

Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar

SZAKDOLGOZAT

Vida Tímea

Budapest, 2018

Vida Tímea nappali tagozatos, építőmérnök hallgató

Mechanika és Tartószerkezetek Szakcsoport

Diplomaterv feladatkiírás

Alcufer stadion lelátó tervezése

Feladat leírása

Diplomatervem során megtervezek egy stadion lelátó dilatációs egységét. A lelátó nagy része előregyártott vasbeton elemekből áll, a tető hullámgerinc-lemezes konzolos acélfőtartó. A feladat a lelátó közbenső szerkezeti egységének statika számítása és a főbb szerkezeti elemek gyártmányterveinek elkészítése. A lelátó teljes hossza 86,60 m. 18 keretállásból áll, a keretállások közötti raszterávolság 5,7 m. Egy dilatációs egység 6 keretállásból áll. A teljes lelátó 3 egységből épül fel.

Geometriai kialakítás, terhek

A lelátó geometriája:

- szélesség: 19,65 m
- hossz: 86,60 m
- magasság: 19,13 m

A terheket a vonatkozó szabványok, előírások és irányelvek alapján kell felvenni.

Összeállította: Mihók Barna

Budapest, 2018. január

Tartalomjegyzék

II. Tanulmány	7
1. Az építőipar rövid áttekintése	7
Építmények	7
2. Középületek – sportlétesítmények	7
3. Lelátók általános ismertetése	9
4. Vasbeton szerkezetek	10
Monolit vasbeton szerkezetek	10
Előregyártott vasbeton szerkezetek	10
Acélszerkezetek	12
5. Hullámgerinc-lemezes I tartó	13
6. Diplomamunkám bemutatása	15
III. Műszaki leírás	16
1. Lelátó általános ismertetése	16
2. Talajmechanika	16
3. Teherhordó szerkezet	16
4. Tetőszerkezet	16
5. Merevítőrendszer	16
IV. Közelítőszámítás	17
1. Kiindulási adatok	17
1.1. Lelátó méretei	17
1.2. Felhasznált szabványok	17
1.3. Felhasznált programok, tervezési segédletek	18
2. Anyagjellemzők	18
2.1. Szerkezeti acél	18
2.2. Beton	18
2.3. Betonacél	19
3. Parciális tényezők	19
4. Terhek meghatározása	20
4.1. Acélfőtartó	20
4.1.1. Állandó terhek	20
4.1.1.1. Szerkezeti elem önsúlya	
4.1.1.2. Állandó jellegű terhek	

4.1.2. Esetleges terhek	21
4.1.2.1. Hasznos teher	
4.1.2.2. Hóteher	
4.1.2.3. Szélteher	
4.2. Lelátógerenda.....	24
4.2.1. Állandó terhek.....	24
4.2.1.1. Szerkezeti elem önsúlya	
4.2.1.2. Állandó jellegű terhek	
4.2.2. Esetleges terhek	24
4.2.2.1. Hasznos teher	
4.2.2.2. Szélteher	
4.3. Emeleti gerendák	26
4.3.1. Állandó terhek.....	26
4.3.1.1. 30x50-es gerendák önsúlya	
4.3.1.2. 50x50-es gerendák önsúlya	
4.3.1.3. Állandó jellegű terhek	
4.3.2. Esetleges terhek	27
4.3.2.1. Hasznos teher	
4.4. Pillérek terhei	27
4.4.1. Állandó terhek.....	27
4.4.2. Esetleges terhek	28
4.4.2.1. Szélteher	
5. Mértékadó igénybevételek meghatározása, keresztmetszet ellenőrzése.....	29
5.1. Acélfőtartó	29
5.1.1. Terhek karakterisztikus értékének meghatározása	29
5.1.1.1. Állandó terhek	
5.1.1.2. Hasznos teher	
5.1.1.3. Hóteher	
5.1.1.4. Szélteher	
5.1.2. Mértékadó igénybevétel tervezési értéke	31
5.2. Harmadik emeleti konzolos gerenda.....	32
5.2.1. Terhek karakterisztikus értékének meghatározása	32
5.2.1.1. Állandó terhek	
5.2.1.2. Hasznos teher	

5.2.2.	Mértékadó igénybevétel tervezési értéke.....	32
5.2.3.	Keresztmetszet ellenőrzése	33
5.3.	Második emeleti konzolos gerenda.....	33
5.3.1.	Terhek karakterisztikus értékének meghatározása	33
5.3.1.1.	Állandó terhek	
5.3.1.2.	Hasznos teher	
5.3.2.	Mértékadó igénybevétel tervezési értéke.....	34
5.3.3.	Keresztmetszet ellenőrzése	34
5.4.	Első emeleti gerenda.....	34
5.4.1.	Terhek karakterisztikus értékének meghatározása	34
5.4.1.1.	Állandó terhek	
5.4.1.2.	Hasznos teher	
5.4.2.	Mértékadó igénybevétel tervezési értéke.....	35
5.4.3.	Keresztmetszet ellenőrzése	35
5.5.	Lelátógerenda.....	36
5.5.1.	Terhek karakterisztikus értékének meghatározása	36
5.5.1.1.	Állandó terhek	
5.5.1.2.	Hasznos teher	
5.5.1.3.	Szélteher	
5.5.2.	Mértékadó igénybevétel.....	36
5.5.3.	Keresztmetszet ellenőrzése	37
5.6.	Pillér.....	37
5.6.1.	Terhek karakterisztikus értéke	37
5.6.1.1.	Pillér terhei	
5.6.1.2.	Acélfőtartóról átadódó terhek	
5.6.1.3.	Tetőgerendáról átadódó terhek	
5.6.1.4.	Harmadik emeleti gerendáról átadódó terhek	
5.6.1.5.	Második emeleti gerendáról átadódó terhek	
5.6.1.6.	Első emeleti gerendáról átadódó terhek	
5.6.1.7.	Lelátógerendáról átadódó terhek	
5.6.2.	Teherkombinációk	39
5.6.3.	50x80-as pillér ellenőrzése	40
5.6.4.	50x50-es pillér ellenőrzése	41
5.7.	Alaptest méretének közelítő ellenőrzése.....	42

5.7.1. Alaprajzi méreteinek ellenőrzése	42
5.7.2. Teherbíró talaj ellenőrzése	45
5.7.2.1. Töröképlet	
5.7.2.2. Határmélység meghatározása	
5.7.3. Alaptest magasságának ellenőrzése	48
V. Méretezés	50
1. Acélfőtartó	50
1.1. Alapadatok	50
1.1.1. Anyagminőségek	50
1.1.2. Szelvény keresztmetszetének geometriai adatai	50
1.2. Keresztmetszeti osztályba sorolása	51
1.3. Szilárdsági jellemzők	51
1.3.1. Inercia meghatározása	51
1.3.2. Hajlítás tengelyétől mért maximális távolságok	51
1.3.3. Rugalmas keresztmetszeti modulus	51
1.3.4. Fél keresztmetszet statikai nyomatéka a súlyponti tengelyre	52
1.3.5. Képlékeny keresztmetszeti modulus	52
1.4. Teherkombinációk	52
1.4.1. Teherbírási határállapot ULS	52
1.5. Igénybevételek	52
1.6. Szilárdsági ellenőrzés	53
1.6.1. Nyomatéki ellenállás	53
1.6.2. Normálerő	53
1.6.3. Nyíróerő	54
1.6.4. Kifordulási ellenállás – egyszerűsített módszer	54
1.7. Hullámgerinc ellenőrzése	55
1.7.1. Nyírási ellenállás	55
1.7.2. Globális stabilitásvesztés: kifordulás	57
1.8. Lehajlás vizsgálat	58
1.9. Főtartó talpcsomópontjának ellenőrzése	58
1.9.1. Igénybevételek	58
1.9.2. Talplemez tulajdonsága	58
1.9.3. Csavarok tulajdonságai	58
1.9.4. Csavarképek meghatározása	59

1.9.5. Csavarok ellenállása	59
1.9.6. Csavarok ellenőrzése	60
1.9.7. Varratok ellenőrzése	60
2. Keresztmetszetek bevasalása	61
2.1. Tetőgerenda vasalása	61
2.2. Első emeleti gerenda vasalása.....	64
2.3. Harmadik emeleti gerenda vasalása.....	66
2.4. Második emeleti gerenda vasalása.....	70
2.5. Lelátógerenda vasalása	73
2.6. Pillérek vasalása.....	76
2.7. Monolit vasbeton lemez vasalása	78
2.8. BP panel ellenőrzése	79
2.9. Kehelynyakak méretezése.....	80
VI. Lehajlás vizsgálatok	81
1. Lelátógerenda lehajlása.....	81
2. Monolit födémlemez lehajlása.....	83
2.1. Lehajlás ellenőrzése kézi számítással	83
2.2. Axis VM X4 programmal meghatározott lehajlás	85
VII. Földrengés	86
VIII. Részletszámítások	90
1. Rövidkonzolok méretezése	90
1.1. K1 jelű konzol számítása	90
1.2. K2 jelű konzol számítása	91
1.3. K3 jelű konzol számítása	91
2. Lelátógerenda feltámaszkodásának ellenőrzése	92
3. Második és harmadik emeleti gerendák kiharapott tartóvégének ellenőrzése....	93
4. SZ01 jelű szerelvény ellenőrzése.....	94
MELLÉKLET	95

II. Tanulmány

1. Az építőipar rövid áttekintése

Építmények

A mai épített környezetet az építőipar alkotta meg és folyamatosan formálja. Rendkívül szerteágazó iparág. Azokat az építményeket, amelyek emberi tartózkodásra szolgálnak, szerkezetileg teret, helységeket határolnak el és valamilyen rendeltetése van, épületnek nevezzük. Ide tartoznak a lakóépületek: családi házak, társasházak, középületek, mint bevásárlóközpontok, színházak, kórházak, oktatási intézmények, templomok, sportlétesítmények, irodaépületeknek. Lehetnek mezőgazdasági és ipari épületek, továbbá a gyárak, erőművek, raktárak és csarnokok.

Az általános építmények másik csoportja a műtárgyak, amelyek nem minősülnek épületeknek, mivel eltérő funkciókat látnak el. Felszín alatti műtárgyak az óvóhelyek, közúti alagutak, kötött pályás közlekedés (metró), gyalogos aluljárók, közműalagutak, gáz-, folyadék- ömlesztett anyagok tárolására szolgáló nyomvonalas létesítmények. Felszíni műtárgyak a hidak, tornyok, kilátók. Vízépítési műtárgyak (víztározók, duzzasztóművek, víztornyok, zsilipek).

2. Középületek – sportlétesítmények

Napjainkban egyre nagyobb jelentősége van a rekreációnak és egészségfejlesztésnek, ebből kifolyólag különböző rendezvényeket szerveznek és a társadalmi igényeket kielégítve ezeknek megfelelő létesítményeket hoznak létre. Ezek a sportközpontok szoros kapcsolatban állnak más középület típusokkal, mint egészségügyi létesítmények, teátrális szórakoztató egységek és oktatási intézmények.

Ezek az épületek általában kiemelkednek környezetükből, nagy kiterjedésűek, ezért a városrendezési szempontok rendkívüli szerepet játszanak a helykijelölés során. Nagy léptéke miatt nehézséget okozhat a természetes vagy épített környezetébe való beillesztése – ugyanakkor az esetek többségében jó irányba formálja azt. Regionális sportközponti szerepe miatt, a hely megközelíthetőségének forgalmi kialakítása településfejlesztési terv alapján történik. Közép- és nagyméretű sportlétesítmények esetén követelmény olyan terület kiválasztása, ahol főforgalmi utakról leágazható a közlekedési útvonal.

A stadionok a sportlétesítmények csoportján belül a legnagyobb volumenű, amely jelentős létszámú közönség befogadására képes és a nézők szakszerű elhelyezését és igények kiszolgálását lehetővé teszi. A létesítmény belüli mozgások övezetekre bonthatók:

- Közönségforgalmi övezetek: gyalogos, gépkocsi vagy tömegközlekedéssel érkező nézőközönség lelátók felé való irányítása.
- Lelátóövezet: a játéktérre kedvező rálátást biztosít.
- Sport- és játéktér: alaprendeltetési egység, a sportág nemzetközi szabványai szerint méretezett.
- Öltöző és mosdó övezetek: sportolásra érkezők átöltözési lehetősége a hozzá tartozó higiéniai célt szolgáló egységekkel és a közönség számára fenntartott mosdó helyiségek.
- Igazgatási, üzemfenntartásai egységek
- Épületgépészeti helyiségek

Rendeltetése szerint, lehet egy sportágra specializált – ilyenek általában a teniszstadionok az egyedi méretükből adódóan – és lehetnek vegyes használatúak ezzel növelve a létesítmény kihasználtságát. A legtöbb európai labdarúgó pálya köré szabályos futó- és atlétika pályát alakítanak ki ebből a célból.

A stadionok többsége részben fedett – a nézőtéret tető fedi le, de a mai technikai fejlettség megengedhetővé teszi akár a teljes stadion lefedését is. A tető lehet állandó jellegű (1. kép), vagy akár behúzható (2. kép).



2. kép – Papp László Budapest Sportaréna - Budapest



1. kép – Arthur Ashe Stadion - New York

3. Lelátók általános ismertetése

A nézőterek kialakítása egészen az ókorig nyúlik vissza. A technikai fejlődés az egymást követő korokban egyre változatosabb struktúra- és formakialakítást tett lehetővé. Lelátó kialakításánál a legfőbb szempont a küzdőtér jó láthatóságának biztosítása.

A legegyszerűbb típusa a földrézsűs lelátó, amely a szabadtéri létesítményekre jellemző kevésbé költséges megoldás. Kialakítása lehet feltöltéses, amikor a külső környezet szintje és a pályaszint azonos. Másik lehetőség a pályaszint süllyesztése a külső terepszinthez képest. Ez a megoldás alacsony talajvízszint és megfelelő talajvízzárás esetén alkalmas. Másik típusa az épített lelátó, amikor egy felépítményt lépcsőműként kiépítve alkotja a nézőteret. Ezek kombinációja is lehetséges. Ma már a szabadtéri sportlétesítmények lelátóinak tervezésébe szükségszerű legalább a nézőtér lefedésének megtervezése is. A lelátó és a tetőszerkezet együttesen alkotja a formai egységet.

A nézőtér ülő- és állóhelyeinek összessége határozza meg a lelátó befogadóképességét. Az alapterület és vetületi felület meghatározásához az egy főre jutó helyigényszükségletet és a belső közlekedési területigényt kell figyelembe venni.

Az elrendezésével kapcsolatos főbb követelmények:

- biztonsági és közlekedési területigények betartása
- a pálya hosszoldalainak kihasználása, ezekre a zónákra koncentrálni a nézőhelyeket, szorosan lekövetni a játéktér kontúrját
- a lehető legjobban kihasználni a nézőteret, értékes nézőhely megteremtése, az optimális elrendezés megválasztásával
- a lelátó legtávolabbi sora – stadionok esetében – 100 méterre lehet a pálya szélétől
- a legkisebb távolság függ a lelátó és játéktér egymáshoz való magassági helyzetétől.

Elrendezéseinek változatai a nézőhelyszám függvényében a pályát részlegesen, vagy teljes egészében körül veheti. Nagyobb pálya körül általában íves sorvezetéssel alakítják ki. A teljes nézőtér különálló szektorokból áll össze, ezeknek egymástól független megközelítési lehetőségét szükséges kialakítani. Egy szektornak nevezzük azt a legnagyobb nézőtéri egységet, amely a többtől elszeparált, feltöltése és kiürítése torlódás- és balesetmentesen történik. Önálló lépcsőrendszer tartozik hozzá. Szélességi méretét és a lépcsőinek egymáshoz való legnagyobb távolságát a nézőhelyszám határozza meg.

4. Vasbeton szerkezetek

Monolit vasbeton szerkezetek

A vasbeton szerkezetek általános értelemben véve monolit, helyszínen öntött technológiával készülnek. A zsaluzattal eltérő vastagságú és tetszőleges geometria alakítható ki.

További előnyei:

- Jelentős merevséggel rendelkezik, ezáltal monumentális építmények készíthetők belőle.
- Alacsony anyagköltsége.
- Kedvező tűzállósági szempontok –az előírt állékonysághoz szükséges időt külön védelem nélkül is biztosítható megfelelő betontakarással.

Hátrányai:

- Méreteiből adódó jelentős önsúly teher.
- Alacsony húzószilárdsága miatt terhelés és egyéb hatások következtében megrepedhet a szerkezet. Ennek korlátozása megoldható a szükséges betonfedés alkalmazásával illetve az acélbetétek elhelyezésének sűrítésével. Repedésmentes méretezéssel meg is akadályozható.
- A helyszíni betonozáskor a zsaluzat megépítése és alá állványozása jelentős előmunkát igényel, elbontásuk csak a beton megfelelő szilárdságának elérése után történhet. Anyag- idő- és költség igényes ezeknek az ideiglenes szerkezeteknek a megépítése és lebontása. Utólagos vizsgálata megbízhatatlan és költséges, fenntartása és felújítása, drága és nem garantált, átalakítása bonyolult és gazdaságtalan.

Előregyártott vasbeton szerkezetek

Az előregyártott vasbeton szerkezetek megjelenése nagymértékben megváltoztatta a helyszíni munkafolyamatokat. Fontos tényező az építkezések lebonyolításának időtartama, ezért a technológia megválasztásánál gyakran mérvadó szempont. A II. világháború után a nagyobb építkezésekhez szükséges technológiák és a munkaerőhiány megnehezítette a monolit szerkezetek kivitelezését. Ekkor került előtérbe az üzemben készült előregyártott szerkezeti elemek használata. Gyári körülmények között biztosítható az egyenletes minőség, az időjárási viszonyok nem befolyásolják az elkészítés folyamatát. A gyártásközi minőségi ellenőrzések garantálják a szerkezet időtállóságát. A sorozatgyártás lehetősége is adott, standard elemek betervezésével, amit érdemes a tervezés fo-

4. Vasbeton szerkezetek

Monolit vasbeton szerkezetek

A vasbeton szerkezetek általános értelemben véve monolit, helyszínen öntött technológiával készülnek. A zsaluzattal eltérő vastagságú és tetszőleges geometria alakítható ki.

További előnyei:

- Jelentős merevséggel rendelkezik, ezáltal monumentális építmények készíthetők belőle.
- Alacsony anyagköltsége.
- Kedvező tűzállósági szempontok –az előírt állékonysághoz szükséges időt külön védelem nélkül is biztosítható megfelelő betontakarással.

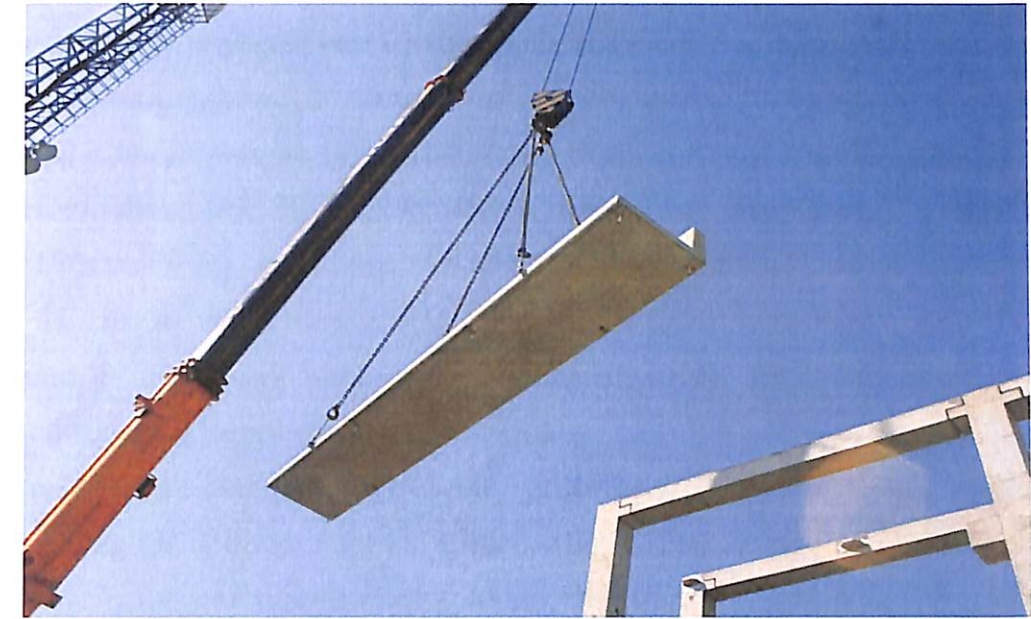
Hátrányai:

- Méreteiből adódó jelentős önsúly teher.
- Alacsony húzószilárdsága miatt terhelés és egyéb hatások következtében megrepedhet a szerkezet. Ennek korlátozása megoldható a szükséges betonfedés alkalmazásával illetve az acélbetétek elhelyezésének sűrítésével. Repedésmentes méretezéssel meg is akadályozható.
- A helyszíni betonozáskor a zsaluzat megépítése és alá állványozása jelentős előmunkát igényel, elbontásuk csak a beton megfelelő szilárdságának elérése után történhet. Anyag- idő- és költség igényes ezeknek az ideiglenes szerkezeteknek a megépítése és lebontása. Utólagos vizsgálata megbízhatatlan és költséges, fenntartása és felújítása, drága és nem garantált, átalakítása bonyolult és gazdaságtalan.

Előregyártott vasbeton szerkezetek

Az előregyártott vasbeton szerkezetek megjelenése nagymértékben megváltoztatta a helyszíni munkafolyamatokat. Fontos tényező az építkezések lebonyolításának időtartama, ezért a technológia megválasztásánál gyakran mérvadó szempont. A II. világháború után a nagyobb építkezésekhez szükséges technológiák és a munkaerőhiány megnehezítette a monolit szerkezetek kivitelezését. Ekkor került előtérbe az üzemben készült előregyártott szerkezeti elemek használata. Gyári körülmények között biztosítható az egyenletes minőség, az időjárási viszonyok nem befolyásolják az elkészítés folyamatát. A gyártásközi minőségi ellenőrzések garantálják a szerkezet időtállóságát. A sorozatgyártás lehetősége is adott, standard elemek betervezésével, amit érdemes a tervezés fo-

lyamatában figyelembe venni, ezzel is felgyorsítható a gyártási folyamat. Megfelelő üte-



3. kép – Előregyártott elem helyére emelése

mezéssel párhuzamos munkafolyamatok is végezhetők, amely jelentősen lerövidíti az építkezés időtartamát. Könnyedén alkalmazkodik a funkcionális technológiákhoz. Lehetővé teszi az épület bővíthetőségét. A helyszínen daruzás és szerelésből adódó munka folyik, helyszíni betonozás, csak ha szükséges. Természetesen az előregyártásnak is megvannak a hátrányai. Költségesebb beruházás, mint a monolit szerkezet építés. Gépesítéssel, automatizálással és a szükséges szakmunkával érhető el a hatékonyság. A típustervek szerinti gyártás teszi lehetővé a hatékonyságot és gazdaságosságot, viszont az egyedi elemek gyártása jelentősen bonyolítja a műveletet, mivel a gyártósort át kell alakítani, ami járhat csak zsaluzási és vasalási többletmunkával, de az is előfordulhat, hogy teljesen új sablont kell kialakítani. Az elemek tervezése nem csak végleges állapotra történik, figyelembe kell venni a gyártási, szállítási és építési állapotokat is. A nagyobb elemek szállítása engedélyköteles és külön felvezetés mellett történhet, ami megemelheti a szállítási és daruzási költségeket. Külön figyelmet kell fordítani a csomópontok kialakítására és a vízzárás megoldása is nehézkes. Statikai és kivitelezői szempontból is rendkívül fontos, hogy az elemek megfelelően csatlakozzanak egymáshoz.

Manapság egyre nagyobb teret hódít az építőipar területén az előregyártott technológia. Leginkább alkalmazott területe az ipari létesítményeknél van, mint raktára és csarnokok, de középületeket (bevásárlóközpontok, stadionok stb.) és lakóépületek is készülnek előregyártott elemekből.

5. Acélszerkezetek

Tartószerkezeti anyagok másik nagy csoportja az acél. Fő alkotórésze a vas, fő ötvözője a szén (széntartalom 2,06 tömeg%-nál kisebb) ezen kívül egyéb ötvözőanyagok határozzák meg a tulajdonságát. (pl. a nikkel és a mangán növeli a szilárdságát, a króm segíti a korrózióállóságát). Szerkezeti acélok teherhordó szerkezetek kialakítására alkalmasak. Előnye, hogy viszonylag kis önsúlyától függetlenül nagy szilárdsággal rendelkezik. Húzószilárdsága remekül kihasználható. Egyenletes minőségű, könnyen megmunkálható és alakítható. Utólagos vizsgálata egyszerű, feltárható és felújítható. Könnyen átalakítható és bővíthető.

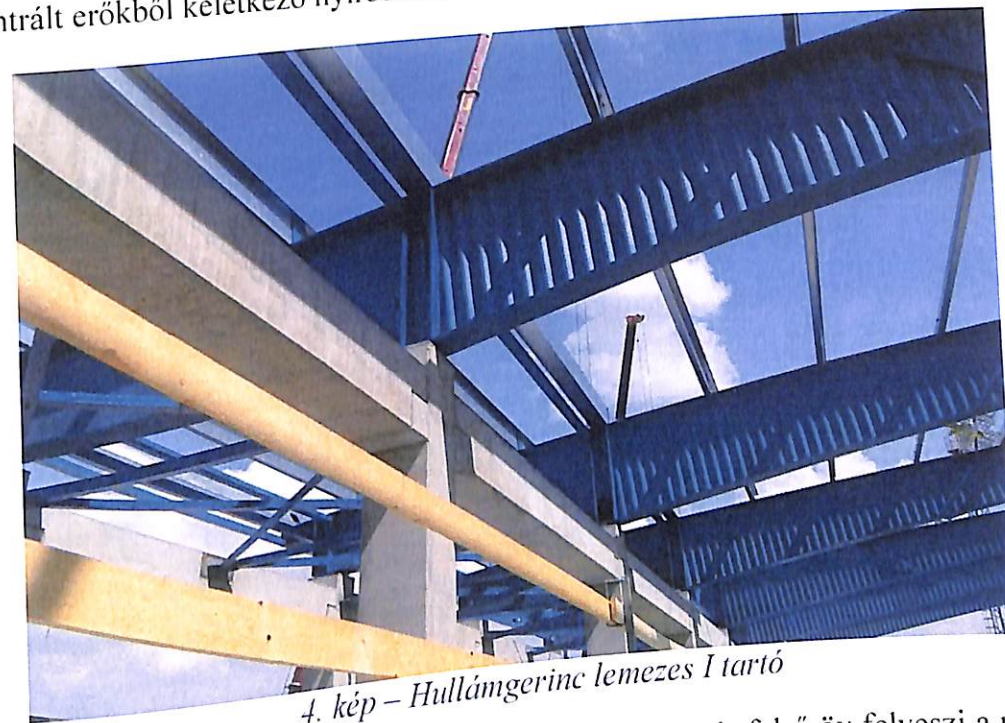
Kedvező tulajdonságaitól függetlenül gazdaságossági szempontból mérlegelni kell, milyen anyagból épüljön meg az épület. Magasházak esetén, amikor az épület szintszáma több, mint ami vasbetonból építhető, költséghatékonyabb acélszerkezetből megépíteni az épületet. Csarnokok esetén nagy fesztávolságok lefedésére szintén célszerűbb az acélszerkezetek alkalmazása. Kizárólag acélból épült szerkezetek a nagy nyílású hidak, illetve daruk – ahol fontos a szerkezet saját súlyának csökkentése.

Az acélszerkezetek minden esetben előregyártott elemeket jelentenek, már az üzemben elvégzik a felületkezelést, ezáltal a helyszínen csak szerelésből adódó munka folyik. Fontos a pontosság, amit a szerkezetgyártó üzemek megfelelő technológiával képesek biztosítani. Tervezés során fokozott figyelemmel kell a csomópontokat kialakítani. A gyártmánytervek alapján mm pontosan legyárthatóak a szerkezeti elemek. A lebontott acélszerkezetek újra felhasználhatóak.

Hátrányként megemlítendő a jelentős alapanyag ár. Nyomó igénybevétel esetén stabilitásvesztési problémák jelentkezhetnek. Nem megfelelő felületkezelés mellett rozsdásodik, a korrózióvédelem folyamatos fenntartást igényel. Tűzállósági szempontból a nyers acél nem felel meg a követelményeknek, hamar elveszti szilárdságát.

6. Hullámgerinc-lemezes I tartó

Hajlított I keresztmetszetű tartók esetében a nagyobb tömegű övek a semleges tengelytől lehetőleg a legtávolabb helyezhetők el. A gerinc ebből kifolyólag karcsúbb szerkezeti rész, annyi anyag szükséges, amennyi a hajlítónyomatékok változásából és a koncentrált erőkből keletkező nyíróerők felvételéhez kell.



4. kép – Hullámgerinc lemezes I tartó

A rácsostartó ezeket az igényeket kielégíti, az alsó és felső öv felveszi a nyomtérket és normálerőt, a rácsozás pedig jól igazítható a nyíróerő felvételéhez. Ugyanakkor a magas gyártási költség miatt a 2 méternél alacsonyabb rácsszerkezetek rácsrúdjaiknak szerelési költsége, rúd bekötések gyártási költsége jelentősen nagyobb az anyagköltségnél. Hullámgerinc-lemezes tartót beépítése célszerű 2 méter alatti szerkezeti magasság alatt. Csarnoképítésben a 18-40 méteres fesztávolságot fedi le. Felső határt a nyírási teherbírás határozza meg.

Az övek keresztmetszete ugyanolyan jól igazodik az igénybevételekhez, mint a rácsostartóknak. A gerincnél a horpadás elkerülése végett fontos a gerinclemez vastagsága. Vékonyabb gerinclemezek akkor alkalmazhatóak, ha merevítő elemekkel van kiegészítve, vagy a horpadás kizárható – számításokkal igazolva. A kiegészítő merevítő elemek elhelyezése költséges.

A hegesztéstechnológia fejlődésével a 1,5 méternél alacsonyabb szerkezetek – megfelelő automatizált gyártás mellett – költséghatékonyan előállítható a sinus profil. A technológia és elektronika fejlődése a '80-as évek végétől tette lehetővé a gazdaságos termékek előállításához szükséges gyártóberendezések előállítását.

A sinus profil kialakítása gyártástechnológiai okokból kedvezőbb lenne, ha a lemez hossz tengelye mentén lennének a hullámok, viszont az erőbevezetéseket figyelembe véve csak a gerincmagasság irányú profilírozás kialakítása lehetséges. Nyakvarrat hegesztése szempontjából a sinus profil kedvezőbb, mint a trapézformájú profilírozás. Statikai oldalról a hullámgerinc-lemezes tartó szintén kedvezőbb, mert mint ortotóp lemezként viselkedik. A gerinclemez horpadással szembeni ellenállása is jelentős.

A tartó kialakításakor – szerkesztési elvek szerint – a kapcsolatokat lehetőleg az övekre kell elhelyezni. Ha ez nem megoldható, akkor a kapcsolatoknál nyírási merevítést kell beépíteni. Ezek a megerősítések külön kapcsolat nélkül vezetik a erőt a hullámgerincbe.

A hullámok miatt a gerinc jelentősen kivonja magát a normálérőkből hosszirányban keletkező normálfeszültségek és hajlítónyomatékok felvételéből. Ezeket az igénybevételeket az övek veszik fel. A gerinc működése megegyezik a rácsrudakéval, csak nyíróerőfelvételére szolgál. Méretezése és ellenőrzése teljes egészében az ENV 1993-1 vagy más nemzetközi szabványok szerint lehetséges (pl. DIN 18800). A teherbírási számítások a szelvényméretek és a keresztmetszeti részek ellenállásának vizsgálatával végezhető el.

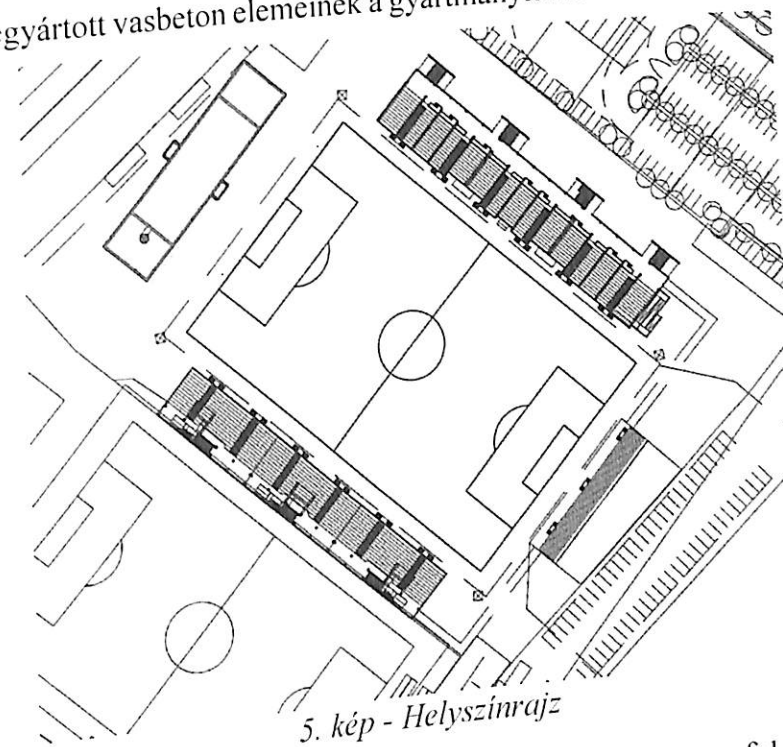
A sinus profilírozott tartók előnyei:

- súlyoptimalizálás
- nagyobb szerkezeti magasság
- automatizált, egyszerű és gazdaságos gyártás
- megfelelő tekercsszélesség megválasztásakor nem keletkezik hulladék a gyártás során
- nincsenek gerincillesztések

Korrózióvédelem történhet bevonattal és tűzhorganyzással. A gyártás során üzemi bevonat kerül a tartóra. Egyéb alapmázolás vagy fedőmázolás esetén ezt rendelnél külön kell megjelölni. A gerinclemez az övekkel egyoldali sarokvarrattal van összehesztve, a másik oldalra utólagos tűzhorganyzást hordanak fel.

7. Diplomamunkám bemutatása

Szakdolgozatom témája a már megépült gyirmóti Alcufer stadion középső dilatációs egységének megtervezése. Szakmai gyakorlatomat annál a cégnél töltöttem, amely a stadion előregyártott vasbeton elemeinek a gyártmánytervezését készítette és műszaki raj-



5. kép - Helyszínrajz

zolóként én is részt vettem benne. Az építész tervek alapján vettem fel a lelátó geometriáját és építettem fel a statikai modellt. A sportlétesítmény két egymással szemben elhelyezkedő lelátó egységből áll a pálya hosszanti oldalai mentén. Továbbá a bejárat felől egy különálló főépület fogadja a stadionba érkezőket. A látogatók számára fenntartott védett, szabadtéri parkoló található a főbejárat előtti területen. A stadionon kívül – a 2. lelátó mögött – még a területhez tartozik egy gyakorló füves pálya. Az 1. lelátó két szélső dilatációs egységében található a nézőtér alatt kialakítva, a mosdóhelységek, raktárak illetve elsősegélyhelység.

Diplomamunkám során a dilatációs egység teljes statikai számítását elvégzem, kézi közelítő számítással és Axis VM X4 végelelemes program segítségével a részletes számítást. A stadion acélfőtartókból és előregyártott vasbeton elemekből épül fel. Különlegessége leginkább, a hullámgerinc-lemezes acélfőtartó, amelynek stabilitási vizsgálatait a gyártó által kiadott segédlet alapján végzem el.

A rajzi rész tartalmazza a teljes lelátóról készített metszeteket, az előregyártott szerkezeti elemek közzétértéit és a főbb elemek gyártmányterveit.

III. Műszaki leírás

1. Lelátó általános ismertetése

A tervezett épület nagyrészt előregyártott vasbeton elemekből épül fel. Kivételt képez az első emeleti födém, amely monolit vasbeton lemez és a tetőszerkezet, ami sinus-gerinclemezes változó I keresztmetszetű acélfőtartó.

2. Talajmechanika

A lelátó tengerszint feletti magassága 120 mAf. ($\pm 0,00$)

A talajmechanikai szakvélemény szerint a területet szemcsés talaj jellemzi, a helyszíni fúrások szerint a teherhordó réteg a terepszinthez közel található. Ezáltal lehetőség van síkalapozásra.

3. Teherhordó szerkezet

A felszerkezet függőleges teherhordását előregyártott vasbeton pillérek biztosítják, amelyek kehelyalapokba vannak befogva. A nagyobb pillér 50x80 és 50x50 cm-es változó keresztmetszetű, míg a kisebbik pillér a teljes hosszán 50x50 cm-es. A nézőteret ferdetengelyű, lépcsőzetes kialakítású lelátógerendák támasztják alá. Amelyre előregyártott lelátóelemek helyezkednek el. A lépcsős kialakítás lehetővé teszi, hogy kiegészítő elemekkel plusz mint lépcső funkcionáljon a szektorok közötti folyosó. Ezzel biztosítva a menekülő útvonalat. Az egyes lelátó második emeletén helyezkedik el a VIP páholy, amely konzolosan kinyúlik a nézőtér felett.

4. Tetőszerkezet

A tetőszerkezetet 15.5 méteres hullámgerinc-lemezes változó I keresztmetszetű acél konzol és a két pillér között változó keresztmetszetű sinus-gerincű I tartó támasztja alá. A főtartó felső övének megtámasztására Z250-es szelemenek felelnek, amelyekre trapézlemez fedés kerül.

5. Merevítőrendszer

A keresztirányú merevséget a két szélső és egy közbelső mezőben elhelyezett rácsrendszer biztosítja a teljes lelátónak. A rácsrendszerben a főtartókat merőlegesen összekötő zártszelvények alkotják. A merevítőrendszer, húzott átlós kialakítású O30-as körszelvényből áll. A támaszoknál függőleges elhelyezkedésű rácsostartó helyezkedik el. Ezek a hossz-kötések biztosítják a felső öv megtámasztását, illetve a keresztirányú merevséget.

IV. Közelítőszámítás

1. Kiindulási adatok

1.1. Lelátó méretei

A lelátó főbb tartószerkezeti részei előregyártott vasbeton szerkezetekből állnak. A tetőszerkezet változó keresztmetszetű acél I förtartó. A teljes lelátó hossza 86,60 m. Amely három dilatációs egység alkotja. A teljes lelátó 18 keretállásból áll, rasztertávolságuk változó. Az általam tervezett középső dilatációs egységben a rasztertávolságok 5,7 m.

Tervezett lelátó rész méretei:

Keretállások távolsága:	$l := 5,7 \cdot m$
Keretállások száma:	$n := 6$
Felszerkezet magassága:	$h_L := 19,13 \cdot m$
Szerkezeti rész hossza:	$b_L := 28,5 \cdot m$
Lelátó szélessége:	$d_L := 19,65 \cdot m$
Tető hajlásszöge:	$\alpha_a := 7^\circ$

Tengerszint feletti magasság 120 mAf

1.2 Felhasznált szabványok

MSZ EN 1990:2005 Eurocode 0: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

MSZ EN 1991-1-1:2005 Eurocode 1: A tartószerkezetet érő hatások.
1-1 rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly, és az épületek hasznos terhei

MSZ EN 1991-1-1:2005 Eurocode 1: A tartószerkezetet érő hatások.
1-3 rész: Általános hatások. Hóteher

MSZ EN 1991-1-1:2007 Eurocode 1: A tartószerkezetet érő hatások.
1-4 rész: Általános hatások. Szélhatás

MSZ EN 1991-1-1:2010 Eurocode 1: A tartószerkezetet érő hatások.
1-4 rész: Általános hatások. Rendkívüli hatások

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2 : Betonszerkezetek tervezése 1-1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

MSZ EN 1993-1-1 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése 1-1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

MSZ EN 1998-5: 2009 Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 1. rész: Általános szabályok, szeizmikus hatások és az épületekre vonatkozó szabályok

1.3. Felhasznált programok
 Axis VM X4 végelelemes-program
 Allplan Nemetschek szoftver 2015 verzió

2. Anyagjellemzők

2.1. Szerkezeti acél

S235

S355

Szilárdsági jellemzők:

$$f_{y.w} := 235 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_y := 355 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{u.w} := 360 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_u := 490 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Rugalmassági modulus:

$$E := 210000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Nyírási rugalmassági modulus:

$$G := 81000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Poisson tényező:

$$\nu := 0.3$$

Sűrűség:

$$\rho_{acél} := 7850 \cdot \frac{kg}{m^3} \quad \rho_s := 7.85 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

2.2. Beton

A betonszilárdság biztonsági tényezője teherbírasi határállapotban $\gamma_c := 1.5$

Sűrűség:

$$\rho_{beton} := 2500 \cdot \frac{kg}{m^3} \quad \rho_c := 25 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

C30/37

Nyomószilárdság karakterisztikus és tervezési értéke

$$f_{ck.30} := 30 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_{cd.30} := \frac{f_{ck.30}}{\gamma_c} = 20 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Beton húzószilárdságának várható és tervezési értéke:

$$f_{ctm.30} := 2.9 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_{ctd.30} := 1.4 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Beton rugalmassági modulusa:

$$E_{cm.30} := 33 \cdot \frac{kN}{mm^2} \quad E_{c. eff. 30} := 10500 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

C40/50

Nyomószilárdság karakterisztikus és tervezési értéke

$$f_{ck.40} := 40 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_{cd.40} := \frac{f_{ck.40}}{\gamma_c} = 26.667 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Beton húzószilárdságának várható és tervezési értéke:

$$f_{ctm.40} := 3.5 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_{ctd.40} := 1.6 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Beton rugalmassági modulusa:

$$E_{cm.40} := 35 \cdot \frac{kN}{mm^2} \quad E_{c,eff.40} := 12700 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

2.3. Betonacél

B. 500B

A betonacél szilárdságának biztonsági tényezője teherbírasi határállapotba $\gamma_s := 1.15$

Betonacél folyáshatárának karakterisztikus és tervezési értéke:

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

Rugalmassági modulusa: $E_s := 200 \cdot \frac{kN}{mm^2}$

Relatív nyomott betonzóna magasság határhelyzete húzott acélbetétek esetén:

$$\xi_{c0} := 0.49$$

Relatív nyomott betonzóna magasság határhelyzete nyomott acélbetétek esetén:

$$\xi_{c,0} := 2.11$$

3. Parciális tényezők

Állandó terhek

Állandó terhekhez tartozó parciális tényezők:

Teherbírasi határállapot - Tartós vagy ideiglenes tervezési helyzet

Szilárdsági/alaki stabilitási vizsgálat (STR)

$$\gamma_G := 1.35$$

Esetleges terhek

$$\gamma_Q := 1.50$$

Rendkívüli terhek

$$\gamma_A := 1.00$$

4. Terhek meghatározása

4.1. Acélfőtartó

4.1.1. Állandó terhek

4.1.1.1. Szerkezeti elem önsúlya

Változó keresztmetszetű 1 tartó közelítő önsúlya

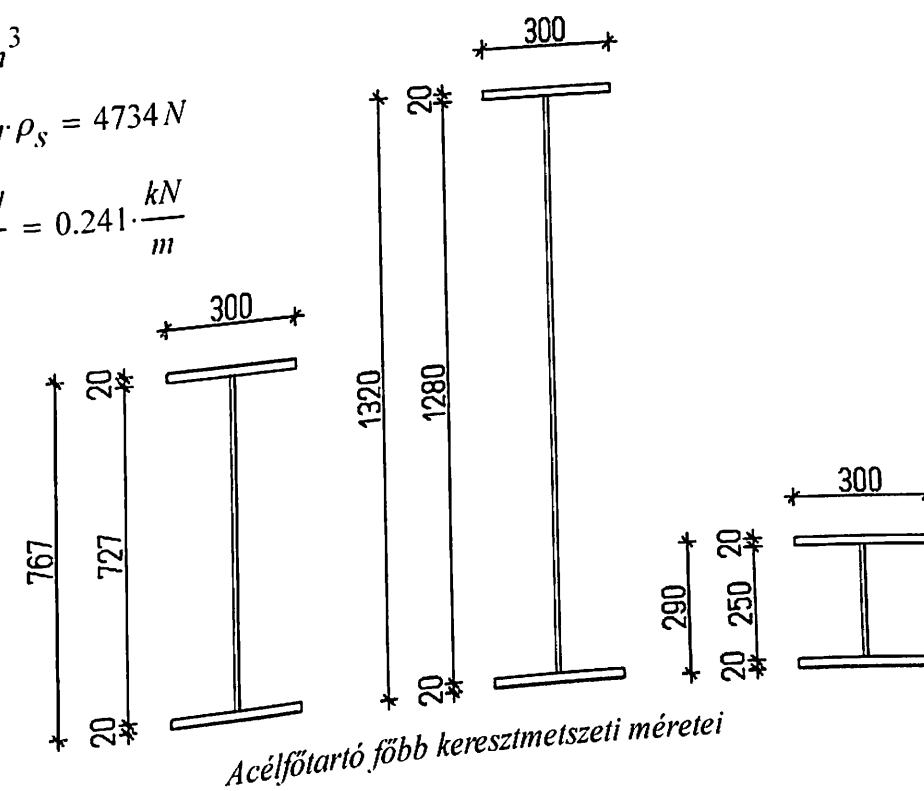
$$L_{acél} := 19.65 \cdot m$$

$$L_{a.k} := 15.5 \cdot m$$

$$V_{acél} := 0.603 \cdot m^3$$

$$m_{g.acél} := V_{acél} \cdot \rho_s = 4734 N$$

$$g_{acél} := \frac{m_{g.acél}}{L_{acél}} = 0.241 \cdot \frac{kN}{m}$$



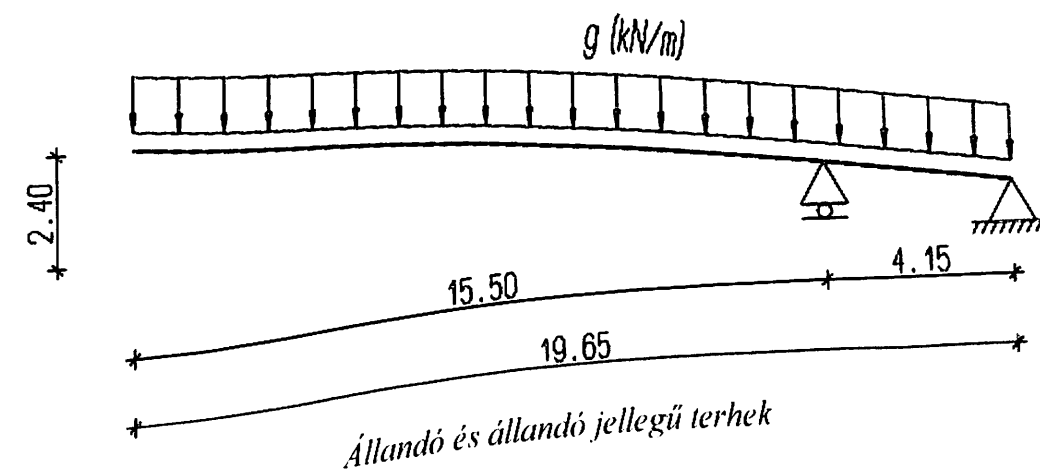
4.1.1.2. Állandó jellegű terhek:

Trapézlemez és szelemenek terhe:

$$g_{trp} := 0.25 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$g_{gép} := 0.5 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Függesztett gépészeti teher az acél főtartón



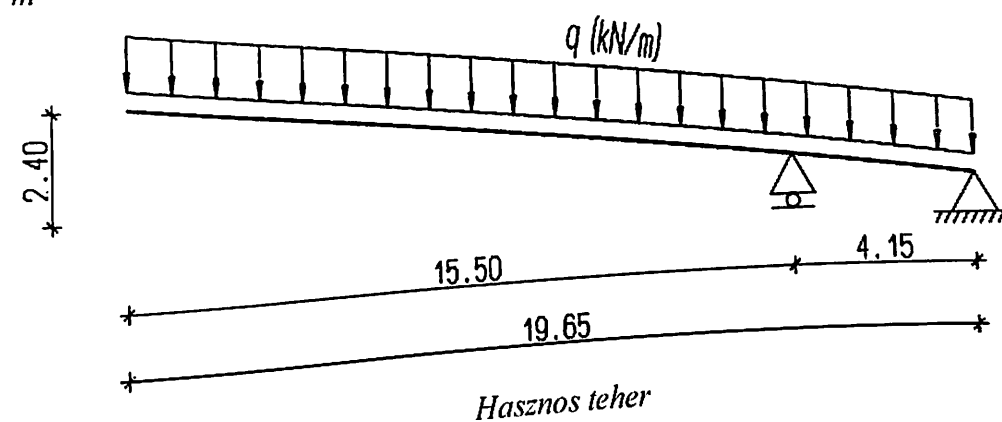
4.1.2. Esetleges terhek

4.1.2.1. Hasznos teher

Tetők függőleges hasznos terhei

Használati osztály: H Nem járható tető $\alpha < 10^\circ$ hajlásszög

$$q_{k,a} := 0.4 \frac{kN}{m^2}$$



4.1.2.2. Hóteher

A lelátó tengerszint feletti magassága 112 m Af

Kombinációs (egyidejűségi) tényezők:

$$\psi_{s,0} := 0.5 \quad \psi_{s,1} := 0.2 \quad \psi_{s,2} := 0.0$$

Felületi hóteher karakterisztikus értéke:

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

Szél hatását figyelembe vevő tereptényező:

$$C_e := 1$$

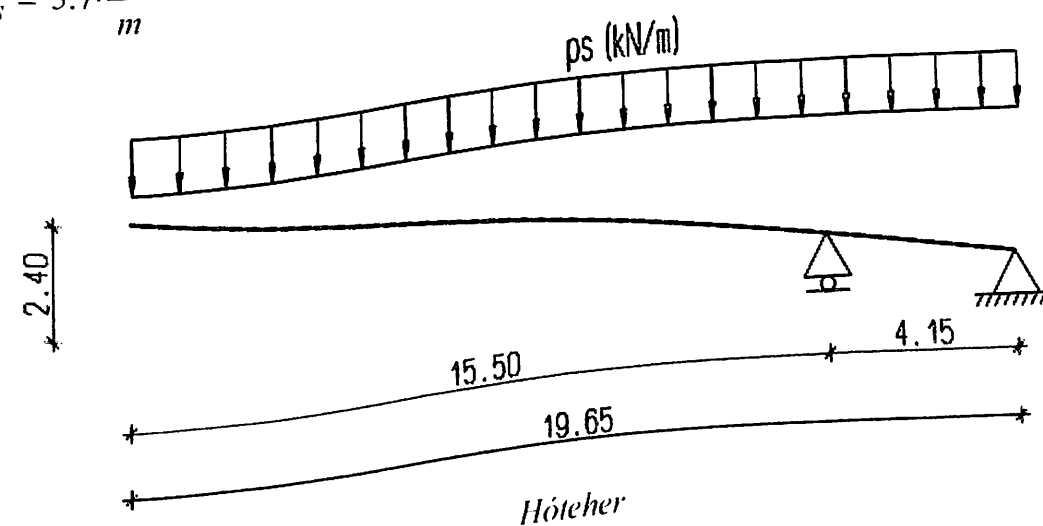
Hőmérsékleti tényező:

$$C_t := 1$$

Hóteher karakterisztikus értéke:

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

$$p_s := t \cdot s_s = 5.7 \cdot \frac{kN}{m}$$



4.1.2.3. Szélteher

Kombinációs (egyidejűségi) tényezők: $\psi_{w,0} := 0.6$ $\psi_{w,1} := 0.5$ $\psi_{w,2} := 0.0$

A terület beépítettségi kategóriája III. (alacsony beépítés: külvárosi vagy ipari övezetek, erdők)

A szél torlónyomásának értéke a terepszint feletti magasság függvényében, táblázat alapján:

$$z := h_L = 19.13 \text{ m} \quad z_{20} := 20 \text{ m} \quad q_{p20} := 0.760 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$z_{15} := 15 \text{ m} \quad q_{p15} := 0.689 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Lineáris interpolálás:

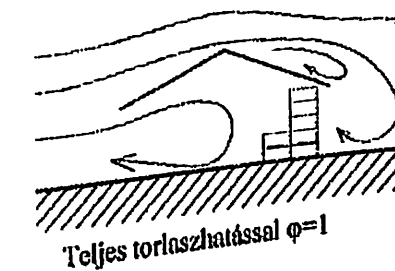
$$q_p := q_{p15} + (z - z_{15}) \cdot \frac{(q_{p20} - q_{p15})}{(z_{20} - z_{15})} = 0.748 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Torlaszhatás

A tető alatti területet részbeni vagy teljes időleges eltorlaszoló befolyásolja a szél áramlását. Ezt a φ gátlási tényezővel lehet figyelembe venni.

Teljes torlaszhatás figyelembe vétele

$$\varphi := 1$$

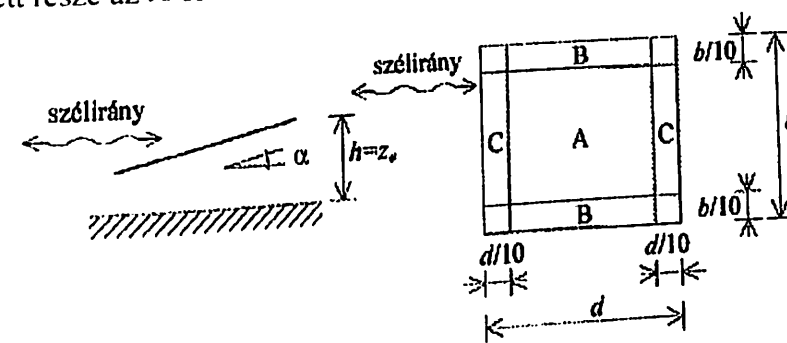


Alaki tényező

A tető szerkezet szabadonálló ferdesíkú tetőnek felel meg, ezért az alaki tényezők meghatározásakor az összesített (nettó) felületi szélnyomás $c_{p,net}$ által határozhatóak meg.

Oldalain nyitott ferdesíkú tető alaki tényezői			c_r és $c_{p,net}$ zónák		
Tetőszög hajlásszöge (α)	Alaki tényező jellemzője	Erdőtényező a teljes felületre c_r	A $c_{p,net}$	B $c_{p,net}$	C $c_{p,net}$
0°	maximum	+0.2	+0.5	+1.8	+1.1
	minimum	$\varphi = 0$	-0.6	-1.3	-1.4
		$\varphi = 1$	-1.5	-1.8	-2.2
		$\varphi = 1$	+0.8	+2.1	+1.3
5°	maximum	+0.4	-1.1	-1.7	-1.8
	minimum	$\varphi = 0$	-0.7	-1.6	-2.2
		$\varphi = 1$	-1.4	+1.2	+2.4
		$\varphi = 1$	+0.5	-1.5	-2.0
10°	maximum	-0.9	-2.1	-2.6	-2.7
	minimum	$\varphi = 0$	-1.4	+1.4	+2.7
		$\varphi = 1$	+0.7	-1.8	-2.4
		$\varphi = 1$	-1.1	-1.8	-2.9
15°	maximum	-1.1	-1.6	-2.9	-3.0
	minimum	$\varphi = 0$	-1.4	+1.7	+2.9
		$\varphi = 1$	+0.8	-2.2	-2.8
		$\varphi = 1$	-1.3	-2.2	-2.9
20°	maximum	-1.3	-1.6	-2.9	-3.0
	minimum	$\varphi = 0$	-1.4	+2.0	+3.1
		$\varphi = 1$	+1.0	-2.6	-3.2
		$\varphi = 1$	-1.6	-2.6	-2.5
25°	maximum	-1.6	-1.5	-2.5	-2.8
	minimum	$\varphi = 0$	-1.4	+2.2	+3.2
		$\varphi = 1$	+1.2	-3.0	-3.8
		$\varphi = 1$	-1.8	-1.5	-2.2
30°	maximum	-1.8	-1.5	-2.2	-2.7
	minimum	$\varphi = 1$	-1.4	-1.5	-2.7

A lelátó tervezett része az A és C zóna területére esik.



"A" zóna

$$c_{p.net.A.max} := 0.96$$

SZÉLNYOMÁS

$$w_{A.max} := q_p \cdot c_{p.net.A.max} = 0.718 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{w.A.max} := t \cdot w_{A.max} = 4.091 \cdot \frac{kN}{m}$$

"C" zóna

$$c_{p.net.C.max} := 1.42$$

SZÉLNYOMÁS

$$w_{C.max} := q_p \cdot c_{p.net.C.max} = 1.062 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{w.C.max} := t \cdot w_{C.max} = 6.051 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$c_{p.net.A.min} := -1.8$$

SZÉLSZÍVÁS

$$w_{A.min} := q_p \cdot c_{p.net.A.min} = -1.346 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{w.A.min} := t \cdot w_{A.min} = -7.671 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$c_{p.net.C.min} := -2.58$$

SZÉLSZÍVÁS

$$w_{C.min} := q_p \cdot c_{p.net.C.min} = -1.929 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{w.C.min} := t \cdot w_{C.min} = -10.995 \cdot \frac{kN}{m}$$

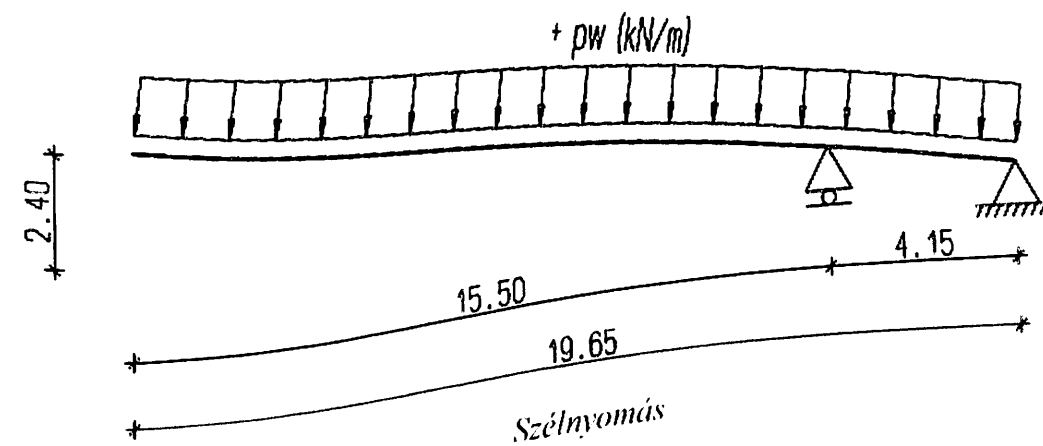
Acélfőtartó közelítő számításához használt szélteher súlyozott átlaga

$$L_{acél} = 19.65 m$$

$$L_C := 2 \cdot \frac{d_L}{10} = 3.93 m$$

$$L_A := L_{acél} - L_C = 15.72 m$$

$$p_w := \frac{p_{w.A.max} \cdot L_A + p_{w.C.max} \cdot L_C}{L_{acél}} = 4.483 \cdot \frac{kN}{m}$$



4.2. Lelátógerenda

Lelátó geometriája

$$H_l := 7.20 \cdot m$$

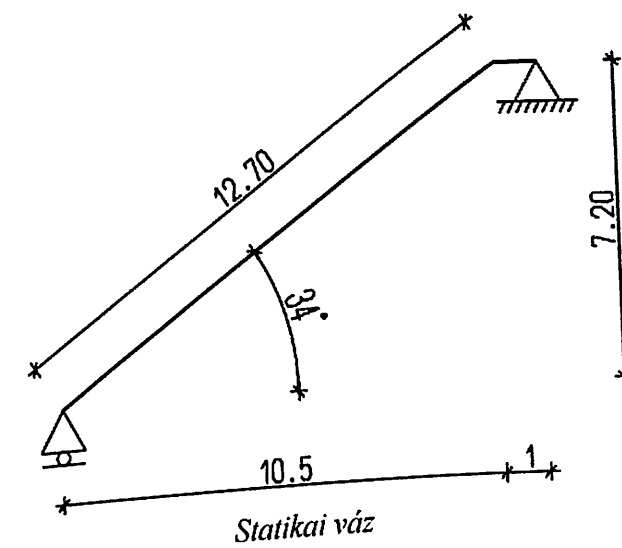
$$L_l := 11.5 \cdot m$$

$$l_l := 10.5 \cdot m$$

$$l_2 := 1 \cdot m$$

$$l_l := \sqrt{(H_l^2 + l_l^2)} = 12.731 \cdot m$$

$$\alpha_L := \arctan\left(\frac{H_l}{l_l}\right) = 34.4^\circ$$



4.2.1. Állandó terhek

4.2.1.1. Szerkezeti elem önsúlya

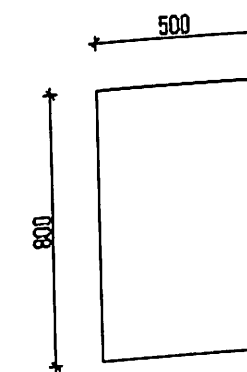
Lelátógerenda keresztmetszeti mérete:

$$h_l := 0.8 \cdot m$$

$$b_l := 0.5 \cdot m$$

$$I := \frac{h_l^3 \cdot b_l}{12} = 0.021 \cdot m^4$$

$$g_{l,g} := h_l \cdot b_l \cdot \rho_c = 10 \cdot \frac{kN}{m}$$



Keresztmetszet

4.2.1.2. Állandó jellegű terhek

Lelátóelemek önsúlya:

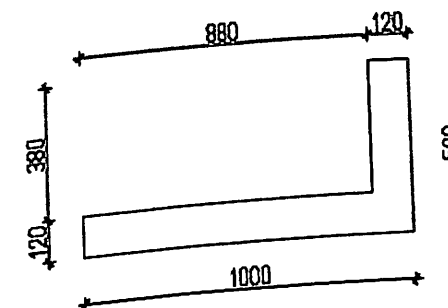
Keresztmetszeti területe Axis VM X4 programból:

$$A_{l,e} := 165600 \cdot mm^2$$

Lelátó elemek elkent terhe

$$g_{l,e} := \frac{(A_{l,e} \cdot \rho_c)}{l_l} = 0.325 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{l,e} := g_{l,e} \cdot t = 1.854 \cdot \frac{kN}{m}$$



Keresztmetszet

4.2.2. Esetleges terhek

4.2.2.1. Hasznos teher

C5 kategória: Tömegrendezvények céljára szolgáló felület

Embercsoport mozgása által okozott ritmikus erőhatás:

Megjegyzés: A dinamikus hatásokat tartalmazó hasznos terheket dinamikai vizsgálat keretében kell figyelembe venni, ha ezen hatások a szerkezeten számottevő gyorsulást okoznak és rezonancia-jelensége várható.

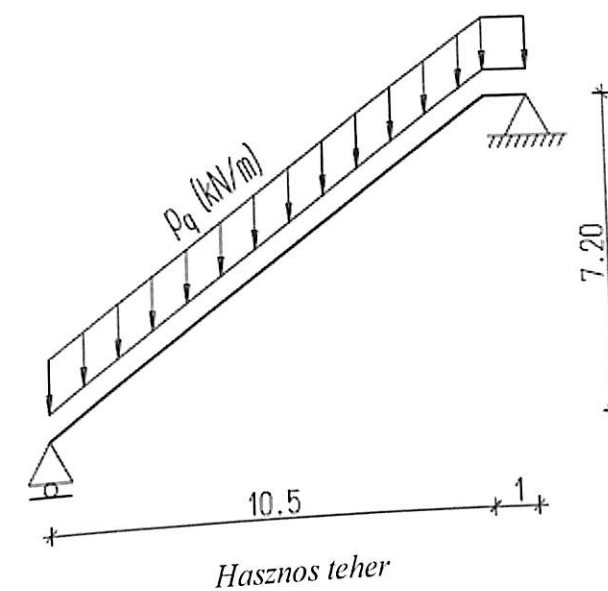
A statikus terheket dinamikus tényezővel növelt értékével veszem figyelembe.

Dinamikus tényező: $\varphi := 1.3$

$$q_k := 5 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{k,l} := q_k \cdot \varphi = 6.5 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{q,l} := q_{k,l} \cdot l = 37.05 \cdot \frac{kN}{m}$$



4.2.2.2 Szélteher

Torlónyomás számítása

$$z_6 := 6 \text{ m} \quad qp_6 := 0.484 \cdot \frac{kN}{m^2} \quad z_8 := 8 \text{ m} \quad qp_8 := 0.545 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{p,l} := qp_6 + (H_l - z_6) \cdot \frac{(qp_8 - qp_6)}{(z_8 - z_6)} = 0.521 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Alaki tényező meghatározása

$$d_L := 12.72 \cdot m$$

$$h_L := 19.13 \text{ m} \quad b_L = 28.5 \text{ m}$$

(2) oszlop értékei $d_L > h_L$

$$\theta_{30} := 30^\circ \quad c_{pe,1.30} := 0.55$$

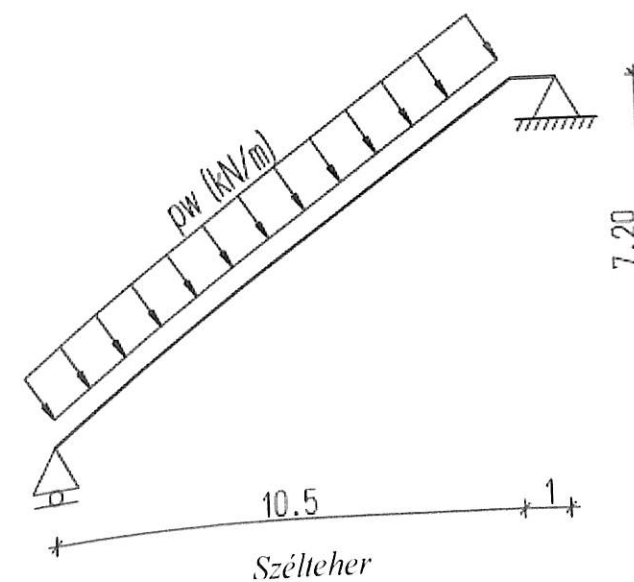
$$\theta_{45} := 45^\circ \quad c_{pe,1.45} := 0.65$$

$$c_{pe,l} := \left[|c_{pe,1.30}| + (\alpha_L - \theta_{30}) \cdot \frac{(|c_{pe,1.45}| - |c_{pe,1.30}|)}{(\theta_{45} - \theta_{30})} \right] = 0.58$$

$$c_{pe,l} = 0.58$$

$$w_l := q_p \cdot c_{pe,l} = 0.433 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{w,l} := t \cdot w_l = 2.47 \cdot \frac{kN}{m}$$



4.3. Emeleti gerendák

4.3.1. Állandó terhek

4.3.1.1. 30x50-es gerendák önsúlya

$$h_k := 0.5 \cdot m$$

$$b_k := 0.3 \cdot m$$

$$l_k := 4.15 m$$

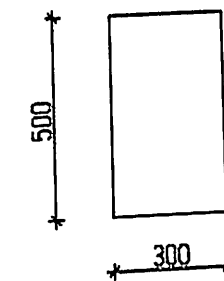
$$l_{k.1.k} := 1.62 \cdot m$$

$$l_{k.1} := l_k + l_{k.1.k} = 5.77 m$$

$$l_{k.2.k} := 4.66 \cdot m$$

$$l_{k.2} := l_k + l_{k.2.k} = 8.81 m$$

$$g_k := h_k \cdot b_k \cdot \rho_c = 3.75 \cdot \frac{kN}{m}$$



Keresztmetszet

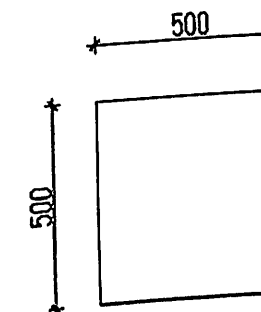
4.3.1.2. 50x50-es gerendák önsúlya

$$h_{ger} := 0.5 \cdot m$$

$$b_{ger} := 0.5 \cdot m$$

$$l_{ger} := 5.7 \cdot m$$

$$g_{ger} := h_{ger} \cdot b_{ger} \cdot \rho_c = 6.25 \cdot \frac{kN}{m}$$



Keresztmetszet

4.3.1.3. Állandó jellegű terhek

R1 Rétegrend

- csúszásmentes gres járóburkolat

$$v_1 := 0.005 \cdot m \quad \rho_1 := 24 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{k1} := v_1 \cdot \rho_1 = 0.12 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

- 1 rtg. használati víz elleni kent szigetelés

- 8 cm EPS hőszigetelés

$$v_2 := 0.08 \cdot m \quad \rho_2 := 0.1 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{k2} := v_2 \cdot \rho_2 = 0.008 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

- 1 rtg. polietilén fólia víz elleni szigetelés

- 27 cm előregyártott BP panelek felbetonnal

$$v_3 := 0.27 m \quad \rho_3 := 25 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{k3} := v_3 \cdot \rho_3 = 6.75 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$g_{rtg.1} := g_{k1} + g_{k2} + g_{k3} = 6.878 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

R2 Rétegrend

- csúszásmentes gres járóburkolat
- 1 rtg. használati víz elleni kent szigetelés
- 8 cm EPS hőszigetelés
- 1 rtg. polietilén fólia víz elleni szigetelés
- 20 cm monolit vasbeton lemez

$$v_{mon} := 0.2m \quad \rho_c = 25 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

$$g_{mon} := v_{mon} \cdot \rho_c = 5 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$g_{rtg.} := g_{k1} + g_{k2} = 0.128 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$g_{rtg.2} := g_{k1} + g_{k2} + g_{mon} = 5.128 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

4.3.2. Esetleges terhek

4.3.2.1. Hasznos teher

C5 kategória: Tömegrendezvények céljára szolgáló felület

C3 kategória: Emberi mozgásokat nem akadályozó berendezésű földemek (középületek közlekedési területei)

$$q_{k,ger} := 5 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{qk,ger} := q_{k,ger} \cdot l = 28.5 \cdot \frac{kN}{m}$$

4.4. Pillérek terhei

4.4.1. Állandó terhek

$$h_{p1} := 0.8 \cdot m$$

$$h_{p2} := 0.5 \cdot m$$

$$b_p := 0.5m$$

$$h_p := 17.5 \cdot m$$

Keresztmetszet váltás magassága

$$h_{p,a} := 9.05 \cdot m$$

$$h_{p,f} := h_p - h_{p,a} = 8.45m$$

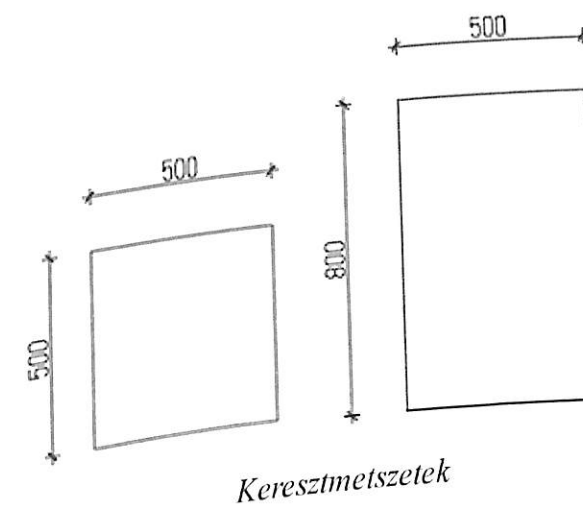
Változó keresztmetszű pillér önsúlya

$$G_{p1,f} := h_{p2} \cdot b_p \cdot h_{p,f} \cdot \rho_c = 52.812 \cdot kN$$

$$G_{p1,a} := h_{p1} \cdot b_p \cdot h_{p,a} \cdot \rho_c = 90.5 \cdot kN$$

Külső pillér önsúlya

$$G_{p2} := h_{p2} \cdot b_p \cdot h_p \cdot \rho_c = 109.375 \cdot kN$$



4.4.2. Esetleges terhek

4.4.2.1. Szélteher

$$z_p := h_p = 17.5 \text{ m}$$

$$q_{p,p} := q_{p15} + (z_p - z_{15}) \cdot \frac{(q_{p20} - q_{p15})}{(z_{20} - z_{15})} = 0.725 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

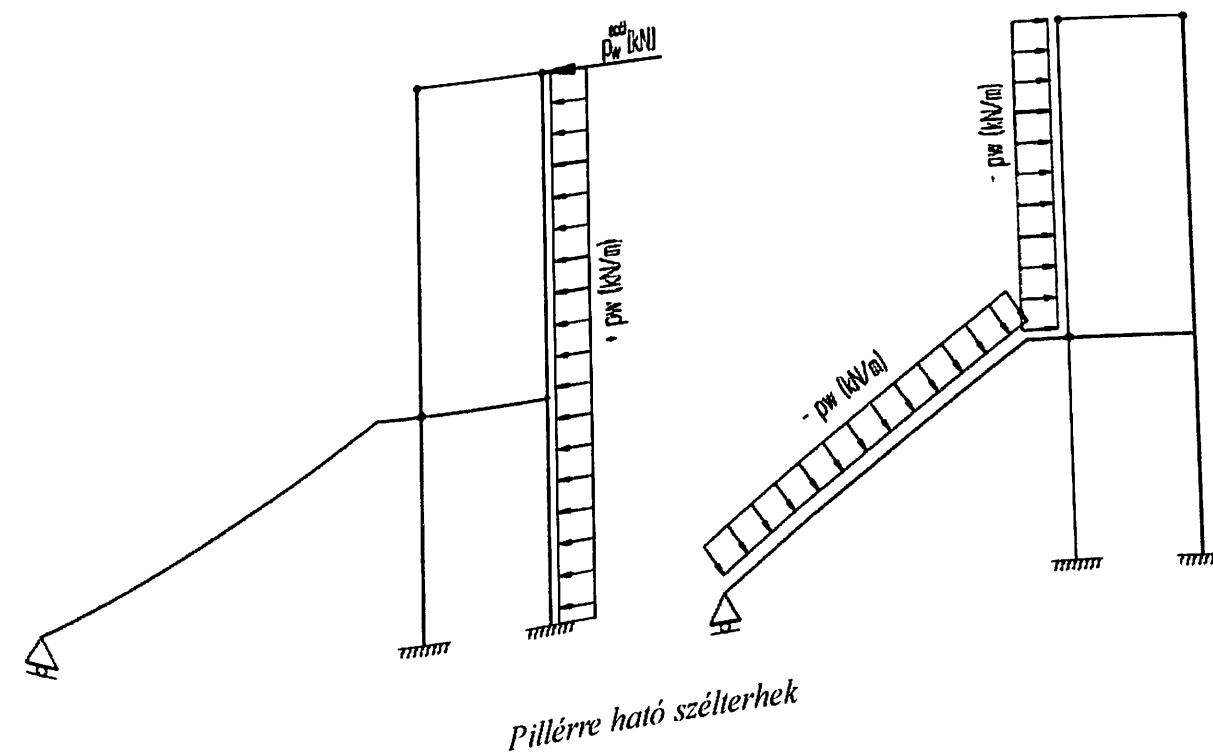
$$b_L = 28.5 \text{ m}$$

$$\frac{h_p}{b_L} = 0.614 \quad h/b > 0.5$$

Pillérekre ható szélteher alak tényezője $c_{pe} := 0.8$

$$w := q_{p,p} \cdot c_{pe} = 0.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{w,p} := t \cdot w = 3.304 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



5. Mértékadó igénybevételek meghatározása, keresztmetszet ellenőrzése

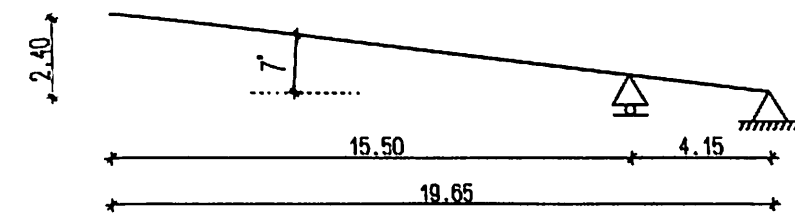
5.1 Acélfőtartó

$$\alpha_a = 7.^\circ$$

$$L_{acél} = 19.65 \text{ m}$$

$$L_{a.k} = 15.5 \text{ m}$$

$$l_k = 4.15 \text{ m}$$



Statikai váz

5.1.1. Terhek karakterisztikus értékének meghatározása

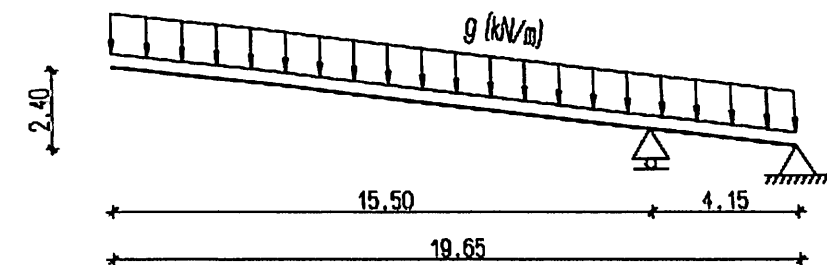
5.1.1.1 Állandó terhek

$$g_{acél} = 0.241 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$p_{trp} := g_{trp} \cdot t = 1.425 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$p_{gép} := g_{gép} \cdot t = 2.85 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$g_{a.k} := g_{acél} + p_{trp} + p_{gép} = 4.516 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{g.a.k} := \frac{g_{a.k} \cdot L_{a.k}^2}{2} = 542.472 \cdot kN \cdot m$$

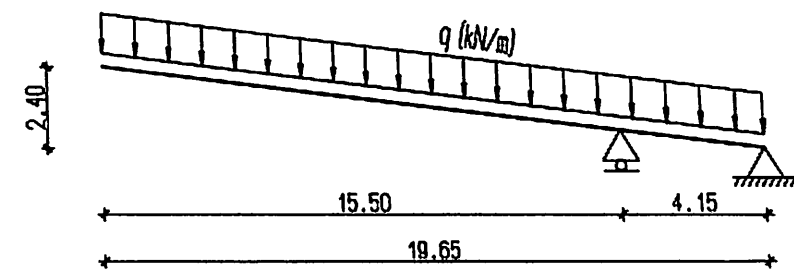
Reakcióerők meghatározása

$$A_{y.a.k} := \frac{g_{a.k} \cdot \frac{L_{acél}^2}{2}}{l_k} = 210.083 \cdot kN$$

$$B_{y.a.k} := \frac{-g_{a.k} \cdot \frac{L_{a.k}^2}{2} + g_{a.k} \cdot \frac{l_k^2}{2}}{l_k} = -121.346 \cdot kN$$

5.1.1.2. Hasznos teher

$$p_{q.a.k} := q_{k.a} \cdot l = 2.28 \cdot \frac{kN}{m}$$



$$M_{q.a.k} := \frac{p_{q.a.k} \cdot L_{a.k}^2}{2} = 273.885 \cdot kN \cdot m$$

Reakcióerők meghatározása

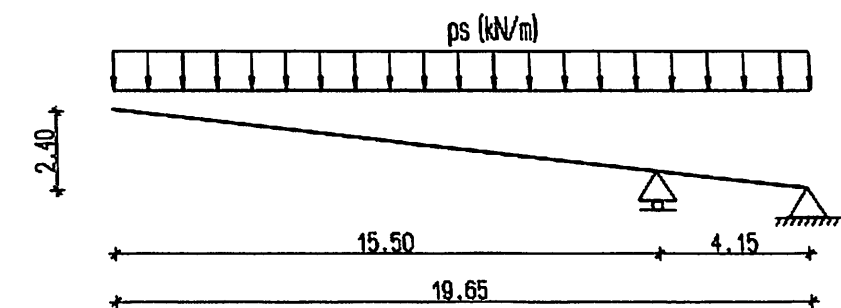
$$A_{y.q.a.k} := \frac{p_{q.a.k} \cdot \frac{L_{acél}^2}{2}}{l_k} = 106.067 \cdot kN$$

$$B_{y.q.a.k} := \frac{-p_{q.a.k} \cdot \frac{L_{a.k}^2}{2} + p_{q.a.k} \cdot \frac{l_k^2}{2}}{l_k} = -61.265 \cdot kN$$

5.1.1.3. Hóteher

$$p_s = 5.7 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$M_{s.k} := \frac{p_s \cdot L_{a.k}^2}{2} = 684.712 \cdot kN \cdot m$$



Reakcióerők meghatározása

$$A_{y.s.k} := \frac{p_s \cdot \frac{L_{acél}^2}{2}}{l_k} = 265.168 \cdot kN$$

$$B_{y.s.k} := \frac{-p_s \cdot \frac{L_{a.k}^2}{2} + p_s \cdot \frac{l_k^2}{2}}{l_k} = -153.163 \cdot kN$$

5.1.1.4. Szélteher

A teherredukálás a nagy fesztávolságú konzol miatt nem elhanyagolható!

Acélfőtartó hossza:

$$l_a := \frac{L_{acél}}{\cos(\alpha_a)} = 19.798 \text{ m}$$

Konzol hossza:

$$l_{a.k} := \frac{L_{a.k}}{\cos(\alpha_a)} = 15.616 \text{ m}$$

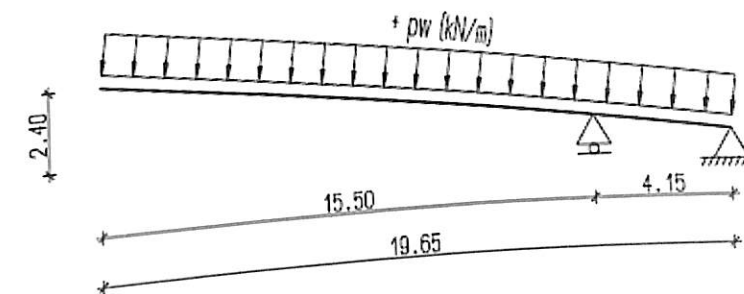
Magassági adatok:

$$h_{a.k} := \sin(\alpha_a) \cdot L_{a.k} = 1.889 \text{ m}$$

$$h_a := \tan(\alpha_a) \cdot L_{acél} = 2.413 \text{ m}$$

Szélteher súlyozott átlaga

$$p_w = 4.483 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



Teherredukálásból keletkezett szélteher komponensek:

$$p_{wx} := p_w \cdot \sin(\alpha_a) = 0.546 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_{wy} := p_w \cdot \cos(\alpha_a) = 4.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{w.a.k} := p_{wy} \cdot l_{a.k} \cdot \frac{L_{a.k}}{2} - p_{wx} \cdot l_{a.k} \cdot \frac{h_{a.k}}{2} = 530.484 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Reakció erők meghatározása

$$A_{y.w.k} := \frac{p_{wy} \cdot \frac{L_{acél}^2}{2} + p_{wx} \cdot L_{acél} \cdot \frac{h_a}{2}}{l_k} = 210.128 \cdot \text{kN}$$

$$B_{y.w.k} := \frac{-p_{wy} \cdot \frac{L_{a.k}^2}{2} + p_{wy} \cdot \frac{l_k^2}{2} - p_{wx} \cdot \frac{h_{a.k}^2}{2} + p_{wx} \cdot \frac{(h_a - h_{a.k})^2}{2}}{l_k} = -119.786 \cdot \text{kN}$$

$$B_{x.w.k} := -p_{wx} \cdot l_a = -10.817 \cdot \text{kN}$$

5.1.2. Mértékadó igénybevétel tervezési értéke

$$\Sigma(\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}) + \gamma_Q \cdot I \cdot Q_{k,I} + \Sigma(\psi_i \cdot \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i}) = 2647.669 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,a} := \gamma_G \cdot (M_{g,a.k}) + \gamma_Q \cdot (M_{q,a.k} + M_{s,k} + \psi_{w,0} \cdot M_{w,a.k}) = 2647.669 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$



5.2. Harmadik emeleti konzolos gerenda

Tartó teljes hossza: Konzol hossza: $l_{k.1.k} = 1.62\text{ m}$

$$l_{k.1} = 5.77\text{ m}$$

Támaszok közötti távolság: $l_k = 4.15\text{ m}$

5.2.1. Terhek karakterisztikus értékének meghatározása

5.2.1.1. Állandó terhek

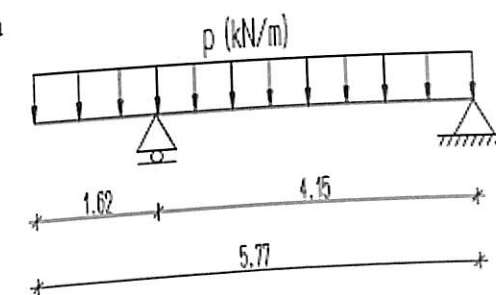
$$g_k = 3.75 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{rtg.1} = 6.878 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_k := g_k + g_{rtg.1} \cdot \frac{l}{2} = 23.352 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{k.3e} := \frac{p_k \cdot l_{k.1.k}^2}{2} = 30.643 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{k.3e} := p_k \cdot l_{k.1.k} = 37.831 \cdot \text{kN}$$



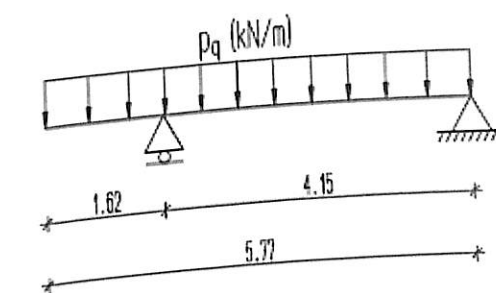
5.2.1.2. Hasznos teher

$$q_{k.ger} = 5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{qk.g} := q_{k.ger} \cdot \frac{l}{2} = 14.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{qk.3e} := \frac{p_{qk.g} \cdot l_{k.1.k}^2}{2} = 18.699 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{qk.3e} := p_{qk.g} \cdot l_{k.1.k} = 23.085 \cdot \text{kN}$$



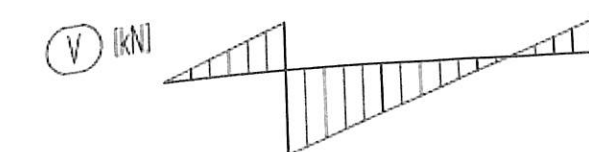
5.2.2. Mértékadó igénybevételek meghatározása

$$\Sigma(\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}) + \gamma_Q \cdot I \cdot Q_{k.1} + \Sigma(\psi_i \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i})$$

$$M_{Ed.3e} := \gamma_G \cdot (M_{k.3e}) + \gamma_Q \cdot M_{qk.3e} = 69.416 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$



$$V_{Ed.3e} := \gamma_G \cdot (V_{k.3e}) + \gamma_Q \cdot V_{qk.3e} = 85.699 \cdot \text{kN}$$



5.2.3. Keresztmetszet ellenőrzése

Beton: C40/50-XC3-16

Betonacél: B500 B

Feltételezés: $\phi 20$ fővasalás és $\phi 8$ kengyel $\xi_{c0} = 0.49$

$$\phi := 20 \cdot \text{mm} \quad \phi_s := 8 \cdot \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 \text{mm} + \max(\phi, 25 \text{mm}, 10 \text{mm}) = 35 \cdot \text{mm}$$

$$d := h_k - c_{nom} - \phi_s - \frac{\phi}{2} = 447 \cdot \text{mm} \quad x_{c0} := d \cdot \xi_{c0} = 219.03 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd.0} := b_k \cdot f_{cd.40} \cdot x_{c0} \cdot \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) = 591.355 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \frac{M_{Ed.3e}}{M_{Rd.0}} = 0.117 \quad \text{A gerenda bevasalható!}$$

5.3. Második emeleti konzolos gerenda

Tartó teljes hossza:

Konzol hossza:

$$l_{k.2} = 8.81 \text{ m}$$

$$l_{k.2.k} = 4.66 \text{ m}$$

Támaszok közötti távolság:

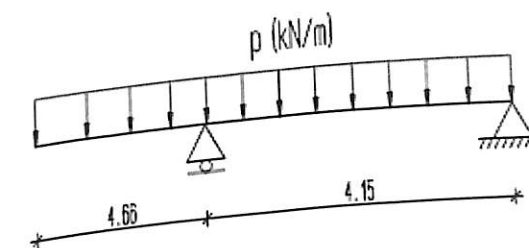
$$l_k = 4.15 \text{ m}$$

5.3.1. Terhek karakterisztikus értékének meghatározása

5.3.1.1. Állandó terhek

$$g_{rtg.1} = 6.878 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_k = 23.352 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

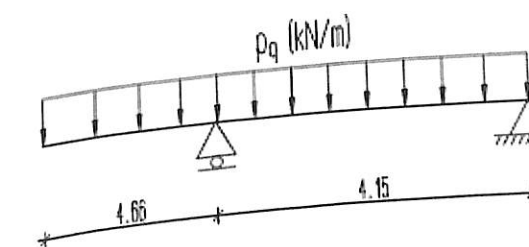


$$M_{k.2e} := \frac{p_k \cdot l_{k.2.k}^2}{2} = 253.555 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{k.2e} := p_k \cdot l_{k.2.k} = 108.822 \cdot \text{kN}$$

5.3.1.2. Hasznos teher

$$q_{k.ger} = 5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_{qk.g} = 14.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



$$M_{qk.2e} := \frac{p_{qk.g} \cdot l_{k.2.k}^2}{2} = 154.724 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

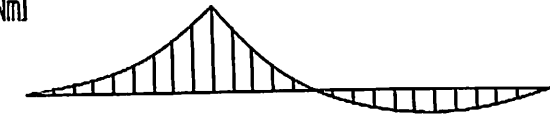
$$V_{qk.2e} := p_{qk.g} \cdot l_{k.2.k} = 66.405 \cdot \text{kN}$$

5.3.2. Mértékadó igénybevételek meghatározása

$$\Sigma(\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}) + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma(\psi_i \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i})$$

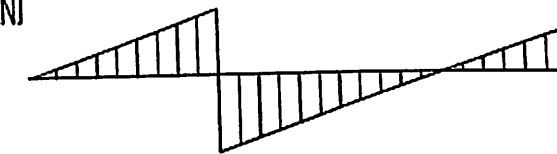
$$M_{Ed,2e} := \gamma_G \cdot M_{k,2e} + \gamma_Q \cdot M_{qk,2e} = 574.384 \cdot kN \cdot m$$

(M) [kNm]



$$V_{Ed,2e} := \gamma_G \cdot V_{k,2e} + \gamma_Q \cdot V_{qk,2e} = 246.517 \cdot kN$$

(V) [kN]



5.3.3. Keresztmetszet ellenőrzése

Beton C40/50-XC3-16

Betonacél: B500.B

Feltételezés: $\phi 20$ fővasalás és $\phi 8$ kengyel

$$\xi_{c0} = 0.49$$

$$\phi := 20mm \quad \phi_s := 8 \cdot mm$$

$$c_{nom} := 10mm + \max(\phi, 25mm, 10mm) = 35 \cdot mm$$

$$d := h_k - c_{nom} - \phi_s - \frac{\phi}{2} = 447 \cdot mm$$

$$x_{c0} := d \cdot \xi_{c0} = 219.03 \cdot mm$$

$$M_{Rd,0} := b_k \cdot f_{cd,40} \cdot x_{c0} \cdot \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) = 591.355 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{Ed,2e}}{M_{Rd,0}} = 0.971$$

A keresztmetszet bevasalható!

5.4. Első emeleti gerenda

5.4.1. Terhek karakterisztikus értékének meghatározása

5.4.1.1. Állandó terhek

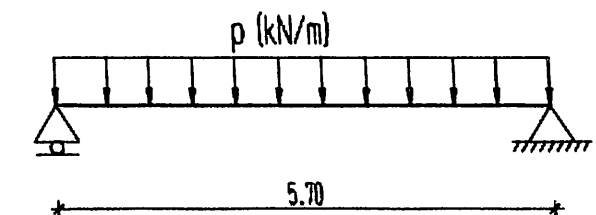
$$g_{ger} = 6.25 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$l_{ger} = 5.7m$$

$$p_{ger} := g_{ger} + g_{rtg,2} \cdot l = 35.48 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$V_{ger,k} := \frac{p_{ger} \cdot l_{ger}}{2} = 101.117 \cdot kN$$

$$M_{ger,k} := \frac{p_{ger} \cdot l_{ger}^2}{8} = 144.092 \cdot kN \cdot m$$



5.4.1.2. Hasznos teher

$$p_{k,q,ger} := q_{k,ger} \cdot \frac{l_k}{2} = 10.375 \cdot \frac{kN}{m}$$

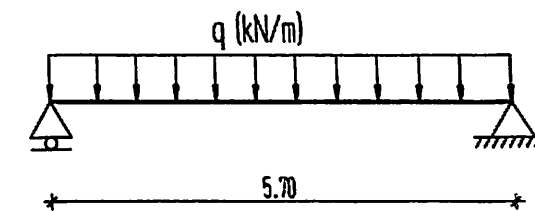
$$V_{k,qger} := \frac{p_{k,q,ger} \cdot l_{ger}}{2} = 29.569 \cdot kN$$

$$M_{k,qger} := \frac{p_{k,q,ger} \cdot l_{ger}^2}{8} = 42.135 \cdot kN \cdot m$$

5.4.2. Mértékadó igénybevételek meghatározása

$$M_{Ed,1e} := \gamma_G \cdot M_{ger,k} + \gamma_Q \cdot M_{k,qger} = 257.727 \cdot kN \cdot m$$

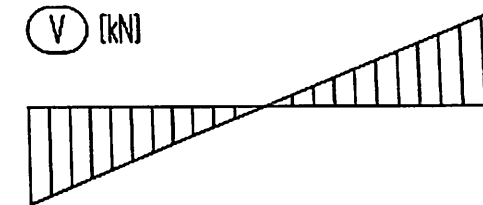
$$V_{Ed,1e} := \gamma_G \cdot V_{ger,k} + \gamma_Q \cdot V_{k,qger} = 180.861 \cdot kN$$



(M) [kNm]



(V) [kN]



5.4.3. Keresztmetszet ellenőrzése

Beton C40/50-XC3-16

Betonacél: B500 B

Feltételezés: \$\phi 20\$ fővasalás és \$\phi 8\$ kengyel

\$\xi_{c0} = 0.49\$

$$\phi := 20 \cdot mm \quad \phi_s := 8 \cdot mm$$

$$c_{nom} := 10 \cdot mm + \max(\phi, 25 \cdot mm, 10 \cdot mm) = 35 \cdot mm$$

$$d := h_k - c_{nom} - \phi_s - \frac{\phi}{2} = 447 \cdot mm$$

$$x_{c0} := d \cdot \xi_{c0} = 219.03 \cdot mm$$

$$M_{Rd,0} := b_k \cdot f_{cd,40} \cdot x_{c0} \cdot \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) = 591.355 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{Ed,1e}}{M_{Rd,0}} = 0.436$$

A keresztmetszet bevasalható!

5.5. Lelátógerenda

5.5.1. Terhek karakterisztikus értéke

A terhek meghatározása az Axis VM X4 programmal.

5.5.1.1. Állandó terhek

Gerenda önsúlya:

$$g_{l,g} = 10 \cdot \frac{kN}{m}$$

Lelátóelemek vonalmenti elkent terhe:

$$p_{l,e} = 1.854 \cdot \frac{kN}{m}$$

Reakcióerők karakterisztikus értéke $A_{y,g,l} := 82.382 kN$

$$B_{y,g,l} := 80.111 kN$$

Állandó terhekből keletkező nyomaték: $M_{y,g,l} := 234.799 kN \cdot m$

5.5.1.2. Hasznos teher

Vonalmenti megoszló teher:

$$p_{q,l} = 37.05 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$B_{y,q,l} := 250.304 kN$$

Reakcióerők karakterisztikus értéke: $A_{y,q,l} := 257.402 kN$

Hasznos teherből keletkező nyomaték: $M_{y,q,l} := 733.624 kN \cdot m$

5.5.1.3. Szélteher

$$p_{w,l} = 2.47 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$B_{y,w,l} := 6.311 kN$$

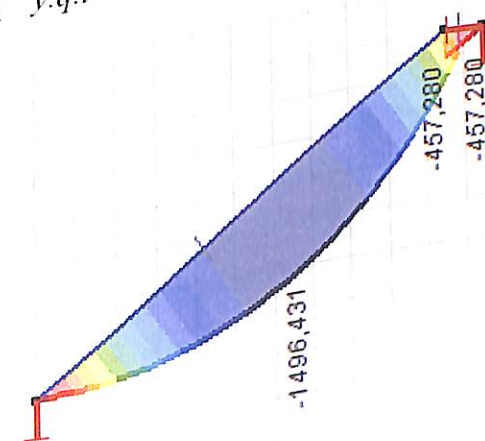
Reakcióerők karakterisztikus értéke: $A_{y,w,l} := 19.466 kN$

$$B_{x,w,l} := 17.553 kN$$

Szélteherből keletkező nyomaték: $M_{w,l} := 52.677 kN \cdot m$

5.5.2. Mértékadó igénybevétel

$$M_{Ed,l} := \gamma_G \cdot M_{y,g,l} + \gamma_Q \cdot (M_{y,q,l} + M_{w,l}) = 1496.43 kN \cdot m$$



Mértékadó nyomaték

5.5.3. Keresztmetszet ellenőrzése

Beton C40/50-XC3-16

Betonacél: B500 B

Feltételezés: $\phi 25$ fővasalás és $\phi 8$ kengyel

$$\xi_{c0} = 0.49$$

$$\phi := 25 \cdot \text{mm} \quad \phi_s := 8 \cdot \text{mm}$$

$$c_{nom} := 10 \text{ mm} + \max(\phi, 25 \text{ mm}, 10 \text{ mm}) = 35 \cdot \text{mm}$$

$$d := h_l - c_{nom} - \phi_s - \frac{\phi}{2} = 744.5 \cdot \text{mm}$$

$$x_{c0} := d \cdot \xi_{c0} = 364.805 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd.0} := b_{ger} \cdot f_{cd.40} \cdot x_{c0} \cdot \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) = 2734.08 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed.1}}{M_{Rd.0}} = 0.547$$

A keresztmetszet bevasalható!

5.6. Pillér

Építési pontatlanság

$$v := 1$$

$$l_0 := v \cdot h_P = 17.5 \cdot \text{m}$$

$$k_0 := \frac{l_0}{400} = 0.044 \cdot \text{m}$$

5.6.1. Igénybevételek karakterisztikus értéke

5.6.1.1. Pillér terhei

$$h_P = 17.5 \cdot \text{m}$$

$$h_{P.a} = 9.05 \cdot \text{m}$$

$$k_{0.p} := h_{P.a} \cdot \frac{k_0}{h_P} = 0.023 \cdot \text{m}$$

Önsúly:

$$G_{p1.a} = 90.5 \cdot \text{kN}$$

$$G_{p1.f} = 52.812 \cdot \text{kN}$$

$$G_{p2} = 109.375 \cdot \text{kN}$$

Széltéher:

$$p_{w.p} = 3.304 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{p1.a} := G_{p1.a} \cdot k_{0.p} = 2.048 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{p1.f} := G_{p1.f} \cdot k_0 = 2.311 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{p2} := G_{p2} \cdot k_0 = 4.785 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{w.p} := p_{w.p} \cdot \frac{h_P^2}{2} = 505.882 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

5.6.1.2. Acélfőtartóról átadódó terhek

$$\text{Állandó terhek: } A_{y.a.k} = 210.083 \cdot kN$$

$$M_{g.a} := A_{y.a.k} \cdot k_0 = 9.191 \cdot kN \cdot m$$

$$\text{Hasznos teher: } A_{y.q.a.k} = 106.067 \cdot kN$$

$$M_{q.a} := A_{y.q.a.k} \cdot k_0 = 4.64 \cdot kN \cdot m$$

$$\text{Hóteher: } A_{y.s.k} = 265.168 \cdot kN$$

$$M_s := A_{y.s.k} \cdot k_0 = 11.601 \cdot kN \cdot m$$

$$\text{Szélteher: } A_{y.w.k} = 210.128 \cdot kN$$

$$B_{x.w.k} = -10.817 \cdot kN$$

$$M_{w.a} := A_{y.w.k} \cdot k_0 + |B_{x.w.k}| \cdot h_P = 198.485 \cdot kN \cdot m$$

5.6.1.3. Tetőgerendáról átadódó terhek

$$h_{tger} := 16.75m$$

$$k_{0.tger} := h_{tger} \cdot \frac{k_0}{h_P} = 0.042m$$

$$\text{Önsúly: } F_{tger} := 4 \cdot \frac{g_{ger} \cdot l}{2} = 71.25 \cdot kN \quad M_{tger} := F_{tger} \cdot k_{0.tger} = 2.984 \cdot kN \cdot m$$

5.6.1.4. Harmadik emeleti gerendáról átadódó terhek

$$h_{3e} := 14.75m$$

$$k_{0.3e} := h_{3e} \cdot \frac{k_0}{h_P} = 0.037m$$

$$\text{Állandó terhek: } F_{3e} := 2V_{k.3e} = 75.661 \cdot kN$$

$$M_{3e} := F_{3e} \cdot k_{0.3e} = 2.79 \cdot kN \cdot m$$

$$\text{Hasznos teher: } F_{q.3e} := 2V_{qk.3e} = 46.17 \cdot kN$$

$$M_{q.3e} := F_{q.3e} \cdot k_{0.3e} = 1.703 \cdot kN \cdot m$$

5.6.1.5. Második emeleti gerendáról átadódó terhek

$$h_{2e} := 13.35m$$

$$k_{0.2e} := h_{2e} \cdot \frac{k_0}{h_P} = 0.033m$$

$$\text{Állandó terhek: } F_{2e} := 2V_{k.2e} = 217.643 \cdot kN$$

$$M_{2e} := F_{2e} \cdot k_{0.2e} = 7.264 \cdot kN \cdot m$$

$$\text{Hasznos teher: } F_{q.2e} := 2V_{qk.2e} = 132.81 \cdot kN$$

$$M_{q.2e} := F_{q.2e} \cdot k_{0.2e} = 4.433 \cdot kN \cdot m$$

5.6.1.6. Első emeleti gerendáról átadódó terhek

$$h_{1e} := 8.8m$$

$$k_{0.1e} := h_{1e} \cdot \frac{k_0}{h_P} = 22 \cdot mm$$

$$\text{Állandó terhek: } F_{1e} := 4V_{ger.k} = 404.467 \cdot kN$$

$$M_{1e} := F_{1e} \cdot k_{0.1e} = 8.898 \cdot kN \cdot m$$

$$\text{Hasznos teher: } F_{q.1e} := 4V_{k.qger} = 118.275 \cdot kN$$

$$M_{q.1e} := F_{q.1e} \cdot k_{0.1e} = 2.602 \cdot kN \cdot m$$

5.6.1.7. Lelátógerendáról átadódó terhek

$$h_{l,l} := 8.65m$$

$$k_{0,l,l} := h_{l,l} \cdot \frac{k_0}{h_p} = 21.625 \cdot mm$$

$$\text{Állandó terhek: } B_{y,g,l} = 80.111 \cdot kN \quad M_{l,l} := B_{y,g,l} \cdot k_{0,l,l} = 1.732 \cdot kN \cdot m$$

$$\text{Hasznos teher: } B_{y,q,l} = 250.304 \cdot kN \quad M_{q,l,l} := B_{y,q,l} \cdot k_{0,l,l} = 5.413 \cdot kN \cdot m$$

$$\text{Szélteher: } B_{y,w,l} = 6.311 \cdot kN \quad B_{x,w,l} = 17.553 \cdot kN \quad M_{w,l,l} := B_{y,w,l} \cdot k_{0,l,l} - B_{x,w,l} \cdot h_{l,l} = -151.697 \cdot kN \cdot m$$

Terhek összesítése

$$\Sigma G := G_{p1,a} + G_{p1,f} + G_{p2} + A_{y,a,k} + F_{tger} + F_{3e} + F_{2e} + F_{1e} + B_{y,g,l} = 1311.904 \cdot kN$$

$$\Sigma Q := A_{y,q,a,k} + F_{q,3e} + F_{q,2e} + F_{q,1e} + B_{y,q,l} = 653.626 \cdot kN$$

$$\Sigma M_G := M_{p1,a} + M_{p1,f} + M_{p2} + M_{g,a} + M_{tger} + M_{3e} + M_{2e} + M_{1e} + M_{l,l} = 42.003 \cdot kN \cdot m$$

$$\Sigma M_Q := M_{q,a} + M_{q,3e} + M_{q,2e} + M_{q,1e} + M_{q,l,l} = 18.79 \cdot kN \cdot m$$

5.6.2. Teherkombinációk

I. eset: G + Q

$$N_I := \gamma_G \cdot \Sigma G + \gamma_Q \cdot \Sigma Q = 2752 \cdot kN$$

$$M_I := \gamma_G \cdot \Sigma M_G + \gamma_Q \cdot \Sigma M_Q = 84.889 \cdot kN \cdot m$$

II. eset: G + Q + SZÉL⁺ + hó nincs

$$N_{II} := \gamma_G \cdot \Sigma G + \gamma_Q \cdot \Sigma Q = 2752 \cdot kN$$

$$M_{II} := \gamma_G \cdot \Sigma M_G + \gamma_Q \cdot \Sigma M_Q + \gamma_Q \cdot (M_{w,a} + M_{w,p}) = 1141.439 \cdot kN \cdot m$$

III. eset: G + Q + HÓ + szél

$$N_{III} := \gamma_G \cdot \Sigma G + \gamma_Q \cdot \Sigma Q + \gamma_Q \cdot A_{y,s,k} = 3149 \cdot kN$$

$$M_{III} := \gamma_G \cdot \Sigma M_G + \gamma_Q \cdot \Sigma M_Q + \gamma_Q \cdot M_s = 102.291 \cdot kN \cdot m$$

IV. eset: G + Q + kiemelt SZÉL⁺ + egyidejű HÓ

$$N_{IV} := \gamma_G \cdot \Sigma G + \gamma_Q \cdot \Sigma Q + \gamma_Q \cdot A_{y,w,k} + \gamma_Q \cdot \psi_{s,0} \cdot A_{y,s,k} = 3266 \cdot kN$$

$$M_{IV} := \gamma_G \cdot \Sigma M_G + \gamma_Q \cdot \Sigma M_Q + \gamma_Q \cdot (M_{w,a} + M_{w,p}) + \gamma_Q \cdot \psi_{s,0} \cdot M_s = 1150.14 \cdot kN \cdot m$$

V. eset: G + Q + kiemelt HÓ + egyidejű SZÉL⁺

$$N_V := \gamma_G \cdot \Sigma G + \gamma_Q \cdot \Sigma Q + \gamma_Q \cdot A_{y,s,k} + \gamma_Q \cdot \psi_{s,0} \cdot A_{y,w,k} = 3307 \cdot kN$$

$$M_V := \gamma_G \cdot \Sigma M_G + \gamma_Q \cdot \Sigma M_Q + \gamma_Q \cdot M_s + \gamma_Q \cdot \psi_{w,0} \cdot (M_{w,a} + M_{w,p}) = 736.221 \cdot kN \cdot m$$

VI. eset: G + Q + SZÉL⁻ + egyidejű HÓ

$$N_{VI} := \gamma_G \cdot \Sigma G + \gamma_Q \cdot \Sigma Q + \gamma_Q \cdot B_{y,w,l} + \gamma_Q \cdot \psi_{s,0} \cdot A_{y,s,k} = 2960 \cdot kN$$

$$M_{VI} := \gamma_G \cdot \Sigma M_G + \gamma_Q \cdot \Sigma M_Q + \gamma_Q \cdot M_{w,l,l} + \gamma_Q \cdot \psi_{s,0} \cdot M_s = -133.956 \cdot kN \cdot m$$

Mértékadó teherkombináció

IV. ESET

$$N_{IV} = 3265.577 \cdot kN$$

$$M_{IV} = 1150.14 \cdot kN \cdot m$$

Merevségek meghatározása

$$I_{p1} := \frac{b_p \cdot h_{p1}^3}{12} = 0.021 \cdot m^4 \quad I_{p2} := \frac{b_p \cdot h_{p2}^3}{12} = 0.005 \cdot m^4$$

$$k_{p1} := \frac{I_{p1}}{h_p} = 0.0012 \cdot m^3 \quad k_{p2} := \frac{I_{p2}}{h_p} = 0.0003 \cdot m^3$$

$$\Sigma K := k_{p1} + k_{p2} = 0.0015 \cdot m^3$$

$$\alpha_{p1} := \frac{k_{p1}}{\Sigma K} = 0.804 \quad \alpha_{p2} := \frac{k_{p2}}{\Sigma K} = 0.196$$

5.6.3. 50x80-as pillér ellenőrzése

$$N_{IV.p1} := N_{IV} \cdot \alpha_{p1} = 2624.765 \cdot kN$$

$$M_{IV.p1} := M_{IV} \cdot \alpha_{p1} = 924.445 \cdot kN \cdot m$$

Kezdeti külpontosság

$$e_{0.p1} := \frac{M_{IV.p1}}{N_{IV.p1}} = 0.352 \cdot m$$

$$d_{p1} := 0.9 \cdot h_{p1} = 0.72 \cdot m$$

Külpontos növekmény meghatározás

$$\Delta e_{l.p1} := 0.05 \cdot d_{p1} + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot \left(\frac{l_0}{10 \cdot d_{p1}} \right)^2 \cdot d_{p1} = 0.292 \cdot m$$

Mértékadó külpontosság

$$e_{Ed.p1} := e_{0.p1} + \Delta e_{l.p1} = 0.645 \cdot m$$

$$M_{Ed.p1} := N_{IV.p1} \cdot e_{Ed.p1} = 1692 \cdot kN \cdot m$$

$$m_{p1} := \frac{M_{Ed.p1}}{b_p \cdot h_{p1}^2 \cdot f_{cd.40}} = 0.198$$

$$n_{p1} := \frac{N_{IV.p1}}{b_p \cdot h_{p1} \cdot f_{cd.40}} = 0.246$$

$$\mu_{p1} := 0.3$$

$$A_{s.p1} := \frac{\mu_{p1} \cdot b_p \cdot h_{p1} \cdot f_{cd.40}}{f_{yd}} = 7360 \cdot mm^2$$

$$A_{s.p1.max} := 0.04 \cdot b_p \cdot h_{p1} = 16000 \cdot mm^2$$

Bevasalható a keresztmetszet!

5.6.4. 50x50-as pillér ellenőrzése

$$N_{IV.p2} := N_{IV} \cdot \alpha_{p2} = 640.812 \cdot kN$$

$$M_{IV.p2} := M_{IV} \cdot \alpha_{p2} = 225.695 \cdot kN \cdot m$$

Kezdeti külpontosság

$$e_{0.p2} := \frac{M_{IV.p2}}{N_{IV.p2}} = 0.352 \cdot m$$

$$d_{p2} := 0.9 \cdot h_{p2} = 0.45 \cdot m$$

Külpontos növekmény meghatározás

$$\Delta e_{l.p2} := 0.05 \cdot d_{p2} + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot \left(\frac{l_0}{10 \cdot d_{p2}} \right)^2 \cdot d_{p2} = 0.407 \cdot m$$

Mértékadó külpontosság

$$e_{Ed.p2} := e_{0.p2} + \Delta e_{l.p2} = 0.759 \cdot m$$

$$M_{Ed.p2} := N_{IV.p2} \cdot e_{Ed.p2} = 486 \cdot kN \cdot m$$

$$m_{p2} := \frac{M_{Ed.p2}}{b_p \cdot h_{p2}^2 \cdot f_{cd.40}} = 0.146$$

$$n_{p2} := \frac{N_{IV.p2}}{b_p \cdot h_{p2} \cdot f_{cd.40}} = 0.096$$

$$\mu_{p2} := 0.3$$

$$A_{s.p2} := \frac{\mu_{p2} \cdot b_p \cdot h_{p2} \cdot f_{cd.40}}{f_{yd}} = 4600 \cdot mm^2$$

$$A_{s.p2.max} := 0.04 \cdot b_p \cdot h_{p2} = 10000 \cdot mm^2$$

Bevasalható a keresztmetszet!

5.7. Alaptest méretének közelítő ellenőrzése

5.7.1. Alaprajzi méreteinek ellenőrzése

50x80 pillér alatti alaptest méretei

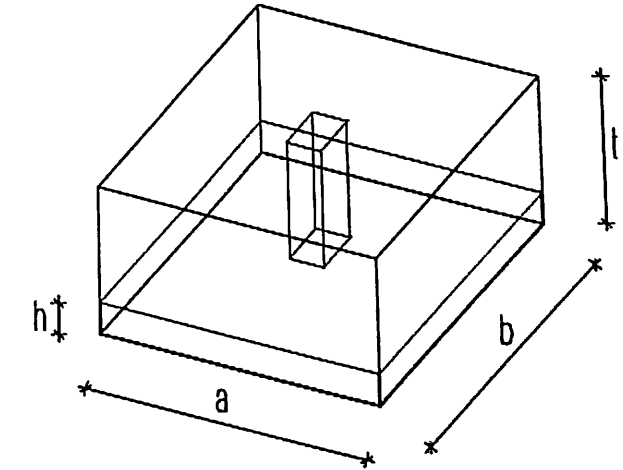
Alaprajzi méretek: $a_{alap} := 3m$

$$b_{alap} := 5 \cdot m$$

Takarás: $t_{alap} := 2.35 \cdot m$

Sűrűség: $\rho_{alap} := 20 \cdot \frac{kN}{m^3}$

Surlódási szög: $\varphi_l := 30^\circ$



$$G_{alap} := a_{alap} \cdot b_{alap} \cdot t_{alap} \cdot \rho_{alap} = 705 \cdot kN$$

Passzív földnyomás: $k_p := \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi_l}{2}\right)^2 = 3$

$$\sigma_z := t_{alap} \cdot \rho_{alap} = 47 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{xp} := \sigma_z \cdot k_p = 141 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$F_{xp} := \frac{\sigma_{xp} \cdot t_{alap} \cdot 1m}{2} = 165.675 \cdot kN$$

$$h_{F.xp} := \frac{t_{alap}}{3} = 0.783 \cdot m$$

Külpontosság meghatározása:

$$N_{0.Ed.1} := N_{IV} + G_{alap} = 3970.577 \cdot kN$$

$$M_{0.Ed.1} := M_{IV} - F_{xp} \cdot h_{F.xp} = 1020.361 \cdot kN \cdot m$$

$$N_{0.Ed.2} := N_V + G_{alap} = 4011.858 \cdot kN$$

$$M_{0.Ed.2} := M_V - F_{xp} \cdot h_{F.xp} = 606.442 \cdot kN \cdot m$$

$$N_{0.Ed.3} := N_{II} + G_{alap} = 3456.51 \cdot kN$$

$$M_{0.Ed.3} := M_{II} - F_{xp} \cdot h_{F.xp} = 1011.66 \cdot kN \cdot m$$

$$e_{x.1} := \frac{M_{0.Ed.1}}{N_{0.Ed.1}} = 0.257 \cdot m \quad e_{x.2} := \frac{M_{0.Ed.2}}{N_{0.Ed.2}} = 0.151 \cdot m \quad e_{x.3} := \frac{M_{0.Ed.3}}{N_{0.Ed.3}} = 0.293 \cdot m$$

Maximális külpontosság:

$$e_x := \max(e_{x.1}, e_{x.2}, e_{x.3}) = 0.293 \cdot m$$

$$e_{x.max} := \frac{b_{alap}}{6} = 0.833 \cdot m$$

$$e_x \leq e_{x.max} \quad \text{A magidomon belülre esik!}$$

Terhelt talajfelület:

x-z síkban:

$$c_x := \frac{b_{alap}}{2} - e_x = 2.207 \cdot m$$

y irányban nincs külpontosság a teljes szélességet figyelembe lehet venni

$$A_{x.alap} := a_{alap} \cdot 2 \cdot c_x = 13.244 \cdot m^2$$

$$\sigma_{Ed.a.1} := \frac{N_{0.Ed.1}}{A_{x.alap}} = 299.804 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{Ed.a.2} := \frac{N_{0.Ed.2}}{A_{x.alap}} = 302.921 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{Ed.a.3} := \frac{N_{0.Ed.3}}{A_{x.alap}} = 260.989 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Kezdeti feszültség meghatározása

$$\sigma_{Ed.a.max} := \max(\sigma_{Ed.a.1}, \sigma_{Ed.a.2}, \sigma_{Ed.a.3}) = 302.921 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

50x50 pillér alatti alaptest méretei

Alaprajzi méretek: $a_{alap} = 3 \cdot m$

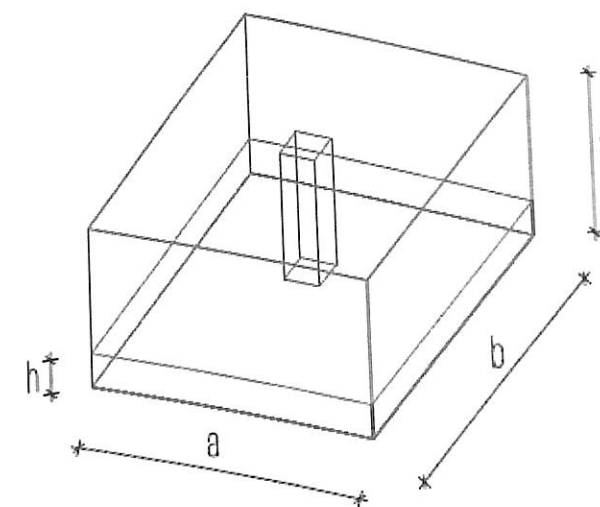
$$b_{alap.p2} := 3 \cdot m$$

Takarás: $t_{alap} = 2.35 \cdot m$

Sűrűség: $\rho_{alap} = 20 \cdot \frac{kN}{m^3}$

Surlódási szög: $\varphi_t = 30^\circ$

$$G_{alap.p2} := a_{alap} \cdot b_{alap.p2} \cdot t_{alap} \cdot \rho_{alap} = 423 \cdot kN$$



Passzív földnyomás: $k_p := \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi_I}{2}\right)^2 = 3$

$$\sigma_z := t_{alap} \cdot \rho_{alap} = 47 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{xp} := \sigma_z \cdot k_p = 141 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$F_{xp} := \frac{\sigma_{xp} \cdot t_{alap} \cdot 1m}{2} = 165.675 \cdot kN$$

$$h_{F.xp} := \frac{t_{alap}}{3} = 0.783 m$$

Külpontosság meghatározása:

$$N_{0.Ed.p2} := N_{IV.p2} + G_{alap} = 1345.812 \cdot kN$$

$$M_{0.Ed.p2} := M_{IV.p2} - F_{xp} \cdot h_{F.xp} = 95.916 \cdot kN \cdot m$$

$$e_{x.p2} := \frac{M_{0.Ed.p2}}{N_{0.Ed.p2}} = 0.071 \cdot m$$

$$e_{x.max.p2} := \frac{b_{alap.p2}}{6} = 0.5 \cdot m$$

$$e_{x.p2} \leq e_{x.max.p2} = 1 \quad \text{A magidomon belülrre esik!}$$

Terhelt talajfelület:

x-z síkban:

$$c_{x.p2} := \frac{b_{alap.p2}}{2} - e_{x.p2} = 1.429 m$$

y irányban nincs külpontosság a teljes szélességet figyelembe lehet venni

$$A_{x.alap.p2} := a_{alap} \cdot 2 \cdot c_{x.p2} = 8.572 m^2$$

Kezdeti feszültség meghatározása

$$\sigma_{Ed.a.max.p2} := \frac{N_{0.Ed.p2}}{A_{x.alap.p2}} = 156.994 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

5.7.2. Teherbíró talaj ellenőrzése

Tengerszint feletti magasság 112 mAf

Alapozási sík: $a_s := 109.65m$

$h_{as} := 2.35m$

Talajrétegződés

-0.80 m - Fetőltés

$h_{n1} := 0.8m$

$$\rho_{n1} := 1.65 \frac{\text{ton}}{m^3} \quad E_1 := 5000 \frac{kN}{m^2}$$

-1.20 m - Közepes homok

$h_{n2} := 1.2m$

$\varphi_2 := 30^\circ$

$$\rho_{n2} := 1.75 \frac{\text{ton}}{m^3} \quad E_2 := 24000 \frac{kN}{m^2}$$

-4.30 m - Homokos kavics

$h_{n3} := 4.3m$

$\varphi_3 := 34^\circ$

$$\rho_{n3} := 1.90 \frac{\text{ton}}{m^3} \quad E_3 := 26000 \frac{kN}{m^2}$$

-5.20 m - Finom homok

$h_{n4} := 5.2m$

$\varphi_4 := 28^\circ$

$$\rho_{n4} := 1.85 \frac{\text{ton}}{m^3} \quad E_4 := 22000 \frac{kN}{m^2}$$

(Nincs kohézió)

5.7.2.1. Töröképlet

Alaptest területe: $A_{alap} := a_{alap} \cdot b_{alap} = 15 m^2$

Alaptest alatti talaj tényezői

$$N_q := e^{\pi \cdot \tan(\varphi_3)} \cdot \left(\tan\left(45^\circ + \frac{\varphi_3}{2}\right) \right)^2 = 29.44$$

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi_3) = 38.366$$

Teher ferdeségétől függő tényezők:

$$i_q := 1 \quad i_\gamma := 1$$

Hatékony takarási feszültség:

$$\sigma_{z1} := h_{n1} \cdot \rho_{n1} \cdot g = 11.743 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{z2} := \sigma_{z1} + h_{n2} \cdot \rho_{n2} \cdot g = 30.426 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{z3} := \sigma_{z2} + h_{n3} \cdot \rho_{n3} \cdot g = 103.11 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{z4} := \sigma_{z3} + h_{n4} \cdot \rho_{n4} \cdot g = 188.694 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$q := \sigma_{z2} + [h_{as} - (h_{n1} + h_{n2})] \cdot \rho_{n3} \cdot g = 36.342 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\gamma_a := \rho_{n4} \cdot g = 16.458 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

Alaptest alakjának tényezői:

$$s_q := 1 + \left(\frac{a_{alap}}{b_{alap}} \right) \cdot \sin(\varphi_3) = 1.336$$

$$s_\gamma := 1 - 0.3 \cdot \left(\frac{a_{alap}}{b_{alap}} \right) = 0.82$$

Négyzetes kialakítású alaptest:

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

$$R_k := A_{alap} \cdot (q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma_a \cdot a_{alap} \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma) = 33083 \cdot kN$$

$$\gamma_R := 1.4$$

$$R_d := \frac{R_k}{\gamma_R} = 23630.779 \cdot kN$$

5.7.2.2. Határmélység meghatározása

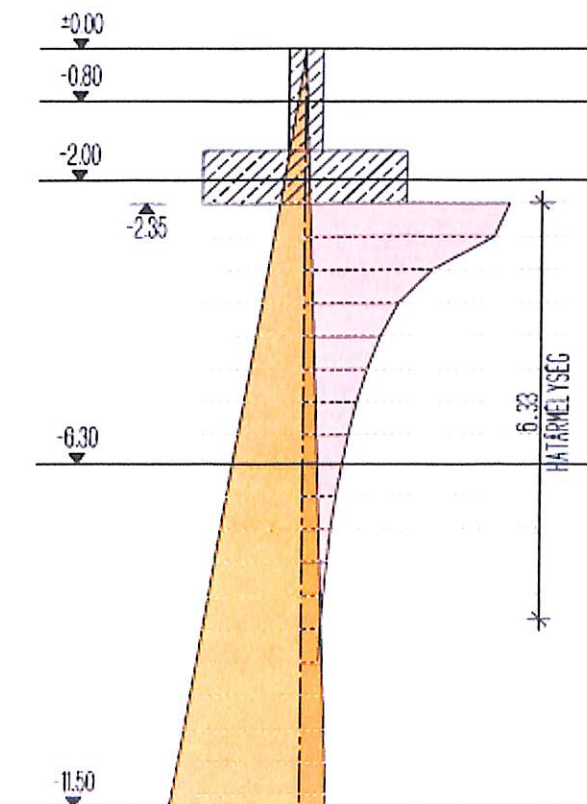
Kany-féle süllyedés számításával meghatároztam a határmélységet.

Talajrétegződés	Es (kN/m ²)	Résréteg teteje (mBf.)	Résréteg alja (mBf.)	Résréteg vastagsága (m)	z* (m)	$\frac{z}{B}$	$\frac{\sigma_z}{P}$	σ_z	s _i (mm)
A.s= 109,65 Homokos kavics	26000	109,65	109,15	0,5	0,25	0,08	0,93	280,32	5,39
		109,15	108,65	0,5	0,75	0,25	0,63	189,42	3,64
		108,65	108,15	0,5	1,25	0,42	0,46	139,25	2,68
		108,15	107,65	0,5	1,75	0,58	0,37	112,00	2,15
		107,65	107,15	0,5	2,25	0,75	0,31	93,04	1,79
		107,15	106,65	0,5	2,75	0,92	0,26	77,80	1,50
		106,65	106,15	0,5	3,25	1,08	0,22	66,32	1,28
105,7 Finom homok	22000	106,15	105,7	0,45	3,725	1,24	0,19	57,69	1,00
		105,7	105,2	0,5	4,2	1,40	0,16	49,06	0,94
		105,2	104,7	0,5	4,7	1,57	0,14	41,59	0,80
		104,7	104,2	0,5	5,2	1,73	0,12	36,54	0,70
		104,2	103,7	0,5	5,7	1,90	0,10	31,49	0,61
		103,7	103,2	0,5	6,2	2,07	0,09	27,52	0,53
		103,2	102,7	0,5	6,7	2,23	0,08	25,14	0,48

* Résréteg középvonalának mélysége az alapozási sík alatt.

Az alap süllyedése: $\Sigma s_i = 23,489 \text{ mm}$

Kezdeti feszültség: P= 302,83 kN/m
Alaptest kisebbik szélességi mérete B= 3,00 m



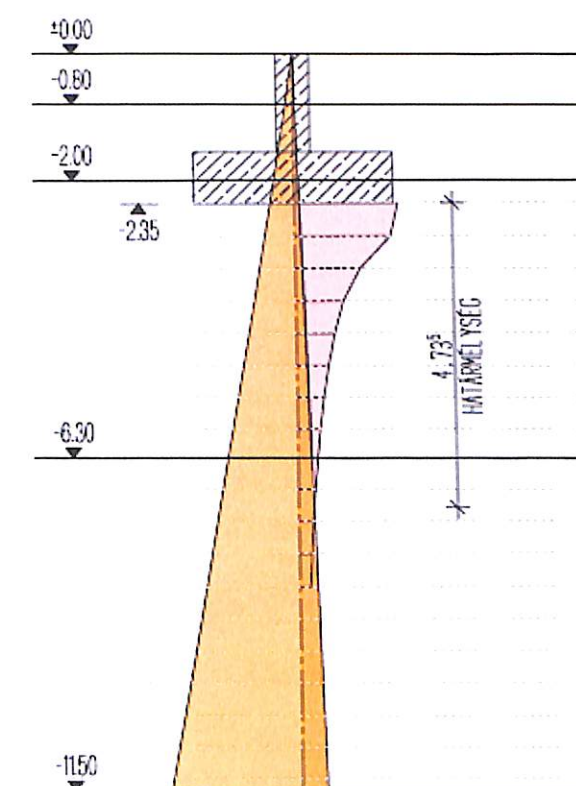
50x80 pillérhez tartozó határmélység

Talajrétegződés	Es (kN/m ²)	Résréteg teteje (mBf.)	Résréteg alja (mBf.)	Résréteg vastagsága (m)	z* (m)	$\frac{z}{B}$	$\frac{\sigma z}{P}$	σz	s _i (mm)
A.s= 109,65 Homokos kavics	26000	109,65	109,15	0,5	0,25	0,08	0,93	145,28	2,79
		109,15	108,65	0,5	0,75	0,25	0,63	98,17	1,89
		108,65	108,15	0,5	1,25	0,42	0,46	72,17	1,39
		108,15	107,65	0,5	1,75	0,58	0,37	58,04	1,12
		107,65	107,15	0,5	2,25	0,75	0,31	48,22	0,93
		107,15	106,65	0,5	2,75	0,92	0,26	40,32	0,78
		106,65	106,15	0,5	3,25	1,08	0,22	34,37	0,66
		106,15	105,7	0,45	3,725	1,24	0,19	29,90	0,52
105,7 Finom homok	22000	105,7	105,2	0,5	4,2	1,40	0,16	25,43	0,49
		105,2	104,7	0,5	4,7	1,57	0,14	21,55	0,41
		104,7	104,2	0,5	5,2	1,73	0,12	18,94	0,36
		104,2	103,7	0,5	5,7	1,90	0,10	16,32	0,31

* Résréteg középvonalának mélysége az alapozási sík alatt.

Az alap süllyedése: $\Sigma s = 11,649$ mm

Kezdeti feszültség: P= 156,95 kN/m
Alaptest kisebbik szélességi mérete B= 3,00 m



50x50 pillérhez tartozó határmélység

5.7.3. Alaptest magasságának ellenőrzése

Hajlításra

$$M_{Ed.a.max} := \max(M_{0.Ed.1}, M_{0.Ed.2}, M_{0.Ed.3}) = 1020.361 \cdot kN \cdot m$$

Feltételezett magassága az alaptestnek:

Beton: C30/37-XC3-21

Betonacél: B500 B

$$h_{alap} := 0.8m$$

$$d_{alap} := 0.8 \cdot h_{alap} = 0.64m$$

$$\xi_{c0} = 0.49$$

$$x_{c0.alap} := \xi_{c0} \cdot d_{alap} = 0.314m$$

$$M_{Rd.0.alap} := b_{alap} \cdot x_{c0.alap} \cdot f_{cd.30} \cdot \left(d_{alap} - \frac{x_{c0.alap}}{2} \right) = 15153.152 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{Ed.a.max}}{M_{Rd.0.alap}} = 0.067 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Átszúródásra

$$N_{Ed.a.max} := \max(N_{0.Ed.1}, N_{0.Ed.2}, N_{0.Ed.3}) = 4011.858 \cdot kN$$

$$A_{alap} := a_{alap} \cdot b_{alap} = 15m^2$$

$$\sigma_{Ed.alap} := \frac{N_{Ed.a.max}}{A_{alap}} = 267.457 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$A_{p1} := b_p \cdot h_{p1} = 0.4m^2$$

Átszúródási erő meghatározása:

$$R_{Ed.alap} := \sigma_{Ed.alap} \cdot A_{p1} = 106.983 \cdot kN$$

$$F_{Ed.a.max} := N_{Ed.a.max} - R_{Ed.alap} = 3904.875 \cdot kN$$

Mértékadó nyírófeszültség:

Beton teherbírásának ellenőrzése a pillér u_0 kerülete mentén:

$$u_0 := 2(b_p + h_{p1}) = 2.6m$$

$$v_{Ed.alap.u0} := \frac{F_{Ed.a.max}}{u_0 \cdot d_{alap}} = 2346.68 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

5.7.3. A laptest magasságának ellenőrzése

Hajlításra

$$M_{Ed.a.max} := \max(M_{0.Ed.1}, M_{0.Ed.2}, M_{0.Ed.3}) = 1020.361 \cdot kN \cdot m$$

Feltételezett magassága az alaptestnek:

Beton: C30/37-XC3-21

Betonacél: B500 B

$$h_{alap} := 0.8m$$

$$d_{alap} := 0.8 \cdot h_{alap} = 0.64m$$

$$\xi_{c0} = 0.49$$

$$x_{c0.alap} := \xi_{c0} \cdot d_{alap} = 0.314m$$

$$M_{Rd.0.alap} := b_{alap} \cdot x_{c0.alap} \cdot f_{cd.30} \cdot \left(d_{alap} - \frac{x_{c0.alap}}{2} \right) = 15153.152 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{Ed.a.max}}{M_{Rd.0.alap}} = 0.067 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Átszúródásra

$$N_{Ed.a.max} := \max(N_{0.Ed.1}, N_{0.Ed.2}, N_{0.Ed.3}) = 4011.858 \cdot kN$$

$$A_{alap} := a_{alap} \cdot b_{alap} = 15m^2$$

$$\sigma_{Ed.alap} := \frac{N_{Ed.a.max}}{A_{alap}} = 267.457 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$A_{p1} := b_p \cdot h_{p1} = 0.4m^2$$

Átszúródási erő meghatározása:

$$R_{Ed.alap} := \sigma_{Ed.alap} \cdot A_{p1} = 106.983 \cdot kN$$

$$F_{Ed.a.max} := N_{Ed.a.max} - R_{Ed.alap} = 3904.875 \cdot kN$$

Mértékadó nyírófeszültség:

Beton teherbírásának ellenőrzése a pillér u_0 kerülete mentén:

$$u_0 := 2(b_p + h_{p1}) = 2.6m$$

$$v_{Ed.alap.u0} := \frac{F_{Ed.a.max}}{u_0 \cdot d_{alap}} = 2346.68 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\nu_a := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck.30}}{250 \frac{N}{mm^2}} \right) = 0.528$$

$$\nu_{Rd.alap.max.1} := 0.5 \cdot \nu_a \cdot f_{ctd.30} = 5280 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{\nu_{Ed.alap.u0}}{\nu_{Rd.alap.max.1}} = 0.444$$

MEGFELEL!

A beton nyírási teherbírásának ellenőrzése a pillértől 2d távolságra u_1 kerület mentén

$$u_1 := 2 \cdot d \cdot 2\pi + 2 \cdot b_{alap} + 2 \cdot a_{alap} = 25.356 m$$

$$\nu_{Ed.alap.u1} := \frac{F_{Ed.a.max}}{u_1 \cdot d_{alap}} = 240.631 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$d_{alap} = 0.64 m$$

$$f_{ctd.30} = 1.4 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$c_{alap} := 0.316$$

$$\nu_{Rd.c.1} := c_{alap} \cdot f_{ctd.30} = 442.4 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{\nu_{Ed.alap.u1}}{\nu_{Rd.c.1}} = 0.544$$

MEGFELEL!

V. Méretezés

1. Acélfőtartó

1.1. Alapadatok

A főtartó változó keresztmetszetű hegesztett I tartó. A tartó konzoljának gerince hullámlemez kialakítással készült.

A főtartó anyagminősége: **S235**

1.1.1. Anyagminőségek

Rugalmassági modulus: $E = 210000 \cdot \frac{N}{mm^2}$

Nyírási rugalmassági modulus: $G = 81000 \cdot \frac{N}{mm^2}$

Poisson tényező: $\nu = 0.3$

Anyagmennyiségre jellemző segédmennyiség: $\varepsilon := 0.814$

S235

S355

Folyáshatár: $f_{y,w} = 235 \cdot \frac{N}{mm^2}$ $f_y = 355 \cdot \frac{N}{mm^2}$

Szakítószilárdság: $f_{u,w} = 360 \cdot \frac{N}{mm^2}$ $f_u = 490 \cdot \frac{N}{mm^2}$

Parciális tényezők: $\gamma_{M0} := 1.00$ $\gamma_{M1} := 1.00$ $\gamma_{M2} := 1.25$

1.1.2. Szelvény keresztmetszetének geometriai adatai

Gerinc magasságok:

Közberső pillér felett: $h_{w,1} := 1280mm$

Szélső támasz felett: $h_{w,2} := 767mm$

Konzolvég: $h_{w,3} := 250mm$

Gerinc vastagság: $t_w := 12mm$

Gerinc keresztmetszeti területe:

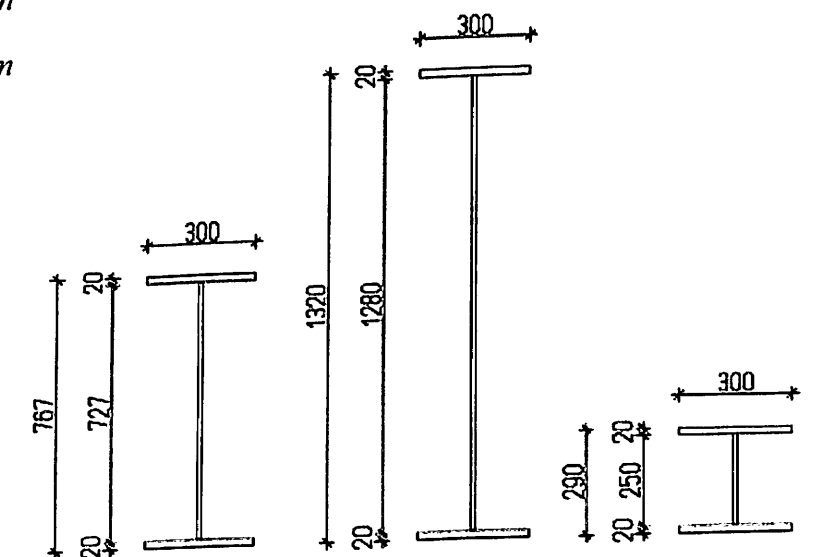
$A_{w,1} := h_{w,1} \cdot t_w = 15360 \cdot mm^2$

Öv szélessége: $b_f := 300mm$

Öv vastagsága: $t_f := 20mm$

Öv keresztmetszeti területe:

$A_f := b_f \cdot t_f = 6000 \cdot mm^2$



1.2. Keresztmetszet osztályba sorolása:

Gerinc km-i osztálya: *Hullámlemez kialakítása miatt a keresztmetszeti osztályba sorolása elhanyagolható, az axiális igénybevételekre bekövetkező horpadás kizárható.*

Övek km-i osztálya: $c_f := \frac{b_f}{2} - \frac{t_w}{2} = 144 \cdot \text{mm}$

$$\frac{c_f}{t_f} = 7.2$$

$$9 \cdot \epsilon = 7.326$$

$$\frac{c_f}{t_f} < 9 \cdot \epsilon$$

1. keresztmetszeti osztály

1.3. Szilárdsági jellemzők:

1.3.1. Inercia meghatározása:

Gerinc: $I_{y,w} := \frac{t_w \cdot h_w \cdot l^3}{12} = 2.097 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4$

Övek: $I_{y,f} := \frac{b_f \cdot t_f^3}{12} + b_f \cdot t_f \cdot \left(\frac{h_w \cdot l}{2} + \frac{t_f}{2} \right)^2 = 2.535 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4$

Teljes keresztmetszet: $I_y := \frac{h_w \cdot l^3 \cdot t_w}{12} + 2 \cdot I_{y,f} = 7.168 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4$

1.3.2. Hajlítás tengelyétől mért maximális távolságok:

Gerinclemez: $z_{\max,w} := \frac{h_w \cdot l}{2} = 640 \cdot \text{mm}$

Övek: $z_{\max,f} := \frac{h_w \cdot l}{2} + t_f = 660 \cdot \text{mm}$

Teljes keresztmetszet: $z_{\max} := \max(z_{\max,w}, z_{\max,f}) = 660 \cdot \text{mm}$

1.3.3. Rugalmas keresztmetszeti modulus

Gerinclemez: $w_{el,y,w} := \frac{I_{y,w}}{z_{\max,w}} = 3.277 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$

Övek: $w_{el,y,f} := \frac{I_{y,f}}{z_{\max,f}} = 3.841 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$

Teljes keresztmetszet: $w_{el,y} := \frac{I_y}{z_{\max}} = 1.086 \times 10^7 \cdot \text{mm}^3$

1.3.4. Fél keresztmetszet statikai nyomatéka a súlyponti tengelyre:

Gerinclemez: $s_{0,w} := \frac{h_{w,l}}{2} \cdot t_w \cdot \frac{h_{w,l}}{4} = 2457600 \cdot \text{mm}^3$

Övek: $s_{0,f} := b_f \cdot t_f \cdot \left(\frac{h_{w,l}}{2} + \frac{t_f}{2} \right) = 3900000 \cdot \text{mm}^3$

Teljes keresztmetszet: $s_0 := s_{0,w} + s_{0,f} = 6357600 \cdot \text{mm}^3$

1.3.5. Képlékeny keresztmetszeti modulus:

Gerinclemez: $W_{pl,y,w} := 2 \cdot s_{0,w} = 4.915 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$

Övek: $W_{pl,y,f} := 2 \cdot s_{0,f} = 7.8 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$

Teljes keresztmetszet: $W_{pl,y} := 2 \cdot s_0 = 1.272 \times 10^7 \cdot \text{mm}^3$

1.4. Teherkombinációk

A teherkombinációk Axis VM X4 programmal az MSZ EN 1990 által megadott képletek alapján lettek meghatározva.

1.4.1. Teherbírási határállapot ULS

Tartós és ideiglenes tervezési helyzethez tartozó kombinációk

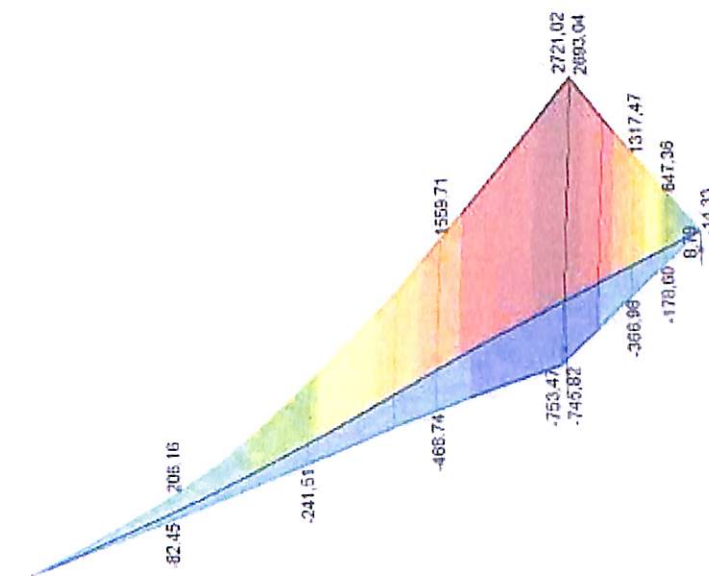
$$\Sigma(\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}) + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma(\gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i})$$

1.5. Igénybevételek

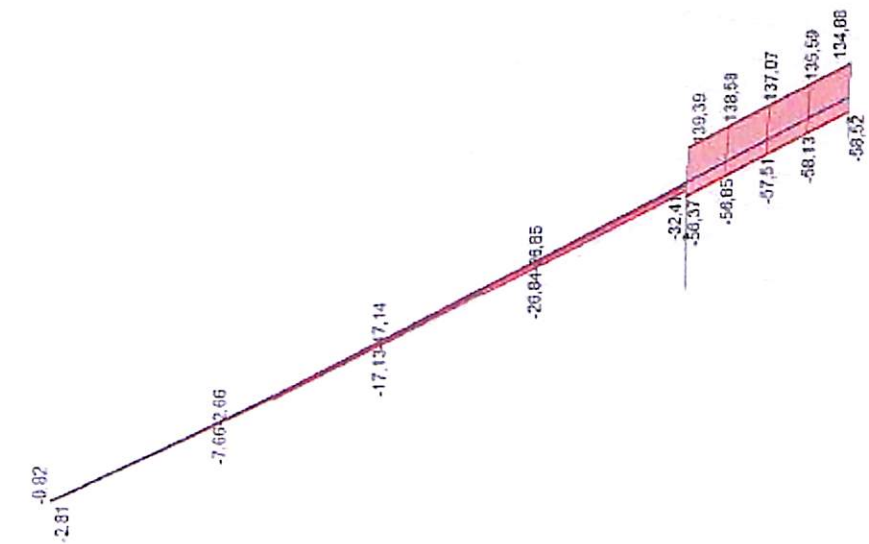
A a mértékadó teherkombinációkból keletkező igénybevételeket Axis VM X4 programmal készített rúdmodellből lettek meghatározva.

A mértékadó teherkombinációból kapott, biztonsági tényezőkkel növelt értékek.

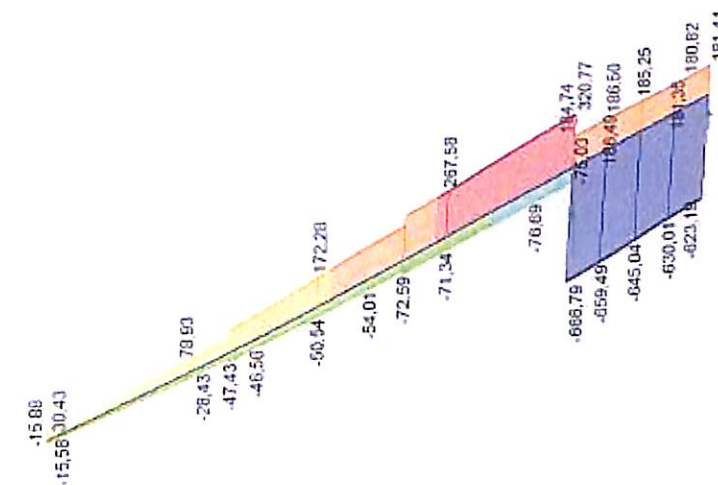
Mértékadó nyomaték: $M_{y,Ed} := 2721.02 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$



Mértékadó normálerő: $N_{c.Ed} := 139.39 kN$



Mértékadó nyíróerő: $V_{z.Ed} := 666.79 \cdot kN$



1.6. Szilárdsági ellenőrzés

1.6.1. Nyomatéki ellenállás

$$M_{y.Rd} := \frac{W_{pl.y.f} \cdot f_{y.w} + W_{pl.y.w} \cdot f_{y.w}}{\gamma_{M0}} = 2988 \cdot kN \cdot m$$

Kihasználtság: $\frac{M_{y.Ed}}{M_{y.Rd}} = 91.1\%$ MEGFELEL!

1.6.2. Normálerő

$$N_{c.Rd} := \frac{2 \cdot A_{w.I} \cdot f_{y.w} + A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 9349.2 \cdot kN$$

Kihasználtság: $\frac{N_{c.Ed}}{N_{c.Rd}} = 1.5\%$

1.6.3. Nyíróerő

$$\tau_{Ed} := \frac{V_{z,Ed}}{A_{w,I}} = 43.411 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \tau_{Rd} := \frac{f_{y,w}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 135.677 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Kihasználtság: $\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} = 32. \%$ MEGFELEL!

1.6.4. Kifordulási ellenállás - egyszerűsített módszer

A két támasz között.

$$M_{y,Ed} = 2721.02 \cdot kN \cdot m$$

A keresztmetszet hajlítási ellenállása:

$$M_{c,Rd} := \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 4513.896 \cdot kN \cdot m$$

Nyomott effektív keresztmetszeti terület

$$A_{eff,f} := b_f \cdot t_f + t_w \cdot \frac{h_{w,I}}{6} = 8560 \cdot mm^2$$

Nyomott effektív inercianyomaték a gyenge tengelyre

$$I_{eff,f} := \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} + \frac{t_w^3 \cdot \frac{h_{w,I}}{6}}{12} = 4.503 \times 10^7 \cdot mm^4$$

Helyettesítő nyomott öv inercisugara a hajlítás síkjára merőlegesen

$$i_{f,z} := \sqrt{\frac{I_{eff,f}}{A_{eff,f}}} = 72.53 \cdot mm$$

Oldalirányú megtámasztások közötti távolság

$$L_c := 4.181 \cdot m$$

A nyomatéki ábra alakjától függő korrekciós tényező

$$k_c := 0.91$$

$$\lambda_l := 93.3$$

A hajlítás síkjára merőleges síkbeli kihajlásához tartozó viszonyított karcsúság

$$\lambda_f := \frac{k_c \cdot L_c}{i_{f,z} \cdot \lambda_l} = 0.562$$

Karcsúsági paraméter

$$\lambda_{LT} := 0.4$$

$$\lambda_{c0} := \lambda_{LT} + 0.1 = 0.5$$

$$\lambda_f = 0.562 < \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}} = 0.829 \quad \text{A kifordulás nem következik be!}$$

1.7. Hullámgerinc ellenőrzése

1.7.1. Nyírási ellenállás

Adatok:

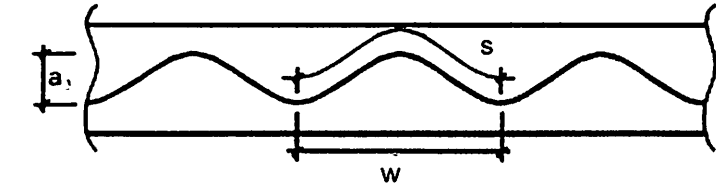
Amplitudó magassága $t_{w, \sin}$ gerinclemez vastagsághoz tartó értéke

$$t_{w, \sin} := 3 \text{ mm}$$

$$a_3 := 43 \text{ mm}$$

Egy hullámhossz vetületi hossza:

$$w := 155 \text{ mm}$$



Fél hullámhossz:

$$s := \int_0^w \sqrt{1 + \left[\left(\frac{a_3 \cdot \pi}{w} \right) \cdot \sin \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{w} \right) \right]^2} dx = 181.192 \cdot \text{mm}$$

Sinus gerinc nyírási feszültsége

$$\tau_{cr, l} := \left(5.34 + \frac{a_3 \cdot s}{h_{w, l} \cdot t_{w, \sin}} \right) \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t_{w, \sin}}{s} \right)^2 = 383.414 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Csökkentő tényező meghatározása helyi lemezhorpadásra

$$\lambda_{c, l} := \sqrt{\frac{f_{y, w}}{\tau_{cr, l} \cdot \sqrt{3}}} = 0.595$$

$$\chi_{c, l} := \frac{1.15}{0.9 + \lambda_{c, l}} = 0.769 < 1 \quad \text{OK!}$$

A hullámlemez ortotróp lemeznek tekinthető D_x és D_z merevséggel

$$D_x := \frac{E \cdot t_{w, \sin}^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{w}{s} = 0.444 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$I_z := \int_0^w \left[\frac{1}{12} \cdot t_{w, \sin}^3 + t_{w, \sin} \cdot \left(\frac{a_3}{2} \cdot \sin \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{w} \right) \right)^2 \right] dx = 1.078 \times 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$D_z := \frac{E \cdot I_z}{w} = 146.081 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Nyírási horpadás feszültsége

$$\tau_{pi, g} := \frac{32.4}{t_{w, \sin} \cdot h_{w, l}} \cdot \sqrt[4]{D_x \cdot D_z^3} = 226.119 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Redukált karcsúság

$$\lambda_{pl} := \sqrt{\frac{f_{y, w}}{\sqrt{3} \cdot \tau_{pi, g}}} = 0.775$$

Segédmenyiség a "rácsrudak" helyi horpadásához

$$\kappa_T := \frac{1}{\lambda_{pl}^{1.5}} = 1.467$$

$$V_{Rd} := \kappa_T \cdot \frac{f_{y,w}}{\gamma_{M0} \sqrt{3}} \cdot h_{w,l} \cdot t_{w,\sin} = 764.208 \cdot kN \quad V_{z,Ed} = 666.79 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Rd}} = 0.873$$

Kereszmetszeti jellemzők:

$$A_{öv} := b_f \cdot t_f = 6000 \cdot mm^2$$

$$A_{övek} := A_{öv} \cdot 2 = 1.2 \times 10^4 \cdot mm^2$$

Hajlítónyomaték és normálerő szempontjához szükséges keresztmetszeti jellemzők

$$I_{y,övek} := \frac{A_{öv} \cdot A_{öv}}{A_{övek}} \cdot z_{max,f}^2 = 1.307 \times 10^9 \cdot mm^4$$

$$I_{z,övek} := \frac{t_f \cdot b_f^3 + t_f \cdot b_f^3}{12} = 9 \times 10^7 \cdot mm^4$$

Gerinc nyírási hajlékonyságának figyelembe vétele a gerinclemez ideális nyírási modulusa

$$G_{sin} := G \cdot \frac{w}{s} = 69291.169 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$A_Q := h_{w,l} \cdot t_{w,\sin} \cdot \frac{G_{sin}}{G} = 3.285 \times 10^3 \cdot mm^2$$

A nyírási deformációk hatására

$$\frac{A_{övek}}{A_Q} = 3.653$$

$$I_d := \frac{2}{3} \cdot b_f \cdot t_f^3 + \frac{1}{3} \cdot h_{w,l} \cdot t_{w,\sin}^3 = 1.612 \times 10^6 \cdot mm^4$$

$$I_w := \frac{A_{övek}}{24} \cdot b_f^2 \cdot z_{max,f}^2 = 1.96 \times 10^{13} \cdot mm^6$$

Öv teherbírása

$$N_{öv,Rd} := \frac{(f_{y,w} \cdot b_f \cdot t_f)}{\gamma_{M0}} = 1410 \cdot kN$$

Lokális horpadás

Fél hullámmagasság redukált övszélessége

$$b := \frac{b_f}{2} - 11 \cdot mm = 139 \cdot mm$$

Segédmenyiség a "rácsrudak" helyi horpadásához

$$\kappa_T := \frac{1}{\lambda_{pl}^{1.5}} = 1.467$$

$$V_{Rd} := \kappa_T \cdot \frac{f_{y,w}}{\gamma_{M0} \sqrt{3}} \cdot h_w \cdot I \cdot t_w \cdot \sin = 764.208 \cdot kN \quad V_{z,Ed} = 666.79 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Rd}} = 0.873$$

Kereszmetszeti jellemzők:

$$A_{öv} := b_f \cdot t_f = 6000 \cdot mm^2$$

$$A_{övek} := A_{öv} \cdot 2 = 1.2 \times 10^4 \cdot mm^2$$

Hajlítónyomaték és normálerő szempontjához szükséges keresztmetszeti jellemzők

$$I_{y,övek} := \frac{A_{öv} \cdot A_{öv}}{A_{övek}} \cdot z_{max,f}^2 = 1.307 \times 10^9 \cdot mm^4$$

$$I_{z,övek} := \frac{t_f \cdot b_f^3 + t_f \cdot b_f^3}{12} = 9 \times 10^7 \cdot mm^4$$

Gerinc nyírási hajlékonyságának figyelembe vétele a gerinclemez ideális nyírási modulusa

$$G_{sin} := G \cdot \frac{w}{s} = 69291.169 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$A_Q := h_w \cdot I \cdot t_w \cdot \sin \cdot \frac{G_{sin}}{G} = 3.285 \times 10^3 \cdot mm^2$$

A nyírási deformációk hatására

$$\frac{A_{övek}}{A_Q} = 3.653$$

$$I_d := \frac{2}{3} \cdot b_f \cdot t_f^3 + \frac{1}{3} \cdot h_w \cdot I \cdot t_w \cdot \sin^3 = 1.612 \times 10^6 \cdot mm^4$$

$$I_{\omega} := \frac{A_{övek}}{24} \cdot b_f^2 \cdot z_{max,f}^2 = 1.96 \times 10^{13} \cdot mm^6$$

Öv teherbírása

$$N_{öv,Rd} := \frac{(f_{y,w} \cdot b_f \cdot t_f)}{\gamma_{M0}} = 1410 \cdot kN$$

Lokális horpadás

Fél hullámmagasság redukált övszélessége

$$b := \frac{b_f}{2} - 11 mm = 139 \cdot mm$$

$$\sigma_I := \frac{4000}{\left(\frac{b_f}{t_f}\right)^2} = 17.778$$

$$\sigma_I := 17.778 \frac{kN}{cm^2}$$

Redukált öv-normálerő

$$N_{\ddot{o}v.Rk.i} := \sigma_I \cdot b_f \cdot t_f = 1066.68 \cdot kN$$

1.7.2. Globális stabilitásvesztés: kifordulás

$$i_{z.\ddot{o}v} := \sqrt{\frac{I_{y.\ddot{o}vek}}{A_{\ddot{o}vek}}} = 330 \cdot mm \quad k_c = 0.91$$

Effektív szélesség meghatározása

$$c_{\ddot{o}v} := \frac{(b_f - 0.5 \cdot a_3)}{2} = 139.25 \cdot mm$$

$$N_{g.Rk.g} := \frac{0.5 \cdot \pi}{\sqrt{12}} \cdot \sqrt{E \cdot f_{y.w}} \cdot \frac{b_f^2 \cdot t_f}{k_c \cdot c_{\ddot{o}v}} = 45248.975 \cdot kN$$

$$N_{gRk} := \min(N_{\ddot{o}v.Rd}, N_{\ddot{o}v.Rk.i}, N_{g.Rk.g}) = 1066.68 \cdot kN$$

$$N_{g.Rd} := \frac{N_{gRk}}{\gamma_{M0}} = 1066.68 \cdot kN$$

$$N_{c.Ed} = 139.39 \cdot kN$$

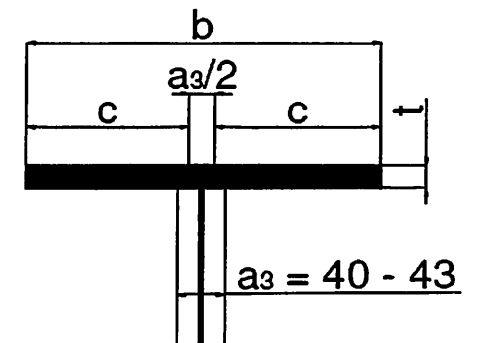
$$\frac{N_{c.Ed}}{N_{g.Rd}} = 0.131 \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$\text{Húzási ellenállás} \quad N_{t.Ed} := 58.85 kN$$

$$A_f = 6000 \cdot mm^2$$

$$N_{t.Rd} := \frac{f_y \cdot A_f}{\gamma_{M0}} = 2130 \cdot kN$$

$$\frac{N_{t.Ed}}{N_{t.Rd}} = 0.028 \quad \text{MEGFELEL!}$$



1.8. Lehajlás vizsgálat

Nem járható tetőkre az Eurocode 3 a lehajlások értékét $L/200$ értékben korlátozza.

Konzolok esetén

$$L_a := l_{a,k} = 15.616 \cdot m$$

$$\text{Maximális lehajlás ellenőrzése: } e_{z,Ed} := 74mm$$

$$e_{z,Rd} := \frac{L_a}{200} = 78.1 \cdot mm$$

$$\frac{e_{z,Ed}}{e_{z,Rd}} = 0.948 \quad \text{MEGFELEL!}$$

1.9. Főtartó talpcsomópontjának ellenőrzése

A főtartó két helyen egyenként 6 db M24 8.8 csavarral történik. A kapcsolatot alkotó varratokat és csavarokat a rúdmodell alapján meghatározott reakcióerőkre vizsgálom.

1.9.1. Igénybevételek

Támaszban ébredő reakcióerők:

$$R_z := 1058.79kN$$

$$R_x := 92.549kN$$

1.9.2 Talplemez tulajdonsága:

$$\text{Lemezvastagság: } t_{lp} := 30mm$$

$$\text{Lemez hossza: } l_{lp} := 500mm$$

$$\text{Lemez szélessége: } b_{lp} := 300mm$$

1.9.3. Csavarok tulajdonságai **M24 8.8**

$$\text{Csavarok darabszáma: } n_{cs} := 6$$

$$\text{Szakítószilárdsága: } f_{ub} := 800 \frac{N}{mm^2}$$

$$\text{Folyáshatár: } f_{yb} := 640 \frac{N}{mm^2}$$

$$\text{Csavarok átmérője: } d_{cs} := 24mm$$

$$\text{Furatátmérő: } d_{0,cs} := 26mm$$

$$\text{Keresztmetszeti terület: } A_{cs} := \frac{d_{cs}^2 \cdot \pi}{4} = 452 \cdot mm^2$$

$$\text{Húzási keresztmetszet: } A_s := A_{cs} \cdot 0.75 = 339.3 \cdot mm^2$$

Húzásra a csavar keresztmetszet 75%-át veszem figyelembe.

$$\text{Átmérő kigombolódásnál: } d_m := 38.8mm$$

$$\text{Kigombolódási keresztmetszet: } A_m := \frac{d_m^2 \cdot \pi}{4} = 1182 \cdot mm^2$$

1.9.4. Csavarképek meghatározása:

Erő irányában:

$$e_1 := 50 \text{ mm}$$

$$p_1 := 125 \text{ mm}$$

Erőre merőlegesen:

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

$$p_2 := 150 \text{ mm}$$

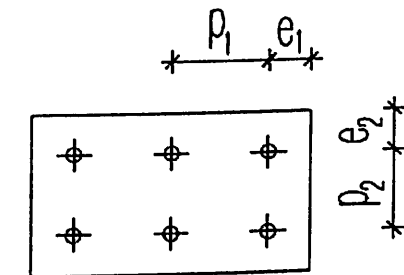
Maximális és minimális távolságok:

$$e_{min} := 1.2 \cdot d_{0.cs} = 31.2 \cdot \text{mm}$$

$$e_{max} := \min(40 \text{ mm} + 4 \cdot t_{lp}, 8 \cdot t_{lp}) = 160 \cdot \text{mm}$$

$$p_{min} := 2.2 \cdot d_{0.cs} = 57.2 \cdot \text{mm}$$

$$p_{max} := \min(14 \cdot t_{lp}, 175 \text{ mm}) = 175 \cdot \text{mm}$$



1.9.5. Csavarok ellenállása:

Csavarok húzási ellenállása:

$$F_{t.Rd} := 0.9 \cdot \frac{f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 195.432 \cdot \text{kN}$$

Csavarok kigombolódási ellenállása:

$$B_{p.Rd} := \frac{(0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot \min(t_{lp}, t_f) \cdot f_u)}{\gamma_{M2}} = 573.388 \cdot \text{kN}$$

Csavarok nyírási ellenállása:

Egyszer nyírt csavarok $n_v := 2$

$$F_{v.Rd} := n_v \cdot \frac{0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_{cs}}{\gamma_{M2}} = 347.435 \cdot \text{kN}$$

Csavarok palástnyomási ellenállása:

k_1 értéke szélső csavar esetén:

$$k_1 := \min\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_{0.cs}} - 1.7, 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_{0.cs}} - 1.7, 2.5\right) = 2.5$$

α_b értéke szélső csavar esetén:

$$\alpha_b := \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_{0.cs}}, \frac{p_1}{3 \cdot d_{0.cs}} - \frac{1}{4}, 1.0\right) = 0.641$$

$$F_{b.Rd} := k_1 \cdot \frac{\alpha_b \cdot f_u \cdot d_{cs} \cdot \min(t_{lp}, t_f)}{\gamma_{M2}} = 301.538 \cdot \text{kN}$$

1.9.6. Csavarok ellenőrzése

Csavarok ellenállása húzásra:

$$F_{T.Rd} := n_{cs} \cdot \min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd}) = 1172.593 \cdot kN$$

$$R_z = 1058.79 \cdot kN$$

$$\frac{R_z}{F_{T.Rd}} = 0.903 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Csavarok ellenállása nyírásra:

$$F_{V.Rd} := n_{cs} \cdot \min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd}) = 1809.231 \cdot kN$$

$$R_x = 92.549 \cdot kN$$

$$\frac{R_x}{F_{V.Rd}} = 0.051 \quad \text{MEGFELEL!}$$

1.9.7. Varratok ellenőrzése

Varrat hossz:

$$l_w := (l_{lp} + b_{lp}) \cdot 2 = 1.6m$$

Varrat gyökmérete:

$$a_w := 4mm$$

Anyagminőségtől függő korrekciós tényező:

$$\beta_w := 0.8 \quad \text{S235 anyag esetén}$$

Hegesztési varrat keresztmetszeti területe:

$$A_{w.f} := l_w \cdot a_w = 6400 \cdot mm^2$$

Varrat ellenállása egyszerűsített eljárás alapján:

$$F_{w.Rd.f} := \frac{A_{w.f} \cdot f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1810.57 \cdot kN$$

Varrat ellenőrzése:

$$\frac{R_z}{F_{w.Rd.f}} = 0.585 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Varrat ellenőrzése gerenda-gerenda kapcsolatánál

Varrat hossz:

$$l_{w.I} := h_{w.I} - 2 \cdot a_w = 1272 \cdot mm$$

Hegesztési varrat keresztmetszeti területe:

$$A_{w.fI} := l_{w.I} \cdot a_w = 5088 \cdot mm^2$$

Varrat ellenőrzése:

$$F_{w.Rd.fI} := \frac{A_{w.fI} \cdot f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1439.404 \cdot kN$$

$$\frac{R_z}{F_{w.Rd.fI}} = 0.736$$

MEGFELEL!

2. Keresztmetszetek bevasalása

A vasaláshoz szükséges mértékadó igénybevételeket Axis VM X4 program segítségével határoztam meg.

2.1. Tetőgerenda vasalása

Kiindulási adatok:

Anyagminőségek:

Betonminőség: C40/50-XC3-16-F3

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

$$f_{ck,40} = 40 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} \quad f_{cd,40} = 26.667 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Betonacél: B500 B

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

$$\xi_{c0} = 0.49$$

Keresztmetszet:

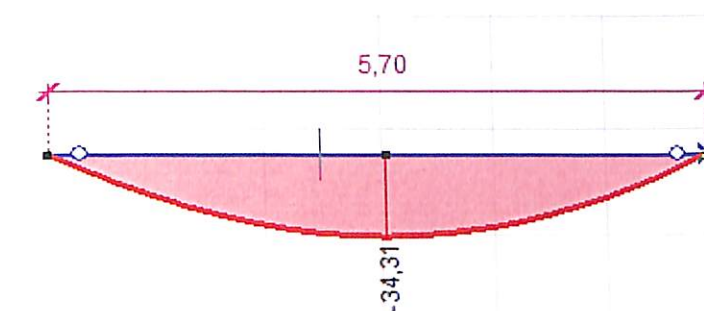
$$b_{ger} = 500 \cdot \text{mm}$$

$$h_{ger} = 500 \cdot \text{mm}$$

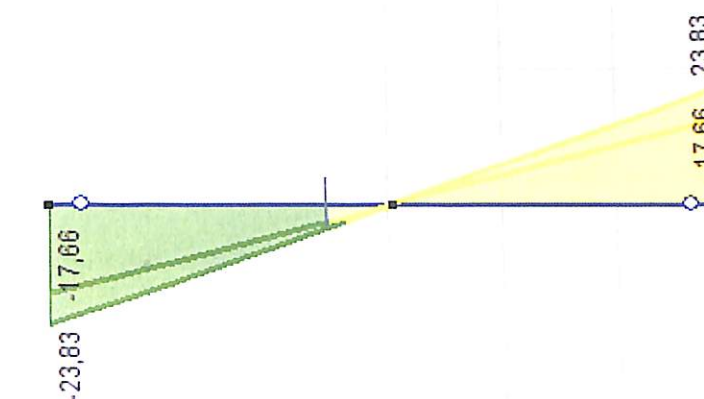
Igénybevételek

$$M_{y,Ed,tg} := 34.31 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,Ed,tg} := 23.83 \cdot \text{kN}$$



Mértékadó nyomatékábra



Mértékadó nyíróerőábra

Alkalmazott hosszvasalás: $\phi_{lg} := 20mm$

Kengyel átmérő: $\phi_8 := 8mm$

Betontakarás: $c_{nom} = 35 \cdot mm$

Hasznos magasság meghatározása:

$$d_{ger} := h_{ger} - c_{nom} - \frac{\phi_{lg}}{2} = 455 \cdot mm$$

Húzott vasalás meghatározása:

$$M_{y,Ed,tg} = b_{ger} \cdot f_{cd,40} \cdot x_c \cdot \left(d_{ger} - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$x_c := d_{ger} - \sqrt{d_{ger}^2 - \frac{2 \cdot M_{y,Ed,tg}}{b_{ger} \cdot f_{cd,40}}} = 5.691 \cdot mm$$

$$A_{s,req} := \frac{b_{ger} \cdot x_c \cdot f_{cd,40}}{f_{yd}} = 174.527 \cdot mm^2$$

Ellenőrzés

$$A_{s,prov} := n_{tg} \cdot \frac{\phi_{lg}^2 \cdot \pi}{4} = 942.478 \cdot mm^2$$

$$x_c := \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{b_{ger} \cdot f_{cd,40}} = 30.733 \cdot mm$$

$$M_{Rd,tg} := b_{ger} \cdot x_c \cdot f_{cd,40} \cdot \left(d_{ger} - \frac{x_c}{2} \right) = 180.15 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{y,Ed,tg}}{M_{Rd,tg}} = 0.19 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Szerkesztési szabályok:

Acélbetétek közötti távolság:

$$a_{min} := \min(\phi_{lg}, 20mm, d_g + 5mm) = 20 \cdot mm$$

$$a_{max} := 400 \cdot mm$$

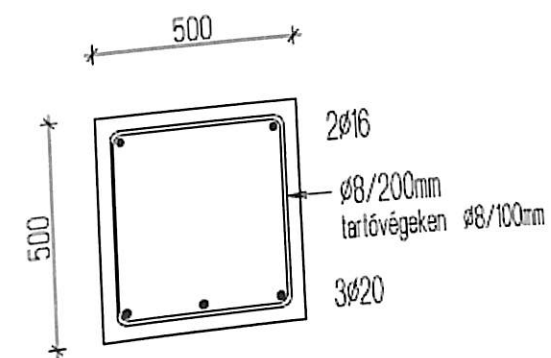
Hosszvasalás mennyisége:

$$A_{s,max} := 0.04 \cdot b_{ger} \cdot h_{ger} = 10000 \cdot mm^2$$

$$\rho_{min} := 0.0015$$

$$A_{s,min} := \rho_{min} \cdot b_{ger} \cdot d_{ger} = 341.25 \cdot mm^2$$

Darabszám: $n_{tg} := 3$



Kengyel kiosztás:

Minimális nyírási vashányad

$$\rho_{w.min} := 0.001$$

Kengyelek legnagyobb távolsága

$$s_{s.max} := \min(0.75 \cdot d_{ger}, 1.5 \cdot b_{ger}, 300mm) = 300 \cdot mm$$

Nyírási vasalás

$$z_{ger} := 0.9 \cdot d_{ger} = 0.409 \cdot m$$

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck.40}}{250 \frac{N}{mm^2}} \right) = 0.504$$

Beton nyírási teherbírása: C40/50 $\beta := 0.91$

$$c_{40} := 0.305$$

$$V_{Rd.c} := \beta \cdot c_{40} \cdot b_{ger} \cdot d_{ger} \cdot f_{cd.40} = 1684 \cdot kN$$

Nyírási acélok teherbírása

$$s_{s.tg} := 200 \cdot mm$$

$$A_{sw.tg} := n_{tg} \cdot \phi_8^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 151 \cdot mm^2$$

$$\rho_w := \frac{A_{sw.tg}}{s_{s.tg} \cdot b_{ger}} = 0.00151$$

$$V_{Rd.s} := \frac{z_{ger}}{s_{s.tg}} \cdot A_{sw.tg} \cdot f_{ywd} = 134.242 \cdot kN$$

$$V_{Rd.max.tg} := 0.5 \cdot b_{ger} \cdot z_{ger} \cdot \nu \cdot f_{cd.40} = 1375.9 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z.Ed.tg}}{V_{Rd.max.tg}} = 0.017 \quad \text{MEGFEELEL!}$$

$$V_{Rd.tg} := \max(V_{Rd.c}, V_{Rd.s}) = 1684 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z.Ed.tg}}{V_{Rd.tg}} = 0.014 \quad \text{MEGFEELEL!}$$

2.2. Első emeleti gerenda vasalása

Kiindulási adatok:

Anyagminőségek:

Betonminőség: C40/50-XC3-16-F3

Betonacél: B500 B

Keresztmetszet:

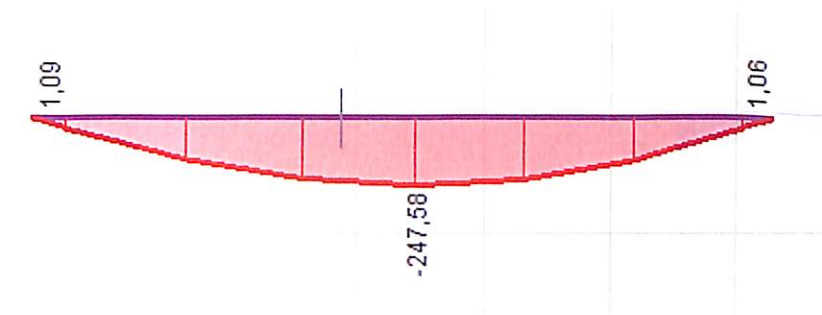
$$b_{ger} = 500 \cdot mm$$

$$h_{ger} = 500 \cdot mm$$

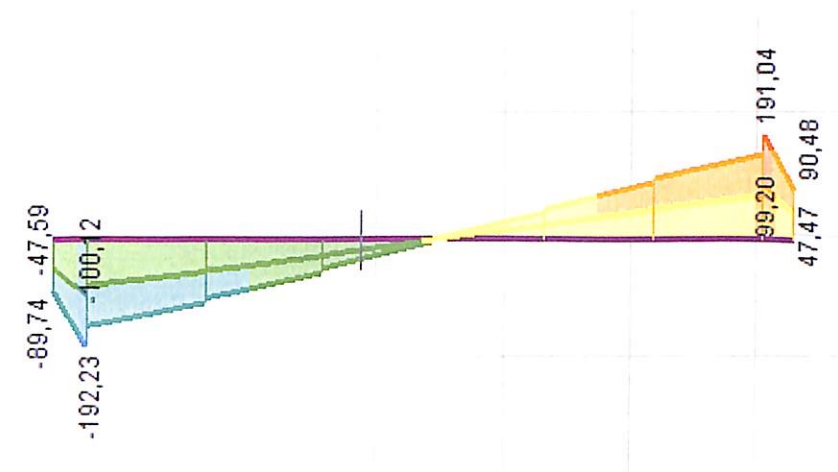
Igénybevételek

$$M_{y.Ed.1.e} := 247.459 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{z.Ed.1.e} := 191.497 kN$$



Mértékadó nyomatékábra



Mértékadó nyíróerő ábra

Alkalmazott hosszvasalás: $\phi_{l.e} := 25\text{mm}$
 Kengyel átmérő: $\phi_8 = 8\text{mm}$
 Betontakarás: $c_{nom} = 35\text{mm}$

Darab: $n_{l.e} := 4$

Hasznos magasság meghatározása:

$$d_{l.e} := h_{ger} - c_{nom} - \frac{\phi_{l.e}}{2} = 452.5\text{mm}$$

Húzott vasalás meghatározása:

$$M_{y.Ed.l.e} = b_{ger} \cdot f_{cd.40} \cdot x_c \cdot \left(d_{l.e} - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$x_c := d_{l.e} - \sqrt{d_{l.e}^2 - \frac{2 \cdot M_{y.Ed.l.e}}{b_{ger} \cdot f_{cd.40}}} = 43.065\text{mm}$$

$$x_{c0} := d_{l.e} \cdot \xi_{c0} = 221.725\text{mm}$$

$$A_{s.req.l.e} := \frac{b_{ger} \cdot x_c \cdot f_{cd.40}}{f_{yd}} = 1320.646\text{mm}^2$$

$$A_{s.prov.l.e} := n_{l.e} \cdot \frac{\phi_{l.e}^2 \cdot \pi}{4} = 1963.495\text{mm}^2$$

Ellenőrzés

$$x_c := \frac{A_{s.prov.l.e} \cdot f_{yd}}{b_{ger} \cdot f_{cd.40}} = 64.027\text{mm}$$

$$M_{Rd.l.e} := b_{ger} \cdot x_c \cdot f_{cd.40} \cdot \left(d_{l.e} - \frac{x_c}{2} \right) = 358.967\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{y.Ed.l.e}}{M_{Rd.l.e}} = 0.689 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Nyírási vasalás

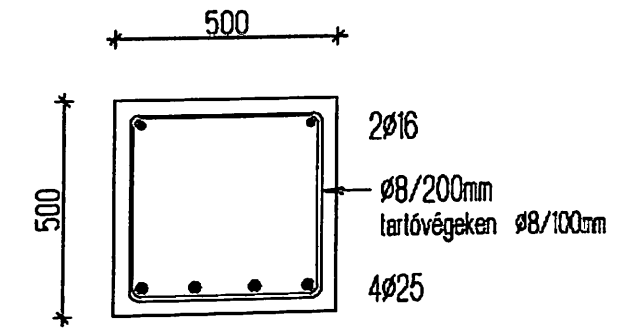
$$z_{l.e} := 0.9 \cdot d_{l.e} = 0.407\text{m}$$

$$\nu = 0.504$$

Beton nyírási teherbírása: C40/50 $\beta := 0.91$

$$c_{40} := 0.305$$

$$V_{Rd.c} := \beta \cdot c_{40} \cdot b_{ger} \cdot d_{ger} \cdot f_{cd.40} = 1684\text{kN}$$



Nyírási acélok teherbírása

$$s_{s.l.e} := 100 \cdot mm$$

$$A_{sw.l.e} := 2 \cdot \phi_8 \cdot \frac{\pi}{4} = 101 \cdot mm^2$$

$$\rho_{w.l.e} := \frac{A_{sw.l.e}}{s_{s.l.e} \cdot b_{ger}} = 0.00201$$

$$V_{Rd.s} := \frac{z_{l.e}}{s_{s.l.e}} \cdot A_{sw.l.e} \cdot f_{ywd} = 178.005 \cdot kN$$

$$V_{Rd.max.l.e} := 0.5 \cdot b_{ger} \cdot z_{l.e} \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot 40 = 1368.4 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z.Ed.l.e}}{V_{Rd.max.l.e}} = 0.14 \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$V_{Rd.l.e} := \max(V_{Rd.c}, V_{Rd.s}) = 1684 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z.Ed.l.e}}{V_{Rd.l.e}} = 0.114 \quad \text{MEGFELEL!}$$

2.3. Harmadik emeleti gerenda vasalása

Kiindulási adatok:

Anyagminőségek:

Betonminőség: C40/50-XC3-16-F3

Betonacél: B500 B

Keresztmetszet:

$$b_k = 300 \cdot mm$$

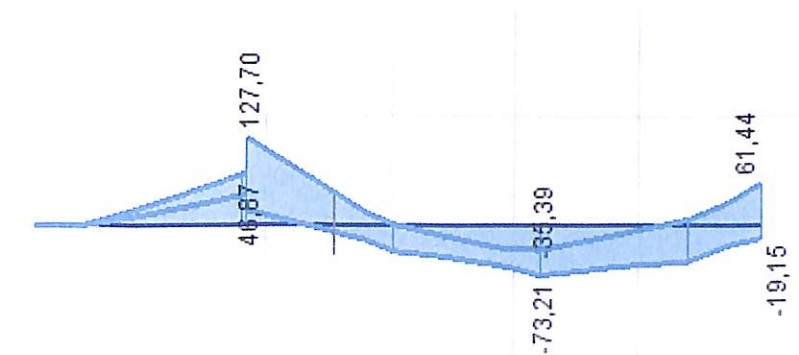
$$h_k = 500 \cdot mm$$

Igénybevételek

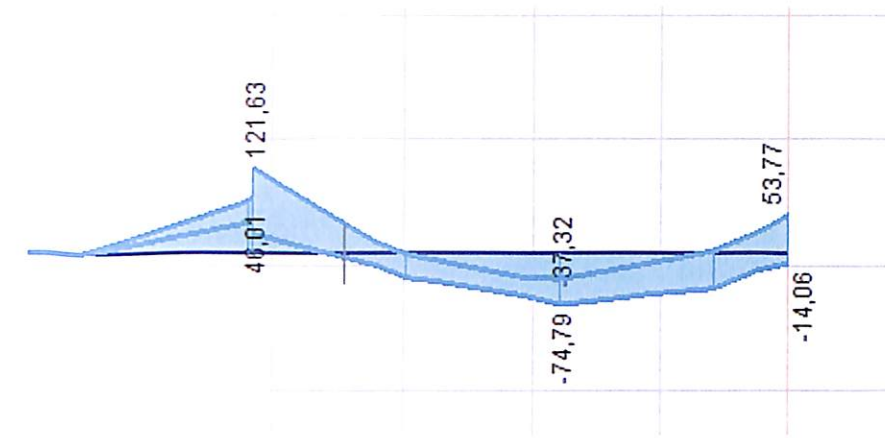
$$M_{y.Ed.3.e.a} := 74.79 \cdot kN \cdot m$$

$$M_{y.Ed.3.e.f} := 127.703 \cdot kN \cdot m$$

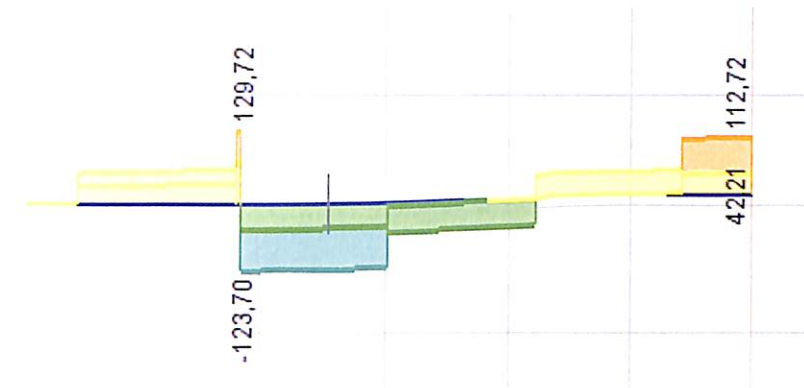
$$V_{z.Ed.3.e} := 129.725 \cdot kN$$



Mértékadó támasznyomaték



Mértékadó mezőnyomaték



Mértékadó nyíróerő ábra

Alkalmazott hosszvasalás: $\phi_{3.e.a} := 16\text{mm}$

Darab: $n_{3.e.a} := 4$

$\phi_{3.e.f} := 20\text{mm}$

$n_{3.e.f} := 4$

Kengyel átmérő: $\phi_8 = 8\text{mm}$

Betontakarás: $c_{nom} = 35\text{mm}$

Hasznos magasságok meghatározása:

$$d_{3.e.a} := h_{ger} - c_{nom} - \frac{\phi_{3.e.a}}{2} = 457\text{mm}$$

$$d_{3.e.f} := h_{ger} - c_{nom} - \frac{\phi_{3.e.f}}{2} = 455\text{mm}$$

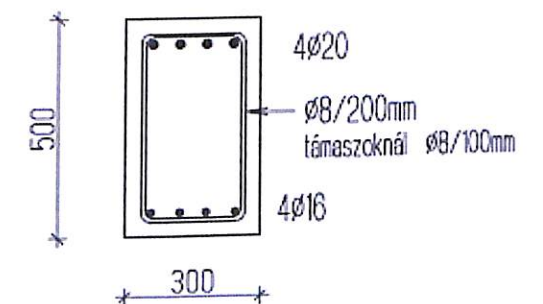
Húzott vasalás meghatározása támaszok között:

$$M_{y.Ed.3.e.a} = b_k \cdot f_{cd.40} \cdot x_{c.a} \cdot \left(d_{3.e} - \frac{x_{c.a}}{2} \right)$$

$$x_{c.a} := d_{3.e.a} - \sqrt{d_{3.e.a}^2 - \frac{2 \cdot M_{y.Ed.3.e.a}}{b_k \cdot f_{cd.40}}} = 20.936\text{mm}$$

$$x_{c0} := d_{3.e.a} \cdot \xi_{c0} = 223.93\text{mm}$$

$$A_{s.req.3.e.a} := \frac{b_k \cdot x_{c.a} \cdot f_{cd.40}}{f_{yd}} = 385.229\text{mm}^2$$



$$A_{s,prov.3.e.a} := n_{3.e.a} \cdot \frac{\phi_{3.e.a}^2 \cdot \pi}{4} = 804.248 \cdot mm^2$$

Ellenőrzés

$$x_{c.a} := \frac{A_{s,prov.3.e.a} \cdot f_{yd}}{b_k \cdot f_{cd.40}} = 43.709 \cdot mm$$

$$M_{Rd.3.e.a} := b_k \cdot x_{c.a} \cdot f_{cd.40} \cdot \left(d_{3.e.a} - \frac{x_{c.a}}{2} \right) = 152.159 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{y.Ed.3.e.a}}{M_{Rd.3.e.a}} = 0.492 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Húzott vasalás meghatározása a konzolban

$$M_{y.Ed.3.e.f} = b_k \cdot f_{cd.40} \cdot x_{c.f} \cdot \left(d_{3.e.f} - \frac{x_{c.f}}{2} \right)$$

$$x_{c.f} := d_{3.e.f} - \sqrt{d_{3.e.f}^2 - \frac{2 \cdot M_{y.Ed.3.e.f}}{b_k \cdot f_{cd.40}}} = 36.551 \cdot mm$$

$$x_{c0} := d_{3.e.f} \cdot \xi_{c0} = 222.95 \cdot mm$$

$$A_{s,req.3.e.f} := \frac{b_k \cdot x_{c.f} \cdot f_{cd.40}}{f_{yd}} = 672.545 \cdot mm^2$$

$$A_{s,prov.3.e.f} := n_{3.e.f} \cdot \frac{\phi_{3.e.f}^2 \cdot \pi}{4} = 1256.637 \cdot mm^2$$

Ellenőrzés

$$x_{c.f} := \frac{A_{s,prov.3.e.f} \cdot f_{yd}}{b_k \cdot f_{cd.40}} = 68.295 \cdot mm$$

$$M_{Rd.3.e.f} := b_k \cdot x_{c.f} \cdot f_{cd.40} \cdot \left(d_{3.e.f} - \frac{x_{c.f}}{2} \right) = 229.938 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{y.Ed.3.e.f}}{M_{Rd.3.e.f}} = 0.555 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Szerkesztési szabályok:

Acélbetétek közötti távolság:

$$a_{min.k} := \min(\max(\phi_{3.e.f}, \phi_{3.e.a}), 20mm, d_g + 5mm) = 20 \cdot mm$$

$$a_{max.k} := 400 \cdot mm$$

Hosszvasalás mennyisége:

$$A_{s.max.k} := 0.04 \cdot b_k \cdot h_k = 6000 \cdot mm^2$$

$$\rho_{min} := 0.0015$$

$$A_{s.min.k} := \rho_{min} \cdot b_k \cdot \min(d_{3.e.f}, d_{3.e.a}) = 204.75 \cdot mm^2$$

Kengyel kiosztás:

Minimális nyírási vashányad

$$\rho_{w.min} = 0.001$$

Kengyelek legnagyobb távolsága

$$s_{s.max.k} := \min(0.75 \cdot \min(d_{3.e.f}, d_{3.e.a}), 1.5 \cdot b_k, 300mm) = 300 \cdot mm$$

Nyírási vasalás

$$z_{3.e} := 0.9 \cdot \min(d_{3.e.f}, d_{3.e.a}) = 409.5 \cdot mm$$

$$\nu = 0.504$$

Beton nyírási teherbírása: C40/50 $\beta := 0.91$

$$c_{40} := 0.305$$

$$V_{Rd.c} := \beta \cdot c_{40} \cdot b_k \cdot \min(d_{3.e.f}, d_{3.e.a}) \cdot f_{cd.40} = 1010 \cdot kN$$

Nyírási acélok teherbírása

$$s_{s.3.e} := 100 \cdot mm$$

$$A_{sw.3.e} := 2 \cdot \phi_8^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 101 \cdot mm^2$$

$$\rho_{w.3.e} := \frac{A_{sw.3.e}}{s_{s.1.e} \cdot b_k} = 0.00335$$

$$V_{Rd.s} := \frac{z_{3.e}}{s_{s.3.e}} \cdot A_{sw.3.e} \cdot f_{ywd} = 178.989 \cdot kN$$

$$V_{Rd.max.3.e} := 0.5 \cdot b_k \cdot z_{3.e} \cdot \nu \cdot f_{cd.40} = 825.6 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z.Ed.3.e}}{V_{Rd.max.3.e}} = 0.157 \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$V_{Rd.3.e} := \max(V_{Rd.c}, V_{Rd.s}) = 1010 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z.Ed.3.e}}{V_{Rd.3.e}} = 0.128 \quad \text{MEGFELEL!}$$

2.4. Második emeleti gerenda vasalása

Kiindulási adatok:

Anyagminőségek:

Betonminőség: C40/50-XC3-16-F3

Betonacél: B500 B

Keresztmetszet:

$$b_k = 300 \cdot \text{mm}$$

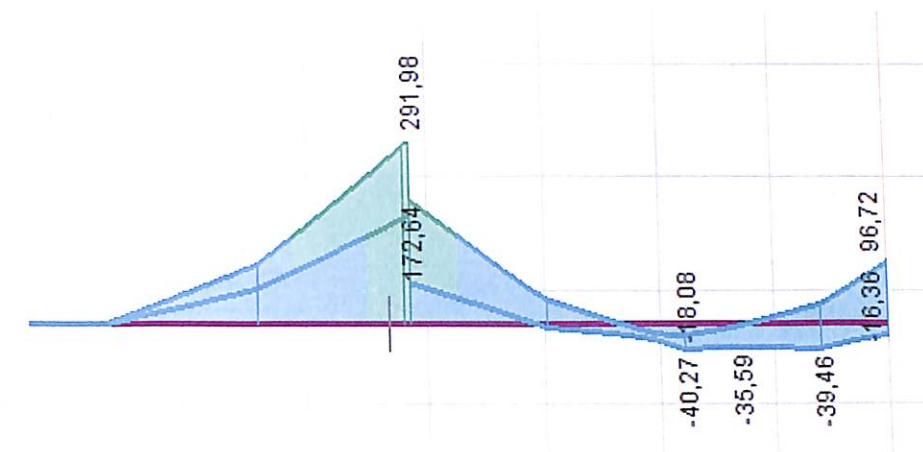
$$h_k = 500 \cdot \text{mm}$$

Igénybevételek

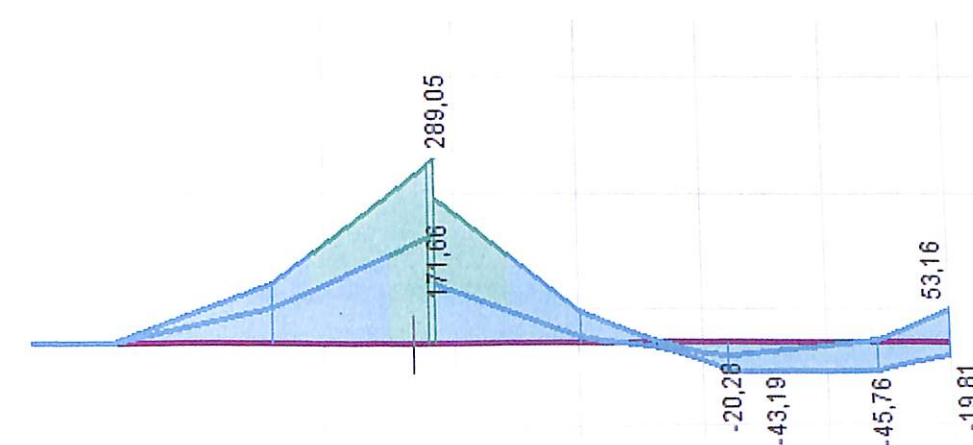
$$M_{y.Ed.2.e.a} := 45.76 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{y.Ed.2.e.f} := 291.98 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

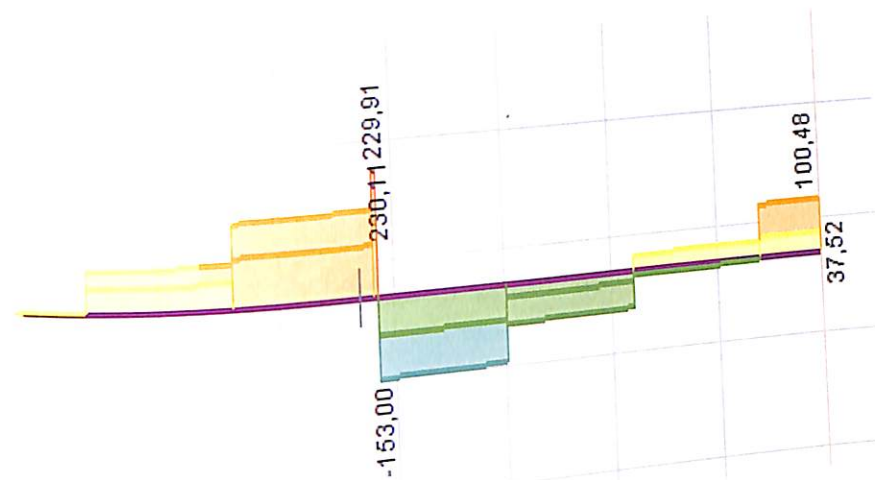
$$V_{z.Ed.2.e} := 230.11 \text{ kN}$$



Mértékadó támasznyomaték



Mértékadó mezőnyomaték



Mértékadó nyíróerőábra

Alkalmazott hosszvasalás: $\phi_{2.e.a} := 16\text{mm}$

$\phi_{2.e.f} := 25\text{mm}$

Kengyel átmérő:

$\phi_8 = 8\text{mm}$

Betontakarás:

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

Hasznos magasságok meghatározása:

$$d_{2.e.a} := h_k - c_{nom} - \frac{\phi_{2.e.a}}{2} = 457\text{mm}$$

$$d_{2.e.f} := h_k - c_{nom} - \frac{\phi_{2.e.f}}{2} = 452,5\text{mm}$$

Húzott vasalás meghatározása támaszok között:

$$M_{y.Ed.2.e.a} = b_k \cdot f_{cd.40} \cdot x_{c.a} \cdot \left(d_{2.e} - \frac{x_{c.a}}{2} \right)$$

$$x_{c.a} := d_{2.e.a} - \sqrt{d_{2.e.a}^2 - \frac{2 \cdot M_{y.Ed.2.e.a}}{b_k \cdot f_{cd.40}}} = 12,693\text{mm}$$

$$A_{s.req.2.e.a} := \frac{b_k \cdot x_{c.a} \cdot f_{cd.40}}{f_{yd}} = 233,545\text{mm}^2$$

$$A_{s.prov.2.e.a} := n_{2.e.a} \cdot \frac{\phi_{2.e.a}^2 \cdot \pi}{4} = 804,248\text{mm}^2$$

Ellenőrzés

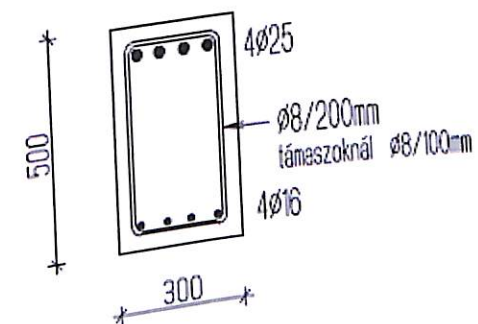
$$x_{c.a} := \frac{A_{s.prov.2.e.a} \cdot f_{yd}}{b_k \cdot f_{cd.40}} = 43,709\text{mm}$$

$$M_{Rd.2.e.a} := b_k \cdot x_{c.a} \cdot f_{cd.40} \cdot \left(d_{2.e.a} - \frac{x_{c.a}}{2} \right) = 152,159\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{y.Ed.2.e.a}}{M_{Rd.2.e.a}} = 0,301$$

MEGFELEL!

Darab: $n_{2.e.a} := 4$
 $n_{2.e.f} := 4$



$$x_{c0} := d_{2.e.a} \cdot \xi_{c0} = 223,93\text{mm}$$

Húzott vasalás meghatározása a konzolban

$$M_{y.Ed.2.e.f} = b_k \cdot f_{cd.40} \cdot x_{c.f} \cdot \left(d_{2.e.f} - \frac{x_{c.f}}{2} \right)$$

$$x_{c.f} := d_{2.e.f} - \sqrt{d_{2.e.f}^2 - \frac{2 \cdot M_{y.Ed.2.e.f}}{b_k \cdot f_{cd.40}}} = 89.511 \cdot mm$$

$$x_{c0} := d_{2.e.f} \cdot \xi_{c0} = 221.725 \cdot mm$$

$$A_{s.req.2.e.f} := \frac{b_k \cdot x_{c.f} \cdot f_{cd.40}}{f_{yd}} = 1646.996 \cdot mm^2$$

$$A_{s.prov.2.e.f} := n_{2.e.f} \cdot \frac{\phi_{2.e.f}^2 \cdot \pi}{4} = 1963.495 \cdot mm^2$$

Ellenőrzés

$$x_{c.f} := \frac{A_{s.prov.2.e.f} \cdot f_{yd}}{b_k \cdot f_{cd.40}} = 106.712 \cdot mm$$

$$M_{Rd.2.e.f} := b_k \cdot x_{c.f} \cdot f_{cd.40} \cdot \left(d_{2.e.f} - \frac{x_{c.f}}{2} \right) = 340.747 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{y.Ed.2.e.f}}{M_{Rd.2.e.f}} = 0.857 \quad \text{MEGFEELEL!}$$

Nyírási vasalás

$$z_{2.e} := 0.9 \cdot \min(d_{2.e.f}, d_{2.e.a}) = 407.25 \cdot mm$$

$$\nu = 0.504$$

Beton nyírási teherbírása: C40/50 $\beta := 0.91$

$$c_{40} := 0.305$$

$$V_{Rd.c} := \beta \cdot c_{40} \cdot b_k \cdot \min(d_{2.e.f}, d_{2.e.a}) \cdot f_{cd.40} = 1005 \cdot kN$$

Nyírási acélok teherbírása

$$s_{s.2.e} := 100 \cdot mm$$

$$A_{sw.2.e} := 2 \cdot \phi_8^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 101 \cdot mm^2$$

$$\rho_{w.2.e} := \frac{A_{sw.2.e}}{s_{s.2.e} \cdot b_k} = 0.00335$$

$$V_{Rd.s} := \frac{z_{2.e}}{s_{s.2.e}} \cdot A_{sw.2.e} \cdot f_{ywd} = 178.005 \cdot kN$$

$$V_{Rd.max.2.e} := 0.5 \cdot b_k \cdot z_{2.e} \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot 40 = 821 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z.Ed.2.e}}{V_{Rd.max.2.e}} = 0.28 \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$V_{Rd.2.e} := \max(V_{Rd.c}, V_{Rd.s}) = 1005 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z.Ed.2.e}}{V_{Rd.2.e}} = 0.229 \quad \text{MEGFELEL!}$$

2.5. Lelátó gerenda vasalása

Kiindulási adatok:

Anyagminőségek:

Betonminőség: C40/50-XC3-16-F3

Betonacél: B500 B

Keresztmetszet:

$$b_l = 500 \cdot mm$$

$$h_l = 800 \cdot mm$$

Igénybevételek

$$M_{y.Ed.l} := 1800.26 kN \cdot m$$

$$V_{z.Ed.l} := 574.08 kN$$

Alkalmazott hosszvasalás: $\phi_l := 28 mm$

Darab: $n_l := 14$

Kengyel átmérő: $\phi_w := 10 mm$

Betontakarás: $c_{nom} = 35 \cdot mm$

Hasznos magasságok meghatározása:

$$d_l := h_l - c_{nom} - \frac{\phi_l}{2} = 751 \cdot mm$$

Húzott vasalás meghatározása támaszok között:

$$M_{y.Ed.l} = b_l \cdot f_{cd} \cdot 40 \cdot x_c \cdot \left(d_3 \cdot e - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$x_c := d_l - \sqrt{d_l^2 - \frac{2 \cdot M_{y.Ed.l}}{b_l \cdot f_{cd} \cdot 40}} = 208.817 \cdot mm$$

$$x_{c0} := d_l \cdot \xi_{c0} = 367.99 \cdot mm$$

$$A_{s.req.l} := \frac{b_l \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot 40}{f_{yd}} = 6403.733 \cdot mm^2$$

$$A_{s.prov.l} := n_l \cdot \frac{\phi_l^2 \cdot \pi}{4} = 8620.53 \cdot mm^2$$

Szerkesztési szabályok:

Acélbetétek közötti távolság:

$$a_{min.l} := \min(\phi_l, 20mm, d_g + 5mm) = 20 \cdot mm$$

$$a_{max.l} := 400 \cdot mm$$

Hosszvasalás mennyisége:

$$A_{s.max.l} := 0.04 \cdot b_l \cdot h_l = 16000 \cdot mm^2$$

$$\rho_{min} := 0.0015$$

$$A_{s.min.l} := \rho_{min} \cdot b_l \cdot d_l = 563.25 \cdot mm^2$$

Kengyel kiosztás:

Minimális nyírási vashányad

$$\rho_{w.min} = 0.001$$

Kengyelek legnagyobb távolsága

$$s_{s.max.l} := \min(0.75 \cdot d_l, 1.5 \cdot b_l, 300mm) = 300 \cdot mm$$

Húzott vasalás meghatározása támaszok között:

$$M_{y,Ed,l} = b_l \cdot f_{cd,40} \cdot x_c \cdot \left(d_l \cdot \xi - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$x_c := d_l - \sqrt{d_l^2 - \frac{2 \cdot M_{y,Ed,l}}{b_l \cdot f_{cd,40}}} = 208.817 \cdot mm$$

$$x_{c0} := d_l \cdot \xi_{c0} = 367.99 \cdot mm$$

$$A_{s,req,l} := \frac{b_l \cdot x_c \cdot f_{cd,40}}{f_{yd}} = 6403.733 \cdot mm^2$$

$$A_{s,prov,l} := n_l \cdot \frac{\phi_l^2 \cdot \pi}{4} = 8620.53 \cdot mm^2$$

Szerkesztési szabályok:

Acélbetétek közötti távolság:

$$a_{min,l} := \min(\phi_l, 20mm, d_g + 5mm) = 20 \cdot mm$$

$$a_{max,l} := 400 \cdot mm$$

Hosszvasalás mennyisége:

$$A_{s,max,l} := 0.04 \cdot b_l \cdot h_l = 16000 \cdot mm^2$$

$$\rho_{min} := 0.0015$$

$$A_{s,min,l} := \rho_{min} \cdot b_l \cdot d_l = 563.25 \cdot mm^2$$

Kengyel kiosztás:

Minimális nyírási vashányad

$$\rho_{w,min} = 0.001$$

Kengyelek legnagyobb távolsága

$$s_{s,max,l} := \min(0.75 \cdot d_l, 1.5 \cdot b_l, 300mm) = 300 \cdot mm$$

Két sorban elhelyezett vasalás hasznos magasságának meghatározása

$$y_s := \frac{\left[8 \cdot \phi_l \cdot 0 + 6 \cdot \frac{\phi_l^2 \cdot \pi}{4} \cdot (a_{min.l} + \phi_l) \right]}{A_{s,prov.l}} = 20.571 \cdot mm$$

$$u := y_s + c_{nom} + \phi_w + \frac{\phi_l}{2} = 79.571 \cdot mm$$

$$d_{Ed.l} := h_l - u = 720.429 \cdot mm$$

Ellenőrzés

$$x_{c.l} := \frac{A_{s,prov.l} \cdot f_{yd}}{b_l \cdot f_{cd.40}} = 281.104 \cdot mm$$

$$M_{Rd.l} := b_l \cdot x_{c.l} \cdot f_{cd.40} \cdot \left(d_{Ed.l} - \frac{x_{c.l}}{2} \right) = 2308.877 \cdot kN \cdot m$$

$$M_{y.Ed.l} = 1800.26 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{y.Ed.l}}{M_{Rd.l}} = 0.78 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Lelátógerenda alsó sarok nyomatéki ellenőrzése

$$M_{y.Ed.l.k} := 458 \cdot kN \cdot m$$

$$A_{sprov.l.k} := 1963 \cdot mm^2$$

4 db $\phi 25$ betonacél

$$x_{c.l.k} := \frac{A_{sprov.l.k} \cdot f_{yd}}{b_l \cdot f_{cd.40}} = 64.011 \cdot mm$$

$$M_{Rd.l.k} := b_l \cdot x_{c.l.k} \cdot f_{cd.40} \cdot \left(d_{Ed.l} - \frac{x_{c.l.k}}{2} \right) = 587.554 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{y.Ed.l.k}}{M_{Rd.l.k}} = 0.78 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Nyírási vasalás

$$z_l := 0.9 \cdot d_l = 675.9 \cdot mm$$

$$\nu = 0.504$$

$$\text{Beton nyírási teherbírása: } C40/50 \quad \beta := 0.91$$

$$c_{40} := 0.305$$

$$V_{Rd.c} := \beta \cdot c_{40} \cdot b_l \cdot d_l \cdot f_{cd.40} = 2779 \cdot kN$$

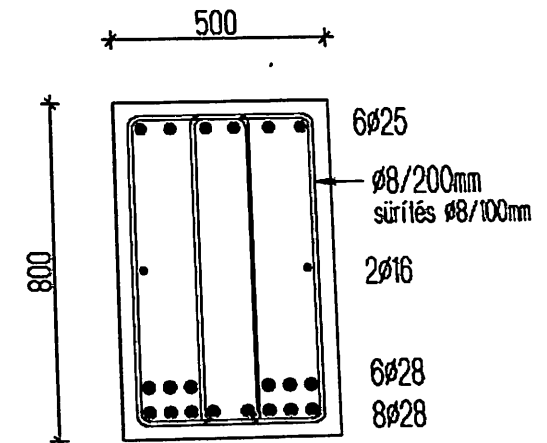
Nyírási acélok teherbírása

$$s_{s.l} := 200 \cdot mm$$

$$A_{sw.l} := 4 \cdot \phi_w^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 314 \cdot mm^2$$

$$\rho_{w.l} := \frac{A_{sw.l}}{s_{s.l} \cdot b_l} = 0.00314$$

$$V_{Rd.s} := \frac{z_l}{s_{s.l}} \cdot A_{sw.l} \cdot f_{ywd} = 461.609 \cdot kN$$



$$V_{Rd,max,l} := 0.5 \cdot b_l \cdot z_l \cdot \nu \cdot f_{cd,40} = 2271 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z,Ed,l}}{V_{Rd,max,l}} = 0.253 \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$V_{Rd,l} := \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,s}) = 2779 \cdot kN$$

$$\frac{V_{z,Ed,l}}{V_{Rd,l}} = 0.207 \quad \text{MEGFELEL!}$$

2.6. Pillérek vasalása

50x80-as pillér

$$b_p = 500 \cdot mm$$

$$h_{pl} = 800 \cdot mm$$

Igénybevételek

$$M_{y,Ed,pl} := 795.60 \cdot kN \cdot m$$

$$N_{Ed,pl} := 3137.62 \cdot kN$$

Hasznos magasság számítás:

$$\phi_{pl} := 25 \cdot mm$$

$$c_{nom} = 35 \cdot mm$$

$$d_l := h_{pl} - c_{nom} - \frac{\phi_{pl}}{2} = 752.5 \cdot mm$$

$$\text{Kezdeti külpontosság: } e_0 := \frac{M_{y,Ed,pl}}{N_{Ed,pl}} = 0.254 \cdot m$$

Külpontossági növekmény

$$\Delta e := 0.05 \cdot d_l + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot \left(\frac{l_0}{10 \cdot d_l} \right)^2 \cdot d_l = 0.285 \cdot m$$

Mértékadó külpontosság

$$e_{Ed} := e_0 + \Delta e = 0.538 \cdot m$$

$$M_{pl,Ed} := N_{Ed,pl} \cdot e_{Ed} = 1689 \cdot kN \cdot m$$

$$m_l := \frac{M_{pl,Ed}}{b_p \cdot h_{pl}^2 \cdot f_{cd,40}} = 0.198$$

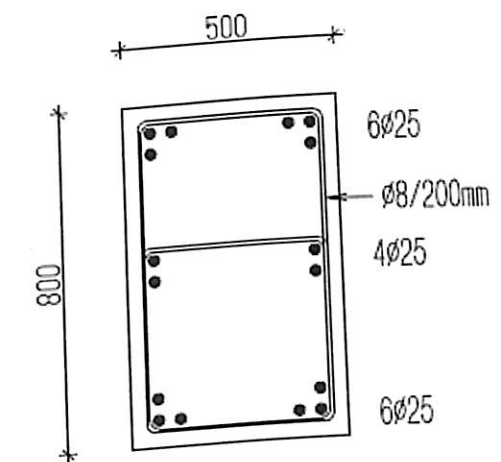
$$n_l := \frac{N_{Ed,pl}}{b_p \cdot h_{pl} \cdot f_{cd,40}} = 0.294$$

$$\text{Erőhányad: } \mu_{pl} := 0.3$$

$$A_{s.req.p1} := \frac{\mu_{p1} \cdot b_p \cdot h_{p1} \cdot f_{cd.40}}{f_{yd}} = 7360 \cdot mm^2$$

Szükséges acélbetét darabszáma: $n_{l.p} := 16$

$$A_{s.prov.p1} := n_{l.p} \cdot \frac{\phi_{p1}^2 \cdot \pi}{4} = 7853.982 \cdot mm^2$$



50x50-as pillér

$$b_p = 500 \cdot mm$$

$$h_{p2} = 500 \cdot mm$$

Igénybevételek

$$M_{y.Ed.p2} := 222.12 \cdot kN \cdot m$$

222.12

196.20

$$N_{Ed.p2} := 931.41 \cdot kN$$

931.41

849.56

Hasznos magasság számítás:

$$\phi_{p2} := 25 \cdot mm$$

$$c_{nom} = 35 \cdot mm$$

$$d_2 := h_{p2} - c_{nom} - \frac{\phi_{p2}}{2} = 452.5 \cdot mm$$

$$\text{Kezdeti külpontosság: } e_{0.2} := \frac{M_{y.Ed.p2}}{N_{Ed.p2}} = 0.238 \cdot m$$

Külpontossági növekmény

$$\Delta e_2 := 0.05 \cdot d_2 + \frac{l_0}{400} + 0.05 \cdot \left(\frac{l_0}{10 \cdot d_2} \right)^2 \cdot d_2 = 0.405 \cdot m$$

Mértékadó külpontosság

$$e_{Ed.2} := e_{0.2} + \Delta e_2 = 0.643 \cdot m$$

$$M_{p2.Ed} := N_{Ed.p2} \cdot e_{Ed.2} = 599 \cdot kN \cdot m$$

$$m_2 := \frac{M_{p2.Ed}}{b_p \cdot h_{p2}^2 \cdot f_{cd.40}} = 0.18$$

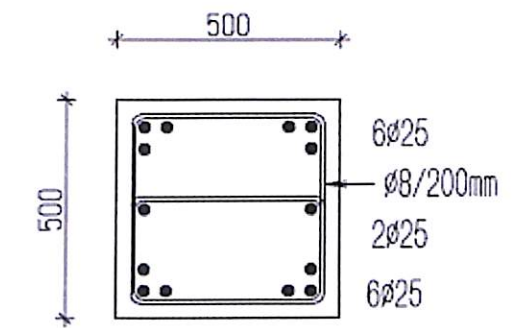
$$n_2 := \frac{N_{Ed.p2}}{b_p \cdot h_{p2} \cdot f_{cd.40}} = 0.14$$

$$\text{Erőhányad: } \mu_{p2} := 0.4$$

$$A_{s.req.p2} := \frac{\mu_{p2} \cdot b_p \cdot h_{p2} \cdot f_{cd} \cdot 40}{f_{yd}} = 6133 \cdot mm^2$$

Szükséges acélbetét darabszáma: $n_{2,p} := 14$

$$A_{s.prov.p2} := n_{2,p} \cdot \frac{\phi_{p2}^2 \cdot \pi}{4} = 6872.234 \cdot mm^2$$



2.7. Monolit vasbeton lemez vasalása

Kiindulási adatok:

Anyagminőségek:

Betonminőség: C30/37-XC3-16-F3

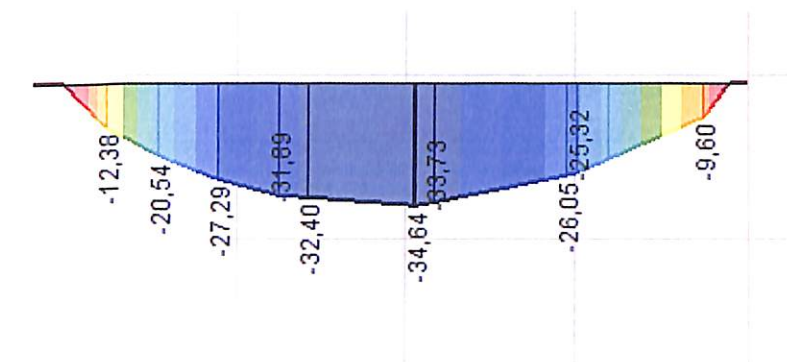
Betonacél: B500 B

$h_{mon} := 200 \cdot mm$

$b_{mon} := 1000 \cdot mm$

Igénybevételek

$M_{y.Ed.mon} := 34.64 \cdot kN \cdot m$



Mértékadó nyomaték

Alkalmazott hosszvasalás: $\phi_{mon} := 12 \cdot mm$

Osztásköz 1 folyóméteren: $s_{mon} := 150 \cdot mm$

Elosztóvasalás: $\phi_{elo} := 12 \cdot mm$

$s_{elo} := 150 \cdot mm$

Betontakarás: $c_{nom} = 35 \cdot mm$

Hasznos magasság meghatározása:

$$d_{mon} := h_{mon} - c_{nom} - \frac{\phi_{mon}}{2} = 159 \cdot mm$$

Húzott vasalás meghatározása támaszok között:

$$M_{y.Ed.mon} = b_{mon} \cdot f_{cd.40} \cdot x_c \cdot \left(d_{mon} - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$x_{c0} := d_{mon} \cdot \xi_{c0} = 77.91 \cdot mm$$

$$x_c := d_{mon} - \sqrt{d_{mon}^2 - \frac{2 \cdot M_{y.Ed.mon}}{b_{mon} \cdot f_{cd.30}}} = 11.294 \cdot mm$$

$$A_{s.req.mon} := \frac{b_{mon} \cdot x_c \cdot f_{cd.30}}{f_{yd}} = 519.534 \cdot mm^2$$

$$A_{s.prov.mon} := \frac{b_{mon}}{s_{mon}} \cdot \frac{\phi_{mon}^2 \cdot \pi}{4} = 753.982 \cdot mm^2$$

Ellenőrzés

$$x_c := \frac{A_{s.prov.mon} \cdot f_{yd}}{b_{mon} \cdot f_{cd.30}} = 16.391 \cdot mm$$

$$M_{Rd.mon} := b_{mon} \cdot x_c \cdot \alpha \cdot f_{cd.30} \cdot \left(d_{mon} - \frac{x_c}{2} \right) = 134.058 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{y.Ed.mon}}{M_{Rd.mon}} = 0.258 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Szerkesztési szabályok

Egyirányban teherhordó lemezek elosztó vasaásaának keresztmetszete legalább a fővasalásnak 20%-a kell, hogy legyen. A minimális vashányad biztosításával.

$$\text{Elosztó vasalás: } A_{s.req.elo} := A_{s.prov.mon} \cdot 0.2 = 150.796 \cdot mm^2$$

$$A_{s.prov.elo} := \frac{b_{mon}}{s_{elo}} \cdot \frac{\phi_{elo}^2 \cdot \pi}{4} = 753.982 \cdot mm^2$$

Legnagyobb vastávolság

$$\text{Fővasalásnál: } s_{max} := \min(2 \cdot h_{mon}, 300mm) = 300 \cdot mm$$

$$\text{Kereszterányú vasalásnál: } s_{max.elo} := \min(3 \cdot h_{mon}, 400mm) = 400 \cdot mm$$

$$\text{Legnagyobb vasátmérő: } \phi_{max} := \frac{h_{mon}}{10} = 20 \cdot mm$$

2.8. BP panell ellenőrzése

$$\text{Második emeleti födémvastagság: 27 cm } M_{y.bp2} := 84.64 kN \cdot m$$

"D" típusú BP-panel esetén:

$$\frac{M_{y.bp2}}{M_{Rd.bp27}} = 0.583 \quad \text{MEGFELEL!}$$

$$M_{Rd.bp27} := 145.18 kN \cdot m$$

$$\text{Harmadik emeleti födémvastagság: 22 cm } M_{y.bp3} := 77.78 kN \cdot m$$

$$M_{Rd.bp22} := 111.21 kN \cdot m$$

$$\frac{M_{y.bp3}}{M_{Rd.bp22}} = 0.699 \quad \text{MEGFELEL!}$$

2.9. Kehelynyakak méretezése

Közbenső kehelynyakak

Geometriai adatok:

$$m_k := 1.25m$$

$$k_k := m_k - 0.10m - 0.10m = 1.05m$$

Terhelések:

$$M_{Ed.k} := 795.6kN \cdot m$$

$$V_{Ed.k} := 117.91kN$$

Szükséges vasmenyiség számítása:

$$H_{Ed.k} := \frac{M_{Ed.k}}{k_k} + V_{Ed.k} = 875.624kN$$

$$A_{sreq} := \frac{H_{Ed.k}}{f_{yd}} = 2013.936 \cdot mm^2$$

Alkalmazott vasalás a két falra: $n_{k1} := 16$

$$A_{sprov} := n_{k1} \cdot \frac{\phi_{k1}^2 \cdot \pi}{4} = 3216.991 \cdot mm^2$$

Ellenőrzés:

$$H_{Rd.k} := A_{sprov} \cdot f_{yd} = 1398.692kN$$

Szélső kehelynyak

Geometriai adatok:

$$m_{k2} := 0.95m$$

$$k_{k2} := m_{k2} - 0.10m - 0.10m = 0.75m$$

Szükséges vasmenyiség számítása:

$$H_{Ed.k2} := \frac{M_{Ed.k2}}{k_{k2}} + V_{Ed.k2} = 336.19kN$$

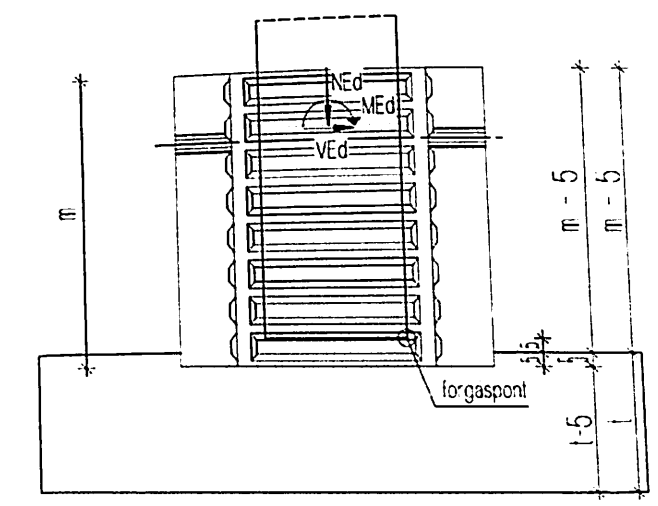
$$A_{sreq2} := \frac{H_{Ed.k2}}{f_{yd}} = 773.237 \cdot mm^2$$

Alkalmazott vasalás a két falra: $n_{k2} := 12$

$$A_{sprov2} := n_{k2} \cdot \frac{\phi_{k2}^2 \cdot \pi}{4} = 1357.168 \cdot mm^2$$

Ellenőrzés:

$$H_{Rd.k2} := A_{sprov2} \cdot f_{yd} = 590.073kN$$



$$\phi_{k1} := 16mm$$

$$\frac{H_{Ed.k}}{H_{Rd.k}} = 0.626 \quad \text{MEGFELEL!}$$

Terhelések:

$$M_{Ed.k2} := 222.12kN \cdot m$$

$$V_{Ed.k2} := 40.03kN$$

$$\phi_{k2} := 12mm$$

$$\frac{H_{Ed.k2}}{H_{Rd.k2}} = 0.57 \quad \text{MEGFELEL!}$$

VI. Lehajlás vizsgálatok

1. Lelátógerenda lehajlása

A lelátógerenda megengedett legnagyobb lehajlási értéke $L/200$ szerint:

$$w_{eng} := \frac{12.382m}{200} = 61.9 \cdot mm$$

A lelátógerenda lehajlásánál egy állandó négyszög keresztmetszetű tartót vettem figyelembe.

A gerenda mérete: 50×80 cm.

Relatív lehajlása: $w_l := 61mm$

Pontosabb eredmény érdekében figyelembe vettem, hogy a lelátógerenda a lépcsőzetes kialakítása miatt a

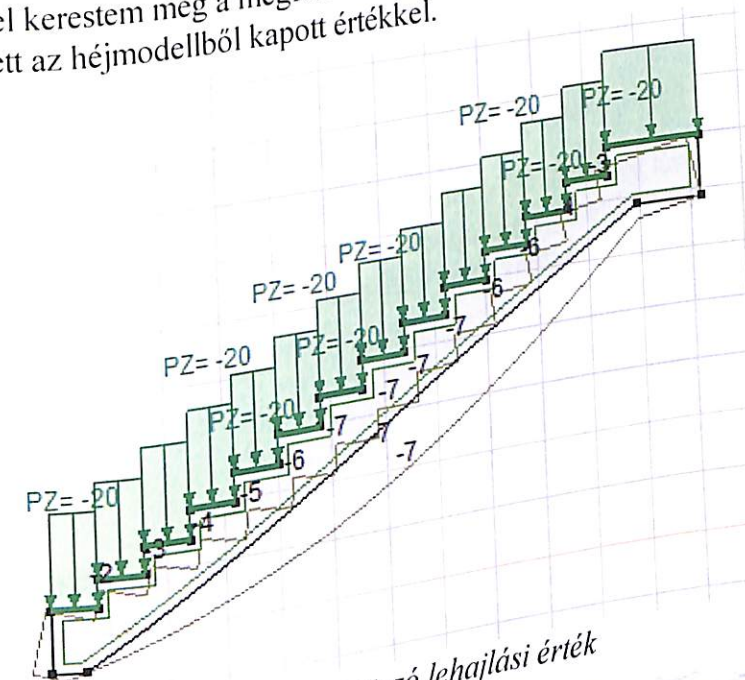
valójában egy változó keresztmetszetű ferdetengelyű gerenda.

Axis VM X4 programban a geometria alapján lemodelleztem héjmodellként a gerendát. Ugyanazon

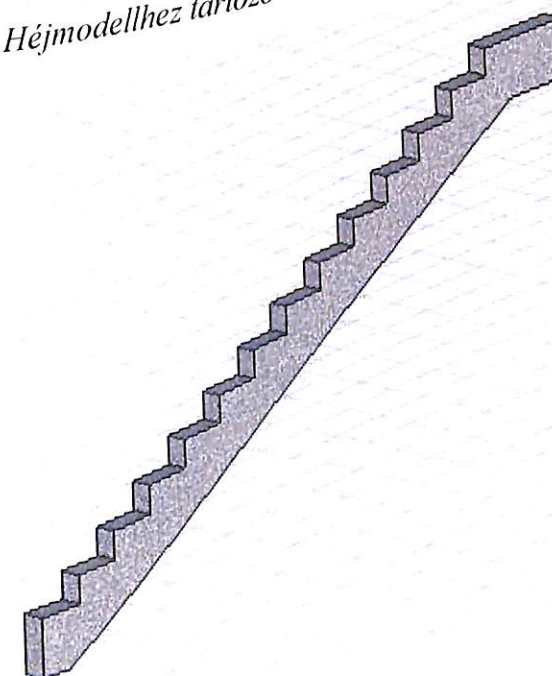
terhelések elhelyezése után kedvezőbb lehajlási értéket mutatott.

Folyamatos közelítéssel kerestem meg a megfelelő leegyszerűsített négyszög keresztmetszetet, amelynek

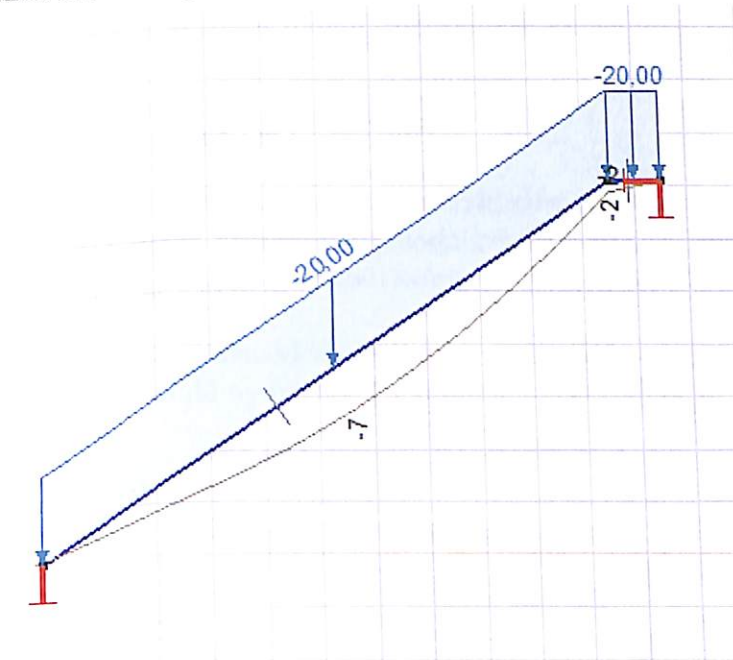
eredménye megegyezett az héjmodellből kapott értékkel.



Héjmodellhez tartozó lehajlási érték



A helyettesítő keresztmetszeti méret magassága: 855 mm



Rúdmodellhez tartozó lehajlási érték

A héjmodell és a rúdmodell lehajlásának összehasonlításához 20 kN/m-es terheléssel ellenőrizve ugyanazt a lehajlási értéket kaptam 855 mm magas gerenda esetén. Ebből a feltételezésből kiindulva a teljes 3D modellben is az 500x855 mm-es helyettesítő keresztmetszettel vettem figyelembe a lelátógerenda lehajlását.

Így kapott mértékadó lehajlás értéke:

$$w_{Ed} := 51.6 \text{ mm}$$

$$w_{eng} = 61.91 \cdot \text{mm}$$

A lelátógerenda lehajlásra megfelel!

2. Monolit földemlemez lehajlása

Az építésztervek alapján feltételezett 20 cm-es földem lehajlását vizsgáltam meg kézi számítással és Axis VM X4 program segítségével.

Megengedett lehajlás értéke $L/200$: $w_{eng.m} := 20.75mm$

A részletes lehajlás számításnál figyelembe kell venni a beton kúszását és zsugorodását is. A kúszás hatását megközelítőleg a beton rugalmassági modulusának csökkentésével vehetjük figyelembe. A zsugorodásból keletkező lehajlás (amely a terhekből keletkező lehajlásnak kb. 5-15%-a) I. és II. feszültségállapotban is számítandó.

Figyelembe kell venni a beton zsugorodásának végértékét, az acél rugalmassági modulusát és az acélbetétek keresztmetszetének elsőrendű nyomatékát a keresztmetszet I. és II. feszültségállapot szerinti súlypontjára.

2.1. Lehajlás ellenőrzése kézi számítással

Betonminőség: C30/37 $\epsilon_{cs} := 0.004$

Betonacél: B500.B

$$E_{c,eff.30} = 10500 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$E_s = 200000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Vizsgált keresztmetszet

Alsó vasalás: $\phi 12/150$ $\phi_{12} := 12mm$

$$b_{mon} = 1000 \cdot mm$$

$$A_{s1} := 754mm^2$$

$$h_{mon} = 200 \cdot mm$$

Felső vasalás: $\phi 12/150$

$$c_{nom} = 35 \cdot mm$$

$$A_{s2} := 754mm^2$$

$$d_{m.1} := h_{mon} - c_{nom} - \frac{\phi_{12}}{2} = 159 \cdot mm$$

$$d_{m.2} := c_{nom} + \frac{\phi_{12}}{2} = 41 \cdot mm$$

$$l_{mon} := 4.15m$$

Kvázi-állandó teher:

Terhek tartós (kvázi állandó) részét adó tényező: $\psi_{2,q} := 0.6$

$$p_{qp} := (g_{mon} + g_{rtg.} + g_{gép} + \psi_{2,q} \cdot q_k) \cdot b_{mon} = 8.628 \cdot \frac{kN}{m}$$

I. feszültségállapot (Repedésmentes keresztmetszet)

Acél és beton feszültség aránya:

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{c,eff.30}} = 19.048$$

Keresztmetszeti terület és súlypontjának meghatározása:

$$A_I := b_{mon} \cdot h_{mon} + \alpha_e \cdot A_{s1} + \alpha_e \cdot A_{s2} = 228723.81 \cdot mm^2$$

$$c_I := \frac{\frac{b_{mon} \cdot h_{mon}^2}{2} + \alpha_e \cdot A_{s1} \cdot d_{m.1} + \alpha_e \cdot A_{s2} \cdot d_{m.2}}{A_I} = 100 \cdot mm$$

Keresztmetszet másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_I := \frac{b_{mon} \cdot c_I^3}{3} + \frac{b_{mon} \cdot (h_{mon} - c_I)^3}{3} + \alpha_e \cdot A_{sI} \cdot (d_{m.1} - c_I)^2 + \alpha_e \cdot A_{s2} \cdot (d_{m.2} - c_I)^2$$

$$I_I = 7.667 \times 10^8 \cdot mm^4$$

Acélbetétek elsőrendű nyomatéka (zsugorodásból keletkező görbület $\kappa_{I,cs}$ számításához)

$$S_{sI} := A_{sI} \cdot (d_{m.1} - c_I) + A_{s2} \cdot (d_{m.2} - c_I) = 0 \cdot mm^3$$

I. feszültség állapotban a zsugorodásból keletkező görbület

$$\kappa_{I,cs} := \varepsilon_{cs} \cdot \frac{E_s}{E_{c,eff.30}} \cdot \frac{S_{sI}}{I_I} = 0 \frac{1}{m} \quad \begin{array}{l} \text{I. feszültség állapotban zsugorodásból} \\ \text{nem keletkezik görbület!} \end{array}$$

I. feszültség állapotban feltételezett számított lehajlás

$$w_I := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{qp} \cdot l_{mon}^4}{E_{c,eff.30} \cdot I_I} + \frac{1}{8} \cdot l_{mon}^2 \cdot \kappa_{I,cs} = 4.14 \cdot mm$$

$$M_{qp} := \frac{p_{qp} \cdot l_{mon}^2}{8} = 18.574 \cdot kN \cdot m$$

Repsztonyomaték

$$M_{cr} := f_{ctm.30} \cdot \frac{I_I}{h_{mon} - c_I} = 22.233 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{qp}}{M_{cr}} = 0.835$$

A keresztmetszet nem reped be! II. feszültség állapotban nem kell megvizsgálni.

A lehajlás értéke:

$$w_{mon} := w_I = 4.14 \cdot mm$$

$$w_{eng.m} = 20.75 \cdot mm$$

A 20 cm vastagságú monolit vasbeton födém alsó és felső vasalással lehajlásra megfelel.

VII. Földrengés

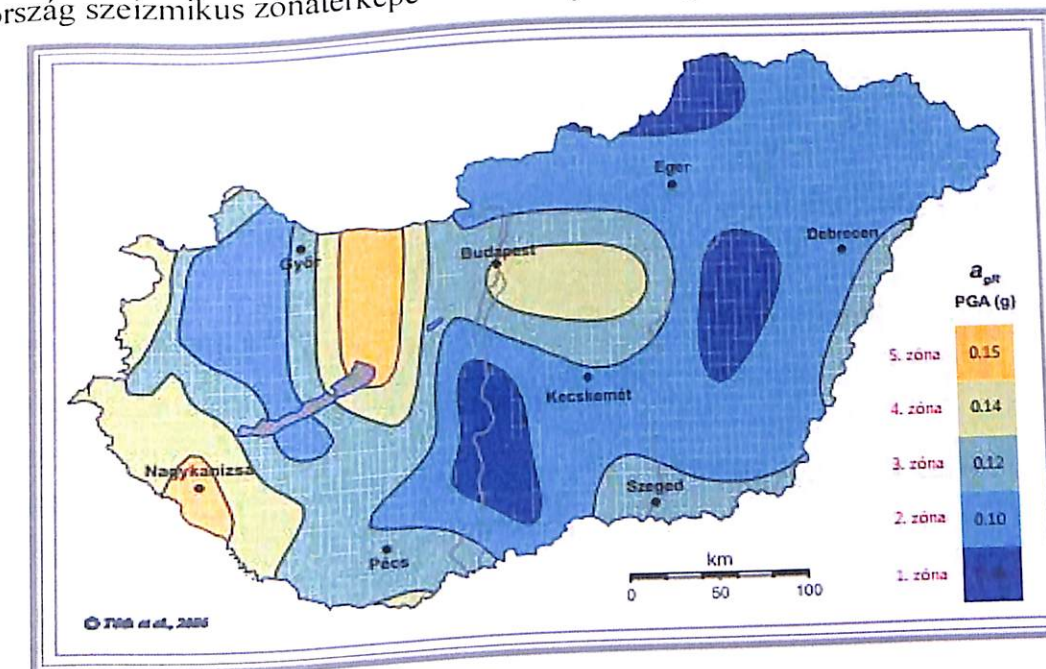
Lelátó fontossági besorolása:

III. Olyan épületek, amelyek összeomlása különösen veszélyeztet emberi életet (kultúrális létesítmények, iskolák, gyülekezési helyek)

$$\gamma_I := 1.2$$

Magyarország szeizmikus zónatérképe

Győr térsége: 3. zóna



$$g = 9.807 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{gR} := 0.12 \cdot g$$

Viselkedési tényező: $q := 1.5$
(a szerkezet képlékenyedő képessége)

$$\text{Vízszintes gyorsulás: } a_g := \gamma_I a_{gR} = 1.412 \frac{m}{s^2}$$

Talaj osztályozása: **C**

Talaj jellemzők:
tömör vagy közepesen tömör homok, kavics, vagy kemény agyag, több 10 vagy 100 m vastagságban

$$\text{Talajszorzó: } S := 1.15$$

$$\text{Rezgésidők: } T_B := 0.2 \quad T_C := 0.6 \quad T_D := 2.0$$

Szabad rezgés:
(40 m-nél alacsonyabb épület esetén)

$$C_I := 0.075$$

$$H := 19.13$$

$$T := C_I H^{\frac{3}{4}} = 0.686$$

Tervezési gyorsulási válaszspektrum:

$$T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_d := \max \left(a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_C}{T}, 0.2 \cdot a_g \right) = 2.367 \frac{m}{s^2}$$

Koncentrált tömeg meghatározása:

Keretállások száma: $n = 6$

Lelátógerenda

$$m_{lg} := 24370 kg$$

Második emeleti födémgerenda:

$$m_{2e} := 3250 kg$$

Első emeleti födémgerenda:

$$m_{1e} := 3060 kg$$

Tetőgerenda:

$$m_{tg} := 3060 kg$$

Pillérek:

$$m_{p.1} := 14200 kg \quad m_{p.2} := 11243 kg$$

A szerkezeti elemek tömegének meghatározásához az Allplan 201 programban készült 3D modellből nyertem ki a testek térfogatait.

Lelátóelem:

$$m_{lp} := 32921 kg$$

Harmadik emeleti födémgerenda:

$$m_{3e} := 2100 kg$$

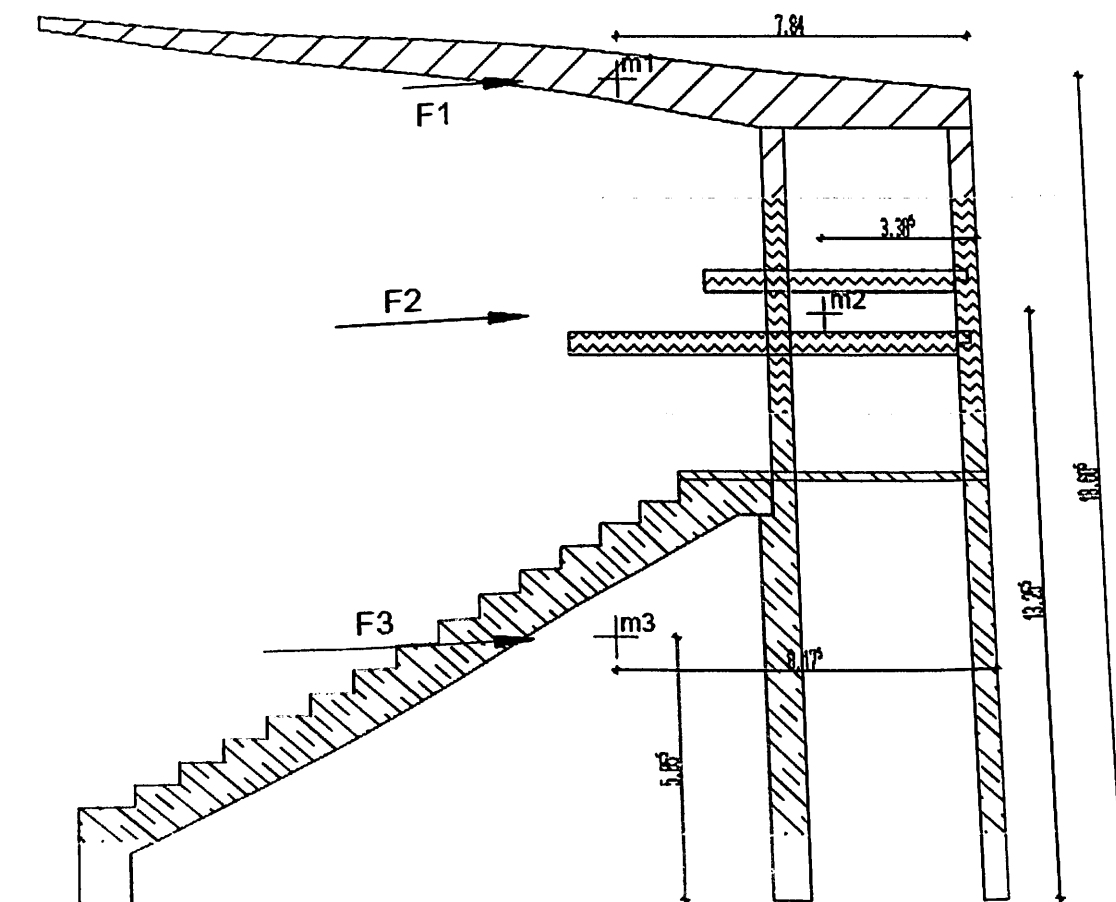
Monolit vasbeton födémlemez:

$$m_{mon} := 19095 kg$$

Acél főtartó:

$$m_{acél} := 2483 kg$$

Három részre osztottam a keretállást és az Allplan segítségével meghatároztam azok tömegét és a részek súlypontját.



Felső 1. szerkezeti rész

Súlyponti magasság: $h_{m1} := 18.605$
(m)

Pillérek résztömege: $m_{p.1.1} := 1020.31 kg$

$$m_1 := n \cdot (m_{acél} + 4m_{lg} + 2 \cdot m_{p.1.1}) = 100581.72 \cdot kg$$

Középső 2. szerkezeti rész

Súlyponti magasság: $h_{m2} := 13.255$
(m)

Pillérek résztömege: $m_{p.1.2} := 3043.75 kg$

Hasznos teher $l_{k.2} = 8.81 m$ $t = 5.7 m$

$$\psi_{2.q} = 0.6$$

$$m_{q.2} := 500 kg \cdot 5.7 \cdot 7.19 = 20491.5 kg$$

$$m_2 := n \cdot (2m_{2e} + 2m_{3e} + 2 \cdot m_{p.1.2} + \psi_{2.q} \cdot m_{q.2}) = 174494.4 kg$$

Alsó 3. szerkezeti rész

Súlyponti magasság: $h_{m3} := 5.855$
(m)

Pillérek résztömege: $m_{p.1.3} := 8617.2 kg$

$$m_{p.2.3} := 5935.9 kg$$

$$m_{q.3} := 500 kg \cdot 5.7 \cdot 19.25 = 54862.5 kg$$

$$m_3 := n \cdot (2m_{1e} + m_{lg} + m_{lp} + m_{p.1.3} + m_{p.2.3} + m_{mon} + \psi_{2.q} \cdot m_{q.3}) = 779859.6 kg$$

$$\Sigma m := m_1 + m_2 + m_3 = 1054935.72 \cdot kg$$

Földrengéstéher értéke:

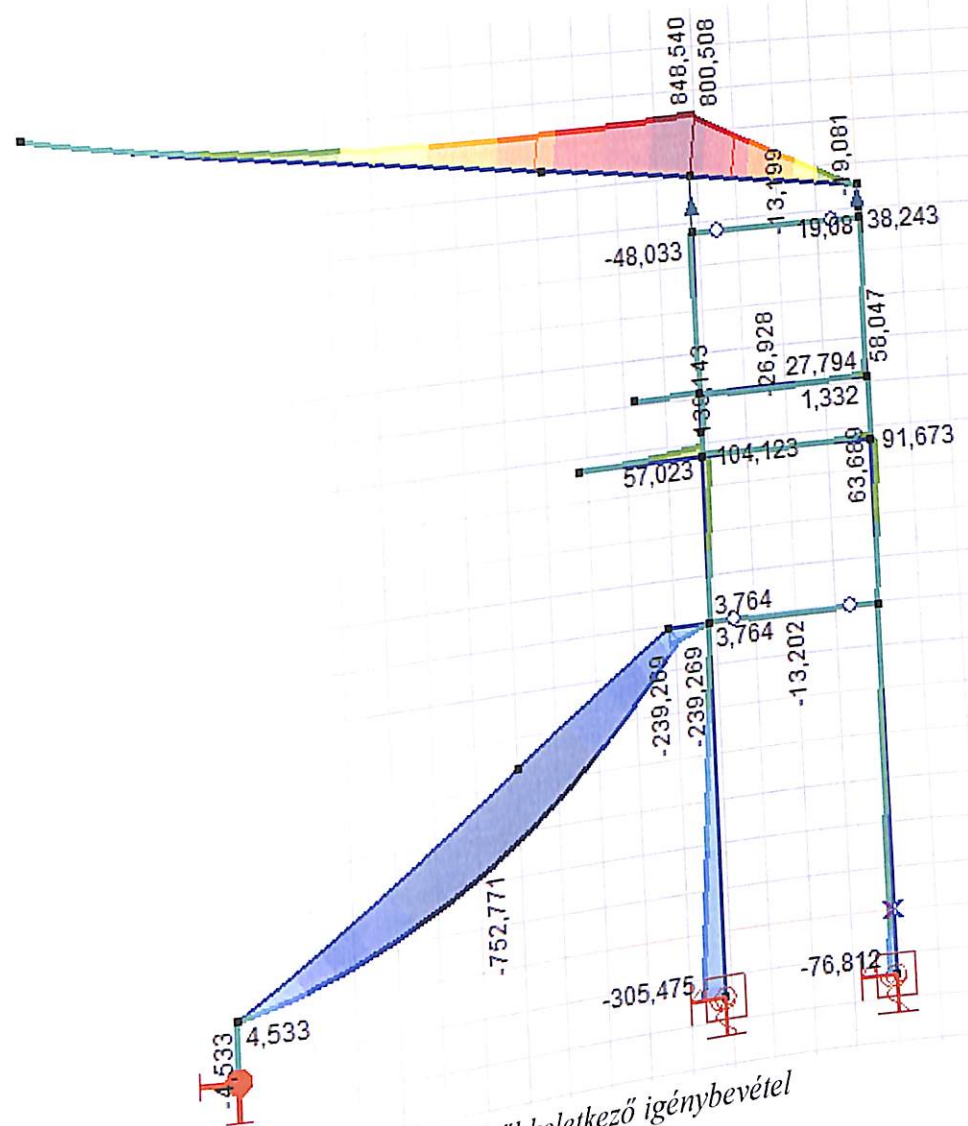
$$F_b := \Sigma m \cdot S_d = 2497.236 \cdot kN$$

$$\Sigma mh := m_1 \cdot h_{m1} + m_2 \cdot h_{m2} + m_3 \cdot h_{m3} = 8750324 kg$$

$$F_1 := \frac{m_1}{\Sigma mh} \cdot F_b = 28.705 \cdot kN$$

$$F_2 := \frac{m_2}{\Sigma mh} \cdot F_b = 49.799 \cdot kN$$

$$F_3 := \frac{m_3}{\Sigma mh} \cdot F_b = 222.562 \cdot kN$$

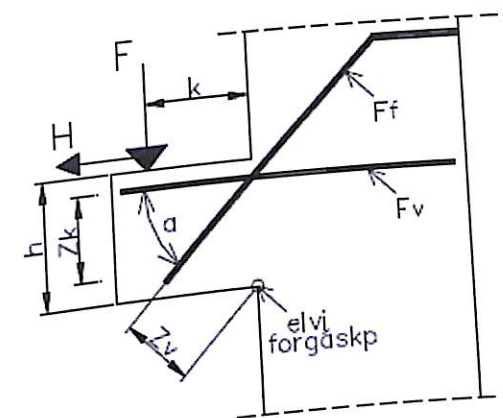


Földrengés teherből keletkező igénybevétel

VIII. Részletszámítások

1. Rövidkonzolok méretezése

1.1. K1 jelű konzol számítása



ADATOK:

geometriai:

konzolmagasság:	$h =$	25	cm
konzolhossz:	$k =$	17	cm
konzolszélesség:	$b =$	50	cm
betonfedés:	$b_f =$	3,5	cm

vasalás:

Σ vízsz. vasalás (f_v):	2	db	$\phi =$	16
Σ ferde átkötő vas (f_f):	-	db	$\phi =$	-

$$f_v: 4,0212 \text{ cm}^2$$

$$f_f: - \text{ cm}^2$$

anyag:

beton nyomószil.:	$f_{cd} =$	26,7	N/mm ²
acél húzószil.:	$f_{yd} =$	435	N/mm ²

igénybevétel:

mért. függ. erő:	$F_{sd} =$	23,83	kN
mért. vízsz. erő:	$H_{sd} =$	4,766	kN

EREDMÉNYEK:

teherbírása hajlításból:	198,06	kN
nyomott beton teherbírása:	690,86	kN

$$\text{Határerő (függ.): } F_{Rd} = \underline{198,06 \text{ kN}}$$

1.2. K2 jelű konzol számítása

ADATOK:

geometriai:

konzolmagasság:	$h =$	25	cm
konzolhossz:	$k =$	17	cm
konzolszélesség:	$b =$	50	cm
betonfedés:	$b_f =$	3,5	cm

vasalás:

Σ vízsz. vasalás (f_v):	2	db $\phi =$	16	$f_v: 4,0212 \text{ cm}^2$
Σ ferde átkötő vas (f_f):	-	db $\phi =$	-	$f_f: - \text{ cm}^2$

anyag:

beton nyomószil.:	$f_{cd} =$	26,7	N/mm ²
acél húzószil.:	$f_{yd} =$	435	N/mm ²

igénybevétel:

mért. függ. erő:	$F_{sd} =$	129,72	kN
mért. vízsz. erő:	$H_{sd} =$	25,944	kN

EREDMÉNYEK:

teherbírása hajlításból:	166,91	kN
nyomott beton teherbírása:	690,86	kN

Határerő (függ.): $F_{Rd} = 166,91 \text{ kN}$

1.3. K3 jelű konzol számítása

ADATOK:

geometriai:

konzolmagasság:	$h =$	25	cm
konzolhossz:	$k =$	17	cm
konzolszélesség:	$b =$	50	cm
betonfedés:	$b_f =$	3,5	cm

vasalás:

Σ vízsz. vasalás (f_v):	4	db $\phi =$	16	$f_v: 8,0425 \text{ cm}^2$
Σ ferde átkötő vas (f_f):	-	db $\phi =$	-	$f_f: - \text{ cm}^2$

anyag:

beton nyomószil.:	$f_{cd} =$	26,7	N/mm ²
acél húzószil.:	$f_{yd} =$	435	N/mm ²

igénybevétel:

mért. függ. erő:	$F_{sd} =$	230,11	kN
mért. vízsz. erő:	$H_{sd} =$	46,022	kN

EREDMÉNYEK:

teherbírása hajlításból:	326,59	kN
nyomott beton teherbírása:	690,86	kN

Határerő (függ.): $F_{Rd} =$ **326,59** kN

2. Lelátógerenda feltámaszkodásának ellenőrzése

ADATOK:**geometriai:**

konzolmagasság:	$h =$	32	cm
konzolhossz:	$k =$	16	cm
konzolszélesség:	$b =$	50	cm
betonfedés:	$b_f =$	3,5	cm

vasalás:

Σ vízsz. vasalás (f_v):	4	db $\phi =$	20
Σ ferde átkötő vas (f_f):	-	db $\phi =$	-

$f_v:$ **12,566** cm²
 $f_f:$ - cm²

anyag:

beton nyomószil.:	$f_{cd} =$	26,7	N/mm ²
acél húzószil.:	$f_{yd} =$	435	N/mm ²

igénybevétel:

mért. függ. erő:	$F_{sd} =$	520	kN
mért. vízsz. erő:	$H_{sd} =$	104	kN

EREDMÉNYEK:

teherbírása hajlításból:	649,24	kN
nyomott beton teherbírása:	917,81	kN

Határerő (függ.): $F_{Rd} =$ **649,24** kN

3. Második és harmadik emeleti gerendák kiharapott tartóvégének ellenőrzése

ADATOK:

geometriai:

konzolmagasság:	$h =$	25	cm
konzolhossz:	$k =$	16	cm
konzolszélesség:	$b =$	30	cm
betonfedés:	$b_f =$	3,5	cm

vasalás:

Σ felkötő vas (f_k):	6	db $\phi =$	10	$f_k:$	4,7124	cm ²
Σ vízsz. vasalás (f_v):	2	db $\phi =$	20	$f_v:$	6,2832	cm ²
Σ ferde átkötő vas (f_f):	-	db $\phi =$	-	$f_f:$	-	cm ²

anyag:

beton nyomószil.:	$f_{cd} =$	26,7	N/mm ²
acél húzószil.:	$f_{yd} =$	435	N/mm ²

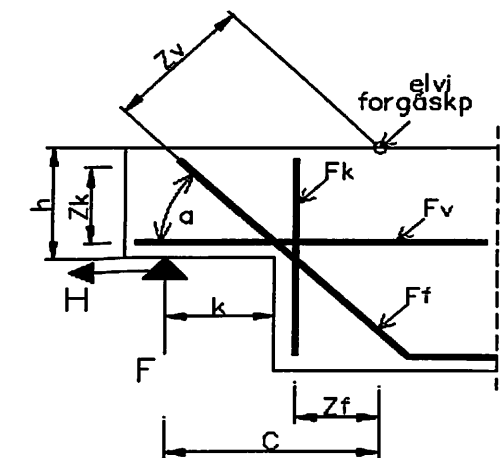
igénybevétel:

mért. függ. erő:	$F_{sd} =$	135,32	kN
mért. vízsz. erő:	$H_{sd} =$	27	kN

EREDMÉNYEK:

felkötővasak teherbírása :	170,82	kN
teherbírása hajlításból:	170,92	kN
nyomott beton teherbírása:	390,49	kN

Határerő (függ.): $F_{Rd} =$ **170,82** kN



4. SZ01 pillér szerelvény ellenőrzése

$$V_{Ed} := 607.8 \text{ kN}$$

$$\text{Fajlagos nyírási teherbírás tervezési értéke: } v_{rd,i} := 0.5 \cdot f_{ctd,40} = 0.8 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Elnyíródó beton felületek

$$\text{Betonacélok körül } A_{ny1} := 4 \cdot 750 \text{ mm} \cdot 25 \text{ mm} \cdot \pi = 235619 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Acél lemezek között: } A_{ny2} := 8 \cdot 250 \text{ mm} \cdot 320 \text{ mm} = 640000 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{Rd,ny} := v_{rd,i} \cdot (A_{ny1} + A_{ny2}) = 700.496 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,ny}} = 0.868 \quad \text{Nyírásra megfelel!}$$

Varrat ellenőrzése egyszerűsített eljárással

$$\text{Varrathossz } l_v := 320 \text{ mm}$$

$$\text{Varrat gyökmérete: } a := 5 \text{ mm}$$

$$l_i := 8 \cdot (l_v - 2 \cdot a) = 2480 \cdot \text{mm}$$

$$F_{wEd} := \frac{V_{Ed}}{l_i} = 245.081 \cdot \frac{N}{\text{mm}}$$

Egységnyi hosszúságú varrat szakasz ellenállása:

$$\beta_w = 0.8 \quad f_{u,w} = 360 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M,2} := 1.25$$

$$F_{wRd} := \frac{f_{u,w} \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M,2}} = 1039 \cdot \frac{N}{\text{mm}}$$

$$\frac{F_{wEd}}{F_{wRd}} = 0.236 \quad \text{MEGFELEL!}$$

MELLÉKLET

Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése

Hallgató: Vida Tímea

Kiindulási adatok

Anyagok

Név	Típus	E _x [N/mm²]	E _y [N/mm²]	ν	α _T [1/°C]	ρ [kg/m³]	P ₁ [N/mm²]	P ₂	P ₃	P ₄
C40/50	Beton	11730	11730	0.20	1E-5	2500	f _{ck} = 40	γ _c = 1,500	α _{cc} = 1,00	φ _i = 2,00
C30/37 monolit	Beton	9500	0	0.20	1E-5	2500	f _{ck} = 30	γ _c = 1,500	α _{cc} = 1,00	φ _i = 2,00
C20/25	Beton	10000	10000	0.20	1E-5	2500	f _{ck} = 20	γ _c = 1,500	α _{cc} = 1,00	φ _i = 2,00
S 235	Acél	210000	210000	0.30	1,2E-5	7850	f _y = 235	f _u [N/mm²] = 360	f _y '[N/mm²] = 215	f _u '[N/mm²] = 360

Szelvények

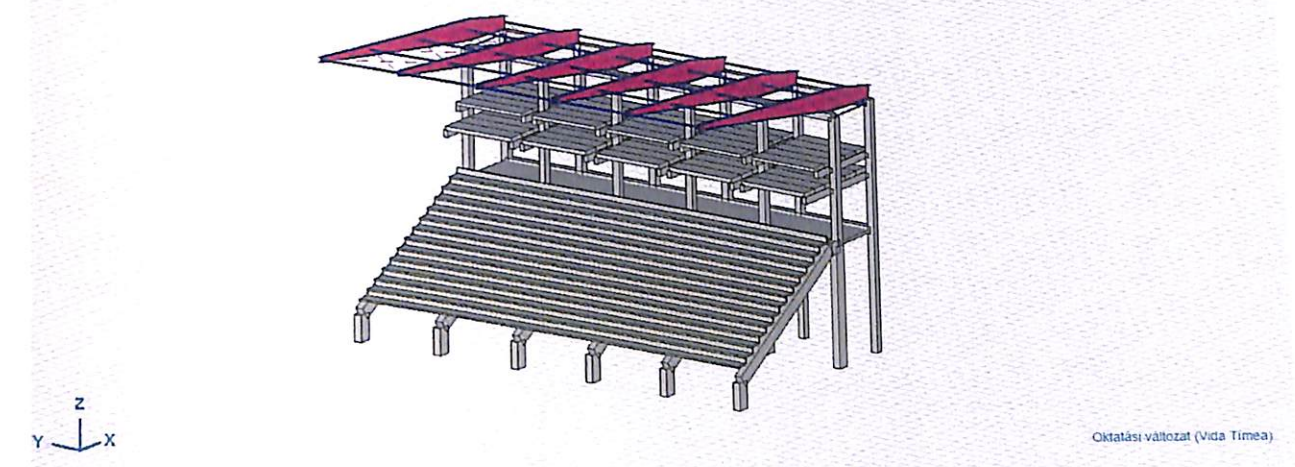
Név	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	A _x [mm²]	I _x [mm⁴]	I _y [mm⁴]	I _z [mm⁴]	W _{1,el1} [mm³]
I 340	340	300	20	20	10252,40	2432725,0	3,5E+08	9E+07	2074118,0
I 880	880	300	20	20	28800,00	3875341,0	3,2E+09	9,1E+07	7288727,0
I 1480	1480	300	20	20	40800,00	5476364,0	1,1E+10	9,1E+07	1,5E+07
300x500	500	300	-	-	150000,00	2,8E+09	3,1E+09	1,1E+09	1,3E+07
500x500	500	500	-	-	250000,00	8,8E+09	5,2E+09	5,2E+09	2,1E+07
500x800	800	500	-	-	400000,00	2E+10	2,1E+10	8,3E+09	5,3E+07
500x900	900	500	-	-	450000,00	2,4E+10	3E+10	9,4E+09	6,7E+07
BP panel	160	1200	-	-	114377,10	2,8E+08	1,7E+08	1,3E+10	2,1E+07
Lelatoelem	500	1000	-	-	165600,00	7,7E+08	2,8E+09	1,6E+10	3,8E+07
500x300 rovidkonzol	300	500	-	-	150000,00	2,8E+09	1,1E+09	3,1E+09	1,3E+07
BP+felbeton 1200x227	227	1200	-	-	272400,00	4,1E+09	1,5E+09	3,3E+10	5,4E+07
BP+felbeton 1200x297	297	1200	-	-	356400,00	8,8E+09	4,5E+09	4,3E+10	7,1E+07
L 80X 80X 6	80	80	6,0	6,0	934,78	12473,9	558166,2	558166,2	15645,5
O 30	30	30	-	-	706,71	79521,6	39744,6	39744,6	2649,6
90x90x5	90	90	5,0	5,0	1678,52	3151117,0	2012793,0	2012793,0	44728,7

Súly szelvénytipusok szerint

	Szelvény	Anyag neve	Σ L [m]	Σ V [m³]	M [kg/m]	Σ G [kg]	Σ A _s [m²]	Σ A _i [m²]
1 - 5	I 880 - I 1480	S 235	25,089	0,873	273,180	6853,765	88,313	0
2 - 5	I 340 - I 1480	S 235	93,691	2,755	230,790	21622,981	279,199	0
3	500x500	C40/50	271,800	67,950	625,000	169875,001	543,600	0
4	500x800	C40/50	50,700	20,280	1000,000	50700,001	131,820	0
6	300x500	C40/50	129,600	19,440	375,000	48600,002	207,360	0
7	Lelatoelem	C40/50	370,500	61,355	414,000	153387,002	1111,500	0
8	500x300 rovidkonzol	C40/50	16,000	2,400	375,000	6000,000	25,600	0
10	1200x227	C20/25	122,500	33,369	681,000	83422,503	349,615	0
11	1200x297	C20/25	147,000	52,391	891,000	130977,001	440,118	0
12	L 80X 80X 6	S 235	108,988	0,102	7,338	799,754	33,940	0
13	O 30	S 235	60,452	0,043	5,548	335,373	5,698	0
14	90x90x5	S 235	142,500	0,239	13,176	1877,640	50,077	45,600
15	500x855	C40/50	17,324	7,406	1068,750	18515,298	46,949	0
16	500x900	C40/50	74,293	33,432	1125,000	83579,220	208,019	0
	Összesen			302,034		776545,541	3521,808	45,600

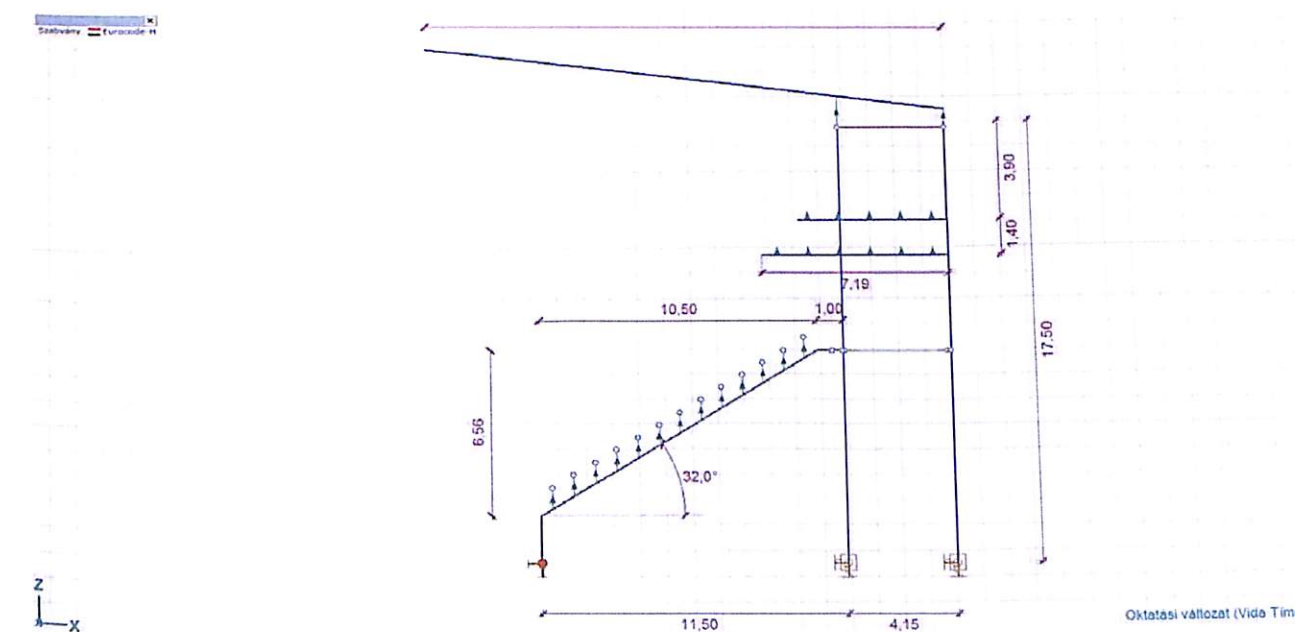
Geometria

Stabvány: Eurocode-11



Teljes 3D – Renderelt nézet

Stabvány: Eurocode-11



Előlnézet

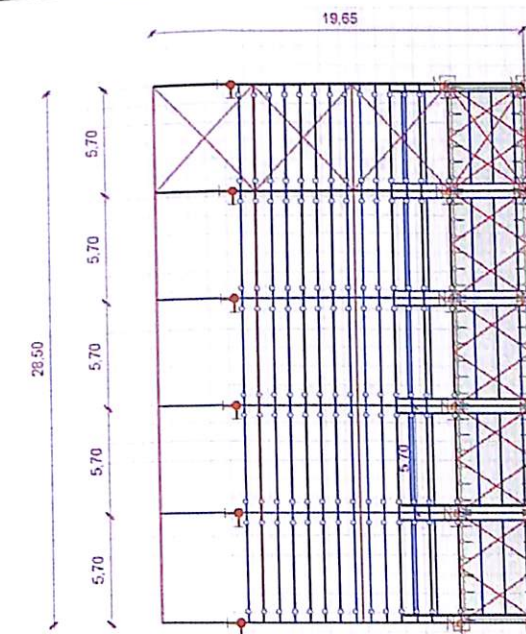
Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése

Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Tímea

Stálvány: Eurcode II

Y
X

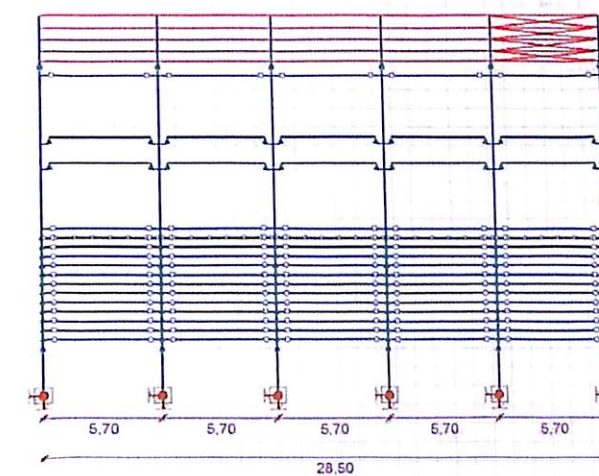


Felülnézet

Oktatási változat (Vida Tímea)

Stálvány: Eurcode II

Z
Y



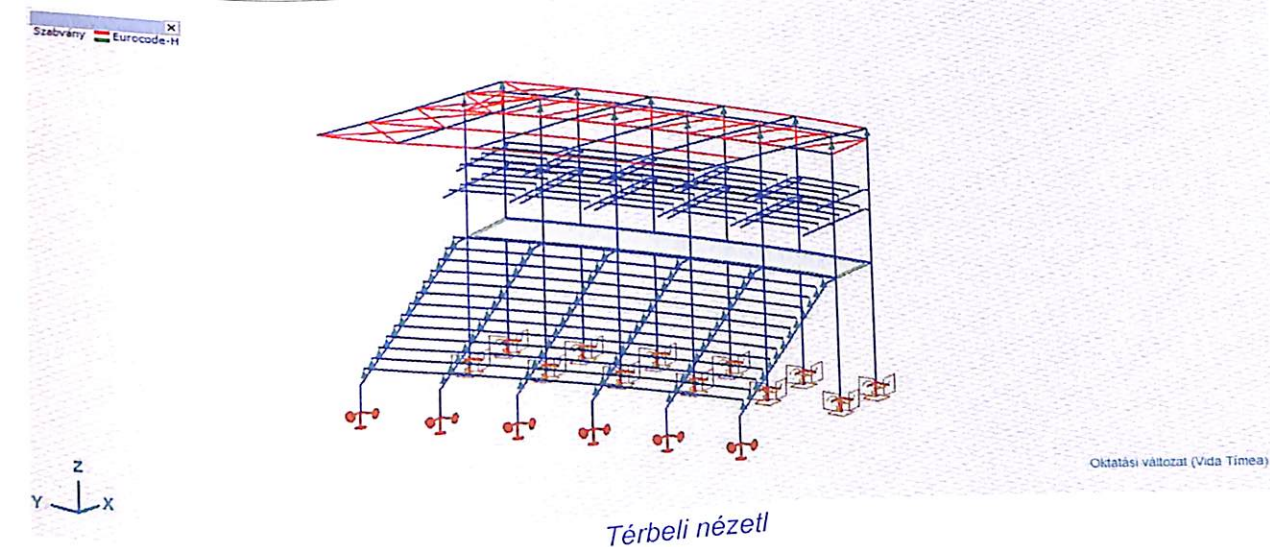
Oldalnézet

Oktatási változat (Vida Tímea)

Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése

Hallgató: Vida Tímea

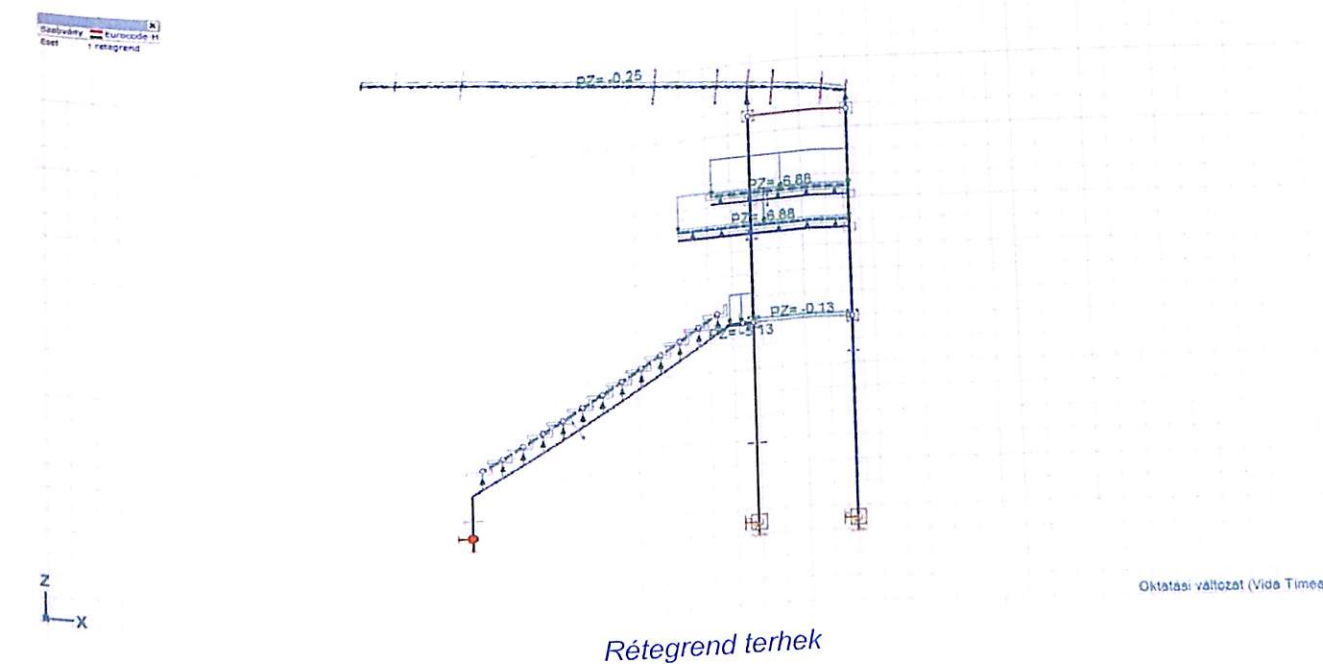
AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Tímea



Terhek és hatások

Önsúly és rétegrend terhek

Az önsúly terheket az Axis VM X4 program automatikusan generálta a tartóra.



Gépészeti teher

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Tímea

1. GÉPÉSZET

2. GÉPÉSZET

3. GÉPÉSZET

4. GÉPÉSZET

5. GÉPÉSZET

6. GÉPÉSZET

7. GÉPÉSZET

8. GÉPÉSZET

9. GÉPÉSZET

10. GÉPÉSZET

11. GÉPÉSZET

12. GÉPÉSZET

13. GÉPÉSZET

14. GÉPÉSZET

15. GÉPÉSZET

16. GÉPÉSZET

17. GÉPÉSZET

18. GÉPÉSZET

19. GÉPÉSZET

20. GÉPÉSZET

21. GÉPÉSZET

22. GÉPÉSZET

23. GÉPÉSZET

24. GÉPÉSZET

25. GÉPÉSZET

26. GÉPÉSZET

27. GÉPÉSZET

28. GÉPÉSZET

29. GÉPÉSZET

30. GÉPÉSZET

31. GÉPÉSZET

32. GÉPÉSZET

33. GÉPÉSZET

34. GÉPÉSZET

35. GÉPÉSZET

36. GÉPÉSZET

37. GÉPÉSZET

38. GÉPÉSZET

39. GÉPÉSZET

40. GÉPÉSZET

41. GÉPÉSZET

42. GÉPÉSZET

43. GÉPÉSZET

44. GÉPÉSZET

45. GÉPÉSZET

46. GÉPÉSZET

47. GÉPÉSZET

48. GÉPÉSZET

49. GÉPÉSZET

50. GÉPÉSZET

51. GÉPÉSZET

52. GÉPÉSZET

53. GÉPÉSZET

54. GÉPÉSZET

55. GÉPÉSZET

56. GÉPÉSZET

57. GÉPÉSZET

58. GÉPÉSZET

59. GÉPÉSZET

60. GÉPÉSZET

61. GÉPÉSZET

62. GÉPÉSZET

63. GÉPÉSZET

64. GÉPÉSZET

65. GÉPÉSZET

66. GÉPÉSZET

67. GÉPÉSZET

68. GÉPÉSZET

69. GÉPÉSZET

70. GÉPÉSZET

71. GÉPÉSZET

72. GÉPÉSZET

73. GÉPÉSZET

74. GÉPÉSZET

75. GÉPÉSZET

76. GÉPÉSZET

77. GÉPÉSZET

78. GÉPÉSZET

79. GÉPÉSZET

80. GÉPÉSZET

81. GÉPÉSZET

82. GÉPÉSZET

83. GÉPÉSZET

84. GÉPÉSZET

85. GÉPÉSZET

86. GÉPÉSZET

87. GÉPÉSZET

88. GÉPÉSZET

89. GÉPÉSZET

90. GÉPÉSZET

91. GÉPÉSZET

92. GÉPÉSZET

93. GÉPÉSZET

94. GÉPÉSZET

95. GÉPÉSZET

96. GÉPÉSZET

97. GÉPÉSZET

98. GÉPÉSZET

99. GÉPÉSZET

100. GÉPÉSZET

101. GÉPÉSZET

102. GÉPÉSZET

103. GÉPÉSZET

104. GÉPÉSZET

105. GÉPÉSZET

106. GÉPÉSZET

107. GÉPÉSZET

108. GÉPÉSZET

109. GÉPÉSZET

110. GÉPÉSZET

111. GÉPÉSZET

112. GÉPÉSZET

113. GÉPÉSZET

114. GÉPÉSZET

115. GÉPÉSZET

116. GÉPÉSZET

117. GÉPÉSZET

118. GÉPÉSZET

119. GÉPÉSZET

120. GÉPÉSZET

121. GÉPÉSZET

122. GÉPÉSZET

123. GÉPÉSZET

124. GÉPÉSZET

125. GÉPÉSZET

126. GÉPÉSZET

127. GÉPÉSZET

128. GÉPÉSZET

129. GÉPÉSZET

130. GÉPÉSZET

131. GÉPÉSZET

132. GÉPÉSZET

133. GÉPÉSZET

134. GÉPÉSZET

135. GÉPÉSZET

136. GÉPÉSZET

137. GÉPÉSZET

138. GÉPÉSZET

139. GÉPÉSZET

140. GÉPÉSZET

141. GÉPÉSZET

142. GÉPÉSZET

143. GÉPÉSZET

144. GÉPÉSZET

145. GÉPÉSZET

146. GÉPÉSZET

147. GÉPÉSZET

148. GÉPÉSZET

149. GÉPÉSZET

150. GÉPÉSZET

151. GÉPÉSZET

152. GÉPÉSZET

153. GÉPÉSZET

154. GÉPÉSZET

155. GÉPÉSZET

156. GÉPÉSZET

157. GÉPÉSZET

158. GÉPÉSZET

159. GÉPÉSZET

160. GÉPÉSZET

161. GÉPÉSZET

162. GÉPÉSZET

163. GÉPÉSZET

164. GÉPÉSZET

165. GÉPÉSZET

166. GÉPÉSZET

167. GÉPÉSZET

168. GÉPÉSZET

169. GÉPÉSZET

170. GÉPÉSZET

171. GÉPÉSZET

172. GÉPÉSZET

173. GÉPÉSZET

174. GÉPÉSZET

175. GÉPÉSZET

176. GÉPÉSZET

177. GÉPÉSZET

178. GÉPÉSZET

179. GÉPÉSZET

180. GÉPÉSZET

181. GÉPÉSZET

182. GÉPÉSZET

183. GÉPÉSZET

184. GÉPÉSZET

185. GÉPÉSZET

186. GÉPÉSZET

187. GÉPÉSZET

188. GÉPÉSZET

189. GÉPÉSZET

190. GÉPÉSZET

191. GÉPÉSZET

192. GÉPÉSZET

193. GÉPÉSZET

194. GÉPÉSZET

195. GÉPÉSZET

196. GÉPÉSZET

197. GÉPÉSZET

198. GÉPÉSZET

199. GÉPÉSZET

200. GÉPÉSZET

201. GÉPÉSZET

202. GÉPÉSZET

203. GÉPÉSZET

204. GÉPÉSZET

205. GÉPÉSZET

206. GÉPÉSZET

207. GÉPÉSZET

208. GÉPÉSZET

209. GÉPÉSZET

210. GÉPÉSZET

211. GÉPÉSZET

212. GÉPÉSZET

213. GÉPÉSZET

214. GÉPÉSZET

215. GÉPÉSZET

216. GÉPÉSZET

217. GÉPÉSZET

218. GÉPÉSZET

219. GÉPÉSZET

220. GÉPÉSZET

221. GÉPÉSZET

222. GÉPÉSZET

223. GÉPÉSZET

224. GÉPÉSZET

225. GÉPÉSZET

226. GÉPÉSZET

227. GÉPÉSZET

228. GÉPÉSZET

229. GÉPÉSZET

230. GÉPÉSZET

231. GÉPÉSZET

232. GÉPÉSZET

233. GÉPÉSZET

234. GÉPÉSZET

235. GÉPÉSZET

236. GÉPÉSZET

237. GÉPÉSZET

238. GÉPÉSZET

239. GÉPÉSZET

240. GÉPÉSZET

241. GÉPÉSZET

242. GÉPÉSZET

243. GÉPÉSZET

244. GÉPÉSZET

245. GÉPÉSZET

246. GÉPÉSZET

247. GÉPÉSZET

248. GÉPÉSZET

249. GÉPÉSZET

250. GÉPÉSZET

251. GÉPÉSZET

252. GÉPÉSZET

253. GÉPÉSZET

254. GÉPÉSZET

255. GÉPÉSZET

256. GÉPÉSZET

257. GÉPÉSZET

258. GÉPÉSZET

259. GÉPÉSZET

260. GÉPÉSZET

261. GÉPÉSZET

262. GÉPÉSZET

263. GÉPÉSZET

264. GÉPÉSZET

265. GÉPÉSZET

266. GÉPÉSZET

267. GÉPÉSZET

268. GÉPÉSZET

269. GÉPÉSZET

270. GÉPÉSZET

271. GÉPÉSZET

272. GÉPÉSZET

273. GÉPÉSZET

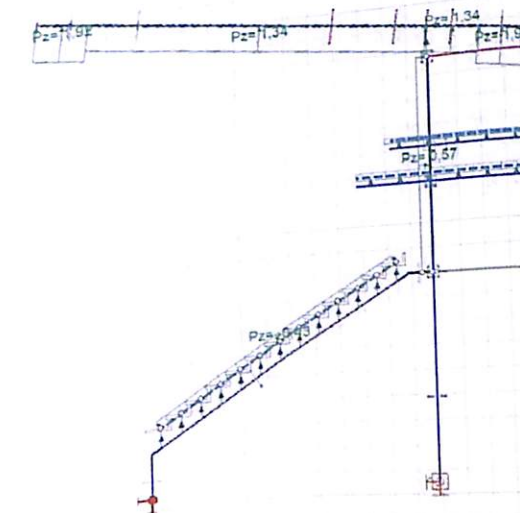
274. GÉPÉSZET

275. GÉPÉSZET

276. GÉPÉSZET

Szélteher

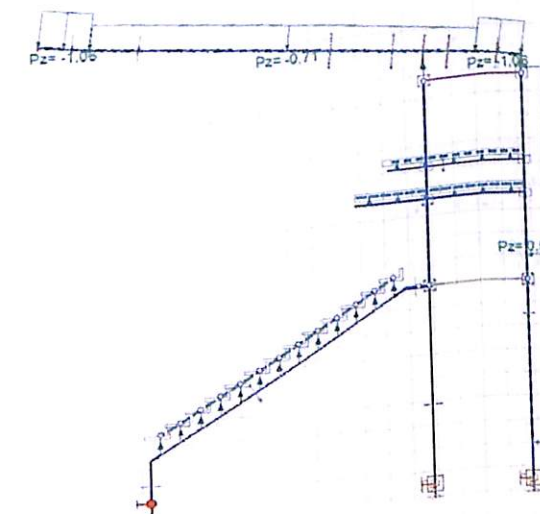
Szélteher
Eset 1 szélzívás



Oktatási változat (Vida Tímea)

Szélzívás terhe

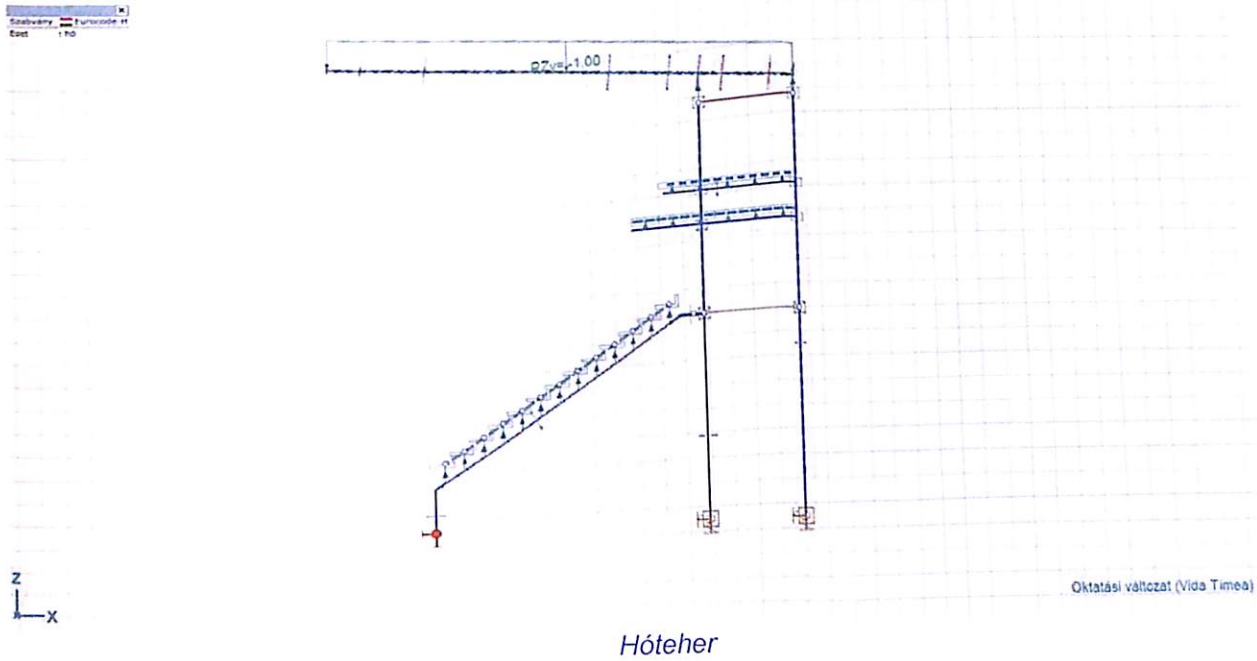
Szélteher
Eset 2 szélnyomás



Oktatási változat (Vida Tímea)

Szélnyomás terhe

Hóteher



Teherkombinációk

Tehercsoportok (Eurocode-H)

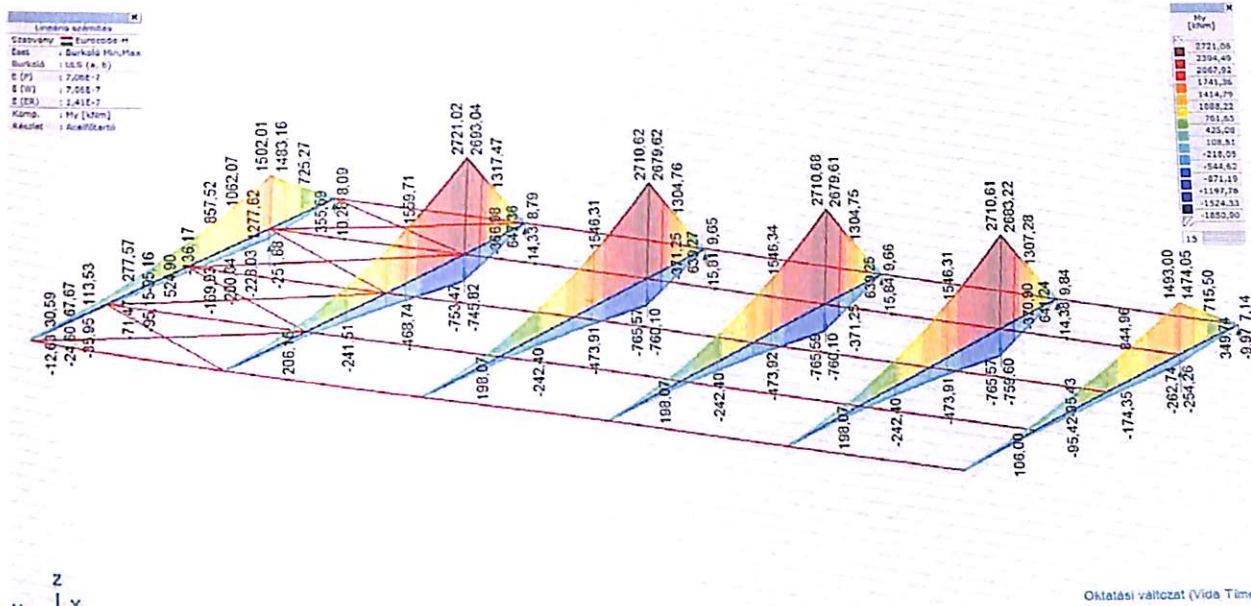
Csoport	Típus	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Állandó terhek	állandó	1,350	1,000	0,850				
Szélteher	esetleges				1,500	0,600	0,500	0
Hóteher	esetleges				1,500	0,500	0,200	0
Hasznos	esetleges				1,500	0,700	0,700	0,600

Teheresetek

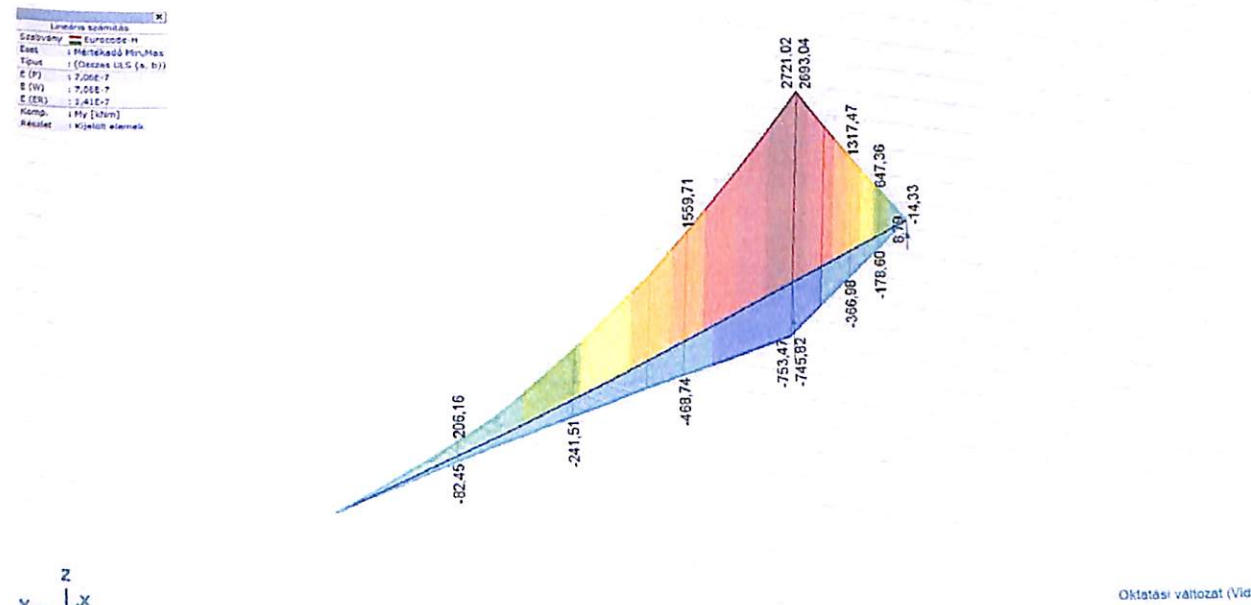
Név	Csoport	Csoport típusa
1 retegrend	Állandó terhek	állandó
2 önsúly	Állandó terhek	állandó
3 gépészet	Állandó terhek	állandó
4 szélnyomás	Szélteher	esetleges
5 szélszívás	Szélteher	esetleges
6 hó	Hóteher	esetleges
7 hasznos	Hasznos	esetleges

Igénybevételek

Acélfőtartó

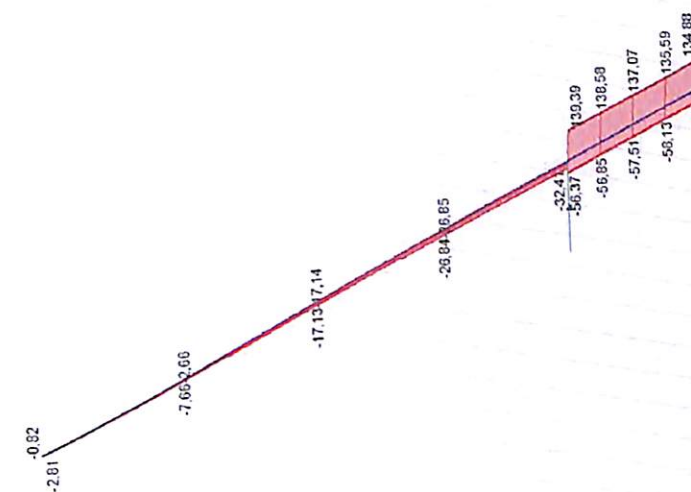


Acélfőtartó nyomatékára, My



Mértékadó nyomatéki ábra My - Acélfőtartó

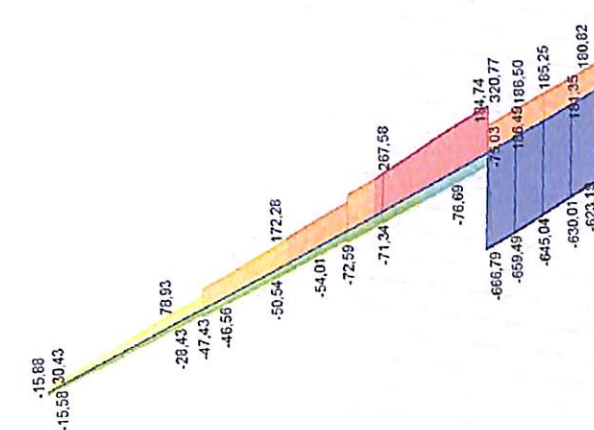
Linéris elemek	X
Struktúra	Eurocode 4
Élem	Méretadó Hm, Hm
Típus	1 (Címkék: LLS (A, B))
E (p)	7,000-7
E (m)	7,000-7
E (kN)	7,000-7
Komp.	Nr (kN)
Réslet	Kijelölt elemek



Oktatási változat (Vida Tímea)

Mértékadó normálerő ábra, Nx - Acélfőtartó

Linéris elemek	X
Struktúra	Eurocode 4
Élem	Méretadó Hm, Hm
Típus	1 (Címkék: LLS (A, B))
E (p)	7,000-7
E (m)	7,000-7
E (kN)	7,000-7
Komp.	Vz (kN)
Réslet	Kijelölt elemek

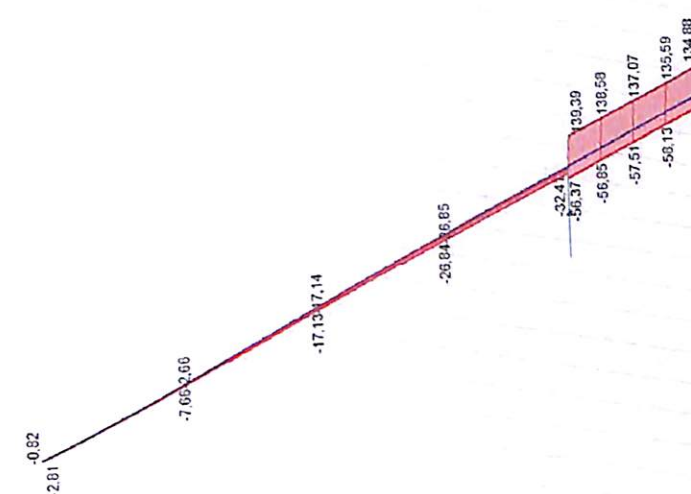
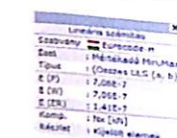


Oktatási változat (Vida Tímea)

Mértékadó nyírőerő ábra, Vz - Acélfőtartó

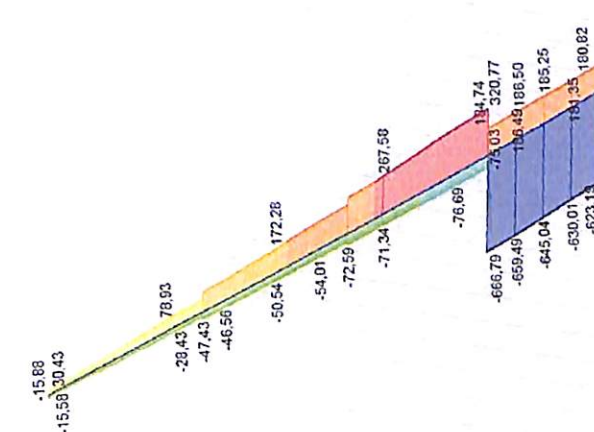
Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése
Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Timea



Oktatási változat (Vida Timea)

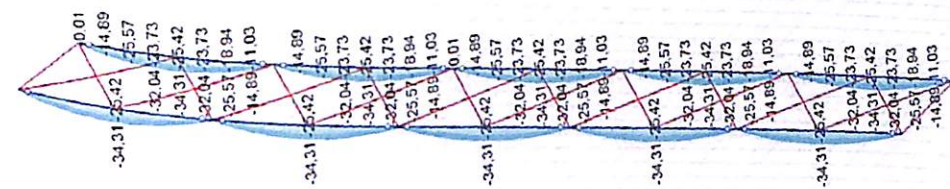
Mértékadó normálerő ábra, Nx - Acélfőtartó



Oktatási változat (Vida Times)

Mértékadó nyíróerő ábra, Vz - Acélfőtartó

Tetögerenda



Oktatási változat (Vida Timea)



Tetőgerenda, Burkoló (ULS (a, b)), My – nyomatéki ábra



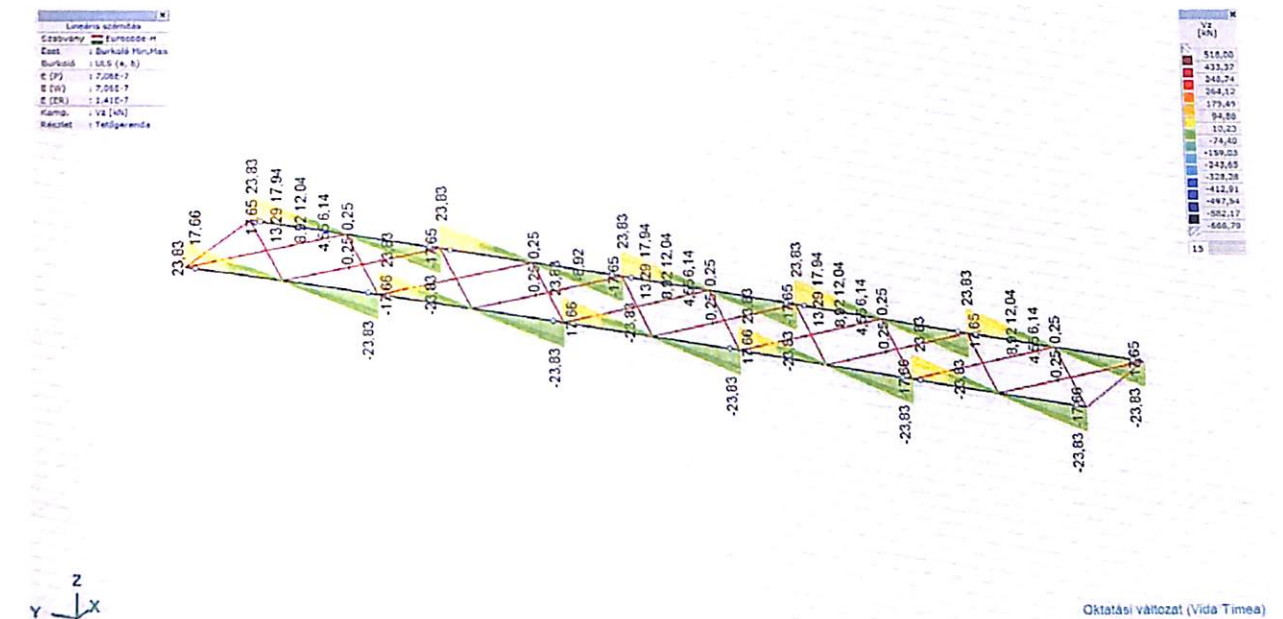
Oktatási változat (Vida Tímea)



Tetőgerenda, Burkoló (ULS (a, b)), Nx – normálerő ábra

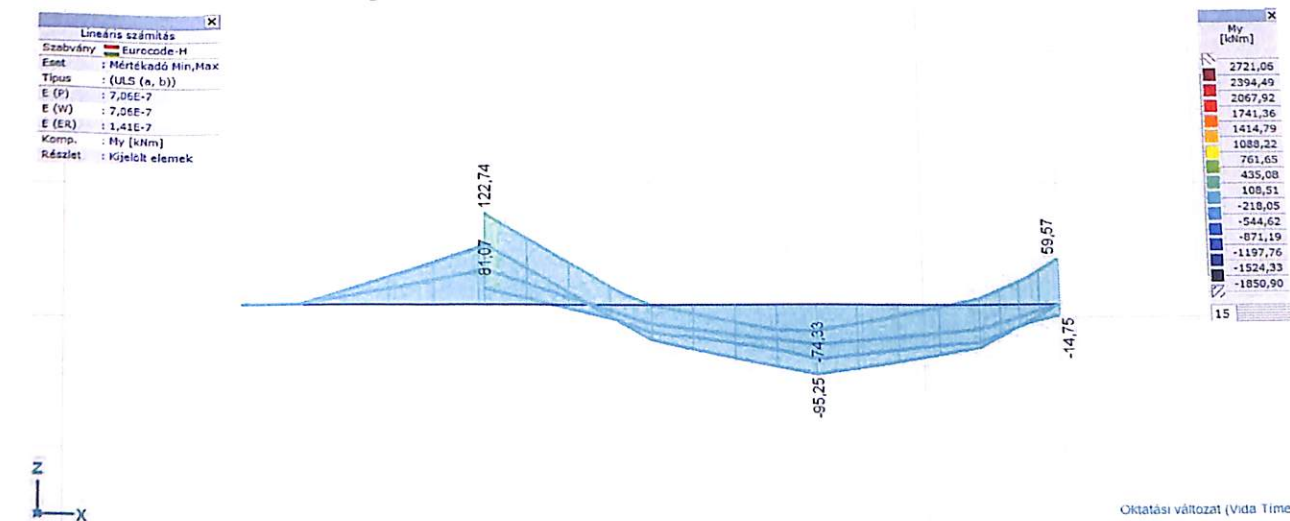
Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Tímea

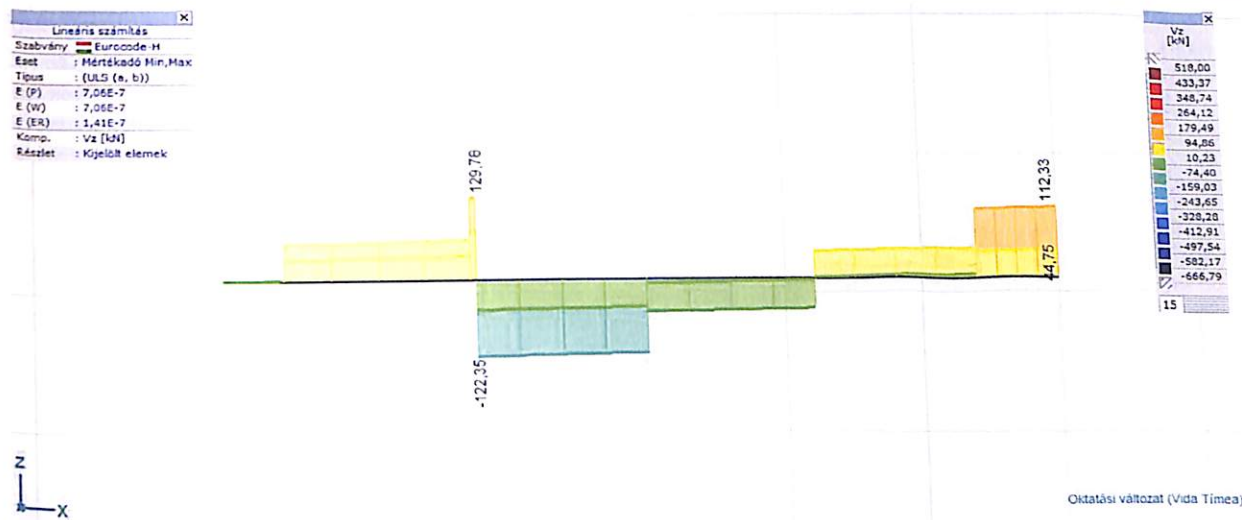


Tetőgerenda, Burkoló (ULS (a, b)), Vz – nyíróerő ábra

Harmadik emeleti gerenda

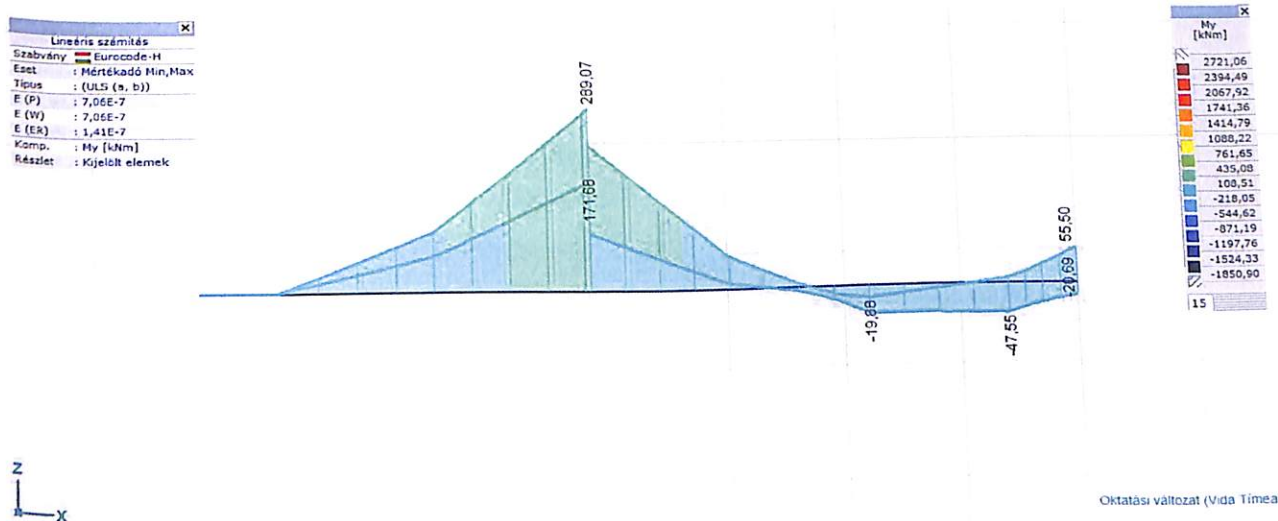


Mértékadó nyomatéki ábra, My - 3. emeleti gerenda



Nyíróerő ábra, Vz - 3. emeleti gerenda

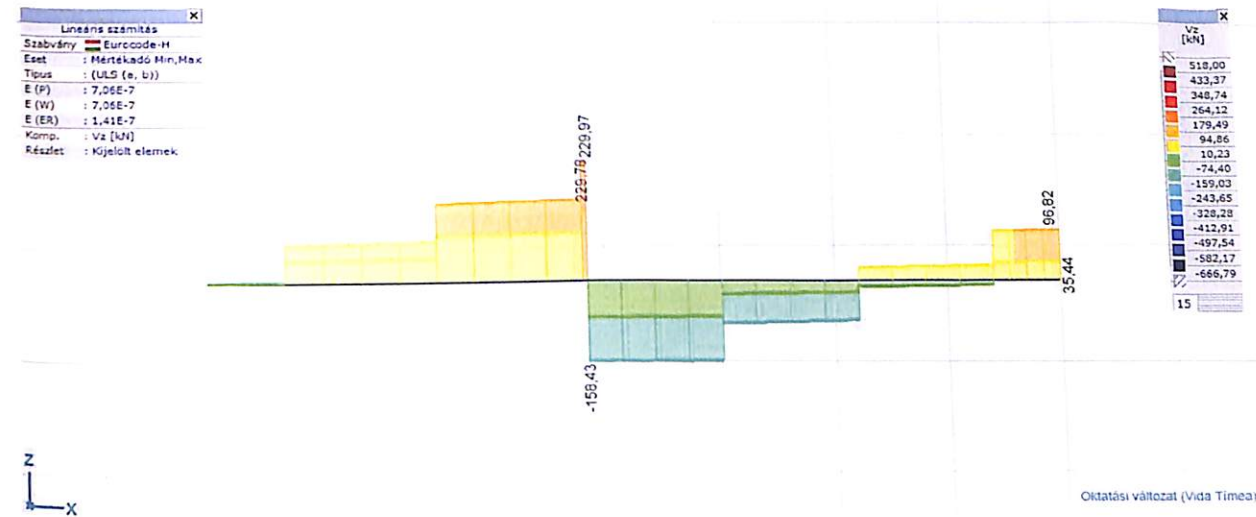
Második emeleti gerenda



Mértékadó nyomatéki ábra, My - 2. emeleti gerenda

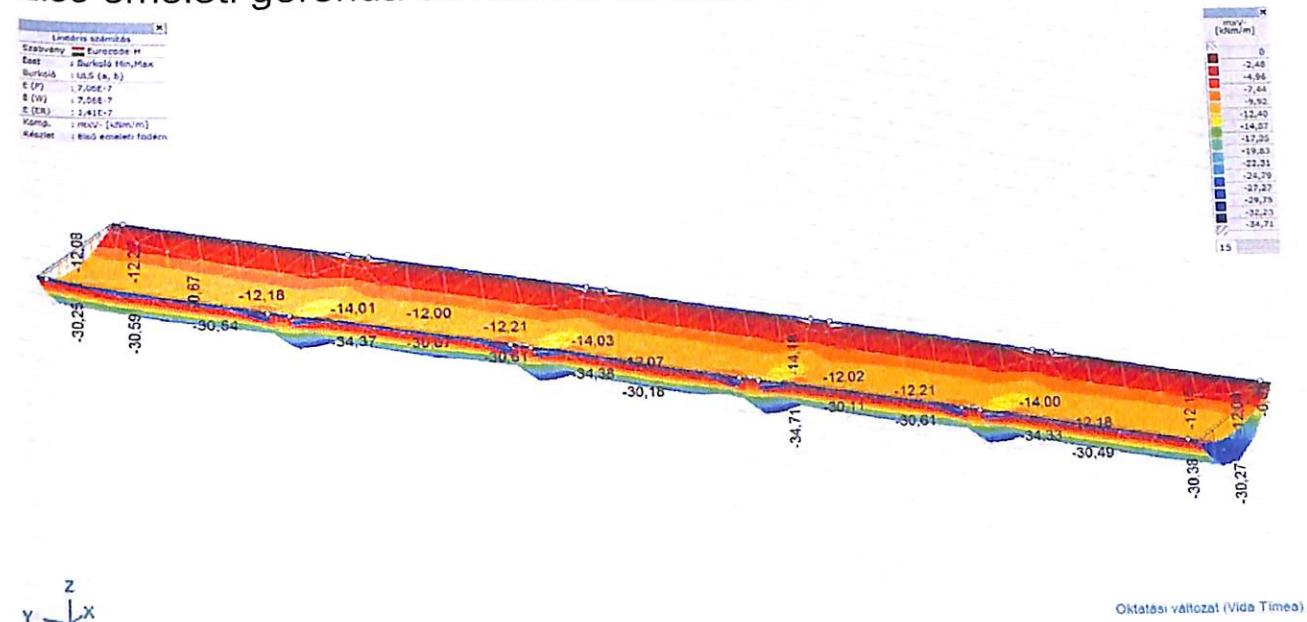
Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Timea



Nyíróerő ábra, Vz - 2. emeleti gerenda

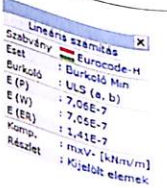
Első emeleti gerenda és monolit vasbeton födém



Első emeleti földem, mxV- (Szintfelület 3D)

Diplomamunka: A
Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Time



Quitting (Hours)

Nyomatéki ábra, mxV-, Monolit födém

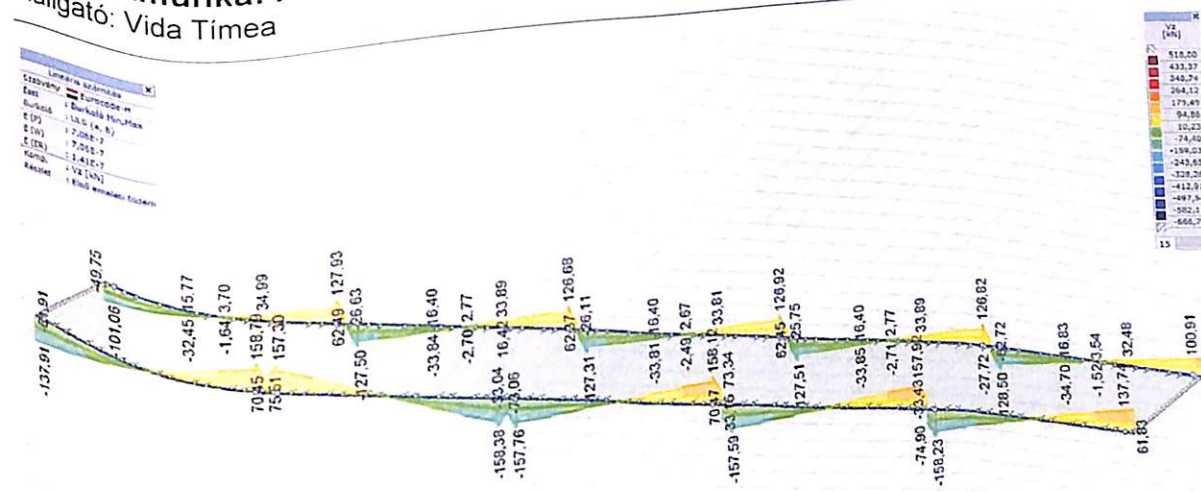


Oktatási változat (Vide Timeo)

Mértékadó nyomatéki ábra, My - Első emeleti gerendák

Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése Hallgató: Vida Timea

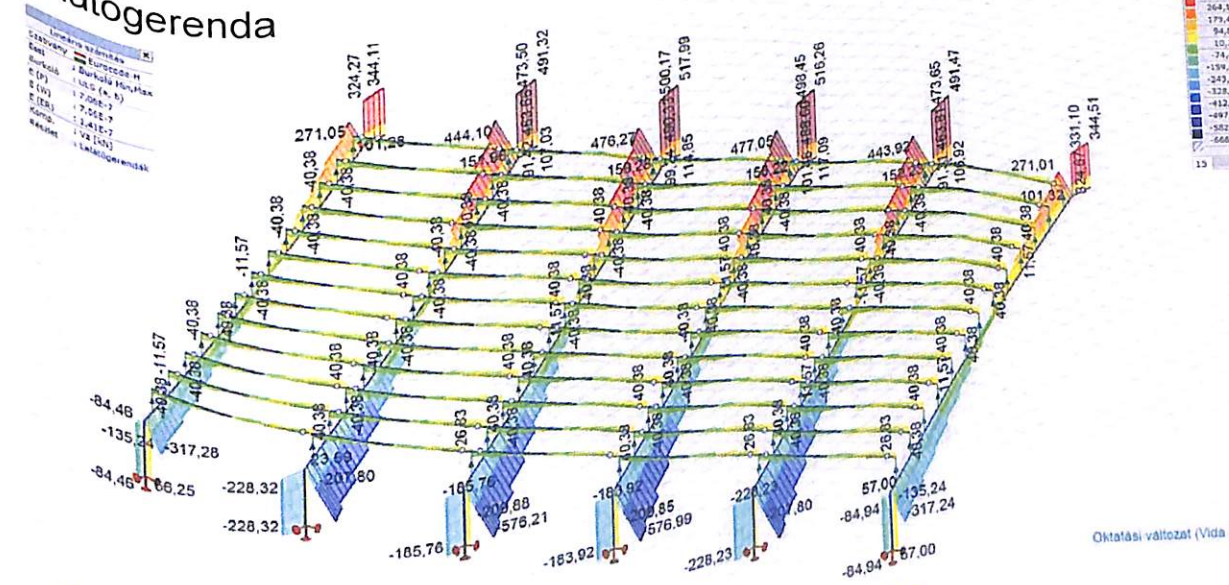
AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Timea



Oktatási változat (Vida Timea)

Mértékadó nyíróerő ábra, Vz - Első emeleti gerendák

Lelátógerenda

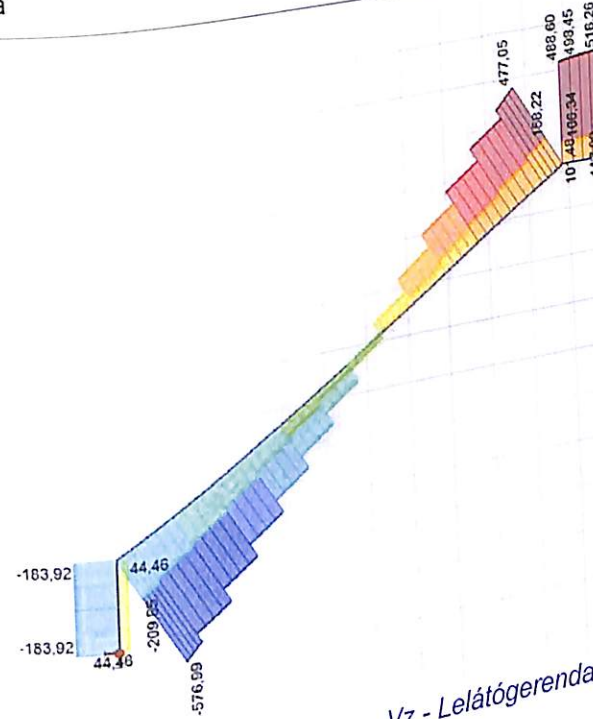


Oktatási változat (Vida Timea)

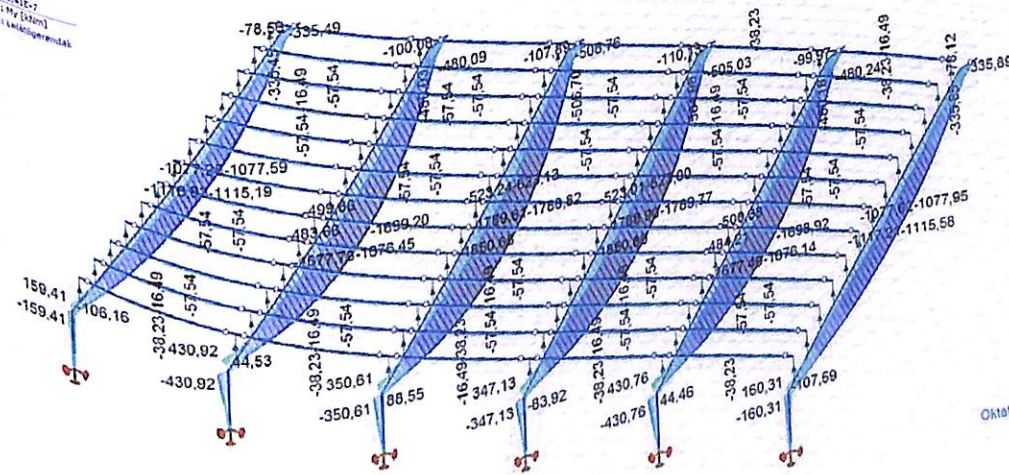
Nyíróerő ábra - Vz - Lelátógerenda 3D

Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése
Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Tímea



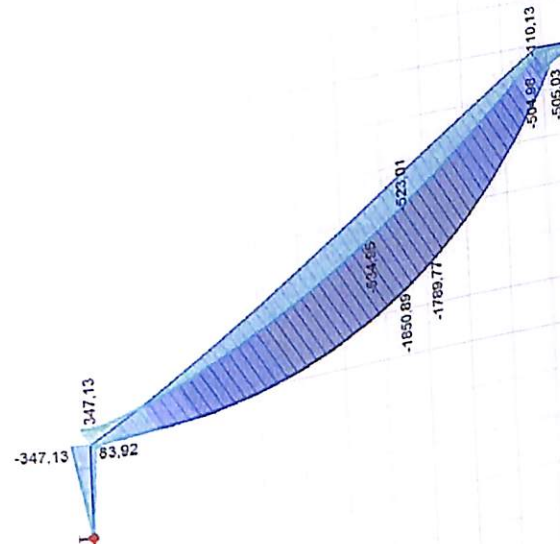
Nyíróerő ábra – Vz - Lelátógerenda



Nyomatéki ábra – My – Lelátógerenda 3D

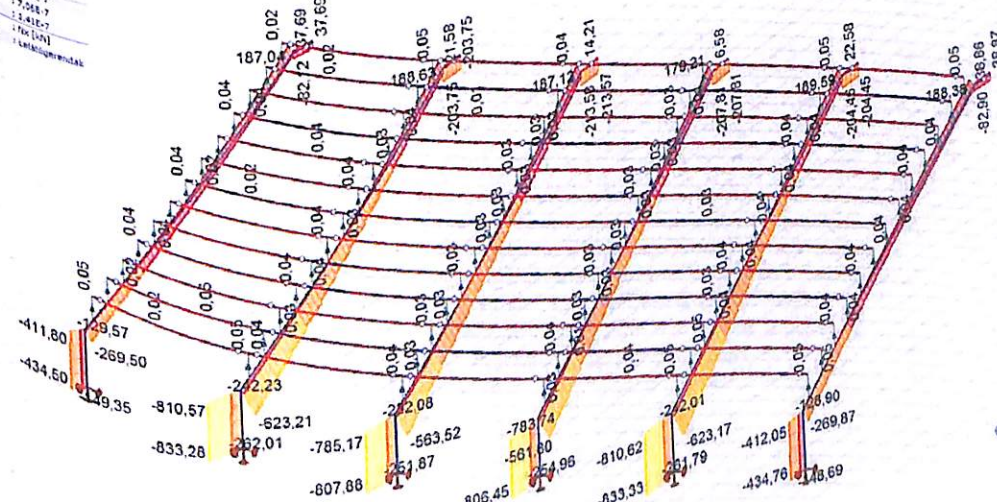
Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése
Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Tímea



Oktatási változat (Vida Times)

Nyomatéki ábra – My – Lelátógerenda



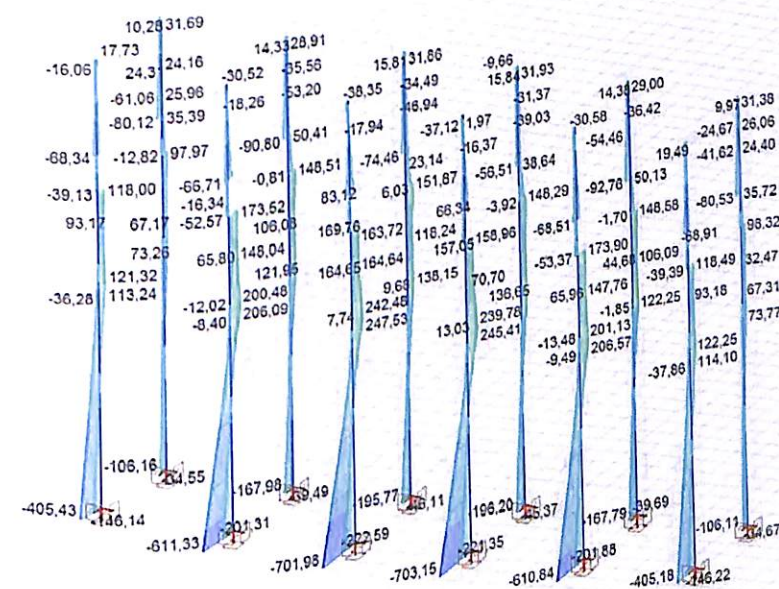
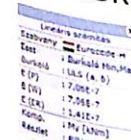
Oktatási változat (Vida Times)

Normálerő ábra - Nx - Lelátógerenda

Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Timea

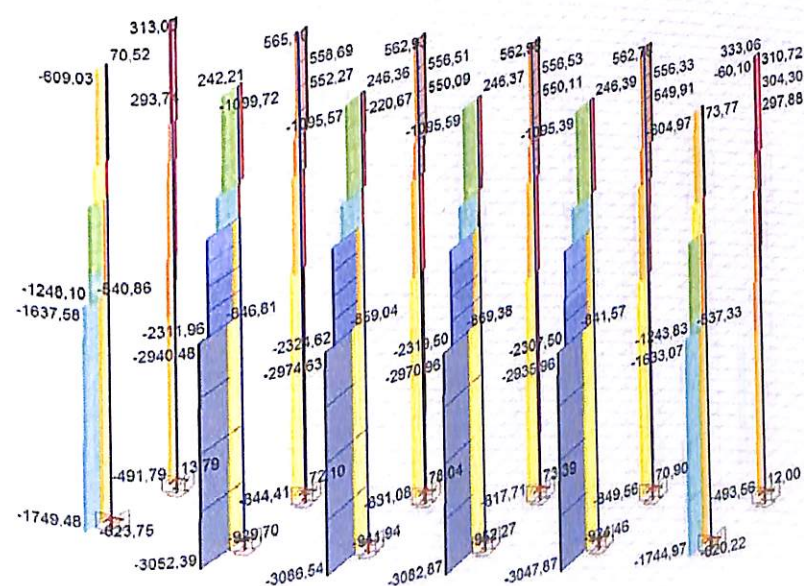
Pillérek



Oktatási változat (Vida Timea)



Pillérek – My – nyomatéki ábrák

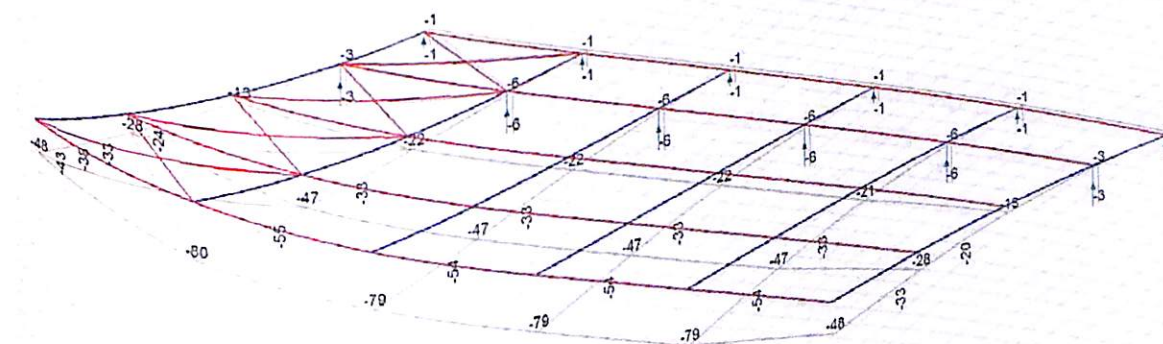
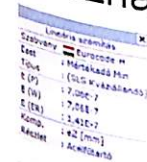


Oktatási változat (Vida Timea)



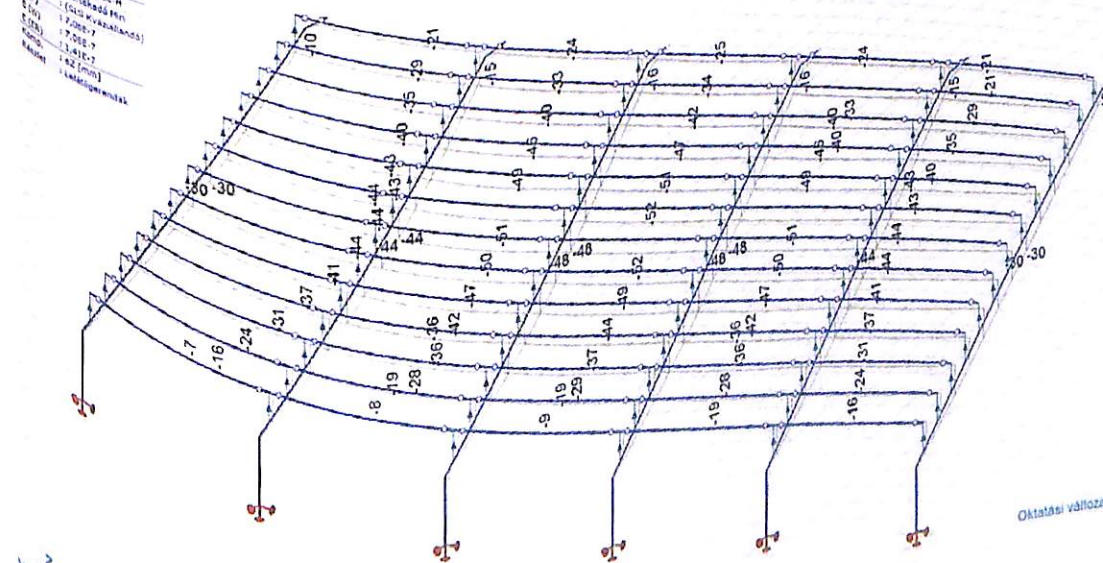
Pillérek – Nx – Normálerő ábrák

Használhatósági határállapot



Oktatási változat (Vida Times)

Acélfótartó, (SLS Kváziállandó) eZ – Lehajlás ábra



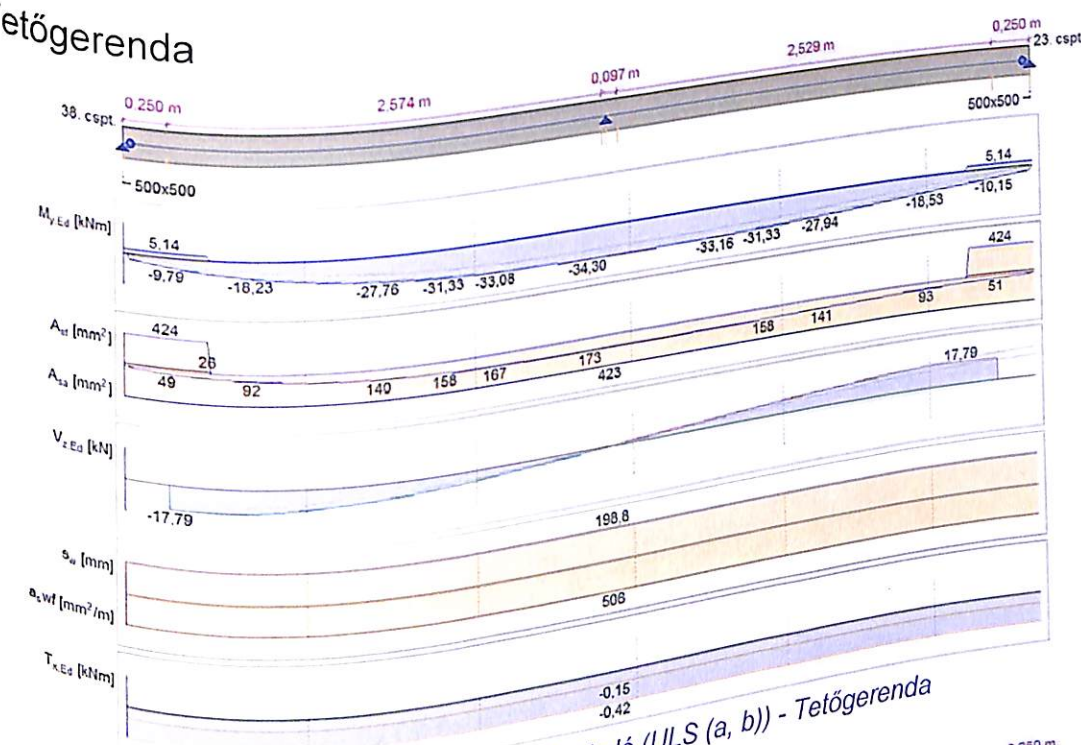
Általános információk (Vida Time)

4 2

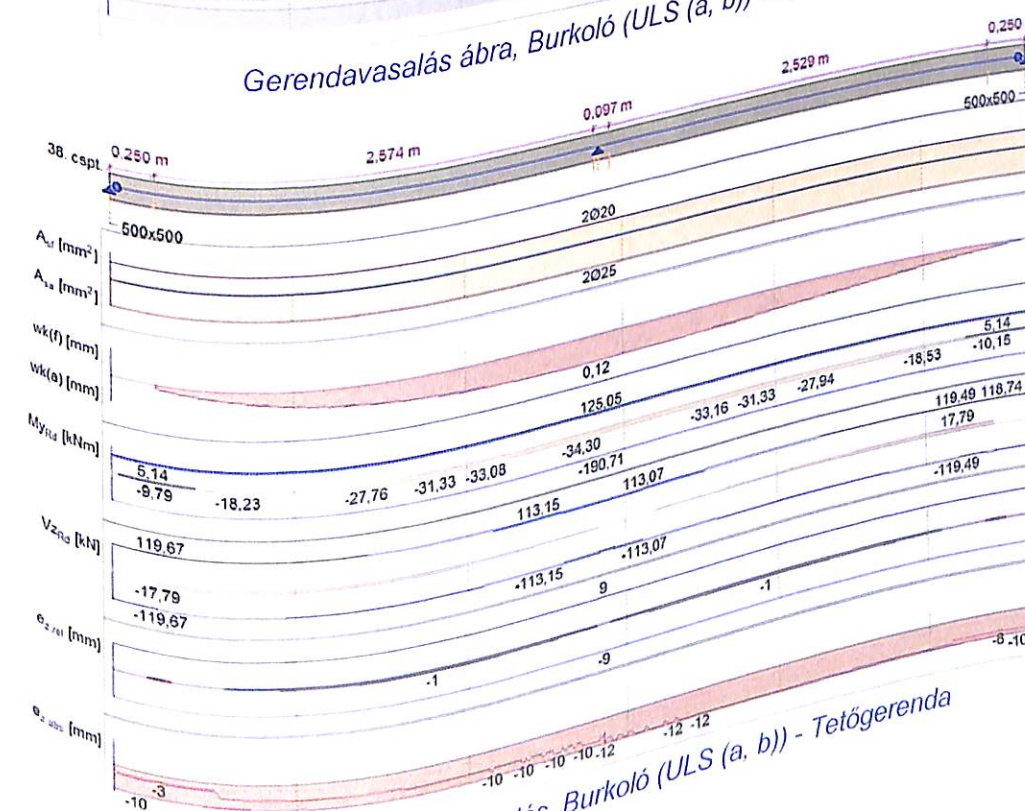
Lelátógerendák, (SLS Kváziállandó) eZ – Lehajlás ábra

Méretezés

Tetőgerenda

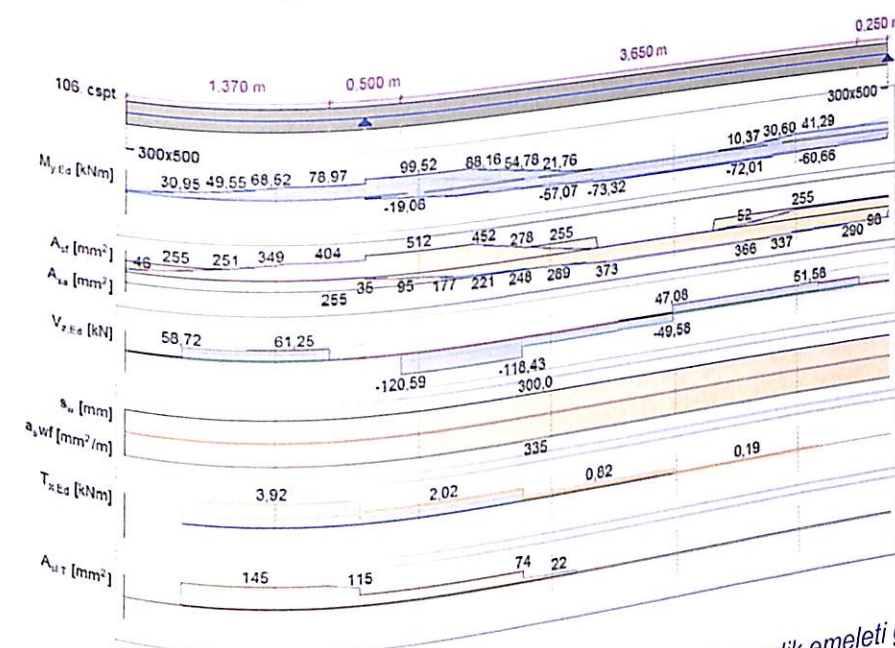


Gerendavasalás ábra, Burkoló (ULS (a, b)) - Tetőgerenda

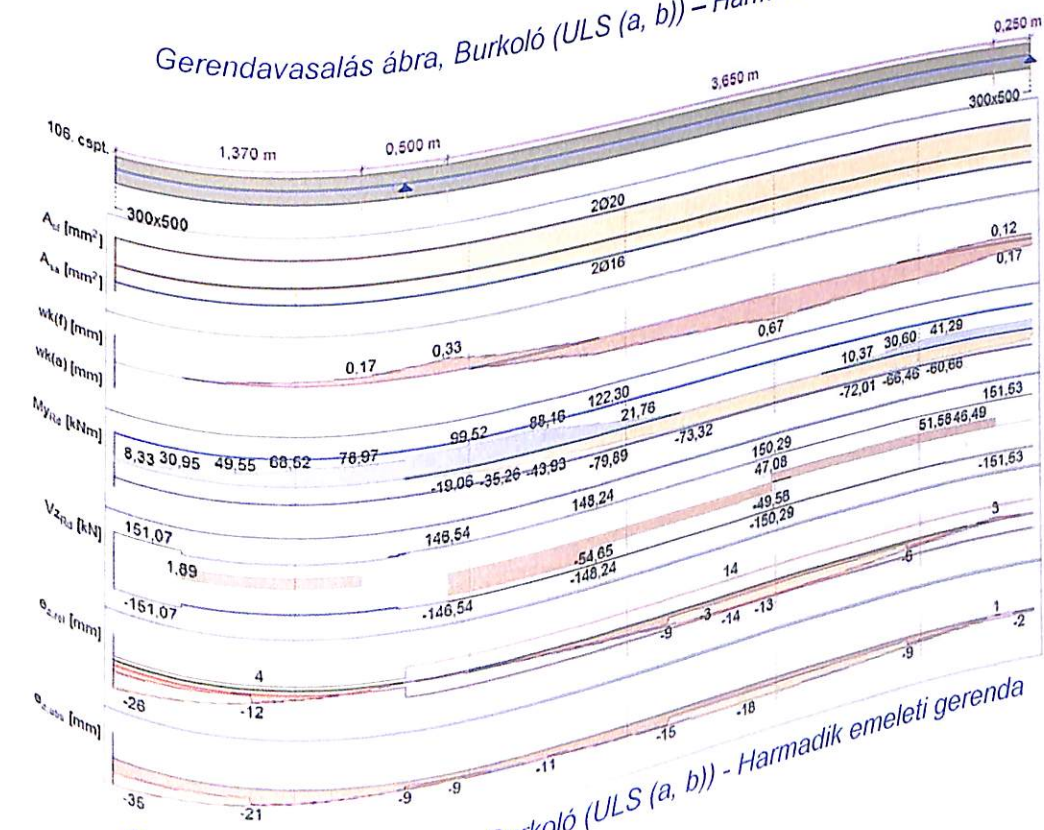


Számított gerendavasalás, Burkoló (ULS (a, b)) - Tetőgerenda

Harmadik emeleti gerenda vasalása

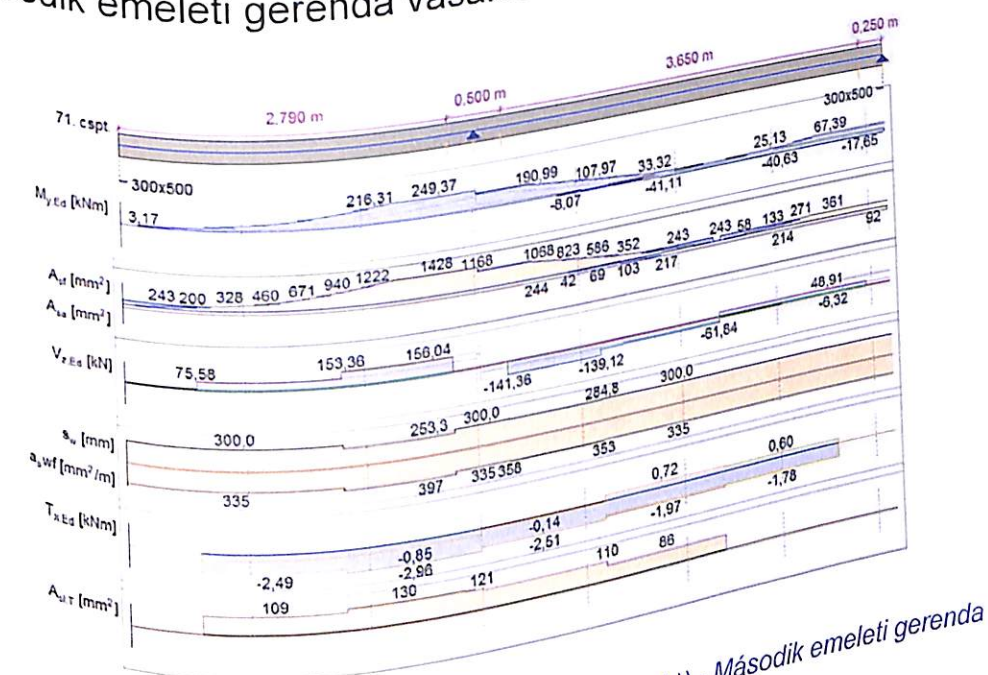


Gerendavasalás ábra, Burkoló (ULS (a, b)) - Harmadik emeleti gerenda

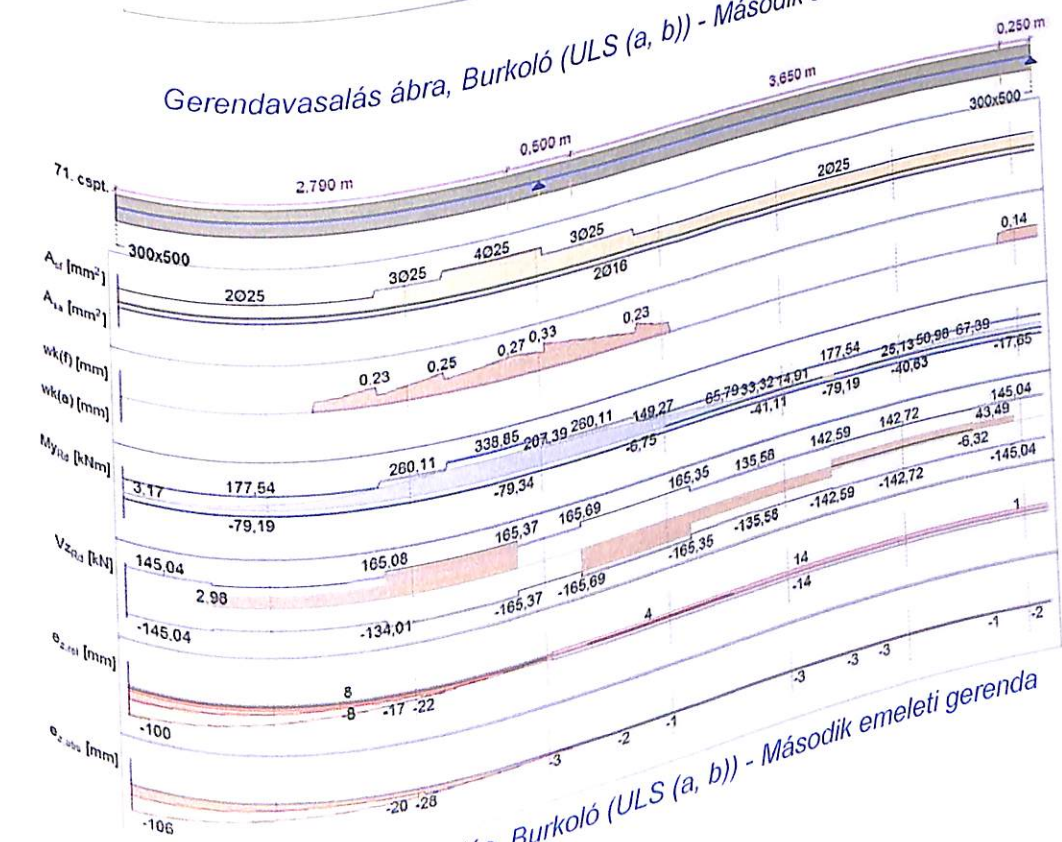


Számított gerendavasalás, Burkoló (ULS (a, b)) - Harmadik emeleti gerenda

Második emeleti gerenda vasalása

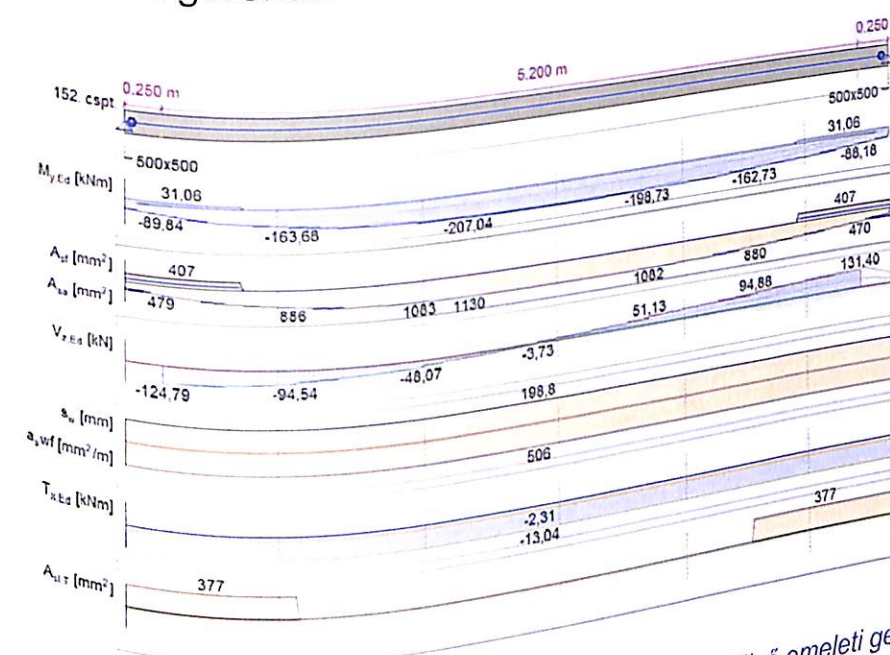


Gerendavasalás ábra, Burkoló (ULS (a, b)) - Második emeleti gerenda

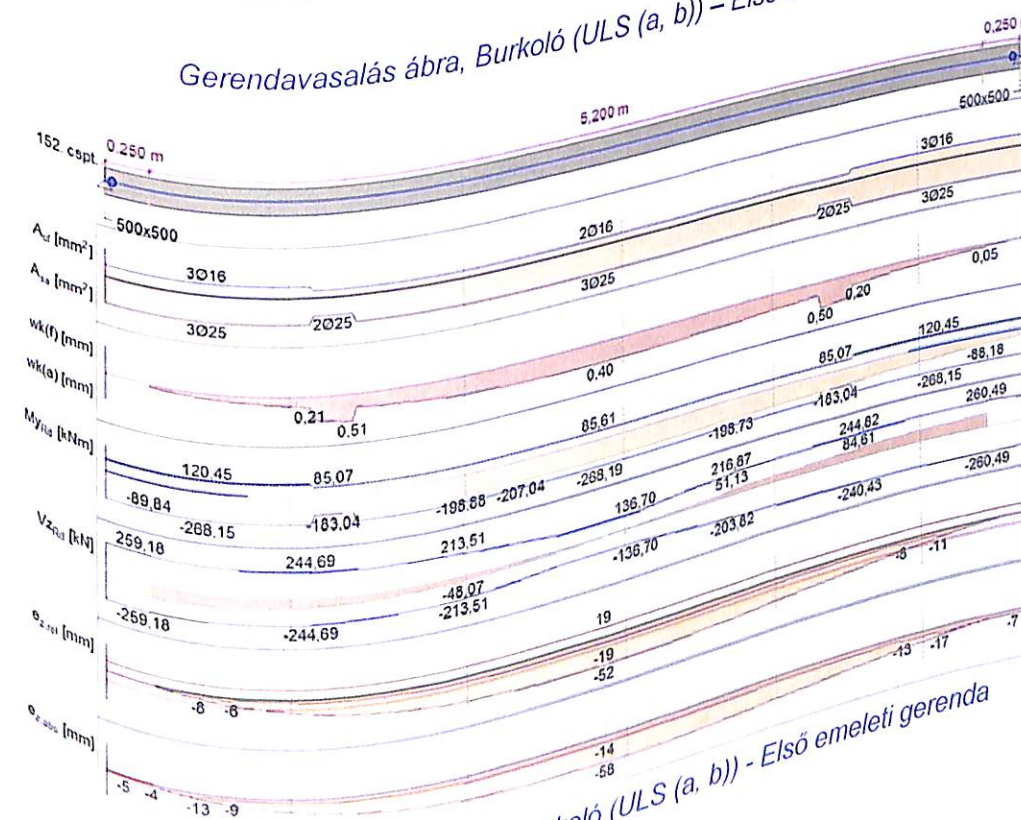


Számított gerendavasalás, Burkoló (ULS (a, b)) - Második emeleti gerenda

Első emeleti gerenda



Gerendavasalás ábra, Burkoló (ULS (a, b)) – Első emeleti gerenda



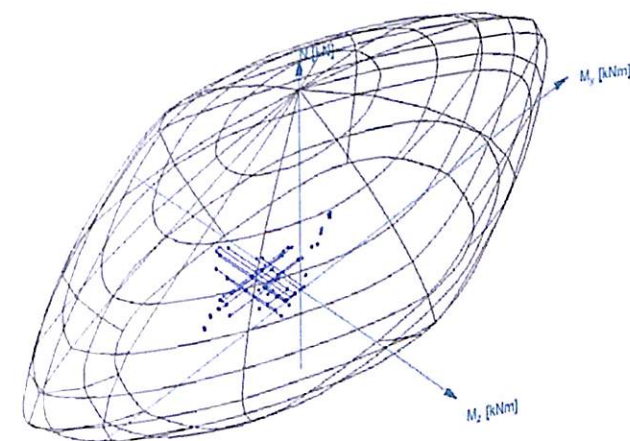
Számított gerendavasalás, Burkoló (ULS (a, b)) - Első emeleti gerenda

Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése
Hallgató: Vida Tímea

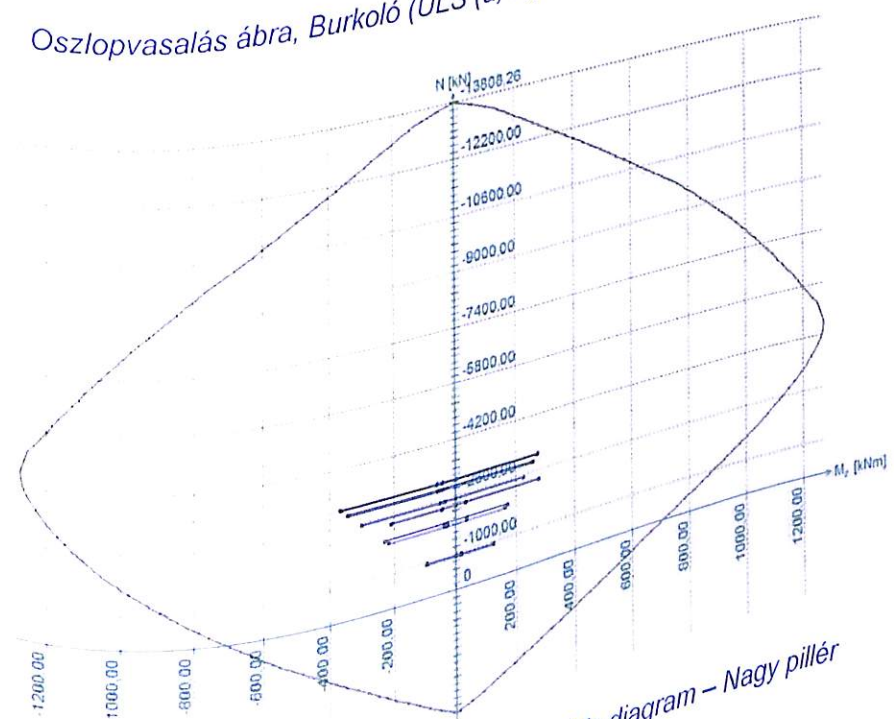
AxisVM X4 R2a - Jogosult felhasználó: Vida Tímea

Pillér vasalás

Elemcímek			
Elem: Típus: Burkoló (ULS (a, b))			
N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	
max	0.16	0	
min	-0.17	0	
max	1985.23	0	
min	1985.23	0	
max	0.01	1272.07	
min	-0.01	1272.07	
Karakterisztikus: C40/50			
M _{ed} [mm ²] = 500000.00			
Vmax [kN] = 0.00			
Vmax [kN] = 0.00			
A _s /A ₀ [%] = 1.55			
A _s = A _{s1} = 0.443			



Oszlopvasalás ábra, Burkoló (ULS (a, b)), N-M felület – Nagy pillér

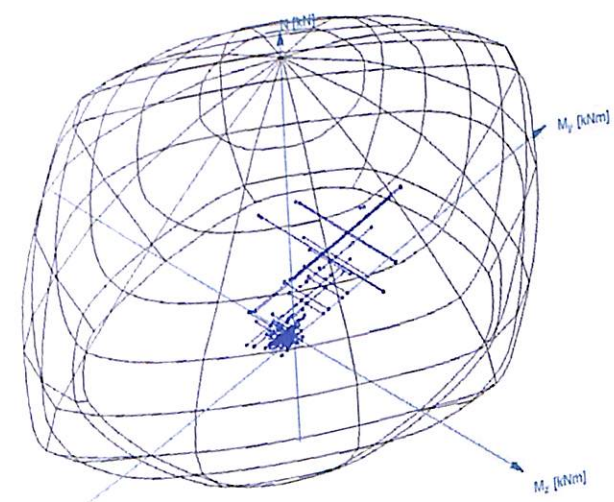


Oszlopvasalás ábra, Burkoló (ULS (a, b)), N-Mz diagram – Nagy pillér

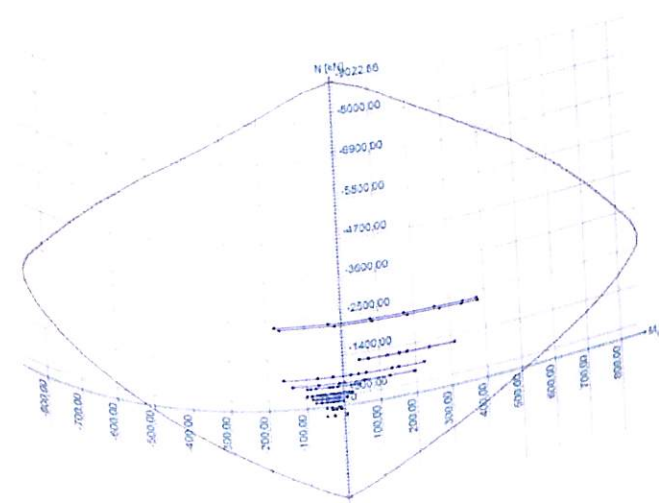
Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Tímea

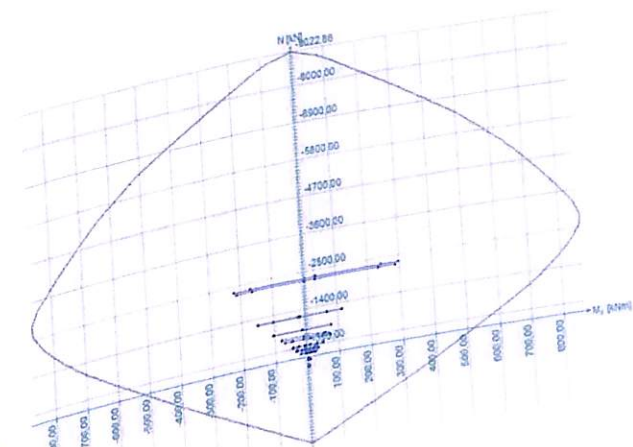
Elemcsoport: H			
Elem: 1. ábrák, Burkoló (ULS (a, b))			
n = 1.000			
N (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	
max/min	max/min	max/min	
2542.26	1.96	0	
-5012.55	-2.14	0	
-2800.00	max/min	0	
-2900.00	801.71	0	
	803.12	0	
-2900.00		max/min	
2900.00		-865.27	
		865.27	
Városüzemeltetési			
C40/50			
f _{yk} (N/mm ²) = 25000.00			
f _{tdk}			
Városüzemeltetési			
A _s /A _b (%) = 2.26			
Kalkulációs			
k ₁ = 0.525			



Oszlopvasalás ábra, Burkoló (ULS (a, b)), N-M felület - Nagy pillér felső része



N-My diagram

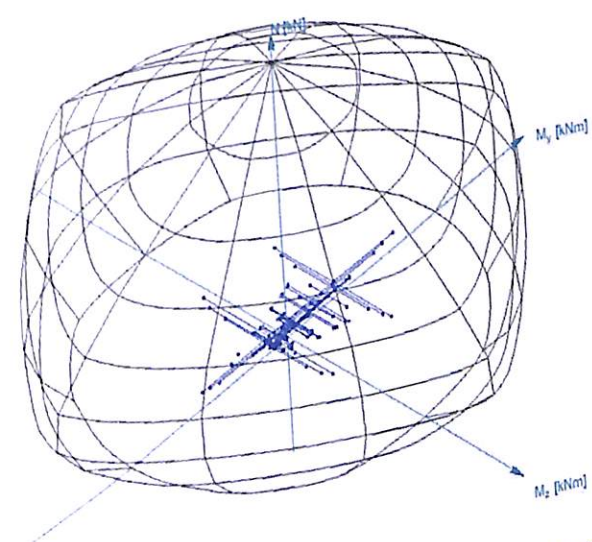


N-Mz diagram

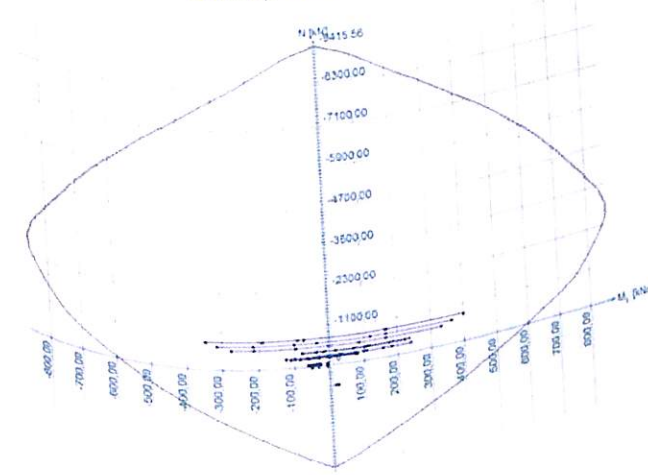
Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése Hallgató: Vida Timea

AxisVM X4 R2a - Jogosult felhasználó: Vida Timea

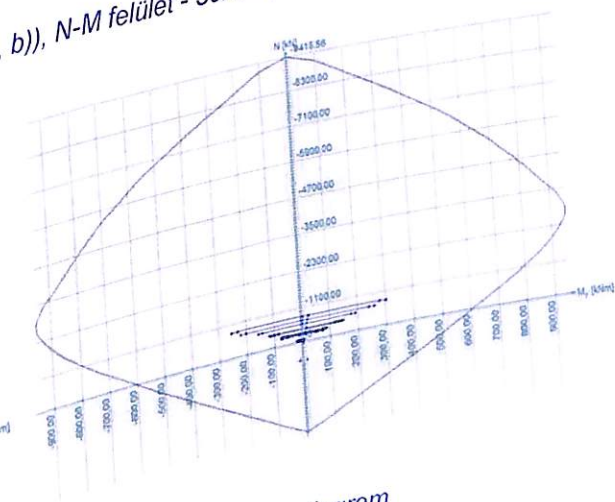
Eurocode II			
[a,b] : mérték, burkoló (ULS (a, b))			
SI (mm)	My (kNm)	Mz (kNm)	
min/max	0.98	0	
-918.55	-1.07	0	
-2303.42	min/max	0	
-2900.00	-862.65	0	
-2900.00	862.17	0	
-2900.00	min/max		
-2900.00	0	-951.70	
-2900.00	0	951.70	
C40/50			
Képlétszám: 1000000			
Ab (mm²) = 256000.00			
Vastagság (mm) = 500			
As (mm²) = 2.75			
Képlétszám: 1000000			
kN = ab) = 0.559			



Oszlopvasalás ábra, Burkoló (ULS (a, b)), N-M felület - 50x50 pillér

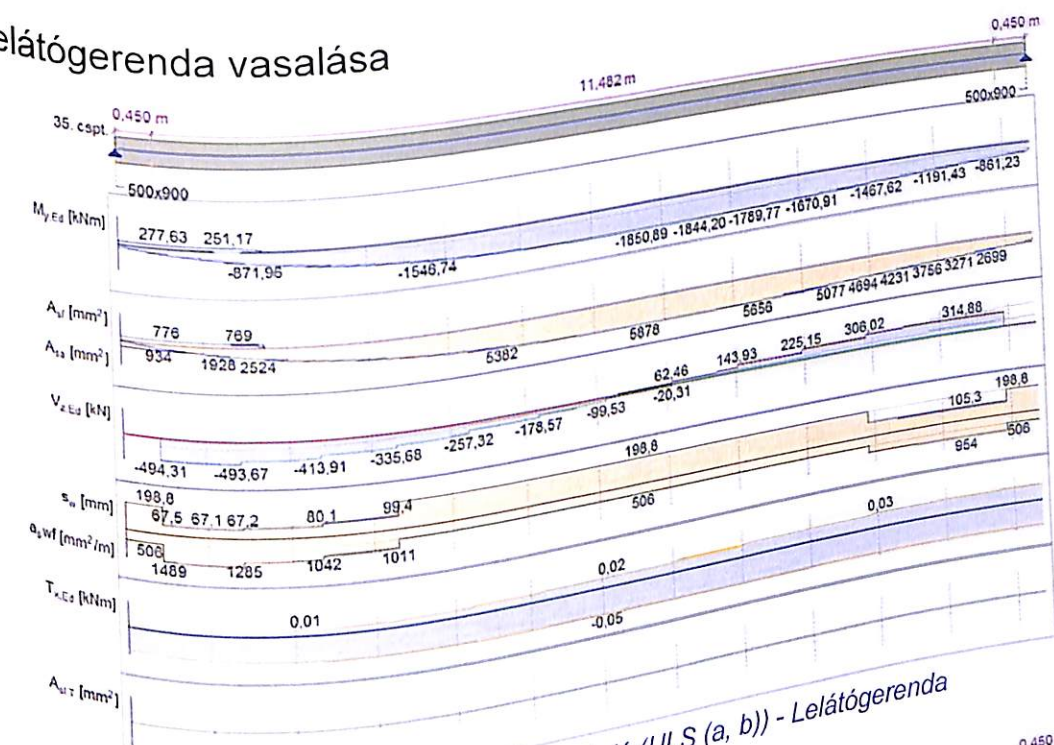


N-My diagram

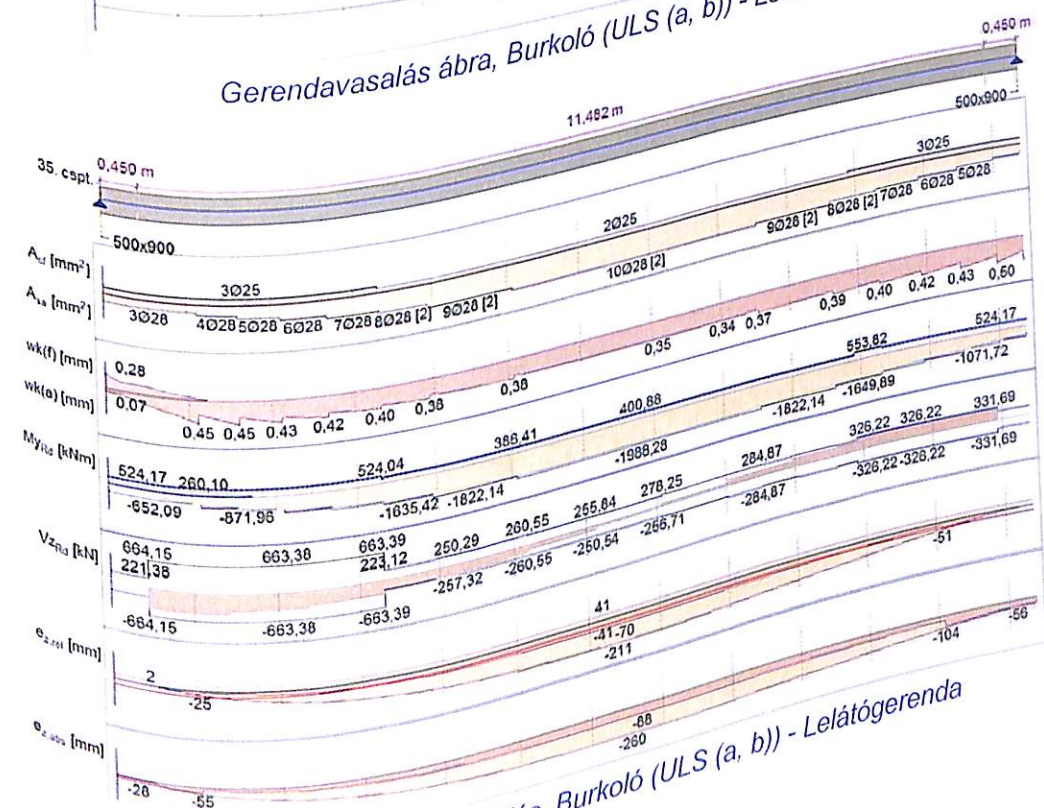


N-Mz diagram

Lelátógerenda vasalása



Gerendavasalás ábra, Burkoló (ULS (a, b)) - Lelátógerenda

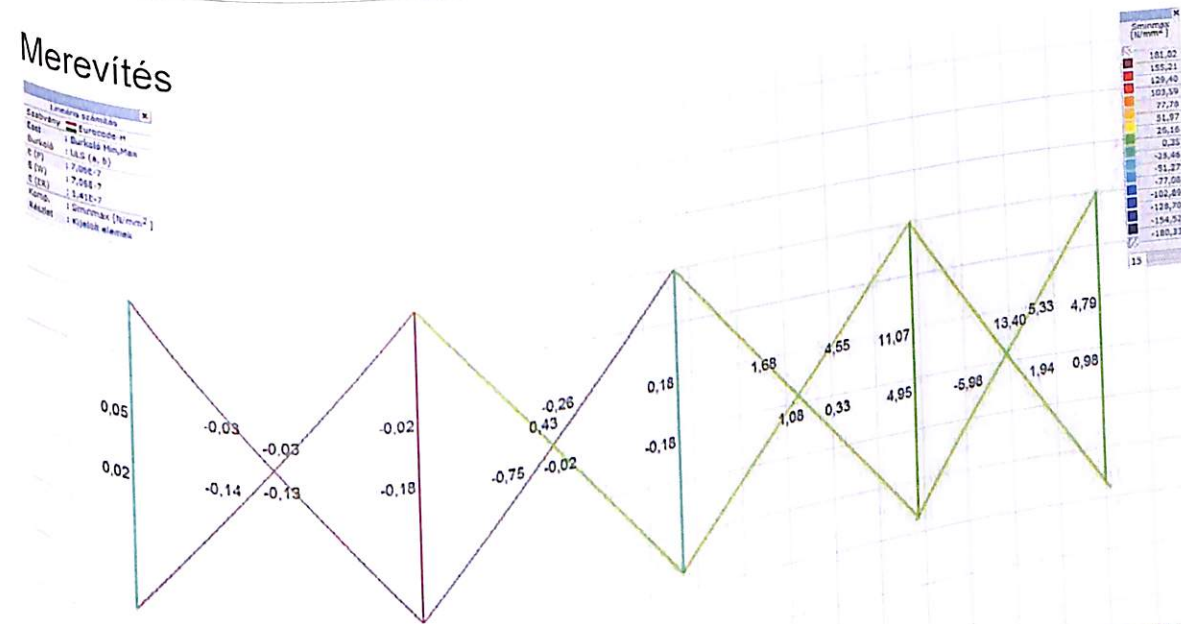


Számított gerendavasalás, Burkoló (ULS (a, b)) - Lelátógerenda

Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése
Hallgató: Vida Tímea

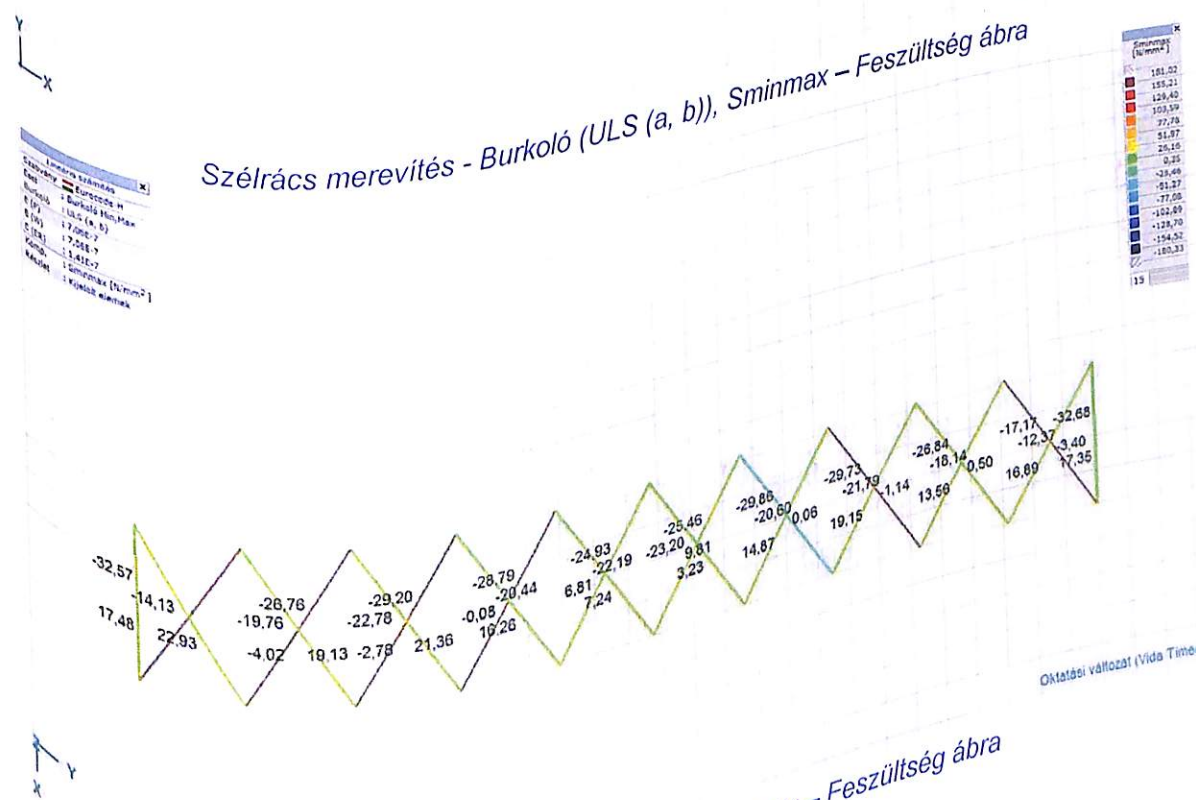
AxisVM X4 R2a - Jogosult felhasználó: Vida Tímea

Merevités



Oktatási változat (Vida Timea)

Szélrács merevítés - Burkoló (ULS (a, b)), Sminmax – Feszültség ábra



Oktatási változat (Vida Timeo)

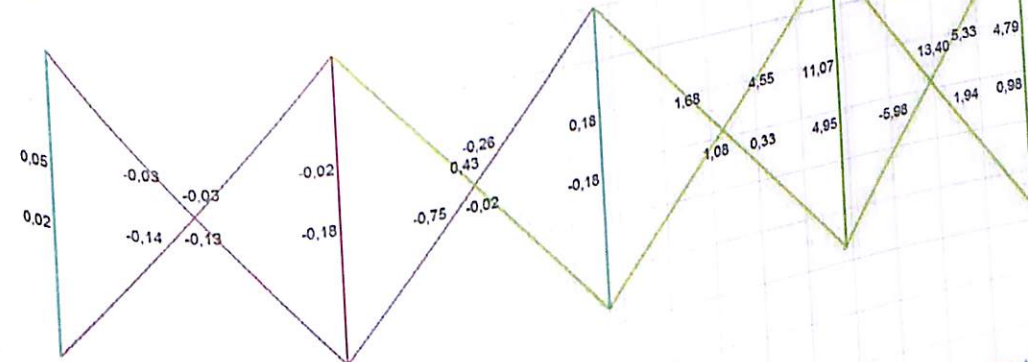
Merevítés - Burkoló (ULS (a, b)), S_{minmax} - Feszültség ábra

Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése Hallgató: Vida Timea

AxisVM X4 R2a - Jogosult felhasználó: Vida Timea

Merevítés

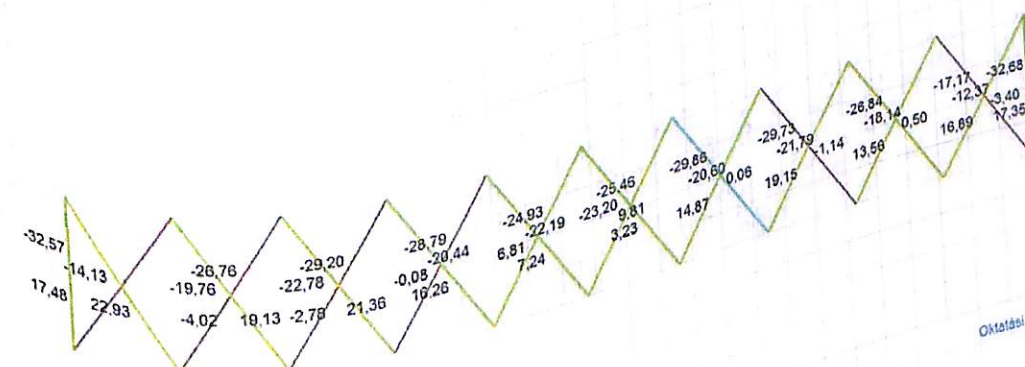
Linéris elemzés
Típus: Feszítés
Rész: Burkoló HelyMax
Burkoló: 18,5 (a, b)
Képf: 17086-7
Súly: 17086-7
Kör: 1418-7
Rész: 17086-7
Rész: 17086-7



Oklatási változat (Vida Timea)

Szélrács merevítés - Burkoló (ULS (a, b)), Sminmax - Feszültség ábra

Linéris elemzés
Típus: Feszítés
Rész: Burkoló HelyMax
Burkoló: 18,5 (a, b)
Képf: 17086-7
Súly: 17086-7
Kör: 1418-7
Rész: 17086-7
Rész: 17086-7

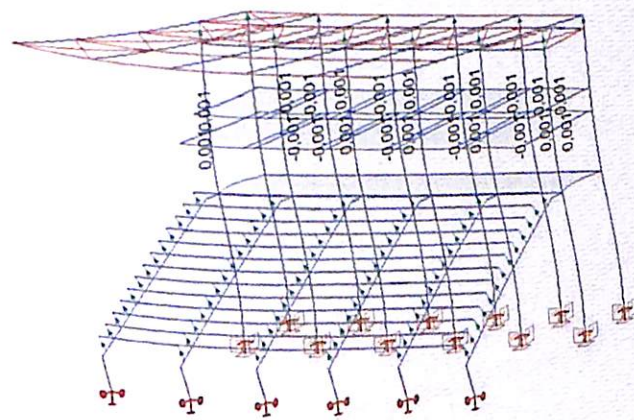


Oklatási változat (Vida Timea)

Merevítés - Burkoló (ULS (a, b)), Sminmax - Feszültség ábra

Linéris elemzés
Típus: Feszítés
Rész: Burkoló HelyMax
Burkoló: 18,5 (a, b)
Képf: 17086-7
Súly: 17086-7
Kör: 1418-7
Rész: 17086-7
Rész: 17086-7

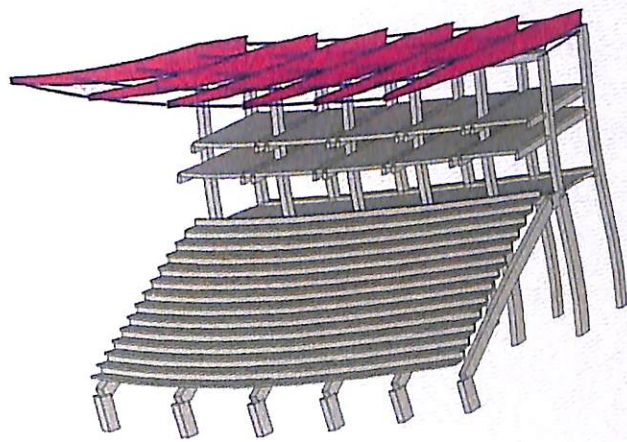
Földrengés



Oktatási változat (Vida Timea)



Földrengés (rendkívüli) – Rezgésalak



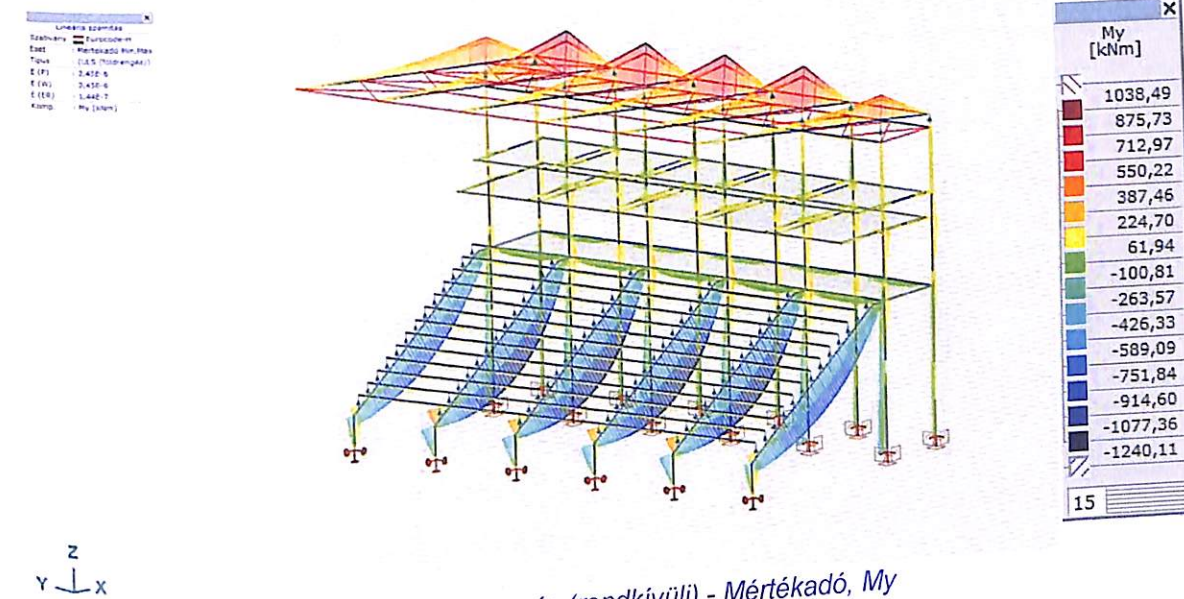
Oktatási változat (Vida Timea)



Földrengés (rendkívüli) - Rezgések 3D - Elmozdult (torzított)

Diplomamunka: Alcufer stadion lelátó tervezése
Hallgató: Vida Tímea

AxisVM X4 R2a · Jogosult felhasználó: Vida Tímea



Földrengés (rendkívüli) - Mértékadó, My

Tervjegyzék

Építész metszetek

- M-01 – Építész metszet
- M-02 – Építész metszet

Elrendezési tervek

- S-01 – Általános metszet
- S-02 – Térbeli elrendezési terv
- S-03 – Kehelynyakak kiosztási terve
- S-04 – Pillérek kiosztási terve
- S-05 – Lelátógerendák kiosztási terve
- S-06 – Első emeleti födémgerenda kiosztási terve
- S-07 – Második emeleti födémgerenda kiosztási terve
- S-08 – Harmadik emeleti födémgerenda kiosztási terve
- S-09 – Tetőgerenda kiosztási terve
- S-10 – Acélfőtartó kiosztási terve

Gyártmánytervek

- P04_1 – Pillér zsaluzási terve
- P04_2 – Pillér vasalási terve
- LG01_1 – Lelátógerenda zsaluzási terve
- LG01_2 – Lelátógerenda vasalási terve
- G02_1 – Födémgerenda zsaluzási terve
- G02_2 – Födémgerenda vasalási terve
- A01 – Acélfőtartó gyártmányterve

Részlettervek

- K01_2 – Rövidkonzol vasalási terve
- K02_2 – Rövidkonzol vasalási terve
- K03_2 – Rövidkonzol vasalási terve
- SZ01 – Szerelvény terv

Felhasznált irodalom

[1] Deák Gy., Erdélyi T., Fernezelyi S., Kollár L., Visnovitz Gy.
A tartószerkezeti tervezés alapjai Terhek és hatások – Tervezés az Eurocode alapján, Artifex Kiadó Kft., 2014

[2] Deák Gy., Drasóczky A., Dulácska E., Kollár L., Visnovitz Gy.
Vasbeton szerkezetek – Tervezés az Eurocode alapján, Artifex Kiadó Kft., 2014

[3] Ádány S., Dulácska E., Dunai L., Fernezelyi S., Horváth L.
Tervezés az Eurocode alapján – Acélszerkezetek 1. Általános eljárások – 2. Speciális eljárások, Artifex Kiadó Kft., 2014

[4] Sinbeam (Corrugated Web Beam documentation) – Zeman & Co GmbH honlapjáról
letölthető tervezési segédlet

Források

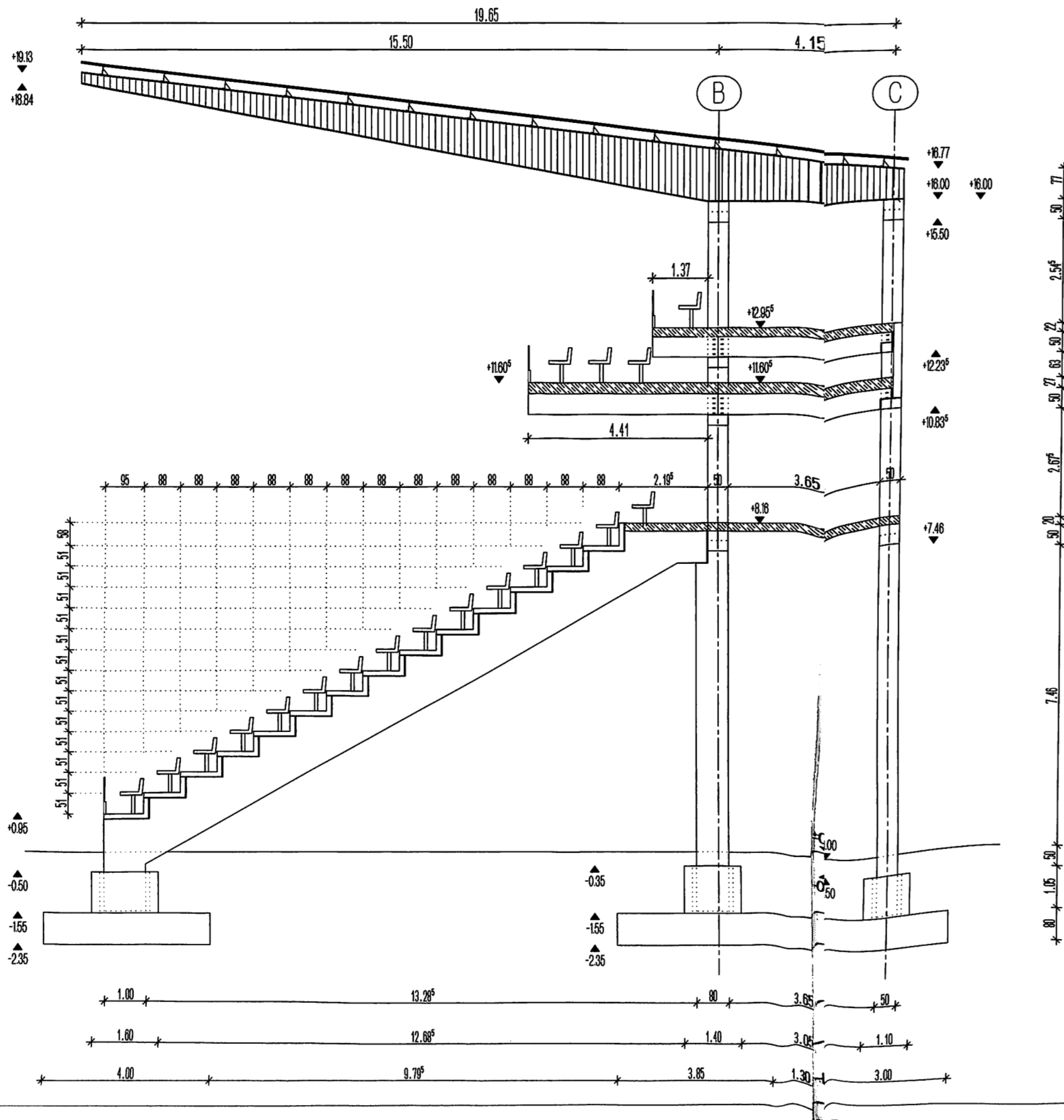
<http://www.zeman-stahl.com/en/>

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011_0060_epitestudomany/content/02-II-04/02.scorm1

http://www.sze.hu/~nemethgy/Tszerk_III.pdf

<http://www.sw-umwelttechnik.hu/fileadmin/hungary/products/Lakasepites/BP-panel.pdf>

ÉPÍTÉS METSZET



Megjegyzés:

- Előregyártott elemek betonminősége: C40/50-XC3-16-F3
- Monolit szerkezetek betonminősége: C30/37-XC3-16-F3
- Betonacét: B500.B
- Kivitelezési mérettűrés:
- Előregyártott elemeknél: ± 2 cm
- Monolit szerkezeteknél: ± 3 cm

	SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KÁR, BUDAPEST	Beadás éve: 2017/18 I. félév
Intézet:	Építőmérnöki Intézet	
Szakcsoport:	Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport	
Diplomamunka megnevezése: Alcufer stadion lelátó tervezése	Tervszám: M-01	
Terv megnevezése: Építész metszet	Méretarány: 1:100	
Hallgató: Vida Tímea	Neptun kód: 	Konzulens: Mihók Barna

Architectural section drawing of a building. The drawing shows a cross-section with a sloped roof on the left and a vertical structure on the right. Key features include a staircase, a ramp, and various floor levels. Dimensions are provided in meters (m) and centimeters (cm). Elevation markers are shown on the left and right sides. The drawing is labeled with 'B' and 'C' at the top right, indicating specific points or sections.

Dimensions (m):

- 19.65 (Total length)
- 15.50 (Length of sloped roof section)
- 4.15 (Length of vertical section)
- 1.37 (Width of upper platform)
- 4.41 (Length of middle platform)
- 2.19 (Length of lower platform)
- 3.65 (Length of lower platform)
- 50 (Length of lower platform)
- 80 (Length of lower platform)
- 3.05 (Length of lower platform)
- 50 (Length of lower platform)
- 1.40 (Length of lower platform)
- 3.05 (Length of lower platform)
- 1.10 (Length of lower platform)
- 3.00 (Length of lower platform)
- 1.00 (Length of lower platform)
- 13.26 (Length of lower platform)
- 12.68 (Length of lower platform)
- 9.79 (Length of lower platform)

Elevation markers (m):

- +19.13
- +18.84
- +16.77
- +16.00
- +15.50
- +12.95
- +12.23
- +10.83
- +8.16
- +7.46
- +0.85
- 0.50
- 1.55
- 2.35
- 0.35
- 1.55
- 2.35
- ±0.00
- 0.50

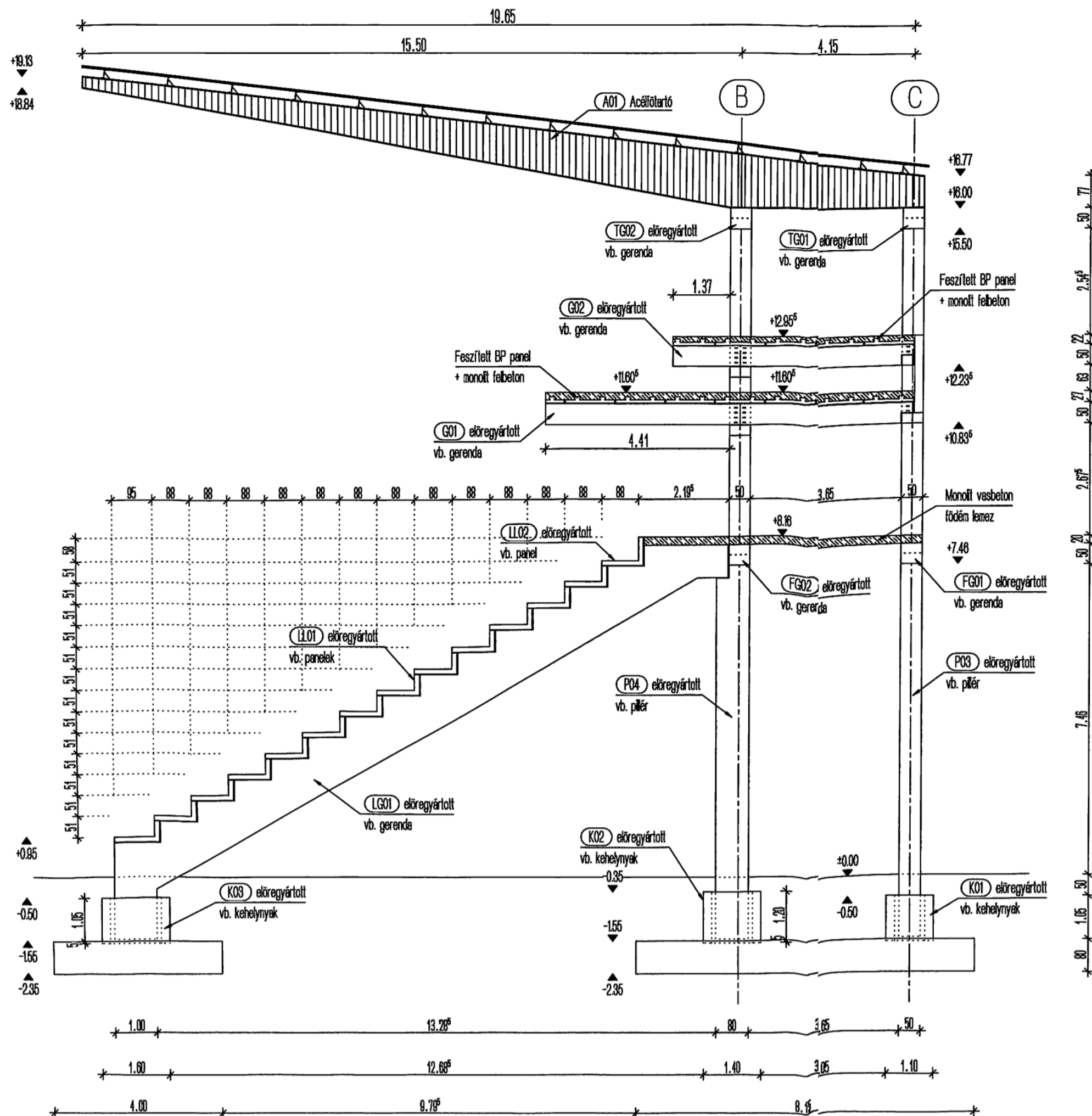
- Előregyártott elemek betonminősége: C40/50-XC3-16-F3
- Monolit szerkezetek betonminősége: C30/37-XC3-16-F3
- Betonacél: B500B

Kivitelezési mérettűrés:

- Előregyártott elemeknél: ± 2 cm
- Monolit szerkezeteknél: ± 3 cm

	SZENT ISTVÁN EGYETEM			Beadás éve: 2017/18 I. félév
	YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KÁR, BUDAPEST			
Intézet: Építőmérnöki Intézet				
Szakcsoport: Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport				
Diplomamunka megnevezése: Alcufer stadion lelátó tervezése			Tervszám: M-02	
Terv megnevezése: Építész metszet			Méreterány: 1:100	
Hallgató: Vida Tímea	Neptunkód: 	Szek: építőmérnöki	Konzulens: Mihók Barna	

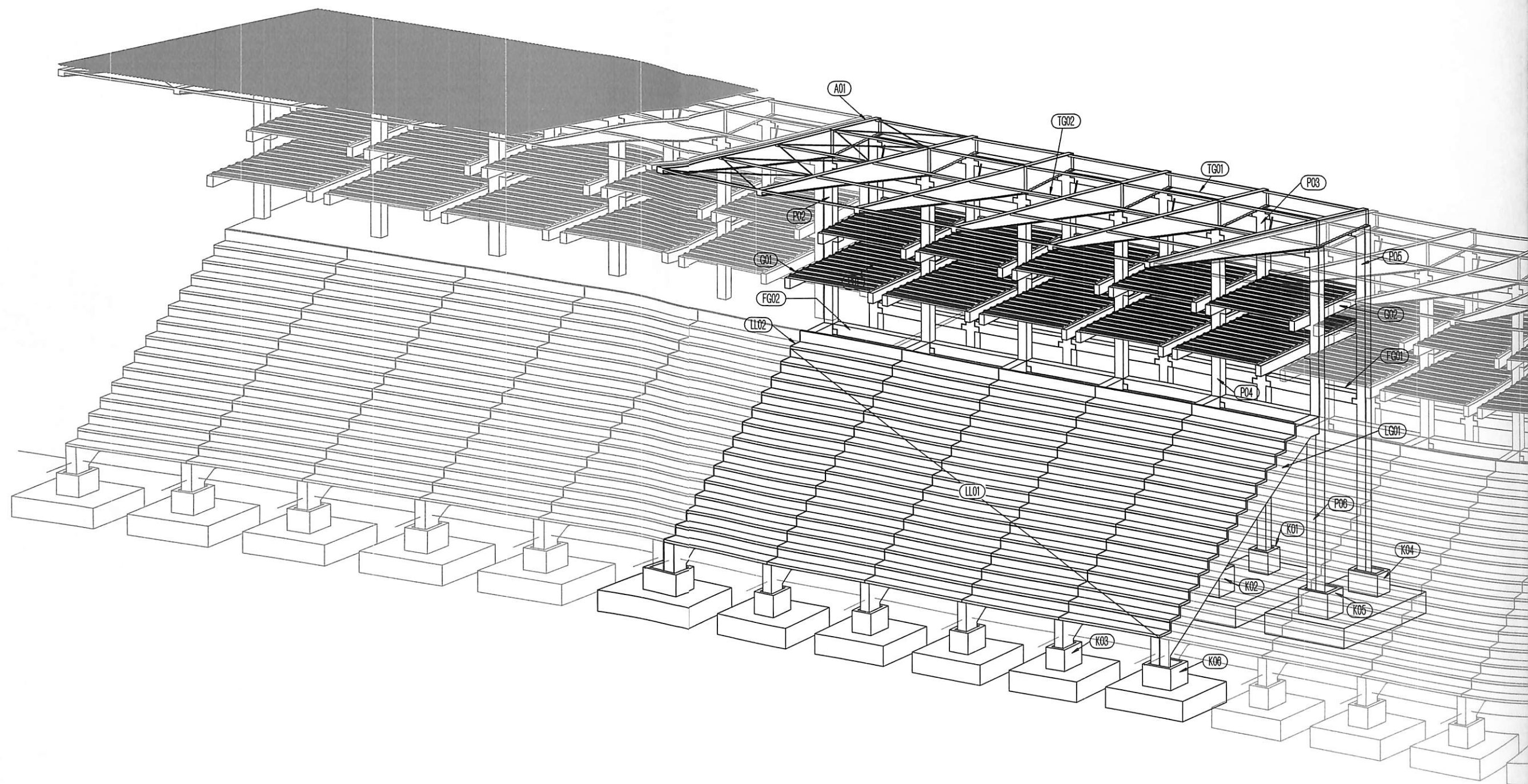
METSZET A - A

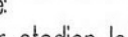


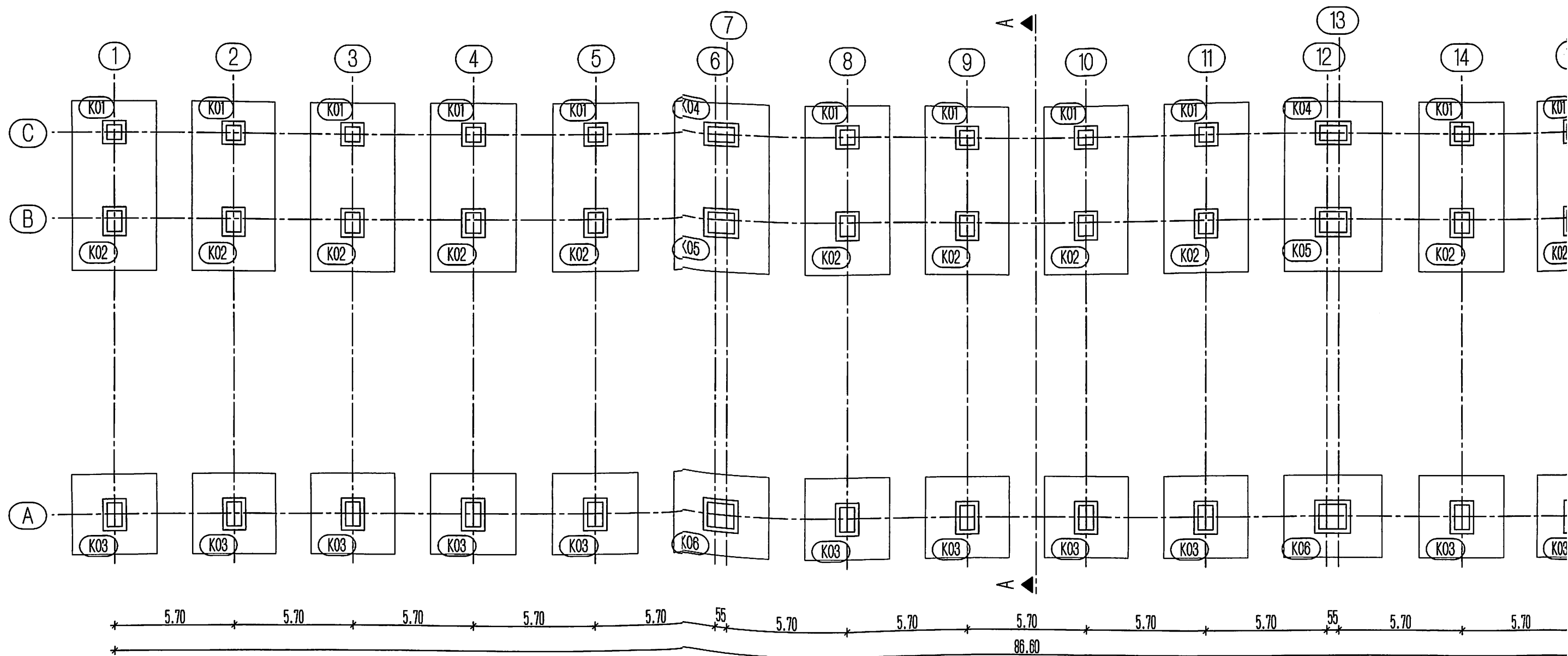
Megjegyzés:

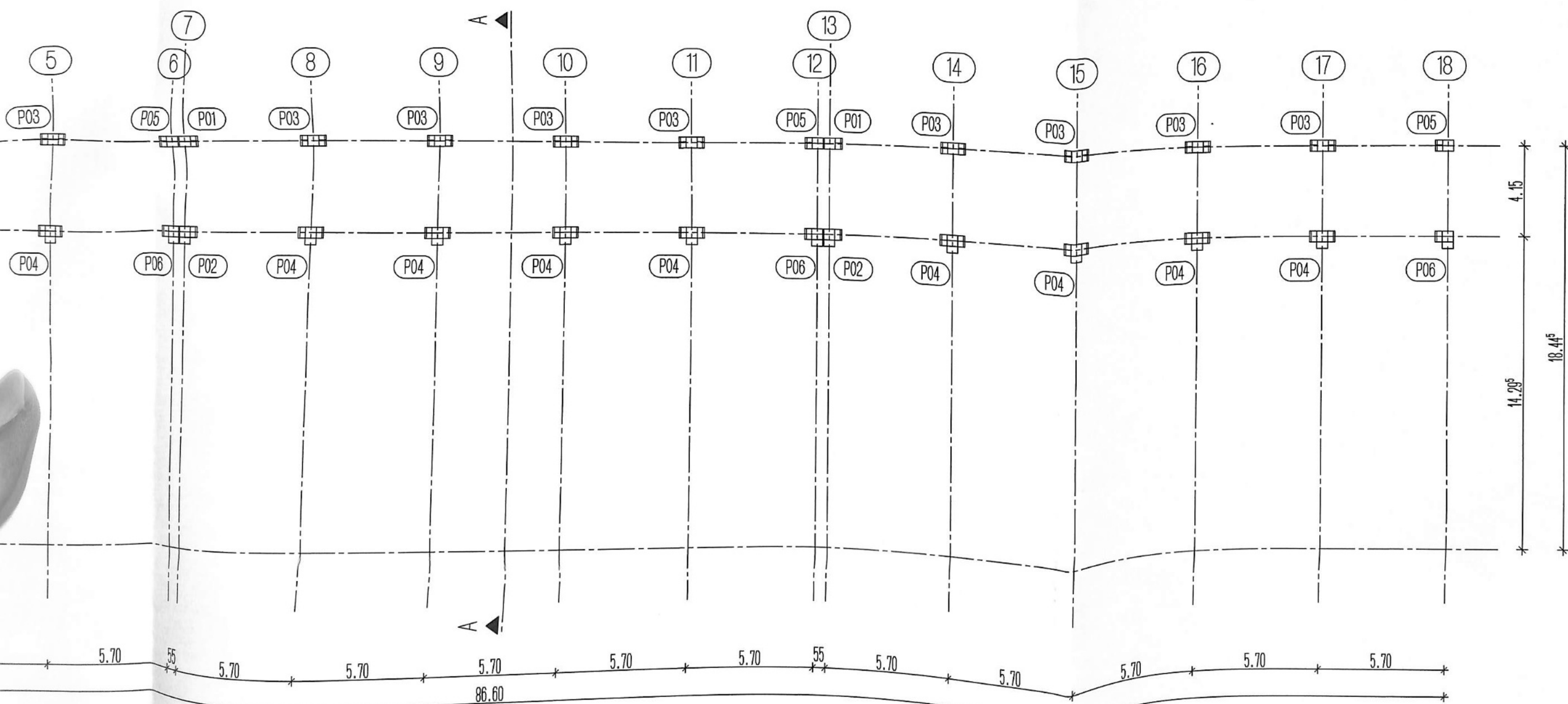
- Előregyártott elemek betonminősége: C40/50-XC3-16-F3
- Monolit szerkezetek betonminősége: C30/37-XC3-16-F3
- Betonacét: B500.B
- Kivitelezési mérettűrés:
- Előregyártott elemeknél: ± 2 cm
- Monolit szerkezeteknél: ± 3 cm

	SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST	Beadás éve: 2017/18 I. félév
Intézet: Építőmérnöki Intézet		
Szakcsoport: Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport		
Diplomamunka megnevezése: Alcufer stadion lelátó tervezése	Tervszám: S-01	
Terv megnevezése: A - A Metszet	Méretarány: 1:100	
Hallgató: Vida Tímea	Neptunkód: 	Szek: építőmérnöki Konzulens: Mihók Barna



	SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST	beadás éve: 2017/18 I. félév
Intézet: Építőmérnöki Intézet		
Szekciósorot: Mechanika és tartószerkezetek Szekciósorot		
Diplomamunka megnevezése:	Tervszám:	
Alcufer stadion lelátó tervezése		S-03
Terv megnevezése:	Méretarány:	
Kehelynyakak kiosztási terve		1:200
Hallgató:	Neptünkód:	Konzulens:
Vida Tímea		építőmérnöki Mihók Barna





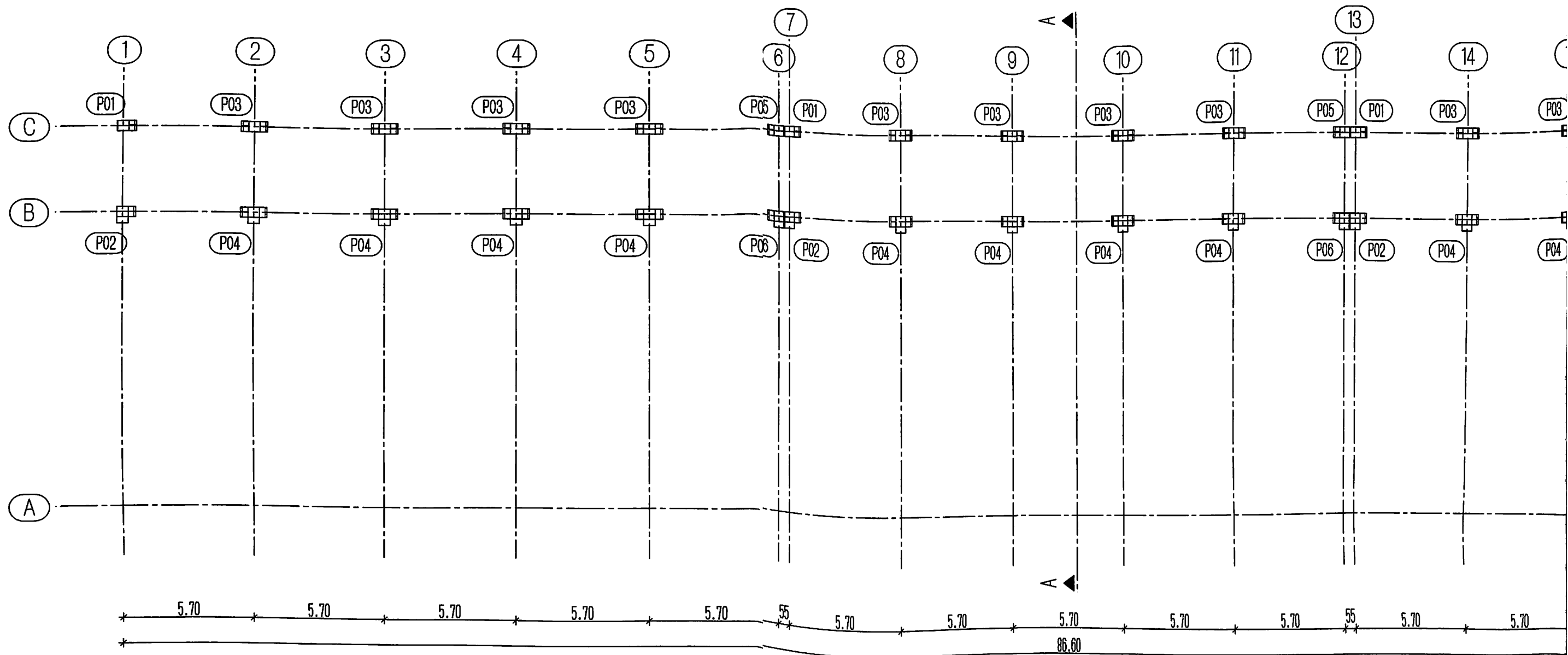
Megjegyzés:

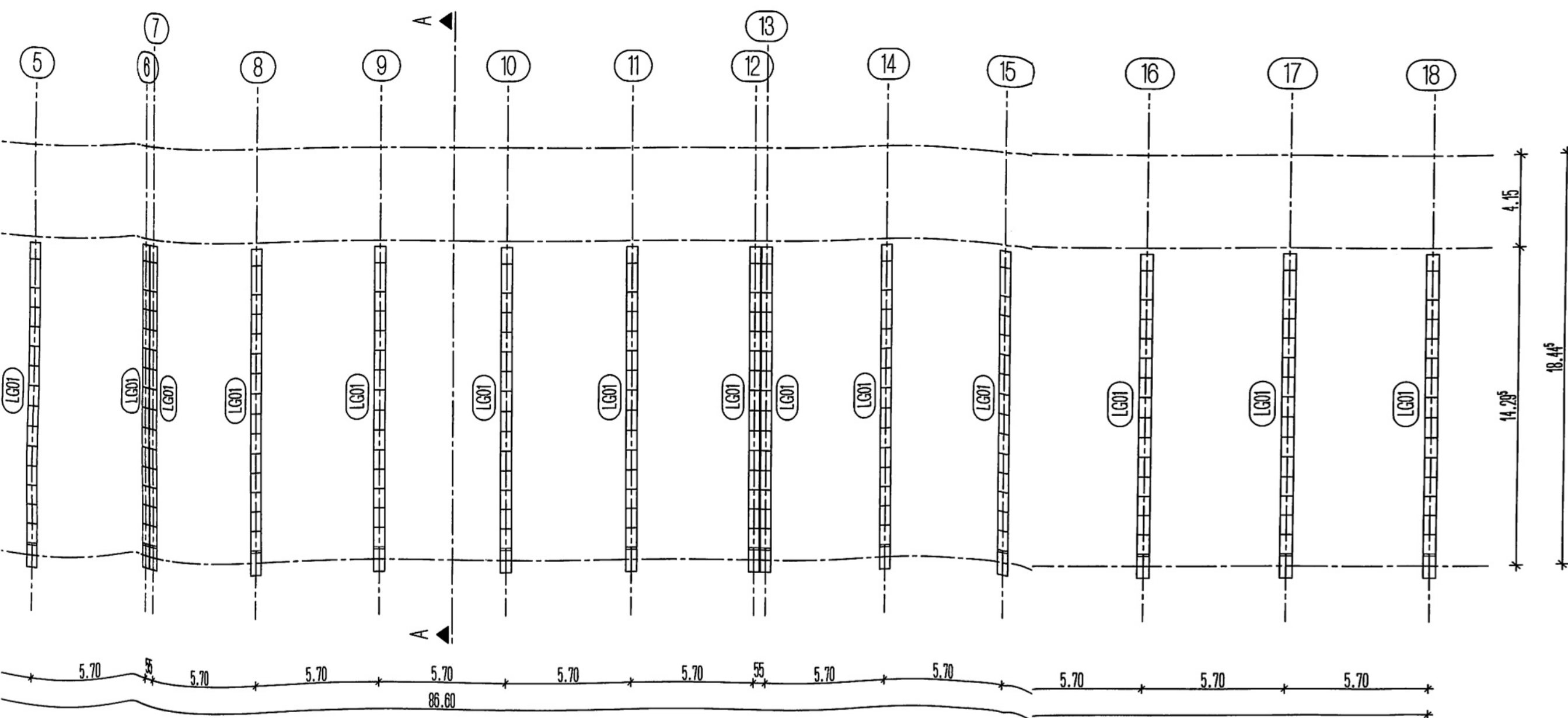
- Előregyártott elemek betonminősége: C40/50-XC3-16-F3
- Monolit szerkezetek betonminősége: C30/37-XC3-16-F3
- Betonacél: B500B
- Kivitelezési mérettűrés:
- Előregyártott elemeknél: ± 2 cm
- Monolit szerkezeteknél: ± 3 cm

Elemösszesítés:

P01	:	3 db	4.50 m ³	11.24 t/db
P02	:	3 db	5.82 m ³	14.54 t/db
P03	:	12 db	4.62 m ³	11.55 t/db
P04	:	12 db	5.98 m ³	14.89 t/db
P05	:	3 db	4.50 m ³	11.24 t/db
P06	:	3 db	5.82 m ³	14.54 t/db

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KÁR, BUDAPEST			Beadás éve: 2017/18 I. félév
Intézet: Építőmérnöki Intézet			
Szakcsoport: Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport			
Diplomamunka megnevezése: Alcufer stadion lelátó tervezése		Tervszám: S-04	
Terv megnevezése: Pillérek kiosztási terve		Méretarány: 1:200	
Hallgató: Vida Tímea	Neptunkód: 	Szak: építőmérnöki	Konzulens: Mihók Barna





Megjegyzés:

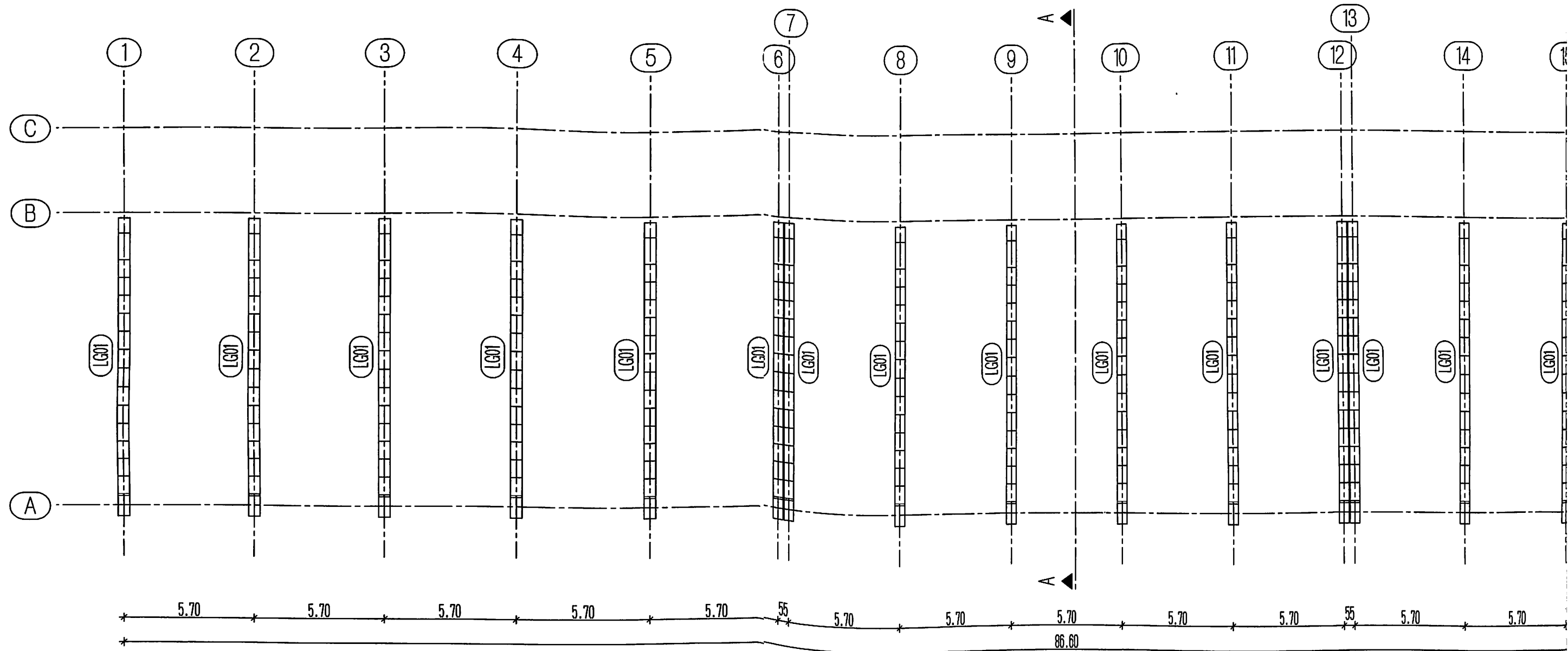
- Előregyártott elemek betonminősége: C40/50-XC3-16-F3
- Monolit szerkezetek betonminősége: C30/37-XC3-16-F3
- Betonacél: B500B
- Kivitelezési mérettűrés:
- Előregyártott elemeknél: ± 2 cm
- Monolit szerkezeteknél: ± 3 cm

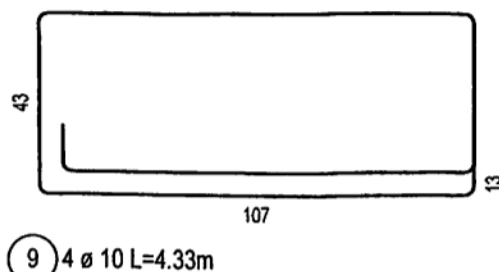
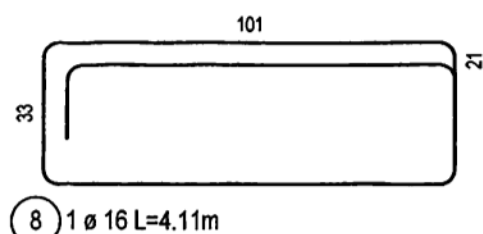
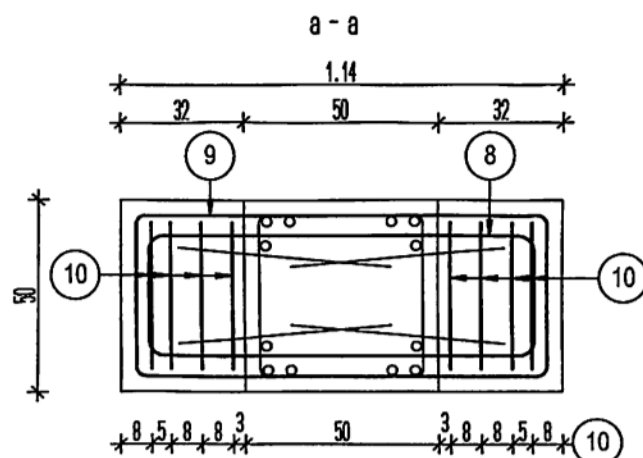
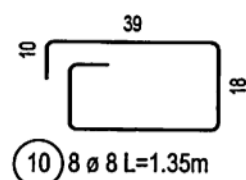
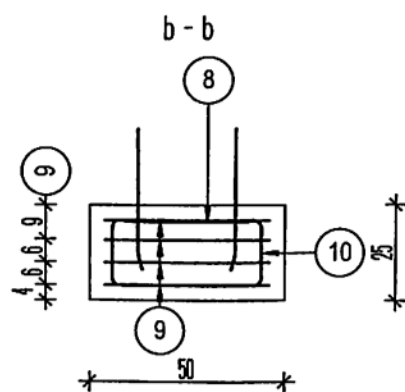
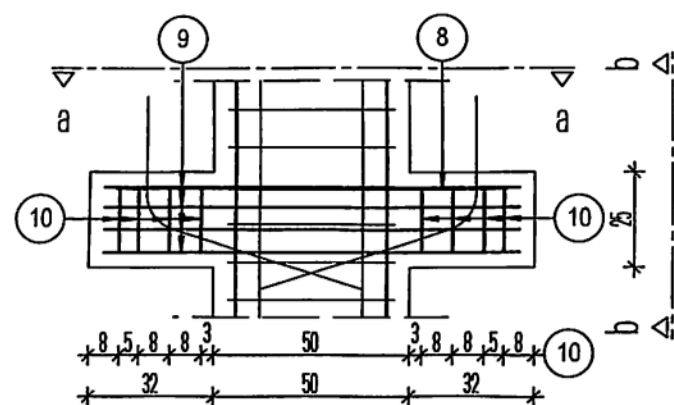
Elemösszesítés:

LG01 :

18 db 9.75 m3 24.37 l/db

		Beadás éve:	
		2017/18 I. félév	
Intézet:			
Építőmérnöki Intézet			
Szakcsoport:			
Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport			
Diplomamunka megnevezése:			Tervszám:
Alcufer stadion lelátó tervezése			S-05
Terv megnevezése:			Méretarány:
Lelátógerendák kiosztási terve			1:200
Hallgató:	Neptunkód:	Szak:	Konzulens:
Vida Tímea		építőmérnöki	Mihók Barna



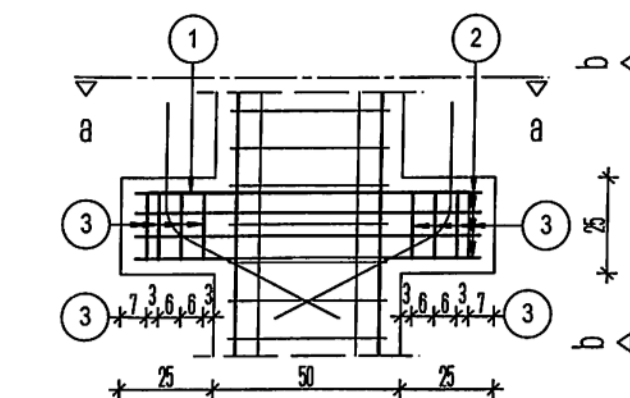


Vaslista

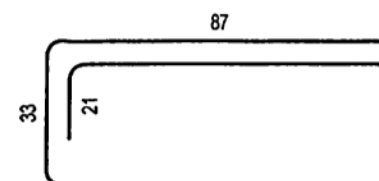
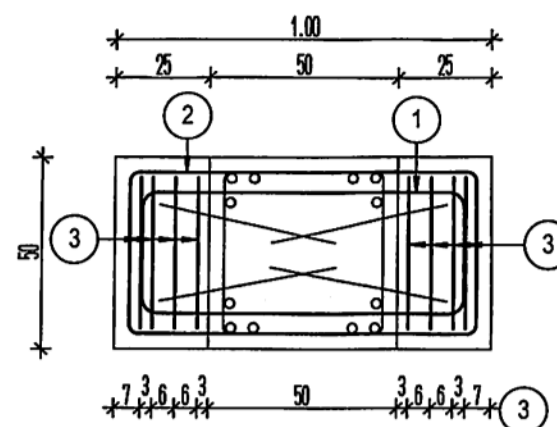
Poz.	db	o	Egyes hossz [m]	Teljes hossz [m]	Tömeg [kg]
8	1	16	4.11	4.11	6.49
9	4	10	4.33	17.32	10.69
10	8	8	1.35	10.80	4.27

Teljes tömeg [kg] : 21.45

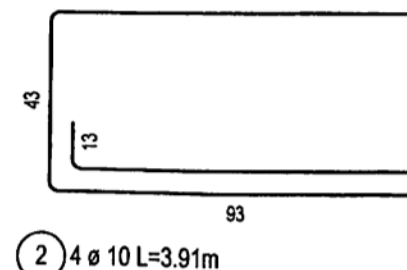
MEGJEGYZÉS			
P04 és P03 pillérekhez kapcsolódó kiegészítő vasalási terv!			
Betonminőség:	C40/50-XC3-16-F3	Tűzállóság:	R60
Betonacét:	B500.B		
Betontakarás:	35 mm		
		Beadás éve: 2017/18 I. félév	
Intézet: Építőmérnöki Intézet			
Szakcsoport: Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport			
Diplomamunka megnevezése:		Tervszám:	
Alcufer stadion lelátó tervezése		K2_2	
Terv megnevezése:		Méretarány:	
K2 jelű konzol vasalási terve		1:20	
Hallgató:	Neptunkód:	Szak:	Konzulens:
Vida Tímea	002X02	építőmérnöki	Mihók Barna



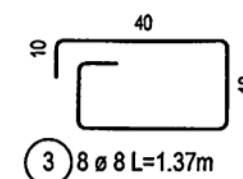
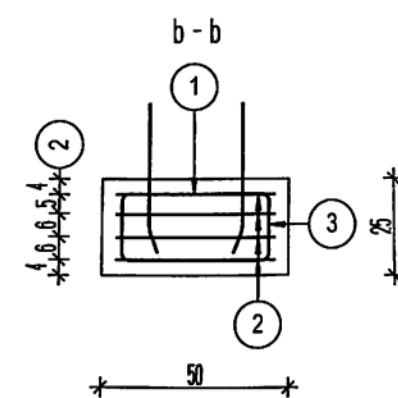
a - a



1 1 ø 16 L=3.69m



2 4 ø 10 L=3.91m



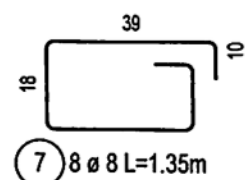
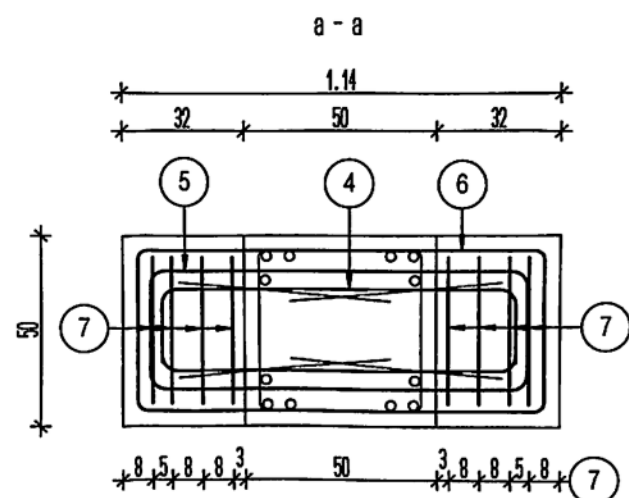
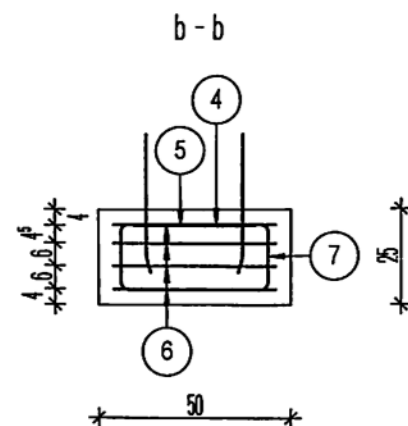
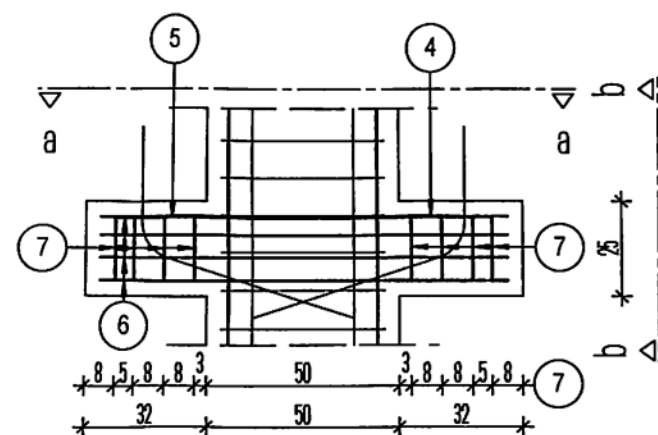
3 8 ø 8 L=1.37m

Vaslista

Poz.	db	o	Egyes hossz [m]	Teljes hossz [m]	Tömeg [kg]
1	1	16	3.69	3.69	5.83
2	4	10	3.91	15.64	9.65
3	8	8	1.37	10.96	4.33

Teljes tömeg [kg] : 19.81

MEGJEGYZÉS			
P04 és P03 pillérekhez kapcsolódó kiegészítő vasalási terv!			
Betonminőség:	C40/50-XC3-16-F3	Tűzállóság:	R60
Betonacét:	B500.B		
Betontakarás:	35 mm		
		Beadás éve: 2017/18 I. félév	
Intézet: Építőmérnöki Intézet			
Szakcsoport: Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport			
Diplomamunka megnevezése:		Tervszám:	
Alcufer stadion lelátó tervezése		K1_2	
Terv megnevezése:		Méretarány:	
K1 jelű konzol vasalási terve		1:20	
Hallgató:	Neptunkód:	Szak:	Konzulens:
Vida Tímea		építőmérnöki	Mihók Barna

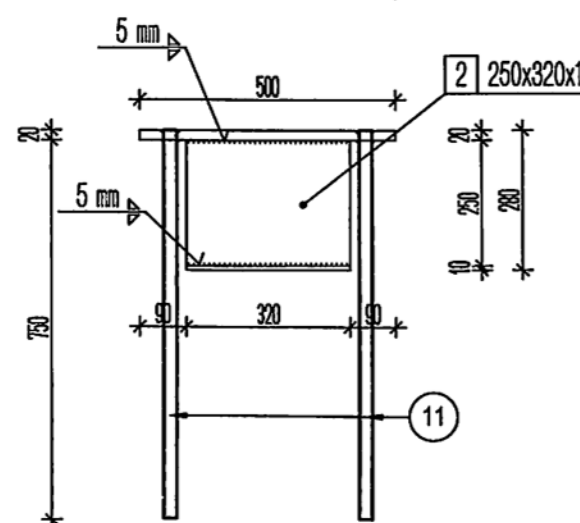
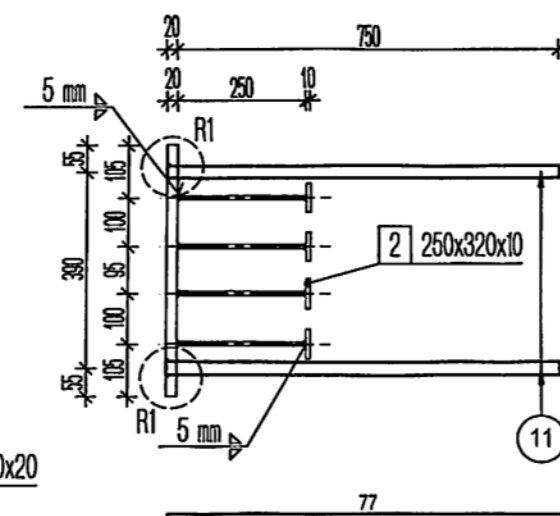
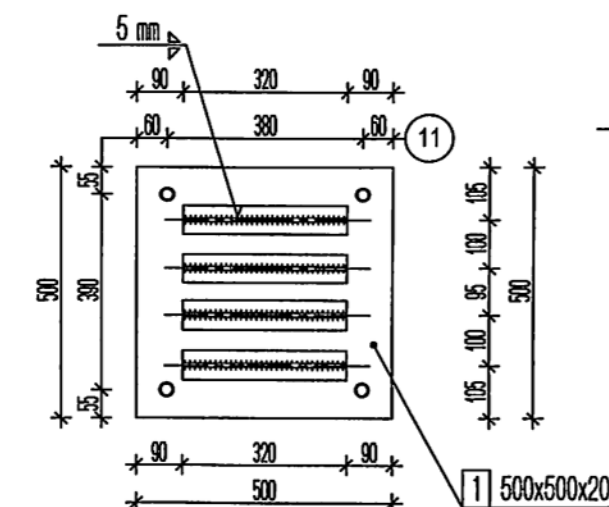


Vaslista

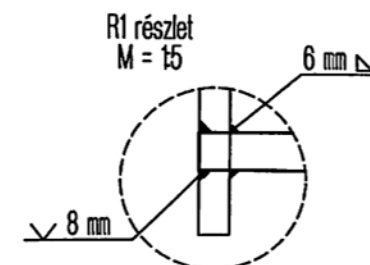
Poz.	db	o	Egyes hossz [m]	Teljes hossz [m]	Tömeg [kg]
4	1	16	3.70	3.70	5.85
5	1	16	4.07	4.07	6.43
6	4	10	4.33	17.32	10.69
7	8	8	1.35	10.80	4.27

Teljes tömeg [kg] : 27.24

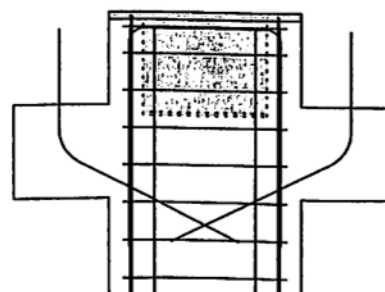
MEGJEGYZÉS			
P04 és P03 pillérekhez kapcsolódó kiegészítő vasalási terv!			
Betonminőség:	C40/50-XC3-18-F3	Tűzállóság:	R60
Betonacét:	B500B		
Betontakarás:	35 mm		
 SZENT ISTVÁN EGYETEM			
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST		Beadás éve: 2017/18 I. félév	
Intézet: Építőmérnöki Intézet			
Szakcsoport: Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport			
Diplomamunka megnevezése: Alcufer stadion lelátó tervezése		Tervszám: K3_2	
Terv megnevezése: K3 jelű konzol vasalási terve		Méretarány: 1:20	
Hallgató: Vida Tímea	Neptunkód: 002X02	Szak: építőmérnöki	Konzulens: Mihók Barna



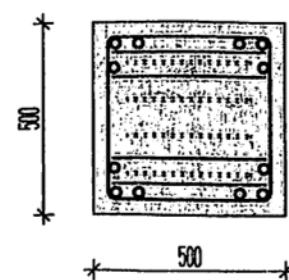
11) 4 ø 25 L=0.77m

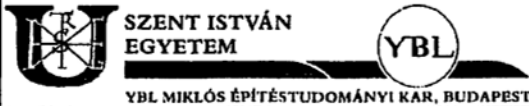


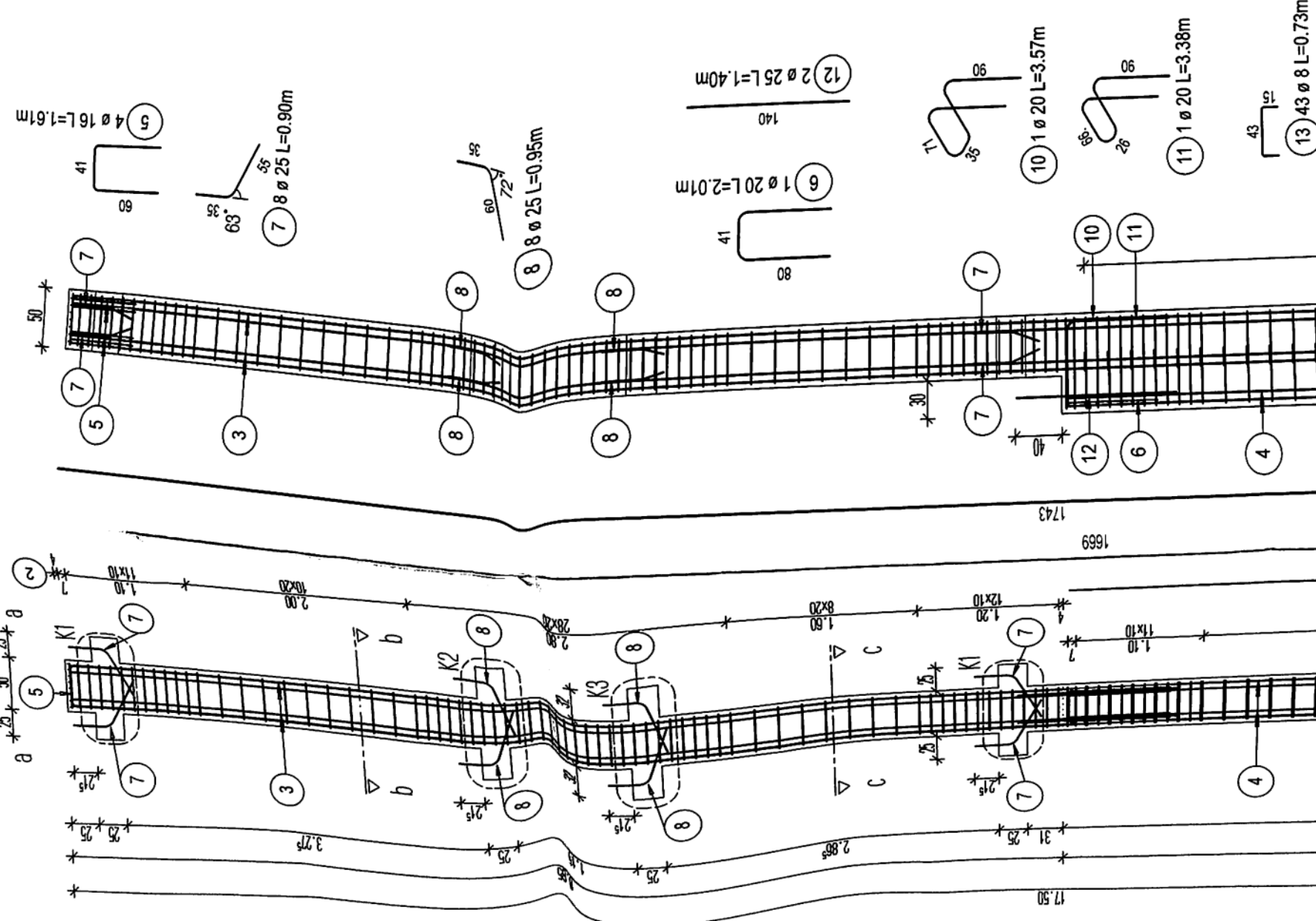
ELHELYEZÉSE A PILLÉRBEN
OLDALNÉZET



FELÜLNÉZET



MEGJEGYZÉS			
P01, P02, P03, P04, P05, P06 jelű pillérek terveivel együtt kezelendő!			
Felülete: alapmázolt			
Tervezési szabvány:	EC3	Gyártási szabvány:	EN1090-2 szerint
Mérettűrés:	EN ISO 13920 °C	Kivitelezési osztály:	EXC2
Súly:	62,8 kg/db	Heg. varrat min. osztály:	EN ISO 5817 °C
Betonacét:	B500B	Készült:	36 db
Acélminőség:	EN 10025-2 S235JR EN10204 2.2		
			Beadás éve: 2017/18 I. félév
Intézet: Építőmérnöki Intézet			
Szakcsoport: Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport			
Diplomamunka megnevezése: Alcufer stadion lelátó tervezése			Tervszám: SZ01
Terv megnevezése: SZ01 jelű szerelvény terve			Méretarány: 1:15 1:20
Hallgató: Vida Tímea	Neptunkód: 	Szak: építőmérnöki	Konzulens: Mihók Barna



Teljes tömeg [kg] :

1214.63

Kapcsolódó tervek: K1, K2, K3 jelű konzol vasalási tervek
SZ01 jelű szerelvény terve

eadás éve:

2017/18 I. félév

Építőmérnöki Intézet

Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport

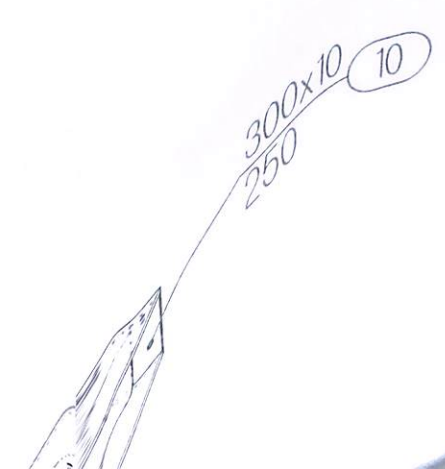
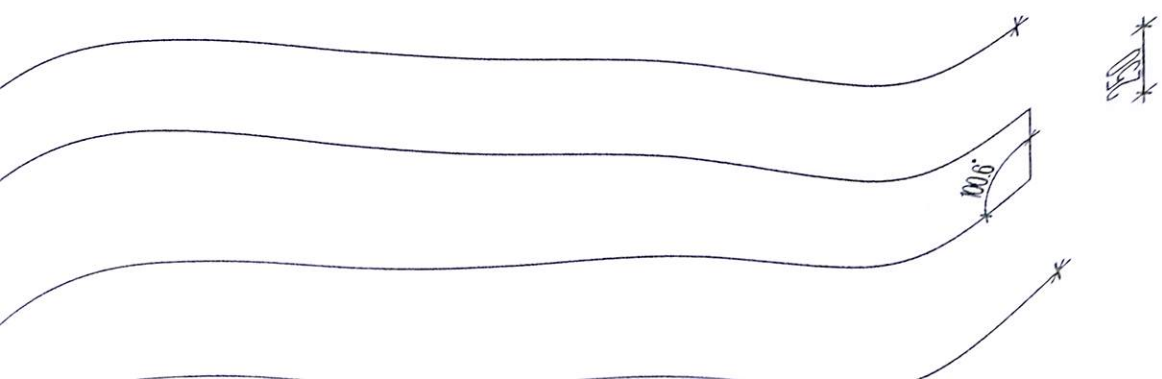
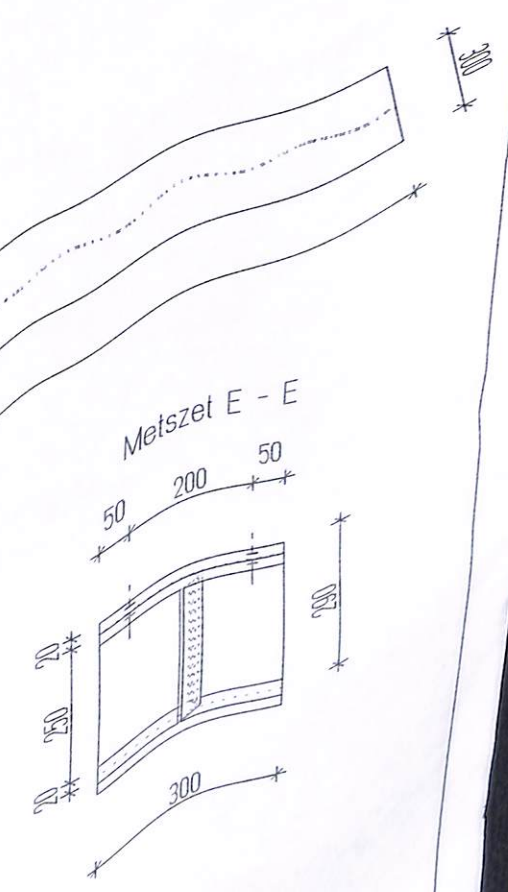
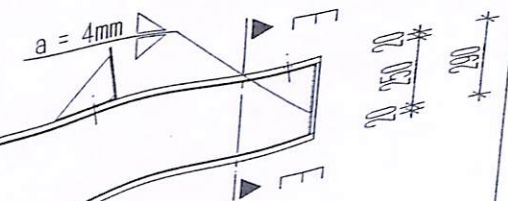
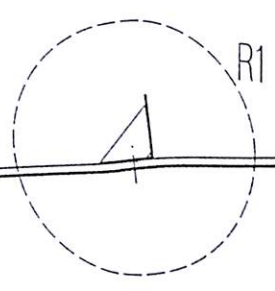
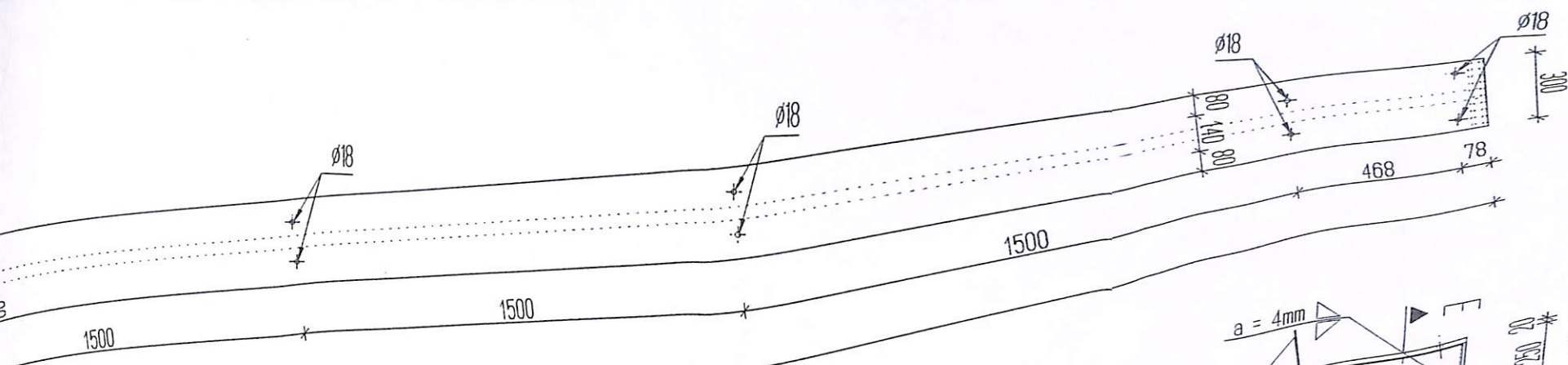
Tervszám:

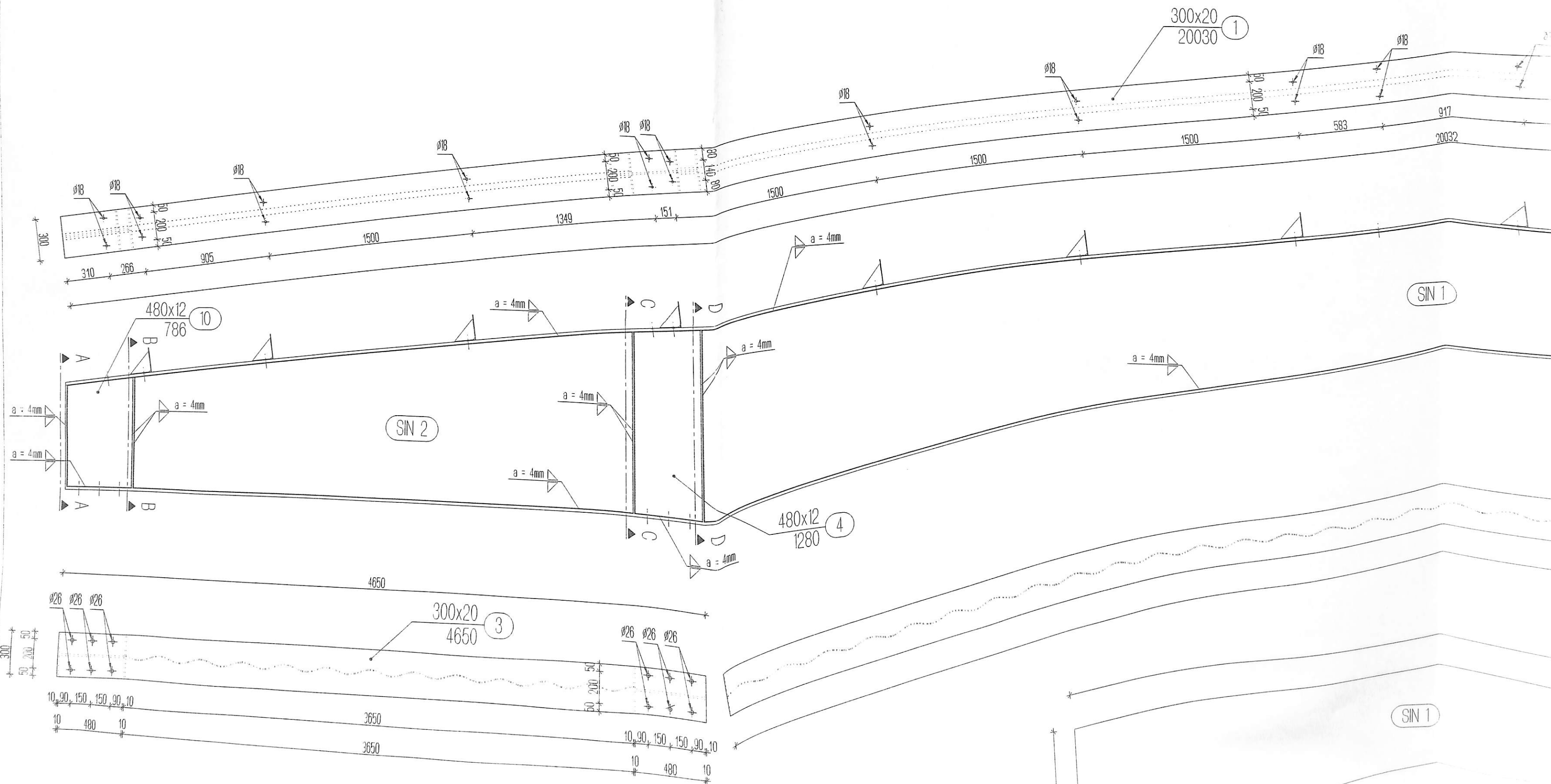
Měřítko: 1:50

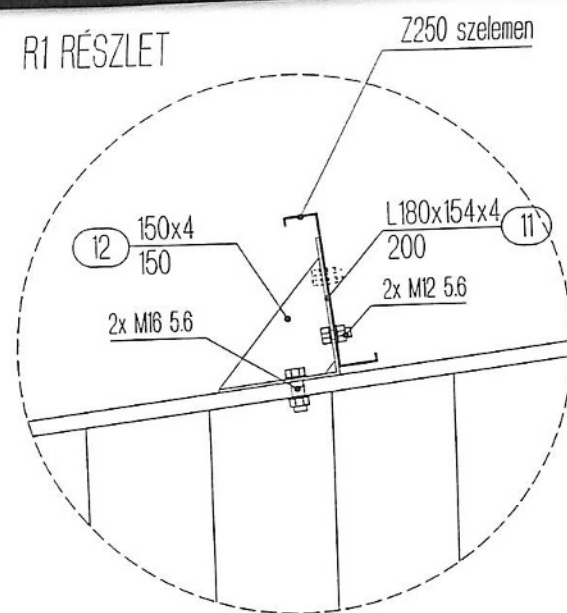
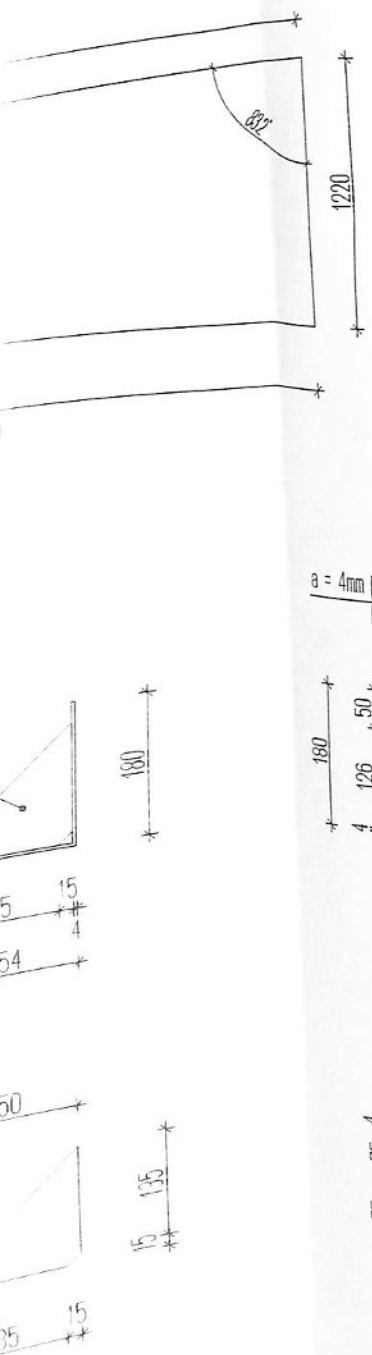
1.25

anzulens:

Mihók Barna

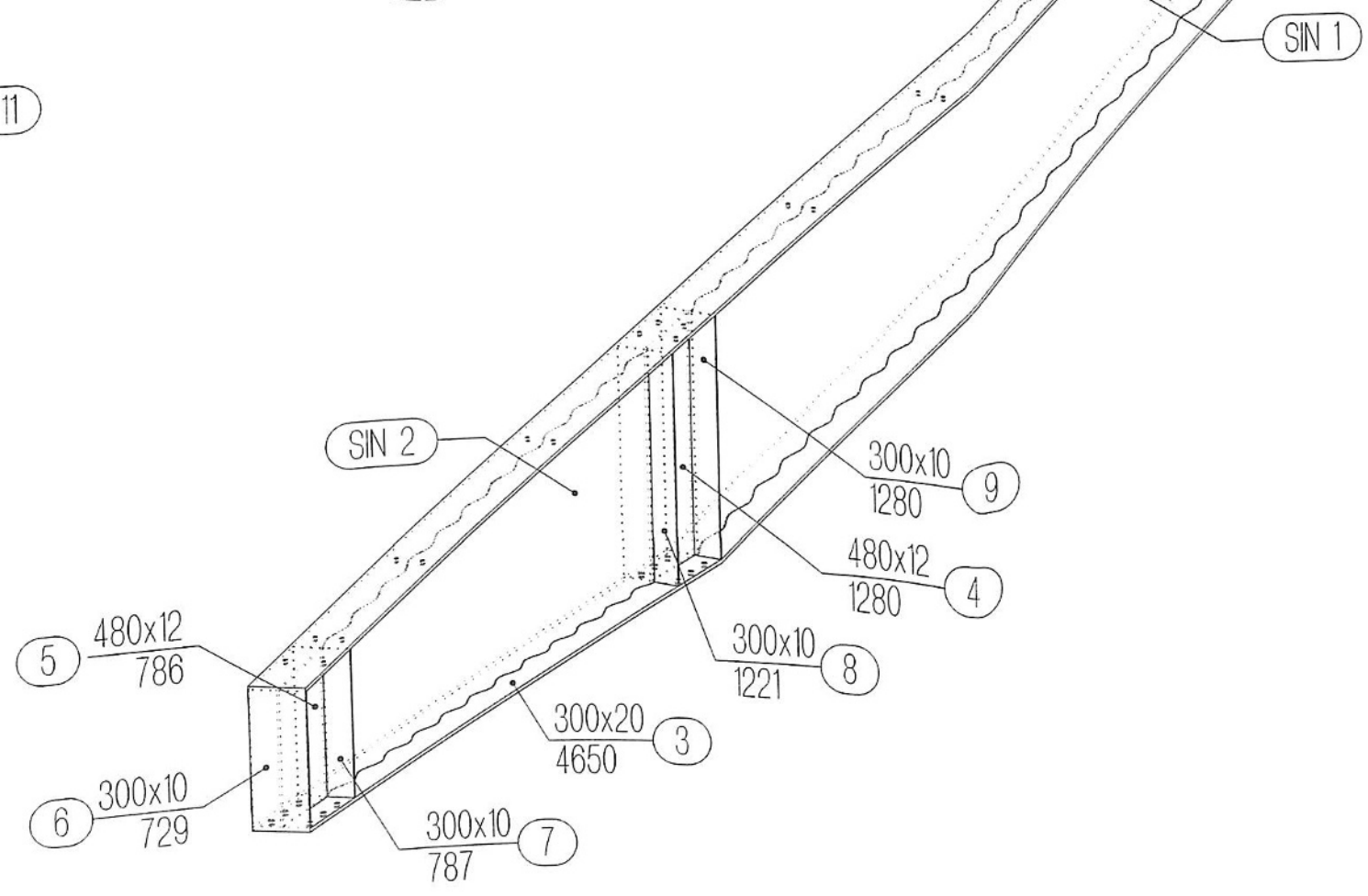
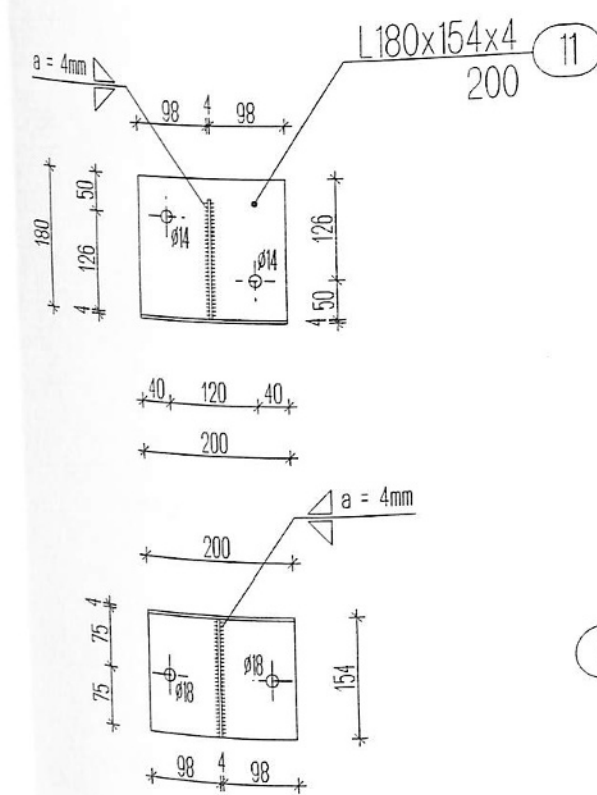






TÉRBELI NÉZET

300x20
15506 (2)



Poz.	Szelvény/ Megnevezés	db	Hossz /db (mm)	Súly /db (kg)
Anyagminőség: S235JR MSZ EN 10025				
SIN1	hullámgerincű	1	18122	549,108
SIN2	hullámgerincű	1	4267	172,543
1	300x20	1	20030	939,41
2	300x20	1	15506	717,804
3	300x20	1	4650	217,995
4	480x12	1	1280	57,876
5	480x12	1	786	35,54
6	300x10	1	729	17,168
7	300x10	1	787	18,534
8	300x10	1	1221	28,754
9	300x10	1	1280	30,144
10	300x10	1	250	5,888
11	150x4	14	150	0,707
12	L180x154x4	14	200	2,041
Csavarkimutató				
13	M24 8.8. csavar+a.a.	12		
14	M16 5.6. csavar+a.a.	38		
15	M12 5.6. csavar+a.a.	28		
Teljes tömeg (kg/db):			2793,504	

MEGJEGYZÉS

Az anyagkimutató egy szerkezeti elemre értendő!
Mértérítés: ±1 mm

Anyagminőség:
- Szerkezeti acél S235/MSZ EN 10025
- Csavaranyag: 5.6 és 8.8

Készült: 18
Beadás éve: 2017/18 I. félév

Intézet: Építőmérnöki Intézet

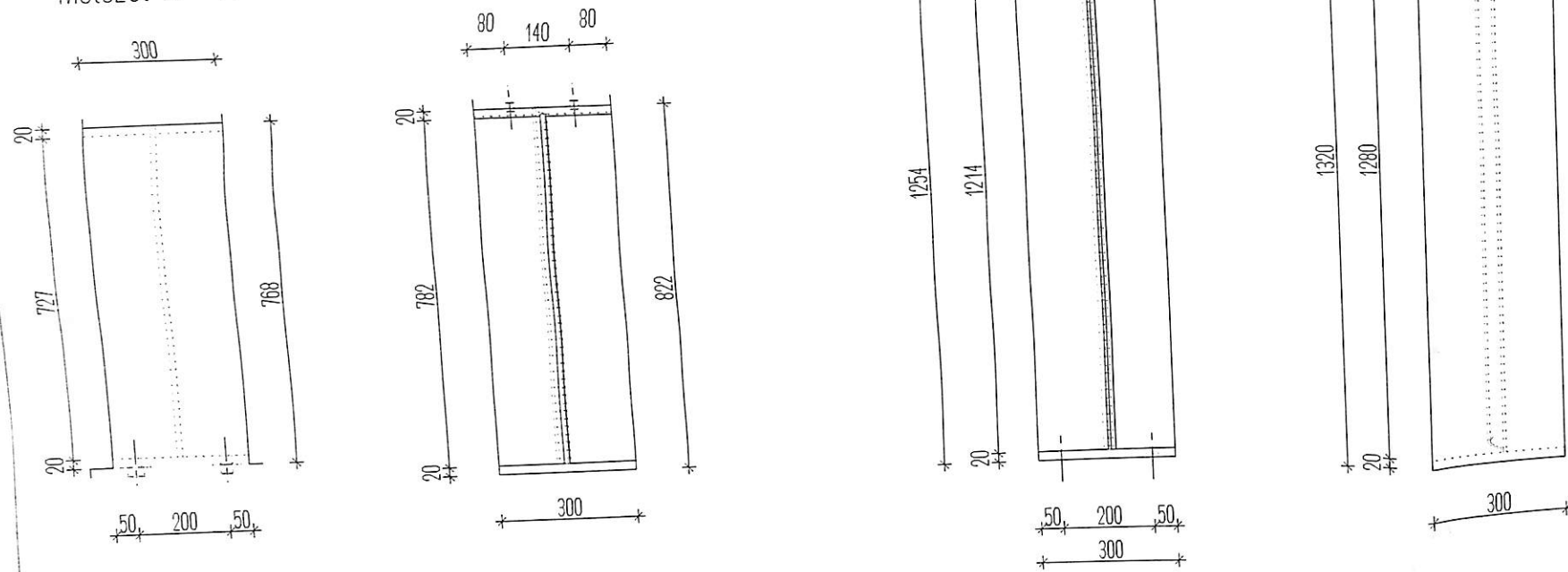
Szakcsoport: Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport

Diplomamunka megnevezése: Alcuier stadion lelátó tervezése Tervszám: A01

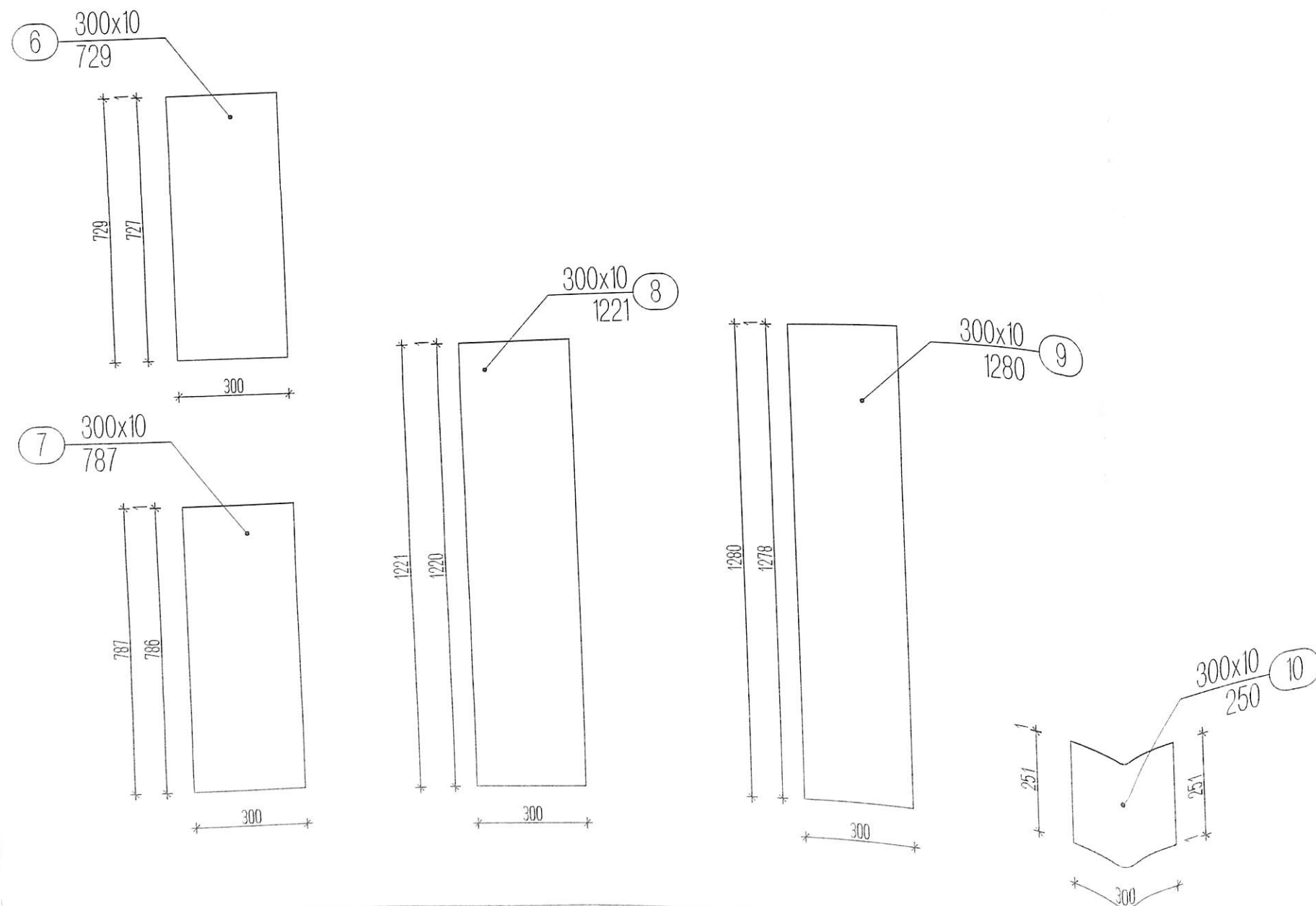
Terv megnevezése: A01 jelű acéllelátó gyártmányterve Méretarány: 1:15
1:25 1:35

Hallgató: Vida Tímea Neptunkód: [REDACTED] Iskola: [REDACTED] Konzulens: Mihók Barna

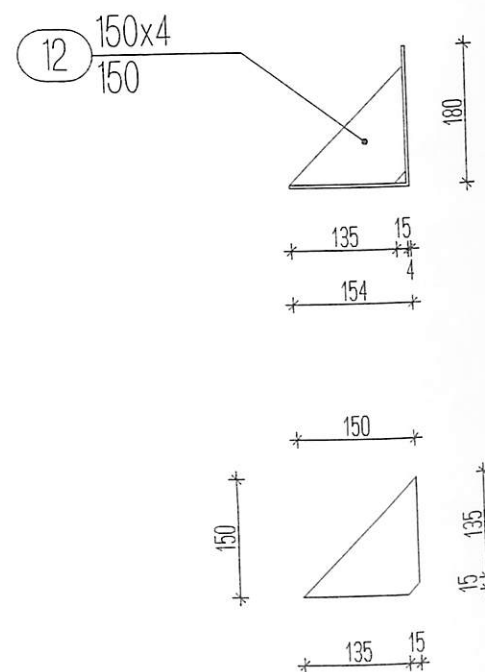
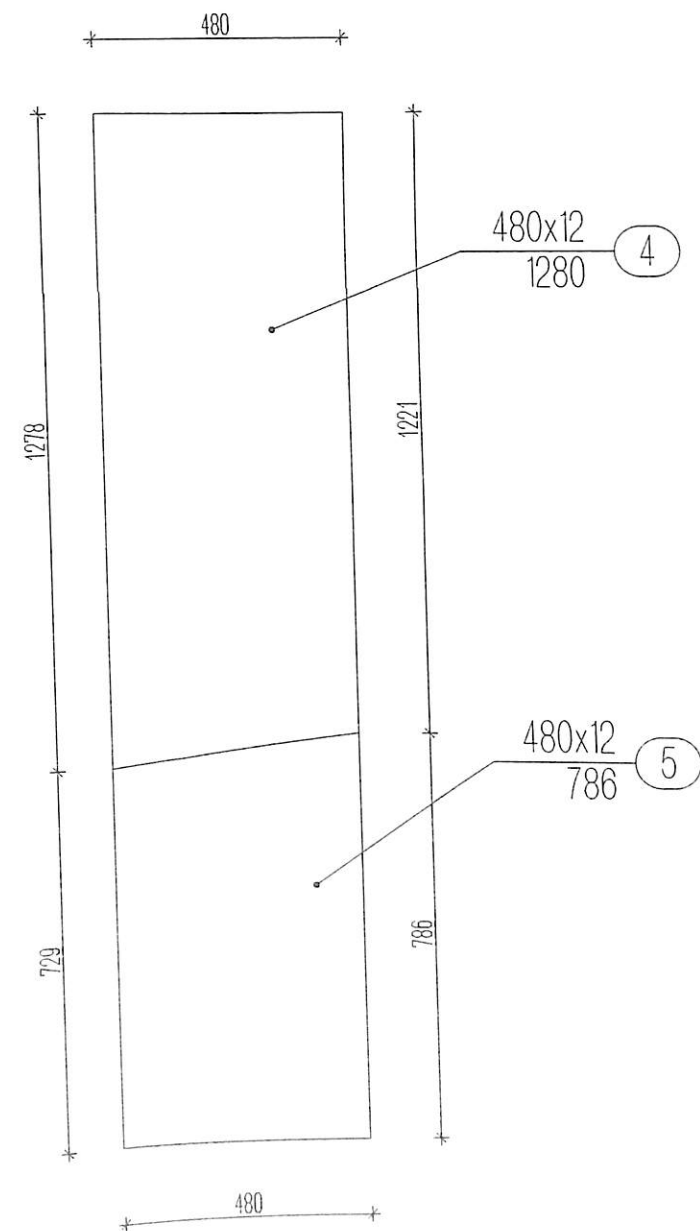
Metszel A - A

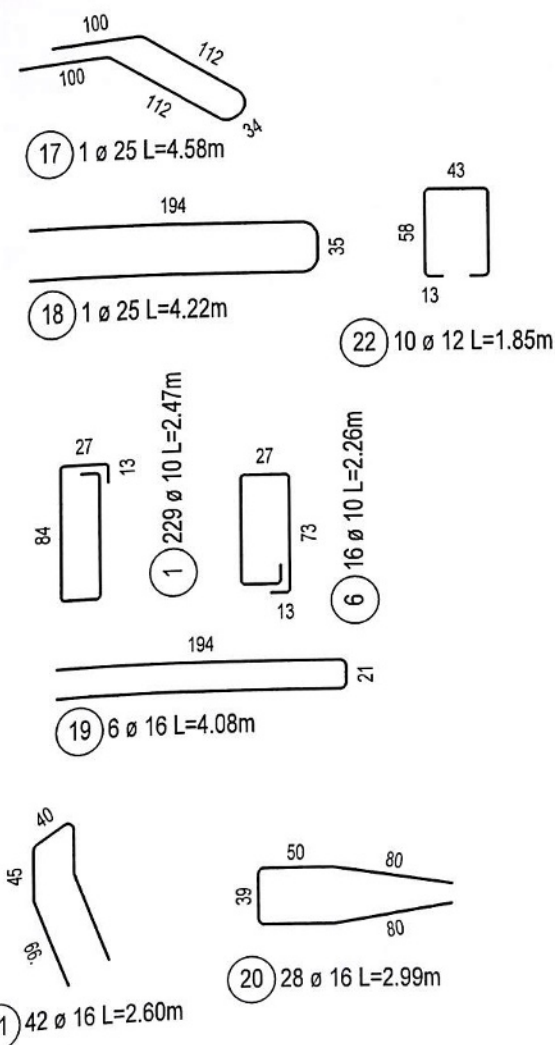
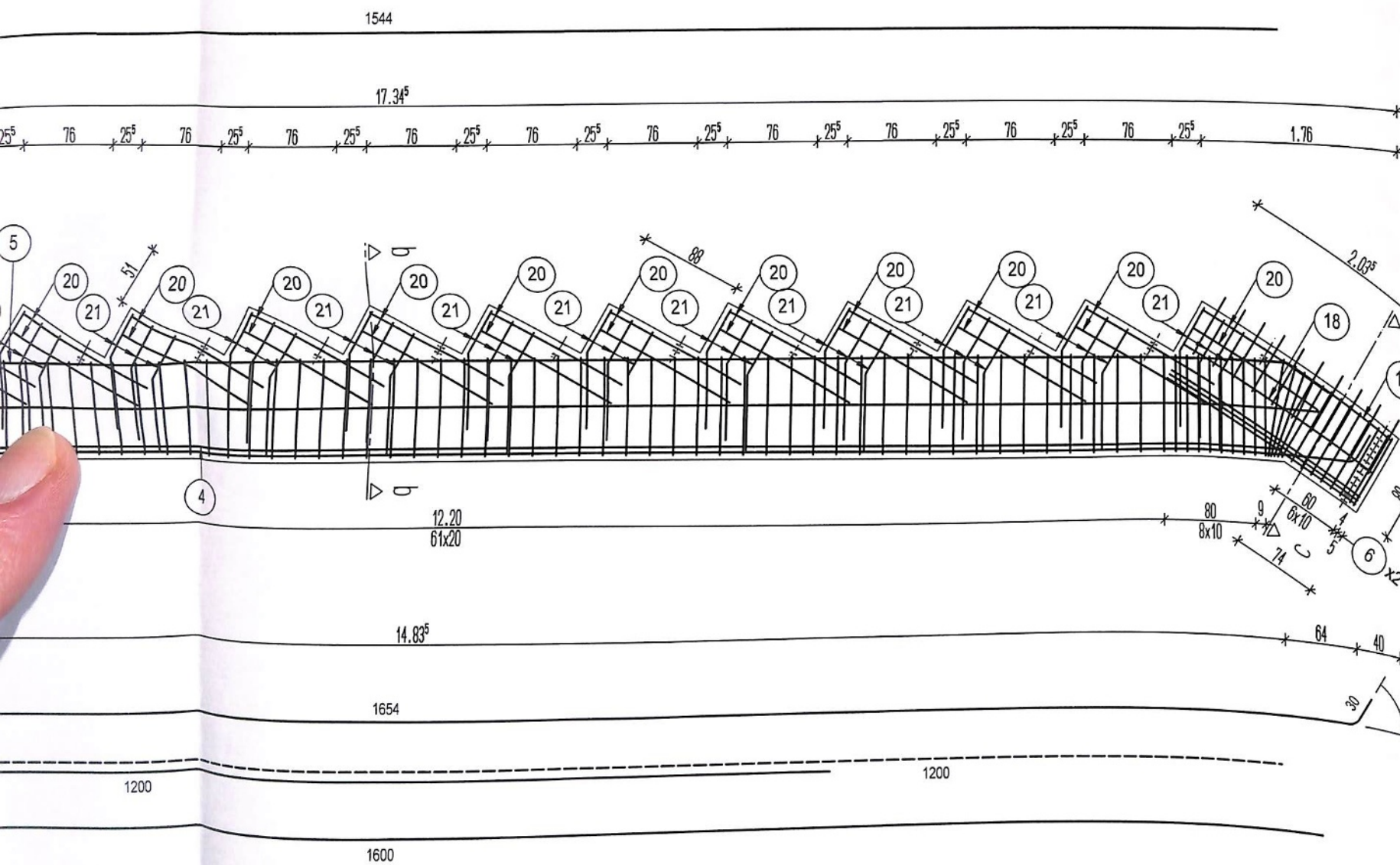


HOMLOKLEMEZKESZABÁSA



KIEGÉSZÍTŐ GERINCLEMEZKESZABÁSA





Alak	Szám	Hossz a [cm]	Hossz Egyes vas [m]	Hossz Teljes [m]
7.1	2	75	2.3	4.6
7.2	2	77	2.34	4.68
7.3	2	80	2.4	4.8
7.4	2	83	2.46	4.92
7.5	2	86	2.52	5.04
Hosszak összege = 24.040 m				

Alak	Szám	Hossz a [cm]	Hossz Egyes vas [m]	Hossz Teljes [m]
8.1	2	97	2.74	5.48
8.2	2	94	2.68	5.36
8.3	2	92	2.64	5.28
8.4	2	90	2.6	5.2
8.5	2	86	2.52	5.04
8.6	2	85	2.5	5
8.7	2	84	2.48	4.96
Hosszak összege = 35.320 m				

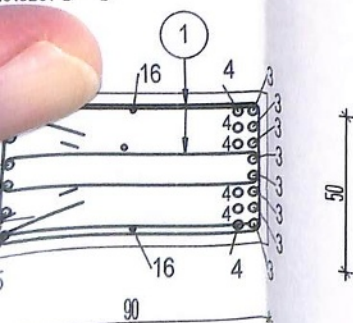
Vaslista

Poz.	db	Ø [mm]	Egyes hossz [m]	Teljes hossz [m]	Tömeg [kg]
1	229	10	2.47	565.63	348.99
3	8	28	16.85	134.80	651.08
4	6	28	12.00	72.00	347.76
5	6	25	15.44	92.64	356.66
6	16	10	2.26	36.16	22.31
7	10	10	-X-	24.04	14.83
8	14	10	-X-	36.32	22.41
9	22	10	2.98	65.56	40.45
10	8	25	2.25	18.00	69.30
11	4	16	2.25	9.00	14.22
12	2	20	2.21	4.42	10.92
13	1	20	3.58	3.58	8.84
14	2	16	2.21	4.42	6.98
15	6	25	2.79	16.74	64.45
16	2	16	16.00	32.00	50.56
17	1	25	4.58	4.58	17.63
18	1	25	4.22	4.22	16.25
19	6	16	4.08	24.48	38.68
20	28	16	2.99	83.72	132.28
21	42	16	2.60	109.20	172.54
22	10	12	1.85	18.50	16.43

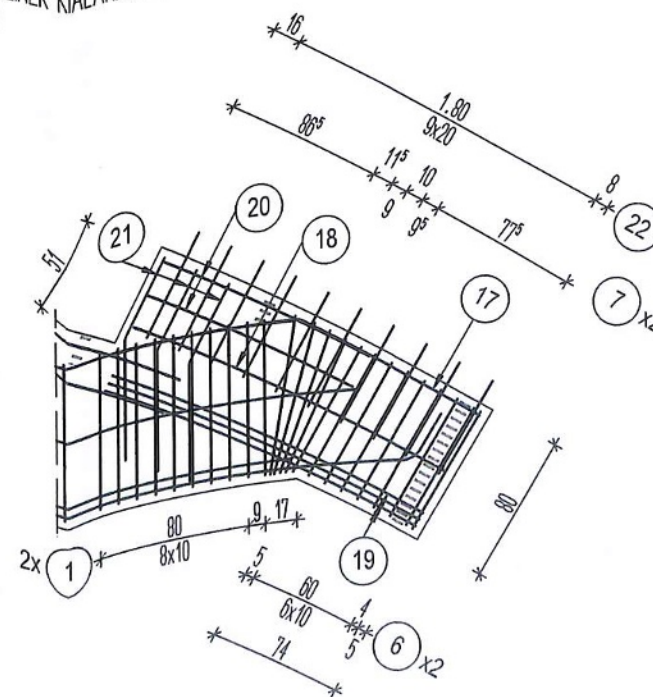
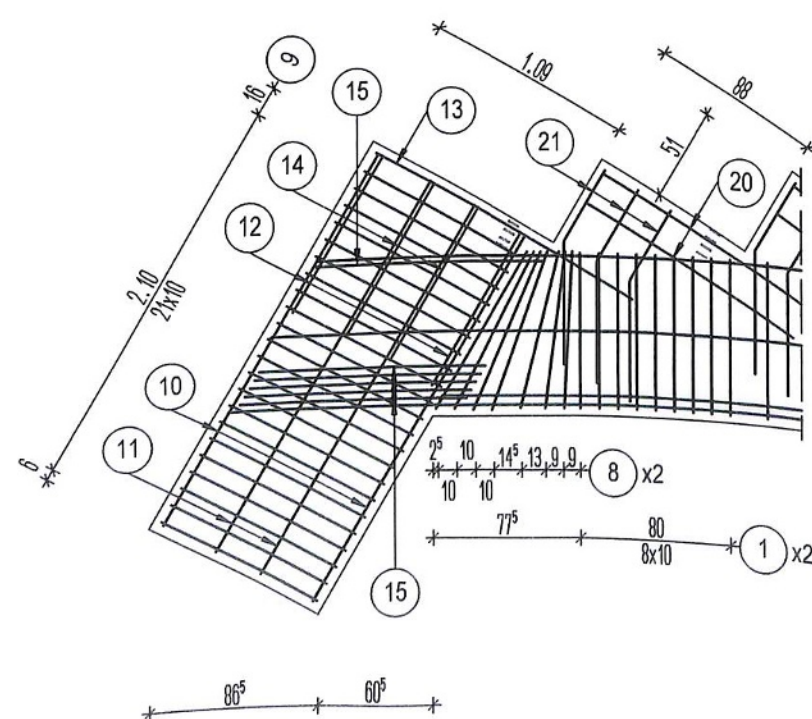
Teljes tömeg [kg] :

2423.57

szelvény b - b

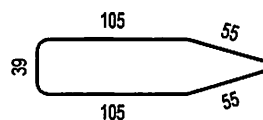


LELÁTÓGERENDA TARTÓVÉGEINEK KIALAKÍTÁSA M = 1:40



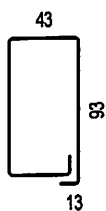
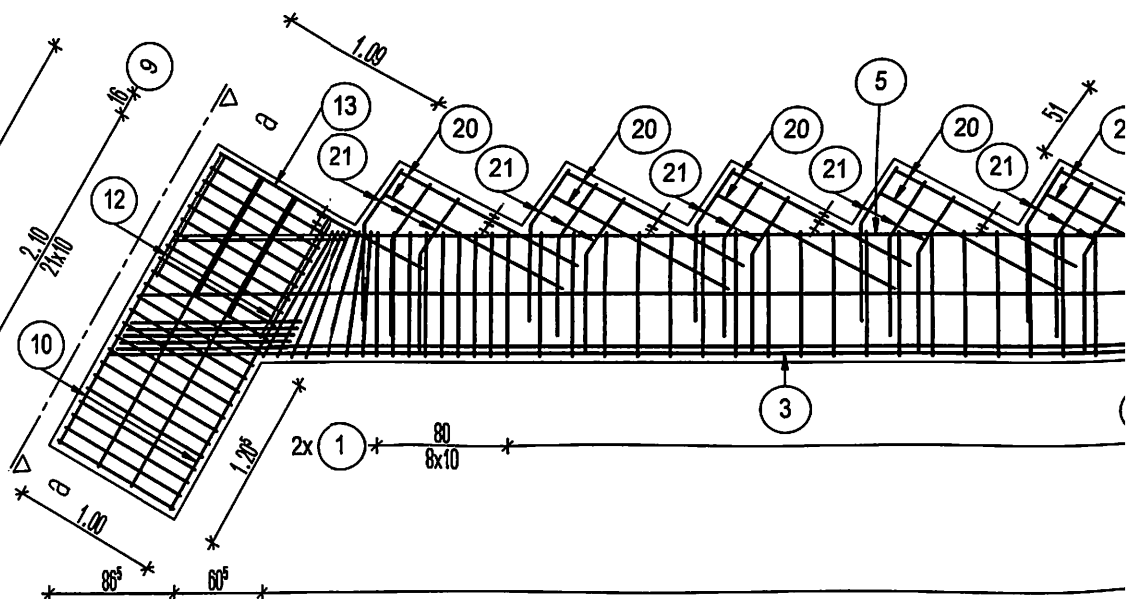
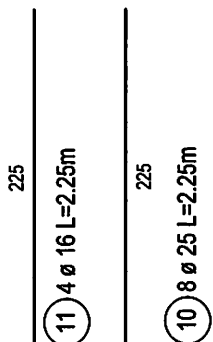
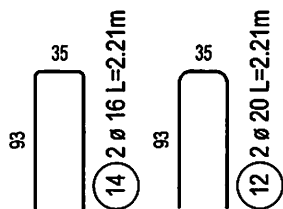
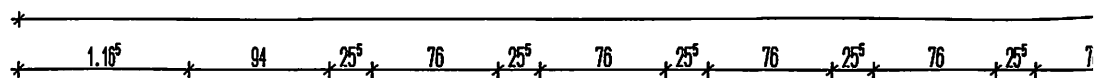
MEGJEGYZÉS

Betonminőség:	C40/50-XC3-16-F3	Mértékadó igénybevételek:
Betonacél:	B500B	MEd [kNm] +1811
Betontakarás:	35 mm	VEd [kN]
Betontérfogat:	9,73 m3	
Súly:	24,33 t	
Tűzállóság:	R60	Készült: 18
SZENT ISTVÁN EGYETEM		Beadás éve: 2017/18 I. félév
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KÁR, BUDAPEST		
Intézet: Építőmérnöki Intézet		
Szakcsoport: Mechanika és tartószerkezetek Szakcsoport		
Diplomamunka megnevezése: Alcufer stadion lelátó tervezése		Tervszám: LG01_2
Terv megnevezése: LG01 lelátógerenda vasalási terve		Méretarány: 1:50
Hallgató: Vida Tímea		Konzulens: Mihók Barna

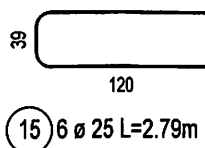


13 1 $\emptyset$ 20 L=3.58m

5 6 $\emptyset$ 25 L=15.44m



9 22 $\emptyset$ 10 L=2.98m



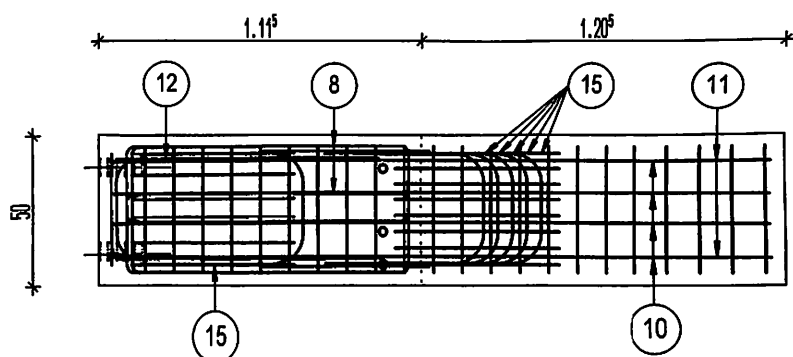
15 6 $\emptyset$ 25 L=2.79m

3 8 $\emptyset$ 28 L=16.85m

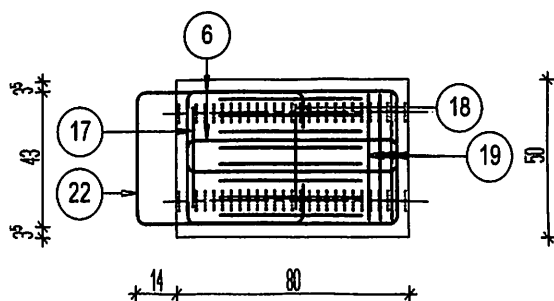
4 6 $\emptyset$ 28 L=12.00m

16 2 $\emptyset$ 16 L=16.00m

Metszet a - a



Metszet c - c



Metszet b - b

