 közé esnek, azonban vannak ennél magasabb értékek is.

Szondázás száma	Mélység	Ütésszám [db]		
		Min.	Max.	Átlag
1.DPH.	1.40-6.00	9	20	15.17
2.DPH.	1.40-6.00	9	22	15.00
3.DPH.	1.40-6.00	9	28	19.17
4F.DPH	1.40-6.00	9	26	18.75

3. táblázat Dinamikus szondázási eredmények

3.3 Talajvíz viszonyok

A fúrások során a szondák és fúrások talpáig (6 méterig) nem észlelhető talajvíz. A szomszédos területen egy kútnak kiépített nagy átmérőjű fúrás található, amelyben a talajvíz jellemzően 11-14 méteres mélységben helyezkedik el. A Magyar Állami Földtani Intézet térképeinek adatai alapján a talajvízszint 9-11 méteres mélységben van, a becsült maximális vízszint 6-8 méteres mélységben található. A talajvíznek nincs befolyásoló szerepe a tervezés és a kivitelezés során.

4. Tartószerkezetek leírása

4.1 Alapozás

A teherbíró talajra alapozott 100 cm vastag vb. változó méretű C25/30-XC2-16-F3 betonminőségű pontalapok (PA.11-PA.19) a szükséges mélységig C12/15-X0b(H)-32-F3 soványbeton alábetonozással készülnek. Alaptestek felső síkja -1.70m, alsó síkja -2.50m, amely alá 1.30 m sovány beton készül, kivétel a DNY-i részen a dokkolóknál. A DNY-i részen az alaptestek felső síkja -2.90 m, alsó síkja -3.70 m, amely alá 0.10 m sovány beton készül. A sovány beton alsó síkja minden esetben -3.80 m mélységben van.

4.2 Padlószerkezet

Az épületben az ipari padló teherhordó szerkezete a raktárban 22 cm, csak kiegészítő vasalással ellátott, 30 kg/m³ acélhuzalszál erősítéses betonlemez, C25/30-XC2-16-F3 minőségű betonból készítve. Az aljzat készítés technológiai előírásait szigorúan be kell tartani.

A közbenső födémnél az iroda terület több rétegű padlója alatt a teherhordó szerkezet 7 cm, a raktár terület padlója alatt 8 cm vastag monolit vasbeton lemez készül.

A padlószerkezetbe kerülő esetleges aknákat, padlócsatornákat monolit vasbeton szerkezetből kell készíteni, és ezen süllyesztett szerkezetek melletti visszatöltést gondosan be kell tömöríteni.

Az épület padlója alá 50 cm vastag tömörített ágyazatot kell készíteni, $E_{v2min} = 100 \text{ N/mm}^2$. $E_{v2}/E_{v1} = \max. 2.2$ arányú lehet, ágyazási tényező $k = 0.09 \text{ N/m/m}^2$ legyen. Az ágyazat alatti

altalajt és a szükséges vastagságú feltöltést is meg kell tömöríteni:

$$(E_{v2min} = 50 \text{ N/mm}^2, = 0.05 \text{ N/mm}^3).$$

A tömörítések minőségét folyamatos mérésekkel ellenőrizni és jegyzőkönyvben rögzíteni kell.

A padlószerkezet felületének síktól való eltérése max. 3 mm/m, ill. az egész felületre számítottan max. 10 mm lehet.

4.3 Függőleges teherviselő szerkezetek

Az épület két fő dilatációs egységből áll. Az épület rasztere jellemzően 80.00 x 72.00 (10x8.00 = 80.00) x (12x6.00 = 72.00) m, illetve 96.00 x 72.00 (12x8.00 = 22.40) x (12x6.00 = 72.00m).

Az épület vázát az előregyártott kehelynyakba befogott C40/50-XC2-16-F3-as betonminőségű előregyártott rövidkonzolos 60x60, 60x80 és 40x40 cm keresztmetszetű vasbeton pillérek adják.

Az épület belsejében a 60x80 cm-es pillérek 30.00 x 72.00-96.00 m-es raszterben állnak.

A raktár rész közbenső födémét 40x40 cm-es pillérek gyámolítják változó raszterben az építésztervekhez igazodva. A homlokzati 60x80, 60x60 cm-es pillérek minden oldalon 6.00 – 8.00 m-es raszterre lesznek besűrítve.

A pillérek toldás nélkül készülnek, közbenső födém esetén belőlük oldalkonzolok állnak ki a födémgerendák fogadására. A közbenső födém gerendái alatti pillérek a gerendák alatt megállnak.

A lépcsőházak oldalfalai 25 cm vastag monolit vasbeton szerkezetek.

4.4 Vízszintes teherviselő szerkezetek

A közbenső iroda födémen a 60x80 cm-es előregyártott oszlopok rövidkonzoljaira 8.00 m fesztávú, kéttámaszú 50/50 cm keresztmetszetű C40/50-XC2-16-F3-as betonminőségű előregyártott vasbeton gerendák támaszkodnak kettő raszterenként, 12.00 méterenként. A gerendákra 12.00 m fesztávolságú 32 cm vastag 1.20 m széles előregyártott, feszített födémpanelek támaszkodnak. Az MF-320/E födémpanelek 5.00 kN/m² hasznos teher hordására képesek.

A közbenső raktár födém 40x40 cm-es előregyártott oszlopok tetejére változó fesztávolságú, kéttámaszú 40/80 cm keresztmetszetű, előregyártott vasbeton gerendák támaszkodnak. A gerendákra 10 m fesztávolságú, 50 cm vastag, 1.20 m széles előregyártott, feszített födémpanelek támaszkodnak.

Az MF-500/D födémpanelek 20.00 kN/m² hasznos teher hordására képesek.

A födémpanelekre 7-8 cm vastag vasalt teherelosztó felbetont kell betonozni, és a födémek széleire monolit vasbeton koszorút kell készíteni.

A lépcsők vonalában a részleges födémek 25 cm vastag monolit vasbeton lemezek.

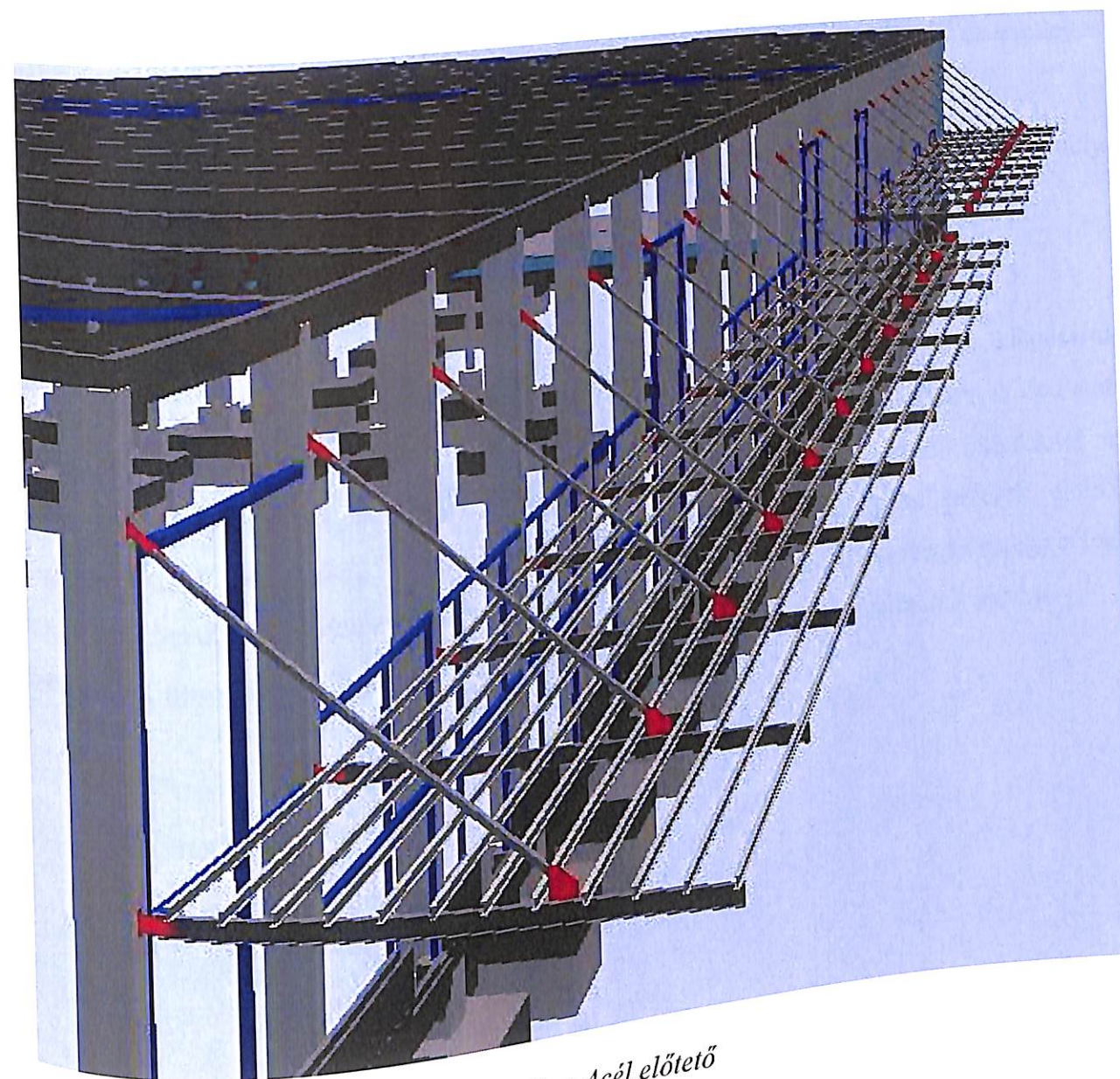
Az előregyártott tető tartókat C50/60-XC2-16-F3 beton minőség, B500B lágyvasalás és FP-100/1770-R2-es feszítő pászma jellemzi. A TSZ.01 és TSZ.02 a tető szerkezetét, a gerendákat a FT.01 gerenda minden második raszterben támasztja alá. Az iroda feletti részen a TSZ.02 -es tetőtartó 12 m-es fesztávval, 8 m-es terhelőmezővel, 50/70 cm keresztmetszettel jellemezhető. A csarnok többi részén a változó keresztmetszetű TSZ.01 tetőszelemen 30 m-es fesztávú, 8 m-es terhelőmező és 115-160/60 cm-es keresztmetszeti méret jellemző. Az FT.01 főtartót 160/60 cm-es keresztmetszeti méret és 8 m-es terhelési mező jellemzi.

4.5 Lépcső

Az épülethez három lépcsőház épül. A lépcsőház külső falai 25 cm vastag, belső falai 20 cm vastag monolit vasbeton C25/30-XC2-16-F3 szerkezetek, amely egy személyi liftet határol körbe. A kétkarú lépcsők karjai 20 cm vastag monolit vasbeton lemezek, amelyek a teherhordó vasbeton falakban kirekesztett fészkekbe, illetve a födémek kitüskézett részeire támaszkodnak.

4.6 Előtető

Az épület északi oldalán a rakodórampa fölé függesztett előtető készül (6.ábra). A rakodórampa előtetője 8.20 m-re nyúlik ki a homlokzatból. Az előtető szerkezetét a 8.00 méterenkénti vasbeton pillérállásokra felszerelt S235 acélminőségű HEA 300 szelvényű acélgerendák adják, amelyeket azok külső harmadán acél 140x140x5.0 felfüggesztő zártszelvényekkel a vasbeton pillérekhez hátrakötnek. Erre a vázra IPE 240 szelemenezés és LTP 45 t=0.6 mm trapézlemez fedés kerül.



5. ábra Acél előtető

4.7 Dokkolók, rakodórampák:

Az épület külső oldalain vasbeton dokkolók, rámpakiegyenlítő és vasbeton rakodórampák épülnek tehergépkocsi rakodáshoz. A dokkolók tömörített ágyazatra helyezett, előregyártott vasbeton térelemek lesznek. A rakodórampák vasbeton szögtámfal külső falai tartják a feltöltésre betonozott vasbeton rámpalemezeket.

4.8 Épületmerevítés, dilatáció

Az épület merevítését a pillérek alsó befogása biztosítja. A váz együtt dolgozását segítik a homlokzatokon a tetősíkba szerelt acélszerkezetű szélrácsok és vasbeton szegélygerendák. A kiegészítő tetőszélrácsok rúdjai acélszerkezetű S235 140x140x5.6 az épület szélein és a dilatációnál 120x120x4.0 zártszelvények. A szélrácsok a vasbeton szerkezetekre gyártáskor elhelyezett hegesztőlemezekhez helyszínen felhegesztett csomólemezekon keresztül

kapcsolódnak. A zártszelvények végét ki kell lyukasztani a páralecsapódás és az esetleges rozsdásodások elkerülése végett.

Az épület középpontjánál a 11-12-es raszternél készül a 10 cm-es dilatációs rész, amely biztosítja az épület mozgásait a mértékadó igénybevételekre.

4.9 Tűzvédelem

Az épület vasbeton váza tűz esetén egy órás állékonysággal rendelkezik a kiegészítő acélszerkezetű merevítés nélkül is. Az alapozásba befogott pillérek és az alapozás az épületet megtartja acélszerkezetű merevítés nélkül is, de az alakváltozások egyes pilléreknél a megengedettnél nagyobbak lehetnek mértékadó szélteher esetén, egyes pillérek eltérő vízszintes elmozdulása a tetősíkban 5 – 10 cm is lehet. Az acél szerkezeteket legalább egy réteg vizes alapú, hőre habosodó tűzvédő festékkal kell lekezelni és két évente újra kell festeni.

II. STATIKAI SZÁMÍTÁS

MSZ EN (EC) szerint
Budaörs, Omega csarnok
176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése
építési engedélyezési tervéhez

1. Anyagminőségek

- Betonszerkezetek:
- szerelőbeton, soványbeton: C12/15-X0b(H)-32-F3 - MSZ4798-1
 - alapozási vasbeton szerkezetek: C25/30-XC2-16-F3 - MSZ4798-1
 - felszerkezeti monolit vasbeton szerkezetek: C25/30-XC2-16-F3 - MSZ4798-1
 - felszerkezeti előregyártott vasbeton szerkezetek:
 - függőleges teherviselő szerkezetek: C40/50-XC2-16-F3 - MSZ4798-1
 - vízszintes teherviselő szerkezetek:
 - gerendák: C40/50-XC2-16-F3-MSZ4798-1
 - tető szelemenek,főtartók: C40/50-XC2-16-F3-MSZ4798-1

Betonacél: B500B
Acélszerkezetek: S235

2. Terhek és hatások

2.1 Önsúlyterhek

2.1.1 Trapézlemez fedés esetén

g_{1.1} :=

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
Trapézlemez+szigetelés	-	-	0,50
Függesztett gépészet	-	-	0,50
Összesen:			1,00

2.1.2 Előregyártott födémpanel esetén csarnok közbenső födémnél (Iroda, MF320)

g_{1.2} :=

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
Építész burkolat	-	-	2,00
Felbeton	25	0,07	1,75
MF320 födémpanel	-	-	4,05
Álmennyezet + gépészet	-	-	0,50
Összesen:			8,30

2.1.3 Előregyártott födémpanel esetén csarnok közbelső födémnél (Raktár, MF500)

§1.3 :=

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
	25	0,08	2,00
Felbeton	-	-	6,00
MF500 födémpanel	-	-	0,50
Álmennyezet + gépészet	-	Összesen:	8,50

2.1.4 Lábazati fal esetén

§1.4 :=

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
	25	0,2	5,00
Beton	0,9	0,14	0,13
Hőszigetelés	25	0,07	1,75
Beton	-	Összesen:	6,88

2.1.5 Acél előtető esetén

§1.5 :=

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
	-	-	0,50
Trapézlemez	-	-	0,30
Gépészet	-	Összesen:	0,80

2.1.6 Szendvicspanel

§1.6 :=

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
	-	-	0,40
Szendvicspanel	-	Összesen:	0,40

2.1.7 Lépcső

§1.7 :=

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
	-	-	1,50
Építész burkolat	25	0,22	5,50
Mon. vasbeton lépcső önsúly	-	Összesen:	7,00

A lépcső 22 cm, a pihenő 25 cm vastag és a hozzá kapcsolódó közlekedő lemez 15 cm vastag monolit vasbeton szerkezet.

2.1.8 Padló terhelések

Állítható raklaptartó polcrendszer (APR):

- Polcláb teher: 100 kN
- Polc talplemez mérete 100x150 mm, elhelyezésük 1000-250-1000 mm
- Polcok alatt 1250 kg-os raklap
- Emelővillás targonca okozta terhelés:
- tengelysúly 60 kN, megoszló terhelés 100 kN/m²

2.1.9 Önsúlyterhek parciális (biztonsági) tényezői

Telherbírási határállapotban.	$\gamma_G = 1.35$
Használati határállapotban.	$\gamma_{Gh} = 1.00$
Rendkívüli tervezési helyzetben.	$\gamma_A = 1.00$

2.2 Hasznos terhek

2.2.1 Közbenő födém függőleges hasznos terhe irodarészen

$q_1 :=$

Rétegek	Teher [kN/m ²]
Válaszfalak helyettesítő hasznos terhe	2,00
Hasznos teher	3,00
Összesen:	5,00

2.2.2 Közbenő födém függőleges hasznos terhe raktár részen

$q_2 :=$

Rétegek	Teher [kN/m ²]
Válaszfalak helyettesítő hasznos terhe	2,00
Hasznos teher	20,00
Összesen:	22,00

2.2.3 Zárófödém függőleges hasznos terhe

$q_3 :=$

Rétegek	Teher [kN/m ²]
Tető hasznos terhe	1,00
Összesen:	1,00

2.2.4 Lépcső függőleges hasznos terhe

$q_4 :=$

Rétegek	Teher [kN/m ²]
Lépcső hasznos terhe	5,00
Összesen:	5,00

2.2.5 Hasznos teher parciális (biztonsági) tényezői

Teherbírási határállapotban:	$\gamma_Q = 1.50$		
Használati határállapotban:	$\gamma_{Qh} = 1.00$		
Rendkívüli tervezési helyzetben:	$\gamma_A = 1.00$		
Kombinációs tényező:	$\psi_{0h} = 0.70$		$\psi_{0r} := 1.00$
Gyakori teherrészt megadó tényező:	$\psi_{1h} = 0.50$	Iroda	$\psi_{1r} := 0.9$ Raktár
Kvazi-állandó teherrészt megadó tényező:	$\psi_{2h} = 0.30$		$\psi_{2r} := 0.8$

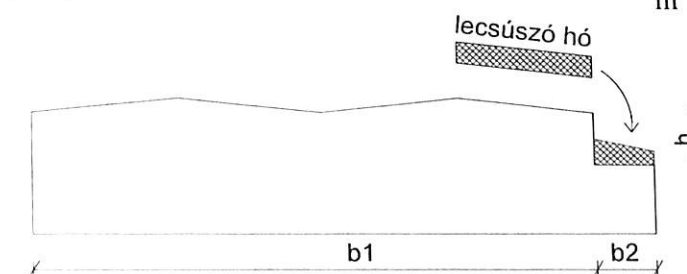
2.3 Hóteher

2.3.1 Hóteher lapostetőre

Hóteher karakterisztikus értéke:	$s_k = 1.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Terepszint: 134,5-136,5 mBf	
Környezeti tényező:	$C_e = 1.00$
Hőmérsékleti tényező:	$C_t = 1.00$
Alaki tényező:	$\mu_1 = 0.80$ /lapostetőre vonatkoztatva/
$s_1 := s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_1$	$s_1 = 1.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

2.3.2 Hófelhalmozódás (előtetőn, lépcsőház-lapostetőn)

Tető fölé emelkedő akadály magassága:	$h := 7.5$	m
Magasabb tető szélessége:	$b_1 := 72$	m
Alacsonyabb tető szélessége:	$b_2 := 8$	m
Megülepedett hó térfogatsúlya:	$\gamma_{\text{set}} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\mu_{w2, \text{min}} := 4$



Alaki tényező:	$\mu_w := \min \left[4, \gamma_{\text{set}} \cdot \frac{h}{s_k}, \frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h} \right] = 4.00$
Hófelhalmozódás terhe:	$s_{w2} := s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_w = 5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

2.3.3 Hóteher parciális (biztonsági) és egyidejűségi tényezője

Teherbírási határállapotban:	$\gamma_{Qs} = 1.50$
Használati határállapotban:	$\gamma_{Qhs} = 1.00$
Rendkívüli tervezési helyzetben:	$\gamma_A = 1.00$
Kombinációs tényező:	$\psi_{0s} = 0.50$
Gyakori teherrészt megadó tényező:	$\psi_{1s} = 0.20$
Kvázi-állandó teherrészt megadó tényező:	$\psi_{2s} = 0.00$

A tervezés alapja az MSZ EN 1991-1-3 szabvány.

2.4 Szélteher

2.4.1 Az épület szélterhe

Épület jellemző méretei:

$$\begin{aligned}
 h_t &:= 13\text{m} & d &:= 72\text{m} & b &:= 176.7\text{m} \\
 \frac{h_t}{d} &= 0.18 & \frac{h_t}{b} &= 0.07 & e &:= \min(b, 2 \cdot h_t) = 26\text{m} \\
 h_1 &:= 12\text{m} & q_{pz1} &:= 0.860 & \frac{e}{5} &= 5.2\text{m} \\
 h_2 &:= 13\text{m} & q_{pz2} &:= 0.878
 \end{aligned}$$

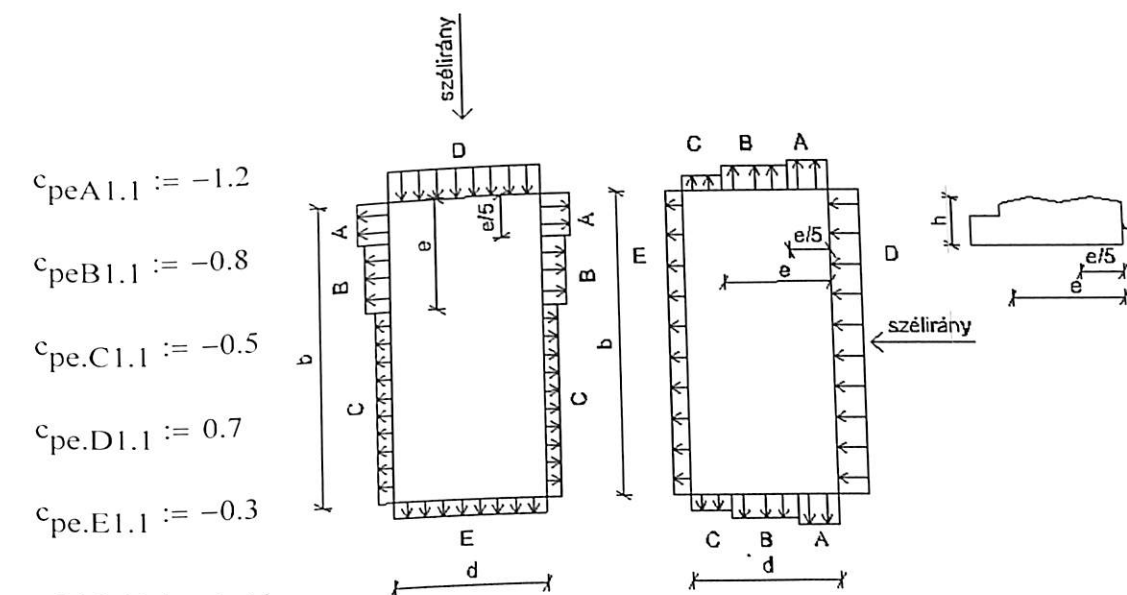
$$q_{pz} := q_{pz1} + \frac{(q_{pz2} - q_{pz1})}{h_2 - h_1} \cdot (h_2 - h_t) = 0.86$$

$$q_{pz} := 0.869 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Torlónyomás értéke (II.kategória):

Függőleges felületek külső nyomási tényezői:

ht/d	A		B		C		D		E	
	Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Széltámadta oldal		Szélárménykos oldal	
	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1
< 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1	-0,3	

Oldalfal terhelése:

$$\text{A-zóna, szélszívás:} \quad w_{D1.1} := c_{peA1.1} \cdot q_{pz} \quad w_{D1.1} = -1.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{B-zóna, szélszívás:} \quad w_{E1.1} := c_{peB1.1} \cdot q_{pz} \quad w_{E1.1} = -0.70 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{C-zóna, szélszívás:} \quad w_{A1.1} := c_{peC1.1} \cdot q_{pz} \quad w_{A1.1} = -0.43 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{D-zóna, szélnyomás:} \quad w_{B1.1} := c_{peD1.1} \cdot q_{pz} \quad w_{B1.1} = 0.61 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{E-zóna, szélszívás:} \quad w_{C1.1} := c_{peE1.1} \cdot q_{pz} \quad w_{C1.1} = -0.26 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tető terhelése:Vízszintes felületek külső nyomási tényezői:

Tető típusa	F		G		H		I	
Attika falas	Szél felőli zóna sarkai		Szél felőli zóna közepe		Középső zóna		Széllel átellenes zóna	
	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1
hp/h=0,05	-1,4	-2	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	0,2	
							-0,2	

$$h = 7.5$$

$$h_p := 0.6\text{m}$$

$$\frac{h_p}{h} = 0.08\text{ m}$$

$$c_{peF1.1} := -1.4$$

$$c_{peG1.1} := -0.9$$

$$c_{peH1.1} := -0.7$$

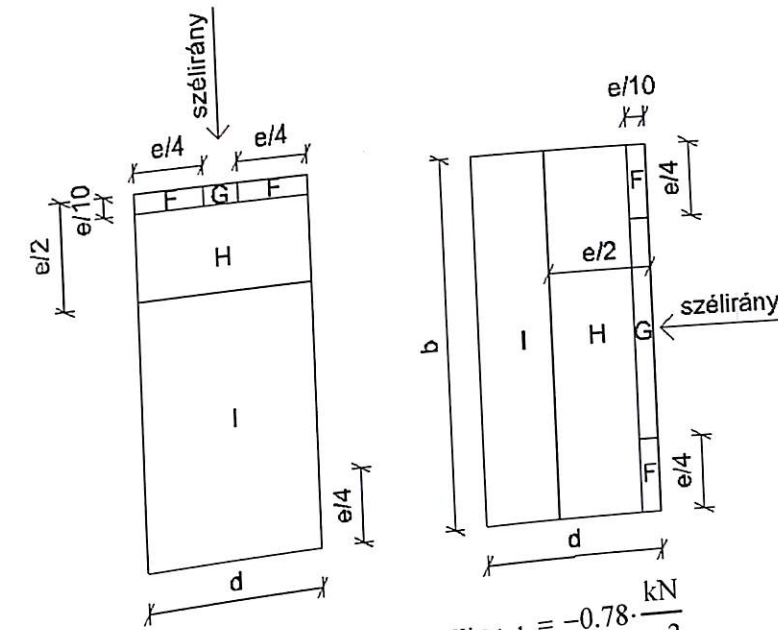
$$c_{peI1.1} := -0.20$$

G-zóna, szélszívás:

F-zóna, szélszívás:

H-zóna, szélszívás:

I-zóna, szélnyomás-szélszívás:



$$w_{G1.1} := c_{peG1.1} \cdot q_{pz}$$

$$w_{F1.1} := c_{peF1.1} \cdot q_{pz}$$

$$w_{H1.1} := c_{peH1.1} \cdot q_{pz}$$

$$w_{I1.1} := c_{peI1.1} \cdot q_{pz}$$

$$w_{G1.1} = -0.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{F1.1} = -1.22 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{H1.1} = -0.61 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{I1.1} = -0.17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.4.2 Felületi szélsúrlódás

A szélsúrlódás alakí tényező c_{fr}	c_{fr} súrlódási tényező
Felület jellege	0,01
sima (acél, simított beton)	0,02
durva (nyersbeton, kátránypapír)	0,04
igen durva (hullámos, bordás felület)	

Felhasznált alakí tényező:

$$c_{fr} = 0.02$$

Szélsúrlódási teher:

$$w_{fr} := (c_{fr}) \cdot q_{pz} = 0.02 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.4.3 Szélteher parciális (biztonsági) és egyidejűségi tényezői

Teherbírási határállapotban:

$$\gamma_{Qw} = 1.50$$

Használati határállapotban:

$$\gamma_{Qhw} = 1.00$$

Rendkívüli tervezési helyzetben:

$$\gamma_A = 1.00$$

Kombinációs tényező:

$$\psi_{0w} = 0.60$$

Gyakori teherrészt megadó tényező:

$$\psi_{1w} = 0.20$$

Kvázi-állandó teherrészt megadó tényező:

$$\psi_{2w} = 0.00$$

A tervezés alapja az MSZ EN 1991-1-4 szabvány

2.5 Jármű ütközésből származó hatások

Az ütközési energiát egyenértékű statikus teherrel jellemezzük.

Ütköző jármű össztömege rakománnyal (villás targonca): $w := 90 \text{ kN}$

$$F_d := 5 \cdot w = 450 \cdot \text{kN}$$

Vízszintes ütközési erő nagysága:

$$h_{\text{targonca}} := 0.75 \text{ m}$$

Ütközési magasság (villás targonca)

2.6 Földrengésteher

Épület fontossági osztály és tényező:

$$\text{II.} \quad \gamma_I = 1.0$$

Talajosztály:

$$\text{C} \quad a_{gR} = 0.14$$

Tervezési talajgyorsulás (4.zóna):

Építési helyszín: Budaörs

1.es típusú

Tervezési élettartam:

$$(T) < 50 \text{ év}$$

Válaszspektrum:

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Gravitációs gyorsulás:

$$a_g := 0.7 a_{gR} \cdot g \quad \text{MMK ajánlása szerint.}$$

A Magyar Mérnöki Kamara
ajánlásának figyelembevételével:

$$a_g = 0.96 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Fontossági osztályok és fontossági tényezők		
Fontossági osztály	Épületek	Fontossági tényező
II.	Átlagos épületek, amelyek nem tartoznak más kategóriákba.	1,00

A talajok osztályozása	
Talaj jellemzői	
Talajosztály	Talaj jellemzői
C	tömör vagy közepesen tömör homok, kavics, vagy kemény agyag, több 10 vagy 100m vastagságban

A tervezés alapja az MSZ EN 1998-1 szabvány.

A földrengésterhet az Axis VM végelelemes program generálja a szerkezet önrezgésszáma és a fent megadott adatok figyelembevételével.

III. Trapézlemez méretezése csarnokon általános helyen

1. Anyagminőségek

EN 10147, FeE 250G

Rugalmassági modulus:
Nyírási rugalmassági modulus:
Poisson tényező:

$E=210000 \text{ MPa}$
 $G=80770 \text{ MPa}$
 $\nu=0.3$

2. Terhek és hatások

2.1 Önsúlyterhek

2.1.1 Trapézlemez fedés esetén:

$s_{1.3} :=$

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
Trapézlemez	-	-	0,50
Szigetelés	-	-	0,50
Összesen:	-	-	1,00

2.1.2 Önsúlyterhek parciális (biztonsági) tényezői

Teherbírási határállapotban. $\gamma_G = 1.35$

Használati határállapotban. $\gamma_{Gh} = 1.00$

2.2 Hasznos terhek

2.2.1 Esetleges teher

Függesztett gépészet:

2.2.1 Meteorológiai terhek

Hóteher:

Hóteher karakterisztikus értéke:

Terepszint: 134,5-136,5 mBf

Környezeti tényező:

Hőmérsékleti tényező:

Alaki tényező:

$$s_l := s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_1$$

$$q_l := 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \psi_{0,g} := 1$$

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

$$C_e = 1.00$$

$$C_t = 1.00$$

$$\mu_1 = 0.80$$

$$s_l = 1.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

/lapostetőre vonatkoztatva/

Szélteher:

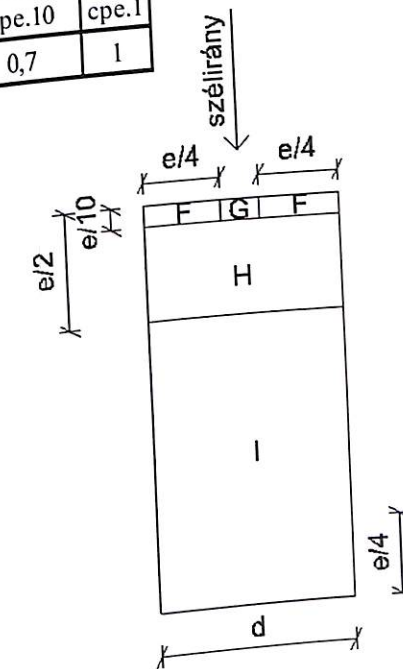
Vízszintes felületek külső nyomási tényezői:

h/d	A		B		C		D	
	Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Széltámadta oldal	
	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1
< 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1

$$q_{pz} := 0.869 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad c_{pe11.1} := 0.2$$

I-zóna, szélnyomás-szélszívás:

$$w_{11.1} := c_{pe11.1} \cdot q_{pz} \quad w_{11.1} = 0.17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

**2.2.2 Hasznos teher parciális (biztonsági) tényezői**Teherbírási határállapotban: $\gamma_Q = 1.50$ Használati határállapotban: $\gamma_{Qh} = 1.00$ **3. Trapézlemez teherbírási ellenőrzése**

$$\xi := 0.85 \quad \psi_{0,h} := 0.5 \quad \psi_{0,w} := 0.6$$

$$q_{Sd,1} := \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 \cdot \psi_{0,g} + s_1 \cdot \psi_{0,h} + w_{11.1} \cdot \psi_{0,w}) = 2.33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Sd,2} := \xi \cdot \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 + s_1 + w_{11.1}) = 3.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Sd} := \max(q_{Sd,1}, q_{Sd,2}) = 3.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

L = 8 m

Trapézlemez fesztávolsága

Trapézlemez ellenőrzése teherbírási katalógus értékek alapján

TR 150/280-1.50

$$q_{Rd} := 3.29 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

>

$$q_{Sd} = 3.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Megfelel!

Kihasznátság:

$$\frac{q_{Sd}}{q_{Rd}} = 93.8\%$$

IV. Trapézlemez méretezése irodánál

1. Anyagminőségek

EN 10147, FeE 250G

Rugalmassági modulus:
Nyírási rugalmassági modulus:
Poisson tényező:

$E=210000 \text{ MPa}$
 $G=80770 \text{ MPa}$
 $\nu=0.3$

2. Terhek és hatások

2.1 Önsúlyterhek

2.1.1 Trapézlemez fedés esetén:

 $s_{1.3} :=$

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
Trapézlemez+szigetelések	-	-	0,50
		Összesen:	0,50

2.1.2 Önsúlyterhek parciális (biztonsági) tényezői

Teherbírási határállapotban. $\gamma_G = 1.35$

Használati határállapotban. $\gamma_{Gh} = 1.00$

2.2 Hasznos terhek

2.2.1 Esetleges teher

Függesztett gépészet:

$$q_1 := 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \psi_{0,g} := 1$$

2.2.2 Meteorológiai terhek

Hóteher:

Hóteher karakterisztikus értéke:

Terepszint: 134,5-136,5 mBf

Környezeti tényező:

Hőmérsékleti tényező:

Alaki tényező:

$$s_1 := s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_1$$

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

$$C_e = 1.00$$

$$C_t = 1.00$$

$$\mu_1 = 0.80$$

$$s_1 = 1.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

/lapostetőre vonatkoztatva/

Szélteher:

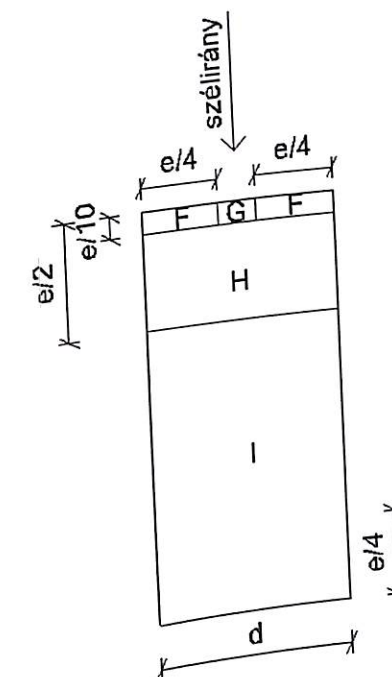
Vízszintes felületek külső nyomási tényezői:

h/d	A		B		C		D	
	Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Széltámadta oldal	
	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1
< 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1

$$q_{pz} := 0.869 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad c_{pe11.1} := 0.2$$

I-zóna, szélnyomás-szélszívás:

$$w_{11.1} := c_{pe11.1} \cdot q_{pz} \quad w_{11.1} = 0.17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

**2.2.3 Hasznos teher parciális (biztonsági) tényezői**Teherbírási határállapotban: $\gamma_Q = 1.50$ Használati határállapotban: $\gamma_{Qh} = 1.00$ **3. Trapézlemez teherbírási ellenőrzése**

$$\xi := 0.85 \quad \psi_{0,h} := 0.5 \quad \psi_{0,w} := 0.6$$

$$q_{Sd.1} := \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 \cdot \psi_{0,g} + s_1 \cdot \psi_{0,h} + w_{11.1} \cdot \psi_{0,w}) = 2.33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Sd.2} := \xi \cdot \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 + s_1 + w_{11.1}) = 3.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Sd} := \max(q_{Sd.1}, q_{Sd.2}) = 3.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L = 8 \text{ m}$$

Trapézlemez feshztávolsága

3.1 Trapézlemez ellenőrzése teherbírasi katalógus értékek alapján

TR 150/280-1.50 3 rétegben

$$q_{Rd} := 9.90 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > q_{Sd} = 3.08 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Megfelel!}$$

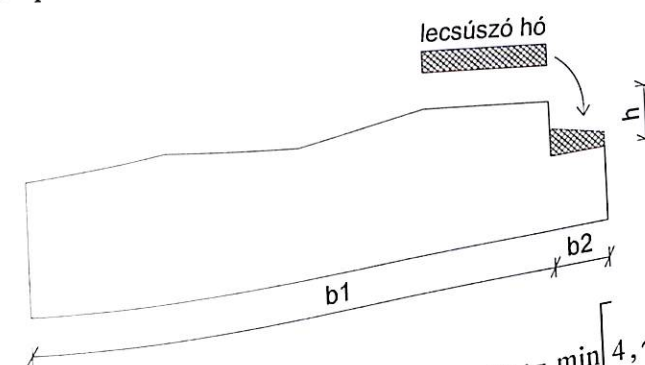
Kihasznátság:

$$\frac{q_{Sd}}{q_{Rd}} = 31.2\%$$

4. Hófelhalmozódás esete

4.1 Épület geometria

Tető fölé emelkedő akadály magassága: $h := 2.9 \text{ m}$
 Magasabb tető szélessége: $b_1 := 72 \text{ m}$
 Alacsonyabb tető szélessége: $b_2 := 12 \text{ m}$
 Megüledett hó térfogatsúlya: $\gamma_{set} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $\mu_{w2, \min} := 4$



Alaki tényező:

$$\mu_w := \min \left[4, \gamma_{set} \cdot \frac{h}{s_k}, \frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h} \right] = 4.00$$

$$s_{w2} := s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_w = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Hófelhalmozódás terhe:

4.2 Trapézlemez teherbírasi ellenőrzése

$$q_{Sd,e1} := \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 \cdot \psi_{0,g} + s_{w2} \cdot \psi_{0,h}) = 5.17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Sd,e2} := \xi \cdot \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 + s_{w2}) = 8.82 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Sd,e} := \max(q_{Sd,e1}, q_{Sd,e2}) = 8.82 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

4.3 Trapézlemez ellenőrzése teherbírasi katalógus értékek alapján

TR 150/280-1.50 3 rétegben

$$q_{Rd} = 9.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} >$$

$$q_{Sd,e} = 8.82 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Kihasznátság:

$$\frac{q_{Sd,e}}{q_{Rd}} = 89.13\%$$

V. Trapézlemez méretezése az előtetőn

1. Anyagminőségek

EN 10147, FeE 250G

Rugalmasági modulus:

Nyírási rugalmasági modulus:

Poisson tényező:

 $E=210000 \text{ MPa}$ $G=80770 \text{ MPa}$ $\nu=0.3$

2. Terhek és hatások

2.1 Önsúlyterhek

2.1.1 Trapézlemez fedés esetén:

 $s_{1.3} :=$

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
Trapézlemez	-	-	0,50
Szigetelés	-	-	-
Függesztett gépészet	-	-	-
Összesen:			0,50

2.1.2 Önsúlyterhek parciális (biztonsági) tényezői

Teherbírási határállapotban.

 $\gamma_G = 1.35$ Használati határállapotban. $\gamma_{Gh} = 1.00$

2.2 Hasznos terhek

2.2.1 Esetleges teher

Függesztett gépészet:

$$q_1 := 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\psi_{0,g} := 1$$

2.2.2 Meteorológiai terhek

Hóteher:

Hóteher karakterisztikus értéke:

Terepszint: 134,5-136,5 mBf

Környezeti tényező:

Hőmérsékleti tényező:

Alaki tényező:

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

$$C_e = 1.00$$

$$C_t = 1.00$$

$$\mu_1 = 0.80$$

$$s_1 = 1.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

/lapostetőre vonatkoztatva/

$$s_1 := s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_1$$

Szélteher:

Vízszintes felületek külső nyomási tényezői:

Tető típusa	F		G		H		I	
Attika falas	Szél felőli zóna sarkai		Szél felőli zóna közepe		Középső zóna		Széllel áttekenes zóna	
	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1	cpe.10	cpe.1
hp/h=0,05	-1,4	-2	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	0,2	-0,2

$$q_{pz} := 0.869 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad c_{pe11.1} := 0.2$$

I-zóna, szélhnyomás-szélszívás:

$$w_{11.1} := c_{pe11.1} \cdot q_{pz} \quad w_{11.1} = 0.17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2.2.3 Hasznos teher parciális (biztonsági) tényezőiTeherbírási határállapotban: $\gamma_Q = 1.50$ Használati határállapotban: $\gamma_{Qh} = 1.00$ **3. Trapézlemez teherbírási ellenőrzése**

$$\xi := 0.85 \quad \psi_{0,h} := 0.5 \quad \psi_{0,w} := 0.6$$

$$q_{Sd.1} := \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 \cdot \psi_{0,g} + s_1 \cdot \psi_{0,h} + w_{11.1} \cdot \psi_{0,w}) = 2.33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Sd.2} := \xi \cdot \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 + s_1 + w_{11.1}) = 3.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Sd} := \max(q_{Sd.1}, q_{Sd.2}) = 3.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L = 0.7 \text{ m}$$

Trapézlemez fesztávolsága

3.1 Trapézlemez ellenőrzése teherbírási katalógus értékek alapján

LTP 45 t=0.6mm

$$q_{Rd} := 9.90 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{Sd} = 3.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Megfelel !}$$

Kihasznátság:

$$\frac{q_{Sd}}{q_{Rd}} = 31.2\%$$

4. Hófelhalmozódás esete

4.1 Épület geometria

Tető fölé emelkedő akadály magassága:

$$h := 7.5 \text{ m}$$

Magasabb tető szélessége:

$$b_1 := 72 \text{ m}$$

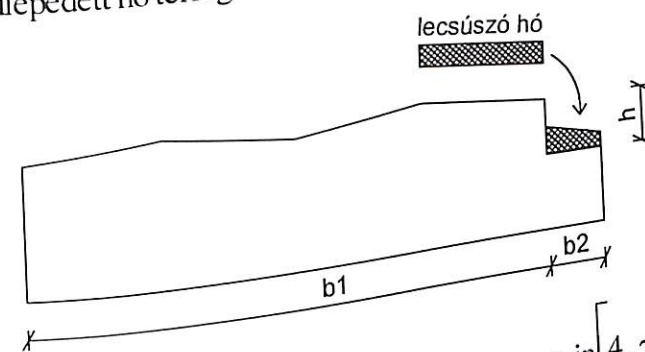
Alacsonyabb tető szélessége:

$$b_2 := 8 \text{ m}$$

Megüledett hó térfogatsúlya:

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

$$\mu_{w2, \min} := 4$$



Alaki tényező:

$$\mu_w := \min \left[4, \gamma_{\text{set}} \frac{h}{s_k}, \frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h} \right] = 4.00$$

Hófelhalmozódás terhe:

$$s_{w2} := s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_w = 5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

4.2 Trapézlemez teherbírasi ellenőrzése

$$q_{\text{Sd.e1}} := \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 \cdot \psi_{0.g} + s_{w2} \cdot \psi_{0.h}) = 5.17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{Sd.e2}} := \xi \cdot \gamma_G \cdot g_{1.3} + \gamma_Q \cdot (q_1 + s_{w2}) = 8.82 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{Sd.e}} := \max(q_{\text{Sd.e1}}, q_{\text{Sd.e2}}) = 8.82 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

4.3 Trapézlemez ellenőrzése teherbírasi katalógus értékek alapján

LTP 45 t=0.6mm

$$q_{\text{Rd}} = 9.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} >$$

$$q_{\text{Sd.e}} = 8.82 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Kihasználtság:

$\frac{q_{\text{Sd.e}}}{q_{\text{Rd}}} = 89.13\%$

VI. TSZ.01 Előfeszített vasbeton szelemen tervezése

1. Kiindulási adatok

1.1 Beton és betonacél minősége

beton := "C 50/60" XC2 - 16 - F3

betonacél := "B500"

Feszítőpálya: Fp-100/1770-R2

1.2 Geometria

Támaszköz:

$$L_n := 30 \cdot \text{m}$$

Tartó magassága:

$$h := 160 \cdot \text{cm}$$

Felső öv vastagsága:

$$v_1 := 15 \cdot \text{cm}$$

Alsó öv vastagsága:

$$v_2 := 25 \cdot \text{cm}$$

Nyírt gerincmagasság:

$$h_{vt} := h - v_1 - v_2 = 1.20 \text{ m}$$

Felső öv szélessége:

$$b_1 := 60 \cdot \text{cm}$$

Alsó öv szélessége:

$$b_2 := 40 \cdot \text{cm}$$

Gerincvastagság:

$$b := 15 \cdot \text{cm}$$

Keresztmetszeti terület:

$$A_c = 3700 \cdot \text{cm}^2$$

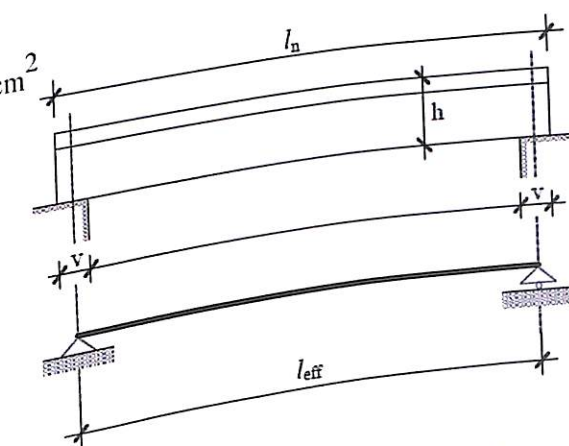
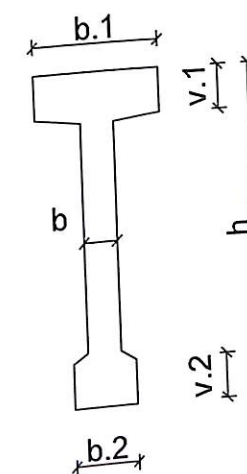
Terhelőmező szélessége:

$$L_t := 8 \text{ m}$$

Tartó feltámaszkodása:

$$v := 30 \cdot \text{cm}$$

$$L_{eff} := L_n - 2 \min\left(\frac{v}{2}, \frac{h}{2}\right) = 29.70 \text{ m}$$



1.3 Terhek

Gerenda önsúlya:

$$g_{I,k} := A_c \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 9.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_a := 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{mk} := 1.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Állandó teher:

$$g_{II,k} := L_t \cdot g_a = 4.80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Esetleges teher:

$$q_k := L_t \cdot q_{mk} = 12.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2. Mértékadó terhek és igénybevételek különböző vizsgálati állapotokban

2.1 Szükséges vizsgálati időpontok

1. vizsgálati állapot: feszítőerő ráengedése (t_1)

2. vizsgálati állapot: átmeneti állapot (t_2)

3. vizsgálati állapot: végleges állapot a szerkezetben (t_3)

2.2 Mértékadó terhek

2.2.1 Feszítőerő ráengedésekor (t_1) :

$$g_{I,k} = 9.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2.2.2 Végleges állapotban (t_3) :

Végleges állapotban, teherbírás számítása:

$$p_d := \gamma_G \cdot (g_{I,k} + g_{II,k}) + \gamma_Q \cdot q_k = 36.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Repedezettség-vizsgálathoz, gyakori teherkombináció:

$$p_{\text{ser.b}} := g_{I,k} + g_{II,k} + \psi_1 \cdot q_k = 22.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Lehajlásvizsgálathoz, kvázi-állandó teherkombináció:

$$p_{\text{ser.c}} := g_{I,k} + g_{II,k} + \psi_2 \cdot q_k = 21.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2.3 Mértékadó igénybevételek

t_1 időpontban, feszítőerő ráengedésekor:

$$M_g := \frac{g_{I,k} \cdot L_{\text{eff}}^2}{8} = 1019.9 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

t_3 időpontban, végleges állapotban:

a) teherbírás

$$M_{Ed} := \frac{p_d \cdot L_{\text{eff}}^2}{8} = 4076.08 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \frac{p_d \cdot L_{\text{eff}}}{2} = 548.97 \cdot \text{kN}$$

b) repedezettség

$$M_{\text{ser.b}} := \frac{p_{\text{ser.b}} \cdot L_{\text{eff}}^2}{8} = 2475.4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed.ser.b}} := \frac{p_{\text{ser.b}} \cdot L_{\text{eff}}}{2} = 333.38 \cdot \text{kN}$$

c) lehajlás

$$M_{\text{ser.c}} := \frac{p_{\text{ser.c}} \cdot L_{\text{eff}}^2}{8} = 2343.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed.ser.c}} := \frac{p_{\text{ser.c}} \cdot L_{\text{eff}}}{2} = 315.56 \cdot \text{kN}$$

2.4 Igénybevételek Axisből

$$M_{\text{Ed}} := 4023 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{Ed}} := 600 \text{ kN}$$

3. Vasalás meghatározása

M_{Ed} nyomaték felvételéhez szükséges vasalás csak lágyvasak alkalmazása esetén.

$$d := 0.9 \cdot h = 1494.00 \cdot \text{mm}$$

Feltételezzük, hogy $x_c < v_2$ és az acélbetétek megfolynak

$$M_{\text{Ed}} = b_1 \cdot x_c \cdot \alpha \cdot f_{\text{cd}} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) \quad x_c := \text{Find}(x_c) = 143.29 \cdot \text{mm} < v_1 = 150.00 \cdot \text{mm}$$

$$\xi_c := \frac{x_c}{d} = 0.10 < \xi_{c0} = 0.49$$

Feltételezések = "Helyesek"

Szükséges vasmennyiség: $A_{\text{s.szüks}} := \frac{b_1 \cdot x_c \cdot f_{\text{cd}}}{f_{\text{yd}}} = 6591.166 \cdot \text{mm}^2$

Feszítési fok: $\chi_0 = \frac{A_p \cdot f_{\text{pd}}}{A_p \cdot f_{\text{pd}} + A_{\text{st}} \cdot f_{\text{yd}}} \quad \chi_0 := 0.7$

4. Vasalási mennyiségek meghatározása

Lágyvasalás szükséges mennyisége:

$$A_{\text{st.szüks}} := (1 - \chi_0) \cdot A_{\text{s.szüks}} = 1977.35 \cdot \text{mm}^2$$

Alkalmazott lágyvasalás:

$$\phi_{\text{st}} := 25 \text{ mm} \quad n_{\text{st}} := 4 \quad A_{\text{st}} := n_{\text{st}} \cdot \frac{\phi_{\text{st}}^2 \cdot \pi}{4} = 1963.50 \cdot \text{mm}^2$$

Szükséges pászmakeresztmetszet:

$$A_{p.szüks} := \chi_0 \cdot A_{s.szüks} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{pd}} = 1537.94 \cdot \text{mm}^2$$

Pázmák száma:

$$n_{p.szüks} := \frac{A_{p.szüks}}{A_{p100}} = 15.38 \quad n_{p.alk} := 18$$

16 db pászma elégséges volna a teherbírási követelmények kielégítésére, azonban a lehajlás korlátozás miatt 18db pászma alkalmazása szükséges.

Nyomott vasalás:

$$\phi_{st} := 16\text{mm} \quad n'_{st} := 6 \quad \left(A'_{st} := n'_{st} \cdot \frac{\phi_{st}^2 \cdot \pi}{4} = 1206.37 \cdot \text{mm}^2 \right)$$

A kezdeti feszítési feszültség:

$$\sigma_{p0} := 1200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \min(0.75 \cdot f_{pk}, 0.85 \cdot f_{p0.1k}) = 1275 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Kengyelek átmérője:

$$\phi_w := 12\text{mm}$$

Tényleges feszítési fok:

$$\left(\chi := \frac{A_{p.szüks} \cdot f_{pd}}{A_{p.szüks} \cdot f_{pd} + A_{st} \cdot f_{yd}} = 0.70 \right)$$

4.1 Szerkesztési szabályok

- tapadási körülmények miatt szükséges minimális betonfedés:

$$c_{\min.b} := \phi_{st} = 25.00 \cdot \text{mm}$$

- a tartóssági követelmények miatt szükséges minimális betonfedés:

$$c_{\min.d} := 20\text{mm}$$

- a minimális betonfedés:

$$c_{\min} := \max(c_{\min.b}, c_{\min.d}, 10\text{mm}) = 25.00 \cdot \text{mm}$$

- a betonfedés növekmény az elhelyezési bizonytalanság miatt:

$$\Delta c := 5\text{mm}$$

- a betonfedés számítási értéke:

$$c := c_{\min} + \Delta c = 30.00 \cdot \text{mm}$$

Az acélbetétek illetve feszítőpázmák közötti minimális távolságok számítása:

Az adalékanyag maximális szemcseátmérője:

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

Lágyvasak közötti minimális távolság:

$$\Delta_s := \max(\phi_{st}, d_g + 5 \text{ mm}, 20 \text{ mm}) = 25.00 \cdot \text{mm}$$

Pázmák közötti minimális vízszintes távolság:

$$\Delta_{px} := \max(d_g + 5 \text{ mm}, 2 \cdot \phi_p, 20 \text{ mm}) = 25.80 \cdot \text{mm}$$

Pázmák közötti minimális függőleges távolság:

$$\Delta_{py} := \max(d_g, 2 \cdot \phi_p) = 25.80 \cdot \text{mm}$$

Az alkalmazott mennyiségek és hasznos magasságok:

- lágyvasalás:

$$\phi_{st} = 25.00 \cdot \text{mm}$$

$$a_{st} := c + \phi_w + \frac{\phi_{st}}{2} = 54.50 \cdot \text{mm}$$

$$d_{st} := h - a_{st} = 1605.5 \cdot \text{mm}$$

$$A_{st} = 1963.50 \cdot \text{mm}^2$$

- feszítőpázmák:

$$d_0 := h - c - \phi_w - \phi_{st} - \Delta_{py} - \frac{\phi_p}{2} = 1560.8 \cdot \text{mm} \quad d_1 := d_0 - 2 \cdot \frac{\phi_p}{2} - \Delta_{py} = 1.52 \text{ m}$$

$$A_p := n_{p.alk} \cdot A_{p100} = 1800.00 \cdot \text{mm}^2$$

A helyettesítő hasznos magasság a pázmákhoz:

$$d_p := \frac{d_0 + d_1}{2} = 1541.4 \cdot \text{mm}$$

Lágyvasalás hasznos magassága:

$$(d_{st}) = 160.55 \cdot \text{cm}$$

Helyettesítő hasznos magasság pázmákhoz:

$$(d_p) = 154.14 \cdot \text{cm}$$

4.2 Kezdeti állapot ellenőrzése (feszítőerő ráengedésének pillanata)

4.2.1 Beton szilárdsága ráengedéskor

$$(\text{Beton}_{t,0}) \quad C40/50$$

Két betonosztállyal gyengébb anyag

Nyomószilárdság karakterisztikus értéke:

$$\left(f_{ck0} := 40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

Nyomószilárdság tervezési értéke:

$$\left(f_{cd0} := \alpha \cdot \frac{f_{ck0}}{\gamma_c} = 26.67 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

Húzószilárdság karakterisztikus értéke:

$$\left(f_{ctk0} := 2.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

Húzószilárdság tervezési értéke:

$$\left(f_{ctd0} := \frac{f_{ctk0}}{\gamma_c} = 1.60 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

Rugalmassági modulus várható értéke:

$$\left(E_{cm0} := 35 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \right)$$

Rugalmassági modulus tervezési értéke:

$$\left(E_{cd0} := \frac{E_{cm0}}{\gamma_c} = 23.33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \right)$$

Rugalmassági modulusok aránya:

$$\left(\alpha_{es0} := \frac{E_s}{E_{cd0}} = 8.57 \right) \quad \left(\alpha_{ep0} := \frac{E_p}{E_{cd0}} = 8.36 \right)$$

4.2.2 Ideális keresztmetszeti jellemzők rugalmas-repedésmentes állapotban:

Feltéve, hogy $x_{il} > v_1$

Keresztmetszeti terület

$$A_{il0} := b_1 \cdot v_1 + b_2 \cdot v_2 + b \cdot h_{vt} + (\alpha_{es0} - 1) \cdot A_{st} + (\alpha_{ep0} - 1) \cdot A_p = 3.98 \times 10^5 \cdot \text{mm}^2$$

Statikai nyomaték

$$S_{xil0} := b_1 \cdot \frac{(v_1)^2}{2} + b \cdot h_{vt} \cdot \left(v_1 + \frac{h_{vt}}{2} \right) + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - \frac{v_2}{2} \right) + (\alpha_{es0} - 1) \cdot A_{st} \cdot d_{st} + (\alpha_{ep0} - 1) \cdot A_p \cdot d_p \dots = 339.53 \times 10^3 \cdot \text{cm}^3$$

Semleges tengely

$$\left(x_{iI0} := \frac{S_{xiI0}}{A_{iI0}} = 852.86 \cdot \text{mm} \right) > (v_1) = 150.00 \cdot \text{mm} \quad \boxed{\text{(Feltételezés)} = \text{"Helyes"}}$$

Inercia

$$I_{xiI0} := \frac{b_1 \cdot v_1^3}{12} + b_1 \cdot v_1 \cdot \left(x_{iI0} - \frac{v_1}{2} \right)^2 + \frac{b \cdot h_{vt}^3}{12} + b \cdot h_{vt} \cdot \left(x_{iI0} - \frac{h_{vt}}{2} - v_1 \right)^2 \dots$$

$$+ \frac{b_2 \cdot v_2^3}{12} + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - x_{iI0} - \frac{v_2}{2} \right)^2 + (\alpha_{es0} - 1) \cdot A_{st} \cdot (d_{st} - x_{iI0})^2 \dots$$

$$+ (\alpha_{ep0} - 1) \cdot A_p \cdot (d_p - x_{iI0})^2$$

$$(I_{xiI0}) = 13.99 \times 10^6 \cdot \text{cm}^4$$

4.2.3 Ellenőrzés tartóközépen

Kezdeti feszítőerő, és az abból keletkező nyomaték

$$(N_{p0} := A_p \cdot \sigma_{p0} = 2160.00 \cdot \text{kN}) \quad (M_{p0} := N_{p0} \cdot (d_p - x_{iI0}) = 1487.25 \cdot \text{kNm})$$

Az alsó-szélsősízal feszültség ellenőrzése

$$\left(\sigma_{c,a} := \frac{-N_{p0}}{A_{iI0}} - \frac{M_{p0} - M_g}{I_{xiI0}} \cdot (h - x_{iI0}) = -8.12 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) < (0.6 f_{ck0}) = 24.00 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\boxed{\text{(Megfelel)} = \text{"Megfelel"}}$$

A felső-szélsősízal feszültség ellenőrzése

$$\left(\sigma_{c,f} := \frac{-N_{p0}}{A_{iI0}} + \frac{M_{p0} - M_g}{I_{xiI0}} \cdot x_{iI0} = -2.58 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) < (f_{ctd0}) = 1.60 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\boxed{\text{(Megfelel)} = \text{"Megfelel"}}$$

4.2.4 Ellenőrzés tartóvégén

Pázmák lehorgonyzási hossza:

$$(\eta_{p1} := 3.2) \quad 7 \text{ eres pázma esetén}$$

$$(\eta_p := 0.7) \quad \text{általános esetben, ha a tapadási körülmények pontosan nem ismertek}$$

$$(\alpha_1 := 1.25) \quad \text{hirtelen engedik rá a tartóra a feszítőerőt}$$

Tapadási szilárdság:

$$\left(f_{bpt} := \eta_{p1} \cdot \eta_p \cdot f_{ctd0} = 3.58 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \quad (\alpha_2 := 0.19) \quad 7 \text{ eres pázmák esetén}$$

Lehorgonyzási hossz alapértéke és tervezési értéke

$$\left(l_{pt} := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \phi_p \cdot \frac{\sigma_{p0}}{f_{bpt}} = 1.026 \cdot m \right)$$

$$(l_{ptd} := 0.8 \cdot l_{pt} = 820.65 \cdot mm) \quad (v) = 0.30 m$$

Támaszreakció:

$$\left(R1 := g_{l,k} \cdot \frac{L_{eff}}{2} = 137.4 \cdot kN \right)$$

Nyomaték meghatározása:

$$\left(M_{gv} := R1 \cdot \left(l_{ptd} - \frac{v}{2} \right) - g_{l,k} \cdot \frac{\left(l_{ptd} - \frac{v}{2} \right)^2}{2} = 90 \cdot kN \cdot m \right)$$

Tartóvég magassága

$$h_2 := 80 cm$$

$$h_{vt2} := h_2 - v_1 - v_2 = 40.00 \cdot cm$$

Keresztmetszeti terület

$$A_{il0,v} := b_1 \cdot v_1 + b_2 \cdot v_2 + b \cdot h_{vt2} + (\alpha_{es0} - 1) \cdot A_{st} + (\alpha_{ep0} - 1) \cdot A_p = 2781.09 \cdot cm^2$$

Statikai nyomaték

$$S_{xil0,v} := b_1 \cdot \frac{(v_1)^2}{2} + b \cdot h_{vt2} \cdot \left(v_1 + \frac{h_{vt2}}{2} \right) + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h_2 - \frac{v_2}{2} \right) \dots = 139.53 \times 10^3 \cdot cm^3$$

$$+ (\alpha_{es0} - 1) \cdot A_{st} \cdot d_{st} + (\alpha_{ep0} - 1) \cdot A_p \cdot d_p$$

Semleges tengely

$$\left(x_{il0,v} := \frac{S_{xil0,v}}{A_{il0,v}} = 501.71 \cdot mm \right) > (v_1) = 150.00 \cdot mm \quad \boxed{\text{(Feltételezés)} = \text{"Helyes"}}$$

Inercia

$$I_{xil0,v} := \frac{b_1 \cdot v_1^3}{12} + b_1 \cdot v_1 \cdot \left(x_{il0,v} - \frac{v_1}{2} \right)^2 + \frac{b \cdot h_{vt2}^3}{12} + b \cdot h_{vt2} \cdot \left(x_{il0,v} - \frac{h_{vt2}}{2} - v_1 \right)^2 \dots$$

$$+ \frac{b_2 \cdot v_2^3}{12} + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h_2 - x_{il0,v} - \frac{v_2}{2} \right)^2 + (\alpha_{es0} - 1) \cdot A_{st} \cdot (d_{st} - x_{il0,v})^2 \dots$$

$$+ (\alpha_{ep0} - 1) \cdot A_p \cdot (d_p - x_{il0,v})^2$$

$$(I_{xil0,v}) = 15.8454 \times 10^6 \cdot cm^4$$

Alsó-szélsőszál feszültség ellenőrzése:

$$\sigma_{t1.támasz.alul} := \frac{-N_{p0}}{A_{i10.v}} + \frac{M_{gv} - M_{p0}}{I_{xi10.v}} \cdot (h - x_{i10.v}) = -17.98 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad (0.6 \cdot f_{ck0}) = 24.00 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{t1.támasz.alul} = -17.98 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

(Megfelel) = "Megfelel"

Felső-szélsőszál feszültség ellenőrzése:

$$\left(\sigma_{t1.támasz.felül} := \frac{-N_{p0}}{A_{i10.v}} - \frac{M_{gv} - M_{p0}}{I_{xi10.v}} \cdot x_{i10.v} = -3.34 \cdot \frac{N}{mm^2} \right) < (f_{ctd0}) = 1.60 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

(Tartóvég) = "Megfelel"

4.3 Feszítési veszteségek számítása

Végleges állapotban

- beton zsugorodásából származó feszültség

$$(\epsilon_{cs} := 0.05\%)$$

zsugorodási alakváltozás végértéke:

$$(\phi := 2)$$

- kúszásból származó feszültségvesztesség

- pászmák relaxációjából származó feszültségvesztesség

4.3.1 Pázmák relaxációjából származó feszültségvesztesség

$$(\sigma_{p0}) = 1200 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \begin{matrix} 1000 \text{ órás relaxáció} \\ 20^\circ\text{C-on:} \end{matrix}$$

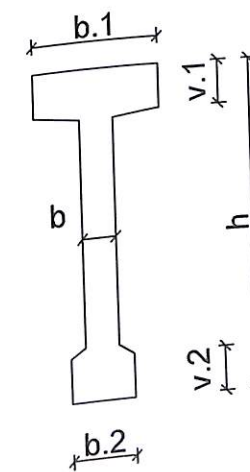
$$\left(\mu := \frac{\sigma_{p0}}{f_{pk}} = 0.68 \right) \quad (\rho_{1000} := 0.025)$$

A feszítés óta eltelt idő órában (50 év):

$$(t_p := 50 \cdot 365 \cdot 24 \text{ hr} = 438000.00 \cdot \text{hr})$$

$$A := 0.66 \quad (B := 9.1)$$

$$\Delta\sigma_{p,r} := A \cdot \frac{\sigma_{p0}}{1000} \cdot \rho_{1000} \cdot e^{B \cdot \mu} \cdot \left(\frac{t_p}{1000 \text{ hr}} \right)^{0.75 \cdot (1-\mu)} = 41.12 \cdot \frac{N}{mm^2}$$



4.3.2 A zsugorodásból, kúszásból és a relaxációból származó együttes feszültségvesztesség a pászmák környezetében:

A kvázi-állandó tehercsoportosításból származó betonfeszültség a pászmák környezetében:

$$\left(\sigma_{cgp0} := -\frac{N_{p0}}{A_{i10}} + \frac{M_{ser.c} - M_{p0}}{I_{x10}} \cdot (d_p - x_{i10}) = -1.213 \times 10^0 \cdot \frac{N}{mm^2} \right)$$

A beton km. területe:

$$(A_c) = 3700 \cdot cm^2$$

A beton keresztmetszet inerciája:

$$I_c := \frac{b_1 \cdot v_1^3}{12} + b_1 \cdot v_1 \cdot \left(x_{i10} - \frac{v_1}{2} \right)^2 + \frac{b \cdot h_{vt}^3}{12} + b \cdot h_{vt} \cdot \left(x_{i10} - \frac{h_{vt}}{2} - v_1 \right)^2 + \frac{b_2 \cdot v_2^3}{12} + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - x_{i10} - \frac{v_2}{2} \right)^2$$

$$I_c = 125181381358.67 \cdot mm^4$$

A beton keresztmetszet súlypontja:

$$y_c := \frac{b_1 \cdot \frac{(v_1)^2}{2} + b \cdot h_{vt} \cdot \left(v_1 + \frac{h_{vt}}{2} \right) + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - \frac{v_2}{2} \right)}{A_c} = 798 \cdot mm$$

Pázmák és a súlypont távolsága:

$$(z_{cp} := d_p - y_c = 743.43 \cdot mm)$$

A pászma és a végleges beton rugalmassági modulusának hányadosa:

$$\left(\alpha_p := \frac{E_p}{E_{cm}} = 5.27 \right)$$

$$\left(\Delta \sigma_{p,t} := \frac{\varepsilon_{cs} \cdot E_p + 0.8 \cdot \Delta \sigma_{p,r} + \alpha_p \cdot \phi \cdot |\sigma_{cgp0}|}{1 + \alpha_p \cdot \frac{A_p}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c}{I_c} \cdot z_{cp}^2 \right) \cdot (1 + 0.8 \cdot \phi)} = 121.8 \cdot \frac{N}{mm^2} \right)$$

Beton hőérleléséből származó feszültségvesztesség

$$\left(\alpha_T := 10^{-5} \right) \quad \left(\frac{1}{^\circ C} \right)$$

$$(\Delta T := 40) \quad (^\circ C)$$

Hőtágulási együttható:

Hőmérsékletkülönbség:

$$\left(\Delta \sigma_{p,T} := \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E_p = 78.00 \cdot \frac{N}{mm^2} \right)$$

A hatásos feszítési feszültség

$$\left(\sigma_{pm} := \sigma_{p0} - \Delta\sigma_{p,t} - \Delta\sigma_{p,T} = 1000.202 \cdot \frac{N}{mm^2} \right)$$

A hatásos feszítési feszültségi hányvad

$$\left(\nu := \frac{\sigma_{pm}}{\sigma_{p0}} = 0.83 \right)$$

A hatásos feszítőerő

$$(N_{pm} := \sigma_{pm} \cdot A_p = 1800.36 \cdot kN)$$

4.4 A nyomatéki teherbírás ellenőrzése végleges állapotban

Hatékony feszítési feszültség:

$$(\sigma_{pm}) = 1000.20 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_{c1} := \frac{A_p \cdot f_{pd} + A_{st} \cdot f_{yd} - A'_{st} \cdot f_{yd}}{b_l \cdot f_{cd}} = 133.85 \cdot mm < (v_1) = 150.00 \cdot mm$$

(Feltételezés) = "Helyes"

A betonacél megnyúlásának ellenőrzése:

$$\epsilon_s := \epsilon_{cu} \cdot \frac{d_{st} - 1.25 \cdot x_{c1}}{1.25 \cdot x_{c1}} = 3.01 \cdot \% < (\epsilon_{su}) = 5.00 \cdot \%$$

A feszítőpászma megnyúlásának ellenőrzése:

$$\epsilon_p := \epsilon_{cu} \cdot \frac{d_0 - 1.25 \cdot x_{c1}}{1.25 \cdot x_{c1}} + \frac{\sigma_{pm}}{E_p} = 3.43 \cdot \%$$

$$(\epsilon_{py}) = 0.67 \cdot \% < (\epsilon_p) = 3.43 \cdot \% < (\epsilon_{pu}) = 4.00 \cdot \%$$

(Feltételezés) = "Helyes"

A tartó nyomatéki teherbírása:

$$M_{Rd} := b_l \cdot x_{c1} \cdot f_{cd} \cdot \frac{x_{c1}}{2} + A_{st} \cdot f_{yd} \cdot (d_{st} - x_{c1}) + A_p \cdot f_{pd} \cdot (d_p - x_{c1})$$

$$M_{Rd} = 4740.18 \cdot kNm > M_{Ed} = 4023 \cdot kNm$$

(Feltételezés) = "Helyes"

4.5 A nyírási teherbírás tervezése végleges állapotban

Húzott vasalásra vonatkozó helyettesítő hasznos magasság:

$$d_h := \min \left(\frac{E_s \cdot A_{st} \cdot d_{st} + E_p \cdot A_p \cdot d_p}{E_s \cdot A_{st} + E_p \cdot A_p}, h_{vt} \right) = 1200 \cdot \text{mm} \quad p_d = 36.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Mértékadó igénybevételek a nyírás vizsgálatához

$$\begin{aligned} \text{Mértékadó nyíróerő:} \quad V_{Ed} &= 548.97 \cdot \text{kN} \\ \text{Redukált nyíróerő:} \quad V_{Ed,red} &:= V_{Ed} - d_h \cdot p_d = 504.6 \cdot \text{kN} \end{aligned}$$

$$k := \min \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d_h \cdot \frac{1}{\text{mm}}}}, 2 \right) = 1.41$$

Húzott vasalás vashányada:
megfelelően lehorgonyzott acélbetétek és tapadásos feszítőbetétek

$$\rho_l := \min \left(\frac{A_{st} + A_p}{b \cdot d}, 0.02 \right) = 1.68 \cdot \%$$

A feszítésből származó átlagos betonfeszültség:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp} &:= \min \left(\frac{N_{pm}}{A_c}, 0.2 \cdot f_{cd} \right) = 4.87 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \nu_{min} &:= \left[0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \right] \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot b \cdot d_h = 205.8 \cdot \text{kN} \end{aligned}$$

A tartó nyírási vasalás nélküli teherbírása:

$$V_{Rd,c} := \max \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b \cdot d_h \cdot \nu_{min}$$

$$V_{Rd,c} = 264.58 \cdot \text{kN} < (V_{Ed}) = 548.97 \cdot \text{kN}$$

(Nyírási vasalásra) = "szükség van!"

A nyírási teherbírás felső korlátja (a beton nyomási teherbírása alapján)

Normál beton esetén

$$(\beta_{ct} := 2.4) \quad (\eta_1 := 1)$$

$$V_c := \left[\beta_{ct} \cdot \eta_1 \cdot 0.1 \cdot \left(f_{ck} \cdot \frac{N^2}{mm^4} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(1 + 1.2 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \right) \right] \cdot b \cdot 0.9 \cdot d_h = 168.33 \cdot kN$$

$$\left(\cot \theta := \frac{1.2 + 1.4 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}}{1 - \frac{V_c}{V_{Ed,red}}} = 2.11 \right)$$

a $\cot \theta$ ra vonatkozó korlátozás: $(1 < \cot \theta < 2)$

Az ez alapján figyelembe vett hajlásszög: $(\cot \theta := 2)$

$$\left(\alpha_{cw} := \begin{cases} 1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} & \text{if } 0 < \sigma_{cp} \leq 0.25 \cdot f_{cd} \\ 1.25 & \text{if } 0.25 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd} \\ 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \right) & \text{if } 0.5 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd} \end{cases} \right) \quad (\alpha_{cw}) = 1.15$$

A tartó tengelye és a kengyelek által bezárt szög $(\alpha_{sw} := 90 \text{deg})$

A hatékonysági tényező:

$$\left(\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck} \cdot \frac{mm^2}{N}}{250} \right) = 0.48 \right) \quad (\cot(\alpha_{sw}) := 0)$$

A beton által felvehető maximális nyíróerő:

Kézi számítás szerinti

$$V_{Rd,max} := \alpha_{cw} \cdot b \cdot 0.9 \cdot d_h \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{\cot \theta + \cot(\alpha_{sw})}{1 + \cot \theta^2} \right)$$

$$> V_{Ed} = 548.97 \cdot kN$$

$$V_{Rd,max} = 1188.15 \cdot kN$$

(A_tartó_nyírásra) = "vasalható!"

Nyírási vasalás számítása:

Az alkalmazott nyírási vasalás: zárt kengyelezés

$$(\phi_w) = 12.00 \cdot mm$$

A nyírási acélbetétek keresztmetszeti területe:

$$\left(A_{sw} := 2 \cdot \frac{\phi_w^2 \cdot \pi}{4} = 226.2 \cdot \text{mm}^2 \right)$$

A szükséges kengyeltávolság:

$$\left(s_{szüks} := \frac{A_{sw}}{V_{Ed,red}} \cdot 0.9 \cdot d_h \cdot f_{yd} \cdot (\cot \theta + \cot(\alpha_{sw})) \cdot \sin(\alpha_{sw}) = 421 \cdot \text{mm} \right)$$

Az alkalmazott kengyeltávolság:

$$s_{alk.} := 100 \text{ mm}$$

A nyírási teherbírás:

$$\left(V_{Rd} := \frac{A_{sw}}{s_{alk.}} \cdot 0.9 \cdot d_h \cdot f_{yd} = 1062.1 \cdot \text{kN} \right) > V_{Ed} = 548.97 \cdot \text{kN}$$

(A_nyírási_teherbírás) = "megfelelő!"

4.6 Szerkesztési szabályok

Maximális kengyeltávolság:

$$(s_{max} := 0.75 \cdot d_h = 900.00 \cdot \text{mm})$$

A nyírási vashányadok:

Az alkalmazott vasaláshoz tartozó vashányad:

$$\left(\rho_w := \frac{A_{sw}}{s_{alk.} \cdot b \cdot \sin(\alpha_{sw})} = 1.51 \cdot \% \right)$$

Minimális vashányad:

$$\left(\rho_{w,min} := \frac{0.08 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}}}}{f_{yk} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}}} = 0.11 \cdot \% \right)$$

Maximális vashányad:

$$\left(\rho_{w,max} := \frac{1}{2} \cdot \frac{\alpha \cdot \nu \cdot f_{cd}}{1 - \cos(\alpha_{sw})} \cdot \frac{1}{f_{yd}} = 1.84 \cdot \% \right)$$

$$(\rho_{w,min}) = 0.11 \cdot \% < (\rho_w) = 1.51 \cdot \% < (\rho_{w,max}) = 1.84 \cdot \%$$

((Szerkesztési_szabályoknak) = "megfelel.")

5. A tartó lehajlásának ellenőrzése

Húzott vasalásra vonatkozó helyettesítő hasznos magasság.

$$\left(\alpha_{es} := \frac{E_s}{E_{cd}} = 8.11 \right) \quad \left(\alpha_{ep} := \frac{E_p}{E_{cd}} = 7.91 \right)$$

5.1 Ideális keresztmetszeti jellemzők rugalmas-repedésmentes állapotban

Feltéve, hogy $x_{il} > v_1$

Keresztmetszeti terület

$$A_{il} := b_1 \cdot v_1 + b_2 \cdot v_2 + b \cdot h_{vt} + (\alpha_{es} - 1) \cdot A_{st} + (\alpha_{ep} - 1) \cdot A_p = 3963.86 \cdot \text{cm}^2$$

Statikai nyomaték

$$S_{xil} := b_1 \cdot \frac{(v_1)^2}{2} + b \cdot h_{vt} \cdot \left(v_1 + \frac{h_{vt}}{2} \right) + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - \frac{v_2}{2} \right) + (\alpha_{es} - 1) \cdot A_{st} \cdot d_{st} + (\alpha_{ep} - 1) \cdot A_p \cdot d_p \dots = 3.37 \times 10^5 \cdot \text{cm}^3$$

Semleges tengely

$$x_{il} := \frac{S_{xil}}{A_{il}} = 84.97 \cdot \text{cm} > (v_1) = 15.00 \cdot \text{cm}$$

(Feltételezés) = "Helyes"

Inercia

$$I_{xil} := \frac{b_1 \cdot v_1^3}{12} + b_1 \cdot v_1 \cdot \left(x_{il} - \frac{v_1}{2} \right)^2 + \frac{b \cdot h_{vt}^3}{12} + b \cdot h_{vt} \cdot \left(x_{il} - v_1 - \frac{h_{vt}}{2} \right)^2 + \frac{b_2 \cdot v_2^3}{12} + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - x_{il} - \frac{v_2}{2} \right)^2 + (\alpha_{es} - 1) \cdot A_{st} \cdot (d_{st} - x_{il})^2 + (\alpha_{ep} - 1) \cdot A_p \cdot (d_p - x_{il})^2 \dots$$

$$I_{xil} = 13.8976 \times 10^6 \cdot \text{cm}^4$$

Gyakori teherkombinációból a nyomaték értéke

$$(M_{ser.b}) = 2475.37 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

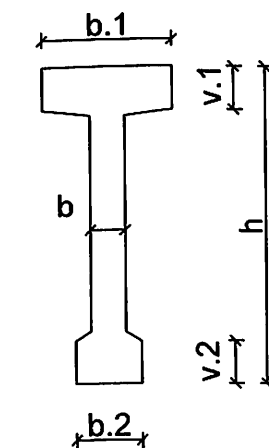
Nyomaték a hatásos feszítőerőből

$$M_{pm} := A_p \cdot \sigma_{pm} \cdot (d_p - x_{il}) = 1245.28 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Repesztőnyomaték értéke

$$M_{cr} := \frac{I_{xil}}{h - x_{il}} \cdot \left[f_{ctm} + \frac{N_{pm}}{A_{il}} + \frac{M_{pm}}{I_{xil}} \cdot (h - x_{il}) \right] = 2727.51 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$(M_{ser.b}) = 2475.37 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} > (M_{cr}) = 2727.5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$



Tehát a keresztmetszet a lehajlás számítása során berepedtnek tekintendő.
A tartó lehajlását a kvázi-állandó tehercsoportosításból származó igénybevételekből számítjuk.

5.2 Lehajlás számítás: rugalmas-repedésmentes km. feltételezésével

$$E_{c,eff} := 11740 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad (N_{pm}) = 1800.36 \cdot kN \quad M_{ser,c} = 2343.05 \cdot kN \cdot m$$

$$(M_{pm}) = 1245.28 \cdot kN \cdot m$$

Beton szélsőszál feszültségek:

felső szélsőszál

$$\sigma_{cf,l} := -\frac{N_{pm}}{A_{il}} - \frac{M_{ser,c} - M_{pm}}{I_{xil}} \cdot x_{il} = -11.25 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

alsó szélsőszál

$$\sigma_{ca,l} := -\frac{N_{pm}}{A_{il}} + \frac{M_{ser,c} - M_{pm}}{I_{xil}} \cdot (h - x_{il}) = 1.86 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Tartó görbülete mezőközépen

$$\left(\kappa_l := \frac{|\sigma_{cf,l}| + \sigma_{ca,l}}{h \cdot E_{c,eff}} = 6.73 \times 10^{-4} \frac{1}{m} \right)$$

Rugalmas-repedésmentes tartó lehajlása

$$\left(y_l := \frac{5}{48} \kappa_l \cdot L_{eff}^2 = 61.82 \cdot mm \right)$$

5.3 Lehajlás számítás: rugalmas-berepedt km. feltételezésével

$x_{il} := 991.85 mm$ semleges tengely magassága

$$(M_{gqp} := M_{ser,c} - \sigma_{pm} \cdot A_p \cdot (d_p - x_{il}))$$

Keresztmetszeti terület

$$A_{iII} := b_1 \cdot v_1 + b_2 \cdot v_2 + b \cdot h_{vt} + (\alpha_{es} - 1) \cdot A_{st} + (\alpha_{ep} - 1) \cdot A_p = 3963.86 \cdot cm^2$$

Statikai nyomaték

$$S_{xiII} := b_1 \cdot v_1 \cdot \left(x_{il} - \frac{v_1}{2} \right) + b \cdot h_{vt} \cdot \left(x_{il} - v_1 - \frac{h_{vt}}{2} \right) + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - x_{il} - \frac{v_2}{2} \right) \dots$$

$$+ [(\alpha_{es} - 1) \cdot A_{st} \cdot (d_{st} - x_{il}) + (\alpha_{ep} - 1) \cdot A_p \cdot (d_p - x_{il})]$$

$$S_{xiII} = 195.76 \times 10^3 \cdot cm^3$$

Inercia

$$I_{xiII} := \frac{b_1 \cdot v_1^3}{12} + b_1 \cdot v_1 \cdot \left(x_{II} - \frac{v_1}{2}\right)^2 + \frac{b \cdot h_{vt}^3}{12} + b \cdot h_{vt} \cdot \left(x_{II} - v_1 - \frac{h_{vt}}{2}\right)^2 \dots$$

$$+ \frac{b_2 \cdot v_2^3}{12} + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - x_{II} - \frac{v_2}{2}\right)^2 + \left[(\alpha_{es} - 1) \cdot A_{st} \cdot (d_{st} - x_{II})^2 \dots \right]$$

$$+ (\alpha_{ep} - 1) \cdot A_p \cdot (d_p - x_{II})^2 \dots$$

$$\frac{I_{xiII}}{S_{xiII}} - \frac{M_{gqp}}{N_{pm}} = -1.044 \cdot \text{mm}$$

$$A_{II} := b_1 \cdot v_1 + (x_{II} - v_1) \cdot b_2 + \alpha_{es} \cdot A_{st} + \alpha_{ep} \cdot A_p = 4568.9 \cdot \text{cm}^2$$

$$I_{xiII} = 14.6984 \times 10^6 \cdot \text{cm}^4 \quad S_{xiII} = 195.7598 \times 10^3 \cdot \text{cm}^3$$

$$(M_{gqp}) = 1353.7 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Beton szélsőszál feszültségek:

Felső szélsőszál

$$\sigma_{cf,II} := -\frac{N_{pm}}{A_{II}} - \frac{M_{gqp}}{I_{xiII}} \cdot x_{II} = -13.08 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Alsó szélsőszál

$$\sigma_{ca,II} := -\frac{N_{pm}}{A_{II}} + \frac{M_{gqp}}{I_{xiII}} \cdot (h - x_{II}) = 2.21 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tartó görbülete mezőközépen

$$\left(\kappa_{II} := \frac{|\sigma_{cf,II}| + \sigma_{ca,II}}{h \cdot E_{c,eff}} = 6.31 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{m}} \right)$$

Rugalmas-berepedt tartó lehajlása:

$$\left(y_{II} := \frac{5}{48} \kappa_{II} \cdot L_{eff}^2 = 57.96 \cdot \text{mm} \right)$$

5.4 Tényleges lehajlás

$$(x_t := h = 160.00 \cdot \text{cm})$$

$$S_{x,t} := b_1 \cdot v_1 \cdot \left(x_t - \frac{v_1}{2}\right) + b \cdot h_{vt} \cdot \left(x_t - v_1 - \frac{h_{vt}}{2}\right) + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - x_t - \frac{v_2}{2}\right) \dots$$

$$+ \left[(\alpha_{es} - 1) \cdot A_{st} \cdot (d_{st} - x_t) + (\alpha_{ep} - 1) \cdot A_p \cdot (d_p - x_t) \right]$$

$$I_{x,t} := \frac{b_1 \cdot v_1^3}{12} + b_1 \cdot v_1 \cdot \left(x_t - \frac{v_1}{2}\right)^2 + \frac{b \cdot h_{vt}^3}{12} + b \cdot h_{vt} \cdot \left(x_{II} - v_1 - \frac{h_{vt}}{2}\right)^2 \dots$$

$$+ \frac{b_2 \cdot v_2^3}{12} + b_2 \cdot v_2 \cdot \left(h - x_t - \frac{v_2}{2}\right)^2 + \left[(\alpha_{es} - 1) \cdot A_{st} \cdot (d_{st} - x_t)^2 \dots \right]$$

$$+ (\alpha_{ep} - 1) \cdot A_p \cdot (d_p - x_t)^2 \left. \vphantom{\frac{b_1 \cdot v_1^3}{12}} \right]$$

$$(S_{x,t}) = 277.10 \times 10^3 \cdot \text{cm}^3$$

$$(I_{x,t}) = 26.2557 \times 10^6 \cdot \text{cm}^4$$

Dekompressziós nyomaték

$$\left(M_0 := \frac{I_{x,t}}{S_{x,t}} \cdot N_{pm} + \sigma_{pm} \cdot A_p \cdot (d_p - h) = 1600.38 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \right)$$

$\beta := 0.5$ teher jellegét figyelembe vevő tényező /tartós terhelés esetén/

$$\zeta := \begin{cases} 0 & \text{if } (\sqrt{\beta} \cdot M_{cr} \geq M_0) \wedge (M_{gqp} < M_{cr}) \\ 0 & \text{if } (\sqrt{\beta} \cdot M_{cr} < M_0) \wedge (M_{gqp} < M_0) \\ 1 & \text{if } (\sqrt{\beta} \cdot M_{cr} < M_0) \wedge (M_{gqp} \geq M_0) \\ \left[1 - \left(\frac{\sqrt{\beta} \cdot M_{cr} - M_0}{M_{pm} - M_0} \right)^2 \right] & \text{if } (\sqrt{\beta} \cdot M_{cr} \geq M_0) \wedge (M_{gqp} \geq M_{cr}) \end{cases} \quad (\zeta) = 0.00$$

A tartó tényleges lehajlása:

Rugalmas-berepedt tartó lehajlása

$$y := \zeta \cdot y_{II} + (1 - \zeta) \cdot y_I \quad y = 56.91 \cdot \text{mm} < \left(\frac{L_{eff}}{500} \right) = 59.40 \cdot \text{mm}$$

Lehajlásra = "Megfelel."

6. Tartóvég vizsgálata végleges állapotban

Lehorgonyzási hossz tartóvég vizsgálatához

$$(l_{ptd2} := 1.2 \cdot l_{pt} = 1.23 \text{ m})$$

Vizsgált szakasz hossza

$$(h_3) := \max \left[\sqrt{h_2^2 + (0.6 \cdot l_{ptd2})^2}, l_{ptd2} \right] = 1.23 \text{ m}$$

K-K metszet távolsága az elméleti támasztól

$$\xi := (h_3) - \frac{v}{2} = 1.08 \text{ m}$$

Mértékadó nyomaték a metszetben t3-ban

$$\left(M_{Ed\xi} := \frac{p_d \cdot L_{eff}}{2} \cdot \xi - p_d \cdot \frac{\xi^2}{2} = 571.82 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \right)$$

A vízszintes feszültségek értékei: rug-rep.mentes állapot

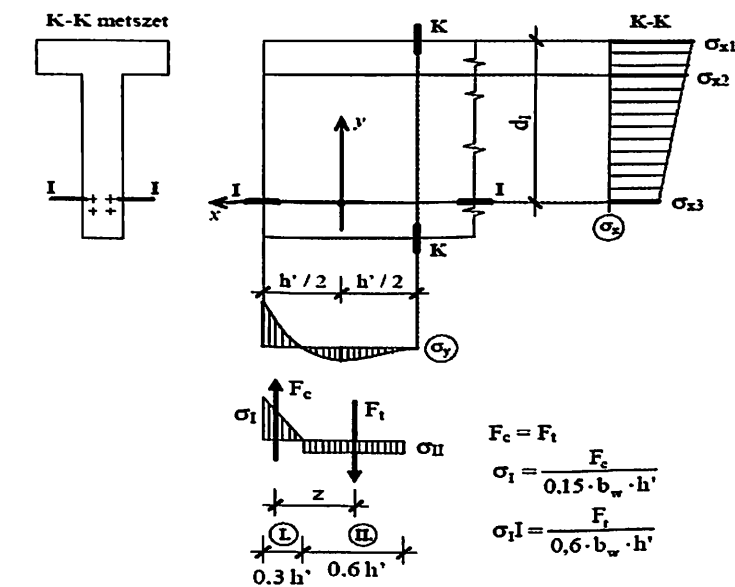
$$(d_I := d_1)$$

$$(d_1) = 1522.05 \cdot \text{mm}$$

$$\left(\sigma_{x1} := -\frac{N_{pm}}{A_{i10}} - \frac{M_{Ed\xi} - M_{pm}}{I_{xi10}} \cdot x_{i10} = -0.42 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$\left(\sigma_{x2} := -\frac{N_{pm}}{A_{i10}} - \frac{M_{Ed\xi} - M_{pm}}{I_{xi10}} \cdot (x_{i10} - v_1) = -1.14 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$\left(\sigma_{x3} := -\frac{N_{pm}}{A_{i10}} + \frac{M_{Ed\xi} - M_{pm}}{I_{xi10}} \cdot (d_I - x_{i10}) = -7.74 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$



A vízszintes erők nyomatéka az I-I metszetre:

$$\begin{aligned} M_x := & |\sigma_{x2}| \cdot v_1 \cdot b_1 \cdot \left(d_I - \frac{v_1}{2} \right) + \frac{(|\sigma_{x1}| - |\sigma_{x2}|)}{2} \cdot v_1 \cdot b_1 \cdot \left(d_I - \frac{v_1}{3} \right) \dots = 1358.05 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\ & + |\sigma_{x3}| \cdot (d_I - v_1) \cdot b_2 \cdot \frac{(d_I - v_1)}{2} \dots \\ & + \frac{(|\sigma_{x2}| - |\sigma_{x3}|)}{2} \cdot (d_I - v_1) \cdot b_2 \cdot (d_I - v_1) \cdot \frac{2}{3} \end{aligned}$$

A függőleges Fc és Ft erők karja:

$$z := 0.5 \cdot (h_3) = 615.49 \cdot \text{mm}$$

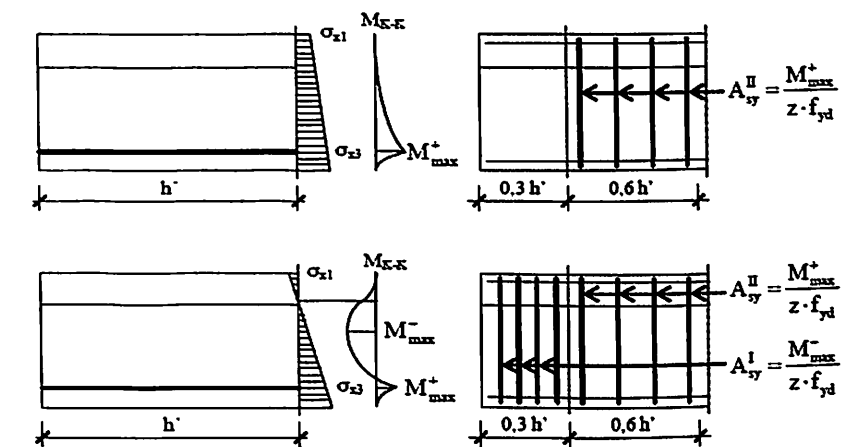
A függőleges húzóerő nagysága K-K és I-I metszetekben:

$$\left(F_t := \frac{M_x}{z} = 2206.46 \cdot \text{kN} \right)$$

A szükséges vasalás(zárt kengyelezés):

$$\left(A_{sw.szüks} := \frac{F_t}{f_{yd}} = 5074.87 \cdot \text{mm}^2 \right)$$

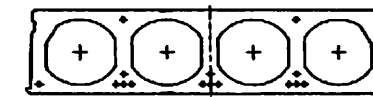
$$\left(n := \frac{A_{sw.szüks}}{A_{sw}} = 22.44 \right) \quad n_{alk.w} := 23 \quad \text{db kengyelt kell alkalmazni a tartóvégen}$$



VII. Födempalló méretezése iroda részén

1. Általános jellemzők

Panel megnevezése : MF320/E-11.90



MF - STRONGROCLA födém
320 - vastagság mm-ben
E- típusú vasalás
11.90- panel hossza m-ben

A födempallók 1.2 m széles és 170 m illetve 130 m hosszú feszítőpadon készülnek és gyártás után tetszőlegesen darabolhatók. A darabolás vágókoronggal történik. Az azonos magasságú elemek többfajta vasalással készülhetnek.

A födempalló család Építőipari Műszaki Engedéllyel rendelkezik, melynek száma: A-50/2003.

A födémek tűzállósági határértéke: TH = 1,5 óra

2. Terhek és hatások

2.1 Önsúlyterhek

2.1.1 MF 320 födempalló esetén

g_{1.1} :=

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
Építész burkolat	-	-	2,00
Felbeton	25	0,07	1,75
MF320 előregyártott födempalló	-	-	4,05
Álmennyezet + gépészet	-	-	0,50
Összesen:			8,30

2.1.2 Önsúlyterhek parciális (biztonsági) tényezői

Teherbírási határállapotban. $\gamma_G = 1.35$

Használati határállapotban. $\gamma_{Gh} = 1.00$

2.2 Hasznos terhek

2.2.1 Közbenső födémek függőleges hasznos terhe

q₁ :=

	Teher [kN/m ²]
Válaszfalak helyettesítő hasznos terhe	1,00
Födém függőleges hasznos terhe	5,00
Összesen:	6,00

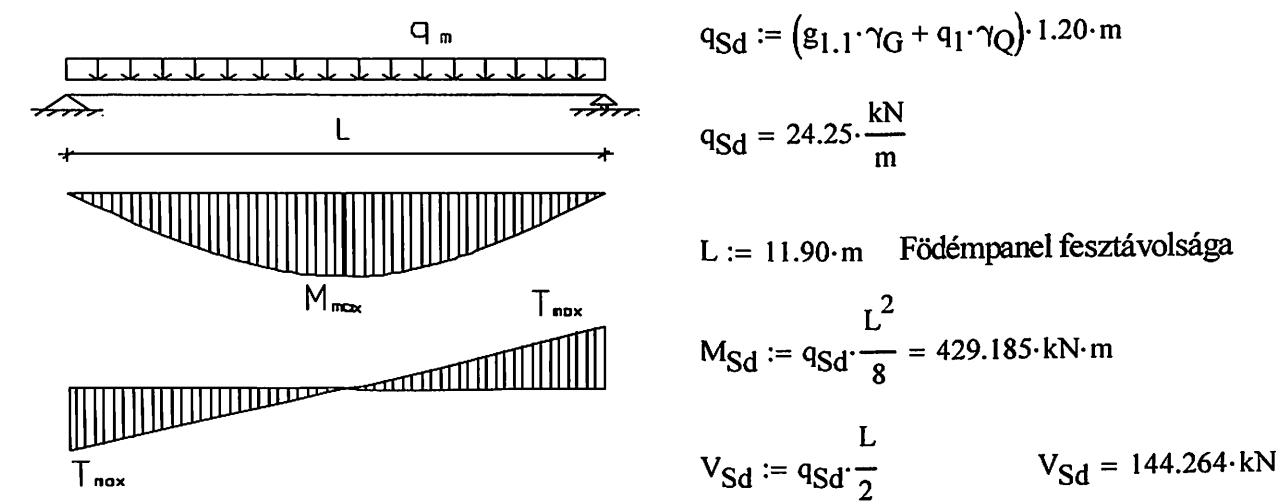
2.2.2 Hasznos teher parciális (biztonsági) tényezői

Teherbírasi határállapotban: γ_Q = 1.50

Használati határállapotban: γ_{Qh} = 1.00

3. Födémpalló teherbírasi ellenőrzése

1 db 1.20 m-es MF-320/E födémpalló ellenőrzése



1.20 m-es MF-320/E födémpalló ellenőrzése teherbírasi katalógus értékek alapján

$M_{Rd} := 462.08 \cdot kN \cdot m$ $V_{Rd} := 145.98 \cdot kN$

>

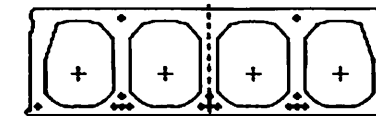
$M_{Sd} = 429.18 \cdot kN \cdot m$ $V_{Sd} = 144.26 \cdot kN$

EII = "Megfelel !"

VIII. Födempalló méretezése raktár részen

1. Általános jellemzők

Panel megnevezése : MF500/D-9.50



MF - STRONGROCLA födém
500 - vastagság mm-ben
D- típusú vasalás
9.50- panel hossza m-ben

A födempallók 1,2 m széles és 170 m illetve 130 m hosszú feszítőpadon készülnek és gyártás után tetszőlegesen darabolhatók. A darabolás vágókoronggal történik. Az azonos magasságú elemek többfajta vasalással készülhetnek.

A födempalló család Építőipari Műszaki Engedéllyel rendelkezik, melynek száma: A-50/2003.

A födémek tűzállósági határértéke: TH = 1,5 óra

2. Terhek és hatások

2.1 Önsúlyterhek

2.1.1 MF 500 födempalló esetén

$g_{1.1} :=$

Rétegek	Térfogatsúly [kN/m ³]	Réteg vastagsága [m]	Önsúly [kN/m ²]
Építész burkolat	-	-	-
Felbeton	25	0,08	2,00
MF500 előregyártott födempalló	-	-	6,00
Álmennyezet + gépészet	-	-	0,50
Összesen:			8,50

2.1.2 Önsúlyterhek parciális (biztonsági) tényezői

Teherbírási határállapotban. $\gamma_G = 1.35$

Használati határállapotban. $\gamma_{Gh} = 1.00$

2.2 Hasznos terhek

2.2.1 Közbenső födémek függőleges hasznos terhe

q₁ :=

	Teher [kN/m ²]
Válaszfalak helyettesítő hasznos terhe	0,00
Födém függőleges hasznos terhe	20,00
Összesen:	20,00

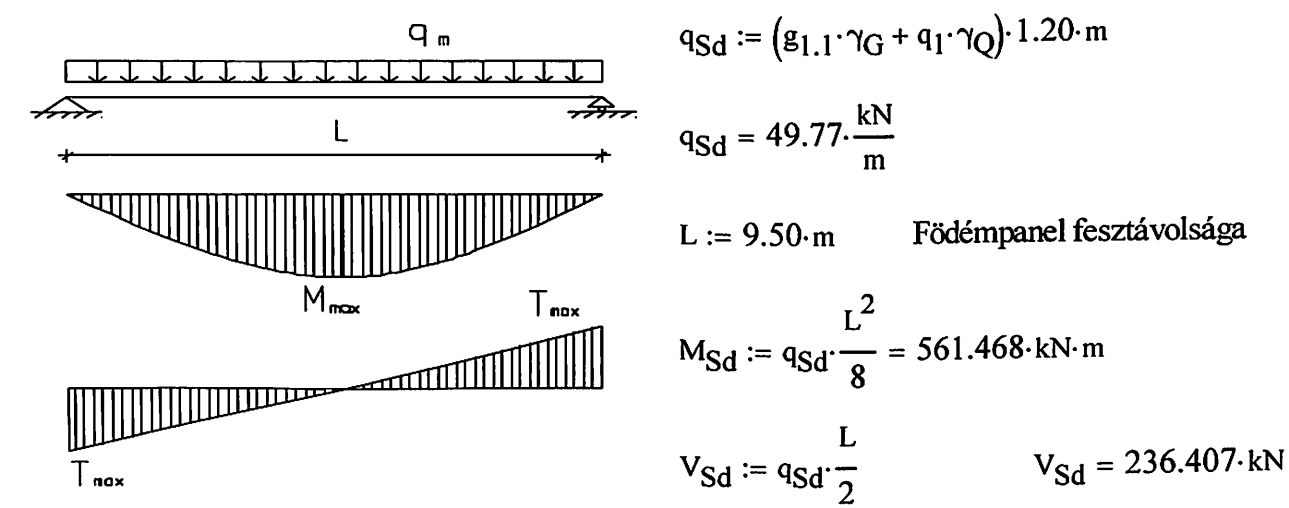
2.2.2 Hasznos teher parciális (biztonsági) tényezői

Teherbírási határállapotban: γ_Q = 1.50

Használati határállapotban: γ_{Qh} = 1.00

3. Födémpalló teherbírási ellenőrzése

1 db 1.20 m-es MF-500/D födémpalló ellenőrzése



1.20 m-es MF-500/D födémpalló ellenőrzése teherbírási katalógus értékek alapján

$M_{Rd} := 1037.41 \cdot kN \cdot m$ $V_{Rd} := 236.99 \cdot kN$

$>$ $>$

$M_{Sd} = 561.47 \cdot kN \cdot m$ $V_{Sd} = 236.41 \cdot kN$

EII = "Megfelel !"

IX. Általános Oszlop méretezése 60x80 (F-F,18-18)**1. Kiindulási adatok****1.1 Alapadatok**1.1.1 Anyagok**Beton:** C40/50XC2-16-F3

$$\gamma_c := 1.5 \quad f_{ck} := 40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 26.67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonacél: B500B

$$\gamma_s := 1.15 \quad f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.78 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\xi_{c0} := \frac{560}{700 + \frac{f_{yd} \cdot \text{mm}^2}{\text{N}}} = 0.49$$

$$\xi_{c0v} := \frac{560}{700 - \frac{f_{yd} \cdot \text{mm}^2}{\text{N}}} = 2.11$$

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

$$\varphi_{00.28} := 2.13$$

1.1.2 Geometriai jellemzők

Szélesség:

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

Magasság:

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

Oszlop hálózati hossza:

$$l_0 := 13 \text{ m}$$

Kihajlási hosszak:

y-y tengely körüli kihajlás:

$$\nu_y := 2.0$$

z-z tengely körüli kihajlás:

$$\nu_z := 2.0$$

1.1.3 Keresztmetszeti jellemzők

Keresztmetszeti terület:

$$A := b \cdot h = 4800 \cdot \text{cm}^2$$

Inercianyomatékok:

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = 2.56 \times 10^6 \cdot \text{cm}^4 \quad I_z := \frac{h \cdot b^3}{12} = 1.44 \times 10^6 \cdot \text{cm}^4$$

Karcsúság:

$$\lambda_y := \frac{\nu_y \cdot l_0}{\sqrt{\frac{I_y}{A}}} = 112.58 \quad \lambda_z := \frac{\nu_z \cdot l_0}{\sqrt{\frac{I_z}{A}}} = 150.11$$

Határkarcsúság tényezői:

$$A_\lambda := 0.7 \quad B_\lambda := 1.1 \quad C_\lambda := 0.7$$

Mértékadó normáligénybevétel:

$$N_{Ed.2} := 2465 \text{ kN}$$

$$\lambda_{lim} := \frac{20 \cdot A_\lambda \cdot B_\lambda \cdot C_\lambda}{\sqrt{\frac{N_{Ed.2}}{A \cdot f_{cd}}}} = 24.56$$

y-y tengely körül:

$$yy = \text{"Karcsú, másodrendű nyomatékok is keletkeznek."}$$

z-z tengely körül:

$$zz = \text{"Karcsú, másodrendű nyomatékok is keletkeznek."}$$

1.1.4 Vasalás jellemzői

Betonfedés:

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

Kedvezőtlen vaselmozdulás:

$$\Delta \phi := 10 \text{ mm}$$

Kengyelátmérő:

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

Fővas átmérője:

$$\phi := 28 \text{ mm}$$

$$b_f := c_{nom} + \Delta \phi + \phi_k + \frac{\phi}{2} = 69 \text{ mm}$$

Hasznos magasságok értéke:Szélesség menti hasznos magasság: $d_{b.1} := b - b_f = 531 \text{ mm}$

$$d_{b.2} := b_f = 69 \text{ mm}$$

Magasság menti hasznos magasság: $d_{h.1} := h - b_f = 731 \text{ mm}$

$$d_{h.2} := b_f = 69 \text{ mm}$$

1.2 Elsőrendű igénybevételek

Az elsőrendű igénybevételek számítása Axis VM végelem program segítségével történik, három teheresetre, melyek sorban a következők:

$$N_{\max}$$

$$M_{y,\max}$$

$$M_{z,\max}$$

Az oszlop alsó és felső keresztmetszetében is szükséges meghatározni az igénybevételeket, mivel azok különbözősége miatt külpontosságok keletkeznek.

1. eset: $N_{\max}$

Oszlop felső pontja:

$$M_{y,Ed.1} := 0.00 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed.1} := 0.00 \text{ kNm} \quad N_{Ed.1} := 2255 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed.1} := 0 \text{ kN} \quad V_{z,Ed.1} := 54 \text{ kN}$$

Oszlop alsó pontja:

$$M_{y,Ed.2} := 708 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed.2} := 4 \text{ kNm} \quad N_{Ed.2} = 2465 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed.2} := 0 \text{ kN} \quad V_{z,Ed.2} := 54 \text{ kN}$$

2. eset: $M_{y,\max}$

Oszlop felső pontja:

$$M_{y,Ed.2.f} := 0.00 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed.2.f} := 0.00 \text{ kNm} \quad N_{Ed.2.f} := 2255 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed.2.f} := 0 \text{ kN} \quad V_{z,Ed.2.f} := 54 \text{ kN}$$

Oszlop alsó pontja:

$$M_{y,Ed.2.a} := 708 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed.2.a} := 4 \text{ kNm} \quad N_{Ed.2.a} := 2465 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed.2.a} := 0 \text{ kN} \quad V_{z,Ed.2.a} := 54 \text{ kN}$$

3. eset: $M_{z,\max}$

Oszlop felső pontja:

$$M_{y,Ed.3.f} := 0.00 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed.3.f} := 0.00 \text{ kNm} \quad N_{Ed.3.f} := 1410 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed.3.f} := 9 \text{ kN} \quad V_{z,Ed.3.f} := 25 \text{ kN}$$

Oszlop alsó pontja:

$$M_{y,Ed.3.a} := 324 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed.3.a} := 115 \text{ kNm} \quad N_{Ed.3.a} := 1620 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed.3.a} := 9 \text{ kN} \quad V_{z,Ed.3.a} := 25 \text{ kN}$$

2. Külpontosságok, másodrendű igénybevételek

2.1 Külpontos növekmények számítása

$$\text{Oszlop hálózati hossza: } l_0 = 13 \text{ m}$$

$$\text{Kihajlási hosszak: } l_z := l_0 \cdot \nu_z = 26 \text{ m}$$

$$l_y := l_0 \cdot \nu_y = 26 \text{ m}$$

2.1.1 Deformálatlan oszlopon számított külpontosság-növekmények

Ha a nyomaték a rúd két végén különböző, akkor M_{0e} :

$$M_{0e,y} := \max(0.6 \cdot M_{y,Ed,2} + 0.4 \cdot M_{y,Ed,1}, 0.4 \cdot M_{y,Ed,2}) = 424.8 \text{ kNm}$$

$$M_{0e,z} := \max(0.6 \cdot M_{z,Ed,2} + 0.4 \cdot M_{z,Ed,1}, 0.4 \cdot M_{z,Ed,2}) = 2.4 \text{ kNm}$$

$$M_{0e,y,2} = 424.8 \text{ kNm} \quad M_{0e,z,2} = 2.4 \text{ kNm}$$

$$M_{0e,y,3} = 194.4 \text{ kNm} \quad M_{0e,z,3} = 69 \text{ kNm}$$

$$e_{e,y} := \frac{M_{0e,y}}{N_{Ed,2}} = 172.33 \text{ mm}$$

$$e_{e,z} := \frac{M_{0e,z}}{N_{Ed,2}} = 0.97 \text{ mm}$$

$$e_{e,2,y} = 172.33 \text{ mm}$$

$$e_{e,2,z} = 0.97 \text{ mm}$$

$$e_{e,3,y} = 120 \text{ mm}$$

$$e_{e,3,z} = 42.59 \text{ mm}$$

2.1.2 Kezdeti görbeségből származó külpontosság

$$e_{i,y} := \begin{cases} \frac{l_y}{400} & \text{if } l_0 \leq 4 \text{ m} \\ \frac{2}{\sqrt{\frac{l_0}{m}}} \cdot \frac{l_y}{400} & \text{if } 4 \text{ m} < l_0 \leq 9 \text{ m} \\ \frac{2}{3} \cdot \frac{l_y}{400} & \text{if } l_0 \geq 9 \text{ m} \end{cases} = 43.33 \text{ mm} \quad e_{i,z} := \begin{cases} \frac{l_z}{400} & \text{if } l_0 \leq 4 \text{ m} \\ \frac{2}{\sqrt{\frac{l_0}{m}}} \cdot \frac{l_z}{400} & \text{if } 4 \text{ m} < l_0 \leq 9 \text{ m} \\ \frac{2}{3} \cdot \frac{l_z}{400} & \text{if } l_0 \geq 9 \text{ m} \end{cases} = 43.33 \text{ mm}$$

2.1.3 Másodrendű nyomatékból keletkező külpontosság

Kezdeti görbület:

$$r_{0,y} := \frac{0.45 \cdot d_{h,1}}{\frac{f_{yd}}{E_s}} = 151.32 \text{ mm}$$

$$\frac{l}{r_{0,y}} = 0.01 \frac{1}{\text{m}}$$

$$r_{0,z} := \frac{0.45 \cdot d_{b,1}}{\frac{f_{yd}}{E_s}} = 109.92 \text{ m}$$

$$\frac{1}{r_{0,z}} = 0.01 \frac{1}{\text{m}}$$

A kúszás hatása:

$$\beta_y := 0.35 + \frac{f_{ck}}{200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} - \frac{\lambda_y}{150} = -0.2$$

$$\beta_z := 0.35 + \frac{f_{ck} \cdot \text{mm}^2}{200 \text{ N}} - \frac{\lambda_z}{150} = -0.45$$

Effektív kúszási tényező (kúszási tényező végértékével egyezik):

$$\varphi_{ef} := \varphi_{0,28} = 2.13$$

Kúszás hatása:

$$K_{\varphi,y} := \max(1 + \beta_y \cdot \varphi_{ef}, 1) = 1$$

$$K_{\varphi,z} := \max(1 + \beta_z \cdot \varphi_{ef}, 1) = 1$$

Normálerő hatása:

$$\text{Minimális vasmenyiség: } A_{s,\min} := \max\left(0.1 \cdot \frac{N_{Ed,2}}{f_{yd}}, 0.002 \cdot b \cdot h\right) = 9.6 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{Maximális vasmenyiség: } A_{s,\max} := 0.04 \cdot b \cdot h = 192 \cdot \text{cm}^2$$

Alkalmazott vasalás:

Sarkokban:

$$\text{egysarokban} := 1 \quad \text{db} \quad \varphi_s := 28 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{sarok}} := 4 \text{ egysarokban} \cdot \frac{\varphi_s^2 \cdot \pi}{4} = 24.63 \cdot \text{cm}^2$$

Szélesség mentén:

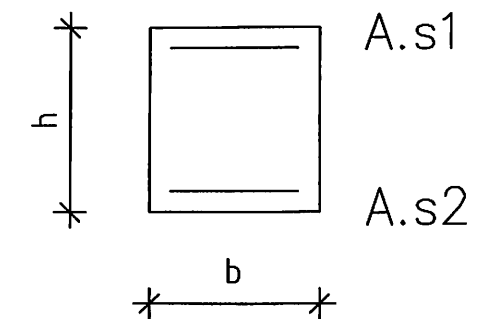
$$\text{szélesség} := 5 \quad \text{db} \quad \varphi_{sz} := 28 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{szélesség}} := 2 \text{ szélesség} \cdot \frac{\varphi_{sz}^2 \cdot \pi}{4} = 61.58 \cdot \text{cm}^2$$

Magasság mentén:

$$\text{magasság} := 8 \quad \text{db} \quad \varphi_m := 28 \text{ mm}$$

$$A_{s,\text{magasság}} := 2 \text{ magasság} \cdot \frac{\varphi_m^2 \cdot \pi}{4} = 98.52 \cdot \text{cm}^2$$



Alkalmazott vasmennviség:

$$A_{s,alk} := A_{s,sarok} + A_{s,szélesség} + A_{s,magasság} = 184.73 \cdot \text{cm}^2$$

Vashányad:

$$\mu := \frac{A_{s,alk}}{b \cdot h} = 3.85\%$$

Nyomott betonzóna határa:

$$x_{c0,h} := d_{h,1} \cdot \xi_{c0} = 36.07 \cdot \text{cm}$$

$$x_{c0,b} := d_{b,1} \cdot \xi_{c0} = 26.2 \cdot \text{cm}$$

A maximális nyomóerő:

$$N_{uv} := f_{cd} \cdot b \cdot h + A_{s,alk} \cdot f_{yd} = 20831.55 \cdot \text{kN}$$

A teherbírási vonal maximális nyomatékához tartozó normálerő közelítőleg:

$$N_{bal,y} := f_{cd} \cdot x_{c0,h} \cdot b = 5771.82 \cdot \text{kN}$$

$$N_{bal,z} := f_{cd} \cdot x_{c0,b} \cdot h = 5590.22 \cdot \text{kN}$$

$$K_{r,y} := \min \left(\frac{N_{uv} - N_{Ed,2}}{N_{uv} - N_{bal,y}}, 1 \right) = 1$$

$$K_{r,z} := \min \left(\frac{N_{uv} - N_{Ed,2}}{N_{uv} - N_{bal,z}}, 1 \right) = 1$$

Görbület:

$$r_y := \frac{1}{K_{r,y} \cdot K_{\varphi,y} \cdot \frac{1}{r_{0,y}}} = 151.32 \cdot \text{m}$$

$$r_z := \frac{1}{K_{r,z} \cdot K_{\varphi,z} \cdot \frac{1}{r_{0,z}}} = 109.92 \cdot \text{m}$$

Másodrendű külpontosság:

$$e_{2,y} := \frac{1}{r_y} \cdot \left(\frac{l_y}{\pi} \right)^2 = 452.65 \cdot \text{mm}$$

$$e_{2,z} := \frac{1}{r_z} \cdot \left(\frac{l_z}{\pi} \right)^2 = 623.13 \cdot \text{mm}$$

2.1.4 Minimális külpontosság

$$e_{0,y} := \max \left(20 \text{mm}, \frac{h}{30} \right) = 26.67 \cdot \text{mm}$$

$$e_{0,z} := \max \left(20 \text{mm}, \frac{b}{30} \right) = 20 \cdot \text{mm}$$

2.1.5 Teljes külpontosság**Y - Y tengely körüli hajlításra:**

$$e_y := \max \left(e_{0,y}, \frac{M_{y,Ed,2}}{N_{Ed,2}}, e_{e,y} + e_{i,y} + e_{2,y} \right) = 668.31 \cdot \text{mm}$$

$$e_{y,2} = 668.31 \cdot \text{mm} \quad e_{y,3} = 615.98 \cdot \text{mm}$$

Z - Z tengely körüli hajlításra:

$$e_z := \max \left(e_{0,z}, \frac{M_{z,Ed,2}}{N_{Ed,2}}, e_{e,z} + e_{i,z} + e_{2,z} \right) = 667.44 \cdot \text{mm}$$

$$e_{z,2} = 667.44 \cdot \text{mm} \quad e_{z,3} = 709.06 \cdot \text{mm}$$

2.2 Mértékadó nyomatéki igénybevételek

$$M_{y,Ed} := e_y \cdot N_{Ed,2} = 1647.39 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{y,Ed,2} := e_{y,2} \cdot N_{Ed,2,a} = 1647.39 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{z,Ed} := e_z \cdot N_{Ed,2} = 1645.24 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{z,Ed,2} := e_{z,2} \cdot N_{Ed,2,a} = 1645.24 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{y,Ed,3} := e_{y,3} \cdot N_{Ed,3,a} = 997.89 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{z,Ed,3} := e_{z,3} \cdot N_{Ed,3,a} = 1148.68 \cdot \text{kNm}$$

3. Teherbírási vonal jellemző pontjai**3.1 Z - Z tengely körüli hajlításra**3.1.1 Legnagyobb normálerő

$$\sigma_s := \min \left(f_{yd}, 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) = 400 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$N_{Rd,1,z} := b \cdot h \cdot f_{cd} + A_{s,alk} \cdot \sigma_s = 20189.03 \cdot \text{kN}$$

$$M_{Rd,1,z} := \frac{A_{s,sarok} + A_{s,magasság}}{2} \cdot f_{yd} \cdot \left(\frac{b}{2} - d_{b,2} \right) \dots = 1236.86 \cdot \text{kNm}$$

$$+ \frac{A_{s,sarok} + A_{s,magasság}}{2} \cdot f_{yd} \cdot \left(d_{b,1} - \frac{b}{2} \right)$$

3.1.2 Legnagyobb nyomaték

A nyomot betonzóna magasságát úgy vesszük fel, hogy a húzott oldali betonacélok pont megfolynak.

$$x_{c,1} := x_{c0,b} = 26.2 \cdot \text{cm}$$

Nyomott acélbetétek megfolyásának ellenőrzése:

$$\xi_{cv,z} := \frac{x_{c,1}}{d_{b,2}} = 3.8$$

"Megfolyik" if $\xi_{cv,z} > \xi_{c0v}$	= "Megfolyik"
"Nem folyik meg, rugalmas!" otherwise	

$$N_{Rd,2,z} := h \cdot x_{c,1} \cdot f_{cd} = 5590.22 \cdot \text{kN}$$

$$M_{Rd,2,z} := h \cdot x_{c,1} \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{b}{2} - \frac{x_{c,1}}{2} \right) + \frac{A_{s,sarok} + A_{s,magasság}}{2} \cdot f_{yd} \cdot \left(d_{b,1} - \frac{b}{2} \right) \dots = 2181.49 \cdot \text{kNm}$$

$$+ \frac{A_{s,sarok} + A_{s,magasság}}{2} \cdot f_{yd} \cdot \left(\frac{b}{2} - d_{b,2} \right)$$

$$M_{Rd,3,z} := \left(\frac{A_{s,sarok} + A_{s,magasság}}{2} \right) \cdot f_{yd} \cdot (d_{b,1} - d_{b,2}) = 1236.86 \cdot \text{kNm}$$

3.2 Y - Y tengely körüli hajlításra

3.2.1 Legnagyobb normálerő

$$\sigma_s = 400 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$N_{Rd,1,y} := b \cdot h \cdot f_{cd} + A_{s,alk} \cdot \sigma_s = 20189.03 \cdot \text{kN}$$

$$M_{Rd,1,y} := \frac{A_{s,sarok} + A_{s,szélesség}}{2} \cdot f_{yd} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_{h,2} \right) \dots = 1240.61 \cdot \text{kNm}$$

$$+ \frac{A_{s,sarok} + A_{s,szélesség}}{2} \cdot f_{yd} \cdot \left(d_{h,1} - \frac{h}{2} \right)$$

3.2.2 Legnagyobb nyomaték

A nyomot betonzóna magasságát úgy vesszük fel, hogy a húzott oldali betonacélok pont megfolynak.

$$x_{c,2} := x_{c0,h} = 36.07 \cdot \text{cm}$$

Nyomott acélbetétek megfolyásának ellenőrzése:

$$\xi_{cv,y} := \frac{x_{c,2}}{d_{h,2}} = 5.23$$

"Megfolyik" if $\xi_{cv,y} > \xi_{c0v}$	= "Megfolyik"
"Nem folyik meg, rugalmas!" otherwise	

$$N_{Rd,2,y} := b \cdot x_{c,2} \cdot f_{cd} = 5771.82 \cdot \text{kN}$$

$$M_{Rd,2,y} := b \cdot x_{c,2} \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{x_{c,2}}{2} \right) + \frac{A_{s,sarok} + A_{s,szélesség}}{2} \cdot f_{yd} \cdot \left(d_{h,1} - \frac{h}{2} \right) \dots = 2508.28 \cdot \text{kNm}$$

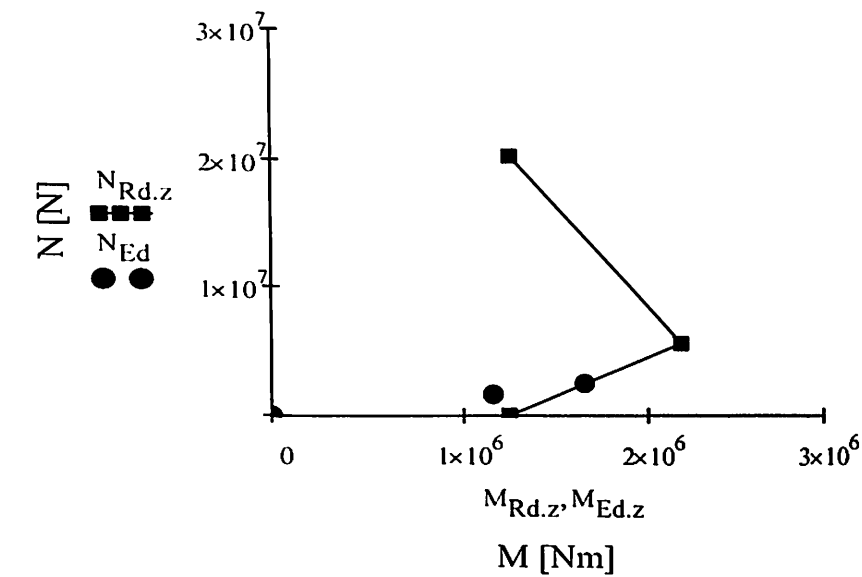
$$+ \frac{A_{s,sarok} + A_{s,szélesség}}{2} \cdot f_{yd} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_{h,2} \right)$$

3.2.3 N=0 esetben

$$M_{Rd,3,y} := \frac{A_{s,sarok} + A_{s,szélesség}}{2} \cdot f_{yd} \cdot (d_{h,1} - d_{h,2}) = 1240.61 \cdot \text{kNm}$$

4. Keresztmetszeti ellenőrzés

4.1 Z - Z tengely körüli hajlításra



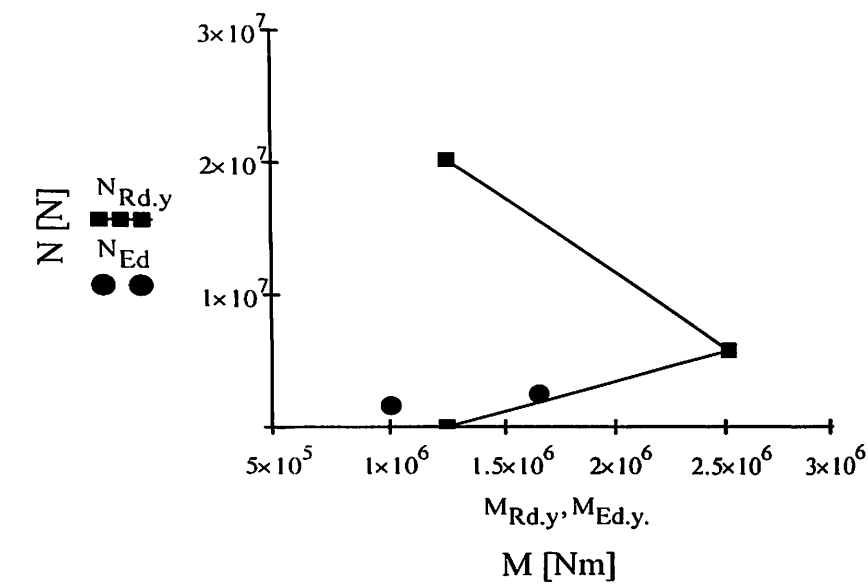
$$N_{Ed} = \begin{pmatrix} 2465 \\ 2465 \\ 1620 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$N_{Rd,z} = \begin{pmatrix} 20189.03 \\ 5590.22 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$M_{Rd,z} = \begin{pmatrix} 1236.86 \\ 2181.49 \\ 1236.86 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,z} = \begin{pmatrix} 1645.24 \\ 1645.24 \\ 1148.68 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

4.2 Y - Y tengely körüli hajlításra



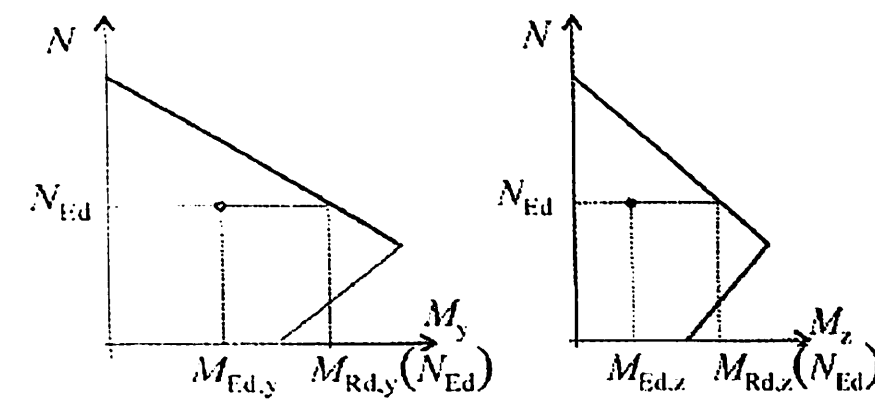
$$N_{Ed} = \begin{pmatrix} 2465 \\ 2465 \\ 1620 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$N_{Rd,y} = \begin{pmatrix} 20189.03 \\ 5771.82 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

$$M_{Rd,y} = \begin{pmatrix} 1240.607 \\ 2508.275 \\ 1240.607 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,y} = \begin{pmatrix} 1647.39 \\ 1647.39 \\ 997.89 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

4.3 Ellenőrzés kéttengelyű hajlításra



4.3.1 Z - Z tengely körüli ellenállás

$$N_{Ed,2} = 2465 \cdot \text{kN}$$

$$x_c := 0 \text{ mm}$$

Given

$$N_{Ed,2} = h \cdot x_c \cdot f_{cd} - f_{yd} \cdot \frac{A_{s,\text{sarok}} + A_{s,\text{magasság}}}{2} + f_{yd} \cdot \frac{A_{s,\text{sarok}} + A_{s,\text{magasság}}}{2}$$

$$x_{c,z} := \text{Find}(x_c) = 115.55 \cdot \text{mm} \quad \xi_{c0v} = 2.11 \quad \xi_{c0} = 0.49$$

$$\xi_{cv} := \frac{x_{c,z}}{d_{b,2}} = 1.67$$

nyomottvas :=	"megfolyik" if $\xi_{cv} > \xi_{c0v}$ = "rugalmas"
	"rugalmas" otherwise

$$\xi_c := \frac{x_{c,z}}{d_{b,1}} = 0.22$$

húzottvas :=	"megfolyik" if $\xi_c < \xi_{c0}$ = "megfolyik"
	"rugalmas" otherwise

$$x_{c,z} := 0$$

Given

$$N_{Ed,mn} = h_{mn} \cdot x_{c,z} \cdot f_{cd,mn} - f_{yd,mn} \cdot \frac{(A_{s,\text{sarok,mn}} + A_{s,\text{magasság,mn}})}{2} \dots$$

$$+ \left(700 - \frac{560}{\frac{x_{c,z}}{d_{b,2,mn}}} \right) \cdot \frac{(A_{s,\text{sarok,mn}} + A_{s,\text{magasság,mn}})}{2}$$

$$x_{c,z,1} := \text{Find}(x_{c,z}) \rightarrow (-87.893659415935705919 \quad 126.88982429436049655)$$

$$x_{c,z,1} := 117.23 \text{ mm} \quad \xi_{c0v} = 2.11 \quad \xi_{c0} = 0.49$$

$$\xi_{cv.1} := \frac{x_{c.z.1.}}{d_{b.2}} = 1.7$$

nyomottvas _z :=	"megfolyik" if $\xi_{cv.1} > \xi_{c0v}$ = "rugalmas"
	"rugalmas" otherwise

$$\xi_{c.1} := \frac{x_{c.z.1.}}{d_{b.1}} = 0.22$$

húzottvas _z :=	"megfolyik" if $\xi_{c.1} < \xi_{c0}$ = "megfolyik"
	"rugalmas" otherwise

$$\sigma_{sv} := \left(\frac{560}{\frac{x_{c.z.1.}}{d_{b.2}}} - 700 \right) \frac{N}{mm^2} = -370.39 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$M_{z.Rd} := h \cdot x_{c.z.} \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{b}{2} - \frac{x_{c.z.}}{2} \right) + \frac{A_{s.sarok} + A_{s.magasság}}{2} \cdot \begin{cases} f_{yd} & \text{if húzottvas} = \text{"megfolyik"} \\ |\sigma_{sv}| & \text{otherwise} \end{cases} \cdot \left(d_{b.1} - \frac{b}{2} \right) + \frac{A_{s.sarok} + A_{s.magasság}}{2} \cdot \begin{cases} f_{yd} & \text{if nyomottvas} = \text{"megfolyik"} \\ |\sigma_{sv}| & \text{otherwise} \end{cases} \cdot \left(\frac{b}{2} - d_{b.2} \right)$$

$$M_{z.Rd} = 1742.36 \cdot kNm$$

4.3.2 Y - Y tengely körüli ellenállás

$$N_{Ed.2} = 2465 \cdot kN$$

$$x_c = 0 \cdot mm$$

Given

$$N_{Ed.2} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} - f_{yd} \cdot \frac{A_{s.sarok} + A_{s.szélesség}}{2} + f_{yd} \cdot \frac{A_{s.sarok} + A_{s.szélesség}}{2}$$

$$x_{c.y} := \text{Find}(x_c) = 154.06 \cdot mm$$

$$\xi_{cv.y.} := \frac{x_{c.y.}}{d_{h.2}} = 2.23$$

nyomottvas :=	"megfolyik" if $\xi_{cv.y.} > \xi_{c0v}$ = "megfolyik"
	"rugalmas" otherwise

$$\xi_{c.y} := \frac{x_{c.y.}}{d_{h.1}} = 0.21$$

húzottvas :=	"megfolyik" if $\xi_{c.y} < \xi_{c0}$ = "megfolyik"
	"rugalmas" otherwise

$$x_{c,y} := 0$$

Given

$$N_{Ed,mn} = b_{mn} \cdot x_{c,y} \cdot f_{cd,mn} - f_{yd,mn} \cdot \frac{(A_{s,sarok,mn} + A_{s,szélesség,mn})}{2} \dots$$

$$+ \left(700 - \frac{560}{\frac{x_{c,y}}{d_{h,2,mn}}} \right) \cdot \frac{(A_{s,sarok,mn} + A_{s,szélesség,mn})}{2}$$

$$x_{c,y,1} := \text{Find}(x_{c,y}) \rightarrow (-68.763332171812201658 \quad 151.37850272500866878)$$

$$x_{c,y,1} := 151.61 \text{ mm}$$

$$\xi_{cv,y,1} := \frac{x_{c,y,1}}{d_{h,2}} = 2.2$$

nyomottvas _y :=	"megfolyik" if $\xi_{cv,y,1} > \xi_{c0v}$ = "megfolyik"
	"rugalmas" otherwise

$$\xi_{c,y,1} := \frac{x_{c,y,1}}{d_{h,1}} = 0.21$$

húzottvas _y :=	"megfolyik" if $\xi_{c,y,1} < \xi_{c0}$ = "megfolyik"
	"rugalmas" otherwise

$$\sigma_{sv,1} := \left(\frac{560}{\frac{x_{c,y,1}}{d_{h,2}}} - 700 \right) \frac{N}{\text{mm}^2} = -445.14 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$M_{y,Rd} := b \cdot x_{c,y} \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{x_{c,y}}{2} \right) \dots$$

$$+ \frac{A_{s,sarok} + A_{s,szélesség}}{2} \cdot \begin{cases} f_{yd} & \text{if húzottvas} = \text{"megfolyik"} \\ |\sigma_{sv,1}| & \text{otherwise} \end{cases} \cdot \left(d_{h,1} - \frac{h}{2} \right) \dots$$

$$+ \frac{A_{s,sarok} + A_{s,szélesség}}{2} \cdot \begin{cases} f_{yd} & \text{if nyomottvas} = \text{"megfolyik"} \\ |\sigma_{sv,1}| & \text{otherwise} \end{cases} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_{h,2} \right)$$

$$M_{y,Rd} = 2051.5 \cdot \text{kNm}$$

4.3.3 A normálerő hatása

$\frac{N_{Ed}}{N'_{u}}$	$\leq 0,1$	0,7	1
α	1	1,5	2

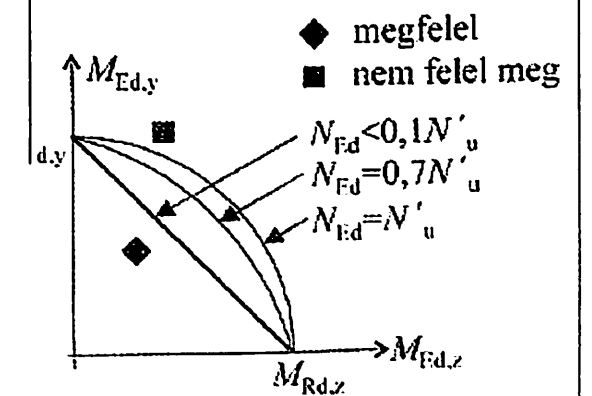
$$N_{uv} = 20831.55 \cdot \text{kN}$$

$$n_1 := \frac{N_{Ed.2}}{N_{uv}} = 0.12$$

$$n_2 := n_1$$

$$n_3 := \frac{N_{Ed.3.a}}{N_{uv}} = 0.08$$

$$a_1 := \begin{cases} 1 & \text{if } n_1 \leq 0.1 \\ \left[\frac{1.5 - 1}{0.7 - 0.1} \cdot (n_1 - 0.1) + 1 \right] & \text{if } 0.1 < n_1 \leq 0.7 \\ \left[\frac{2 - 1.5}{1 - 0.7} \cdot (n_1 - 0.7) + 1.5 \right] & \text{if } 0.7 < n_1 \leq 1 \\ 2 & \text{if } n_1 > 1 \end{cases} = 1.02$$



4.4 Teherbírás ellenőrzése

$$F_h := \left(\frac{M_{y.Ed.2.}}{M_{Rd.2.y}} \right)^{a_1} + \left(\frac{M_{z.Ed.2.}}{M_{Rd.2.z}} \right)^{a_1} \quad F_{h.} = 92. \%$$

kéttengelyű_hajlítás :=	"Megfelel" if $F_{h.} < 1$	= "Megfelel"
	"Nem felel meg" otherwise	

5. Nyírási vasalás tervezése

5.1 Nyírási igénybevétel

$$V_{Ed,z} := 54 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} := 9 \text{ kN}$$

5.2 Oszlop ellenőrzése nyírásra

5.2.1 Méretezett nyírási vasalást nem tartalmazó keresztmetszet nyírási teherbírása

$$k := \min \left(2, 1 + \sqrt{\frac{200}{d_{b,1}}} \right) = 1.61$$

$$k_y := \min \left(2, 1 + \sqrt{\frac{200}{d_{b,2}}} \right) = 2$$

$$\rho_l := \frac{A_{s,alk}}{b \cdot h} = 0.04 < 0.02$$

$$\rho_{l,y} := \frac{A_{s,alk}}{b \cdot h} = 0.04 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} := \min \left(\frac{\max(N_{Ed})}{b \cdot h}, 0.2 \cdot f_{cd} \right) = 5.14 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\nu_{min} := 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.45$$

$$V_{Rd,c} := \max \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot \frac{f_{ck}}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \right] \cdot b \cdot h, \left(\nu_{min} + 0.15 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \right) \cdot b \cdot h \right] \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$V_{Rd,c} = 867.91 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Rd,c,y} := \max \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k_y \cdot \left(100 \cdot \rho_{l,y} \cdot \frac{f_{ck}}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \right] \cdot b \cdot h, \left(\nu_{min} + 0.15 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \right) \cdot b \cdot h \right] \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$V_{Rd,c,y} = 987.15 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Ed,z} = 54 \cdot \text{kN} < V_{Rd,c} = 867.91 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Ed,y} = 9 \cdot \text{kN} < V_{Rd,c,y} = 987.15 \cdot \text{kN}$$

Nyírásra :=	"Megfelel." if $V_{Ed,z} < V_{Rd,c} \wedge V_{Ed,y} < V_{Rd,c,y}$ = "Megfelel."
	"Nem felel meg!" otherwise

6. Szerkesztési szabályok ellenőrzése

6.1 Hosszvasalásra vonatkozó szabályok

Minimális vasmenyiség:

$$A_{s,min.} := \max\left(\frac{0.1 \cdot \max(N_{Ed})}{f_{yd}}, 0.002 \cdot A_{s,alk}\right) = 566.95 \cdot \text{mm}^2 < A_{s,alk} = 18472.56 \cdot \text{mm}^2$$

Megfelel !

Maximális vasmenyiség:

$$A_{s,max.} := 0.04 \cdot A_c = 19200 \cdot \text{mm}^2 > A_{s,alk} = 18472.56 \cdot \text{mm}^2$$

Megfelel !

6.2 Kengyeltávolság

$$s_{s,max} := \min(12 \cdot \phi, \min(h, b), 400 \text{ mm}) = 336 \cdot \text{mm}$$

A kengyelek kiosztásának 240 mm-nél sűrűbbnek kell lennie.

$$s_{s,alk} := 200 \text{ mm}$$

X. Rövidkonzol számítása

1. Alapadatok

1.1 Anyagok, egyidejűségi és biztonsági tényezők

Beton: C 40/50-XC2-16-F3

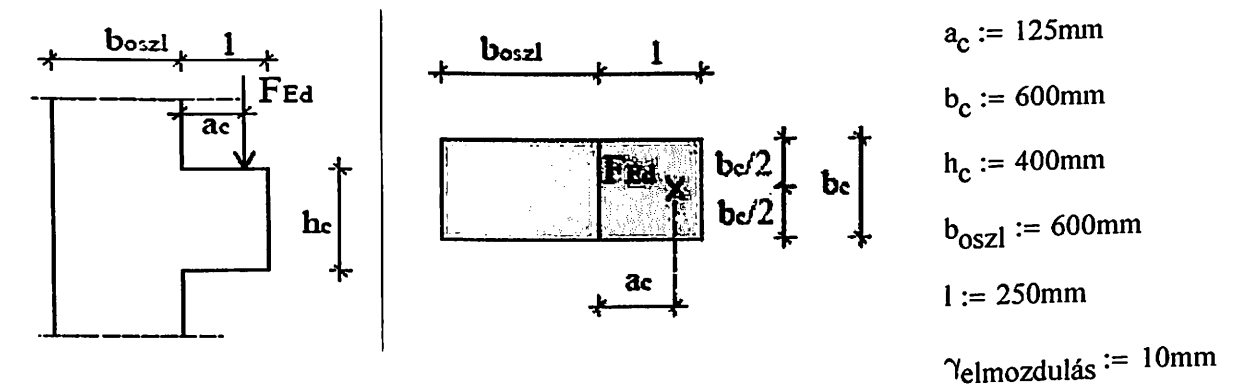
$$\gamma_c := 1.5 \quad f_{ck} := 40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 26.667 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad c_{nom} := 30\text{mm} \quad d_g := 16\text{mm}$$

Betonacél: B 500B

$$\gamma_s := 1.15 \quad f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\phi_s := 16\text{mm} \quad \phi_{sz} := 10\text{mm} \quad \phi_k := 8\text{mm}$$

1.2 Geometria



1.3 Igénybevételek (Axis VM)

$$F_{Ed} := 416\text{kN}$$

1.4 Geometriai méretek ellenőrzése

$$d := h_c - \left(\frac{\phi_s}{2} + \phi_k + c_{nom} + \gamma_{elmozdulás} \right) = 344 \cdot \text{mm} \quad z_s := 0.8 \cdot d = 275.2 \cdot \text{mm}$$

"Konzolként méretezhető" if $z_s > a_c$ = "Konzolként méretezhető" "Nem megfelelő geometria!" otherwise
--

$$\tan \Theta := \frac{z_s}{a_c} = 2.202 \quad \Theta := \begin{cases} \text{atan}\left(\frac{z_s}{a_c}\right) & \text{if } 45\text{deg} \leq \text{atan}\left(\frac{z_s}{a_c}\right) \leq 68\text{deg} = 65.57 \cdot \text{deg} \\ 45\text{deg} & \text{if } 45\text{deg} > \text{atan}\left(\frac{z_s}{a_c}\right) \\ 68\text{deg} & \text{otherwise} \end{cases}$$

2. Rövidkonzol méretezése

2.1 Ferde beton rácsrúd teherbírásának ellenőrzése

$$F_{Ed} = 416 \cdot \text{kN}$$

$$H_{Ed} := 0.1 \cdot F_{Ed} = 41.6 \cdot \text{kN}$$

N_c hatásvonal távolsága a bal alsó sarkától:

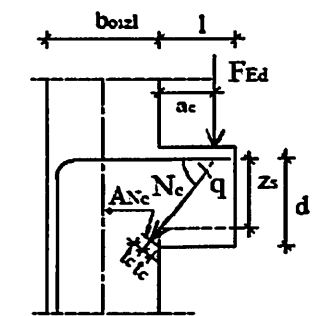
$$t_c := (d - z_s) \cdot \cos(\Theta) = 28.45 \cdot \text{mm}$$

$$A_{Nc} := 2 \cdot t_c \cdot b_c = 341.43 \cdot \text{cm}^2$$

$$N_{Rd} := A_{Nc} \cdot f_{cd} = 910.48 \cdot \text{kN}$$

$$N_C := \frac{F_{Ed} \cdot \frac{a_c}{z_s} + H_{Ed}}{\cos(\Theta)} = 557.49 \cdot \text{kN}$$

Nyomott_ferde_bet_teherbirasa = "Megfelel, $N_{Rd} > N_C$ "



2.2 Vasalás tervezése

$$F_s := F_{Ed} \cdot \frac{a_c}{z_s} + H_{Ed} = 230.55 \cdot \text{kN}$$

$$A_{s,min} := \frac{F_s}{f_{yd}} = 530.27 \cdot \text{mm}^2 \quad \text{Fővas számainak száma: } n_s := 4 \quad \phi_s = 16 \cdot \text{mm}$$

$$A_{s,alk} := n_s \cdot \frac{\phi_s^2 \cdot \pi}{4} = 804.25 \cdot \text{mm}^2$$

"Vízszintes kengyel kell!" if $a_c \leq 0.5 \cdot h_c$ = "Vízszintes kengyel kell!"
 "Függőleges kengyel is kell!" otherwise

Vízszintes kengyel összmenyisége:

$$A_{s,vsz} := 0.25 \cdot A_{s,alk} = 201.06 \cdot \text{mm}^2$$

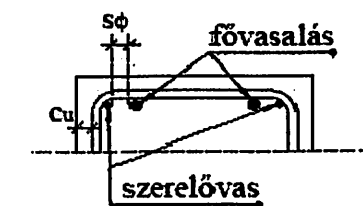
Függőleges kengyel összmenyisége:

$$A_{s,fugg} := 0.5 \cdot \frac{F_{Ed}}{f_{yd}} = 478.4 \cdot \text{mm}^2$$

Hosszanti acélbetétek közötti minimális távolság:

$$s_{\phi min} := \max(d_g + 5 \text{ mm}, \phi_s, 20 \text{ mm}) = 21 \cdot \text{mm}$$

Alkalmazott távolság: $s_{\phi} := 22 \text{ mm}$



2.3 Lehorgonyzás ellenőrzése

2.3.1 A húzott vas lehorgonyzási hosszának meghatározása

A teljes lehorgonyzási hossz:

$$l_{b_{rqd}} := \frac{\phi_s \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} = 470.04 \cdot \text{mm} \quad f_{bd} := 3.7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nettó lehorgonyzási hossz:

$\alpha_l := 1$	$l_{b_d} := \alpha_l \cdot l_{b_{rqd}} = 470 \cdot \text{mm}$	Egyenes végű acélbetét esetén
$\alpha_{l_k} := 0.7$	$l_{b_{d,k}} := \alpha_{l_k} \cdot l_{b_{rqd}} = 329 \cdot \text{mm}$	Kampózott végű acélbetét esetén
$\alpha_{l_k} = 0.7$	$l_{b_{eq}} := \alpha_{l_k} \cdot l_{b_{rqd}} = 329 \cdot \text{mm}$	Egyenértékű lehorgonyzási hossz kampózás esetén

2.3.2 A lehorgonyzás ellenőrzése a megtámasztó szerkezet irányában

$$d_{oszl} := b_{oszl} - \left(\frac{\phi_s}{2} + \phi_k + c_{nom} \right) = 564 \cdot \text{mm}$$

$$a_{oszl} := \frac{\phi_s}{2} + \phi_k + c_{nom} = 36 \cdot \text{mm}$$

Rendelkezésre álló lehorgonyzási hossz:

$d_{oszl} - a_{oszl} = 528 \cdot \text{mm} . <$	$l_{b_d} = 470 \cdot \text{mm}$	Hosszacélt az oszlopnál kampózni kell!
$. <$	$l_{b_{eq}} = 329 \cdot \text{mm}$	Az $l_{b_{d,k}}$ lehorgonyzási hosszat a tengelyvonalon kell kimérni.

2.3.3 Hajlítási átmérők:

Belső hajlítási átmérő: $\phi_{hajl.b} := 4 \cdot \phi_s = 64 \cdot \text{mm}$

Acéltengelyen mérve a hajlítási átmérő: $\phi_{hajl} := 4 \cdot \phi_s + \frac{\phi_s}{2} = 72 \cdot \text{mm}$

Hajlítási ívhossz: $l_{iv} := \frac{\phi_{hajl} \cdot \pi}{4} = 56.55 \cdot \text{mm}$

Vas- átmérő	Minimális hajlítási átmérő
$\phi \leq 16 \text{mm}$	4ϕ
$\phi > 16 \text{mm}$	7ϕ

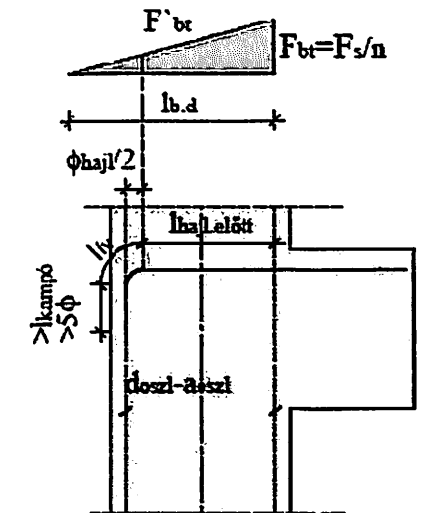
2.3.4 Az oszlop hosszacélja és hajlítási pont távolsága

$$l_{hajl.elött} := d_{oszl} - a_{oszl} - \frac{\phi_{hajl}}{2} = 492 \cdot \text{mm}$$

$$l_{b.d.k} = 329 \cdot \text{mm} \quad \text{tengelyvonalában mért lehorgonyzási hossz biztosításához meghajlítás után legalább}$$

$$l_{kampó} := l_{b.d.k} - (l_{hajl.elött} + l_{iv}) = -220 \cdot \text{mm}$$

hosszra van szükség.



Mivel ez a távolság kisebb mint $5 \cdot \phi_s = 80 \cdot \text{mm}$ -ért a hajlítási sugarát nem kell ellenőriznünk.

2.3.5 Lehorgonyzás ellenőrzése a konzol szabad vége felé:

Fővasalásban a húzóerő: $F_{bt} := \frac{F_s}{n_s} = 57.64 \cdot \text{kN}$

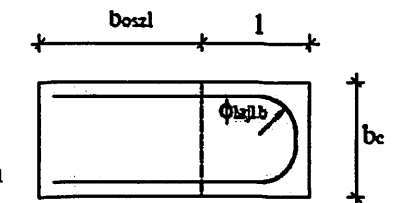
Fővasalás tengelyének függőleges távolsága a beton szélétől:

$$a_b := \frac{\phi_s}{2} + \phi_k + c_{nom} = 36 \cdot \text{mm}$$

Legkisebb belső hajlítási átmérő:

$$\phi_{m.min} := \frac{F_{bt}}{f_{cd}} \cdot \left(\frac{1}{a_b} + \frac{1}{2 \cdot \phi_s} \right) = 127.58 \cdot \text{mm}$$

$$\phi_{hajl.b} := 200 \text{ mm}$$



Szükséges hossz a hosszacél visszafordításához:

$$l_v := \frac{\phi_{hajl.b}}{2} + \phi_s + \phi_k + c_{nom} = 144 \cdot \text{mm} > l - a_c = 125 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta l := l_v - (l - a_c) = 19 \cdot \text{mm}$$

Hajlítási_hossz :=	"Megfelel " if $l_v < l - a_c$ = "Nem felel meg!"
	"Nem felel meg!" otherwise

Szükséges tartószélesség a visszafordításhoz:

$$l_{t.v} := \phi_{hajl.b} + 2 \cdot \phi_s + 4 \cdot \phi_k + 2 \cdot s_\phi + 2 \cdot c_{nom} = 348 \cdot \text{mm} < b_c = 600 \cdot \text{mm}$$

Konzolméret :=	"Megfelel " if $l_{t.v} < b_c$ = "Megfelel "
	"Nem felel meg!" otherwise

2.4 Kengyelezés mennyiségének meghatározása

$a_c = 125 \cdot \text{mm} \quad .> \quad 0.5 \cdot h_c = 200 \cdot \text{mm}$ Vízszintes és függőleges kengyelezés is szükséges.

$$\Sigma A_{s\text{link}} := 0.25 \cdot A_{s\text{alk}} = 201.06 \cdot \text{mm}^2 \quad 3 \text{ db } \phi 8 \text{ as kengyelt alkalmazunk}$$

$$n_k := 3 \quad \phi_{k.} := 8 \text{ mm} \quad A_{s\text{link}} := \frac{n_k \cdot 2 \cdot \phi_{k.}^2 \cdot \pi}{4} = 301.59 \cdot \text{mm}^2 \quad f_{ctd} := 1.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

2.4.1 Beton nyírási teherbírása

$$k := \min \left(1 + \sqrt{\frac{200}{\frac{d}{\text{mm}}}}, 2 \right) = 1.762 \quad v_{\min} := 0.035 \cdot k^{\left(\frac{3}{2}\right)} \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^{\left(\frac{1}{2}\right)} = 0.518$$

$$z := 0.9 \cdot d = 309.6 \cdot \text{mm}$$

$$\rho := \min \left(\frac{A_{s\text{alk}}}{b_c \cdot d}, 0.02 \right) = 3.897 \times 10^{-3} \quad v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \right) = 0.504$$

2.4.2 Nyírási teherbírás számítása 1. számítási módszer

Beton által felvehető nyíróerő:

$$V_{Rd,c} := \max \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho \cdot \frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^{\left(\frac{1}{3}\right)} \cdot \frac{b_c}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} \cdot \text{N} \right] = 109.04 \cdot \text{kN} \quad .< \quad F_{Ed} = 416 \cdot \text{kN}$$

Függőleges_kengyelezés = "szükséges "

2.4.3 Nyírási teherbírás számítása 2. számítási módszer

$$d = 344 \cdot \text{mm} \quad \rho = 0.004 \quad c_0 := 0.34 + \frac{0.371 - 0.34}{400 - 300} \cdot \left(400 - \frac{d}{\text{mm}} \right) = 0.357$$

$$V_{Rd,c2} := c_0 \cdot b_c \cdot d \cdot f_{ctd} = 118.01 \cdot \text{kN} \quad .< \quad F_{Ed} = 416 \cdot \text{kN}$$

Függőleges_kengyelezés = "szükséges "

2.4.4 Függőleges kengyelezés meghatározása:

$$\Sigma A_{s.link.min} := 0.5 \cdot \frac{F_{Ed}}{f_{yd}} = 478.4 \cdot mm^2 \quad n_k := 3 \quad \phi_k = 8 \cdot mm$$

$$A_{s.link} := \frac{n_k \cdot 2 \cdot \phi_k^2 \cdot \pi}{4} = 301.59 \cdot mm^2$$

$$s_{link} := \frac{a_c}{n_k - 1} = 62.5 \cdot mm$$

$$V_{Rd.S} := \frac{z}{s_{link}} \cdot A_{s.link} \cdot f_{yd} = 649.55 \cdot kN > F_{Ed} = 416 \cdot kN$$

Nyírási_tetherbírásra = "Megfelel "

XI. Ipari Padló méretezése

1. Padló adatai

1.1 Bemeneti adatok

padló vastagság: $h := 220\text{mm}$

C25/30-XC2-24-F3 betonjellemzői.

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

$$f_{ctm} := 2.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

ágyazási tényező:

$$k := 0.09 \frac{\text{N}}{\text{mm}^3}$$

$$v := 2 \quad \gamma_m := 1.5$$

1.2 Kimeneti adatok

beton hajlító-húzószilárdsága:

$$f_{ctd.fl} := \frac{f_{ctm} \cdot \left(1.6 - \frac{h}{1000\text{mm}}\right)}{\gamma_m} = 2.392 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

beton rugalmassági modulusa:

$$E_{cm} := 31 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

relatív merevségi sugár:

$$l := \left[\frac{E_{cm} \cdot h^3}{12 \cdot (1 - v^2) \cdot k} \right]^{0.25}$$

Westergaard féle törésmechanikai számítás alapját képező relatív merevségi sugár.

2. Terhelési felület adatai

2.1 Bemeneti adatok

relatív merevségi sugár:

$$l = 631.71 \cdot \text{mm}$$

polcláb szélessége:

$$d := 100\text{mm}$$

2.2 Kimeneti adatok

terhelési felület egyenértékű sugara:

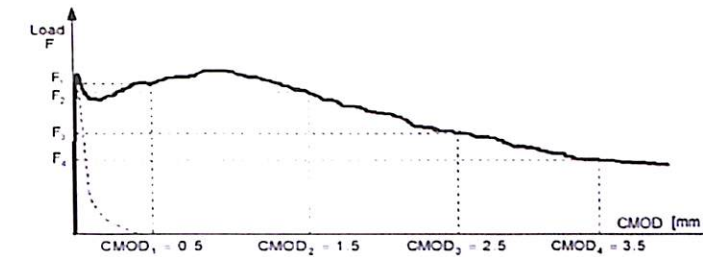
$$a := \sqrt{\frac{d^2}{\pi}} = 56.42 \cdot \text{mm}$$

terhelési felület aránya a merevséghez:

$$\frac{a}{l} = 0.089$$

3. Nyomatéki teherbírás számítása

A makro szálakkal erősített ipari padló számításának alapja az EN 14845 gerendakísérlet, amelyből meghatározható az adott szál erő-CMOD görbéje.

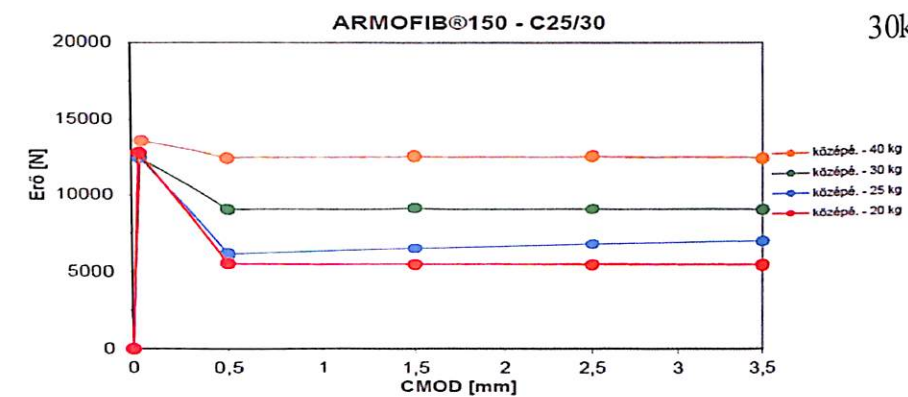


M12. ábra: Tipikus erő-CMOD (Crack Mouth Opening Displacement - repedéstágasság) diagram (RILEM [6] szerint)

$$f_{R,j} := \frac{3 \cdot F_j \cdot l}{2 \cdot b \cdot h_{sp}^2}$$

Ahol:

- $f_{R,j}$ adott CMOD értékhez tartozó maradó hajlító-húzószilárdság középértéke [MPa]
- F_1 CMOD₁ = 0.5 értékhez tartozó erő középértéke [N]
- F_2 CMOD₁ = 1.5 értékhez tartozó erő középértéke [N]
- F_3 CMOD₁ = 2.5 értékhez tartozó erő középértéke [N]
- F_4 CMOD₁ = 3.5 értékhez tartozó erő középértéke [N]
- l a vizsgált gerenda támaszköze [mm] = 500mm
- b a vizsgált gerenda szélessége [mm] = 150mm
- h_{sp} a vizsgált gerenda magassága a bemetszéstől mérve [mm] = 125mm



30kg-hoz tartozó értékek:

$F_1 := 9201\text{N}$
 $F_2 := 10079\text{N}$
 $F_3 := 9657\text{N}$
 $F_4 := 9042\text{N}$

$$f_{R1} := \frac{3 \cdot F_1 \cdot l_g}{2 \cdot b \cdot h_{sp}^2} = 2.94 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{R2} := \frac{3 \cdot F_2 \cdot l_g}{2 \cdot b \cdot h_{sp}^2} = 3.23 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{R3} := \frac{3 \cdot F_3 \cdot l_g}{2 \cdot b \cdot h_{sp}^2} = 3.09 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{R4} := \frac{3 \cdot F_4 \cdot l_g}{2 \cdot b \cdot h_{sp}^2} = 2.89 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

3.1 Száladagolás megválasztása, σ_{r1} és σ_{r4} értékek felvétele

Átlagos tengelyirányú húzószilárdság meghatározására a RILEM TC162 (6) ad ajánlást a két különböző CMOD értéknél (0,5 és 3,5):

$$\text{Maradó húzó hajlítószilárdság CMOD.1 :} \quad \sigma_{r1} := 0.45 \cdot f_{R1} = 1.325 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Maradó húzó hajlítószilárdság CMOD.4 :} \quad \sigma_{r4} := 0.37 \cdot f_{R4} = 1.071 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

3.2 Nyomatéki teherbírások

$$\text{Pozitív nyomatéki teherbírás:} \quad M_p := \frac{h^2}{\gamma_m} \cdot (0.29 \cdot \sigma_{r4} + 0.16 \sigma_{r1}) = 16.86 \cdot \text{kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$\text{Negatív nyomatéki teherbírás:} \quad M_n := f_{ctd.fl} \cdot \frac{h^2}{6} = 19.30 \cdot \text{kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

3.3 Ellenőrzés pontteherre

Talpak távolsága egymástól 100x25x100 cm, ahol a két polc egymásnak háttal van támasztva. A polcláb teher 100 kN pontszerűteher, de 2h távolságnál közelebb van a két polcláb. Ahol h=220 mm a padló vastagsága.

Egymásnak támasztott polclábak vizsgálata:

pontteher tervezési értéke: $P := 200 \text{ kN}$

Teher a belső mezőn:

$$\frac{a_0}{l_0} = 0 \quad p_{u,0} := 2 \cdot \pi \cdot (M_p + M_n) = 227.16 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{a_1}{l_1} > 0.2 \quad p_{u,2} := \frac{4 \cdot \pi \cdot (M_p + M_n)}{1 - \left(\frac{a}{3 \cdot l}\right)} = 468.26 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Interpolálva } a/l=0.889: \quad p_{u,0.889} := p_{u,0} + (p_{u,2} - p_{u,0}) \cdot \frac{a}{l} \cdot \frac{1}{0.2} = 334.82 \cdot \text{kN} \quad .>P$$

Ellenőrzés_pontteherre_belső_mezőn :=	"Megfelel" if $P < p_{u,0.889}$ = "Megfelel"
	"Nem felel meg" otherwise

Téher a szabad szélén:

$$p_{u,0s} := \left[\pi \cdot \frac{(M_p + M_n)}{2} + 2 \cdot M_n \right] = 95.38 \cdot \text{kN}$$

$$p_{u,2s} := \frac{\pi \cdot (M_p + M_n) + 4M_n}{1 - \left(\frac{2a}{3 \cdot l} \right)} = 202.84 \cdot \text{kN}$$

Interpolálva $a/l=0.889$: $p_{u,0.088.s} := p_{u,0} + (p_{u,2} - p_{u,0}) \cdot \frac{a}{l} \cdot \frac{1}{0.2} = 334.82 \cdot \text{kN} \quad .>P$

Ellenőrzés_pontteherre_szabad_szélén :=	"Megfelel" if $P < p_{u,0.088.s}$ = "Megfelel"
	"Nem felel meg" otherwise

3.4 Ellenőrzés két pontteherre (iker polcláb)

Két egymástól 100 cm-re lévő polcláb vizsgálata:

pontterhek tervezési értéke: $P_1 := 200 \text{ kN}$ $P_2 := 200 \text{ kN}$

pontterhek közti távolság: $x := 1000 \text{ mm} \quad .> 2 \cdot h = 440 \cdot \text{mm}$

Két_pontteherre_számlható :=	"Megfelel" if $2 \cdot h < x$ = "Megfelel"
	"Nem felel meg" otherwise

Téher a belső mezőn:

$$\frac{a_0}{l_0} = 0 \quad p_{u,2.0} := \left(2 \cdot \pi + 1.8 \cdot \frac{x}{l} \right) \cdot (M_p + M_n) = 330.174 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{a_1}{l_1} > 0.2 \quad p_{u,2.2} := \left[\frac{4 \cdot \pi}{1 - \left(\frac{a}{3 \cdot l} \right)} + \frac{1.8 \cdot x}{1 - \left(\frac{a}{2} \right)} \right] \cdot (M_p + M_n) = 576.09 \cdot \text{kN}$$

Interpolálva $a/l=0.889$: $p_{u,2.0.088} := p_{u,2.0} + (p_{u,2.2} - p_{u,2.0}) \cdot \frac{a}{l} \cdot \frac{1}{0.2} = 439.99 \cdot \text{kN} \quad .>P$

Ellenőrzés_2pontteherre_belső_mezőn :=	"Megfelel" if $P_1 < p_{u,2.0.088}$ = "Megfelel"
	"Nem felel meg" otherwise

3.5 Ellenőrzés felületen megoszló teherre

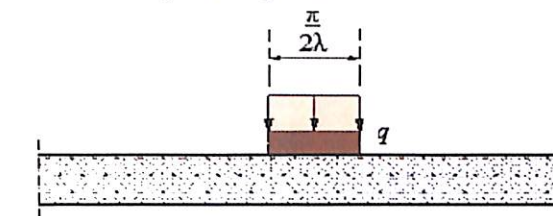
felületen megoszló teher értéke: $p_m := 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

karakterisztikus hossz: $\lambda := \left(\frac{3 \cdot k}{E_{cm} \cdot h^3} \right)^{0.25} = 0.95 \frac{\text{m}}{\text{m}}$

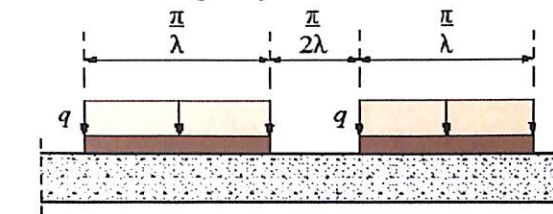
Maximális felületen megoszló q teher értéke $q := 5.95 \cdot \lambda^2 \cdot M_n = 103.83 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Ellenőrzés_megoszló_teherre :=	"Megfelel" if $p_m < q$	= "Megfelel"
	"Nem felel meg" otherwise	

Maximális pozitív nyomaték



Maximális negatív nyomaték



Maximális nyomatékok felületen megoszló terhelés esetében

További ellenőrzések :

Keréknyomásra (100kN-os első tengelyes terhelés 50-50kN dinamikus teher) és átszúródásra nem szükséges vizsgálni az ipari padlót, mivel nem ad mértékadó igénybevételt.

XII. PA.16 pontalap tervezése

Alaptest alatti talajtörés ellenőrzése drénezett terhelés feltételezésével

1. Adatok

1.1 Alapadatok

1.1.1 Térszín

$$GL := 136.0\text{m}$$

$$GWL_d := 129\text{m}$$

1.1.2 Alapozási sík

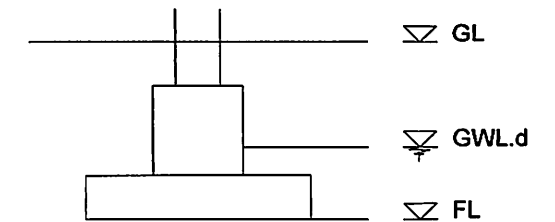
$$FL := 133\text{m}$$

1.1.3 Biztonsági tényezők

$$\gamma_G := 1.35$$

$$\gamma_Q := 1.5$$

$$\gamma_R := 1.4$$



1.2 Anyagjellemzők

1.2.1 Talajvíz

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

1.2.2 Talaj

$$\gamma_{n1} := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{t1} := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$c_1 := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\Phi_1 := 15\text{deg}$$

γ_n nedves térfogatsúly

c_1 hatékony kohézió

γ_t telített térfogatsúly

Φ_1 hatékony súrlódási szög

1.2.3 Beton

$$\gamma_{vb} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

1.3 Alaptest geometria, terhek

Alapszélesség:

$$B := 4.5\text{m}$$

Kehelynyak szélessége:

$$b := 1.90\text{m}$$

Alaphosszúság (főirány):

$$L := 5\text{m}$$

Kehelynyak hossza:

$$l := 1.40\text{m}$$

Alaptest magassága:

$$h := 1.00\text{m}$$

Padlóterhelés: $p := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $P := \gamma_Q \cdot B \cdot L \cdot p = 675 \cdot \text{kN}$

Padló vastagsága: $v_{\text{padló}} := 0.22 \text{m}$

Padló súlya: $G_p := \gamma_G \cdot B \cdot L \cdot v_{\text{padló}} \cdot \gamma_{vb} = 167.06 \cdot \text{kN}$

1.3.1 Alaptest feletti föld súlya:

$$G_f := \gamma_G \cdot (B \cdot L - b \cdot l) \cdot [\gamma_{n1} \cdot (GL - FL - h - v_{\text{padló}})] = 905.83 \cdot \text{kN}$$

1.3.2 Alaptest súlya:

$$G_a := \gamma_G \cdot B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_{vb} = 759.38 \cdot \text{kN}$$

1.3.3 Felhajtóerő nagysága

$$F_t := \gamma_G \cdot B \cdot L \cdot \gamma_w \cdot \begin{cases} \min[(GWL_d - FL), (GL - FL)] & \text{if } FL \leq GWL_d \\ 0 \text{m} & \text{otherwise} \end{cases} = 0 \cdot \text{kN}$$

1.4 Alapra jutó igénybevételek (Axis VM)

1.4.1 Kiemelt szélteher esete

Függőleges támaszerő:

Maximális

Minimális

Vízszintes támaszerők

Támasznyomatékok

Felszerkezet terhei

$$F_{f,\text{max}} := 4950 \text{kN}$$

$$F_{f,\text{min}} := 1689 \text{kN}$$

$$F_{L,v} := 34 \text{kN}$$

$$F_{B,v} := 17 \text{kN}$$

$$M_L := 417 \text{kNm}$$

$$M_B := 100 \text{kNm}$$

1.4.2 Szeizmikus teher esete

Függőleges támaszerő

Vízszintes támaszerők

Támasznyomatékok

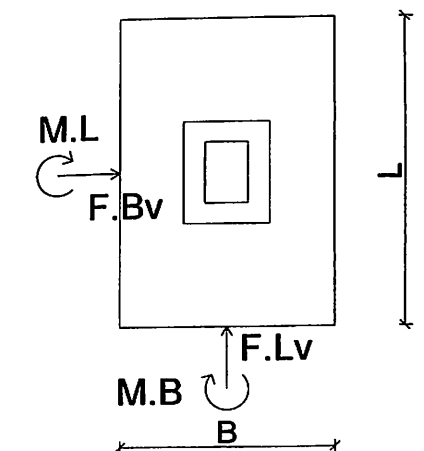
$$F_{f,F} := 2364 \text{kN}$$

$$F_{L,v,F} := 145 \text{kN}$$

$$F_{B,v,F} := 142 \text{kN}$$

$$M_{L,F} := 926 \text{kNm}$$

$$M_{B,F} := 540 \text{kNm}$$



1.4.3 Talajra adódó teher tervezési értéke

$$V_{d,max} := F_{f,max} + P + G_p + G_f + G_a - F_t = 7457.27 \cdot \text{kN}$$

$$V_{d,min} := F_{f,min} + \frac{G_p + G_f + G_a - F_t}{\gamma_G} = 3046.24 \cdot \text{kN}$$

$$V_{d,F} := F_{f,F} + \frac{P}{\gamma_Q} + \frac{G_p + G_f + G_a - F_t}{\gamma_G} = 4171.24 \cdot \text{kN}$$

Maximális függőleges tehernél

$$e_{L,k} := \frac{M_L + F_{L,v} \cdot h}{V_{d,max}} = 60.478 \cdot \text{mm}$$

$$e_{B,k} := \frac{M_B + F_{B,v} \cdot h}{V_{d,max}} = 15.69 \cdot \text{mm}$$

Minimális függőleges tehernél

$$e_{L,k,2} := \frac{M_L + F_{L,v} \cdot h}{V_{d,min}} = 148.05 \cdot \text{mm}$$

$$e_{B,k,2} := \frac{M_B + F_{B,v} \cdot h}{V_{d,min}} = 38.41 \cdot \text{mm}$$

Szeizmikus tehernél

$$e_{L,k,F} := \frac{M_{L,F} + F_{L,v,F} \cdot h}{V_{d,F}} = 256.76 \cdot \text{mm}$$

$$e_{B,k,F} := \frac{M_{B,F} + F_{B,v,F} \cdot h}{V_{d,F}} = 163.50 \cdot \text{mm}$$

Külpontosságok

Külpontosság = "Alaptest szélesség 1/3-án belül van."

1.5 Az alap talajtörési ellenállása

	<u>Maximális függőleges teher</u> <u>L' irányú nyomaték</u>	<u>Minimális függőleges teher</u> <u>L' irányú nyomaték</u>
Hatékony alapszélesség	$B_{v,0} := B = 4.5 \text{ m}$	$B_{v,1} := B = 4.5 \text{ m}$
Hatékony alaphossz	$L_{v,0} := L - 2 \cdot e_{L,k} = 4.88 \text{ m}$	$L_{v,1} := L - 2 \cdot e_{L,k,2} = 4.7 \text{ m}$
Hatékony alapfelület	$A_{v,0} := B_{v,0} \cdot L_{v,0} = 21.96 \text{ m}^2$	$A_{v,1} := B_{v,1} \cdot L_{v,1} = 21.17 \text{ m}^2$
	<u>Maximális függőleges teher</u> <u>B' irányú nyomaték</u>	<u>Minimális függőleges teher</u> <u>B' irányú nyomaték</u>
Hatékony alapszélesség	$B_{v,2} := B - 2 \cdot e_{B,k} = 4.47 \text{ m}$	$B_{v,3} := B - 2 \cdot e_{B,k,2} = 4.42 \text{ m}$
Hatékony alaphossz	$L_{v,2} := L = 5 \text{ m}$	$L_{v,3} := L = 5 \text{ m}$
Hatékony alapfelület	$A_{v,2} := B_{v,2} \cdot L_{v,2} = 22.34 \text{ m}^2$	$A_{v,3} := B_{v,3} \cdot L_{v,3} = 22.12 \text{ m}^2$

Hatékony takarási feszültség

$$q_v := \begin{cases} \left[(GL - FL) \cdot \gamma_{n1} \right] & \text{if } GWL_d \leq FL \\ \left[\gamma_{n1} \cdot (GL - GWL_d) + (\gamma_{t1} - \gamma_w) \cdot (GWL_d - FL) \right] & \text{if } FL < GWL_d < GL \\ \left[(GL - FL) \cdot (\gamma_{t1} - \gamma_w) \right] & \text{if } GL \leq GWL_d \end{cases} = 57 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Alap alatti térfogatsúly:

$$\gamma_v := \gamma_{t1} = 19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Teherbírási tényezők

$$N_q := e^{\pi \cdot \tan(\Phi_1)} \cdot \left(\tan\left(45\text{deg} + \frac{\Phi_1}{2}\right) \right)^2 = 3.94$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\Phi_1) = 10.98$$

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\Phi_1) = 1.58$$

Alapfelület hajlásának tényezői

$$b_q := (1 - \alpha \cdot \tan(\Phi_1))^2 = 1$$

$$b_\gamma := b_q = 1$$

$$b_c := b_q - \frac{(1 - b_q)}{N_c \cdot \tan(\Phi_1)} = 1$$

Alap alakjának tényezői

$$s_q := 1 + \frac{B_v}{L_v} \cdot \sin(\Phi_1) = \begin{pmatrix} 1.24 \\ 1.25 \\ 1.23 \\ 1.23 \\ 1.24 \\ 1.24 \\ 1.24 \end{pmatrix}$$

$$s_\gamma := 1 - 0.3 \cdot \frac{B_v}{L_v} = \begin{pmatrix} 0.72 \\ 0.71 \\ 0.73 \\ 0.73 \\ 0.73 \\ 0.72 \\ 0.72 \end{pmatrix}$$

$$s_c := \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \begin{pmatrix} 1.32 \\ 1.33 \\ 1.31 \\ 1.31 \\ 1.32 \\ 1.32 \\ 1.32 \end{pmatrix}$$

Téher ferdeségének tényezői

$$m_L := \frac{2 + \frac{L_v}{B_v}}{1 + \frac{L_v}{B_v}} = \begin{pmatrix} 1.48 \\ 1.49 \\ 1.47 \\ 1.47 \\ 1.48 \\ 1.48 \\ 1.48 \end{pmatrix} \quad m_B := \frac{2 + \frac{B_v}{L_v}}{1 + \frac{B_v}{L_v}} = \begin{pmatrix} 1.52 \\ 1.51 \\ 1.53 \\ 1.53 \\ 1.52 \\ 1.52 \\ 1.52 \end{pmatrix}$$

m.B, ha a vízszintes erő B-vel párhuzamos
m.L, ha a vízszintes erő L-el párhuzamos

$$i_q = \left(1 - \frac{F_{L,v}}{F_{f,max} + A_v \cdot c_1 \cdot \cot(\Phi_1)} \right)^{m_L} \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{F_{L,v}}{F_{f,max} + A_v \cdot c_1 \cdot \cot(\Phi_1)} \right)^{m_L+1}$$

$$i_{q0} := \left(1 - \frac{F_{L,v}}{V_{d,max} + A_{v0} \cdot c_1 \cdot \cot(\Phi_1)} \right)^{m_{L0}} = 0.99$$

$$i_{\gamma0} := \left(1 - \frac{F_{L,v}}{V_{d,max} + A_{v0} \cdot c_1 \cdot \cot(\Phi_1)} \right)^{m_{L0}+1} = 0.99$$

$$i_q = \begin{pmatrix} 0.99 \\ 0.99 \\ 1 \\ 0.99 \\ 0.99 \\ 0.99 \\ 0.99 \end{pmatrix} \quad i_\gamma = \begin{pmatrix} 0.99 \\ 0.98 \\ 1 \\ 0.99 \\ 0.99 \\ 0.98 \\ 0.98 \end{pmatrix} \quad i_c := i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan(\Phi_1)} = \begin{pmatrix} 0.99 \\ 0.99 \\ 1 \\ 0.99 \\ 0.99 \\ 0.99 \\ 0.99 \end{pmatrix}$$

1.6 A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke

$$R_k(i) := A_{v_i} \cdot \left(q_v \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_{q_i} \cdot i_{q_i} + c_1 \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_{c_i} \cdot i_{c_i} + 0.5 \cdot \gamma_v \cdot B_{v_i} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_{\gamma_i} \cdot i_{\gamma_i} \right)$$

1.6.1 Talajtörési ellenállás tervezési értékeMaximális teher, hosszirányú nyomaték

$$R_{d,0} := \frac{R_k(0)}{\gamma_R} = 9607.60 \cdot \text{kN} \quad V_{d,\max} = 7457.27 \cdot \text{kN}$$

Minimális teher, hosszirányú nyomaték

$$R_{d,1} := \frac{R_k(1)}{\gamma_R} = 9260.23 \cdot \text{kN} \quad V_{d,\min} = 3046.24 \cdot \text{kN}$$

Maximális teher, keresztirányú nyomaték

$$R_{d,2} := \frac{R_k(2)}{\gamma_R} = 9751.83 \cdot \text{kN} \quad V_{d,\max} = 7457.27 \cdot \text{kN}$$

Minimális teher, keresztirányú nyomaték

$$R_{d,3} := \frac{R_k(3)}{\gamma_R} = 9597.01 \cdot \text{kN} \quad V_{d,\min} = 3046.24 \cdot \text{kN}$$

Maximális teher, kétirányú nyomaték

$$R_{d,4} := \frac{R_k(4)}{\gamma_R} = 9608.14 \cdot \text{kN} \quad V_{d,\max} = 7457.27 \cdot \text{kN}$$

Minimális teher, kétirányú nyomaték

$$R_{d,5} := \frac{R_k(5)}{\gamma_R} = 9264.92 \cdot \text{kN} \quad V_{d,\min} = 3046.24 \cdot \text{kN}$$

Szeizmikus teher

$$R_{d,6} := \frac{R_k(6)}{\gamma_R} = 8122.83 \cdot \text{kN} \quad V_{d,F} = 4171.24 \cdot \text{kN}$$

1.6.2 Talajtörési ellenállás tervezési értéke

Teherbírásra = "Megfelel" if $(V_{d,\max} < \min(R_{d,0}, R_{d,2}, R_{d,4})) \wedge$ and
 $(V_{d,\min} < \min(R_{d,1}, R_{d,3}, R_{d,5})) \wedge (V_{d,F} < R_{d,6})$

"Nem felel meg" otherwise

Teherbírásra = "Megfelel"

Maximális függőleges teher, hosszirányú nyomaték

Határfeszültség

$$\sigma_{H.0} := \frac{R_{d.0}}{A_{v_0}} = 437.59 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Mértékadó feszültség

$$\sigma_{M.0} := \frac{V_{d.\max}}{A_{v_0}} = 339.65 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Minimális függőleges teher, hosszirányú nyomaték

Határfeszültség

$$\sigma_{H.1} := \frac{R_{d.1}}{A_{v_1}} = 437.47 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Mértékadó feszültség

$$\sigma_{M.1} := \frac{V_{d.\min}}{A_{v_1}} = 143.91 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Maximális függőleges teher, keresztirányú nyomaték

Határfeszültség

$$\sigma_{H.2} := \frac{R_{d.2}}{A_{v_2}} = 436.46 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Mértékadó feszültség

$$\sigma_{M.2} := \frac{V_{d.\max}}{A_{v_2}} = 333.76 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Minimális függőleges teher, keresztirányú nyomaték

Határfeszültség

$$\sigma_{H.3} := \frac{R_{d.3}}{A_{v_3}} = 433.94 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Mértékadó feszültség

$$\sigma_{M.3} := \frac{V_{d.\min}}{A_{v_3}} = 137.74 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Maximális függőleges teher, kétirányú szél

Határfeszültség

$$\sigma_{H.4} := \frac{R_{d.4}}{A_{v_4}} = 436.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Mértékadó feszültség

$$\sigma_{M.4} := \frac{V_{d.\max}}{A_{v_4}} = 338.80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Minimális függőleges teher, kétirányú szél

Határfeszültség

$$\sigma_{H.5} := \frac{R_{d.5}}{A_{v_5}} = 434.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Mértékadó feszültség

$$\sigma_{M.5} := \frac{V_{d.\min}}{A_{v_5}} = 142.95 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Szeizmikus teher esetén

Határfeszültség

$$\sigma_{H.6} := \frac{R_{d.6}}{A_{v_6}} = 433.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Mértékadó feszültség

$$\sigma_{M.6} := \frac{V_{d.F}}{A_{v_6}} = 222.80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Megengedett határfeszültség:

$$\sigma_H := 350 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Legnagyobb mértékadó feszültség:

$$\sigma_{\max} = 339.65 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Feszültség = "Megfelel"

Teherbírásra = "Megfelel"

Külpontosság = "Alaptest szélesség 1/3-án belül van."

Összes feltétel ellenőrzése = "Megfelel"

2. Szerkezet jellemző paraméterei

2.1 Bevasalandó keresztmetszet

Alapszélesség:	$B = 4.5 \text{ m}$	Kehelynyak szélessége:	$b = 1.9 \text{ m}$
Alaphosszúság (főirány):	$L = 5 \text{ m}$	Kehelynyak hossza:	$l = 1.4 \text{ m}$
Alaptest magassága:	$h = 1 \text{ m}$		

2.2 Anyag jellemzők

Beton: C25/30-XC2-16-F2	$f_{cd} := 16.7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	
Betonacél: B500B (B60.50)	$f_{yd} := 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$\zeta_{c0} := 0.49$
Alkalmazott vasátmérők:	Alkalmazott betontakarás:	
$\phi_B := 16 \text{ mm}$	$c_{\min_{dur}} := 35 \text{ mm}$	
$\phi_L := 20 \text{ mm}$		

2.3 Igénybevételek

	<u>Konzol méret x irányba:</u>	<u>Konzol méret y irányba:</u>
$q := 350 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	$L_B := \frac{B}{2} - \frac{b}{2} = 1.3 \text{ m}$	$L_L := \frac{L}{2} - \frac{l}{2} = 1.8 \text{ m}$
	$M_{ED.B} := q \cdot \frac{L_B^2}{2} = 295.75 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$	$M_{ED.L} := q \cdot \frac{L_L^2}{2} = 567 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

2.4 Betontakarások, hatékony magasságok, xc számítása

$c_{nom_B} := 10 \text{ mm} + \max(\phi_B, c_{\min_{dur}}, 10 \text{ mm}) = 45 \cdot \text{mm}$	
$c_{nom_L} := 10 \text{ mm} + \max(\phi_L, c_{\min_{dur}}, 10 \text{ mm}) = 45 \cdot \text{mm}$	
$d_B := h - c_{nom_B} - \frac{\phi_B}{2} = 947 \cdot \text{mm}$	$d_L := h - c_{nom_L} - \frac{\phi_L}{2} = 945 \cdot \text{mm}$
$x_{cB.0} := \zeta_{c0} \cdot d_B = 464.03 \cdot \text{mm}$	$x_{cL.0} := \zeta_{c0} \cdot d_L = 463.05 \cdot \text{mm}$

3. Vasalás tervezése

3.1 Vasalás x irányban

$$M_{Rd0.B} := L_B \cdot x_{cB.0} \cdot f_{cd} \cdot \left(d_B - \frac{x_{cB.0}}{2} \right) = 7203 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$x_{cB} := d_B - \sqrt{d_B^2 - 2 \cdot \frac{M_{ED,B}}{L_B \cdot f_{cd}}} = 14.5 \cdot \text{mm}$$

$$A_{s_{req},B} := L_B \cdot x_{cB} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 723 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{sB} := 1005 \text{mm}^2 \rightarrow \phi 16/200$$

$$x_{cB,alk} := \frac{A_{sB} \cdot f_{yd}}{f_{cd} \cdot L_B} = 20.14 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd,B} := L_B \cdot x_{cB,alk} \cdot f_{cd} \cdot \left(d_B - \frac{x_{cB,alk}}{2} \right) = 409.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} > M_{ED,B} = 295.75 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Kihasználtság: $\frac{M_{ED,B}}{M_{Rd,B}} = 72.2\%$ Kihasználtságra = "Megfelel"

3.2 Vasalás y irányban

$$M_{Rd0,x} := L_L \cdot x_{cL,0} \cdot f_{cd} \cdot \left(d_L - \frac{x_{cL,0}}{2} \right) = 9931 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$x_{cL} := d_L - \sqrt{d_L^2 - 2 \cdot \frac{M_{ED,L}}{L_L \cdot f_{cd}}} = 20.18 \cdot \text{mm}$$

$$A_{s_{req},L} := L_L \cdot x_{cL} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 1394 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{sL} := 1571 \text{mm}^2 \rightarrow \phi 20/200$$

$$x_{cL,alk} := \frac{A_{sL} \cdot f_{yd}}{f_{cd} \cdot L_L} = 22.73 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd,L} := L_L \cdot x_{cL,alk} \cdot f_{cd} \cdot \left(d_L - \frac{x_{cL,alk}}{2} \right) = 638.03 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} > M_{ED,L} = 567 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Kihasználtság: $\frac{M_{ED,L}}{M_{Rd,L}} = 88.9\%$ Kihasználtságra = "Megfelel"

4. Repedéstágasság ellenőrzése

Vizsgálatot a mértékadó főirányba végezzük el repedéstágasságra.

Hajlított vagy húzott elemek végleges állapotban rep.tág karakterisztikus értékének számítására alkalmazható.

$$h = 1000 \cdot \text{mm} \quad L = 5 \text{ m} \quad B = 4.5 \text{ m} \quad f_{ctm} := 2.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{cm} := 31 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$H_{c,ef,B} := \left[\begin{array}{c} 2.5 \cdot (h - d_B) \\ (h - x_{cB,alk}) \\ 3 \\ \frac{h}{2} \end{array} \right] \quad H_{c,ef,B} = \left(\begin{array}{c} 132.5 \\ 326.62 \\ 500 \end{array} \right) \cdot \text{mm}$$

$$h_{c,ef,B} := \min(H_{c,ef,B}) = 132.5 \cdot \text{mm}$$

$$A_{c,eff,B} := h_{c,ef,B} \cdot L_B = 172250 \cdot \text{mm}^2$$

$$\rho_B := \frac{A_{sB}}{L_B \cdot d_B} = 0.082 \cdot \% \quad \sigma_s := 280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$x_B := \left(\begin{array}{c} 0.0\% \\ 0.15\% \end{array} \right) \quad y_B := \left(\begin{array}{c} 0 \\ 6 \end{array} \right) \quad a_B := \rho_B$$

$$\Phi_{\max I B} := \text{interp}(x_B, y_B, a_B) = 3.27$$

$$\Phi_{\max B} := \max(\Phi_{\max I B} \cdot \text{mm}, 6 \text{ mm}) = 6 \cdot \text{mm}$$

$$\epsilon_{sm,B} := \left(\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm} \cdot \frac{A_{c,eff,B}}{A_{sB}} \right) \frac{1}{E_s} = 645.87 \times 10^{-6} \cdot 0.8$$

$$k_2 := 0.5$$

$$s_{r,max,B} := \left(3.4 \cdot c_{nom} + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \Phi_{\max B} \cdot \frac{A_{c,eff,B}}{A_{sB}} \right) = 294 \cdot \text{mm}$$

$$\epsilon_{cm,B} := 0.4 \cdot \frac{f_{ctm}}{E_{cm}} = 28.39 \times 10^{-6}$$

$$Wk_B := \left[\begin{array}{c} s_{r,max,B} \cdot (\epsilon_{sm,B} - \epsilon_{cm,B}) \\ 0.6 \cdot s_{r,max,B} \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \end{array} \right]$$

$$wk_B := \max(Wk_B) = 0.247 \cdot \text{mm} \quad <= \quad wk_{eng} := 0.3 \text{ mm}$$

Repedéstágasságra :=	"Megfelel" if $wk_B \leq wk_{eng} \wedge wk_L \leq wk_{eng}$ = "Megfelel"
	"Nem felel meg" otherwise

Tervező: Bernáth Patrik

AxisVM X4 R2b · Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221
A.axs

XIII. AXIS DOKUMENTÁCIÓ

Tétel	Oldal
3D átnézeti rajz	2
Drótvázaz átnézeti rajz	2
Anyagok	2
Szelvények	3
Önsúly	5
Közbenső födém önsúly	5
Födém burkolat	6
Külső burkolat	6
Napelem önsúlya	7
Lábazati falteher	7
Szendvicspanel önsúlya	8
Födém Hasznos teher	8
Fügesztett gépészeti teher	9
Válaszfal teher	9
Hó teher	10
Hó felhalmozódási teher	10
Hó rendkívüli	11
Hó rendkívüli felhalmozódási teher	11
Szél X+P.S	12
Szél Y+ P.P	12
Targonca ütközési teher	13
Földrengés paraméterek	13
eX Mértékadó 8-8 keretállás, SLS(karakterisztikus)	14
eY Mértékadó 19-19 keretállás, SLS(karakterisztikus)	14
eZ Mértékadó 4-4 keretállás, SLS(karakterisztikus)	15
Nx Mértékadó 11/12-11/12 keretállás, ULS (a,b) Mértékadó min,max	15
Vy Mértékadó 1-1 keretállás, ULS (a,b) Mértékadó min,max	16
Vz Mértékadó M-M keretállás részlet, ULS (a,b) Mértékadó min,max	16
Mz Mértékadó 1-1 keretállás, ULS (a,b) Mértékadó min,max	17
My Mértékadó F-F keretállás ULS (a,b) Mértékadó min,max	17
Függőleges támaszerők ULS (a,b) Mértékadó min,max	18
Függőleges támaszerők ULS (Földrengés) Mértékadó min,max	18
Rxx támasznyomatékok, ULS (a,b) Mértékadó min,max	19
Rxx támasznyomatékok, ULS (Földrengés) Mértékadó min,max	19
Ryy támasznyomatékok, ULS (a,b) Mértékadó min,max	20
Ryy támasznyomatékok, ULS (Földrengés) Mértékadó min,max	20
Általános 40/40 oszlop, J-13 mértékadó N-M igénybevétel	21
Általános 60/60 külső oszlop közbenső födémnél, L-24 mértékadó N-M igénybevétel	21
Általános 60/60 külső oszlop, I-1 mértékadó N-M igénybevétel	22
Általános 60/80 belső oszlop, F-19 mértékadó N-M igénybevétel	22
Általános 60/80 külső oszlop, A-9 mértékadó N-M igénybevétel	23
Általános 60/80 belső oszlop, közbenső födémnél, K-19 mértékadó N-M igénybevétel	23
Előtető függesztő rúd kihasználtság, ULS (a,b) Mértékadó min,max	24
Előtető konzolos rúd (HEA 300) kihasználtság, ULS (a,b) Mértékadó min,max	24
Szélrács, szelvények	25
Szélrács kihasználtság, ULS (a,b) Mértékadó min,max	25

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

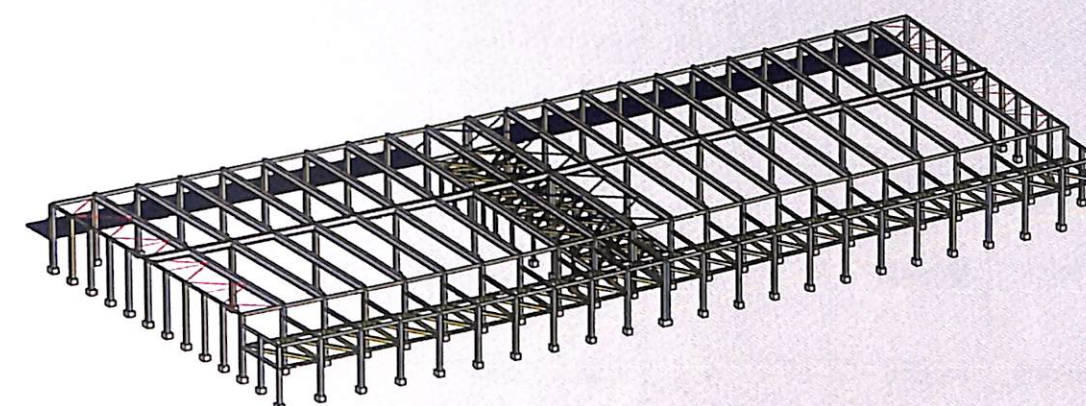
Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

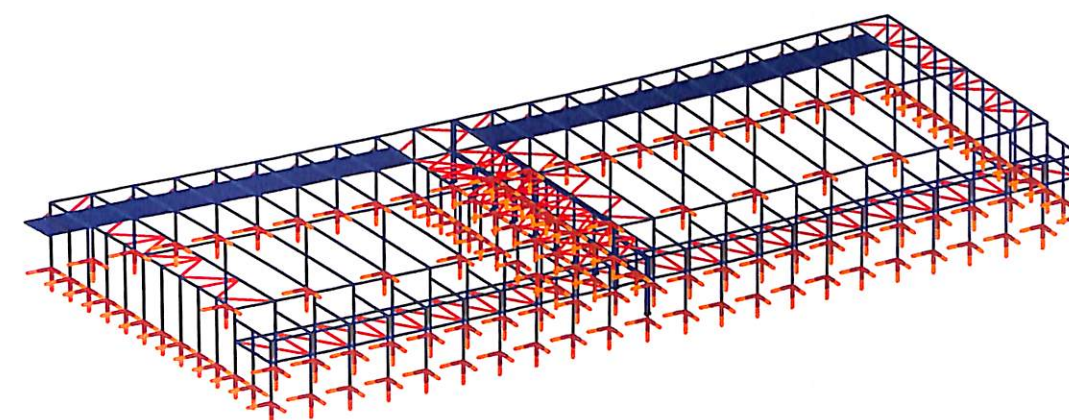
2. oldal

Szabvány Eurocode-H



3D átnézeti rajz

Szabvány Eurocode-H



Drótváz átnézeti rajz

Anyagok

	Név	Típus	Modell	E_x [kN/cm ²]	E_y [kN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Anyag szín	Kontúr szín
1	C50/60	Beton	Lineáris	1865	1865	0,20	1E-5	2500		
2	S 235	Acél	Lineáris	21000	21000	0,30	1,2E-5	7850		
3	MEREVÍTÉS	Beton	Lineáris	3520	3520	0,20	1E-5	0		
4	C25/30	Beton	Lineáris	3150	3150	0,20	1E-5	2500		
5	C40/50	Beton	Lineáris	1760	1760	0,20	1E-5	2500		

Név: Anyag neve; Típus: Anyag típusa; Modell: Anyagmodell; E_x : Rugalmassági modulus lokális x irányban; E_y : Rugalmassági modulus lokális y irányban; ν : Poisson tényező; α_T : Hőtágulási együttható; ρ : Sűrűség; Anyag szín: Anyag színe; Kontúr szín: Anyag kontúrszíne;

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

3. oldal

Szelvények

	Név	Rajz	Alak	h [cm]	b [cm]	nv [cm]	tf [cm]	Ax [cm²]	Iy [cm⁴]	Iz [cm⁴]
15	190x140		Tgl.	140,0	190,0	0	0	26600,00	4,3E+07	8E+07
16	120x140		Tgl.	140,0	120,0	0	0	16800,00	2,7E+07	2E+07
2	120x120		Tgl.	120,0	120,0	0	0	14400,00	1,7E+07	1,7E+07
10	60x80		Tgl.	80,0	60,0	0	0	4800,00	2560000,0	1440000,0
5	I_60x160		I hídszelvények	160,0	60,0	15,0	15,0	3875,00	1,2E+07	474609,5
1	60x60		Tgl.	60,0	60,0	0	0	3600,00	1080000,0	1080000,0
14	40x80		Tgl.	80,0	40,0	0	0	3200,00	1706667,0	426666,6
7	50x50		Tgl.	50,0	50,0	0	0	2500,00	520833,3	520833,3
18	60x40		Tgl.	40,0	60,0	0	0	2400,00	320000,0	720000,1
17	40x60		Tgl.	60,0	40,0	0	0	2400,00	720000,0	320000,0
9	T_50x70		T hídszelvények	70,0	50,0	15,0	15,0	1662,50	710368,3	188763,0
13	40x40		Tgl.	40,0	40,0	0	0	1600,00	213333,3	213333,3
4	25x60		Tgl.	60,0	25,0	0	0	1500,00	450000,1	78125,0
3	25x50		Tgl.	50,0	25,0	0	0	1250,00	260416,7	65104,2
8	HE 300 A		I	29,0	30,0	0,9	1,4	112,56	18267,8	6309,6
20	IPE 200		I	20,0	10,0	0,6	0,9	28,49	1943,6	142,4
6	140X140X 5,0		Zárt	14,0	14,0	0,5	0,5	26,61	802,9	802,9
12	100X100X 5,0		Zárt	10,0	10,0	0,5	0,5	18,78	281,4	281,4

Szelvények

	Név	Rajz	Alak	<i>h</i> [cm]	<i>b</i> [cm]	<i>tw</i> [cm]	<i>tf</i> [cm]	<i>Ax</i> [cm ²]	<i>Iy</i> [cm ⁴]	<i>Iz</i> [cm ⁴]
19	100X100X 4,0		Zárt	10,0	10,0	0,4	0,4	15,22	233,0	233,0
11	80X 80X 4,5		Zárt	8,0	8,0	0,4	0,4	13,38	126,3	126,3

Név: Szelvéynév; Alak: Szelvényalak; h: Szelvénymagasság; b: Szelvénytélesség; tw: Gerincvastagság; tf: Örvastagság; Ax: Keresztmetszeti terület; Iy, Iz: Hajlítói inercia;

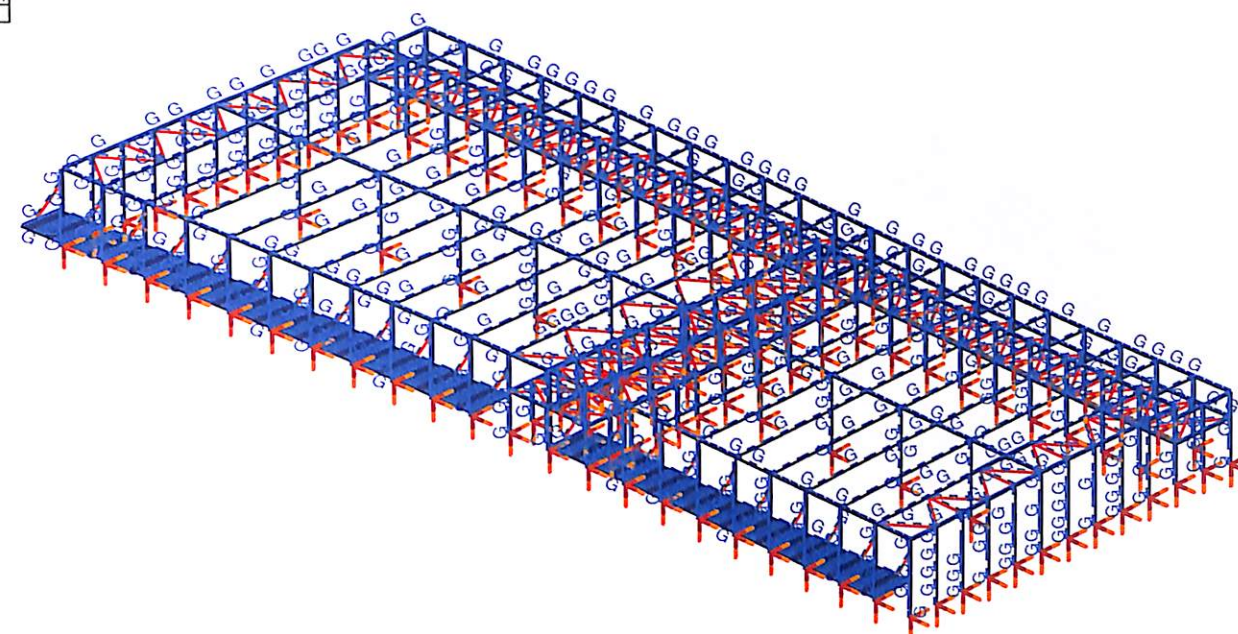
176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

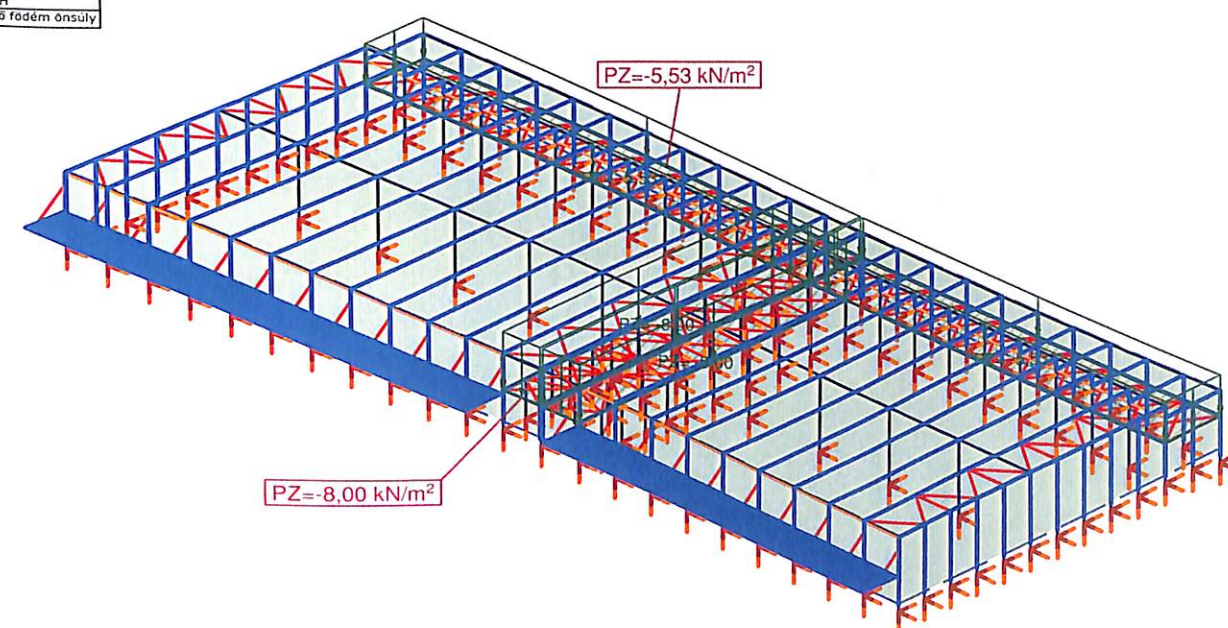
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

5. oldal

Terhek**Állandó terhek**Szabvány Eurocode-H
Eset : Önsúly

Önsúly

Szabvány Eurocode-H
Eset : Közbenő födém önsúly

Közbenő födém önsúly

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

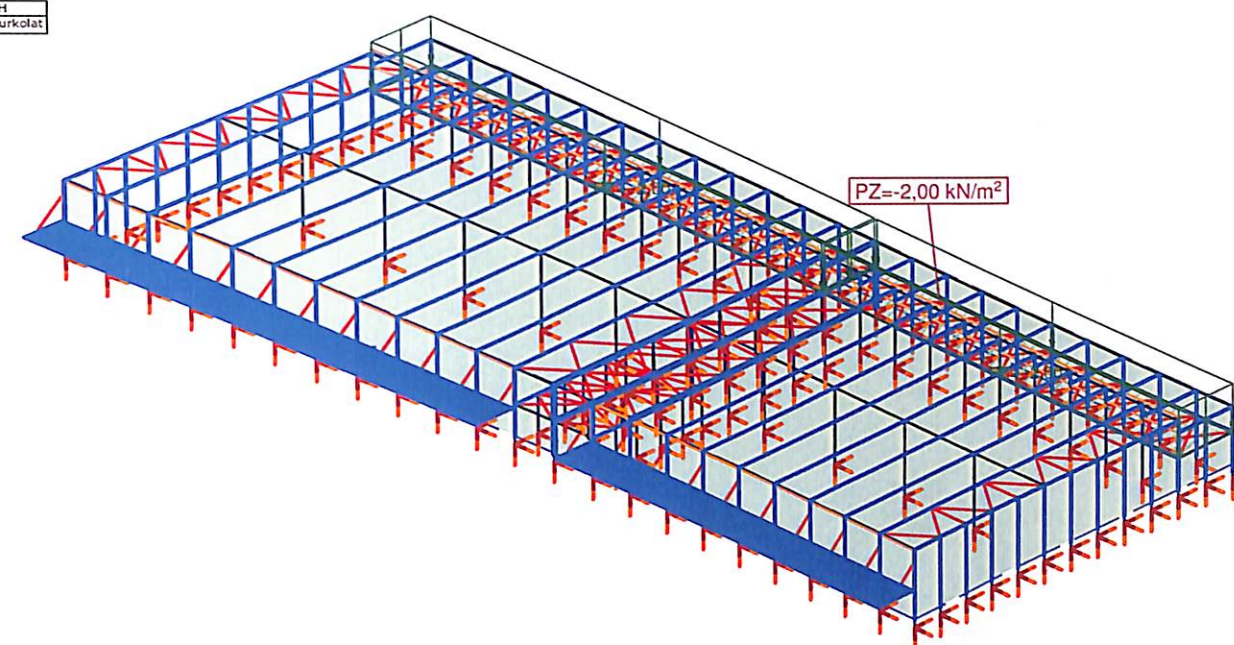
Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

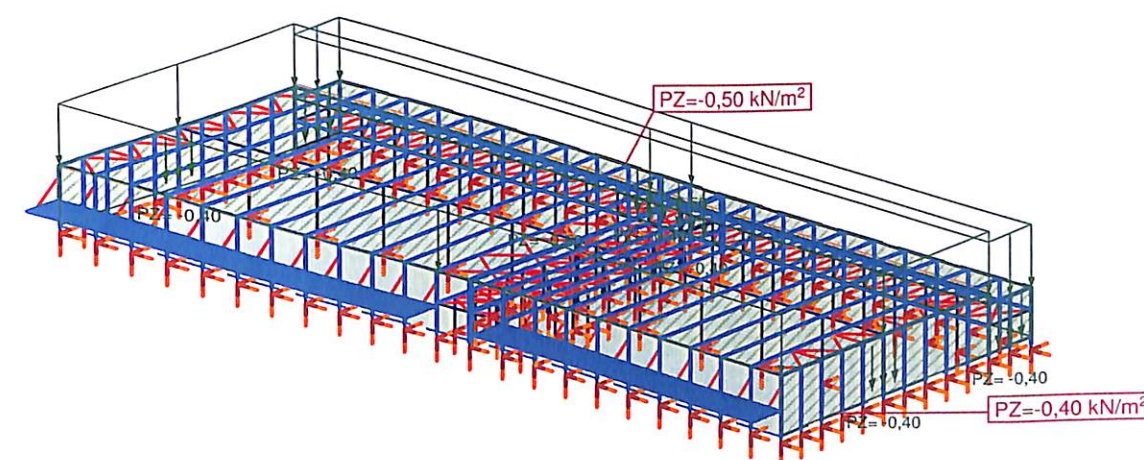
6. oldal

Szabvány Eurocode-H
Eset : Födém burkolat



Födém burkolat

Szabvány Eurocode-H
Eset : Külső burkolat



Külső burkolat

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

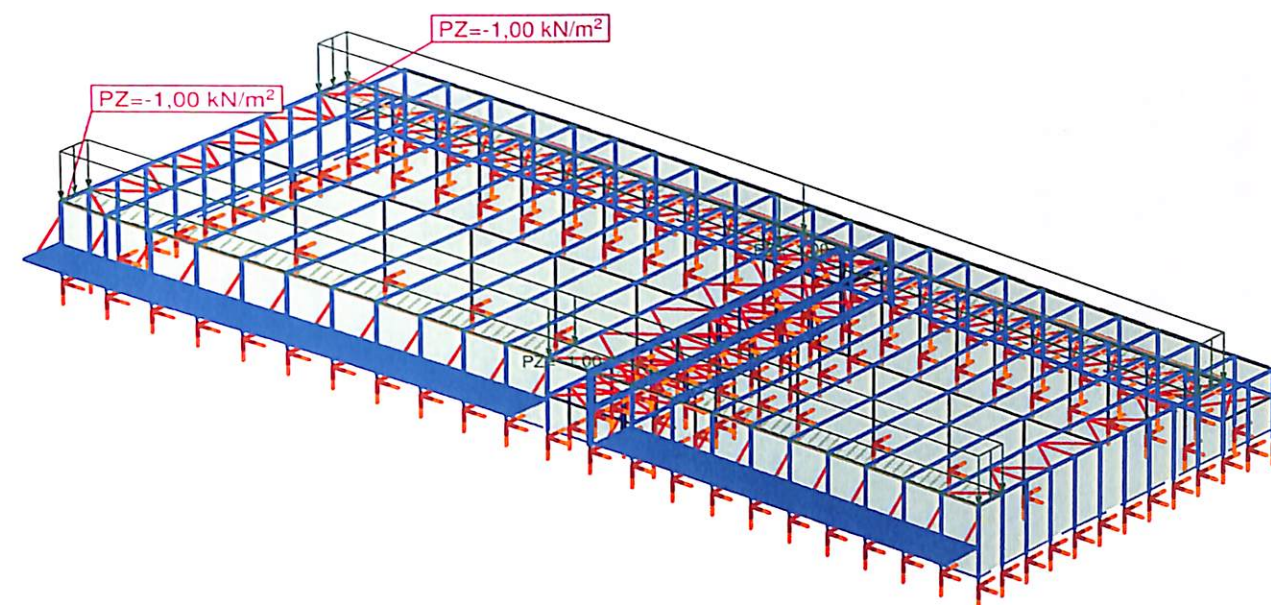
Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

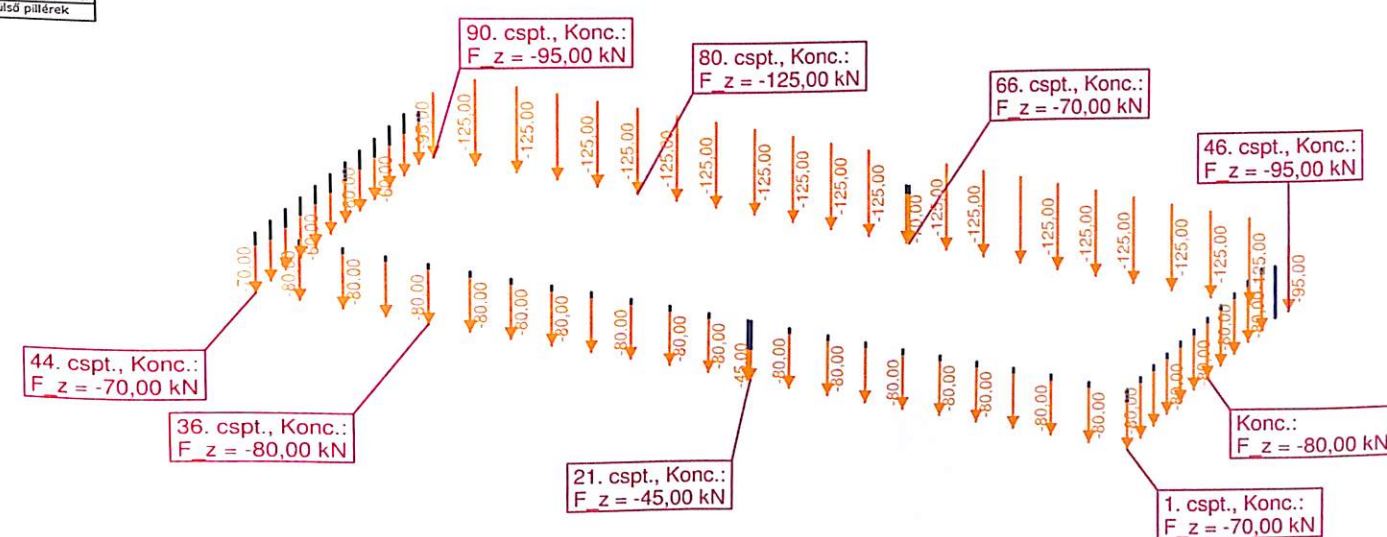
7. oldal

Szabvány	Eurocode-H
Eset	Napelem önsúlya



Napelem önsúlya

Szabvány	Eurocode-H
Eset	Lábazati falteher
Részlet	külső pillérek



Lábazati falteher

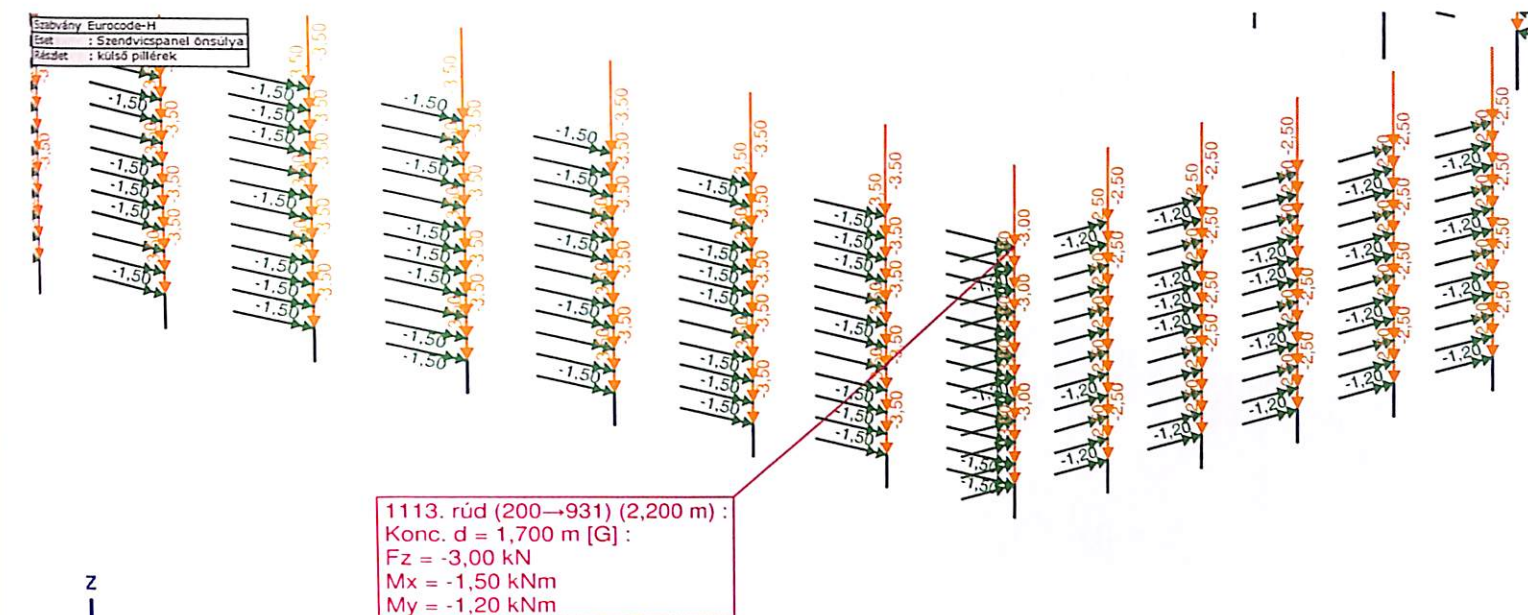
176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

8. oldal

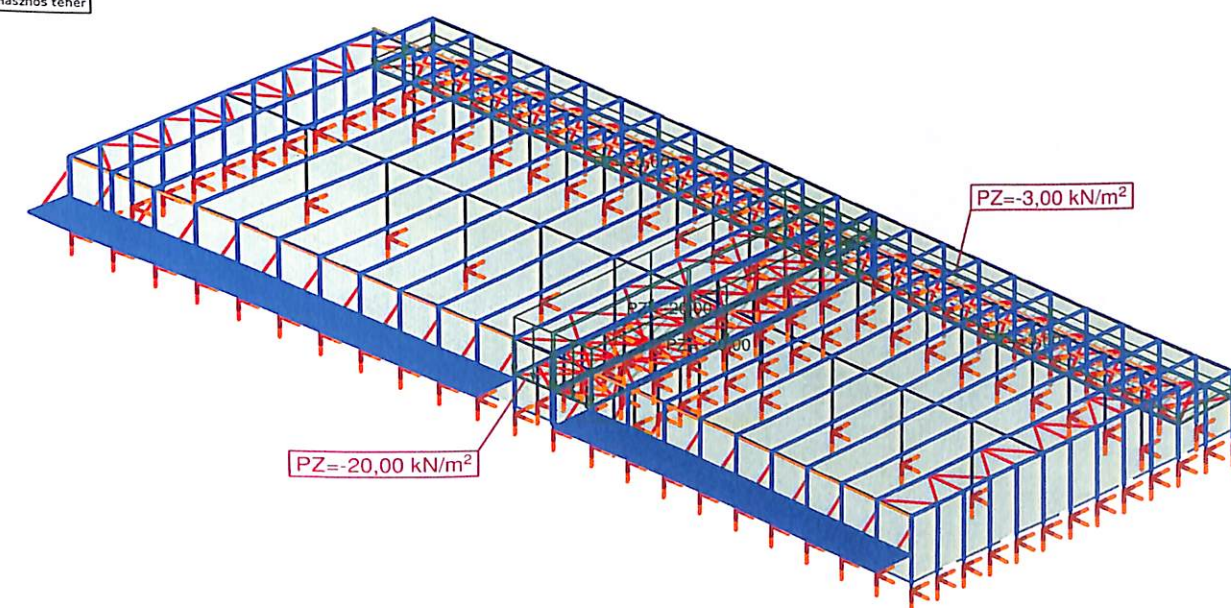


Szendvicspanel önsúlya

Esetleges terhek

Hasznos terhek

Szabvány: Eurocode-H
Eset : Födém Hasznos teher



Födém Hasznos teher

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

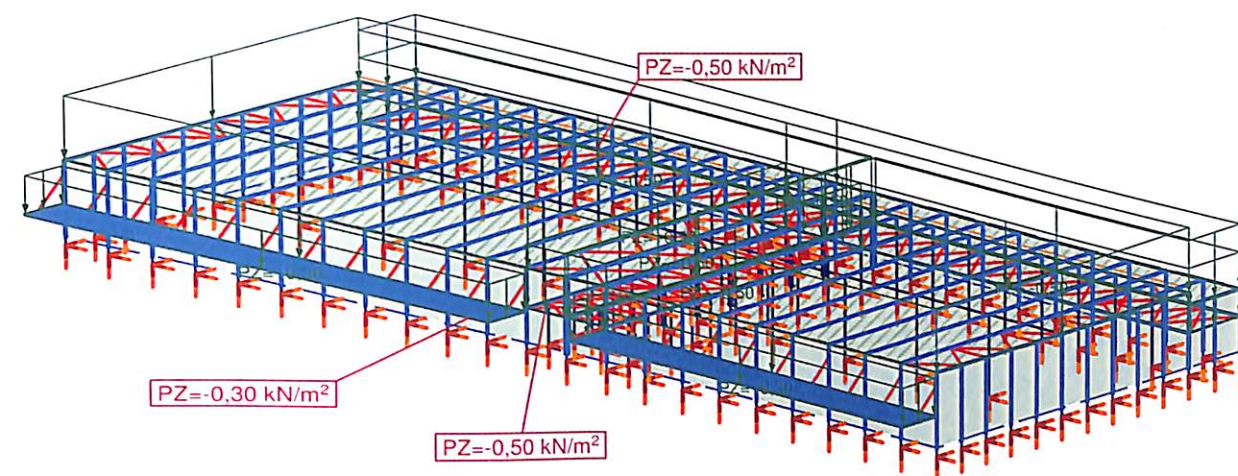
Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

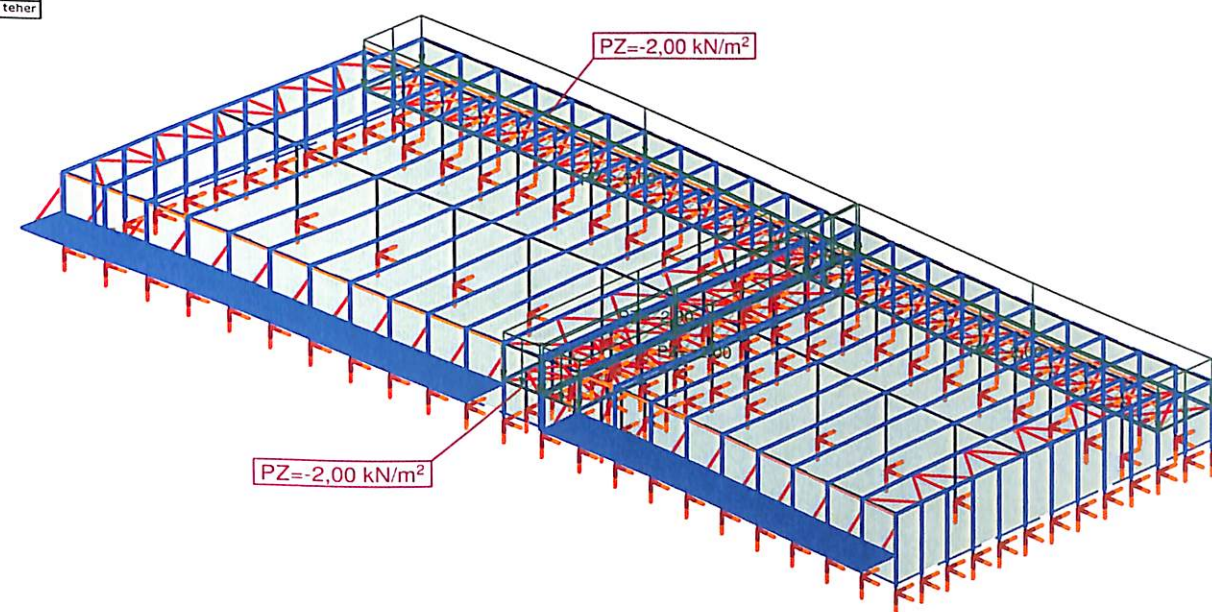
9. oldal

Szabvány Eurocode-H
Eset : Fügesztett gépészeti teher



Fügesztett gépészeti teher

Szabvány Eurocode-H
Eset : Válaszfal teher



Válaszfal teher

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

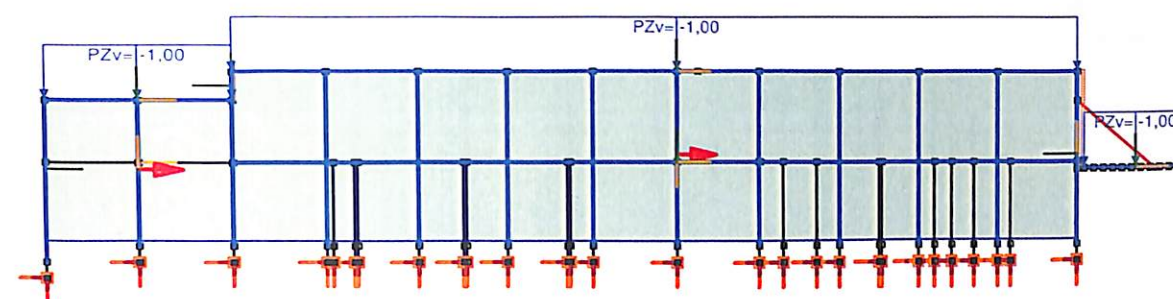
2018.01.05.

10. oldal

Meteorológiai terhek

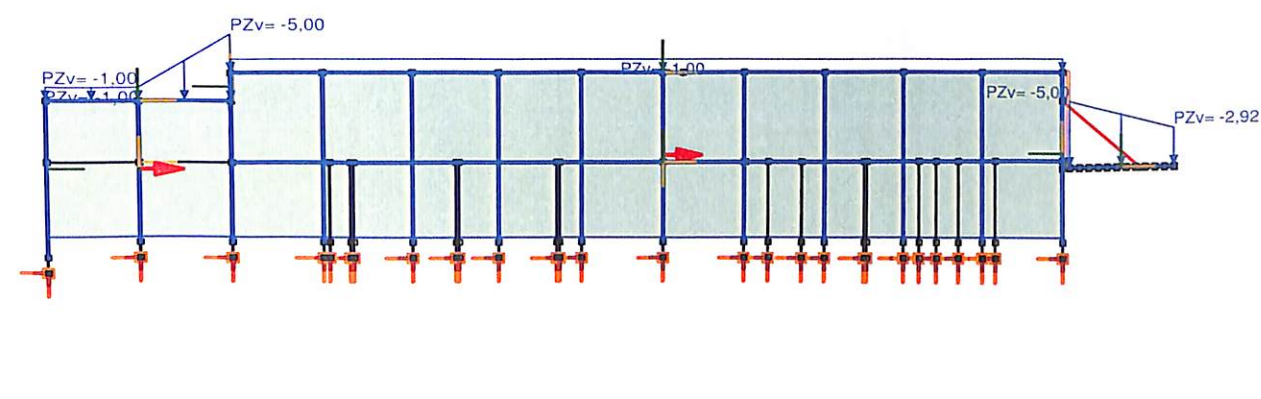
Hó teher

Szabvány	Eurocode-H
Eset	Hó UD



Hó teher

Szabvány	Eurocode-H
Eset	Hó DY+



Hó felhalmozódási teher

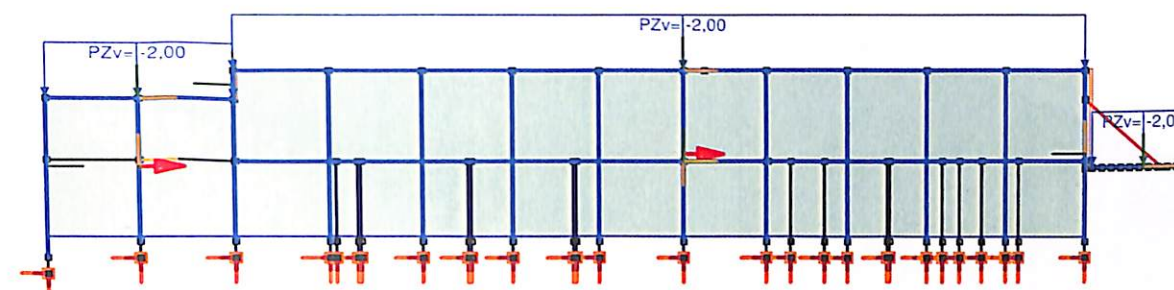
176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

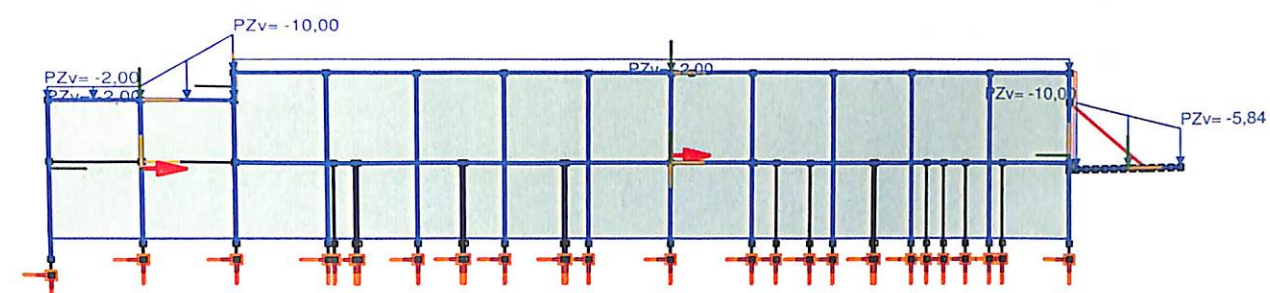
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

11. oldal

Szabvány Eurocode-H
Eset : H3 UD_yX

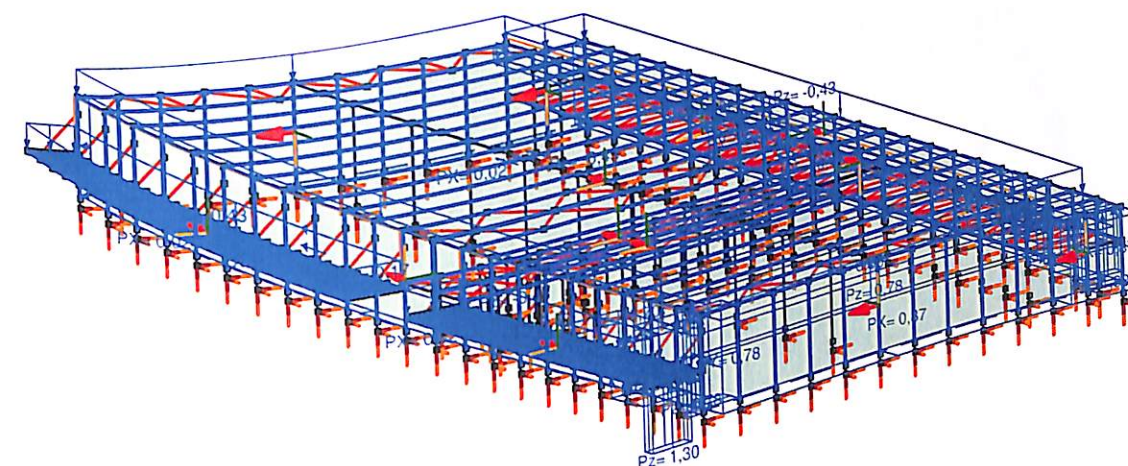
Hó rendkívüli

Szabvány Eurocode-H
Eset : H3 DY+EX

Hó rendkívüli felhalmozódási teher

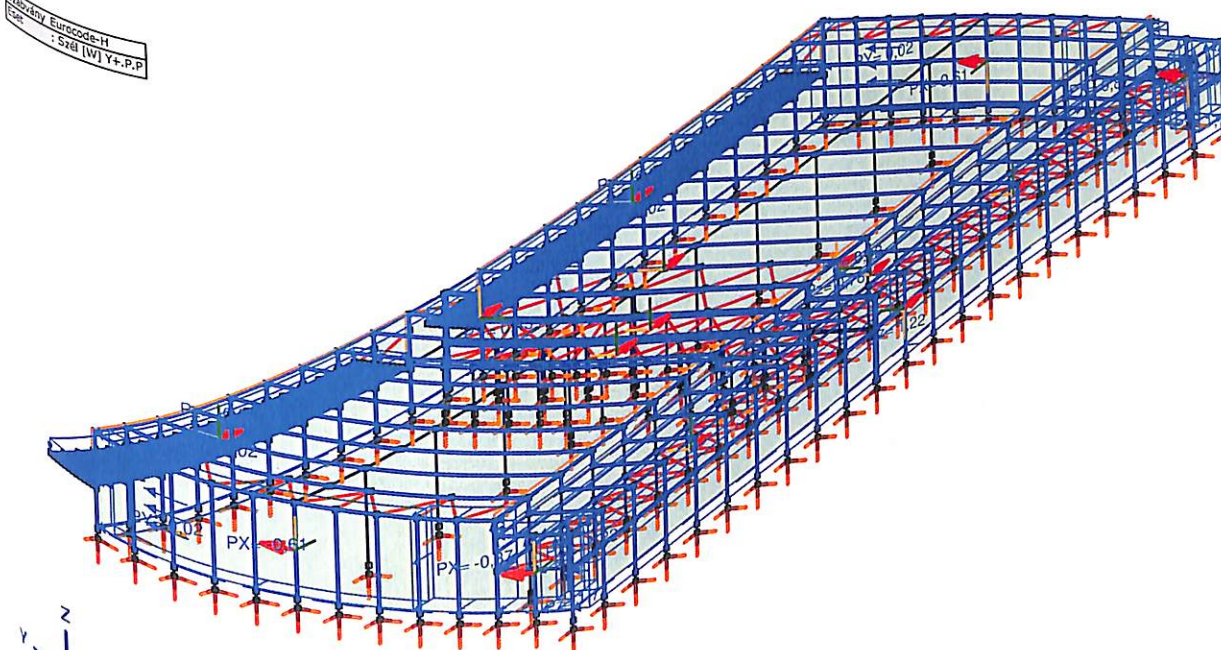
Szél teher

Standard Eurocode-H
 Szél [W] X+P.S



Szél X+P.S

Standard Eurocode-H
 Szél [W] Y+P.P



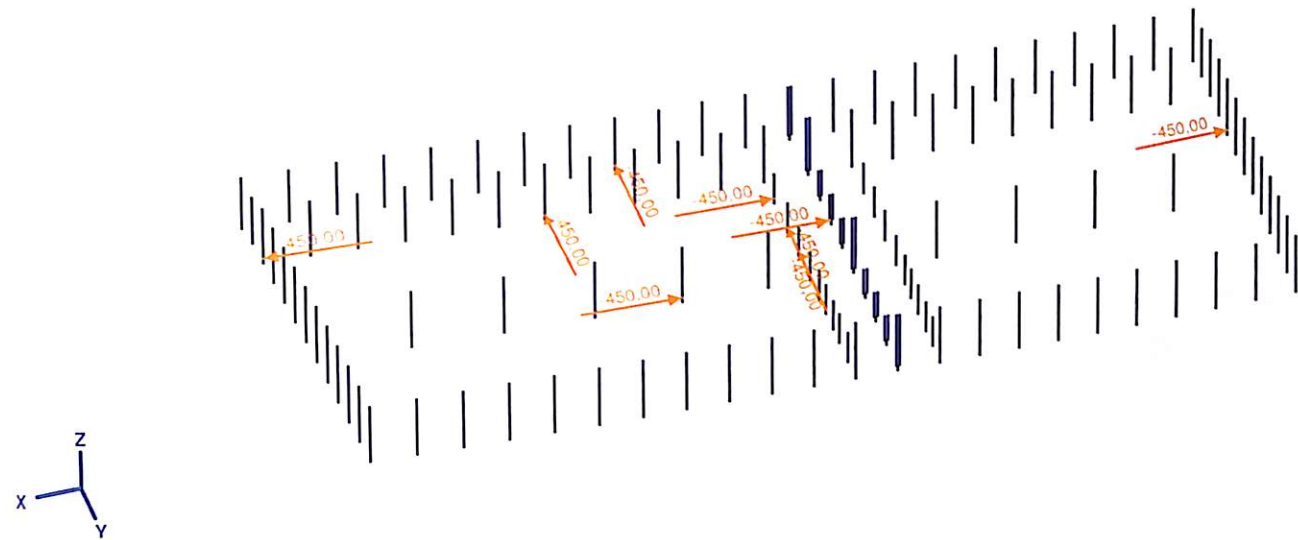
Szél Y+P.P

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

Rendkívüli terhek

Szabvány	Eurocode-H
Eset	Targonca ütközési teher
Példet	Oszlopok



Targonca ütközési teher

Szeizmikus terhek

Földrengés paraméterek

	Paraméterek
Spektrum (vízszintes)	Elmozdulási viselkedési tényező: $q_d = 1,5$
	Paraméteres alak
	Az épület fontossági tényezője: $\gamma_1 = 1$
	Talajtípus: C Type 1
	Tervezési talajgyorsulás: $a_g = 1,000 \text{ m/s}^2$
	Viselkedési tényező: $q = 1,5$
	Talajparaméter: $S = 1,15$
	Az állandó spektrál-gyorsulási szakasz kezdete: $T_B = 0,200 \text{ s}$
	Az állandó spektrál-gyorsulási szakasz vége: $T_C = 0,600 \text{ s}$
	Az állandó elmozdulás spektráltartományának kezdete: $T_D = 2,000 \text{ s}$
Kombinációs módok	Spektrum alsó határának szorzója: $\beta = 0,2$
	Modális válaszok kombinációja: Automatikus
	Viszkózus csillapítás: $\xi' = 0,05$
	Szeizmikus hatás összetevőinek kombinációja: SRSS

„Paraméterek: ;

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

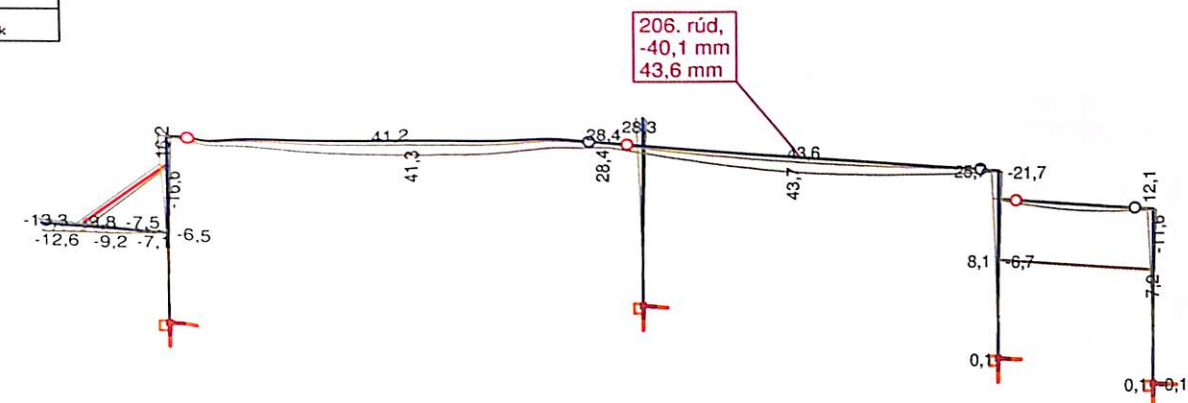
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

14. oldal

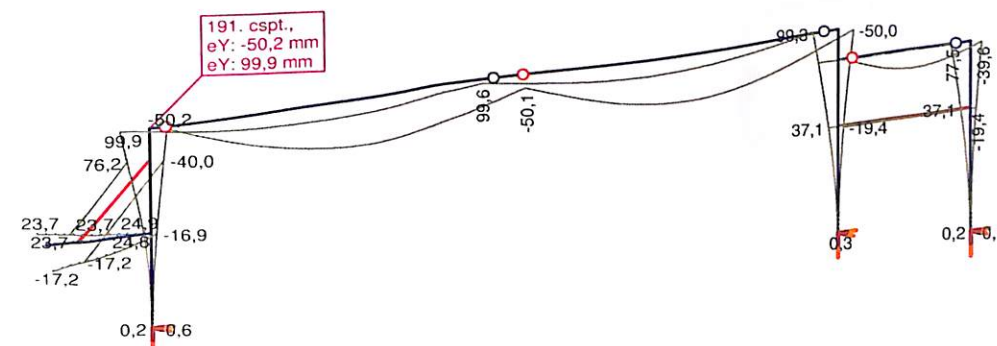
Eredmények**Elmozdulások**

Lineáris számítás
Standard Eurocode-H
Eset : Mértékadó Min,Max
Típus : (SLS Karakterisztikus)
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (EA) : 1,28E-7
Komp. : eX [mm]
Részet : Kijelölt elemek



eX Mértékadó 8-8 keretállás, SLS(karakterisztikus)

Lineáris számítás
Standard Eurocode-H
Eset : Mértékadó Min,Max
Típus : (SLS Karakterisztikus)
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (EA) : 1,28E-7
Komp. : eY [mm]
Részet : Kijelölt elemek



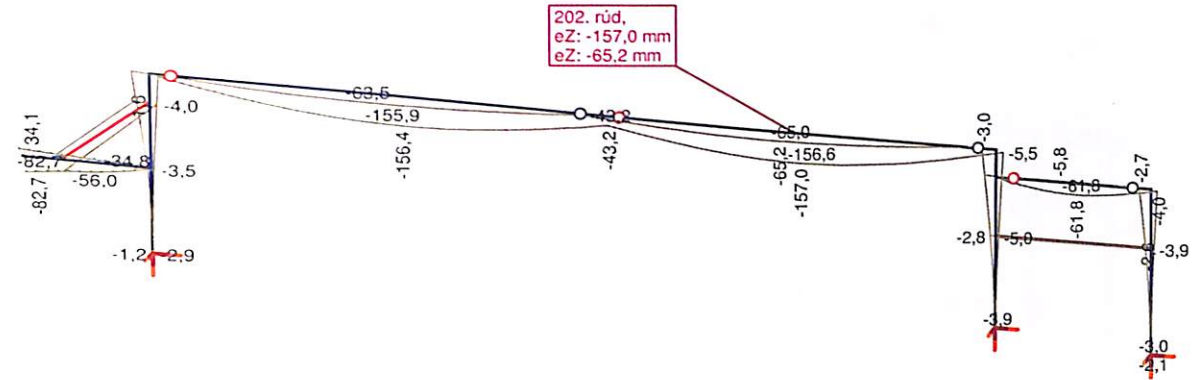
eY Mértékadó 19-19 keretállás, SLS(karakterisztikus)

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

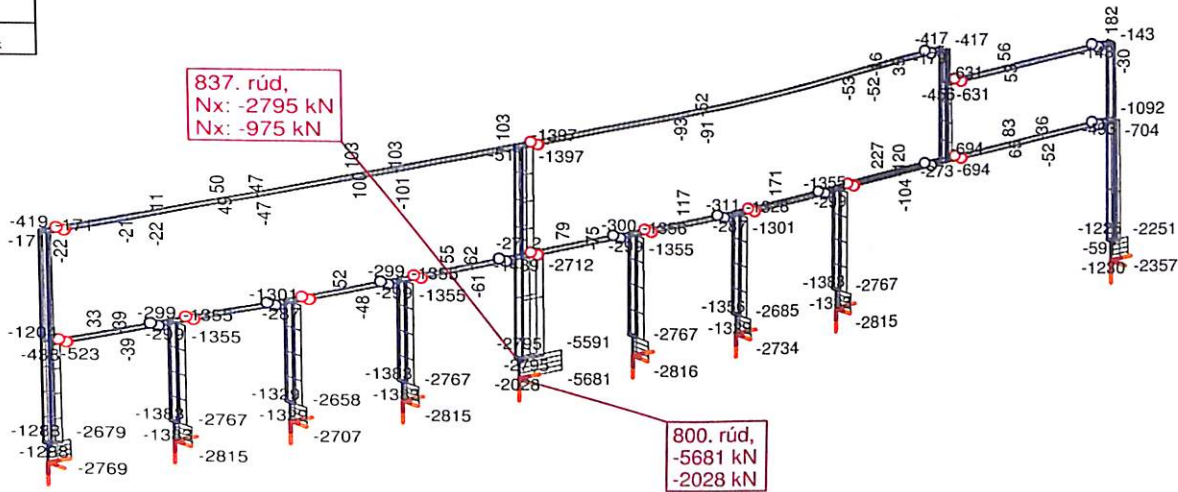
Lineáris számítás
Standard Eurocode-H
Eset : Mértékadó Min,Max
Típus : (SLS Karakterisztikus)
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (ER) : 1,25E-7
Komp. : eZ (mm)
Részlet : Kijelölt elemek



eZ Mértékadó 4-4 keretállás, SLS(karakterisztikus)

Normál erő

Lineáris számítás
Standard Eurocode-H
Eset : Mértékadó Min,Max
Típus : (ULS (a, b))
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (ER) : 1,25E-7
Komp. : Nx (kN)
Részlet : Kijelölt elemek



Nx Mértékadó 11/12-11/12 keretállás, ULS (a,b) Mértékadó min,max

Nyíró erők

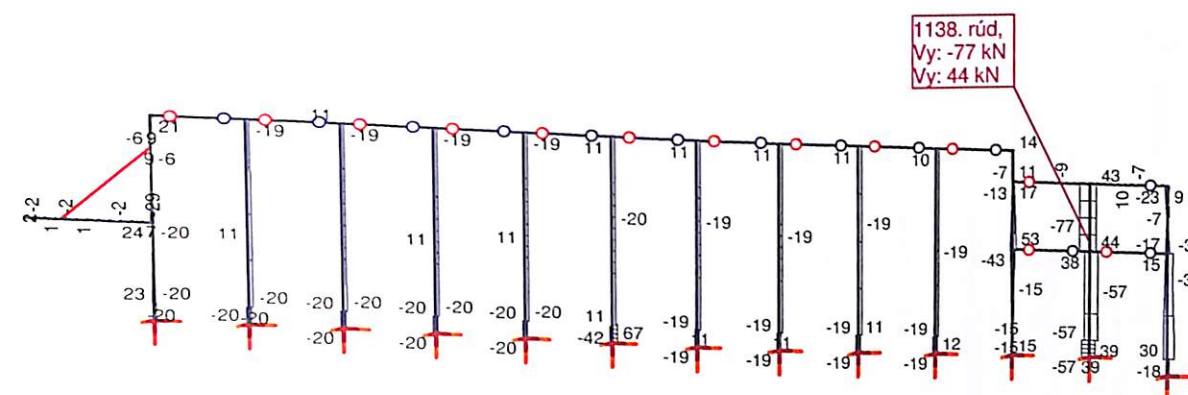
176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

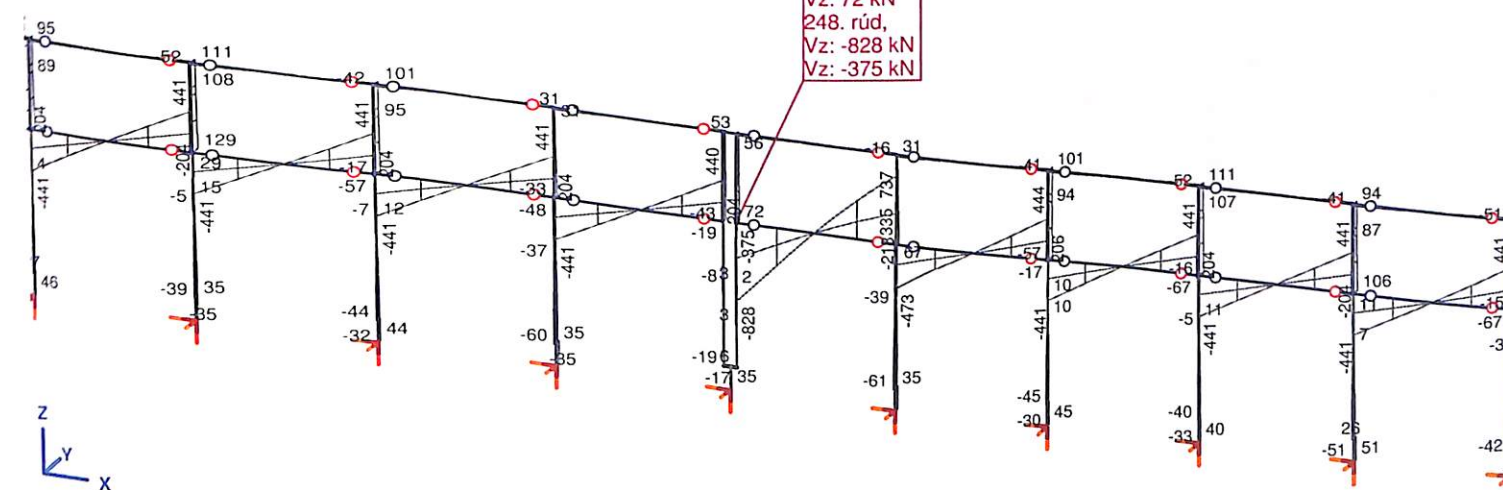
2018.01.05. 16. oldal

Lineáris számítás
Standard Eurocode-H
Eset : Mértékadó Min,Max
Típus : (ULS (a, b))
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (EQ) : 1,25E-7
Komp. : Vy [kN]
Részet : Kijelölt elemek



Vy Mértékadó 1-1 keretállás, ULS (a,b) Mértékadó min,max

Lineáris számítás
Standard Eurocode-H
Eset : Mértékadó Min,Max
Típus : (ULS (a, b))
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (EQ) : 1,25E-7
Komp. : Vz [kN]
Részet : Kijelölt elemek



Vz Mértékadó M-M keretállás részlet, ULS (a,b) Mértékadó min,max

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

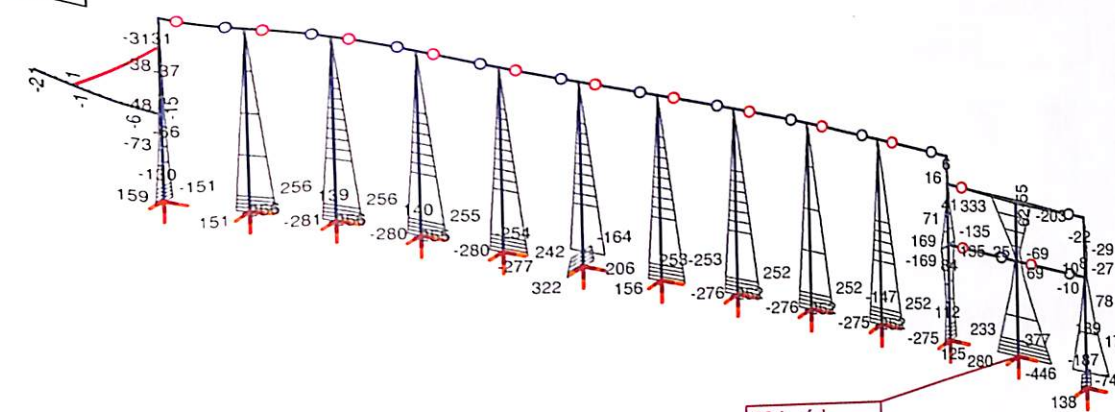
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.ass

2018.01.05.

17. oldal

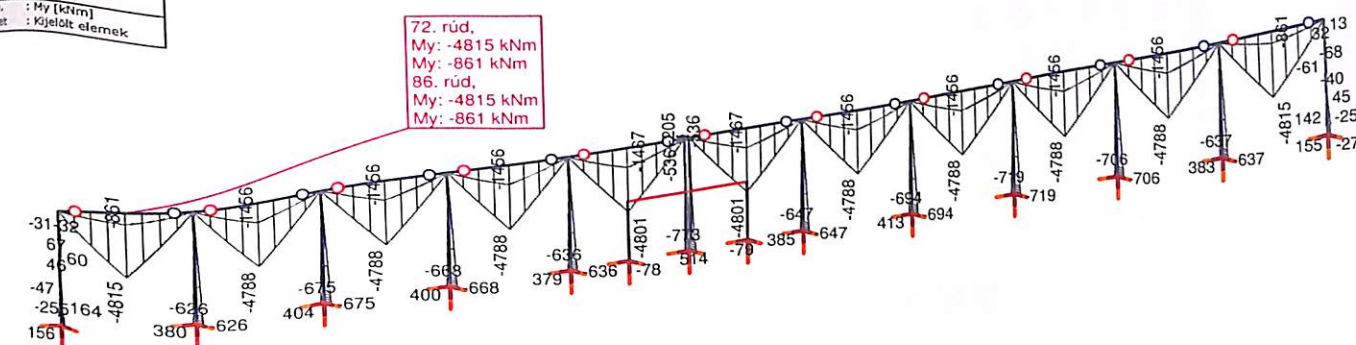
Nyomatékok

Lineáris számítás
Standard: Eurocode-H
Elem : Mértékadó Min,Max
Típus : (ULS (a, b))
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (CS) : 1,28E-7
Komp. : Mz [kNm]
Állapot : Kijelölt elemek



Mz Mértékadó 1-1 keretállás, ULS (a,b) Mértékadó min,max

Lineáris számítás
Standard: Eurocode-H
Elem : Mértékadó Min,Max
Típus : (ULS (a, b))
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (CS) : 1,28E-7
Komp. : My [kNm]
Állapot : Kijelölt elemek



My Mértékadó F-F keretállás ULS (a,b) Mértékadó min,max

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

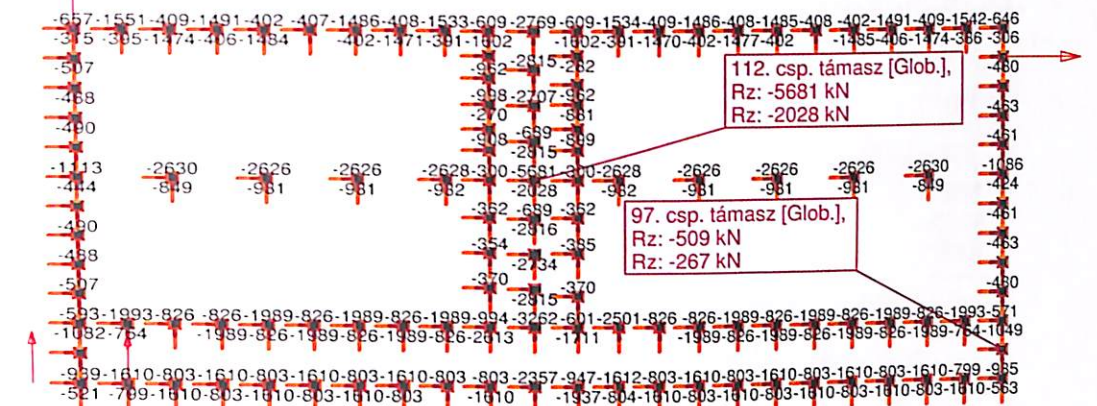
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

18. oldal

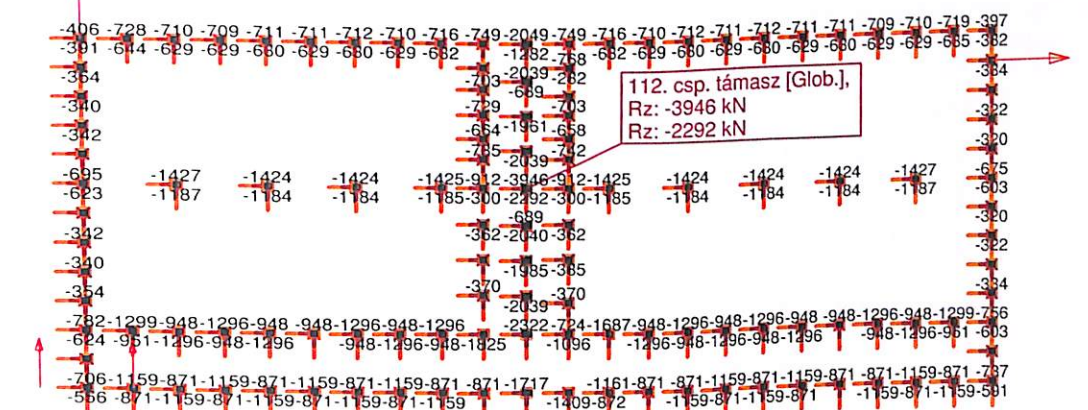
Támaszerők és támasz nyomhatók

Lineáris számítás	
Szabvány: Eurocode-H	
Eset:	Mértékadó Min,Max
Típus:	ULS (a, b)
E (P):	1,81E-6
E (M):	1,81E-6
E (R):	1,28E-7
Komp.:	Rz [kN]
Állapotok:	(2)
Támaszok:	



Függőleges támaszerők ULS (a,b) Mértékadó min,max

Lineáris számítás	
Szabvány: Eurocode-H	
Eset:	Mértékadó Min,Max
Típus:	ULS (földrengés)
E (P):	1,81E-6
E (M):	1,81E-6
E (R):	1,28E-7
Komp.:	Rz [kN]
Állapotok:	(2)
Támaszok:	



Függőleges támaszerők ULS (Földrengés) Mértékadó min,max

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

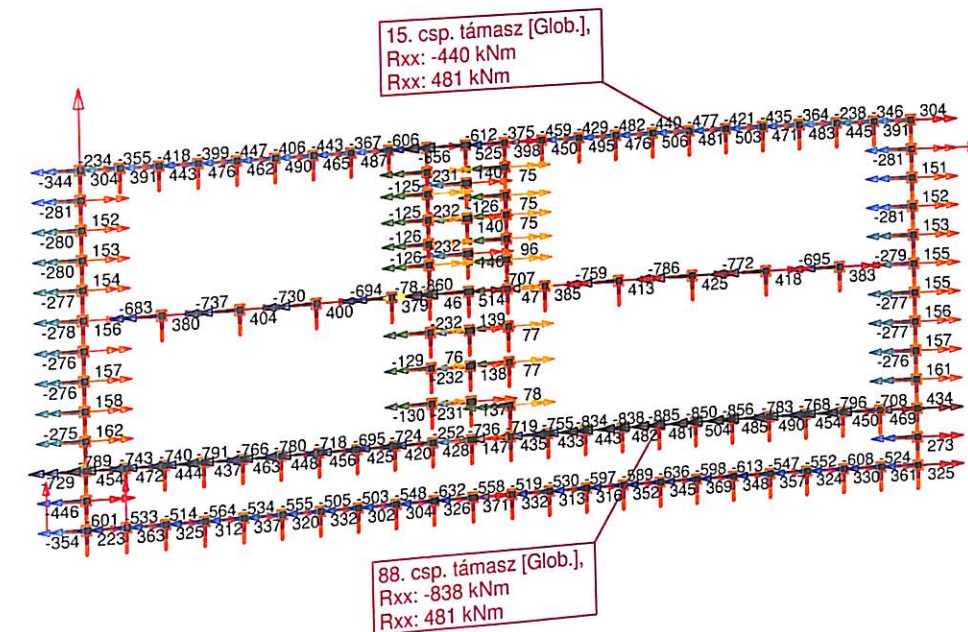
Tervező: Bernáth Patrik

2018.01.05.

19. oldal

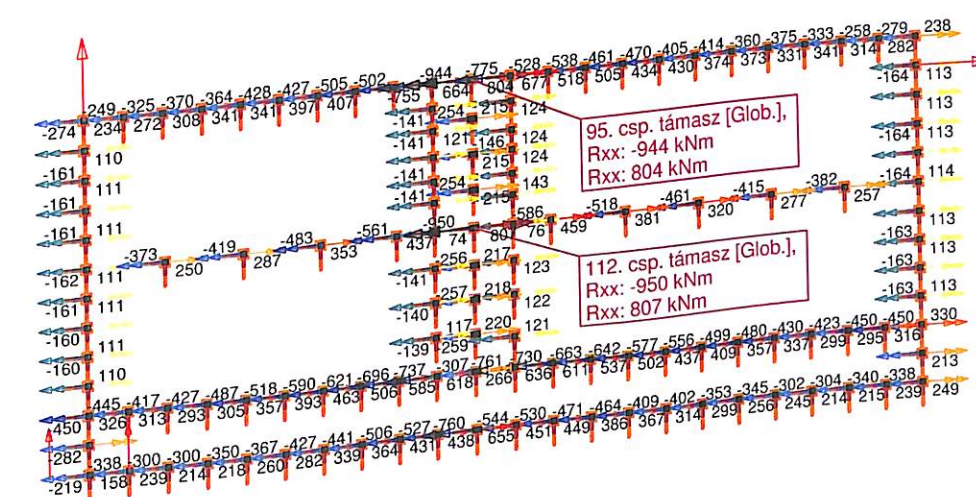
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A. axs

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Mértékadó Min,Max
Típus	: (ULS (a, b))
E (P)	: 1,81E-6
E (W)	: 1,81E-6
E (ER)	: 1,28E-7
Komp.	: Rxx [kNm]
Részletek	: (2)
Osztópók	
Támaszok	



Rxx támasznyomatékok, ULS (a,b) Mértékadó min,max

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Mértékadó Min,Max
Típus	: (ULS (Földrengés))
E (P)	: 1,81E-6
E (W)	: 1,81E-6
E (ER)	: 1,28E-7
Komp.	: Rxx [kNm]
Részletek	: (2)
Osztópók	
Támaszok	



Rxx támasznyomatékok, ULS (Földrengés) Mértékadó min,max

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

2018.01.05.

20. oldal

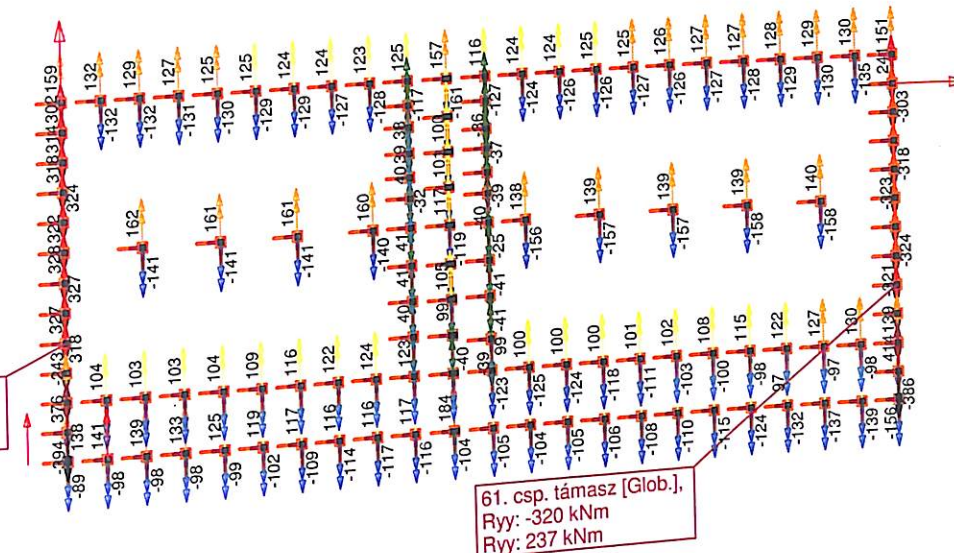
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

Lineáris számítás
Standard Eurocode-H
Eset : Mértékadó Min,Max
Típus : (ULS (a, b))
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (ER) : 1,28E-7
Komp. : Ryy (kNm)
Részletek : (2)
Osztópók
Támaszok

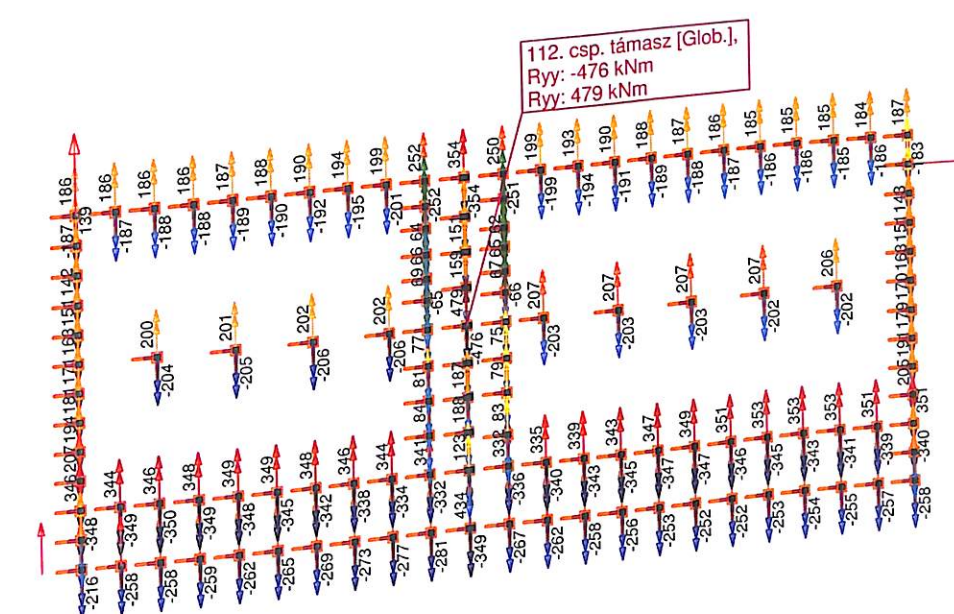
51. csp. támasz [Glob.],
Ryy: -243 kNm
Ryy: 327 kNm



Lineáris számítás
Standard Eurocode-H
Eset : Mértékadó Min,Max
Típus : (ULS (földrengés))
E (P) : 1,81E-6
E (W) : 1,81E-6
E (ER) : 1,28E-7
Komp. : Ryy (kNm)
Részletek : (2)
Osztópók
Támaszok



Ryy támasznyomatékok, ULS (a,b) Mértékadó min,max



Ryy támasznyomatékok, ULS (Földrengés) Mértékadó min,max

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

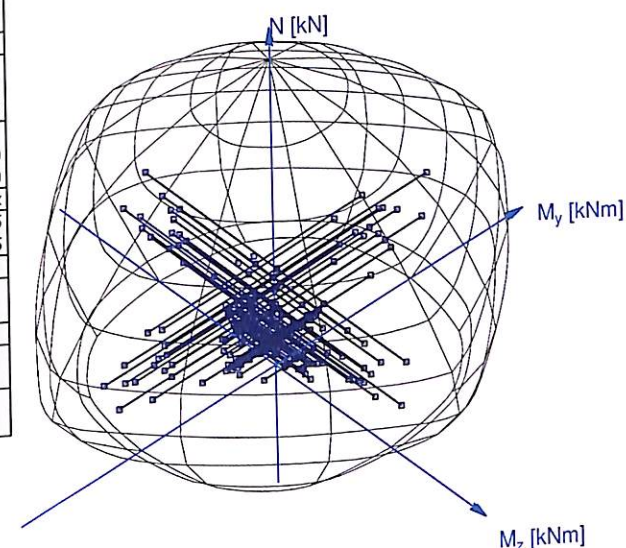
Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05. 21. oldal

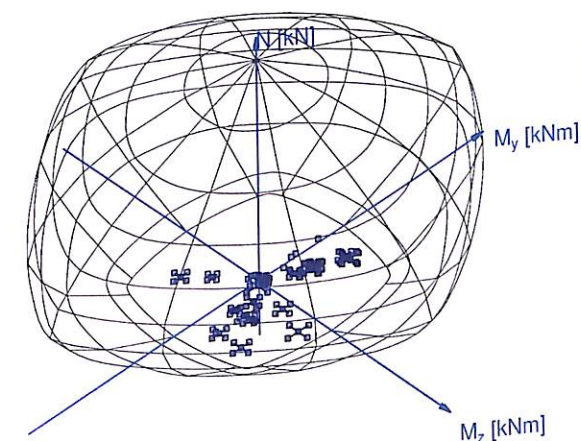
Alkalmazott vasalások, teherbírási görbék

Eurocode-H			
Eset : lineáris,(ULS (a, b)) Mértékadó			
$f_{yk} = 1,000$			
N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	
min/max			
-5774,63	-2,51		0
1639,91	2,73		0
	min/max		0
-1800,00	-440,28		0
-1800,00	439,70		0
		min/max	
-1800,00	0		-435,25
-1800,00	0		435,25
C40/50			
Keresztmetszet 40x40			
Ab [cm ²] = 1600,00			
B500B			
Vasalás alk vas 40/40			
As/Ab [%] = 2,36			
Kihasználtság			
$\epsilon(N = \text{áll.}) = 0,823$			



Általános 40/40 oszlop, J-13 mértékadó N-M igénybevétel

Eurocode-H			
Eset : lineáris,(ULS (a, b)) Mértékadó			
$f_{ck} = 1,000$			
N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	
min/max			0
-11107,96	0		0
1639,91	0		0
	min/max		0
-4200,00	-1080,82		0
-4200,00	1080,82		0
		min/max	
-4200,00	0	-1073,31	
-4200,00	0	1073,31	
C40/50			
Keresztmetszet 60x60			
Ab [cm²] = 3600,00			
B500B			
Vasalás alk vas k 60/60			
As/Ab [%] = 1,05			
Kihasználtság			
$\epsilon(N = \text{áll.}) = 0,854$			

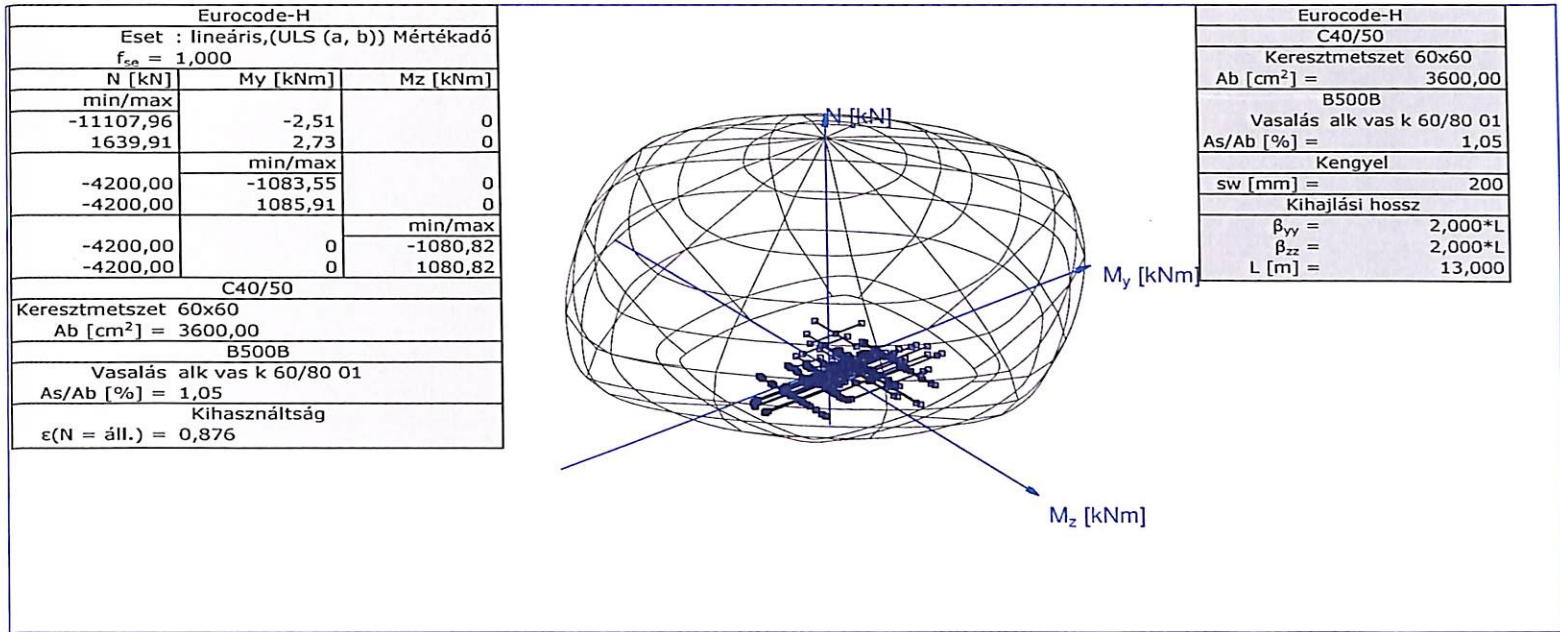


Általános 60/60 külső oszlop közbelső fűdémnél, L-24 mértékadó N-M igénybevétel

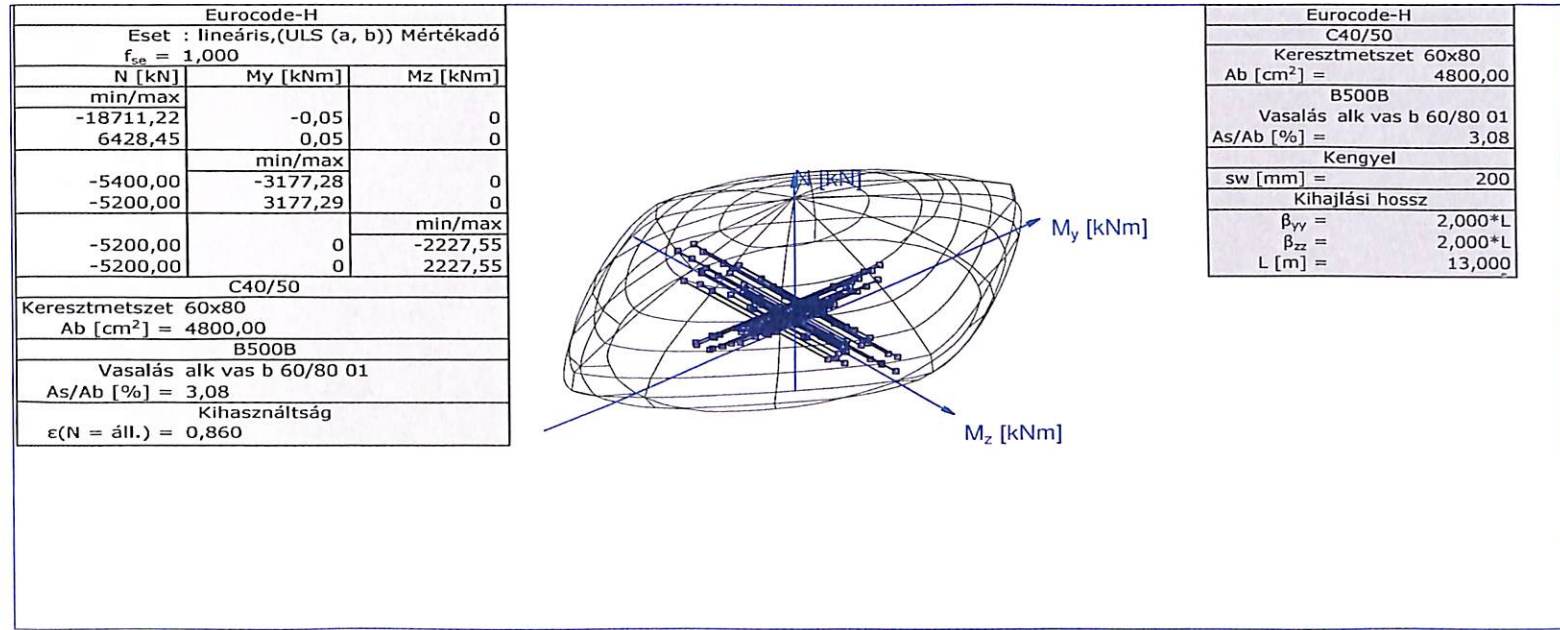
Eurocode-H	
C40/50	
Keresztmetszet 60x60	
Ab [cm ²] =	3600,00
B500B	
Vasalás alk vas k 60/60	
As/Ab [%] =	1,05
Kengyel	
sw [mm] =	200
Kihajlási hossz	
$\beta_{yy} =$	$2,000 \cdot L$
$\beta_{zz} =$	$2,000 \cdot L$
L [m] =	6,200

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs



Általános 60/60 külső oszlop, I-1 mértékadó N-M igénybevétel



Általános 60/80 belső oszlop, F-19 mértékadó N-M igénybevétel

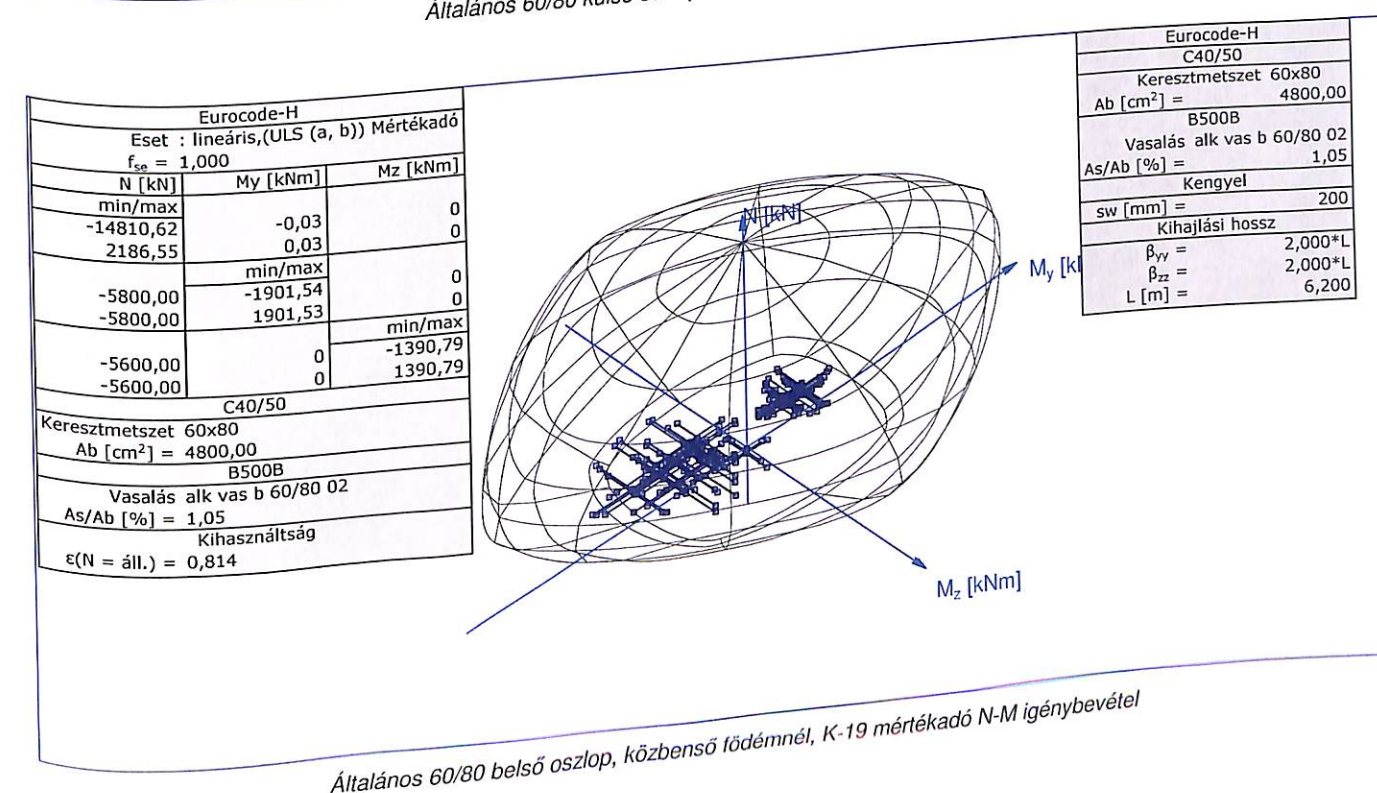
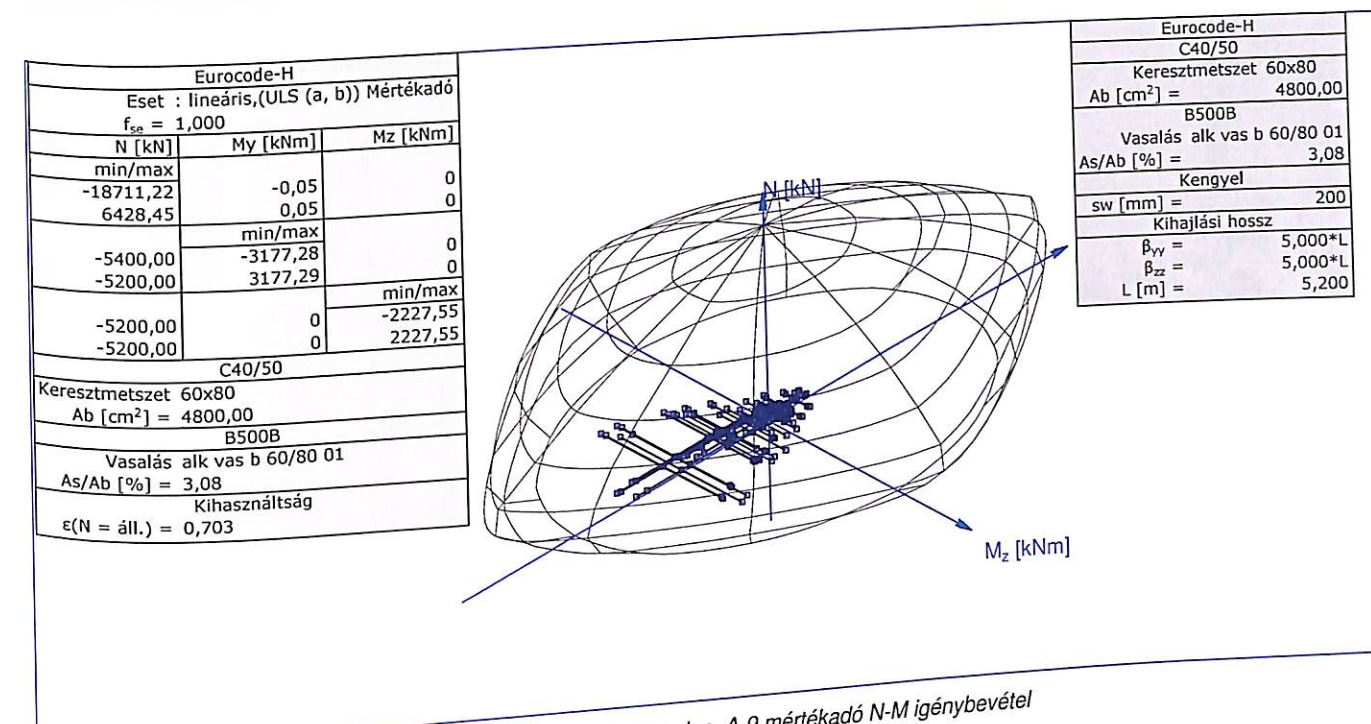
176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

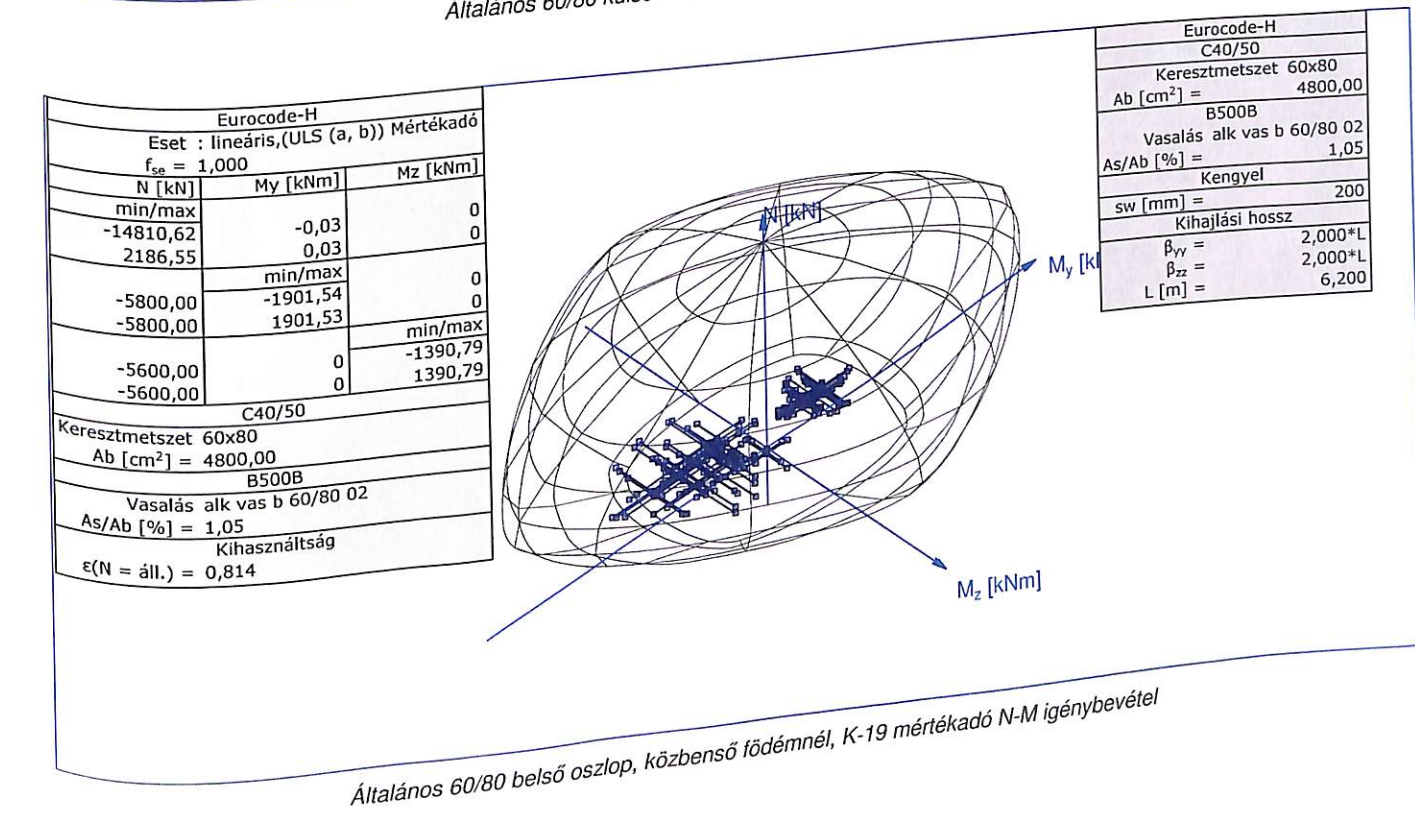
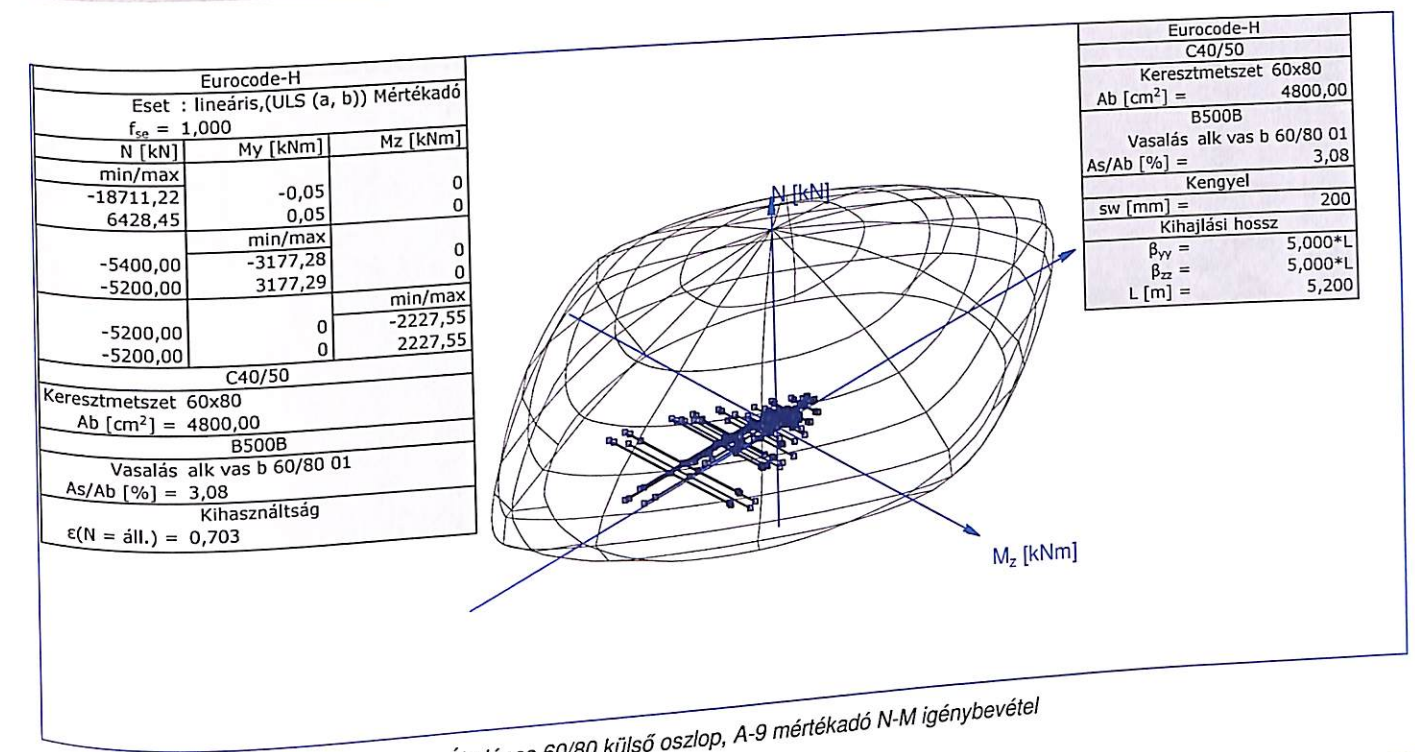
Tervező: Bernáth Patrik

Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

23. oldal





176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése

Tervező: Bernáth Patrik

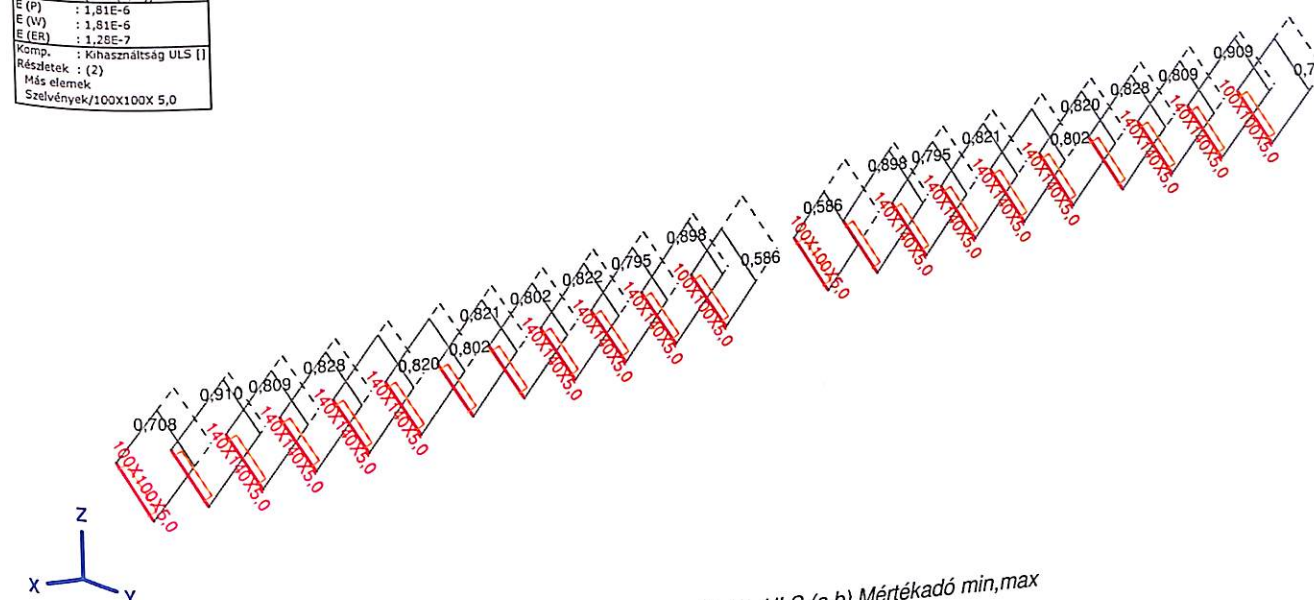
Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

2018.01.05.

24. oldal

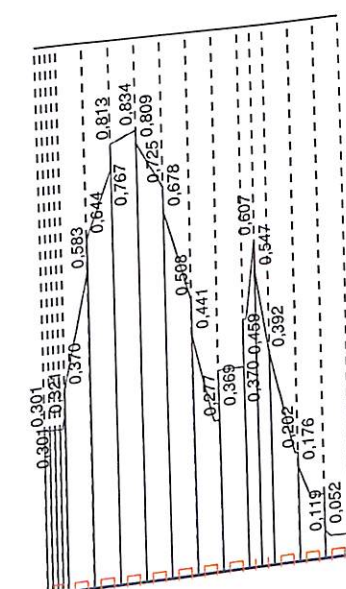
Acél feszültség ábrák, kihasználtságok

Lineáris számítás
Stabvány: Eurocode-H
Eset: Mértékadó Min,Max
Típus: (ULS (a, b))
E (P): 1,81E-6
E (V): 1,81E-6
E (ER): 1,28E-7
Komp.: Kihasználtság ULS (I)
Részletek: (2)
Más elemek
Szélvénnyel: 100x100x5,0



Előtető függesztő rúd kihasználtság, ULS (a,b) Mértékadó min,max

Lineáris számítás
Stabvány: Eurocode-H
Eset: Mértékadó Min,Max
Típus: (ULS (a, b))
E (P): 1,81E-6
E (V): 1,81E-6
E (ER): 1,28E-7
Komp.: Kihasználtság ULS (I)
Részletek: Kijelölt elemek

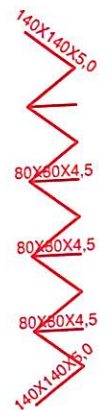
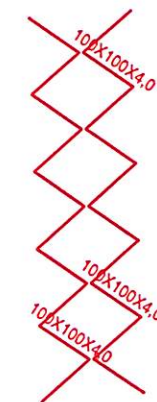


Előtető konzolos rúd (HEA 300) kihasználtság, ULS (a,b) Mértékadó min,max

176.70x72.00 m Előregyártott Ipari Csarnok Tervezése
 Tervező: Bernáth Patrik
 Modell: Szakdolgozat, OMEGA Csarnok 20171221 A.axs

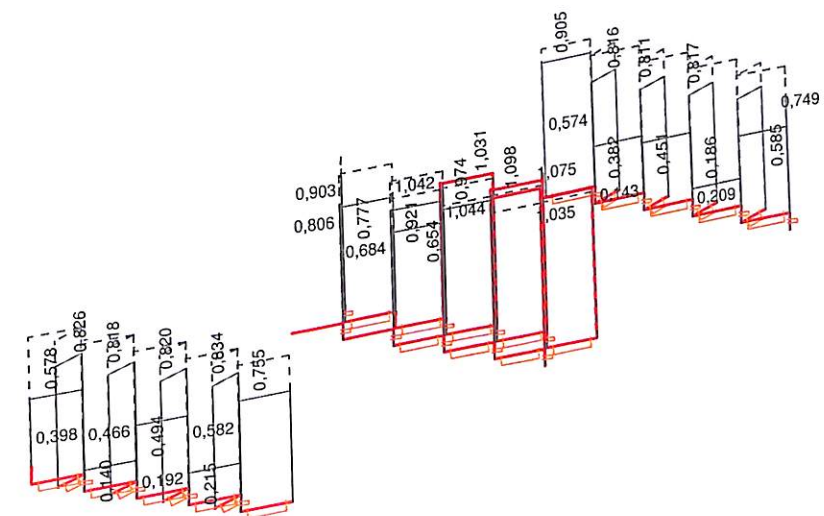
2018.01.05. 25. oldal

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Szél [W] X+P,S
Részlet	: szélrács



Szélrács, szelvények

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Mértékadó Min,Max
Tipus	: (ULS (a, b))
E (P)	: 1,81E-6
E (V)	: 1,81E-6
E (E)	: 1,28E-7
Komp.	: Kihasználtság ULS (I)
Részlet	: szélrács



Szélrács kihasználtság, ULS (a,b) Mértékadó min,max

Mellékletek

1. Megjegyzések

Fentiek, valamint a mellékelt statikai számítás alapján megállapítható, hogy a tervezett épület megépítésének az adott helyen tartószerkezeti akadálya nincs. A szerkezetek terv szerinti, szakszerű kivitelezése esetén kellő biztonsággal képesek betölteni teherhordó szerepüket, megfelelnek a velük szemben támasztott állékonysági követelményeknek.

Jelen műleíráshoz statikai számítás tartozik, mely az épületek fontosabb tartószerkezeti elemei közül a legjobban igénybevettek méretezését tartalmazza. Az itt kiszámítottak értelemszerűen érvényesek a kisebb terheknek kitett szerkezetekre is.

Jelen dokumentáció az csak ehhez az épület építési engedélyeztetéshez készült, kivitelezésre és más épületre felhasználni nem szabad.

Budapest, 2018.01.05

Bernáth Patrik

Bernáth Patrik

tartószerkezeti tervező

2. Tervezői nyilatkozat

OMEGA csarnok,

2040 Budaörs, Gyár út. 60.

Építési Engedélyezési Tervéhez

Alulírott Bernáth Patrik, mint a tárgyi létesítmény statikus tervezője kijelentem, hogy a mellékelt Építési Engedélyezési Tervdokumentációban bemutatott építési munkák az érvényes szabványok és előírások betartásával készültek, azok alól felmentést semmilyen tekintetben nem kellett kérni.

Budapest, 2018.01.05

Bernáth Patrik

Bernáth Patrik

tartószerkezeti tervező

3. Ábrajegyzék

1. ábra Átnézeti rajz	1
2. ábra Alaprajz.....	2
3. ábra B-B metszet.....	3
4. ábra Feltárások helyszínrajza	8
5. ábra Acél előtető.....	8

4. Táblázatjegyzék

1. táblázat Fűrési tapasztalatok alapján.....	4
2. táblázat Laboratóriumi vizsgálatok alapján	4
3. táblázat Dinamikus szondázási eredmények	4

5. Tervezéskor figyelembe vett anyagminőségek, szabványok

5.1 Tervezett anyagok és anyagminőségek

Betonszerkezetek:

- szerelőbeton, soványbeton: C12/15-X0b(H)-32-F3 - MSZ4798-1
- alapozási vasbeton szerkezetek: C25/30-XC2-16-F3 - MSZ4798-1
- felszerkezeti monolit vasbeton szerkezetek: C25/30-XC2-16-F3 - MSZ4798-1
- felszerkezeti előregyártott vasbeton szerkezetek:
 - függőleges teherviselő szerkezetek: C40/50-XC2-16-F3 - MSZ4798-1
 - vízszintes teherviselő szerkezetek:
 - gerendák: C40/50-XC2-16-F3 - MSZ4798-1
 - tető szelemenek, fő tartók: C50/60-XC2-16-F3 - MSZ4798-1

Betonacél: B500B

Acélszerkezetek: S235

5.2 Felhasznált szabványok

- MSZ EN 1991
- MSZ EN 1992
- MSZ EN 1993
- MSZ EN 1998
- MSZ EN 206-1
- MSZ 4798-1

Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások

Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése

Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése

Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre

Európai betonszabvány

Európai betonszabvány magyar nemzeti alkalmazási dokumentuma

5.3 Felhasznált irodalom

- HOESCH trapézkemezes méretezési táblázatok
- LINDAB trapézkemezes méretezési táblázatok
- Dr. Koris Kálmán, Dr. Haris István - BME Tervezési segédlet – Előfeszített vasbeton tetőgerenda
- Dr. Haris István, Farkas György – BME Tervezési segédlet – Magasépítési Vasbetonszerkezetek-
- SW Umwelttechnik- Körüreges sík födémpanelek- Tervezési és alkalmazási segédlet
- Deák György-Erdélyi Tamás- Fernezelyi Sándor - Kollár László- Visnovitz György - Tervezés az Eurocode alapján - Terhek és hatások
- Deák György - Draskóczy András - Dulácska Endre - Kollár László- Visnovitz György - Tervezés az Eurocode alapján – Vasbetonszerkezetek
- Szepesházi Róbert – Geotechnikai tervezés

6. Rajz mellékletek

- S-01 KÖZBENSŐ FÖDÉM M 1:200
- S-02 TETŐ SZERKEZET M 1:200
- S-03 METSZETEK M 1:100, M 1:200
- S-04 ALAPOZÁSI TERV M 1:200
- S-05 ALAPOZÁSI TERV, VASALÁS M 1:50
- S-06 EGY. PILLÉREK ZSALUZÁSI TERVE M 1:50
- S-07 PILLÉR VASALÁSI TERV M 1:20, M 1:25
- S-08 EGY. FESZÍTETT SZERKEZETEK ZSALUZÁSI TERVE M 1:25, M 1:50
- S-09 TSZ.01 FESZÍTETT SZELEMEN VASALÁSI TERVE M 1:25

7. Köszönetnyilvánítás

Elsősorban köszönöm konzulensemnek Szabó Balázsnak szakmai segítségét és támogatását, mellyel szakdolgozatom elkészülését a helyes irányba terelte.

Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni szüleimnek odaadó támogatásukat és segítségüket, mellyel végig kísérték utamat tanulmányaim során.

8. Nyilatkozat

Alulírott Bernáth Patrícia, a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar Magasépítési Mérnöki szak nappali/levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy szakdolgozatom/diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön a Kar / Intézet / Szak honlapjára. A digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető tanszéken/intézetben, illetve a kialakításra kerülő Kari központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Budapest, 2018. 01 hó 05 nap

Bernáth Patrícia

hallgató aláírása

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot/diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmak korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot/diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom/nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Budapest, 2018. 01 hó 05 nap

G. B.

témavezető aláírás