



ÓBUDAI EGYETEM
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

SZAKDOLGOZAT

NÉGYLAKÁSOS TÁRSASHÁZ TARTÓSZERKEZETI MÉRETEZÉSE

Készítette: Veres Levente

Belső konzulens: Szabó Balázs

Óbudai Egyetem

Ybl Miklós Építéstudományi Kar

Geotechnikai és Tartószerkezeti Tanszék

Budapest, 2024



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Veres Levente

Szakedolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Építőmérnöki

Specializáció: Magasépítési

A dolgozat címe: Négylakásos társasház épületszerkezeti méretezése

A dolgozat címe angolul: Structural dimensioning of a condominium house

A feladat részletezése: Választott négylakásos társasház építész tervei alapján méretezésre kerülnek az egyes tartószerkezeti elemek és rendszerek

Intézményi konzulens neve: Szabó Balázs

A kiadott téma elévülési határideje: 2025. 12. 31.

Beadási határidő: 2024. 05. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2024. 03. 26.

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet
1446 Budapest, Thököly út 74.
1442 Budapest, 70., Pf. 117.

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2024. 05. 15.

belső konzulens

külső konzulens

ALK.		DÁTUM	KONZULTÁCIÓ TÉMÁJA, TARTALMA	KONZULENS ALÁÍRÁSA
1.	2024.03.01.	A feladat áttekintése		
2.	2024.04.19.	Axis konzultáció		
3.	2024.05.06.	Tervek egyeztetése		
4.	2024.05.10.	Leadás előtti konzultáció		

A Konzultációs naplót minimum négy alkalommal az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni bármelyik konzulenssel.

A részvételt a konzulens akkor igazolhatja, ha arra a hallgató felkészülten érkezik, azaz érdemi konzultáció történt.

A hallgató a Szakdolgozat/Diplomaterv/Diplomamunka tantárgy(ak)* követelményét teljesítette.

Kelt: Bp. (hely), 2024.05.10. (dátum)

_____ belső (kari) konzulens

* A megfelelő aláhúzendő.

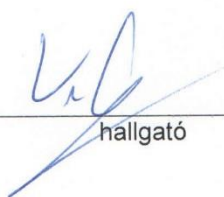


Ybl Miklós Építéstudományi Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott VELES JENŐTE hallgató kijelentem, hogy a dolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült dolgozatban található eredményeket az Óbudai Egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Bp..... (hely), 2014.01.28..... (dátum)



hallgató

1. Tartalomjegyzék

Fedlap.....	1
Szakdolgozat feladatlap	2
Szakdolgozat konzultációs napló.....	3
Hallgatói nyilatkozat.....	4
1. Tartalomjegyzék.....	5
2. Feladatkiírás	8
2.1. Építész tervek a tartószerkezeti tervezéshez.....	8
2.2. Tartószerkezeti konstrukciók.....	9
2.2.1. Alapozás	9
2.2.2. Pincefalazat.....	9
2.2.3. Felmenő falak	9
2.2.4. Födémek	9
2.2.5. Fedélszék	9
3. Címoldal.	10
4. Műszaki leírás	11
4.1. Előzmények	11
4.2. Alkalmazott szabványok.....	12
4.3. Kapott adatok.....	12
4.3.1. Építész tervek	12
4.3.2. Talajvizsgálati jelentés	13
4.4. Tervezéshez használt szoftverek	15
4.5. Alapozás	15
4.5.1. Sávalap	16
4.5.2. Szerelőbeton	16
4.5.3. Talajvíznyomás elleni szigetelés	17
4.5.4. Szigetelés védő beton	17
4.5.5. Vasalt aljzat	17
4.6. Függőleges teherviselő szerkezetek.....	18
4.6.1. Pincefal	18
4.6.2. Felmenő falak	19

4.6.3. Függőleges koszorú	19
4.6.4. Pillérek	19
4.7. Vízszintes teherviselő szerkezetek	20
4.7.1. Általános földemek	20
4.7.2. Gerendák	20
4.7.3. Koszorú	22
4.7.4. Előregyártott áthidalók	23
4.7.5. Hőhídmegezakító elemek	23
4.8. Lépcsők	24
4.9. Fedélszék	24
4.10. Összefoglalás	25
4.11. Az építkezésakor betartandó jogszabályok és előírások	26
4.12. Munkavédelmi előírások	27
5. Számítási mellékletek	28
5.1. Terhek és hatások	28
5.1.1. Rétegrendi teher	28
5.1.2. Esetleges terhek	32
5.2. Alaptest méretezése	33
5.2.1. Alaptest méretezésének számítása	33
5.2.2. Mértékadó alaptest geometriai méretei	37
5.3. Vasalt aljzat	37
5.3.1. Vasalt aljzat geometriája, terhei, igénybevételi ábrái	37
5.3.2. Vasalt aljzat szükséges vasmennyiségei	41
5.3.3. Alaptest és vasalt aljzat felúszásvizsgálata	43
5.4. Pincefal méretezése földnyomásra	45
5.4.1. Földnyomás kézi számítása	45
5.4.2. A szerkezet szoftveres számítása	46
5.4.3. A kapott szükséges vasmennyiségekből számított vasalás	49
5.5. Pinceszinti 360 cm nyílásközű monolit gerenda	50
5.5.1. Kézi számítás	50
5.5.2. Szoftveres számítás	52
5.6. Pince feletti földem	72

5.6.1. Pince feletti földem geometriája, terhei, igénybevételi ábrái	72
5.6.2. Pince feletti földem szükséges vasmennyiségei	75
5.6.3. Pince feletti földem alkalmazott vasmennyiségei.....	77
5.7. Földszinti 360 cm nyílásközű monolit gerenda	77
5.7.1. Szoftveres számítás.....	77
5.8. Földszinti 270 cm nyílásközű monolit gerenda	78
5.8.1. Kézi számítás	78
5.9. Földszint feletti földem	81
5.9.1. Földszint feletti földem geometriája, terhei, igénybevételi ábrái	81
5.9.2. Földszint feletti földem szükséges vasmennyiségei	85
5.9.3. Földszint feletti földem alkalmazott vasmennyiségei.....	86
5.10. Schöck hőhídmegegyező elemek méretezése	87
5.10.1. Rövid oldali 210x410cm méretű erkélyek	87
5.10.2. Hosszú oldali, 170x1030cm méretű erkély	88
5.10.3. Hosszú oldali, 160x520cm méretű erkély	89
5.11. Emelet feletti földem	90
5.11.1. Emelet feletti földem geometriája, terhei, igénybevételi ábrái	90
5.11.2. Emelet feletti földem szükséges vasmennyiségei	93
5.11.3. Emelet feletti földem alkalmazott vasmennyiségei.....	94
5.12. Koszorú 1060cm nyílásközű gerenda része.....	95
5.12.1. Szoftveres számítás	95
5.12.2. Koszorú igénybevételei	100
5.12.3. Koszorú vasalása	101
5.13. Fedélszék	102
5.13.1. Fedélszék geometriája, terhei, igénybevételi ábrái	102
5.13.2. Fedélszékben alkalmazott szelvények.....	106
5.13.3. Faoptimalizálás	108
Hivatkozásjegyzék	109
Tervi mellékletek	

2. Feladatkiírás

2.1. Építész tervek a tartószerkezeti tervezéshez:

Az építész tervek alapján meghatározható az épület körvonala és a lakások elhelyezkedése, azok elosztása és méretei. Az építész által javasolt tartószerkezetek geometriai méretei átgondoltak, azonban a tartószerkezeti méretezés során ezek ellenőrzésre kerülnek.

A Megrendelő egyedi kérése alapján az épület alatt pinceszint kerül megtervezésre, melyben helyet kap két darab, egy-egy autó elhelyezésére szolgáló garázs, egy wellness helyiség és egy tároló helyiség is.

A garázslejáró megközelítéséhez (a meglévő helyszínrajzzal ellentétben) mindkét, telekkel kapcsolatban álló utcáról bejáratot kell nyitni.



1. ábra: Látványterv (forrás: Siffel Béla terve)

2.2. Tartószerkezeti konstrukciók:

2.2.1. Alapozás:

Az alapozás monolit vasbeton sávalap, melynek geometriai méretei és vasalása a számítások során méretezésre kerülnek. A tervezés során figyelembe kell venni a mértékadó talajvízszintet, a szerkezetet ellenőrizni kell felúszásra is!

2.2.2. Pincefalazat:

A pincefalazat 30 cm széles zsaluköből készül, az üregek pedig a vasalat elhelyezése után kiöntésre kerülnek.

Bár a Talajvizsgálati jelentés mérései során végzett 10,0 méter talpmélységű fúrás során talajvizet nem találtak és a korábbi adatok szerint is csak 4,0-8,0 méter között van a talajvíz maximális szintje, a fúrás helyétől egy kilométerre azonban 2,0-4,0 méter mélységű talajvízszint lehet jelen, így a tervezés során ezt tekintjük mértékadónak.

2.2.3. Felmenő falak:

Az épület homlokzati falai Porotherm 30 N+F falazóelemből készülnek, kiegészítő hőszigeteléssel és nemesvakolattal ellátva.

2.2.4. Födémek:

A födémek helyszínen készülők, monolit vasbeton lemezek. A szükséges vastagság és a vasalás a feladat során számításra kerül. Az épület homlokzatából kinyúló erkélyek szintén monolit vasbeton lemezek, ezek kapcsolata az építész javaslata alapján Schöck hőhídmegszakító elemmel kerül tervezésre. Az elemek méretezésére a Schöck saját méretező szoftverét alkalmazom.

2.2.5. Fedélszék:

A tetőszerkezet fa fedélszék. A fesztávot tekintve székoszlopok elhelyezése elkerülhetetlen, ezeket az alátámasztó falazatokhoz minél közelebb kell elhelyezni.

3. Címoldal

NÉGYLAKÁSOS TÁRSASHÁZ TARTÓSZERKEZETI MÉRETEZÉSE

Balatonföldváron épülő négylakásos társasház építészeti tervei alapján méretezésre kerülnek az egyes tartószerkezeti elemek és rendszerek. A Beruházó kérésére megvizsgálom egy pinceszint kialakításának lehetőségét. Végeselem modellező szoftver használatával és kézi számításokkal szintenként modellezésre kerül az épület és az azt érő hatások, továbbá az így kapott igénybevételek alapján méretezésre kerülnek az egyes szerkezetek.

A számítások során megvizsgálom az alapot, a vasalt aljzatot, a pincefalakat, a födémeket és gerendákat, illetve a fedélszéket. A kapott eredmények alapján elkészítem a tartószerkezeti kiviteli terveket és az azokhoz tartozó műszaki leírást.

STRUCTURAL DIMENSIONING OF A CONDOMINIUM HOUSE

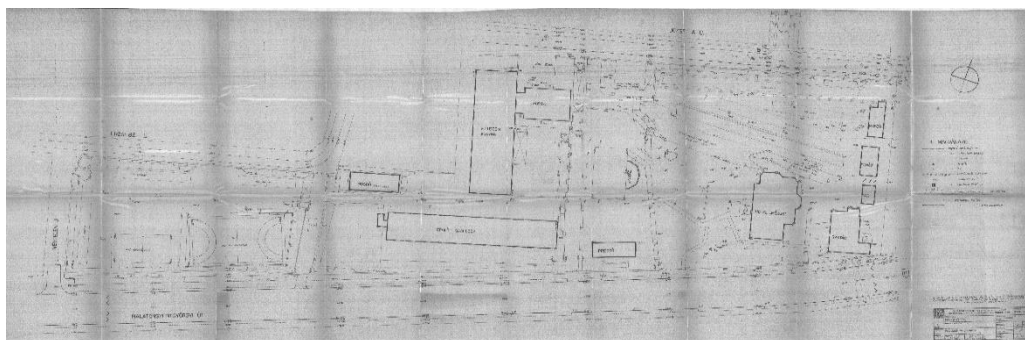
Based on the architectural plans of the four-apartment condominium being built in Balatonföldvár, the individual structural elements and systems are sized. At the request of the Investor, I will examine the possibility of creating a basement level. Using finite element modeling software and manual calculations, the building and the effects it is subjected to, as well as the resulting loads, will be modeled on each level, and based on these loads, the individual structures will be sized.

During the calculations, I will examine the foundation, reinforced concrete slab, basement walls, floor slabs and beams, as well as the roof structure. Based on the obtained results, I will prepare the detailed structural plans and the corresponding technical specifications.

4. Műszaki leírás

4.1. Előzmények:

A tervezett épület Balatonföldváron található a Balaton déli felén, a parttól légvonalban 500 méterre. A terület korábban egybefüggő 23 000 négyzetméteres, üdülő övezeti besorolású ingatlan volt, melyen állt egy 1970-es években épült, négyszintes vasbeton épület (Juventus Szálló), egy földszintes kiszolgáló épület és egy műemlékvédelem alatt álló korabeli kúria (Mókus-ház).



2. ábra: Geodéziai helyszínrajz (1979) (forrás: Magyar Nemzeti Levéltár)

Az ingatlan tulajdonosa a területet felosztotta tíz részre, így jött létre öt darab üdülő és öt darab lakó besorolású ingatlan. A tervezett épület az eredeti terület közepén helyezkedik el, besorolása lakóövezeti.

A meglévő épületek felújítása után a tulajdonos új, zöldmezős beruházásokba kezdett, így indult el a tervezése egy üdülő és egy lakóépületnek. Előbbi egy 53 lakásos társasház, utóbbi pedig a megbízásban szereplő négy darab négy lakásos, belső három szintes társasház egyike.



3. ábra: Tervezéssel érintett ingatlan elhelyezkedése az eredeti területen (forrás: Lechner Tudásközpont)

Az épület építész terveit Siffel Gábor és Siffel Béla okleveles építészmérnökök készítették, tartószerkezeti tervezésre a megbízást rajtuk keresztül az ingatlan tulajdonosától, az Árnyas Villák Zrt.-től kaptam. A Megrendelő kérése volt, hogy az építész tervek tartószerkezeti méretezésén kívül vizsgáljam meg a lehetőségét egy pinceszint kialakításának is.

4.2. Alkalmazott szabványok:

- MSZ EN 1990:2005 Eurocode 0
A tartószerkezetek tervezésének alapjai
- MSZ EN 1991-1-1:2005 Eurocode 1
A tartószerkezeteket érő hatások. 1-1.rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei
- MSZ EN 1991-1-3:2005 Eurocode 1
A tartószerkezeteket érő hatások. 1-3.rész: Általános hatások. Hóteher
- MSZ EN 1991-1-4:2005 Eurocode 1
A tartószerkezeteket érő hatások. 1-4.rész: Általános hatások. Szélhatás
- MSZ EN 1992-1-3:2010 Eurocode 2
Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
- MSZ EN 1995-1-1:2010 Eurocode 5
Faszerkezetek tervezése. 1-1.rész: Általános szabályok. Közös és az épületekre vonatkozó szabályok

4.3. Kapott adatok:

4.3.1. Építész tervek

A tartószerkezeti tervezés előzményeként építész tervek készültek az engedélyezéshez, illetve a kivezetéshez 1:50 léptékű méretezéssel és kidolgozottsággal. A csomóponti rajzok léptéke 1:5, a kiegészítő rajzok léptéke 1:200.

A tervezés során felhasznált építész tervek:

E-00	Helyszínrajz	M1:200
E-01	Földszinti alaprajz	M1:50
E-02	Emeleti alaprajz	M1:50
E-03	Tetőtéri alaprajz	M1:50
E-04	A-A és B-B metszet	M1:50
E-05	C-C metszet	M1:50
E-06	Északkeleti és északnyugati homlokzat	M1:50
E-07	Délnyugati és délkeleti homlokzat	M1:50
E-10	Utcakép Erzsébet utca	M1:200
E-11	Utcakép Balatonszentgyörgyi út	M1:200
E-12	Látványterv	
E-14	Fedélszék terv	M1:50
E-16	Részlettervek	M1:5

4.3.2. Talajvizsgálati jelentés:

A „Talajvizsgálati jelentés és geotechnikai adatszolgáltatást” a H-Geo Mine Kft. készítette. A vizsgálat az eredeti terület egy másik pontján történt, azonban figyelembe véve azt, hogy a fúrás helye a leendő épülettől 100 méteren belül van, újabb fúrásos talajvizsgálat nem indokolt. A vizsgálat során két, 150 mm átmérőjű fúrás történt (egy 7,00 méter és egy 10,00 méter talpmélységű), majd laborvizsgálatok során megállapításra kerültek az egyes rétegek talajjellemzői és a talajvíz viszonyok. A vizsgálat során talajvíz a mintákban nem volt, azonban a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) térképei alapján a területen a talajvíz szintje 4,0-8,0 méter mélységben helyezkedik el. Az ingatlan helyétől 1 kilométerre délnyugat felé azonban ez a mélység már csak 2,0- 4,0 méter, így a tervezés során a mértékadó talajvízszint a biztonság javára 2,0 méter.



4. ábra: Magyarország talajvíztérképe (forrás: Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat)

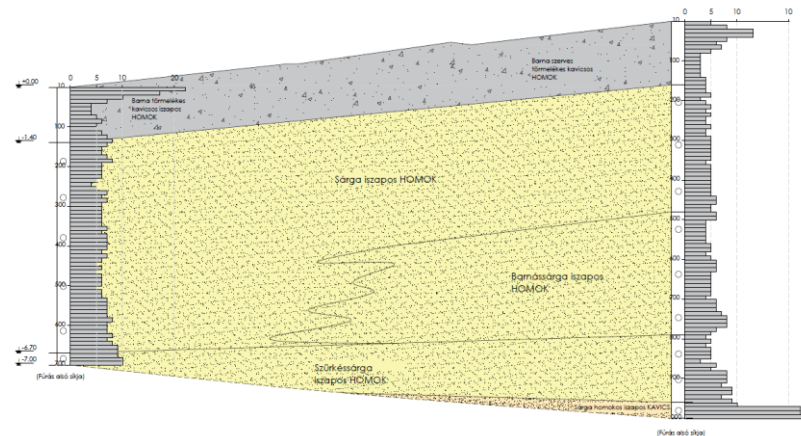
A talajvizsgálati jelentésben leírtak szerint az alapozási sík felvehető a feltöltéses rétegek és a fagyhatár alatt bárhol.

Talajrétegződés az 1-es számú fúrás helyén:

- | | |
|--|------------|
| 1. Barna, törmelékes, szerves kavicsos iszapos homok | 0,00-1,40m |
| 2. Sárga iszapos homok | 1,40-6,70m |
| 3. Szürkéssárga iszapos homok | 6,70-7,00m |

Talajrétegződés a 2-es számú fúrás helyén:

- | | |
|--|-------------|
| 1. Barna, törmelékes, szerves kavicsos iszapos homok | 0,00-1,60m |
| 2. Sárga iszapos homok | 1,60-4,80m |
| 3. Barnássárga iszapos homok | 4,80-7,90m |
| 4. Szürkéssárga iszapos homok | 7,90-9,60m |
| 5. Sárga homokos iszapos kavics | 9,60-10,00m |



5. ábra: Fúrasi rétegszelvény
(forrás: Talajvizsgálati jelentés és geotechnikai adatszolgáltatás)

4.4. Tervezéshez használt szoftverek

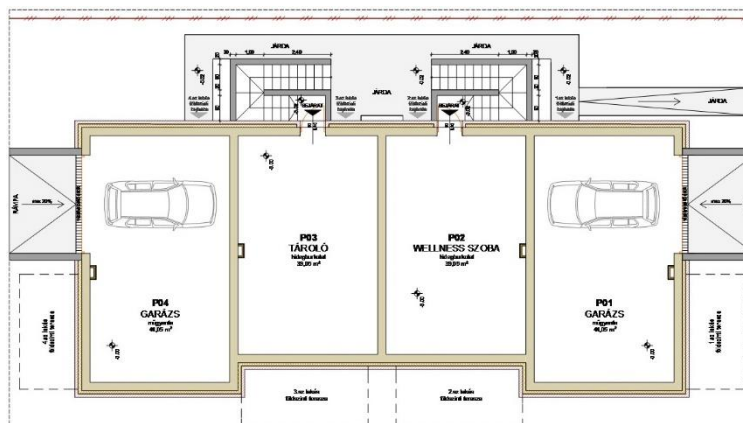
AxisVM X7 (Hallgatói változat)

Schöck beton-beton típusú Isokorb méretező szoftver

4.5. Alapozás:

A kapott építész tervektől eltérően a Megrendelő kérésére pinceszint kerül tervezésre, így az alapozási sík a korábbi -1,16 m-es mélységről -3,97 m mélységre kerül. Az alapozás síkalapozás, azon belül sávalap.

A fent említett területen talajvizsgálat nem történt, azonban a szomszédos telken korábban már készült talajvizsgálati jelentés, így az alapozás tervezésekor ezen dokumentáció rendelkezésemre állt.



6. ábra: Pinceszinti alaprajz (saját rajz)

4.5.1. Sávalap

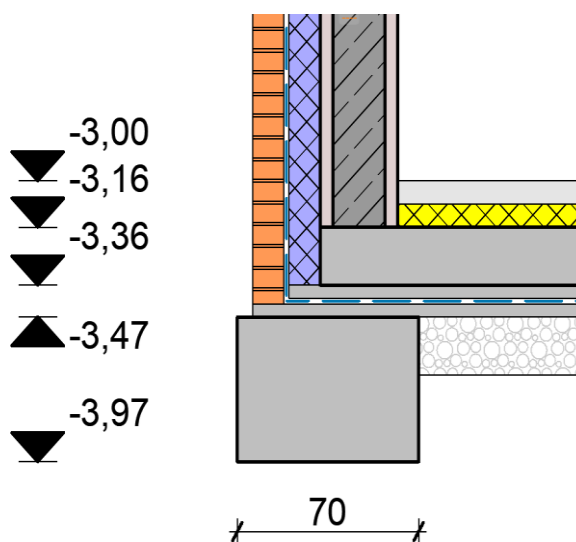
A sávalap az épület kontúrján a talajvíznyomás elleni szigetelés tartófala miatt 70 cm széles, a belső harántfőfalak alatt 50 cm széles, magasságuk egyformán mindenhol 50 cm.

Az alaptest betonminőségénél figyelembe kell venni a Talajvizsgálati jelentésben javasolt környezeti osztályt.

Az alaptest betonminősége: C30/37-XA1-16-F3

A betonacél minősége: B500B

Az 5.2.1-es számítás alapján 70 cm széles sávalapban a minimális húzott vasmenyiséget figyelembevéve 4db Ø14-es, bordázott betonacél helyezendő el egymástól egyenletes távolságokra az alaptest alsó és felső részében egyaránt. Hasonló módon az 50 cm széles alaptestben, azonban az érintett területeken elegendő 3db Ø14-es betonacél (S-01 és S02 Alapozási tervek szerint).



7. ábra: Alaptest csomópont (forrás: saját terv)

4.5.2. Szerelőbeton

A sávalapok közti esetleges visszatöltést tömöríteni kell úgy, hogy az a felső 50 cm-ben elérje az eredeti tömörség 95%-át. Az ágyazat előkészítése után 20 cm tömörített kavicsfeltöltésre helyezett 5 cm vastagságú, technológiai szigeteléssel elválasztott C12/15-32-F1 minőségű szerelőbeton készítendő. A szerelőbeton kellően stabil és egyenletes felületet biztosít a vízszigetelés precíz elkészítéséhez.

A szerelőbeton minősége: C12/15-XC1-32-F1

A szerelőbetonba betonacél nem kerül!

A talajvizsgálati jelentés fúrásai során talajvíz a mintákban nem volt, azonban a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat térképei szerint is a talajvíz lemagasabb értéke a felszíntől számított 4 m mélységben lehetséges.

Amennyiben a kivitelezés során talajvíz jelenléte észlelhető az alap készítése során, abban az esetben vákuumkutas talajvízszint-süllyesztés segítségével az alapozási sík alá kell süllyeszteni a vízszintet legalább 50 cm-rel, mely kutak működését a pince feletti földem tartószerkezeti megépítéséig fenn kell tartani!

4.5.3. Talajvíznyomás elleni szigetelés

A szerelőbetonra bitumenes kellősítés után 2 réteg talajvíznyomás elleni szigetelőlemez kerül. A vízszigetelés elkészítése során ügyelni kell a felület gondos előkészítésére, továbbá a toldásoknál kialakított átfedésekre. Az alkalmazott termékek gyártói utasításait maradéktalanul be kell tartani!

4.5.4. Szigetelés védő beton

A vízszigetelésre 5 cm vastagságban szigetelés védő beton kerül. Ezen réteg elsődleges feladata az előző lépésben kialakított vízszigetelő réteg védelme, továbbá egyenletes felületet biztosít a vasalt aljzat kialakításához.

A szigetelés védő beton minőség: C12/15-XC1-32-F1

A szigetelés védő betonba betonacél nem kerül!

4.5.5. Vasalt aljzat

A vasalt aljzatot az 5.3-es számítás szerint C25/30-XC1-16-F3 minőségű beton alkalmazásával kell elkészíteni 20 cm vastagságban, fő- és mellékirányú vasalás Ø12, helyszínen szerelt háló 200 mm-es kiosztásban. Az aljzatbeton és a ráültetett zsalukő falazat együttdolgozását Ø12 betonacél tüskék biztosítják 25 cm-ként, melyek a vasalt aljzat elkészítésekor kerülnek elhelyezésre. Az L alakú vasak az aljzat alsó vasalását kötik össze a zsalukő fal kétsíkú vasalatával. A vasak elhelyezésekor ügyelni kell arra, hogy a felálló vasak egy síkba kerüljenek. A zsalukő fal építésekor kiemelten figyelni kell a vasak függőleges pozíciójára, mert azok csak a megfelelő pozícióban tudják biztosítani a számított kapcsolatot.

A vasalt aljzat betonminősége: C25/30-XC1-16-F3

A betonacél minősége: B500B

A pincefal elkészítéséig kiemelt figyelmet igényelnek a kiálló betonacélok! A kivitelezés ezen ütemében (és az egész kivitelezés alatt) a vonatkozó munkavédelmi szabályokat maradéktalanul be kell tartani!

4.6. Függőleges teherviselő szerkezetek

4.6.1. Pincefal

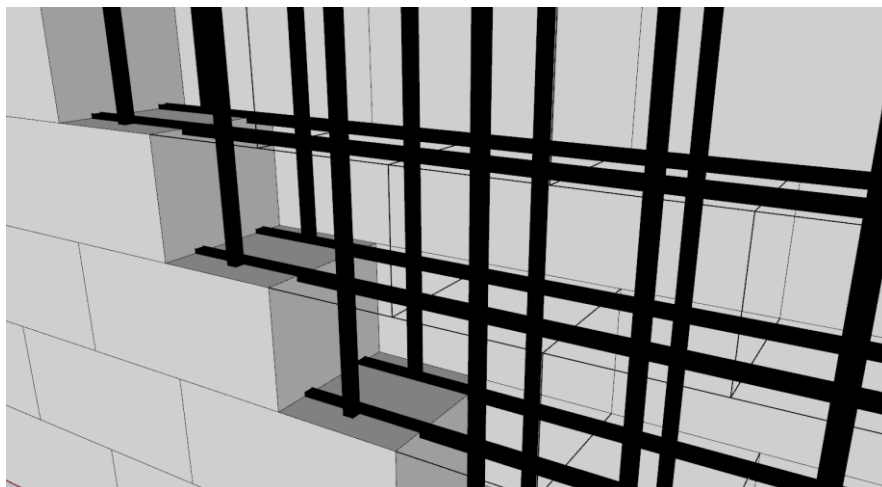
A magasabb értékkel feltételezett talajvízszint miatt a pincefal talajvíznyomással érintett szerkezet, ezért védeni kell azt a víz szerkezetkárosító hatásaitól. Ezen védelem elkészítésének első lépése az alaptestre ültetett 12 cm széles, kisméretű tömör téglából falazott szigeteléstartó fal, melyen felvezetésre kerül a legalább 2 réteg bitumenes talajvíznyomás elleni szigetelő lemez. A talajvíznyomás elleni szigetelés a szigeteléstartó falon és a szerelőbetonon gyártói előírásnak megfelelő kell kialakításra kerüljön, különösen odafigyelve a toldásokra és a felületek előkészítésére.

A szigetelés védő falra kerülő talajvíznyomás elleni szigetelőlemezt belső oldalon 12 cm vastagságú XPS hőszigetelő lemez védi, mely a védelmi funkcióján túl hőszigeteli az épület kontúrja mentén a pince talajjal érintkező falát.

A pincefal 30 cm széles zsalukő falazat, melynek első két sorát a vasalt aljzataból egysorban kiálló bekötő vasakon átfűzve kell kialakítani. A zsalukő fal vasalását az elemek erre a célra kialakított vízszintes mélyedéseibe, illetve a feles eltolásból adódó függőlegesen végigmenő üregekbe kell elhelyezni. A falak felső merevségét a pince feletti földemmel való kapcsolat biztosítja. A zsalukő fal legfelső sorának megépítése után bekötő vasakat kell elhelyezni a falazat tetején, melyek 70 cm-rel túlnyúlnak a felső síkon. Ezeket a pince feletti földem vasalásakor annak felső vasalatába kell hajtani, ezzel alakul ki a külön ütemben betonozott szerkezetek közti együttdolgozás. A pincefal megépülése és a vasalatok (falazás közbeni) elhelyezése után az üregeket ki kell betonozni. A pincefal betonozásánál ügyelni kell arra, hogy ne maradjanak üregek vagy lazább tömörségű részek.

A zsalukő falazat betonminősége: C25/30-XC1-16-F3

A betonacél minősége: B500B



8. ábra: Pincefal vasalása (forrás: saját modell)

4.6.2. Felmenő falak

A felmenő falak Porotherm 30 N+F kerámia falazóelemek. A falazat 30 cm vastag, melyre 15 cm kiegészítő hőszigetelés kerül.

A falazat méretezése nem része a feladatnak!

4.6.3. Függőleges koszorú

A függőleges koszorúk 4db Ø12 betonacél felhasználásával kerülnek kialakításra. A földszinten és az emeleten 12-12 db, az az összesen 24 db készül belőle. Az adott szint alsó és felső födémét köti össze, ezzel merevítve az épületet az oldalirányú hatásokkal szemben (például földrengés, szélteher). A falazat építésekor, a téglakötések miatt kialakuló fűrészfogszerű téglafalat két oldalról zsaluzattal kell lezárni, ezután kerül kibetonozásra a födémmel együtt.

A függőleges koszorúk betonminősége C25/30-XC1-16-F3

A betonacél minősége B500B

4.6.4. Pillérek

Az épület északi és déli oldalán található két-két darab fa pillér, melyek a tetőről és az erkélyről származó függőleges igénybevételeket hivatottak hordani, melyeket le kell vezetni az alapozásra. A pilléreket a talajszintig 15x15 cm keresztmetszetű fenyő oszlopokból kell kialakítani, a talajszinttől az alapozásig pedig 30x30 cm zsalukő elemekből falazva.

Pillérek anyaga (a terepszint felett): C24 fenyő

A pillérek betonminősége: C30/37-XA1-16-F3

A betonacél minősége B500B

A fa és vasbeton elemek csatlakozását úgy kell kialakítani, hogy a fa oszlop legalább 10 cm-re el legyen emelve a talajtól az anyagra jellemző vízérzékenysége miatt. A csatlakozások helyén 1.43 rozsdamentes acél papucselemeket kell elhelyezni (összesen 12 helyen).

4.7. Vízszintes teherviselő szerkezetek

4.7.1. Általános födémek

A födémek alul-felül sík, kétirányban teherhordó monolit vasbeton lemezek. A födémek 20 cm vastagságúak és alul-felül Ø12 hálós vasalással vannak ellátva, mely vasalat az indokolt helyeken (mezőközben alul, támaszok felett felül) 200 mm-es kiosztásról 100 mm-es kiosztásra sűrűsödik. Az emeleti födémhez csatlakozik az utcafronti oldalakon egy-egy 16 cm vastagságú erkélylemez, a szomszédos oldali oldalakon pedig szintén egy-egy 20 cm lemezvastagságú erkély.

A födémek és erkélyek betonminősége C25/30-XC1-16-F3

A betonacél minősége B500B

A födémek táblás zsalurendszerrel készítenők. A zsaluzat elbontása és a támaszok ritkítása a betonozás után 8 nappal kezdhető meg, míg az alátámasztó elemek teljes eltávolítása 28 nap múlva lehetséges.

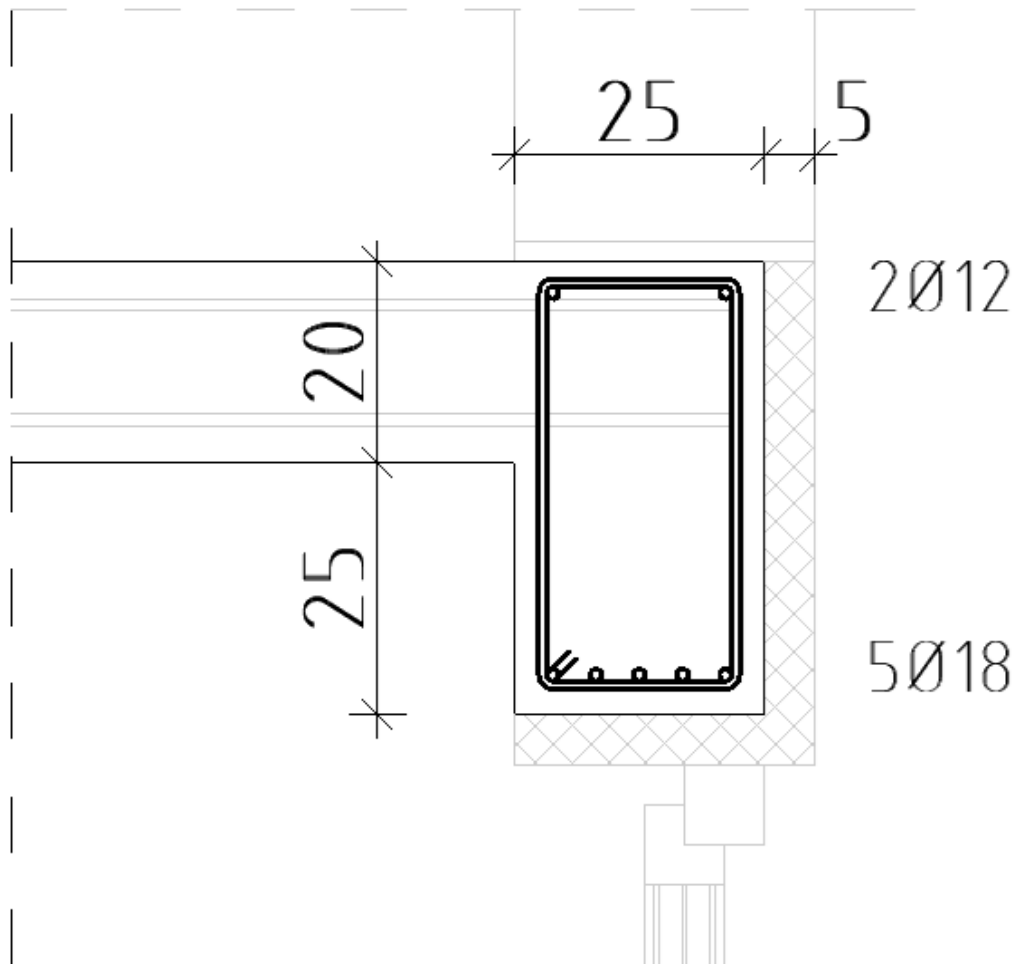
4.7.2. Gerendák

Monolit vasbeton gerendák készülnek a pinceszinten, a földszinten és az emeleti szinten (az 5.5, 5.7 és 5.8-as számítások szerint). Ezen gerendák nyílásköze 270 cm, illetve 360 cm.

A pinceszinti gerenda egy 25 cm széles, 60 cm magas, födémlemezről lelógó gerenda, hosszúsága 410 cm, elméleti támaszköze 385 cm, nyílásköze 360 cm. 5db Ø18-as hosszvassal készül, kengyelezése Ø8, annak kiosztása 100 mm, 200 mm és 300 mm, a nyíró igénybevétel nagyságától függően.

A földszinti és emeleti kisebbik gerenda egy 25 cm széles, 45 cm magas, födémlemezről lelógó gerenda, hosszúsága 320 cm, elméleti támaszköze 295 cm, nyílásköze 270 cm. 4db Ø14-as hosszvassal készül, kengyelezése Ø8, annak kiosztása 100 mm és 200 mm, a nyíró igénybevétel nagyságától függően.

A földszinti nagyobbik gerenda egy 25 cm széles, 45 cm magas, födémlemezről lelógó gerenda, hosszúsága 410 cm, elméleti támaszköze 385 cm, nyílásköze 360 cm. 5db Ø18-as hosszvassal készül, kengyelezése Ø8, annak kiosztása 100 mm és 200 mm, a nyíró igénybevétel nagyságától függően.



9. ábra: Födémről lelógó általános gerenda rajza (forrás: saját terv)

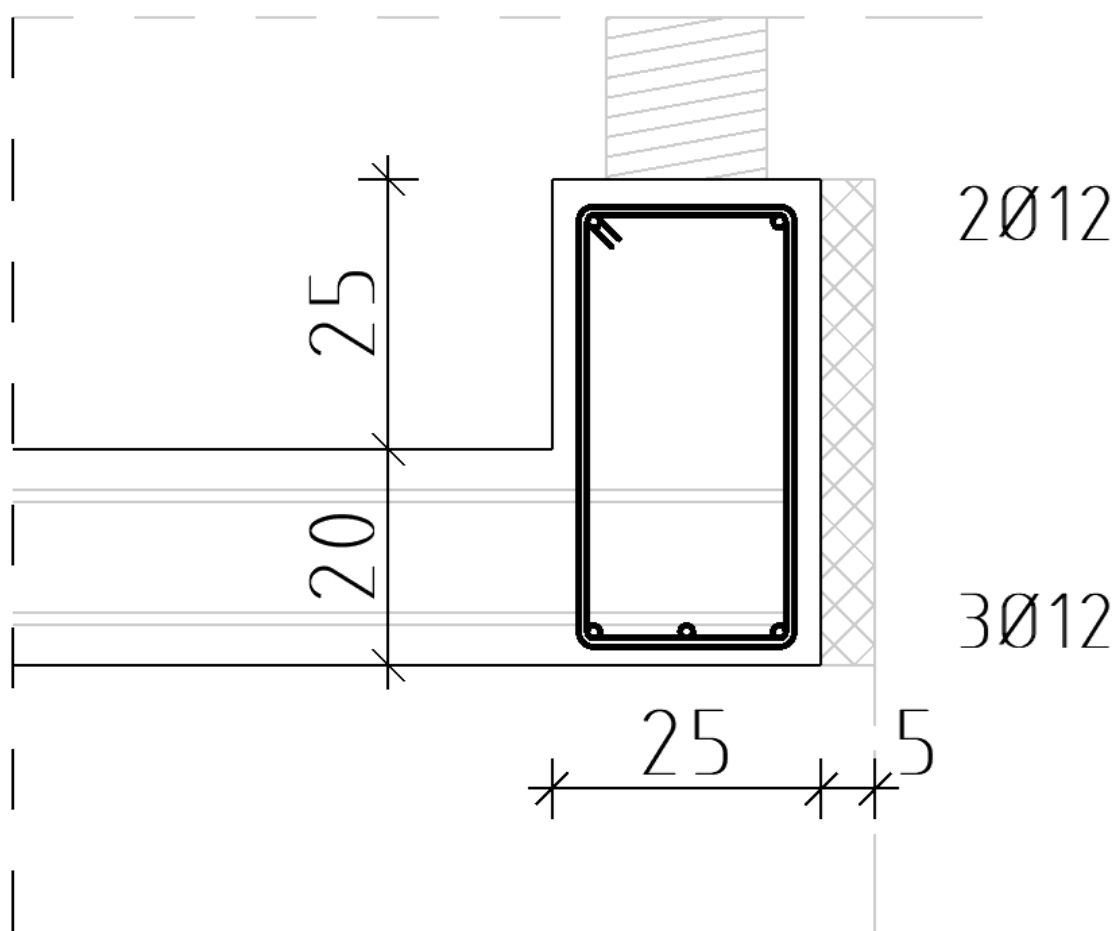
4.7.3. Koszorú

Az épület legfelső födémének (emelet feletti) kontúrján végigfut egy 25 cm széles, 45 cm magas koszorú, mely egyben térdfal is. Erre támaszkodnak a talpszelemenek, melyekről érkező oldalirányú erőt a koszorú viseli, illetve a függőleges erőket továbbítja az felmenő falakra. A koszorú a két rövid oldali és az egy hosszanti oldali oromfal tetején 25x25 cm méretben folytatódik. A koszorú vasalása egységesen 2db Ø12 alul-felül.

A koszorú sajátos szakasza a 10,30 m hosszúságú, alátámasztás nélküli része. Bár a fesztávolság nagy, a számításokból az látható, hogy inkább a lemez viseli a többletigénybevételt. A koszorú vasalása ezen a szakaszon 3db Ø12 alul, 2db Ø12 felül.

A koszorú betonminősége C25/30-XC1-16-F3

A betonacél minősége B500B



10. ábra Koszorú alátámasztás nélküli K2 jelű szakasza (forrás: saját terv)

4.7.4. Előregyártott áthidalók

Az épület falazataiban Porotherm AD-12 jelű áthidalók 125 cm-es kivitelben kerülnek elhelyezésre, melyekből a falazat vastagságát tekintve nyílásonként kettő darab szükséges.

Az előregyártott áthidalók méretezése nem része a feladatnak!

4.7.5. Hőhídmegszakító elemek

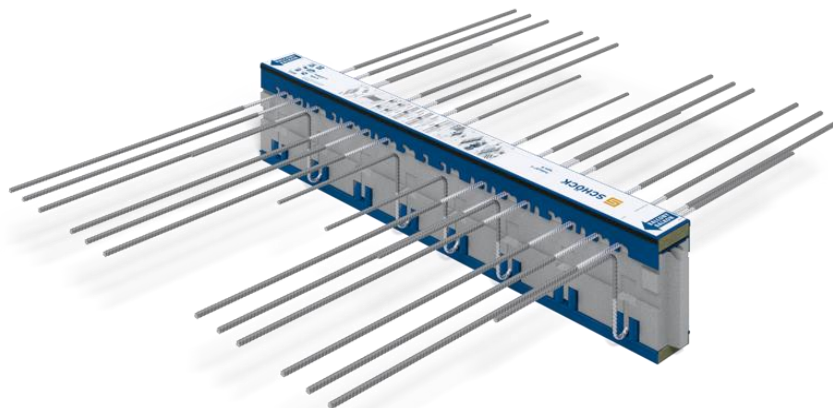
Az épület erkélycsatlakozásait hőhídmentesen kell kivitelezni. Az ehhez szükséges, építész terveken kiírt Schöck hőhídmegszakító elemet a gyártó saját szoftverében méreteztem.

Az épületben összesen 4 db erkély van, a hőhídmegszakításra a Schöck Isokorb T termékcsalád beton-beton típusú modellelit alkalmaztam.

A 2 db rövid oldali 210x410 cm méretű erkélyeknél:
2 x 2 db Schöck Isokorb T QL-VV1-REI120-H160-2.0

A hosszú oldali 170x1030 cm méretű erkélynél:
10 db Schöck Isokorb T KL-M3-V1-REI120-CV1-H200-2.2

A hosszú oldali 160x520 cm méretű erkélynél:
5 db Schöck Isokorb T KL-M4-V1-REI120-CV1-H160-2.2



11. ábra: Schöck Isokorb T hőhídmegszakító elem (forrás: Schöck Hungária Kft. termékkatalógus)

4.8. Lépcsők

Az épület belső háromszintes, négylakásos társasház. A belső lépcsők a tartószerkezeti kivitelezés után készülnek el, anyaguk gipszbeton. A gipszbeton lépcsőket kizárólag az arra szakosodott kivitelezők készíthetik el saját, egyedi terveik szerint!

Az épület pinceszintjére való lejutást két darab, támfalakkal védett, kültéri vasbeton lépcső biztosítja.

A lépcsők méretezése nem része a feladatnak!

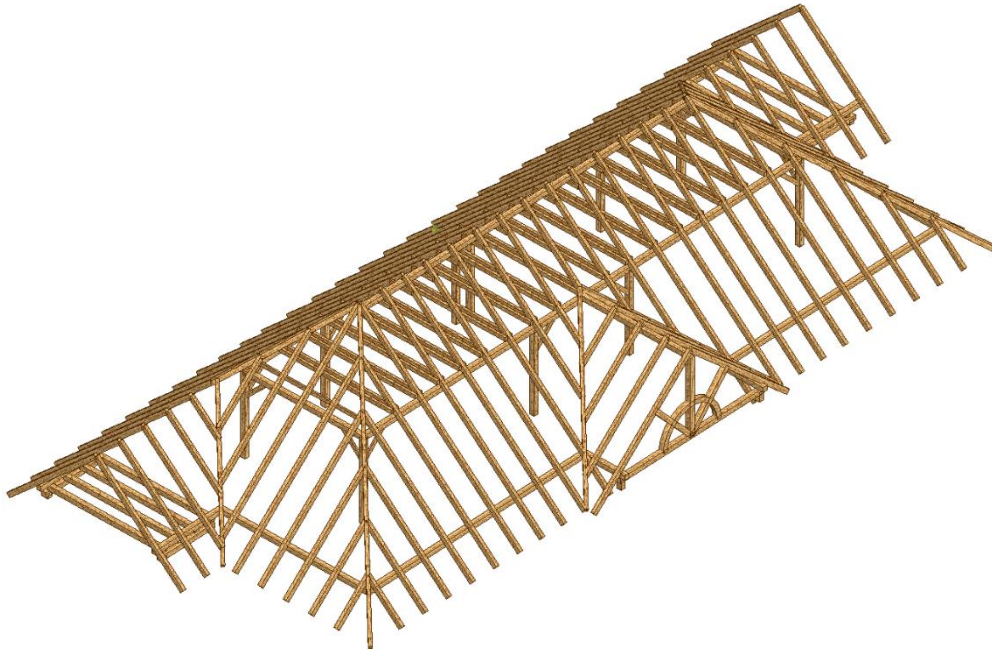
4.9. Fedélszék

A fedélszék anyaga: C24 fenyő

A fedélszék egy összetett kontytető, melyből a két rövidebb végén és a nyugati oldalon erkély feletti tetőrész nyúlik ki. A fesztávot (nagyjából 9 méter) és a fedélszék méreteit tekintve a szerkezet közbenső székoszlopokat igényel. Ezek az alátámasztó falakhoz minél közelebb lettek elhelyezve, hogy ne keletkezzenek indokolatlan igénybevételek a földémben.

A szarufák egységesen 10x15 cm, a szelemenek 15x15 cm, az élszarufák 10x15 cm, illetve 10x20 cm, a székoszlopok 15x15 cm, a fogópárok és a kakasülők 5x12 cm, a könyökfák pedig 5x10 cm keresztmetszetűek.

Az Axis VM szoftver faoptimalizáló eredménye szerint statikailag a tarélyszelemen 10x10 cm keresztmetszetűre csökkenthető, azonban a kapcsolódó szarufák és azok rögzítése miatt a 15x15 cm keresztmetszet ideálisabb.



12. ábra: Fedélszék modell (forrás: saját terv)

4.10. Összefoglalás

A műszaki leírásban foglaltak és a statikai számítások alapján megállapítható, hogy a tartószerkezet annak szakszerű kivitelezése esetén képes elviselni a rá ható terheket és hatásokat. A kivitelezésnek akadálya nincs, az egyes szerkezetek megfelelnek a vonatkozó jogszabályoknak és a velük szemben támasztott követelményeknek.

A műszaki leírásban és a terveken megjelölt anyagminőségek betartása kötelező!
A az anyagok megfelelőségének ellenőrzése a Kivitelező feladata!

4.11. Az építkezéskor betartandó jogszabályok és előírások

1997. évi LXXVIII. Törvény az épített környezet alakításáról és védelméről

1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről

3/2003. (I. 25.) BM–GKM–KVvM együttes rendelet az építési termékek műszaki követelményeinek és megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól

5/1993. (XII. 26.) MüM rendelet a munkavédelmi törvény végrehajtásáról és szakértésről

45/2004. (VII. 26.) BM–KvVM együttes rendelet az építési és bontási hulladék kezelésének részletes szabályairól

35/1996. (XII. 29.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról

2/2002. (I. 23.) BM rendelet a tűzvédelem és a polgári védelem műszaki követelményeinek megállapításáról

290/2007. (X. 31.) Korm. Rendelet az építőipari kivitelezési tevékenységről, az építési naplóról és a kivitelezési dokumentáció tartalmáról

291/2007. (X. 31.) Korm. Rendelet az építésfelügyeleti tevékenységről

284/2007. (X. 29.) Korm. Rendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól

191/2009. (IX. 15.) Korm. rendelet az építőipari kivitelezési tevékenységről

6/2002. (IV. 10.) EüM rendelet a települési szilárd és folyékony hulladékkal kapcsolatos közegészségügyi követelményekről

2000. évi XLIII. Törvény a hulladékgazdálkodásról

45/2004. (VII. 26.) BM-KvVM együttes rendelet az építési és bontási hulladék kezelésének részletes szabályairól

213/2001. (XI. 14.) Korm. rendelet a települési hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről

4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM együttes rendelet az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről

3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól

4.12. Munkavédelmi előírások

A kivitelezés alkalmával a vonatkozó munkavédelmi előírásokat be kell tartani, többek közt:

- 32/1994 (XI. 10) IKM rendelet melléklete (Építőipari Kivitelezési Biztonsági Szabályzat).
- Munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény
- 4/2002. (II. 20.) SZCSM–EüM rendelet az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről

5. Számítási mellékletek

5.1. Terhek és hatások

5.1.1. Rétegrendi teher

Pince padló

	Vastagság	Térfogatsúly	Súly	
műgyanta borítás	1 cm	1500 kg/m ³	8 kg/m ²	
vasalt aljzatbeton	10 cm	2400 kg/m ³	240 kg/m ²	
EPS lépéshangszigetelés	5 cm	10 kg/m ³	0,5 kg/m ²	
bitumenes vízszigetelés	2rtg	6 kg/m ³		
			254,0 kg/m²	2,54 kN/m²

Pincefödém

Pincefödém hidegburkolattal				
	Vastagság	Térfogatsúly	Súly	
ragasztott greslap burkolat	2 cm	2400 kg/m ³	48 kg/m ²	
aljzatbeton	6 cm	2400 kg/m ³	144 kg/m ²	
EPS lépéshangszigetelés	2 cm	10 kg/m ³	0,2 kg/m ²	
monolit vb födém	20 cm	-	-	
kőzetgyapot hőszigetelés	20 cm	80 kg/m ³	16 kg/m ²	
			208,2 kg/m²	2,08 kN/m²

Pincefödém melegburkolattal				
	Vastagság	Térfogatsúly	Súly	
szalagparketta	2 cm	700 kg/m ³	14 kg/m ²	
aljzatbeton	6 cm	2400 kg/m ³	144 kg/m ²	
EPS lépéshangszigetelés	2 cm	10 kg/m ³	0,2 kg/m ²	
monolit vb födém	20 cm	-	-	
kőzetgyapot hőszigetelés	20 cm	80 kg/m ³	16 kg/m ²	
			174,2 kg/m²	1,74 kN/m²

Közbenső födém

Közbenső födémek hidegburkolattal				
	Vastagság	Térfogatsúly	Súly	
ragasztott greslap burkolat	2 cm	2400 kg/m ³	48 kg/m ²	
aljzatbeton	6 cm	2400 kg/m ³	144 kg/m ²	
EPS lépéshangszigetelés	2 cm	10 kg/m ³	0,2 kg/m ²	
monolit vb födém	20 cm	-	-	
			192,2 kg/m²	1,92 kN/m²

Közbenső födémek melegburkolattal				
	Vastagság	Térfogatsúly	Súly	
szalagparketta	2 cm	700 kg/m ³	14 kg/m ²	
aljzatbeton	6 cm	2400 kg/m ³	144 kg/m ²	
EPS lépéshangszigetelés	2 cm	10 kg/m ³	0,2 kg/m ²	
monolit vb födém	20 cm	-	-	
			158,2 kg/m²	1,58 kN/m²

Padlásfödém

	Vastagság	Térfogatsúly	Súly	
kőzetgyapot hőszigetelés	25 cm	50 kg/m ³	12,5 kg/m ²	
8/12 fogópár (80cm-ként 2db)	12 cm	500 kg/m ³	12,00 kg/m ²	
2 réteg gipszkarton burkolat	2,5 cm	1100 kg/m ³	27,5 kg/m ²	
			52 kg/m²	0,52 kN/m²

Erkély

	Vastagság	Térfogatsúly	Súly
wpc burkolat	1 cm	20 kg/m ²	
ágyazat	0,5 cm	10 kg/m ²	
vízszigetelés	1 rtg	5 kg/m ²	
homokágy	0,5 cm	1500 kg/m ³	7,5 kg/m ²
lejtést adó beton	5 cm	2400 kg/m ³	120,0 kg/m ²
			153 kg/m²
			1,53 kN/m²

Tetőszerkezet

Szigetelt tetőszerkezet				
	Vastagság	Térfogatsúly	Súly	
kerámia cserépfedés	3 cm	-	48 kg/m ²	
tetőléc (25cm-ként)	2,5 cm	500 kg/m ³	2,50 kg/m ²	
ellenléc (80cm-ként)	4,5 cm	500 kg/m ³	1,27 kg/m ²	
15/10 szarufa (80cm-ként)	15 cm	500 kg/m ³	9 kg/m ²	
kőzetgyapot hőszigetelés	25 cm	50 kg/m ³	13 kg/m ²	
2 réteg gipszkarton burkolat	2,5 cm	1100 kg/m ³	28 kg/m ²	
			101,14 kg/m²	1,01 kN/m²

Szigeteletlen tetőszerkezet				
	Vastagság	Térfogatsúly	Súly	
kerámia cserépfedés	3 cm	-	48 kg/m ²	
tetőléc (25cm-ként)	2,5 cm	500 kg/m ³	2,50 kg/m ²	
ellenléc (80cm-ként)	4,5 cm	500 kg/m ³	1,27 kg/m ²	
15/10 szarufa (80cm-ként)	15 cm	500 kg/m ³	9 kg/m ²	
			61,14 kg/m²	0,61 kN/m²

Falazat

Szigetelt homlokzati falazat				
	Vastagság	Súly	Súly	
belső oldali vakolat	2 cm	1500 kg/m³	23 kg/m²	
kerámia falazóelem	30,0 cm	318 kg/m²		
külső oldali vakolat	1,0 cm	1500 kg/m³	15 kg/m²	
Austrotherm AT-H80 hőszig.	15 cm	50 kg/m³	8 kg/m²	
			363,00 kg/m²	3,63 kN/m²

	Magasság	Vonamenti teher	
Földszinten:	2,88 m	1045,44 kg/m²	10,45 kN/m
Emeleten:	2,80 m	1016,40 kg/m²	10,16 kN/m

Lakáselválasztó falazat				
vakolat	2 cm	1500 kg/m ³	23 kg/m ²	
kerámia falazóelem	30 cm	318 kg/m ²		
vakolat	2 cm	1500 kg/m ³	23 kg/m ²	
			363,00 kg/m ²	3,63 kN/m ²

	Magasság	Vonamenti teher	
Földszinten:	2,88 m	1045,44 kg/m²	10,45 kN/m
Emeleten:	2,80 m	1016,40 kg/m²	10,16 kN/m
Tetőtérben (átlagosan):	2,30 m	834,90 kg/m²	8,35 kN/m

Pincefalazat				
vakolat	2 cm	1500 kg/m ³	23 kg/m ²	
zsalukő kiöntéssel, vasalattal	30 cm	2400 kg/m ³	720 kg/m ²	
bitumenes vízszigetelés	2rtg	6 kg/m ²		
szigetelés tartó fal	12 cm	1600 kg/m ³	192 kg/m ²	
			940,50 kg/m ²	9,41 kN/m ²

	Magasság	Vonamenti teher	
Pincében:	2,88 m	2708,64 kg/m²	27,09 kN/m

Pincefalazat belül				
vakolat	2 cm	1500 kg/m ³	23 kg/m ²	
zsalukő kiöntéssel, vasalattal	30 cm	2400 kg/m ³	720 kg/m ²	
vakolat	2 cm	1500 kg/m ³	23 kg/m ²	
			765,00 kg/m²	7,65 kN/m²

	Magasság	Vonamenti teher	
Pincében:	2,88 m	2203,20 kg/m²	22,03 kN/m

Lépcső

Gipszbetonlépcső				
	Vastagság	Súly	Súly	
gipszbeton szerkezet	20 cm	600 kg/m ³	120 kg/m ²	
ragasztott greslap burkolat	2 cm	2400 kg/m ³	48 kg/m ²	
			168,00 kg/m²	1,68 kN/m²

Önsúlyteher		
Lépcső területe:	4,18 m ²	
Lépcső terhe (támaszonként)	2,51 kN	
Lépcső terhe (támaszonként):	2,79 kN/m	(90cm-en)

Rétegrendi teher			
Lépcső területe:	4,18 m ²		
Lépcső terhe (támaszonként)	1,00 kN		
Lépcső terhe (támaszonként):		1,11 kN/m	(90cm-en)

5.1.2. Esetleges terhek

Hasznos teher

Funkció szerinti besorolás:	A	
Lakás:	200 kg/m ²	2,00 kN/m ²
Padlás:	150 kg/m ²	1,50 kN/m ²
Lépcsők, erkélyek:	300 kg/m ²	3,00 kN/m ²
Parkolóház személygépkocsik számára	250 kg/m ²	2,50 kN/m ²

Lépcső területe:	4,18 m ²	
Lépcső hasznos terhe (támaszonként):	6,27 kN	
Lépcső hasznos terhe (támaszonként):	6,97 kN/m	(90cm-en)

Válaszfalteher

Válaszfalteher (átlagos)=	80 kg/m²	0,80 kN/m²
---------------------------	----------------------------	------------------------------

Metorológiai terhek

Hóteher

Balti feletti magasság:	+132,65 mBf	
Adria feletti magasság (mBf+0,67):	+133,32 mAf	
Hóteher értéke 400mAf-ig:	125 kg/m²	1,25 kN/m²
Ce=	1	
Ct=	1	
μi=	0,8	
s=	100 kg/m²	1,00 kN/m²

Szélteher

Beépítettségi osztály:	III.
z=	10,79 m
qp(z)=	0,617 kN/m²

5.2. Alaptest méretezése

5.2.1. Alaptest méretezésének számítása

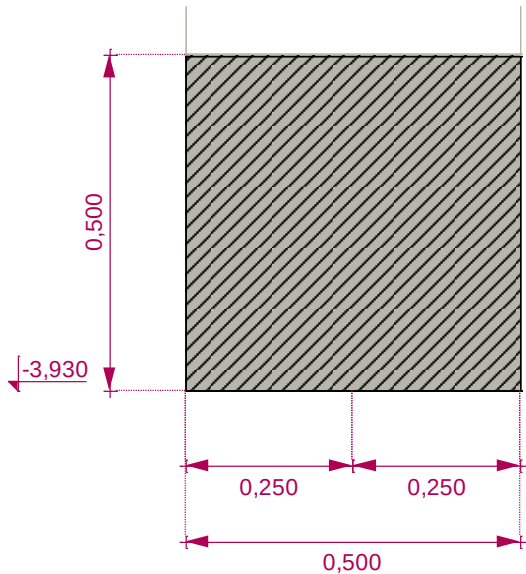
Sávalap tervezése

Szabvány: Eurocode [H]

Támaszok : VT 9

1. Alaptest

Geometria:



Anyagok

Beton: C30/37

Takarási mélység: $D = 3,9\text{ m}$

	Térfogat [m^3]	Térfogatsúly [kN/m^3]	Súly [kN/m]	0	Külpontosság [m]
Alaptest	0,25	25	6,1 (↓)	0	0

2. Talajjellemzők

2.1. Talajrétegek

Név	Leírás	z_i [m]	h_i [m]	ρ_s [kg/m^3]	φ [°]	φ_{cv} [°]	c [kPa]	E_s [kPa]	μ
1.réteg	Törmelékes iszapos homokos feltöltés	0	1,5	1700	20,00	20,00	—	5000	0
2/1.réteg	Sárga iszapos homok	− 1,5	0,5	1800	26,00	26,00	—	3500	0
2/2.réteg	Sárga iszapos homok	− 2	0,5	2000	26,00	26,00	—	3500	0

3.réteg	Sárga homokos iszapos kavics	-2,5	10	2150	32,00	32,00	-	$2,5 \cdot 10^4$	0
---------	------------------------------	------	----	------	-------	-------	---	------------------	---

A hatékony takarási nyomás karakterisztikus értéke az alapsík szintjén: $q'_k = 74 \text{ kPa}$

3. A talajtörési ellenállás vizsgálata

2. tervezési módszer: {A1 "+" M1 "+" R2} (Mértékadó)

Támasz: VT 9

3.1. A terhek tervezési értéke az alapterest tetején - Vonalmenti támaszigénybevételek

Tehereset: 2. Tk (ULS)

$$f_y = 2,1 \text{ kN/m} \quad f_z = -371 \text{ kN/m} \quad m_x = 0 \text{ kNm/m}$$

Függőleges teher: $v = -f_z = -(-371) = 371 \text{ kN/m} (\downarrow)$

3.2. A terhek tervezési értéke az alapsík szintjén

$$h_d = f_y = 2,1 \text{ kN/m}$$

$$v_d = 379 \text{ kN/m} (\downarrow)$$

$$e_y = 0,0028 \text{ m}$$

Az alap hatékony területe: $A' = B' \cdot L' = 0,49 \cdot 1 = 0,49 \text{ m}^2$

Talajtörési ellenállás:

$$R_d = \frac{A' \cdot (q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma'_d \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)}{\gamma_{R,v}} =$$

$$= \frac{0,49 \cdot (74 \cdot 23,177 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,98892 + 0,5 \cdot 21 \cdot 0,49 \cdot 27,715 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,98343)}{1,4} = 648 \text{ kN}$$

Kihasználtság talajtörésre: $\Lambda_{R,v} = \frac{v_d}{R_d} = \frac{379}{648} = 0,58516 < \Lambda_{R,v,lim} = 1$ **megfelel**

4. Külpontosság ellenőrzése

A határkülpontossági faktor: $\gamma_{ecc,lim} = 0,33$

Támasz (Elem)	f_y [kN/m]	f_z [kN/m]	m_x [kNm/m]	v_d [kN/m]	e_y [m]	γ_{ecc}	✓ ✗	Tehereset
VT 9 (183)	5,2	-276	0	282	0,01	0,019	✓	4. Tk
VT 9 (188)	1,7	-276	0	282	0	0,007	✓	3. Tk

VT 9 (189)	1,3	– 276	0	282	0	0,005	✓	3. Tk
VT 9 (190)	1,3	– 280	0	287	0	0,005	✓	3. Tk
VT 9 (191)	1,3	– 283	0	289	0	0,005	✓	3. Tk
VT 9 (192)	1,3	– 284	0	290	0	0,005	✓	3. Tk
VT 9 (193)	1,3	– 285	0	291	0	0,005	✓	3. Tk
VT 9 (194)	1,3	– 285	0	291	0	0,005	✓	3. Tk
VT 9 (195)	1,4	– 285	0	291	0	0,005	✓	3. Tk
VT 9 (196)	1,5	– 284	0	291	0	0,006	✓	3. Tk
VT 9 (197)	1,7	– 283	0	289	0	0,006	✓	3. Tk
VT 9 (198)	2	– 280	0	286	0	0,008	✓	3. Tk
VT 9 (199)	2,4	– 276	0	282	0	0,009	✓	3. Tk
VT 9 (200)	2,9	– 271	0	277	0,01	0,011	✓	3. Tk
VT 9 (201)	3,3	– 270	0	276	0,01	0,012	✓	3. Tk
VT 9 (202)	3,3	– 270	0	276	0,01	0,012	✓	3. Tk

VT 9 (203)	3,5	- 304	0	311	0,01	0,012	✓	3. Tk
------------------	-----	-------	---	-----	------	--------------	---	-------

5. Helyzeti állékonyság vizsgálata

A felborulás forgástengelyének távolsága az alaptest szélétől az alaptest méretének arányában: $\gamma_{\omega} = 0,1$

Az állandó kedvező (állékonyságnövelő) hatások parciális tényezője: $\gamma_{G, stb} = 0,9$

Tengely	M_{Stb} [kNm/m]	M_{Dst} [kNm/m]	Λ_{EQU}	✓ ✗	Tehereset
x_1	- 72	0	0	✓	2. Tk
x_2	72	- 0,022	0	✓	2. Tk

Maximális kihasználtság:

$$\Lambda_{EQU, max} = \Lambda_{EQU, x_2} = 0 < \Lambda_{EQU, lim} = 1,000 \text{ megfelel}$$

6. Elcsúszás vizsgálata

6.1. Az alap elcsúszása a talajon

2. tervezési módszer: {A1 "+" M1 "+" R2}(Mértékadó)

Támasz: VT 9

6.1.1. A terhek tervezési értéke az alaptest tetején - Vonalmenti támaszigénybevételek

Tehereset: 4. Tk (ULS)

$$f_y = 5,2 \text{ kN/m} \quad f_z = - 276 \text{ kN/m} \quad m_x = 0 \text{ kNm/m}$$

Függőleges teher: $v = - f_z = - (- 276) = 276 \text{ kN/m} (\downarrow)$

6.1.2. A terhek tervezési értéke az alapsík szintjén

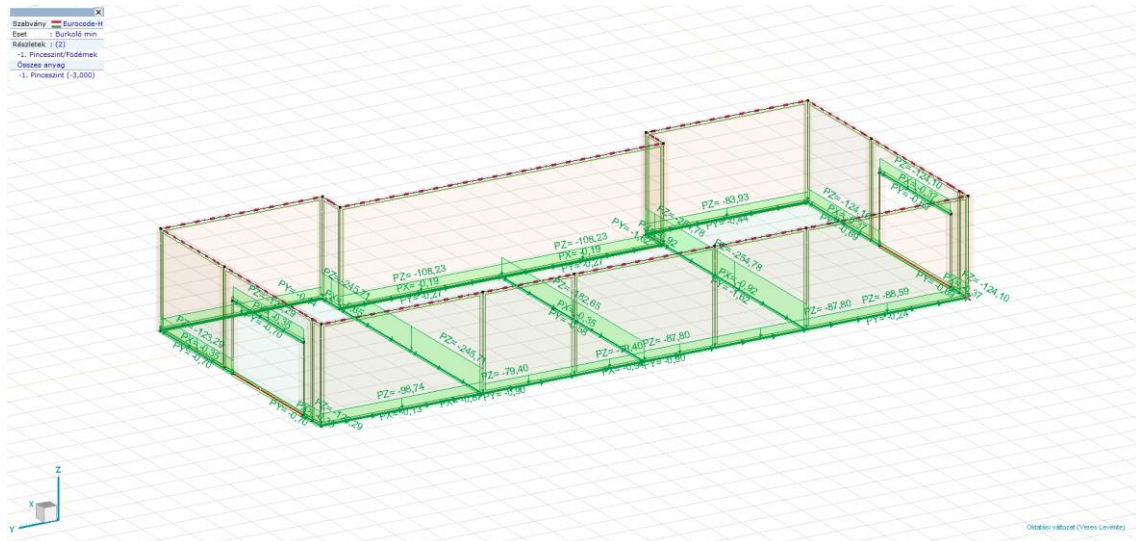
$$h_d = f_y = 5,2 \text{ kN/m}$$

$$v_d = 282 \text{ kN/m} (\downarrow)$$

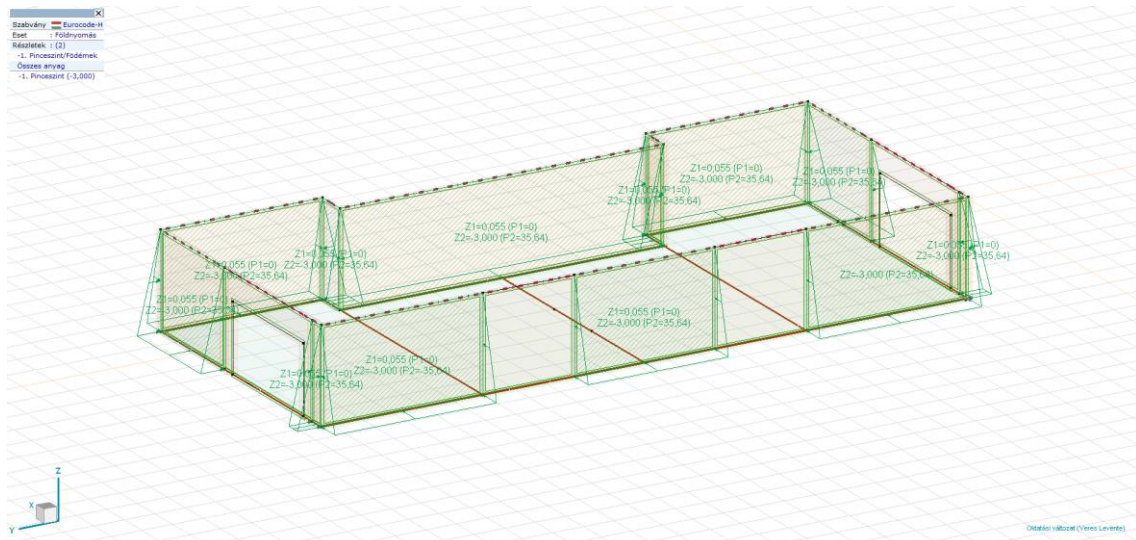
Drénezett csúszási ellenállás:

A nyírási ellenállás tervezési értéke:

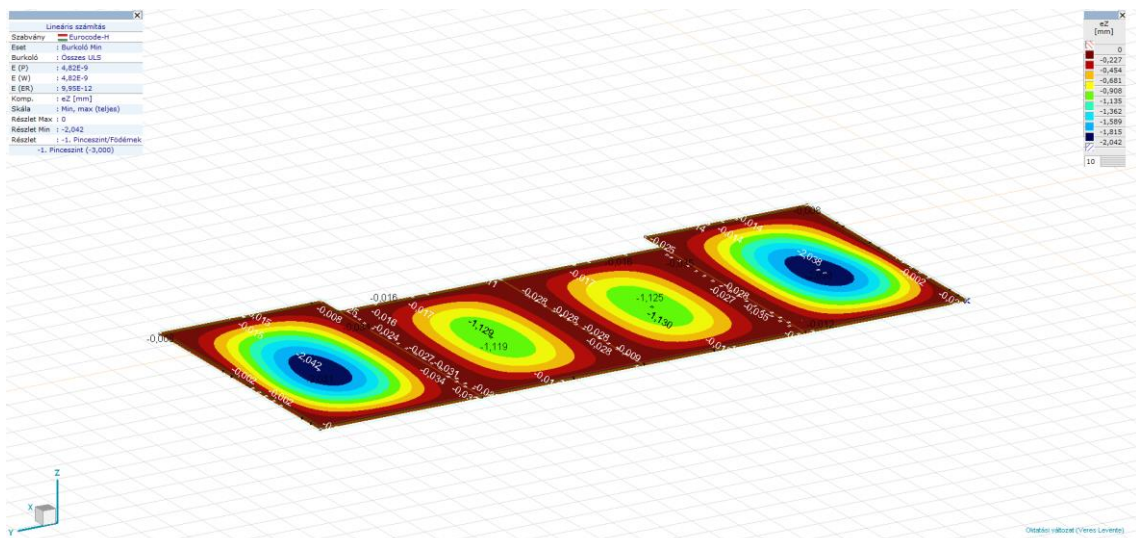
$$R_{d, Hs} = \frac{v_d \cdot \tan \delta_k}{\gamma_{R, h}} = \frac{282 \cdot \tan 32,00^\circ}{1,1} = 160 \text{ kN/m} > h_d = 5,2 \text{ kN/m} \text{ megfelel}$$



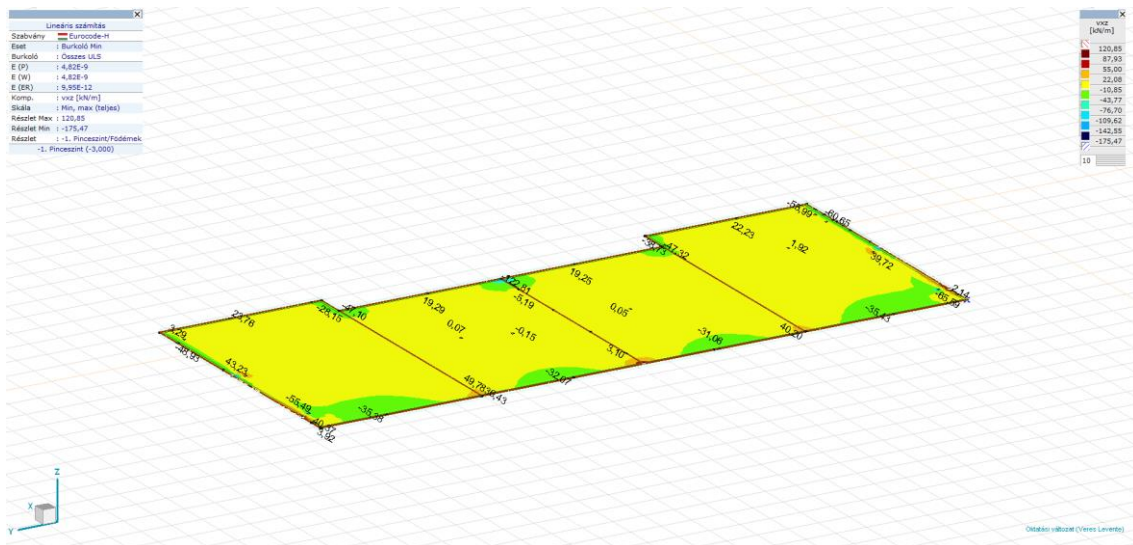
Fentről érkező minimális teher



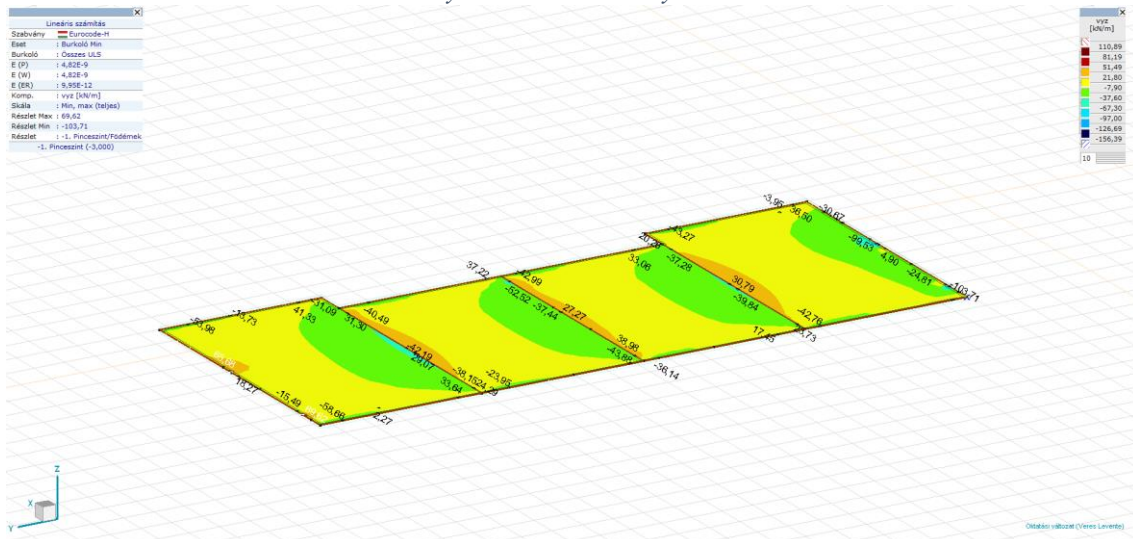
Földnyomás



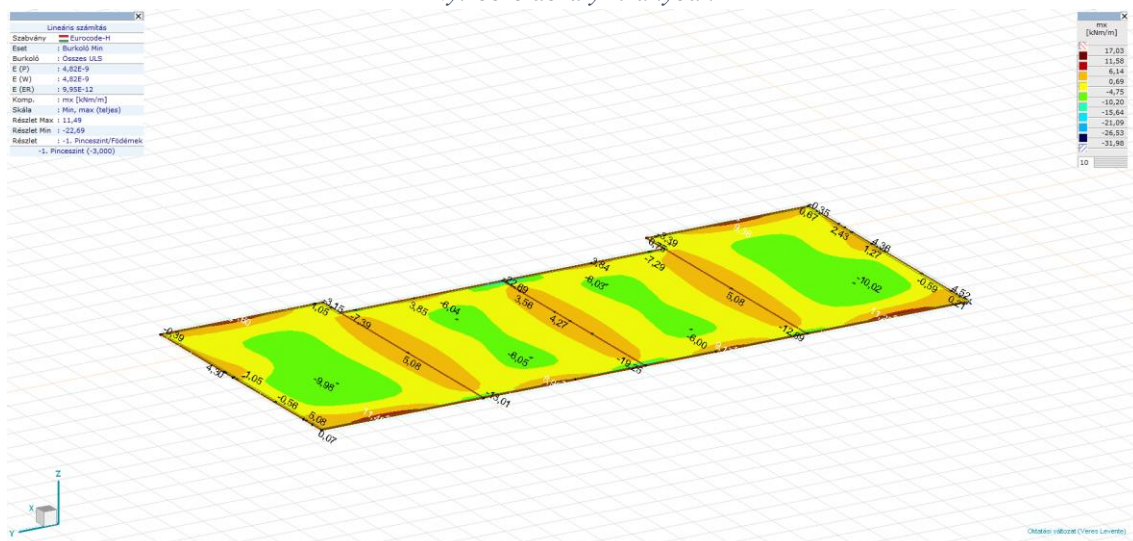
Lehajlás



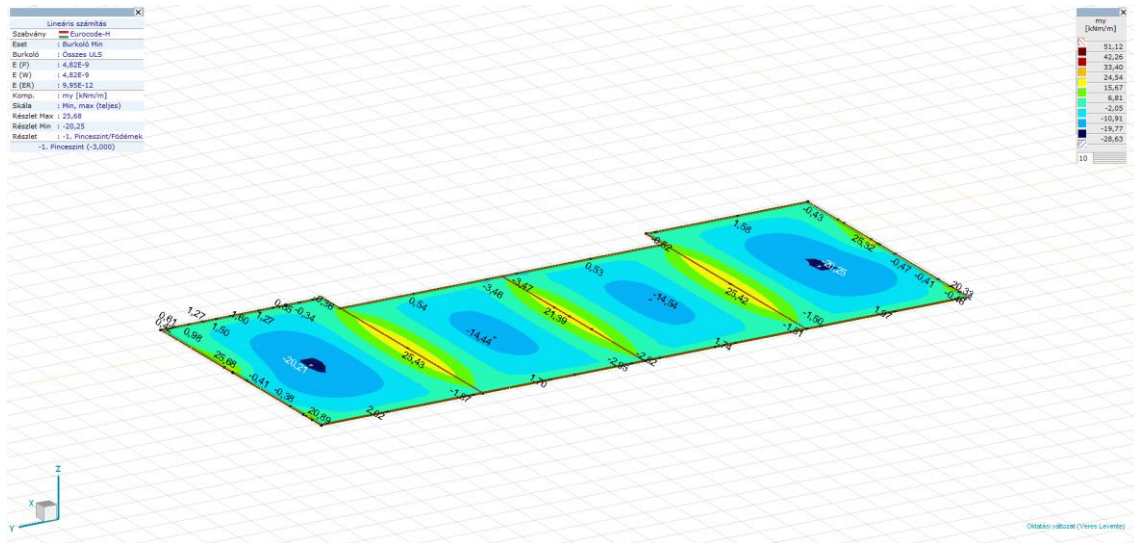
Nyíróerő ábra xz irányban



Nyíróerő ábra yz irányban

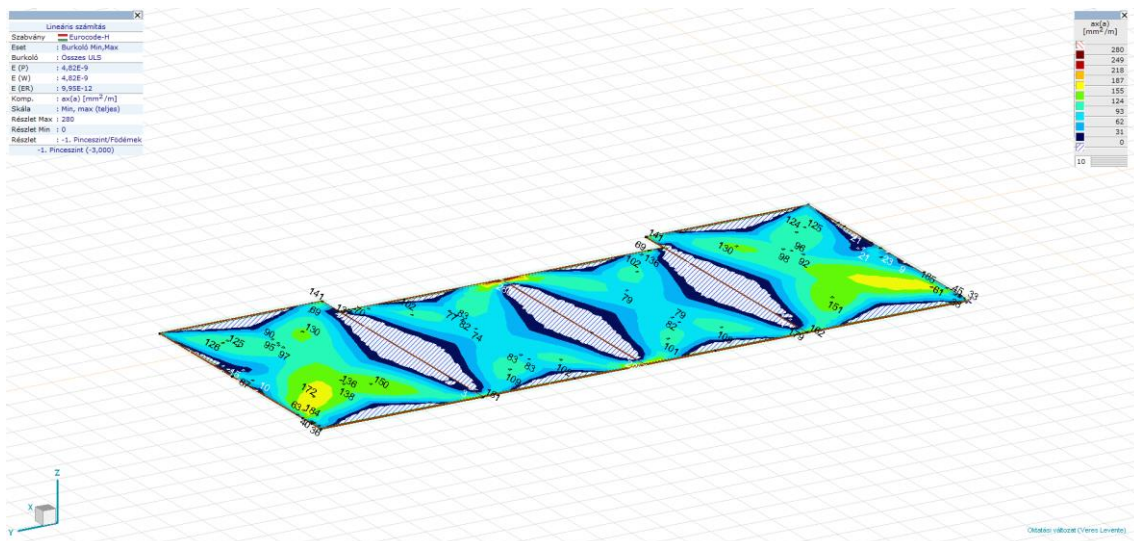


Nyomatéki ábra x irányban

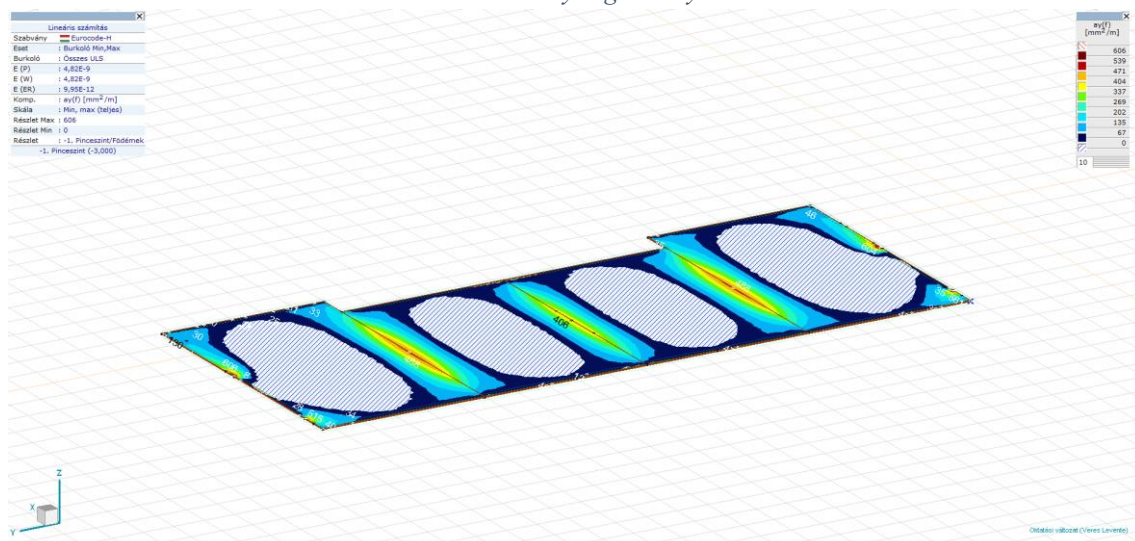
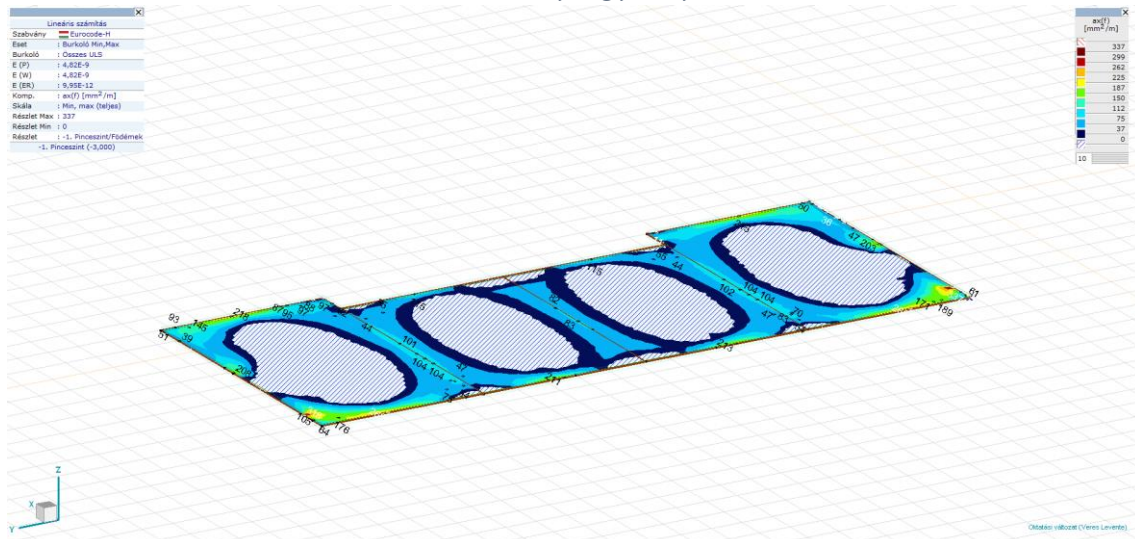
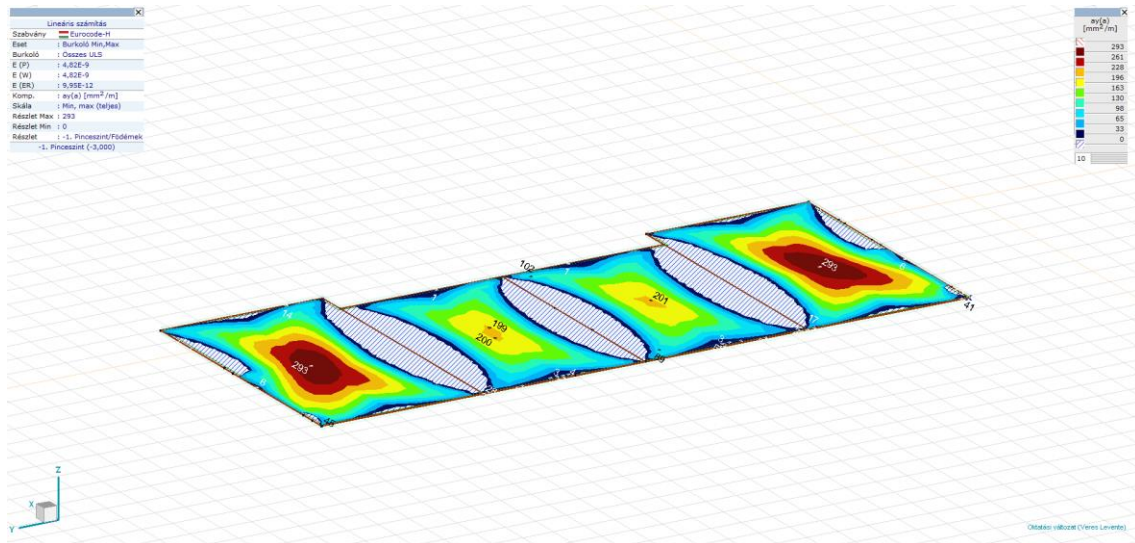


Nyomatéki ábra y irányban

5.3.2. Vasalt aljzat szükséges vasmennyiségei



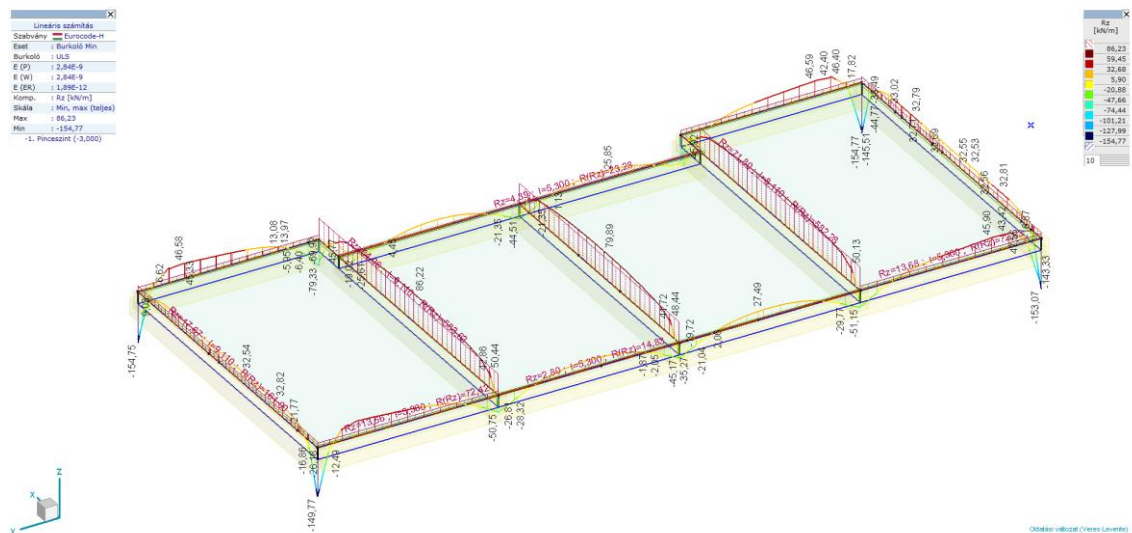
Alsó vasmennyiség x irányban



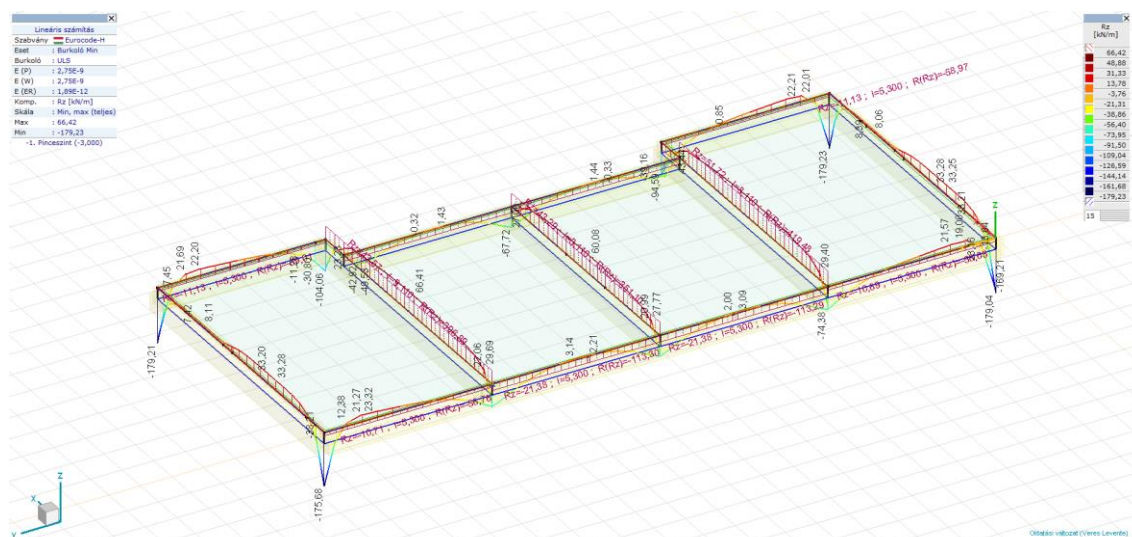
5.3.3. Alaptest és vasalt aljzat felúszásvizsgálata

Az alaptest és a vasalt aljzat elkészítése után a szerkezet felúszás-érzékenyé válik. Ennek oka, hogy a kis önsúly ellenére nagy felülettel rendelkezik, melyen felfelé ható felhajtóerő a szerkezetet felúsztatja.

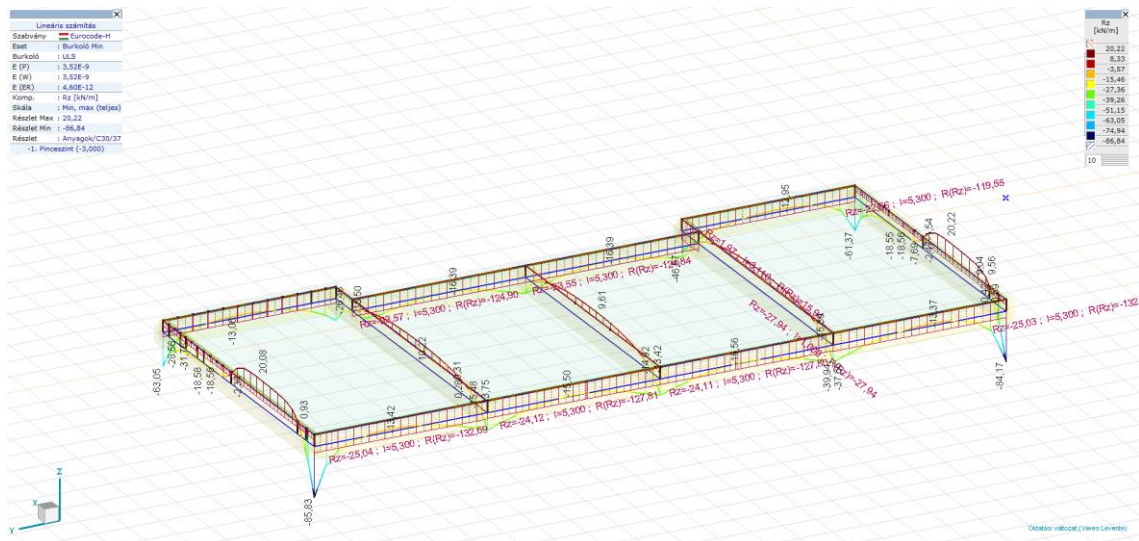
Számításaim szerint a szerkezet a pince feletti földem megépítéséig hajlamos a felúszásra.



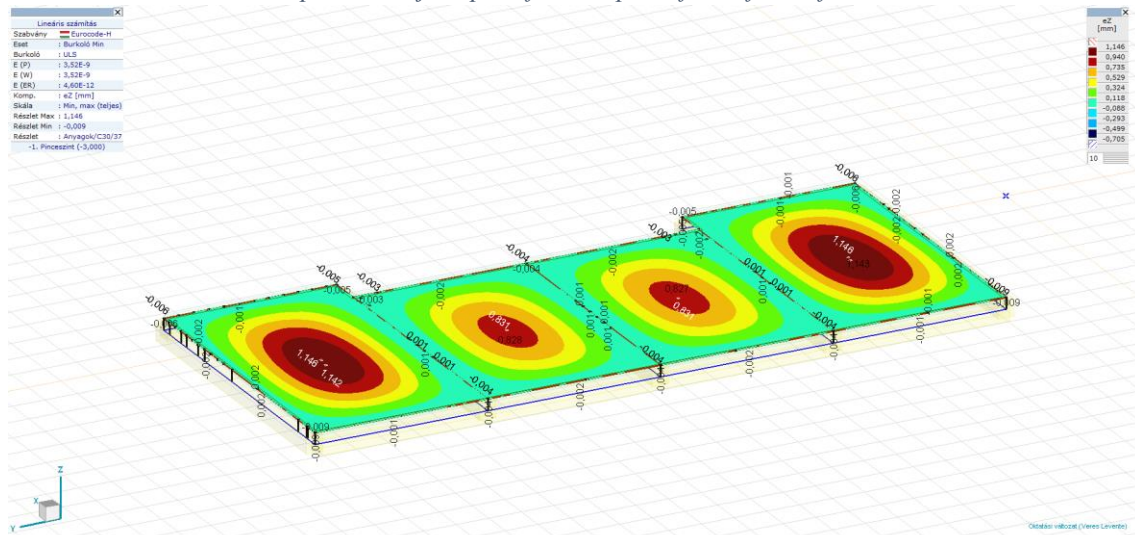
Sávalap és vasalt aljzat felúszása



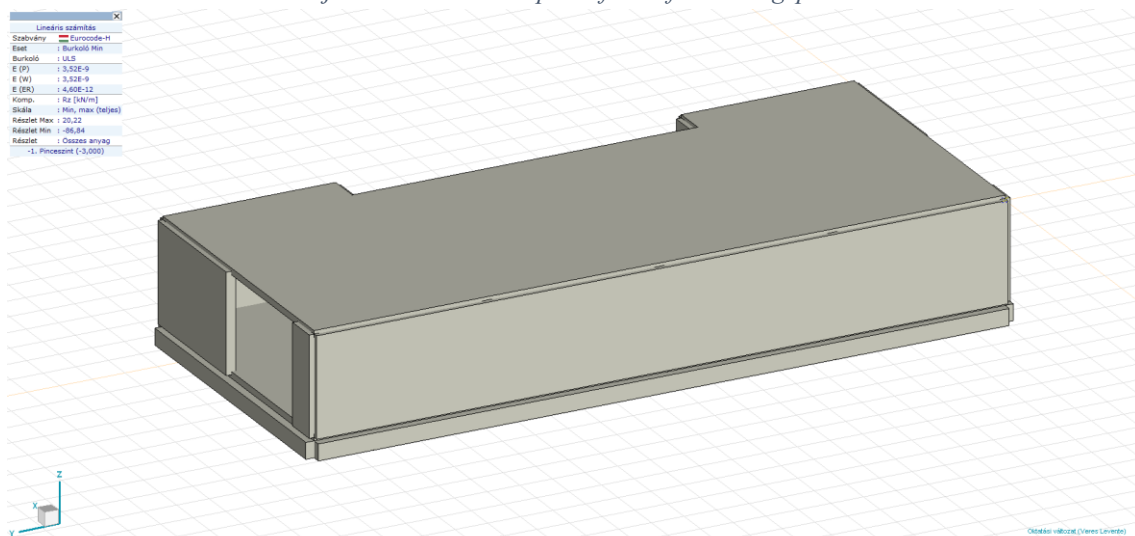
Sávalap, vasalt aljzat és pincefalak felúszása



Sávalap, vasalt aljzat, pincefalak és pince feletti földem felűszása



Vasalt aljzat elmozdulásai a pince feletti földem megépülése után



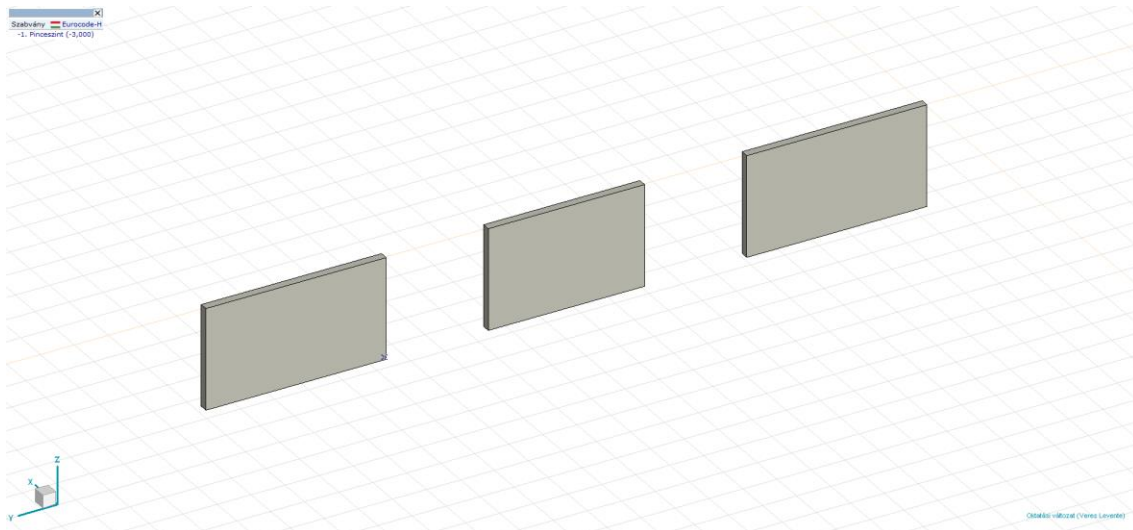
Látvány

5.4. Pincefal méretezése földnyomásra

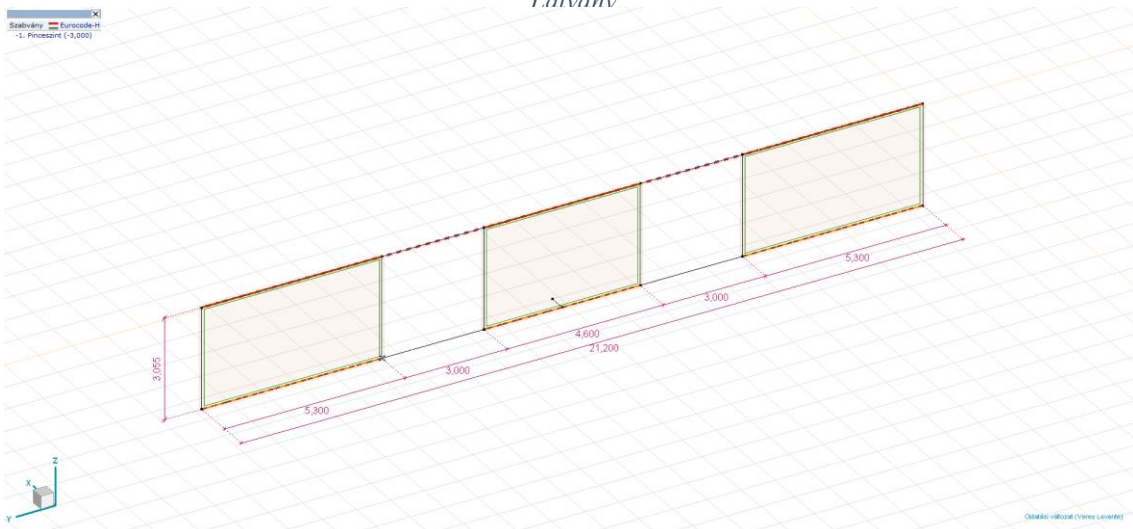
5.4.1. Földnyomás kézi számítása

1. Törmelékes iszapos homokos feltöltés				
Szinttől:	0	m	123,3	mBf
Szintig:	1,5	m	121,8	mBf
Vastagság:	1,5	m		
γ =	17	kN/m ³	25,5	kN/m ²
ϕ =	20	fok		
1-sin ϕ =	0,658		16,78	kN/m ²
2/1. Sárga iszapos homok				
Szinttől:	1,5	m	121,8	mBf
Szintig:	2	m	119,8	mBf
Vastagság:	0,5	m		
γ =	17,5	kN/m ³	34,25	kN/m ²
ϕ =	26	fok		
1-sin ϕ =	0,562		19,24	kN/m ²
TALAJVÍZ				
2/2. Sárga iszapos homok				
Szinttől:	2	m	119,8	mBf
Szintig:	5,75	m	114,05	mBf
Vastagság:	3,75	m		
γ =	10	kN/m ³	71,75	kN/m ²
ϕ =	26	fok		
1-sin ϕ =	0,562		40,30	kN/m ²
3. Sárga homokos iszapos kavics				
Szinttől:	5,75	m	114,05	mBf
Szintig:	10	m	104,05	mBf
Vastagság:	4,25	m		
γ =	11,5	kN/m ³	120,625	kN/m ²
ϕ =	32	fok		
1-sin ϕ =	0,470		56,70	kN/m ²

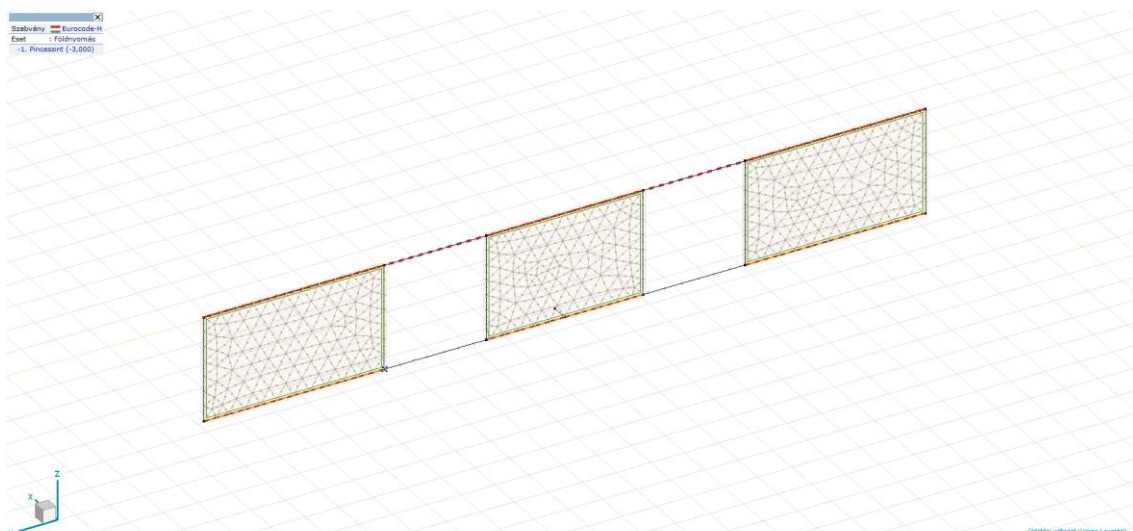
5.4.2. A szerkezet szoftveres számítása



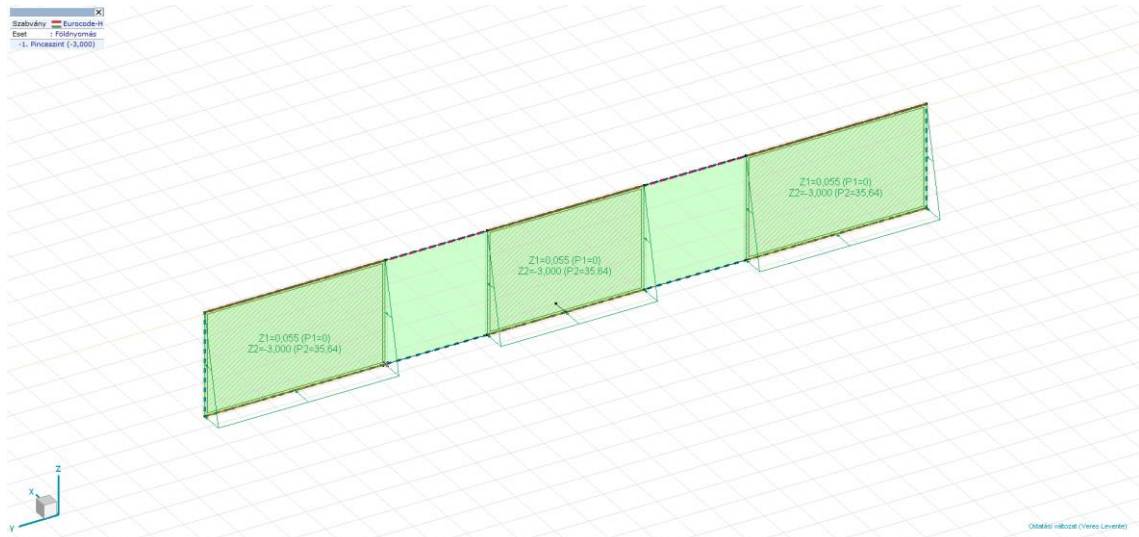
Látvány



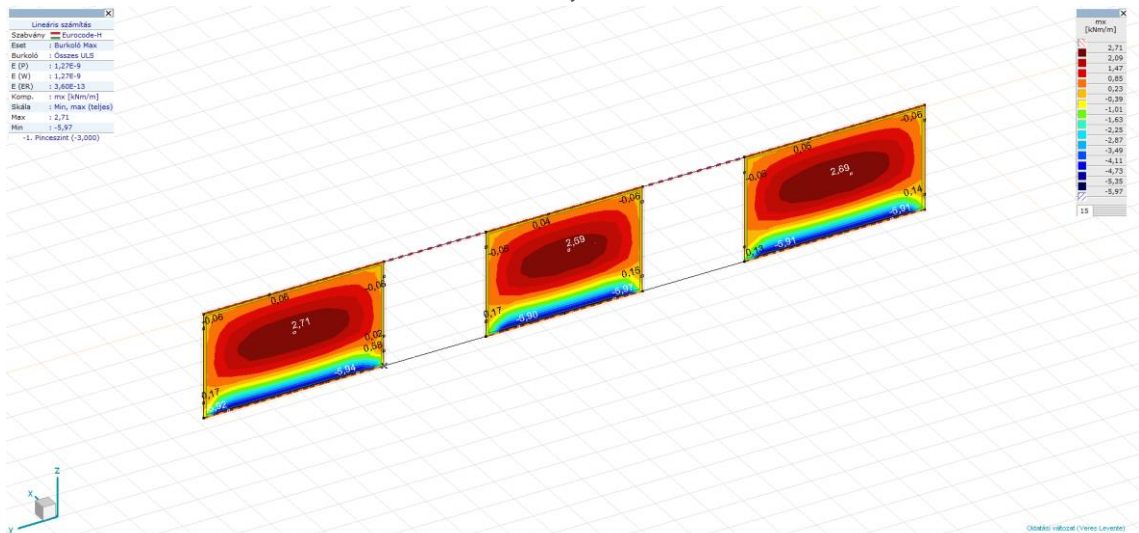
Geometria



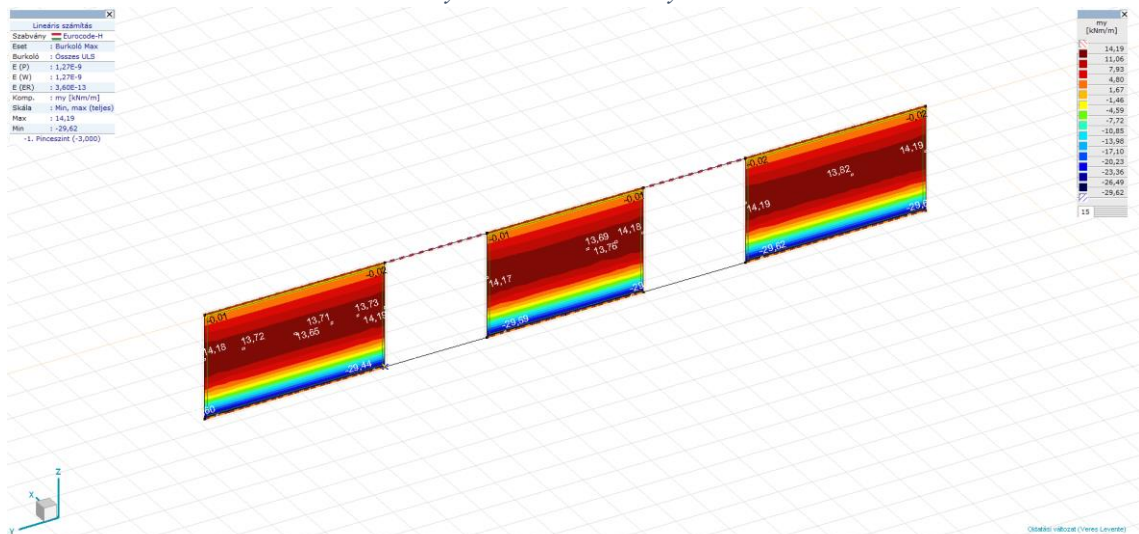
Háló



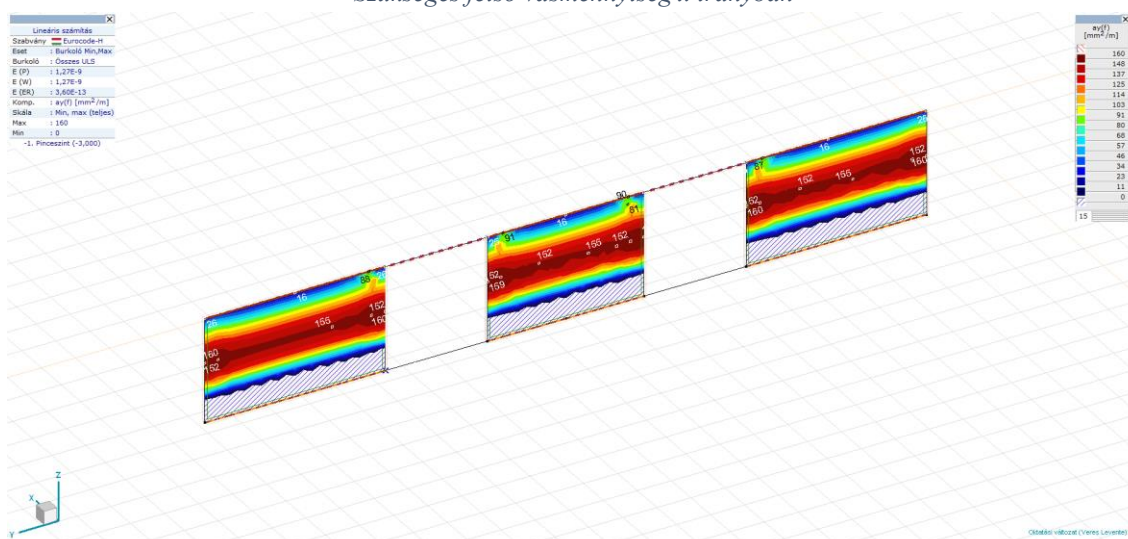
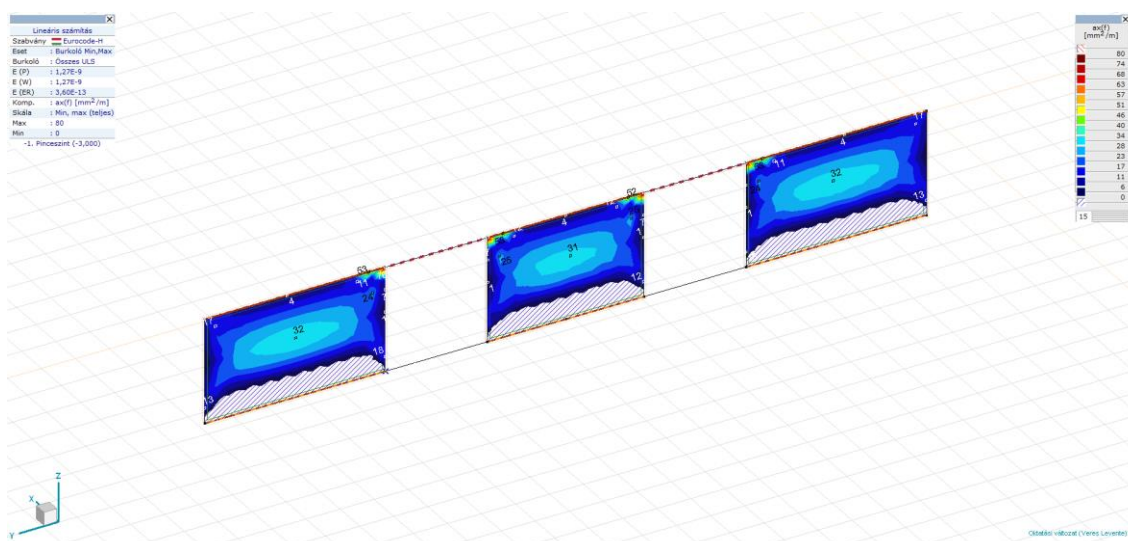
Földnyomás



Nyomatéki ábra x irányban



Nyomatéki ábra y irányban



5.4.3 A kapott szükséges vasmennyiségekből számított vasalás

Axisből származó szükséges vasmennyiég:		
As req=	317	mm ² /m
Fővas átmérője:	12	mm
Vastávolság:	250	mm
As req=	452,39	mm ² /m

5.5. Pinceszinti 360cm nyílásközű monolit gerenda

5.5.1. Kézi számítás

Igénybevételek		
Falköz:	360	cm
Teljes hossz:	410	cm
Elméleti támaszköz:	385	cm
Megoszló teher:	124,10	kN/m
h=	60	cm
b=	25	cm
lemezvastagság=	20	cm
Önsúly karakterisztikus:	2,50	kN/m
Önsúly tervezési:	3,38	kN/m
Összesen	127,48	kN/m
V=	245,39	kN
M=	236,19	kNm

Vasalási paraméterek		
betonfedés:	25	mm
kengyelátmérő:	8	mm
fővas átmérője:	18	mm

Anyagminőségek		
Beton	C25/30	
fcd=	16,67	Mpa
Betonacél	B500B	
fyd=	435	MPa

Ellenőrzés hajlításra		
h=	600	mm
b=	250	mm
a=	42	mm
d=	558	mm

Alsó fővasak száma:		
n=	5	db
As=	1272,35	mm ²
Nyomott zóna magassága		
xc=	132,81	mm

kszi c0=	0,24
határérték=	0,49
OK	

Nyomatéki ellenállás		
MRd=	272084162	Nmm
MRd=	272,08	kNm
Kihasználtság:	87%	
MEGFELELT		

Asmin=	209,25	mm ²
Asmax=	5580,00	mm ²
As=	1272,35	mm ²
MEGFELELT		

Elfér-e egymás mellett?		
Vasak közti távolság:	21	mm
b szükséges:	240	mm

Vétlen befogás		
M=	35,43	kNm
Nyomott zóna magassága		
Felső fővasak		
fővas átmérője:	12	mm
n'=	2	db
As'='	226,19	mm ²
xc'='	23,61	mm
kszi c0=	0,04	
határérték=	0,49	

Nyomatéki ellenállás		
MRd=	48370517,68	Nmm
MRd=	48,37	kNm
Kihasználtság:	73%	
MEGFELELT		

Asmin=	209,25	mm ²
Asmax=	5580,00	mm ²
As'='	226,19	mm ²
MEGFELELT		

Ellenőrzés nyírásra		
V=	245,39	kN
Vr=	174,26	kN
Vr=	174258,33	N
Asw=	100,53	mm ²
VRds=	126,03	mm
s=	100	mm
VRds(100)=	219,62	kN
kih.=	79%	
s=	200	mm
VRds(200)=	109,81	kN
s=	300	mm
VRds(300)=	73,21	kN

5.5.2. Szoftveres számítás

Vasbeton gerenda

Szerkezeti elemek: 1

Szabvány: **Eurocode-H**

Tehereset: **lineáris, ST1**

Anyagok

Beton: **C25/30** ($f_{ck} = 25$ MPa)

Betonacél:

Hosszvasalás: **B500B** ($f_{yk} = 500$ MPa)

Kengyel: **B500B** ($f_{yk} = 500$ MPa)

Kúszási tényező: $\varphi(\infty, t_0) = 2$ [MSZ EN 1992-1-13.1.7. \(2\)](#)

Vasalási paraméterek megadása

Betonfedések: $c = 2,5$ cm

Felső hosszvasalás: $\phi_T = 12$ mm ($A_{\phi,T} = 1,13$ cm²)

Alsó hosszvasalás: $\phi_B = 18$ mm ($A_{\phi,B} = 2,54$ cm²)

Felső sarokvasak: $\phi_{c,T} = 12$ mm ($A_{\phi,c,T} = 1,13$ cm²)

Alsó sarokvasak: $\phi_{c,B} = 18$ mm ($A_{\phi,c,B} = 2,54$ cm²)

Oldalsó csavarási vasalás: $\phi_T = 16$ mm ($A_{\phi,T} = 2,01$ cm²)

Kengyelátmérő: $\phi_w = 8$ mm ($A_{\phi,w} = 0,50$ cm²)

Szárak száma: $n_{\phi,w} = 2$ db

Nyomott betonrácsrúd dőlésszöge: $\Theta = 45,00^\circ$ ($\cot \Theta = 1$)

Vaspozíció:

$$a_T = c_T + \phi_w + \frac{\phi_T}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,9 \text{ cm}$$

$$a_B = c_B + \phi_w + \frac{\phi_B}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,8}{2} = 4,2 \text{ cm}$$

$$a_{cT} = c_T + \phi_w + \frac{\phi_{c,T}}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,9 \text{ cm}$$

$$a_{cB} = c_B + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,8}{2} = 4,2 \text{ cm}$$

1. ULS (teherbírési határállapot)

Tervezési paraméterek

Tervezési állapot: **Tartós és ideiglenes**

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1,5} = 17 \text{ MPa} = 1,6667 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{cd,eff} = \eta \cdot f_{cd} = 1 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 = 1,6667 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3)}$$

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 1,8}{1,5} = 1,2 \text{ MPa} = 1197 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

1.1. Hajlítás

Legnagyobb húzott vasalás felül

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $c_{s_{pos}} = 0 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

Geometria

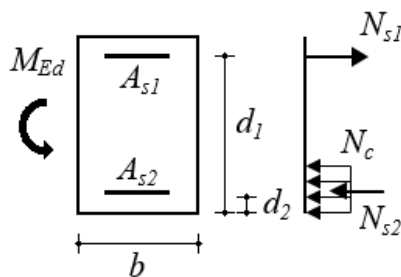
A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 35,51 \text{ kNm}$$

Hajlítási vasalás tervezése



A keresztmetszet egyensúlyát kifejező egyenletek

$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2} \right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 56,1 \text{ cm}$$

Legnagyobb tiszta nyomatéki teherbírás nyomott vasalás nélkül:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{2 \cdot 10^8}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 56,1 = 34,6 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 34,6 = 27,68 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(0,56 - \frac{0,28}{2} \right) \cdot 0,28 \cdot 0,25 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 = 487 \text{ kNm} > M_{Ed} = 36 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 1,54 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 2,10 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 2,10 \text{ cm}^2)$$

Legnagyobb húzott vasalás alul

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 1,655 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

Geometria

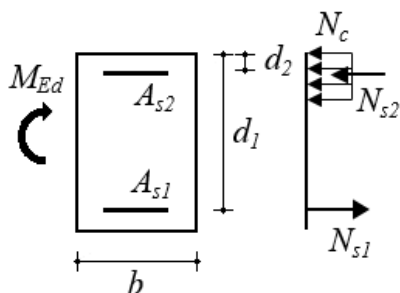
A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 237 \text{ kNm}$$

Hajlítási vasalás tervezése



A keresztmetszet egyensúlyát kifejező egyenletek

$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2} \right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 0,56 \text{ m}$$

Legnagyobb tiszta nyomatéki teherbírás nyomott vasalás nélkül:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{2 \cdot 10^8}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 0,56 = 34,41 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 34,41 = 0,28 \text{ m} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(0,56 - \frac{0,28}{2} \right) \cdot 0,28 \cdot 0,25 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 = 482 \text{ kNm} > M_{Ed} = 237 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 11,33 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 10,97 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 3,18 \text{ cm}^2)$$

1.2. Nyírás

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: 3,292 m

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 115 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 174,64 \text{ kN}$$

Nyírási vasalás

A méretezett nyírási vasalás nélküli szerkezeti elem nyírási teherbírásának tervezési értéke: [MSZ EN 1992-1-1 6.2.2. \(1\)](#)

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = (0,35 + 0,15 \cdot 0) \cdot 250 \cdot 558 = 4,9346 \cdot 10^4 \text{ N} = 49 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d = (0,12 \cdot 1,5987 \cdot (100 \cdot 0,0016215 \cdot 25)^{1/3} + 0,15 \cdot 0) \cdot 250 \cdot 558 = 4,2671 \cdot 10^4 \text{ N} = 43 \text{ kN} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 (6.2.b)}$$

$$V_{Rd,c} = 43 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 49 \text{ kN} \rightarrow V_{Rd,c} = V_{Rd,c,min} = 49 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 49 \text{ kN} < V_{Ed,red} = 174,64 \text{ kN} \quad \text{!!}$$

Nyírási vasalásra van szükség.

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

$$\cot \Theta_{\min} = 1 \leq \cot \Theta \leq \cot \Theta_{\max} = \frac{1,2 - \frac{1,4 \cdot \sigma_{cp}}{f_{cd}}}{1 - \frac{V_{Rd,c}}{V_{Ed}}} = \frac{1,2 - \frac{1,4 \cdot 0}{1,6667 \cdot 10^4}}{1 - \frac{49}{174,64}} = 1,6726 \quad (\text{NA5.1})$$

$$\cot \Theta = 1 \rightarrow \Theta = \arctan \frac{1}{\cot \Theta} = \arctan \frac{1}{1} = 45,00^\circ$$

A kengyelek egymástól mért távolságának számított értéke: [MSZ EN 1992-1-1 \(6.8.\)](#)

$$s = \frac{A_{s,w}}{V_{Ed}} \cdot 0,5022 \cdot f_{ywd} \cdot \cot \Theta = \frac{1,01}{174,64} \cdot 0,5022 \cdot 4,35 \cdot 10^5 \cdot \cot 45,00^\circ = 12,58 \text{ cm} \rightarrow s = 10 \text{ cm}$$

Kengyelezésre vonatkozó szerkesztési szabályok ellenőrzése:

[MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. \(5\) \(9.5N\) \(NA8.2.\)](#)

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{ywk}} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{25}}{500} = 0,0008 < 0,001 \rightarrow \rho_{w,min} = 0,001 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. (5) (9.4)}$$

$$\rho_w = \frac{A_{s,w}}{s \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{1,01}{10 \cdot 25,0 \cdot \sin 90,00^\circ} = 0,0040212 = 4,021 \text{ ‰} > \rho_{w,min} = 1,000 \text{ ‰} \quad \checkmark$$

$$s_{clear,min} = \max(k_1 \cdot \phi_w ; 0,016 ; k_3) = \max(1 \cdot 0,8 ; 0,016 ; 2) = 2,1 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 8.2. (2)}$$

$$s_{clear} = s - \phi_w = 10 - 0,8 = 9,2 \text{ cm} > s_{clear,min} = 2,1 \text{ cm} \quad \checkmark$$

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 55,8 \cdot (1 + \cot 90,00^\circ) = 41,85 \text{ cm} > 1,5 \cdot b_w = 1,5 \cdot 25,0 = 37,5 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 37,5 \text{ cm}$$

$$s_{l,max} = 37,5 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 30 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2.1. (6) (9.6N)}$$

$$s = 10 \text{ cm} < s_{l,max} = 30 \text{ cm} \quad \checkmark$$

A legnagyobb nyírási teherbírás tervezési értéke: [MSZ EN 1992-1-1 \(6.9.\)](#)

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0,5022 \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} = \frac{1 \cdot 25,0 \cdot 0,5022 \cdot 0,6 \cdot 1,6667 \cdot 10^4}{\cot 45,00^\circ + \tan 45,00^\circ} = 628 \text{ kN} > V_{Ed} = 174,64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

1.3. Csavarási hosszvasalás

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Nincs szükség méretezett csavarási hosszvasalásra.

2. SLS (használhatósági határállapot)

Tervezési paraméterek

Tervezési állapot: **SLS (használhatósági határállapot)**

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1} = 25 \text{ MPa} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1} = 500 = 5 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

2.1. Repedéstágasság ellenőrzése

Paraméterek MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (2)

2.1.1 Felső maximális repedéstágasság

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Hosszvasalás:

Felső vasalás: $2\phi 12 \quad (2,26 \text{ cm}^2)$

Alsó vasalás: $2\phi 18 \quad (5,09 \text{ cm}^2)$

A betonkeresztmetszet területe:

$$A_c = b_w \cdot h = 25,0 \cdot 60,0 = 1500 \text{ cm}^2$$

A betonkeresztmetszet súlypontjának távolsága a beton felső szélétől:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{45000}{1500} = 30 \text{ cm}$$

Repedésmentes keresztmetszet (I. feszültségi állapot)

A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől repedésmentes állapotban:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{45000 + 148,27 \cdot (6,3541 - 1)}{1500 + 7,351 \cdot (6,3541 - 1)} = 29,75 \text{ cm}$$

A repedésmentes betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 450095 + 19719,8 \cdot (6,3541 - 1) = 555676 \text{ cm}^4$$

A repesztő nyomaték:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,0056}{0,6 - 0,3} \cdot 2565 = 47,11 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0 \text{ kNm} \quad \text{A gerenda repedésmentes.}$$

2.1.2 Alsó maximális repedéstágasság

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 1,001 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 179,93 \text{ kNm}$$

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Hosszvasalás:

Felső vasalás: $2\phi 12 \quad (2,26 \text{ cm}^2)$

Alsó vasalás: $4\phi 18 \quad (10,18 \text{ cm}^2)$

A betonkeresztmetszet területe:

$$A_c = b_w \cdot h = 25,0 \cdot 60,0 = 1500 \text{ cm}^2$$

A betonkeresztmetszet súlypontjának távolsága a beton felső szélétől:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{45000}{1500} = 30 \text{ cm}$$

Repedésmentes keresztmetszet (I. feszültségi állapot)

A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől repedésmentes állapotban:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{45000 + 576,8 \cdot (6,3541 - 1)}{1500 + 12,44 \cdot (6,3541 - 1)} = 30,7 \text{ cm}$$

A repedésmentes betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 450726 + 65718,6 \cdot (6,3541 - 1) = 802589 \text{ cm}^4$$

A repesztő nyomaték:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,008}{0,6 - 0,31} \cdot 2565 = 70,25 \text{ kNm} < M_{Ed} = 179,93 \text{ kNm} \quad \text{A gerenda bereped.}$$

Berepedt rugalmas keresztmetszet (II. feszültségi állapot)

A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől berepedt rugalmas állapotban:

$$x_{II} = \frac{\frac{b_w \cdot x_{II}^2}{2} + S_{x,s,t} \cdot \alpha_e + S_{x,s,c} \cdot (\alpha_e - 1)}{b_w \cdot x_{II} + \Sigma A_{s,t} \cdot \alpha_e + \Sigma A_{s,c} \cdot (\alpha_e - 1)} \rightarrow x_{II1} = 14,3 \text{ cm} ; x_{II2} = -20,45 \text{ cm}$$

A berepedt rugalmas betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_{II} = I_{II,c} + I_{II,st} \cdot \alpha_e + I_{II,sc} \cdot (\alpha_e - 1) = 24392 + 17526,5 \cdot 6,3541 + 244,87 \cdot (6,3541 - 1) = 137068 \text{ cm}^4$$

A nyomatéki ellenállás rugalmas berepedt állapotban:

$$M_{Rd,II} = \frac{I_{II}}{x_{II}} \cdot E_{cm} \cdot \varepsilon_{c,max} = \frac{0,0014}{0,14} \cdot 3,1476 \cdot 10^7 \cdot 0,00079426 = 239,55 \text{ kNm} > M_{Ed} = 179,93 \text{ kNm} \quad \text{A}$$

keresztmetszet rugalmas állapotban van.

Hosszvasalás betonfedése:

$$c_\phi = c_B + \phi_w = 2,5 + 0,8 = 3,3 \text{ cm}$$

A tapadásos acélbetétek távolsága a húzott zónában:

$$s_{br,tz} = \frac{b_w - c_L - c_R + 2 \cdot \phi_w - \phi_{c,B}}{n_1 - 1} = \frac{25,0 - 2,5 - 2,5 + 2 \cdot 0,8 - 18}{4 - 1} = 6,6 \text{ cm}$$

$$s_{br,tz} = 6,6 \text{ cm} < 5 \cdot \left(c_\phi + \frac{\phi_{eq}}{2} \right) = 5 \cdot \left(3,3 + \frac{1,8}{2} \right) = 21 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (3)}$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot c_\phi + \frac{0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \phi}{\rho_{p,eff}} = 3,4 \cdot 3,3 + \frac{0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 1,8}{0,038776} = 19,11 \text{ cm} = 191,11 \text{ mm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1}$$

7.3.4. (7.11)

A húzott vasalásban fellépő feszültség berepedt keresztmetszet feltételezésével számítva:

$$\sigma_s = \frac{\alpha_e \cdot M_{Ed}}{I_{II}} \cdot (d - x_{II}) = \frac{6,3541 \cdot 179,93}{137068} \cdot (55,8 - 14,3) = 3,4612 \cdot 10^5 \text{ kPa}$$

A húzott vasalás átlagos nyúlása:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}}{2 \cdot 10^8} = \frac{3,4612 \cdot 10^5 - \frac{0,4 \cdot 2565}{0,038776}}{2 \cdot 10^8} = 0,0015983$$

A beton átlagos nyúlása:

$$\varepsilon_{cm} = \frac{k_t \cdot f_{ct,eff}}{E_{cm}} = \frac{0,4 \cdot 2565}{3,1476 \cdot 10^7} = 3,2596 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta\varepsilon_{(sm,cm)} = \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0015983 - 3,2596 \cdot 10^{-5} = 0,0015657 > \frac{0,6 \cdot \sigma_s}{2 \cdot 10^8} = \frac{0,6 \cdot 3,4612 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8} = 0,0010383 = 1,566$$

‰ MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (7.9)

A repedéstágasság: MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (7.8)

$$w_k = S_{r,max} \cdot \Delta\varepsilon_{(sm,cm)} = 191,11 \cdot 0,0015657 = 0,30 \text{ mm} = w_{max} = 0,30 \text{ mm} \quad \text{megfelel}$$

2.2. Lehajlás

Paraméterek

Eredmények összefoglalása

1. mező :

Támaszköz: $l_0 = 3,850 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

	bal támasz	Mező			jobb támasz
	jobb szél	nyomatéki nullpont	max	nyomatéki nullpont	bal szél
Táv [m]	0	0,019	1,925	3,850	3,850
l_0 [m]	3,850				
Hosszvasalás felül	2 ϕ 12		2 ϕ 12		2 ϕ 12
Hosszvasalás alul	2 ϕ 18		5 ϕ 18		2 ϕ 18
I_c [cm ⁴]	450000		450000		450000
I_I [cm ⁴]	537977		617450		537977
I_{II} [cm ⁴]	102953		376862		102953
M_{cr} [kNm]	44,80		58,11		44,80
$M_{Rd,II}$ [kNm]	59,25		265,59		59,25
M [kNm]	0		– 236,75		0
ζ	0		0,96988	0	
α_I	2,5094		2,1864	2,5094	
α_{II}	13,113		3,5822	13,113	
α	2,5094		3,5402	2,5094	
e_0 [mm]	0 (↓)	0,041 (↓)	2,579 (↓)	0 (↓)	0 (↓)
$e_{0,rel}$ [mm]	0	0	2,558 (↓)	0	0
e_{abs} [mm]	0 (↓)	0,102 (↓)	9,108 (↓)	0 (↓)	0 (↓)
e_{rel} [mm]	0 ✓	0,102 (↓) ✓	9,108 (↓) ✓	0 ✓	0 ✓
e_{lim} [mm]	15,400				

Vasbeton gerenda

Szerkezeti elemek: 1

Szabvány: **Eurocode-H**

Tehereset: **lineáris, Burkoló (Alapértelmezett)**

Anyagok

Beton: **C25/30** ($f_{ck} = 25$ MPa)

Betonacél:

Hosszvasalás: **B500B** ($f_{yk} = 500$ MPa)

Kengyel: **B500B** ($f_{ywk} = 500$ MPa)

Kúszási tényező: $\varphi(\infty, t_0) = 2$ [MSZ EN 1992-1-13.1.7. \(2\)](#)

Vasalási paraméterek megadása

Betonfedések: $c = 2,5$ cm

Felső hosszvasalás: $\phi_T = 12$ mm ($A_{\phi,T} = 1,13$ cm²)

Alsó hosszvasalás: $\phi_B = 18$ mm ($A_{\phi,B} = 2,54$ cm²)

Felső sarokvasak: $\phi_{c,T} = 12$ mm ($A_{\phi,c,T} = 1,13$ cm²)

Alsó sarokvasak: $\phi_{c,B} = 18$ mm ($A_{\phi,c,B} = 2,54$ cm²)

Oldalsó csavarási vasalás: $\phi_T = 16$ mm ($A_{\phi,T} = 2,01$ cm²)

Kengyelátmérő: $\phi_w = 8$ mm ($A_{\phi,w} = 0,50$ cm²)

Szárok száma: $n_{\phi,w} = 2$ db

Nyomott betonrácsrúd dőlésszöge: $\Theta = 45,00^\circ$ ($\cot \Theta = 1$)

Vaspozíció:

$$a_T = c_T + \phi_w + \frac{\phi_T}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,9 \text{ cm}$$

$$a_B = c_B + \phi_w + \frac{\phi_B}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,8}{2} = 4,2 \text{ cm}$$

$$a_{cT} = c_T + \phi_w + \frac{\phi_{c,T}}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,9 \text{ cm}$$

$$a_{cB} = c_B + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,8}{2} = 4,2 \text{ cm}$$

1. ULS (teherbírési határállapot)

Tervezési paraméterek

Tervezési állapot: **Tartós és ideiglenes**

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1,5} = 17 \text{ MPa} = 1,6667 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{cd,eff} = \eta \cdot f_{cd} = 1 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 = 1,6667 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3)}$$

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 1,8}{1,5} = 1,2 \text{ MPa} = 1197 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

1.1. Hajlítás

Legnagyobb húzott vasalás felül

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $c_{s_{pos}} = 0 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

Geometria

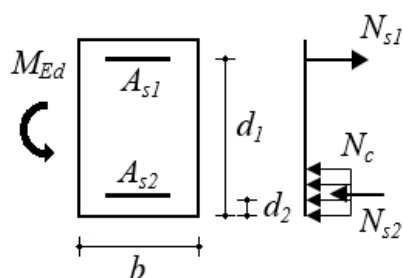
A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 35,51 \text{ kNm}$$

Hajlítási vasalás tervezése



A keresztmetszet egyensúlyát kifejező egyenletek

$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2} \right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 56,1 \text{ cm}$$

Legnagyobb tiszta nyomatéki teherbírás nyomott vasalás nélkül:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{2 \cdot 10^8}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 56,1 = 34,6 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 34,6 = 27,68 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(0,56 - \frac{0,28}{2} \right) \cdot 0,28 \cdot 0,25 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 = 487 \text{ kNm} > M_{Ed} = 36 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 1,54 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 2,10 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 2,10 \text{ cm}^2)$$

Legnagyobb húzott vasalás alul

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $c_{s, pos} = 1,655 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

Geometria

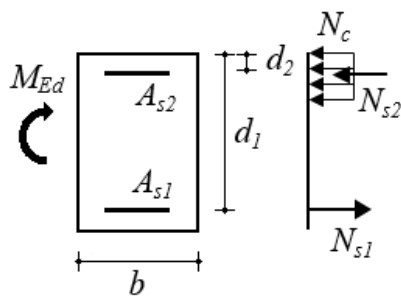
A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 237 \text{ kNm}$$

Hajlítási vasalás tervezése



A keresztmetszet egyensúlyát kifejező egyenletek

$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2} \right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 0,56 \text{ m}$$

Legnagyobb tiszta nyomatéki teherbírás nyomott vasalás nélkül:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{2 \cdot 10^8}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 0,56 = 34,41 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 34,41 = 0,28 \text{ m} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(0,56 - \frac{0,28}{2} \right) \cdot 0,28 \cdot 0,25 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 = 482 \text{ kNm} > M_{Ed} = 237 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 11,33 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 10,97 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 3,18 \text{ cm}^2)$$

1.2. Nyírás

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: 3,292 m

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 115 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 174,64 \text{ kN}$$

Nyírási vasalás

A méretezett nyírási vasalás nélküli szerkezeti elem nyírási teherbírásának tervezési értéke: [MSZ EN 1992-1-1 6.2.2. \(1\)](#)

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = (0,35 + 0,15 \cdot 0) \cdot 250 \cdot 558 = 4,9346 \cdot 10^4 \text{ N} = 49 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d = (0,12 \cdot 1,5987 \cdot (100 \cdot 0,0016215 \cdot 25)^{1/3} + 0,15 \cdot 0) \cdot 250 \cdot 558 = 4,2671 \cdot 10^4 \text{ N} = 43 \text{ kN} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 (6.2.b)}$$

$$V_{Rd,c} = 43 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 49 \text{ kN} \rightarrow V_{Rd,c} = V_{Rd,c,min} = 49 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 49 \text{ kN} < V_{Ed,red} = 174,64 \text{ kN} \quad \text{!!}$$

Nyírási vasalásra van szükség.

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

$$\cot \Theta_{\min} = 1 \leq \cot \Theta \leq \cot \Theta_{\max} = \frac{1,2 - \frac{1,4 \cdot \sigma_{cp}}{f_{cd}}}{1 - \frac{V_{Rd,c}}{V_{Ed}}} = \frac{1,2 - \frac{1,4 \cdot 0}{1,6667 \cdot 10^4}}{1 - \frac{49}{174,64}} = 1,6726 \quad (\text{NA5.1})$$

$$\cot \Theta = 1 \rightarrow \Theta = \arctan \frac{1}{\cot \Theta} = \arctan \frac{1}{1} = 45,00^\circ$$

A kengyelek egymástól mért távolságának számított értéke: [MSZ EN 1992-1-1 \(6.8.\)](#)

$$s = \frac{A_{s,w}}{V_{Ed}} \cdot 0,5022 \cdot f_{ywd} \cdot \cot \Theta = \frac{1,01}{174,64} \cdot 0,5022 \cdot 4,35 \cdot 10^5 \cdot \cot 45,00^\circ = 12,58 \text{ cm} \rightarrow s = 10 \text{ cm}$$

Kengyelezésre vonatkozó szerkesztési szabályok ellenőrzése:

[MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. \(5\) \(9.5N\) \(NA8.2.\)](#)

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{25}}{500} = 0,0008 < 0,001 \rightarrow \rho_{w,min} = 0,001 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. (5) (9.4)}$$

$$\rho_w = \frac{A_{s,w}}{s \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{1,01}{10 \cdot 25,0 \cdot \sin 90,00^\circ} = 0,0040212 = 4,021 \text{ ‰} > \rho_{w,min} = 1,000 \text{ ‰} \quad \checkmark$$

$$s_{clear,min} = \max(k_1 \cdot \phi_w ; 0,016 ; k_3) = \max(1 \cdot 0,8 ; 0,016 ; 2) = 2,1 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 8.2. (2)}$$

$$s_{clear} = s - \phi_w = 10 - 0,8 = 9,2 \text{ cm} > s_{clear,min} = 2,1 \text{ cm} \quad \checkmark$$

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 55,8 \cdot (1 + \cot 90,00^\circ) = 41,85 \text{ cm} > 1,5 \cdot b_w = 1,5 \cdot 25,0 = 37,5 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 37,5 \text{ cm}$$

$$s_{l,max} = 37,5 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 30 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2.1. (6) (9.6N)}$$

$$s = 10 \text{ cm} < s_{l,max} = 30 \text{ cm} \quad \checkmark$$

A legnagyobb nyírási teherbírás tervezési értéke: [MSZ EN 1992-1-1 \(6.9.\)](#)

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0,5022 \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} = \frac{1 \cdot 25,0 \cdot 0,5022 \cdot 0,6 \cdot 1,6667 \cdot 10^4}{\cot 45,00^\circ + \tan 45,00^\circ} = 628 \text{ kN} > V_{Ed} = 174,64 \text{ kN} \quad \checkmark$$

1.3. Csavarási hosszvasalás

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Nincs szükség méretezett csavarási hosszvasalásra.

2. SLS (használhatósági határállapot)

Tervezési paraméterek

Tervezési állapot: **SLS (használhatósági határállapot)**

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1} = 25 \text{ MPa} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1} = 500 = 5 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

2.1. Repedéstágasság ellenőrzése

Paraméterek MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (2)

2.1.1 Felső maximális repedéstágasság

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: ST1

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Hosszvasalás:

Felső vasalás: $2\phi 12 \quad (2,26 \text{ cm}^2)$

Alsó vasalás: $2\phi 18 \quad (5,09 \text{ cm}^2)$

A betonkeresztmetszet területe:

$$A_c = b_w \cdot h = 25,0 \cdot 60,0 = 1500 \text{ cm}^2$$

A betonkeresztmetszet súlypontjának távolsága a beton felső szélétől:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{45000}{1500} = 30 \text{ cm}$$

Repedésmentes keresztmetszet (I. feszültségi állapot)

A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől repedésmentes állapotban:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{45000 + 148,27 \cdot (6,3541 - 1)}{1500 + 7,351 \cdot (6,3541 - 1)} = 29,75 \text{ cm}$$

A repedésmentes betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 450095 + 19719,8 \cdot (6,3541 - 1) = 555676 \text{ cm}^4$$

A repesztő nyomaték:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,0056}{0,6 - 0,3} \cdot 2565 = 47,11 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0 \text{ kNm} \quad \text{A gerenda repedésmentes.}$$

2.1.2 Alsó maximális repedéstágasság

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 1,001 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 179,93 \text{ kNm}$$

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 60,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Hosszvasalás:

Felső vasalás: $2\phi 12 \quad (2,26 \text{ cm}^2)$

Alsó vasalás: $4\phi 18 \quad (10,18 \text{ cm}^2)$

A betonkeresztmetszet területe:

$$A_c = b_w \cdot h = 25,0 \cdot 60,0 = 1500 \text{ cm}^2$$

A betonkeresztmetszet súlypontjának távolsága a beton felső szélétől:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{45000}{1500} = 30 \text{ cm}$$

Repedésmentes keresztmetszet (I. feszültségi állapot)

A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől repedésmentes állapotban:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{45000 + 576,8 \cdot (6,3541 - 1)}{1500 + 12,44 \cdot (6,3541 - 1)} = 30,7 \text{ cm}$$

A repedésmentes betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 450726 + 65718,6 \cdot (6,3541 - 1) = 802589 \text{ cm}^4$$

A repesztő nyomaték:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,008}{0,6 - 0,31} \cdot 2565 = 70,25 \text{ kNm} < M_{Ed} = 179,93 \text{ kNm} \quad \text{A gerenda bereped.}$$

Berepedt rugalmas keresztmetszet (II. feszültségi állapot)

A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől berepedt rugalmas állapotban:

$$x_{II} = \frac{\frac{b_w \cdot x_{II}^2}{2} + S_{x,s,t} \cdot \alpha_e + S_{x,s,c} \cdot (\alpha_e - 1)}{b_w \cdot x_{II} + \Sigma A_{s,t} \cdot \alpha_e + \Sigma A_{s,c} \cdot (\alpha_e - 1)} \rightarrow x_{II1} = 14,3 \text{ cm} ; x_{II2} = -20,45 \text{ cm}$$

A berepedt rugalmas betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_{II} = I_{II,c} + I_{II,st} \cdot \alpha_e + I_{II,sc} \cdot (\alpha_e - 1) = 24392 + 17526,5 \cdot 6,3541 + 244,87 \cdot (6,3541 - 1) = 137068 \text{ cm}^4$$

A nyomatéki ellenállás rugalmas berepedt állapotban:

$$M_{Rd,II} = \frac{I_{II}}{x_{II}} \cdot E_{cm} \cdot \varepsilon_{c,max} = \frac{0,0014}{0,14} \cdot 3,1476 \cdot 10^7 \cdot 0,00079426 = 239,55 \text{ kNm} > M_{Ed} = 179,93 \text{ kNm} \quad \text{A}$$

keresztmetszet rugalmas állapotban van.

Hosszvasalás betonfedése:

$$c_\phi = c_B + \phi_w = 2,5 + 0,8 = 3,3 \text{ cm}$$

A tapadási acélbetétek távolsága a húzott zónában:

$$s_{br,tz} = \frac{b_w - c_L - c_R + 2 \cdot \phi_w - \phi_{c,B}}{n_1 - 1} = \frac{25,0 - 2,5 - 2,5 + 2 \cdot 0,8 - 18}{4 - 1} = 6,6 \text{ cm}$$

$$s_{br,tz} = 6,6 \text{ cm} < 5 \cdot \left(c_\phi + \frac{\phi_{eq}}{2} \right) = 5 \cdot \left(3,3 + \frac{1,8}{2} \right) = 21 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (3)}$$

$$S_{r,max} = 3,4 \cdot c_\phi + \frac{0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \phi}{\rho_{p,eff}} = 3,4 \cdot 3,3 + \frac{0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 1,8}{0,038776} = 19,11 \text{ cm} = 191,11 \text{ mm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1}$$

7.3.4. (7.11)

A húzott vasalásban fellépő feszültség berepedt keresztmetszet feltételezésével számítva:

$$\sigma_s = \frac{\alpha_e \cdot M_{Ed}}{I_{II}} \cdot (d - x_{II}) = \frac{6,3541 \cdot 179,93}{137068} \cdot (55,8 - 14,3) = 3,4612 \cdot 10^5 \text{ kPa}$$

A húzott vasalás átlagos nyúlása:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}}{2 \cdot 10^8} = \frac{3,4612 \cdot 10^5 - \frac{0,4 \cdot 2565}{0,038776}}{2 \cdot 10^8} = 0,0015983$$

A beton átlagos nyúlása:

$$\varepsilon_{cm} = \frac{k_t \cdot f_{ct,eff}}{E_{cm}} = \frac{0,4 \cdot 2565}{3,1476 \cdot 10^7} = 3,2596 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta\varepsilon_{(sm,cm)} = \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0015983 - 3,2596 \cdot 10^{-5} = 0,0015657 > \frac{0,6 \cdot \sigma_s}{2 \cdot 10^8} = \frac{0,6 \cdot 3,4612 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8} = 0,0010383 = 1,566$$

%o MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (7.9)

A repedéstágasság: MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (7.8)

$$w_k = S_{r,max} \cdot \Delta\varepsilon_{(sm,cm)} = 191,11 \cdot 0,0015657 = 0,30 \text{ mm} = w_{max} = 0,30 \text{ mm} \quad \text{megfelel}$$

2.2. Lehajlás

Paraméterek

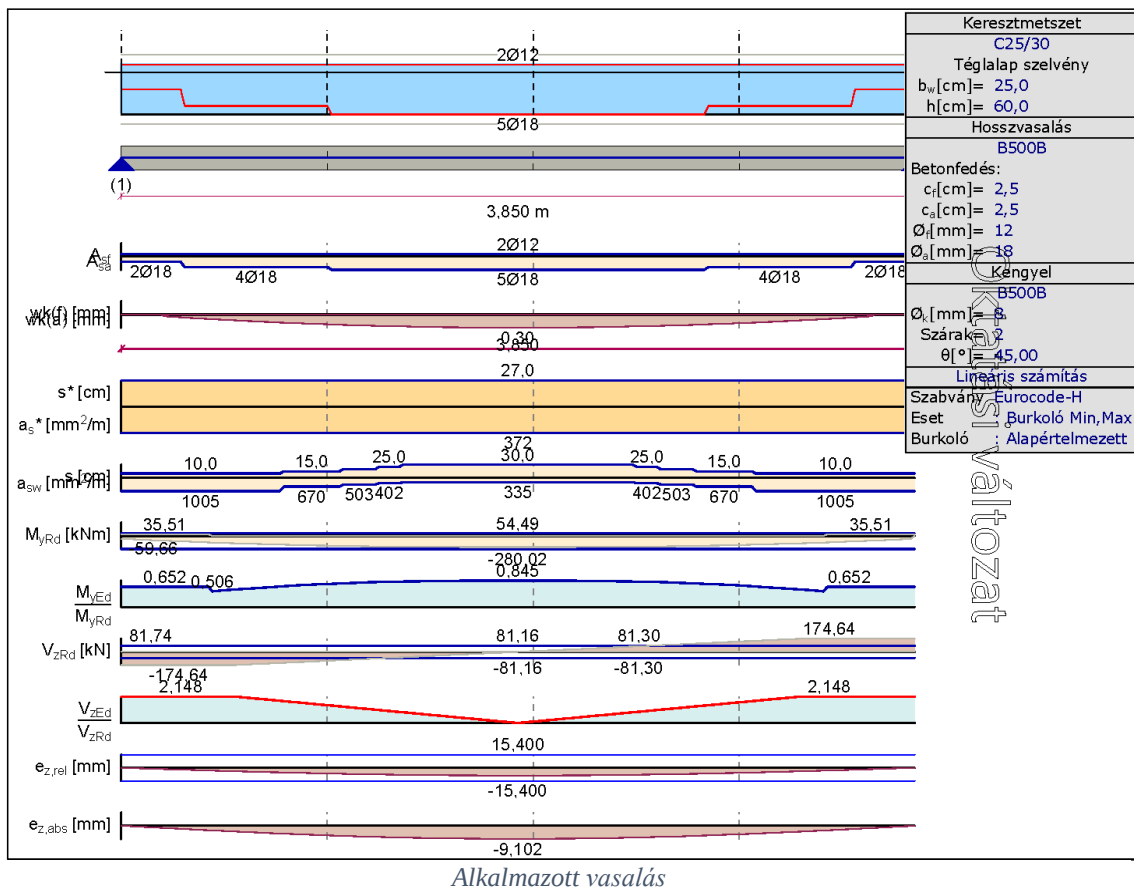
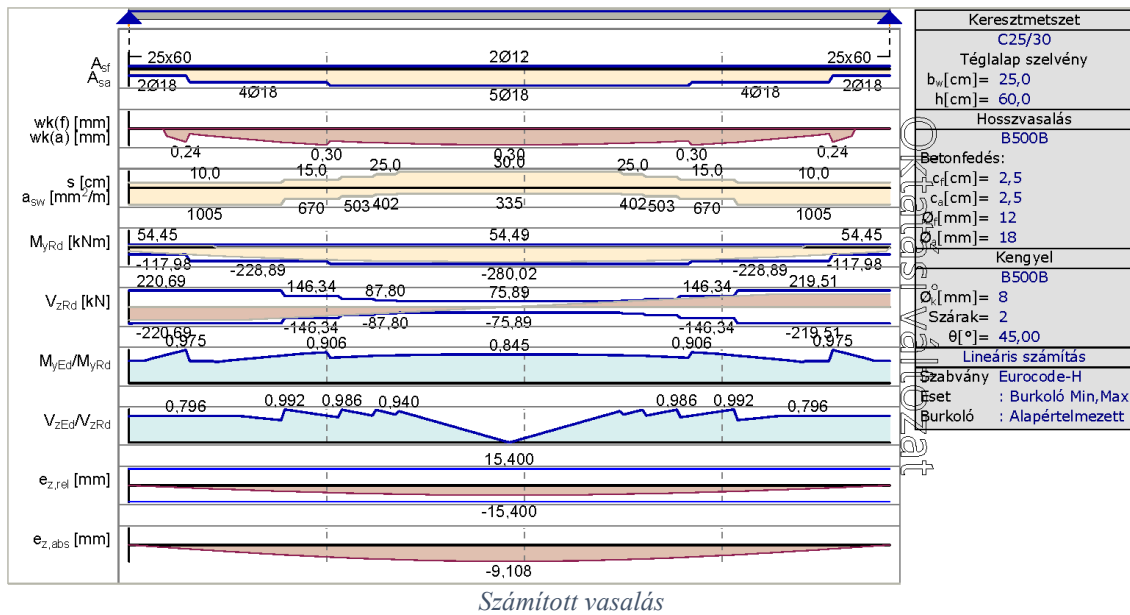
Eredmények összefoglalása

1. mező :

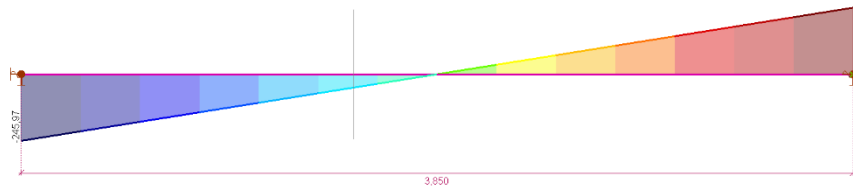
Támaszköz: $l_0 = 3,850 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **ST1**

	bal támasz	Mező			jobb támasz
	jobb szél	nyomatéki nullpont	max	nyomatéki nullpont	bal szél
Táv [m]	0	0,019	1,925	3,850	3,850
l_0 [m]	3,850				
Hosszvasalás felül	2 ϕ 12		2 ϕ 12		2 ϕ 12
Hosszvasalás alul	2 ϕ 18		5 ϕ 18		2 ϕ 18
I_c [cm ⁴]	450000		450000		450000
I_I [cm ⁴]	537977		617450		537977
I_{II} [cm ⁴]	102953		376862		102953
M_{cr} [kNm]	44,80		58,11		44,80
$M_{Rd,II}$ [kNm]	59,25		265,59		59,25
M [kNm]	0		– 236,75		0
ζ	0		0,96988	0	
α_I	2,5094		2,1864	2,5094	
α_{II}	13,113		3,5822	13,113	
α	2,5094		3,5402	2,5094	
e_0 [mm]	0 (↓)	0,041 (↓)	2,579 (↓)	0 (↓)	0 (↓)
$e_{0,rel}$ [mm]	0	0	2,558 (↓)	0	0
e_{abs} [mm]	0 (↓)	0,102 (↓)	9,108 (↓)	0 (↓)	0 (↓)
e_{rel} [mm]	0 ✓	0,102 (↓) ✓	9,108 (↓) ✓	0 ✓	0 ✓
e_{lim} [mm]	15,400				



Lineáris számítás	
Standard	Eurocode-II
Előf.	Burkoló Min,Max
Burkoló	Alapfelületre osztva
E (P)	2,70E-16
E (N)	2,70E-16
E (DS)	4,44E-16
Komp.	Vz [kN]
Statika	Min, max (hejyes)
Max	245,97
Min	-245,97

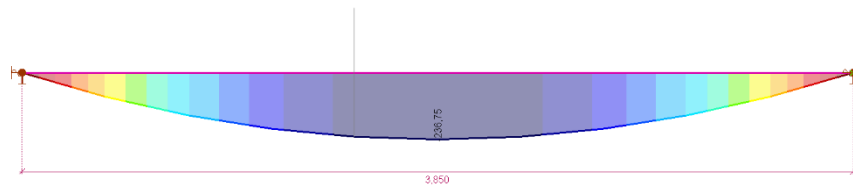


Vz [kN]	
245,96	245,96
175,70	175,70
140,56	140,56
105,42	105,42
70,28	70,28
35,14	35,14
0	0
-35,14	-35,14
-70,28	-70,28
-105,42	-105,42
-140,56	-140,56
-175,70	-175,70
-210,84	-210,84
-245,97	-245,97



Függőleges irányú nyíróerő ábra

Lineáris számítás	
Standard	Eurocode-II
Előf.	Burkoló Min,Max
Burkoló	Alapfelületre osztva
E (P)	2,70E-16
E (N)	2,70E-16
E (DS)	4,44E-16
Komp.	Mx [kNm]
Statika	Min, max (hejyes)
Max	0
Min	-236,75



Mx [kNm]	
0	0
-16,91	-16,91
-33,82	-33,82
-50,73	-50,73
-67,64	-67,64
-84,55	-84,55
-101,46	-101,46
-118,37	-118,37
-135,28	-135,28
-152,20	-152,20
-169,11	-169,11
-186,02	-186,02
-202,93	-202,93
-219,84	-219,84
-236,75	-236,75

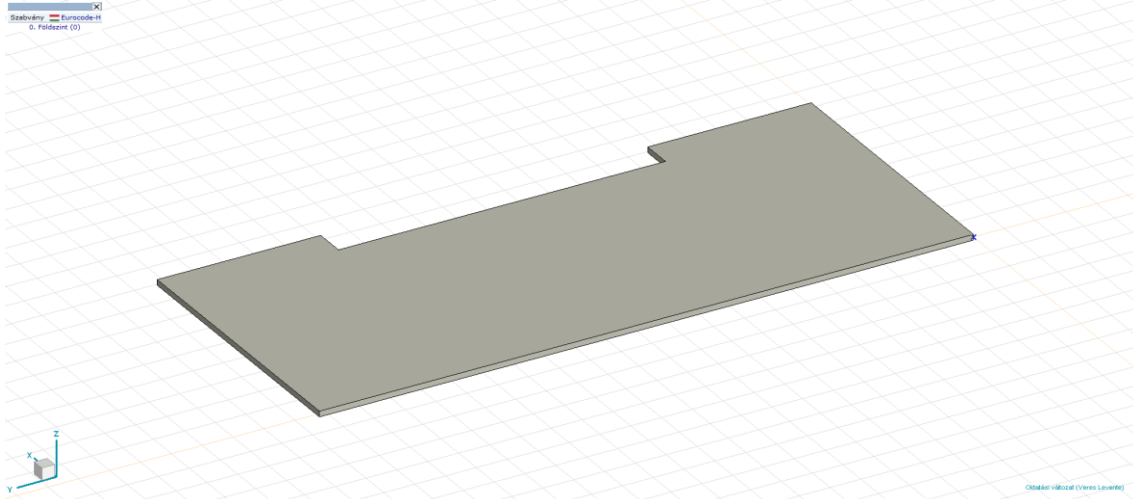


Függőleges irányú nyomatéki ábra

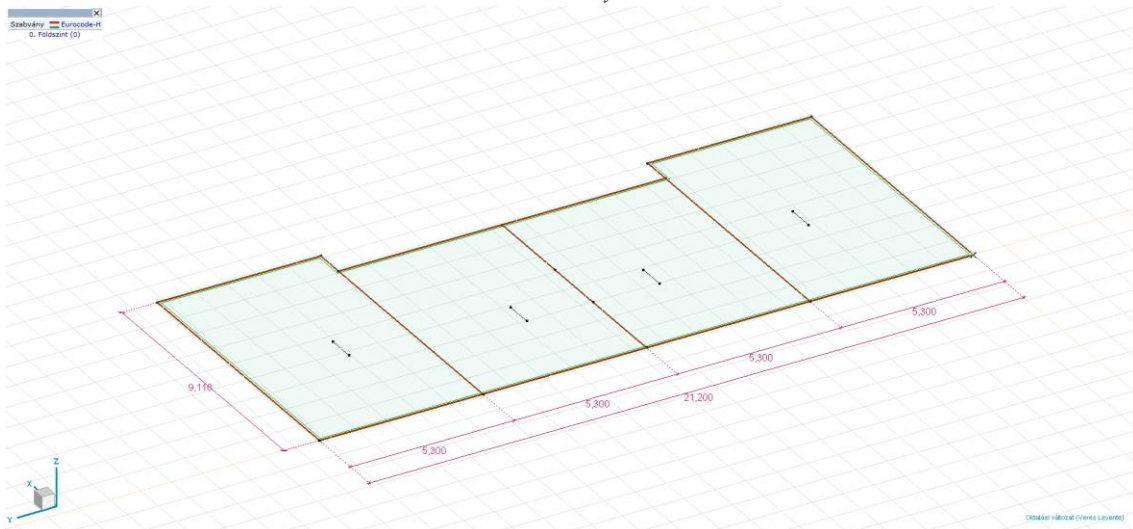
Öbölési változat (Városi Légi)

5.6. Pince feletti földém

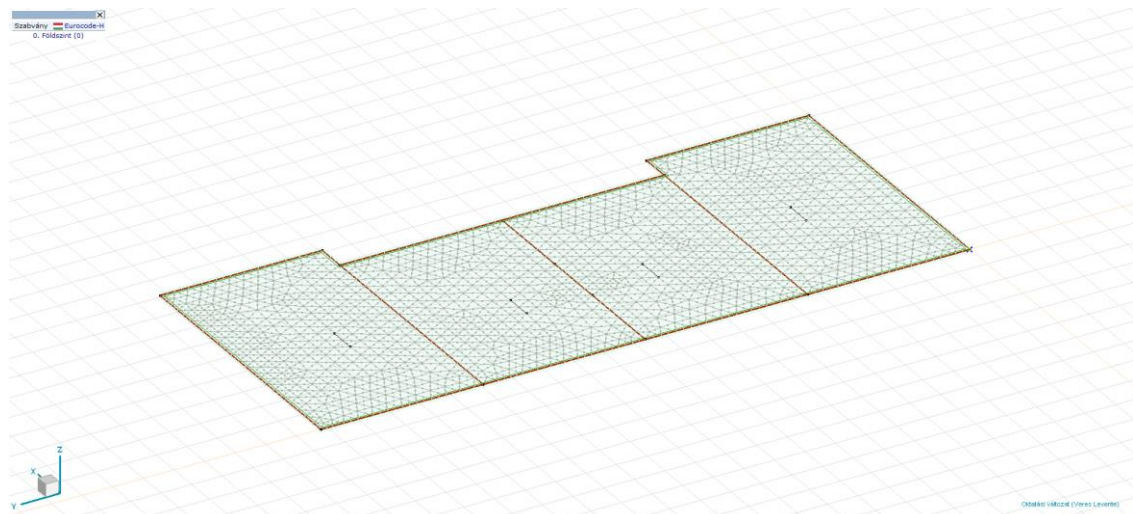
5.6.1. Pince feletti földém geometriája, terhei, igénybevételi ábrái



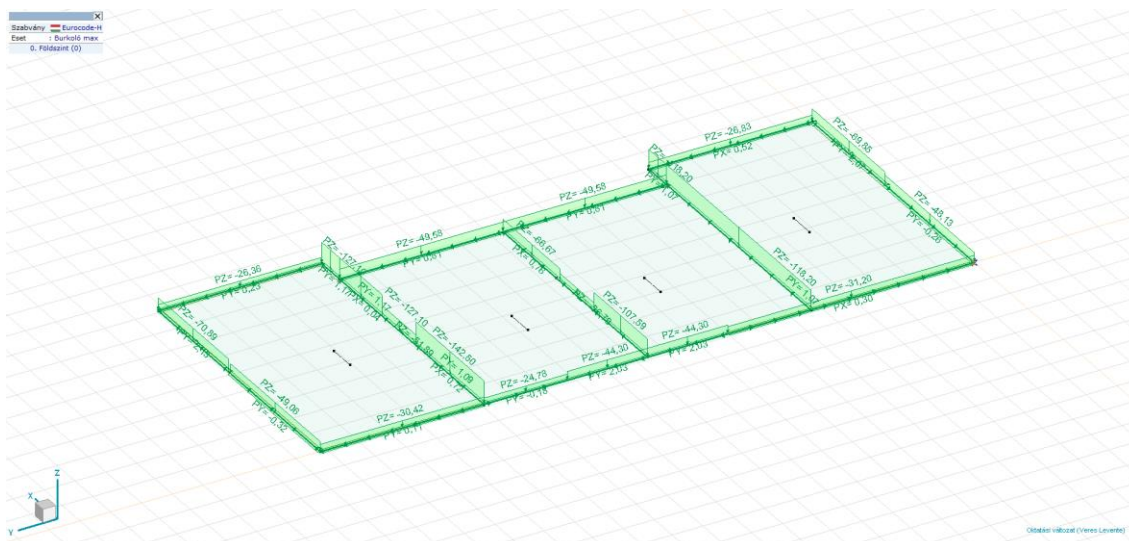
Látvány



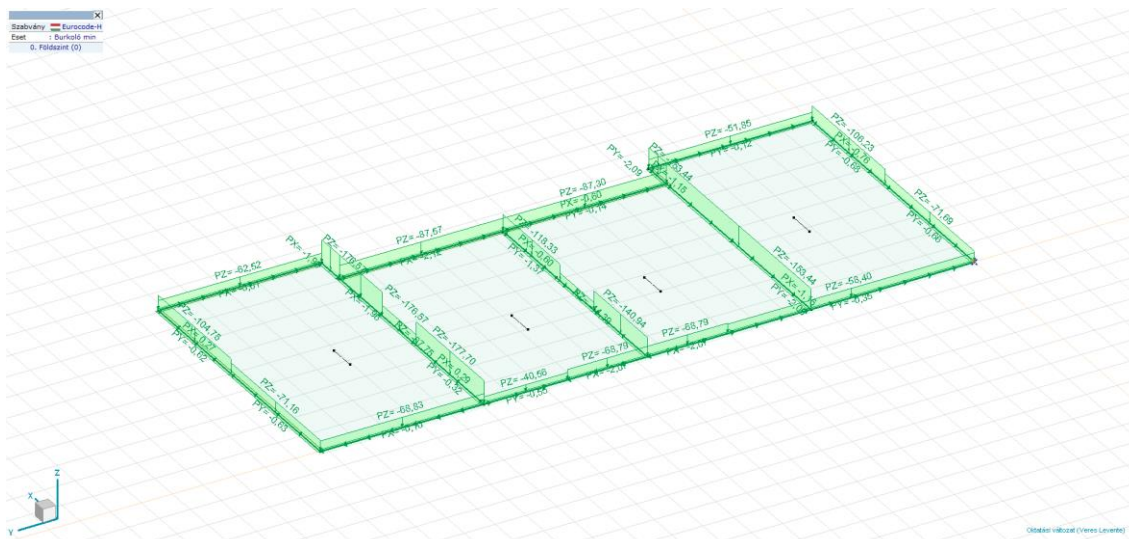
Geometria



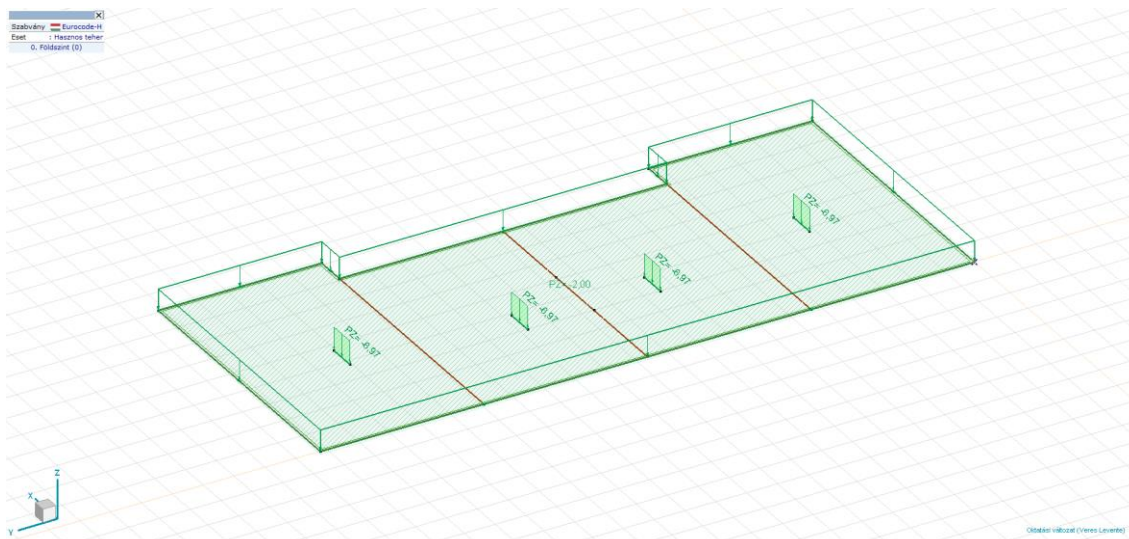
Háló



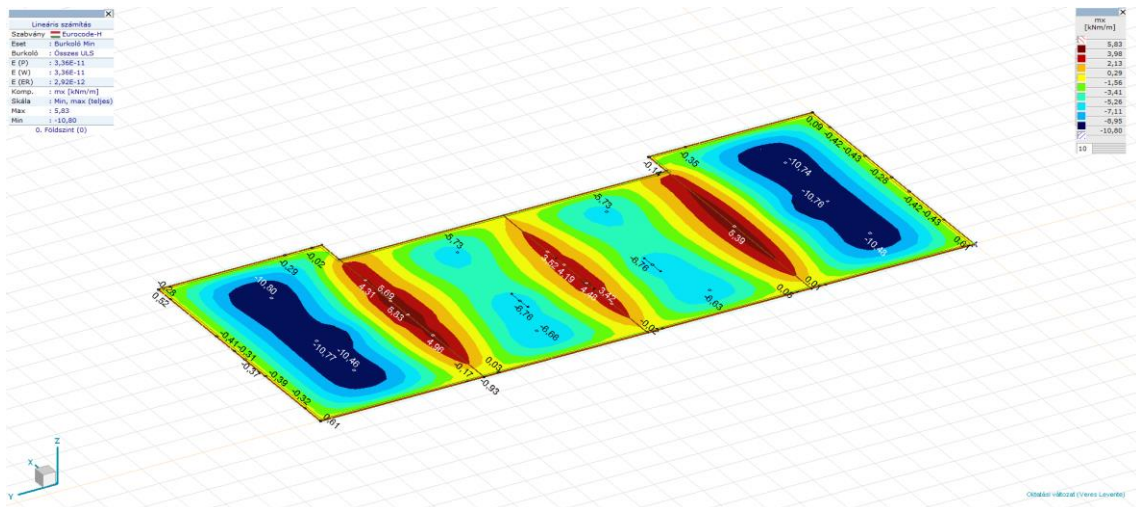
Fentről érkező maximális teher



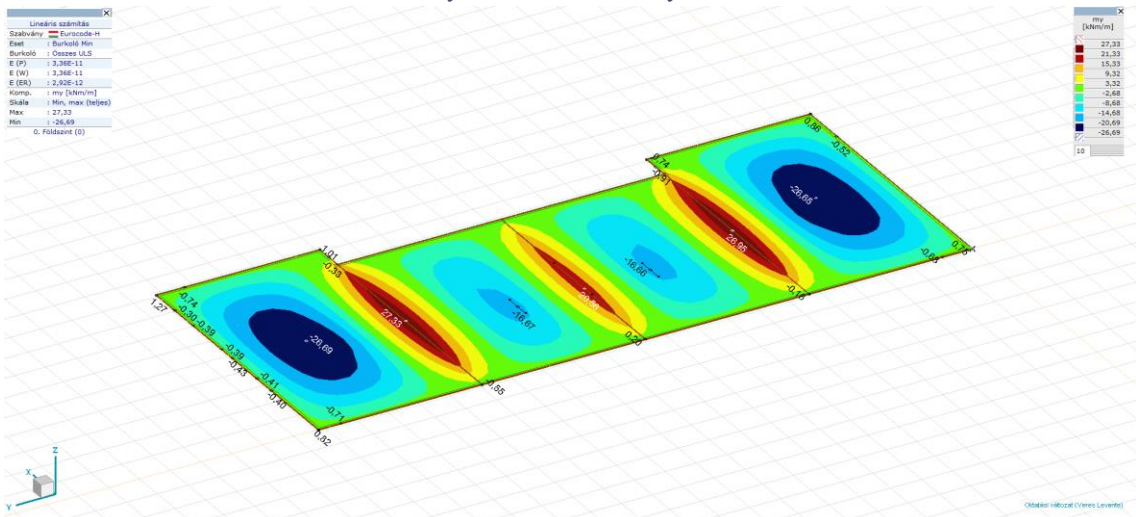
Fentről érkező minimális teher



Hasznos terhek

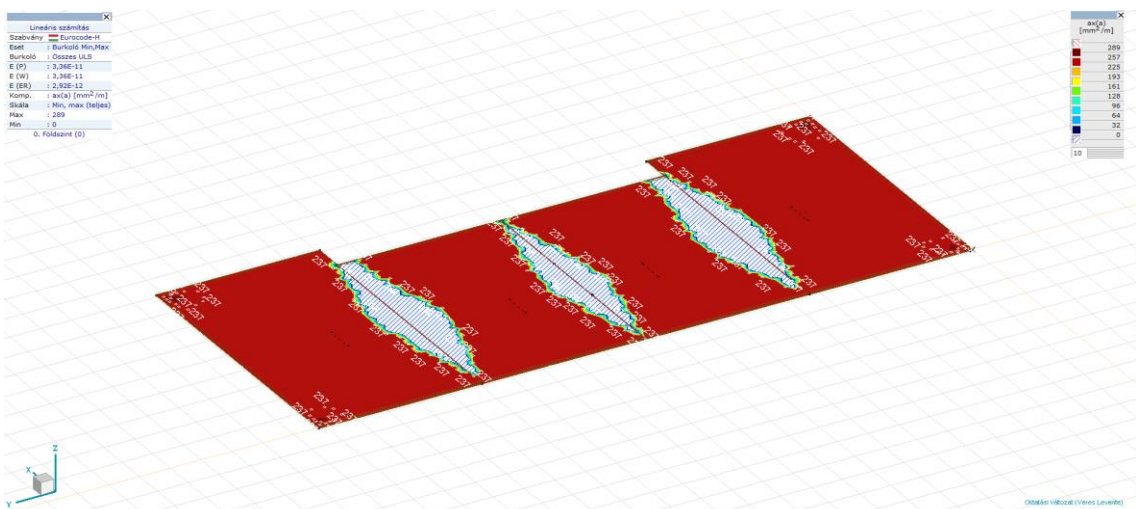


Nyomatéki ábra x irányban

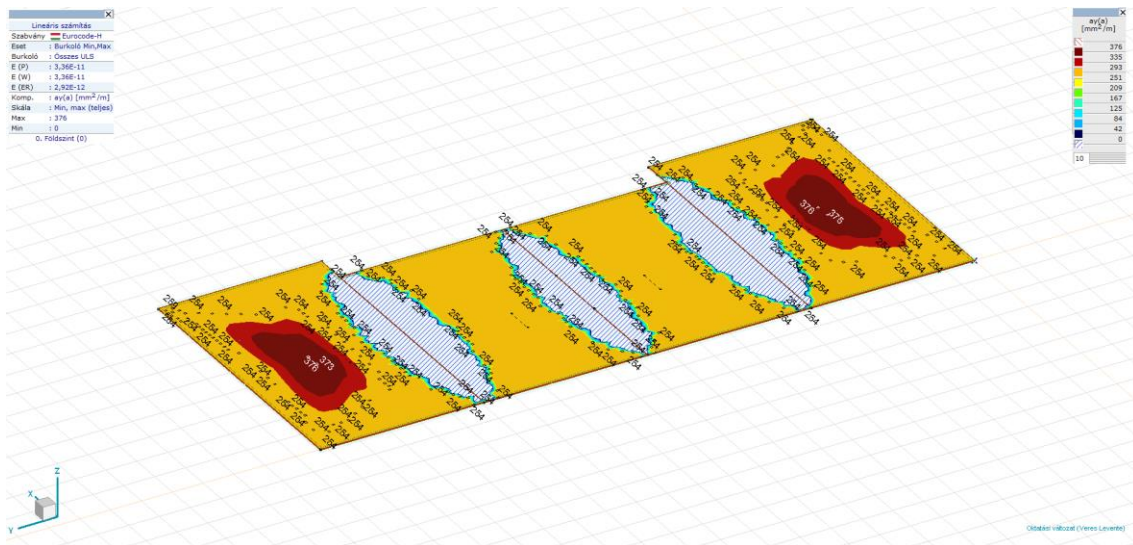


Nyomatéki ábra x irányban

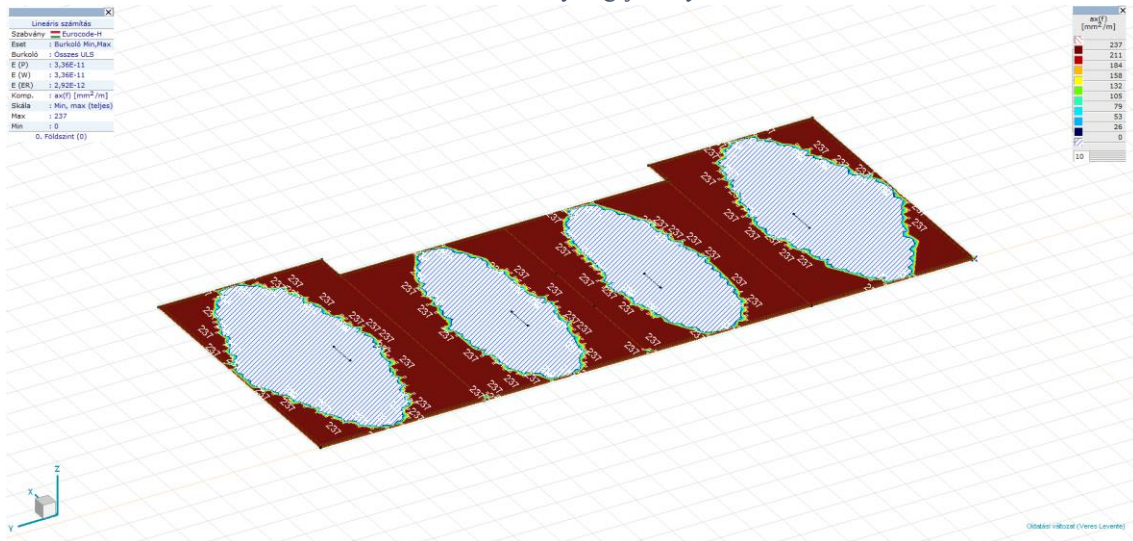
5.6.2. Pince feletti földem szükséges vasmennyiségei



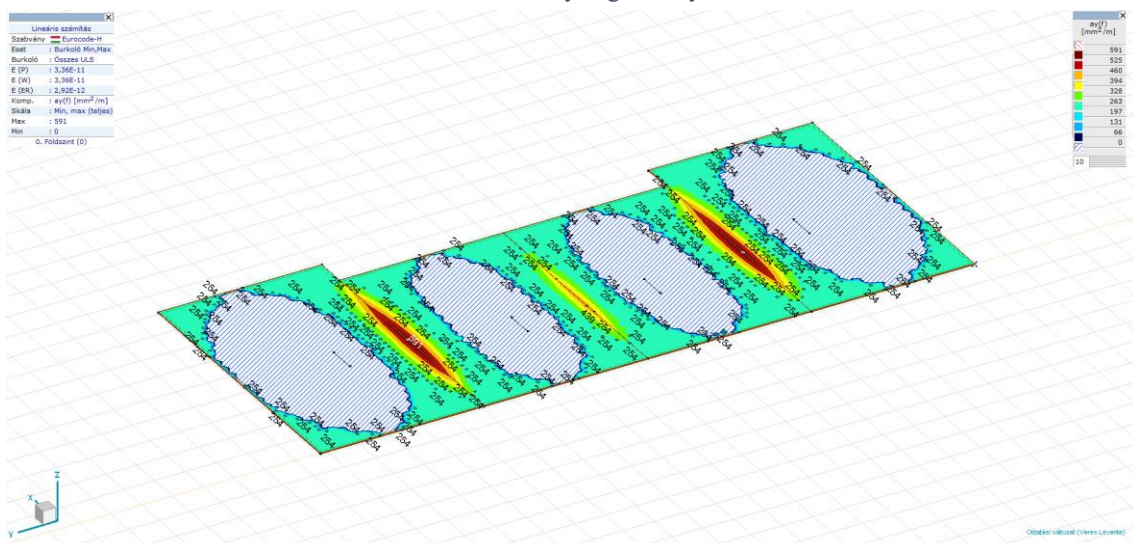
Alsó vasmennyiség x irányban



Alsó vasmennyiség y irányban



Felső vasmennyiség x irányban



Felső vasmennyiség y irányban

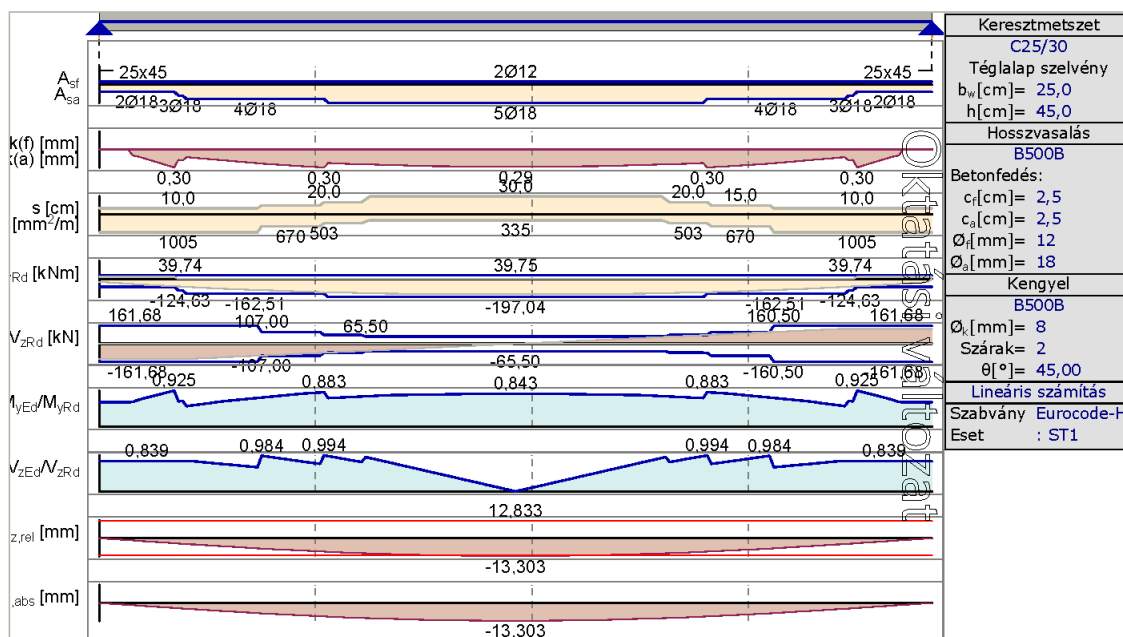
5.6.3. Pince feletti földem alkalmazott vasmennyiségei

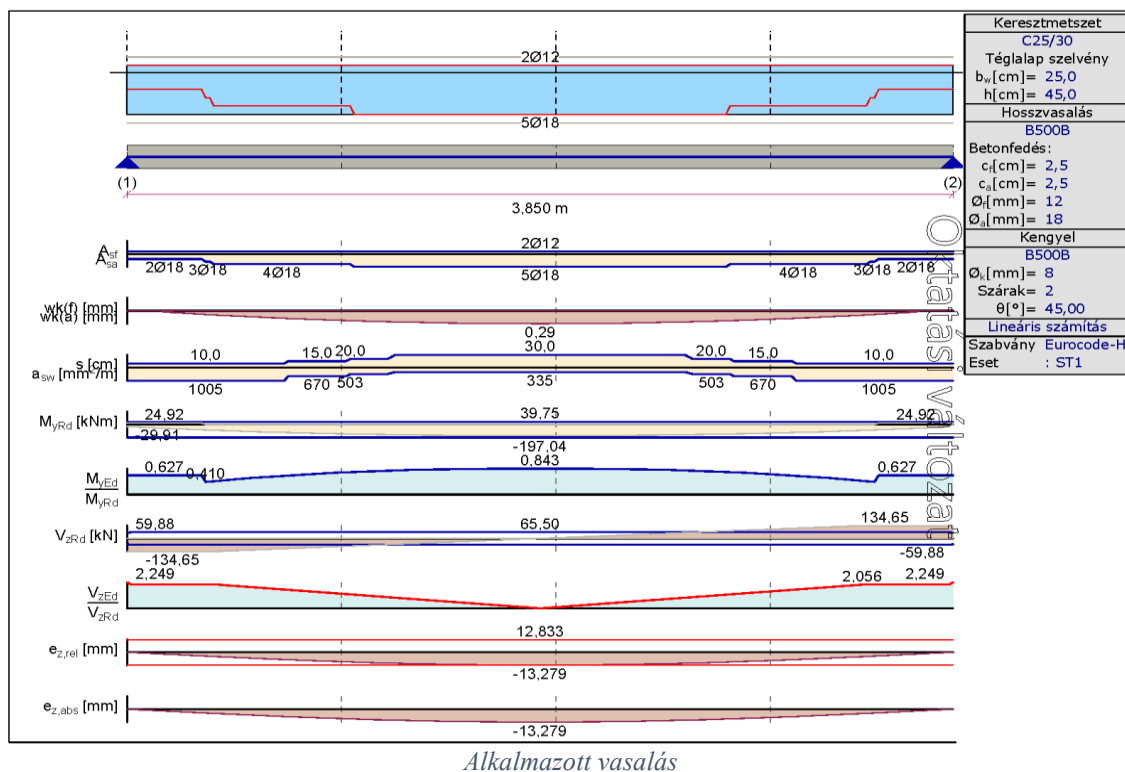
X irány			Y irány			A L S Ó
Elhelyezkedés:	Lépcső saroknál		Elhelyezkedés:	Lépcső saroknál		
Alsó vasmennyiség max:	423	mm2	Alsó vasmennyiség max:	794	mm2	
Alkalmazott vasalás:	Ø12	/200	Alkalmazott vasalás:	Ø12	/100	
Alkalmazott vasmennyiség:	565,49	mm2	Alkalmazott vasmennyiség:	1130,97	mm2	
Asmin=	255,00	mm2	Asmin=	255,00	mm2	
Asmax=	8000,00	mm2	Asmax=	8000,00	mm2	
MEGFELELT			MEGFELELT			
			Elhelyezkedés:	Mezőben		
			Alsó vasmennyiség max:	350	mm2	
			Alkalmazott vasalás:	Ø12	/200	
			Alkalmazott vasmennyiség:	565,49	mm2	
			Asmin=	255,00	mm2	
			Asmax=	8000,00	mm2	
			MEGFELELT			

Támaszok felett			Támaszok felett			F E L S Ó
Elhelyezkedés:	Támaszok felett		Elhelyezkedés:	Támaszok felett		
Felső vasmennyiség max:	364	mm2	Felső vasmennyiség max:	1016	mm2	
Alkalmazott vasalás:	Ø12	/200	Alkalmazott vasalás:	Ø12	/100	
Alkalmazott vasmennyiség:	565,49	mm2	Alkalmazott vasmennyiség:	1130,97	mm2	
Asmin=	255,00	mm2	Asmin=	255,00	mm2	
Asmax=	8000,00	mm2	Asmax=	8000,00	mm2	
MEGFELELT			MEGFELELT			
			Elhelyezkedés:	Erkélynél		
			Felső vasmennyiség max:	776	mm2	
			Alkalmazott vasalás:	Ø12	/100	
			Alkalmazott vasmennyiség:	1130,97	mm2	
			Asmin=	255,00	mm2	
			Asmax=	8000,00	mm2	
			MEGFELELT			

5.7. Földszinti 360 cm nyílásközü monolit gerenda

5.7.1. Szoftveres számítás





5.8. Földszinti 270 cm nyílásközű monolit gerenda

5.8.1. Kézi számítás

Igénybevételek		
Falköz:	270	cm
Teljes hossz:	320	cm
Elméleti támaszköz:	295	cm
Megoszló teher:	87,57	kN/m
h=	45	cm
b=	25	cm
lemezvastagság=	20	cm
Önsúly karakterisztikus:	1,56	kN/m
Önsúly tervezési:	2,11	kN/m
Összesen	89,68	kN/m
V=	132,28	kN
M=	97,55	kNm

Vasalási paraméterek		
betonfedés:	25	mm
kengyelátmérő:	8	mm
fővas átmérője:	14	mm

Anyagminőségek		
Beton	C25/30	
fcd=	16,67	Mpa
Betonacél	B500B	
f _{yd} =	435	MPa

Ellenőrzés hajlításra		
h=	450	mm
b=	250	mm
a=	40	mm
d=	410	mm

Alsó fővasak száma:		
n=	4	db
A _s =	615,75	mm ²
Nyomott zóna magassága		
x _c =	64,27	mm
ksz _i c ₀ =	0,16	
határérték=	0,49	
OK		

Nyomatéki ellenállás		
MR _d =	101211743,8	Nmm
MR _d =	101,21	kNm
Kihasználtság:	96%	
MEGFELELT		

A _{smin} =	153,75	mm ²
A _{smax} =	4100,00	mm ²
A _s =	615,75	mm ²
MEGFELELT		

Elfér-e egymás mellett?		
Vasak közti távolság:	21	mm
b szükséges:	185	mm

Vétlen befogás		
M=	14,63	kNm
Nyomott zóna magassága		
Felső fővasak		
fővas átmérője:	12	mm
n'=	2	db
As'=	226,19	mm ²
xc'=	23,61	mm
kszi c0=	0,06	
határérték=	0,49	

Nyomatéki ellenállás		
MRd=	37179824,26	Nmm
MRd=	37,18	kNm
Kihasználtság:	39%	
MEGFELELT		

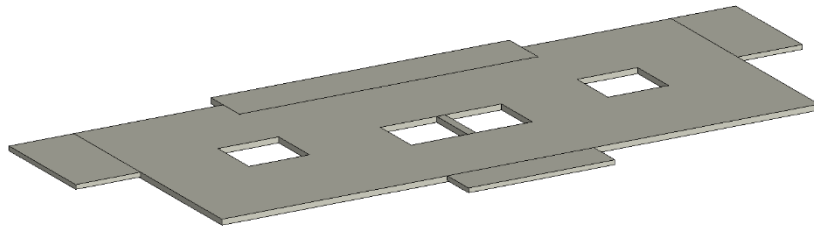
Asmin=	153,75	mm ²
Asmax=	4100,00	mm ²
As'=	226,19	mm ²
MEGFELELT		

Ellenőrzés nyírásra		
V=	132,28	kN
Vr=	95,51	kN
Vr=	95508,53	N
Asw=	100,53	mm ²
VRds=	168,96	mm
s=	100	mm
VRds(100)=	161,37	kN
kih.=	59%	
s=	200	mm
VRds(200)=	80,68	kN
s=	300	mm
VRds(300)=	53,79	kN

5.9. Földszint feletti födém

5.9.1. Földszint feletti födém geometriája, terhei, igénybevételi ábrái

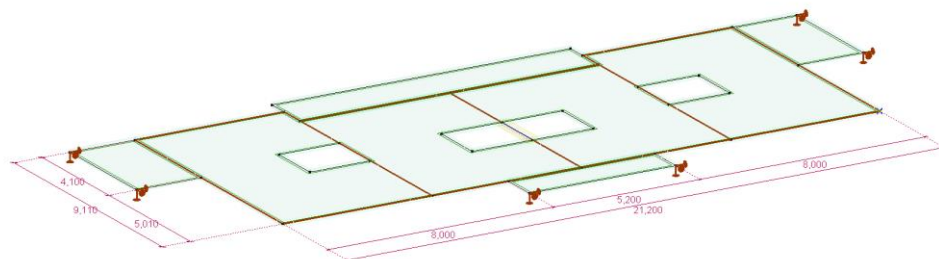
Stabvány Eurocode-H



Oldalsó nézet (Vezető Lenter)

Látvány

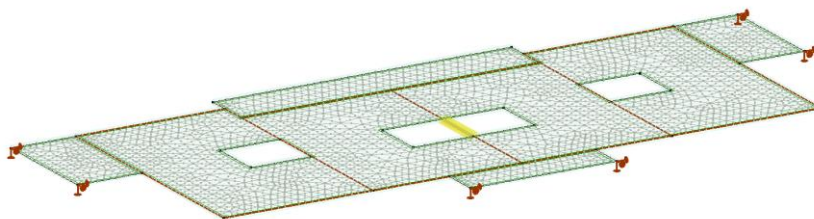
Stabvány Eurocode-H



Oldalsó nézet (Vezető Lenter)

Geometria

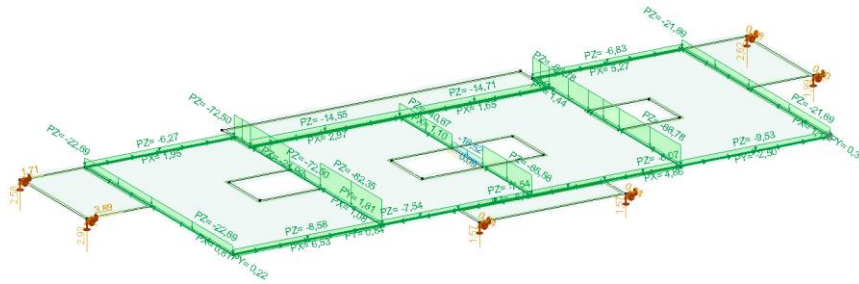
Stabvány Eurocode-H



Oldalsó nézet (Vezető Lenter)

Háló

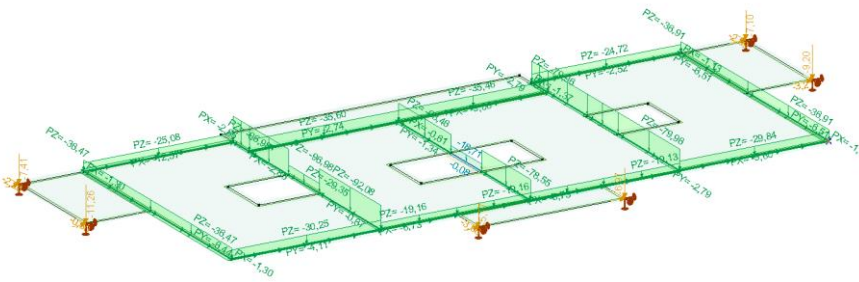
Stabdány: Eurocode-8
Eset: Burkoló max



Obtáknó vektor (Vektor Leveles)

Fentről érkező maximális teher

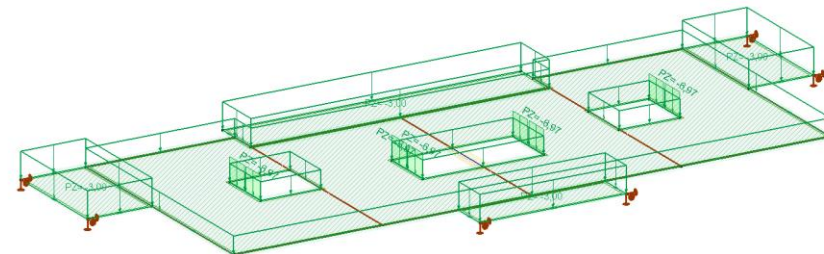
Stabdány: Eurocode-8
Eset: Burkoló min



Obtáknó vektor (Vektor Leveles)

Fentről érkező minimális teher

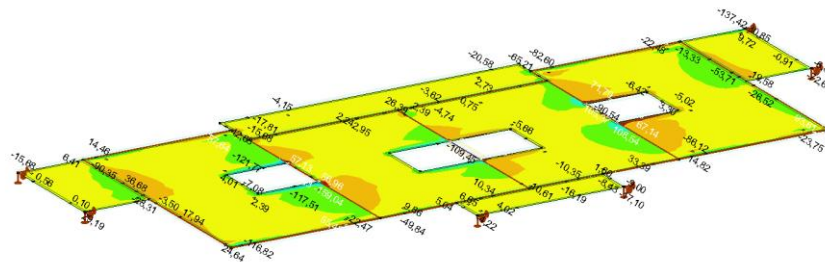
Stabdány: Eurocode-8
Eset: Hasznos teher



Obtáknó vektor (Vektor Leveles)

Hasznos terhek

Lineáris elemzés	
Szabvány	Eurocode-II
Elem	Burkoló Min
Burkoló	C20/25 II-S
E (P)	1,20E-8
E (W)	1,20E-8
E (RS)	4,12E-11
Komp.	viz [kN/m]
Skála	Min, max (teljes)
Max	108,54
Min	-175,93

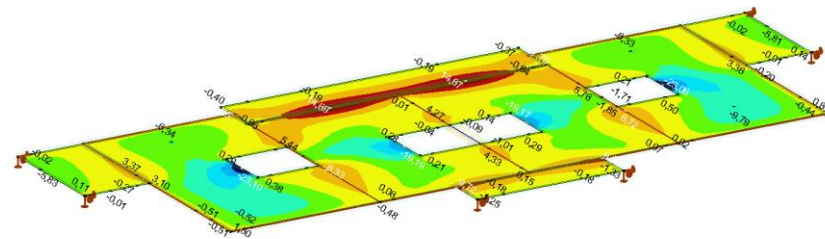


vyz [kN/m]	
108,54	
76,53	
45,33	
13,72	
-17,68	
-49,50	
-81,11	
-112,71	
-144,32	
-175,93	

Összesen: 108,54 (Vízszintes)

Nyíróerő yz irányban

Lineáris elemzés	
Szabvány	Eurocode-II
Elem	Burkoló Min
Burkoló	C20/25 II-S
E (P)	1,20E-8
E (W)	1,20E-8
E (RS)	4,12E-11
Komp.	my [kNm/m]
Skála	Min, max (teljes)
Max	14,49
Min	-23,10

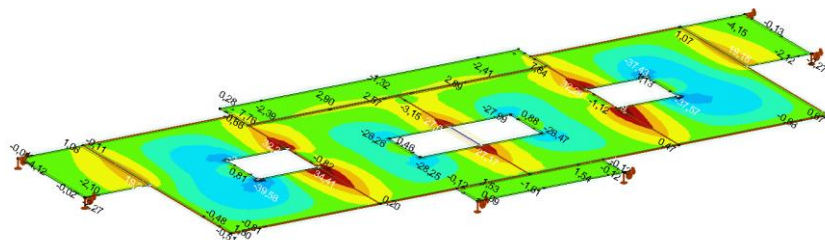


my [kNm/m]	
14,49	
10,50	
6,30	
2,10	
-2,10	
-6,30	
-10,50	
-14,70	
-18,90	
-23,10	

Összesen: 14,49 (Vízszintes)

Nyomateki ábra x irányban

Lineáris elemzés	
Szabvány	Eurocode-II
Elem	Burkoló Min
Burkoló	C20/25 II-S
E (P)	1,20E-8
E (W)	1,20E-8
E (RS)	4,12E-11
Komp.	mx [kNm/m]
Skála	Min, max (teljes)
Max	34,41
Min	-39,56



mx [kNm/m]	
34,41	
26,19	
17,97	
9,75	
1,54	
-6,68	
-14,90	
-23,12	
-31,34	
-39,56	

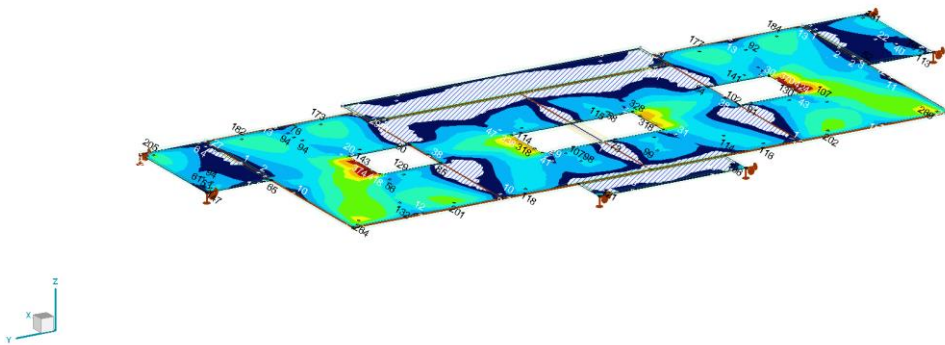
Összesen: 34,41 (Vízszintes)

Nyomateki ábra y irányban

5.9.2. Földszint feletti földem szükséges vasmennyiségei

Lineáris számítás
Standard Eurocode-1
Eset : Burkoló Min,Max
Burkoló : Összes ULS
E (P) : 1,20E-8
E (W) : 1,20E-8
E (ER) : 4,12E-11
Komp. : av(x) [mm ² /m]
Skála : Min, max (baljés)
Max : 424
Min : 0

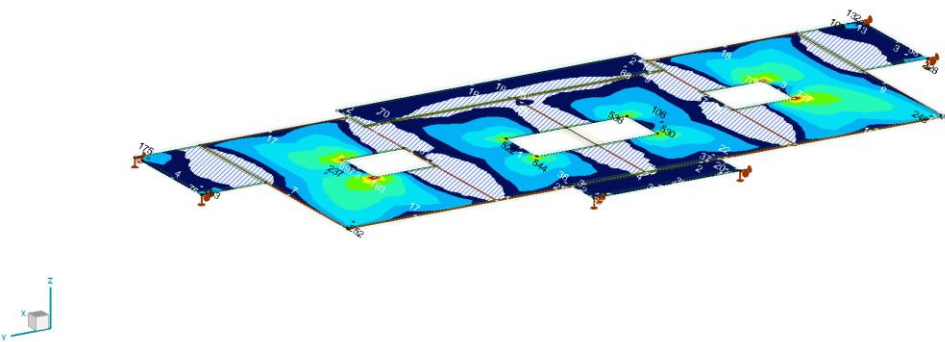
av(x)
[mm ² /m]
424
377
329
282
235
188
141
94
47
0



Alsó vasmennyiség x irányban

Lineáris számítás
Standard Eurocode-1
Eset : Burkoló Min,Max
Burkoló : Összes ULS
E (P) : 1,20E-8
E (W) : 1,20E-8
E (ER) : 4,12E-11
Komp. : av(y) [mm ² /m]
Skála : Min, max (baljés)
Max : 793
Min : 0

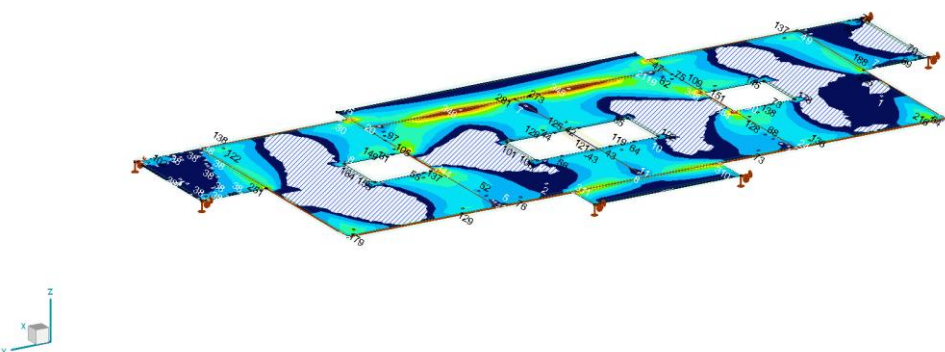
av(y)
[mm ² /m]
793
705
617
529
441
353
264
176
88
0



Alsó vasmennyiség y irányban

Lineáris számítás
Standard Eurocode-1
Eset : Burkoló Min,Max
Burkoló : Összes ULS
E (P) : 1,20E-8
E (W) : 1,20E-8
E (ER) : 4,12E-11
Komp. : av(x) [mm ² /m]
Skála : Min, max (baljés)
Max : 366
Min : 0

av(x)
[mm ² /m]
366
325
284
244
203
162
122
81
41
0



Felső vasmennyiség x irányban

Linéris számítás
Szabvány: Eurocode-2
Ellát: Burkoló Min,Max
Burkoló: Összes ULS
E (P): 1,20E-8
E (N): 1,20E-8
E (RS): 4,12E-11
Komp.: $\sigma_y(t)$ [mm ² /m]
Skála: Min, max (teljes)
Max: 1017
Min: 0

$\sigma_y(t)$
[mm ² /m]
1017
904
791
678
565
452
339
226
113
0
10



Felső vasmenntiség y irányban

5.9.3. Földszint feletti földm alkalmazott vasmenntiségei

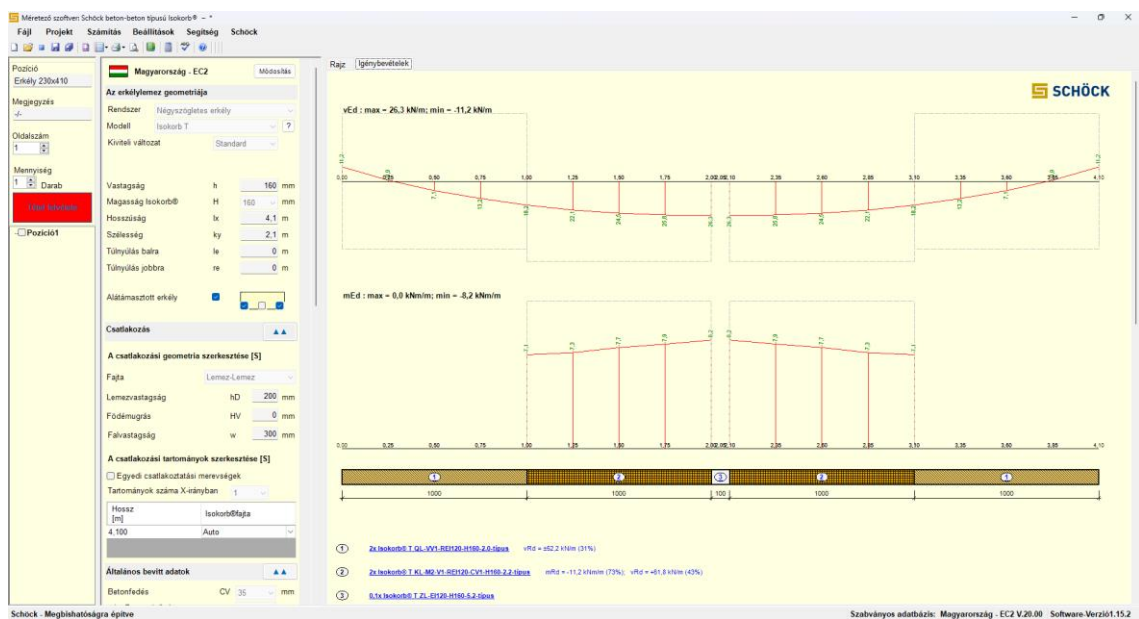
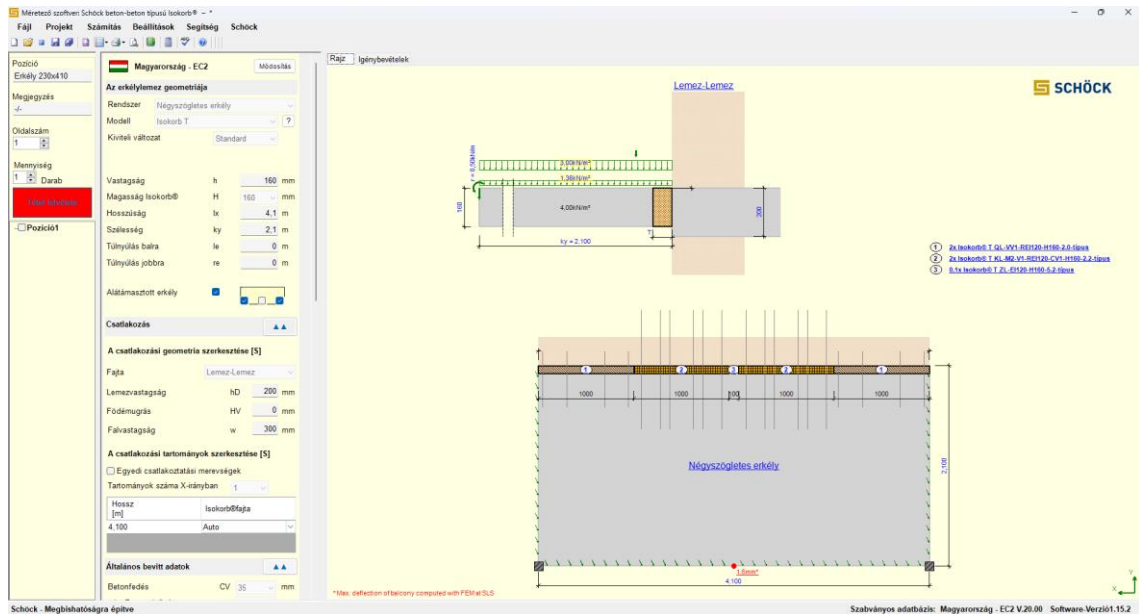
Földszint feletti földm				A L S Ó
X irány		Y irány		
Elhelyezkedés:	Lépcső saroknál	Elhelyezkedés:	Lépcső saroknál	
Alsó vasmenntiség max:	423 mm2	Alsó vasmenntiség max:	794 mm2	
Alkalmazott vasalás:	Ø12/200	Alkalmazott vasalás:	Ø12/100	
Alkalmazott vasmenntiség:	565,49 mm2	Alkalmazott vasmenntiség:	1130,97 mm2	
Asmin=	255,00 mm2	Asmin=	255,00 mm2	
Asmax=	8000,00 mm2	Asmax=	8000,00 mm2	
MEGFELELT		MEGFELELT		
		Elhelyezkedés:	Mezőben	
		Alsó vasmenntiség max:	350 mm2	
		Alkalmazott vasalás:	Ø12/200	
		Alkalmazott vasmenntiség:	565,49 mm2	
		Asmin=	255,00 mm2	
		Asmax=	8000,00 mm2	
		MEGFELELT		

Elhelyezkedés:	Támaszok felett	Elhelyezkedés:	Támaszok felett	F E L S Ó
Felső vasmenntiség max:	364 mm2	Felső vasmenntiség max:	1016 mm2	
Alkalmazott vasalás:	Ø12/200	Alkalmazott vasalás:	Ø12/100	
Alkalmazott vasmenntiség:	565,49 mm2	Alkalmazott vasmenntiség:	1130,97 mm2	
Asmin=	255,00 mm2	Asmin=	255,00 mm2	
Asmax=	8000,00 mm2	Asmax=	8000,00 mm2	
MEGFELELT		MEGFELELT		
		Elhelyezkedés:	Erkélynél	
		Felső vasmenntiség max:	776 mm2	
		Alkalmazott vasalás:	Ø12/100	
		Alkalmazott vasmenntiség:	1130,97 mm2	
		Asmin=	255,00 mm2	
		Asmax=	8000,00 mm2	
		MEGFELELT		

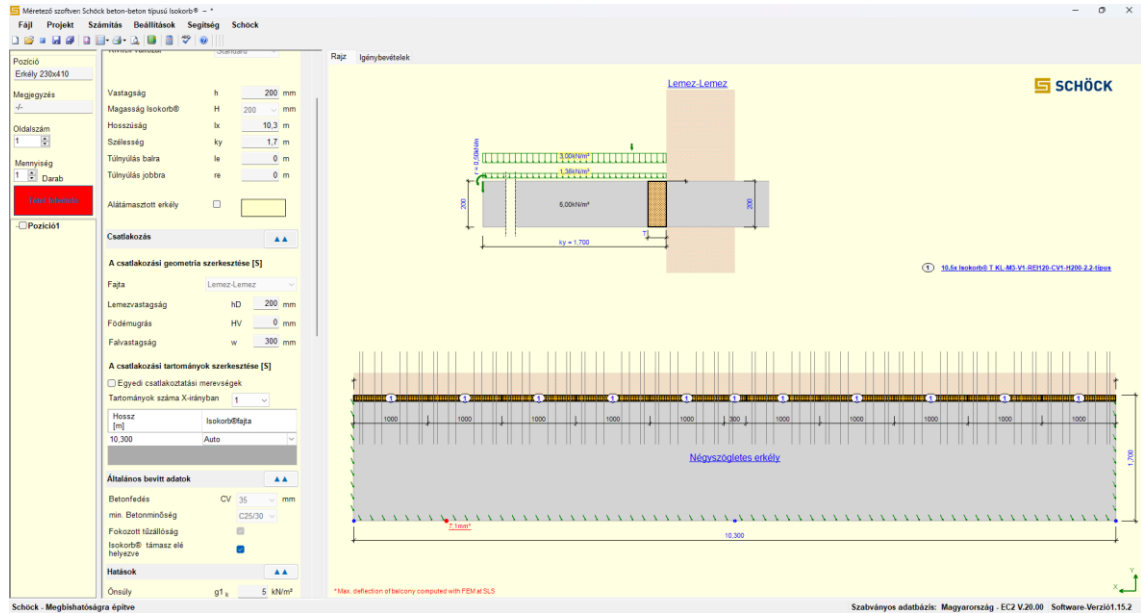
Földszint feletti földm erkélyek				A L S Ó
X irány		Y irány		
Elhelyezkedés:	Mezőben	Elhelyezkedés:	Mezőben	
Alsó vasmenntiség max:	205 mm2	Alsó vasmenntiség max:	175 mm2	
Alkalmazott vasalás:	Ø12/200	Alkalmazott vasalás:	Ø12/200	
Alkalmazott vasmenntiség:	565,49 mm2	Alkalmazott vasmenntiség:	565,49 mm2	
Asmin=	210,00 mm2	Asmin=	210,00 mm2	
Asmax=	6400,00 mm2	Asmax=	6400,00 mm2	
MEGFELELT		MEGFELELT		
		Elhelyezkedés: Támaszok felett		F E L S Ó
		Felső vasmenntiség max:	775 mm2	
		Alkalmazott vasalás:	Ø12/100	
		Alkalmazott vasmenntiség:	1130,97 mm2	
		Asmin=	210,00 mm2	
		Asmax=	6400,00 mm2	
		MEGFELELT		

5.10. Schöck hőhídmegevezítő elemek méretezése

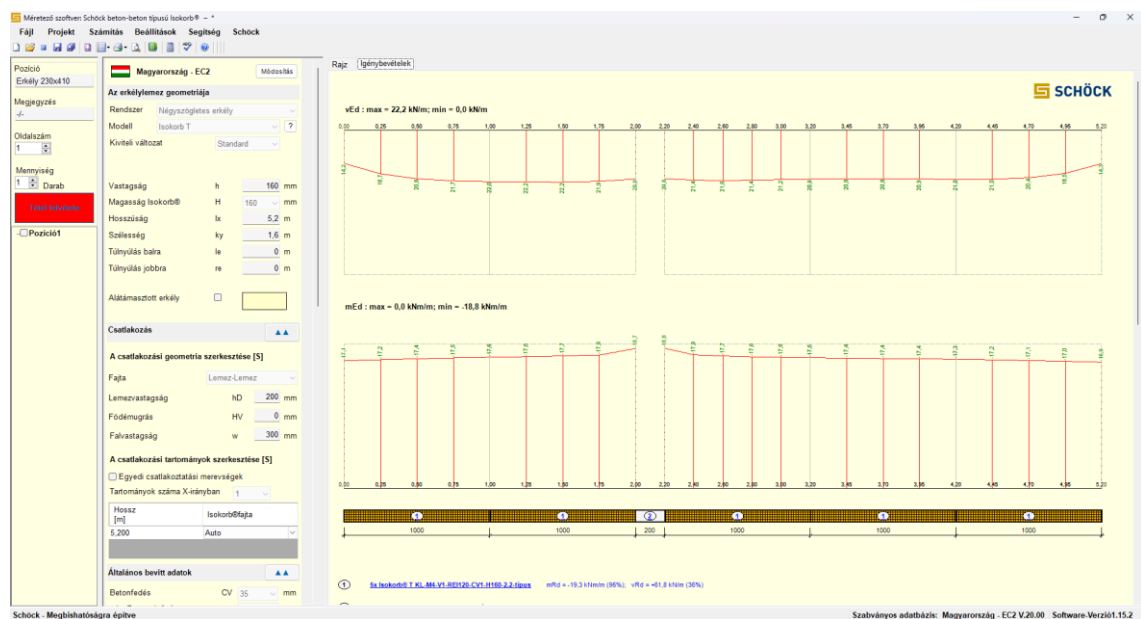
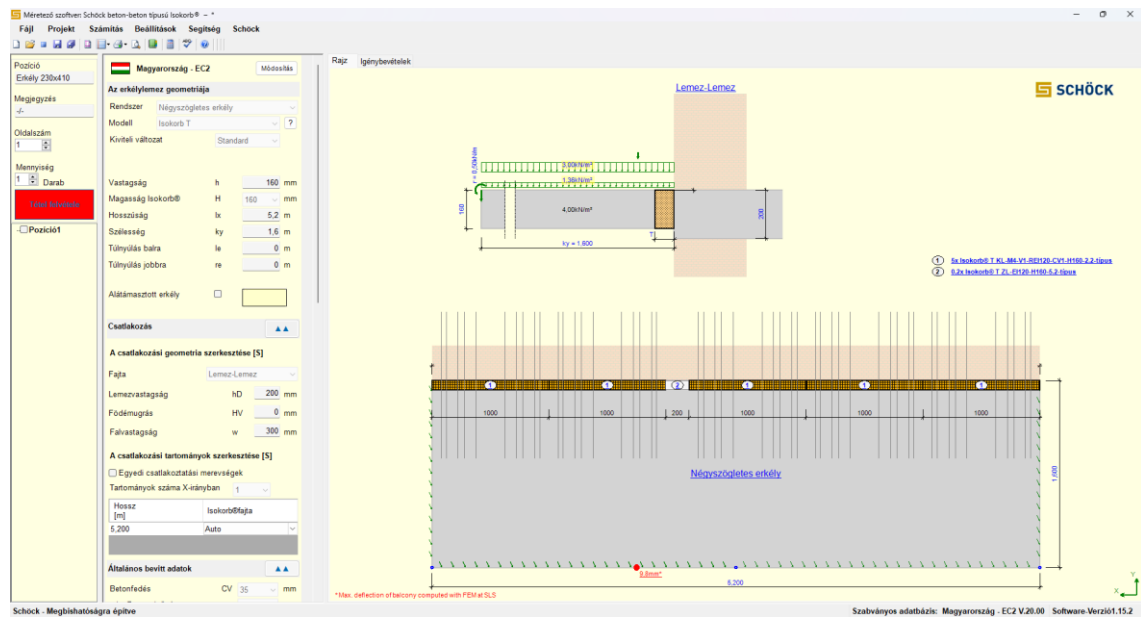
5.10.1. Rövid oldali 210x410cm méretű erkélyek



5.10.2. Hosszú oldali, 170x1030cm méretű erkély



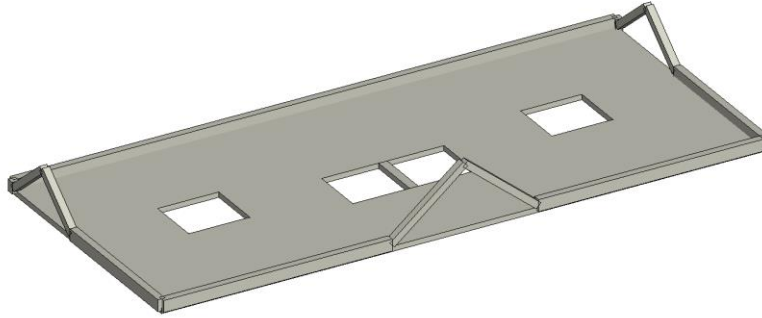
5.10.3. Hosszú oldali, 160x520cm méretű erkély



5.11. Emelet feletti födém

5.11.1. Emelet feletti födém geometriája, terhei, igénybevételi ábrái

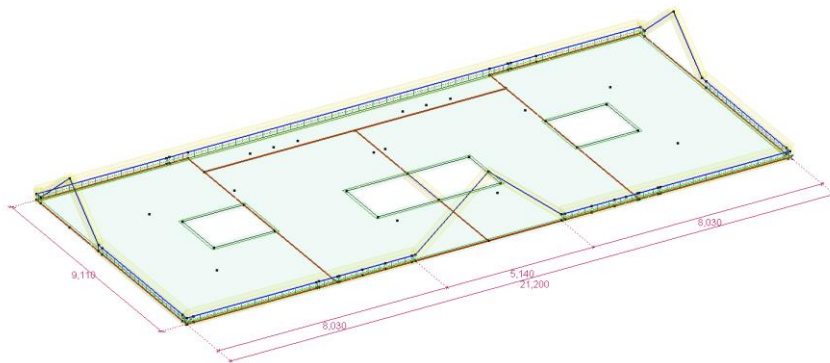
Szabvány: Eurocode-III



Szabvány: Eurocode-III

Látvány

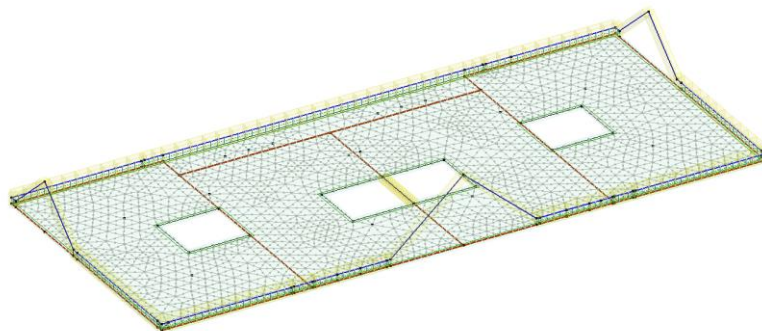
Öbölben vektor (Vektor Látvány)



Öbölben vektor (Vektor Látvány)

Geometria

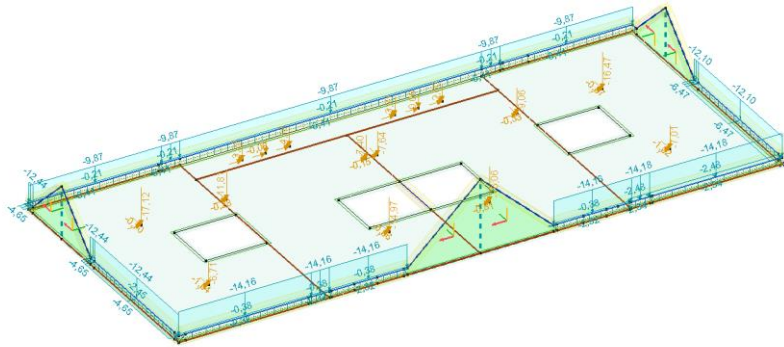
Szabvány: Eurocode-III
Eset: Burkoló max



Öbölben vektor (Vektor Látvány)

Háló

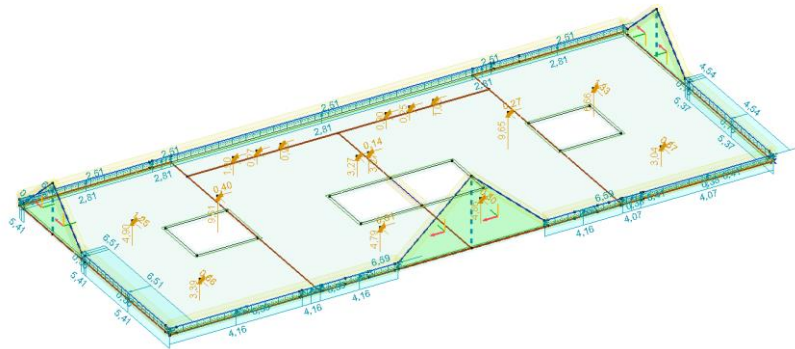
Stabdíjny Eurocode-H
Eset i Burkoló min



Öbölös vektor (Vektor Lerner)

Fentről érkező maximális teher

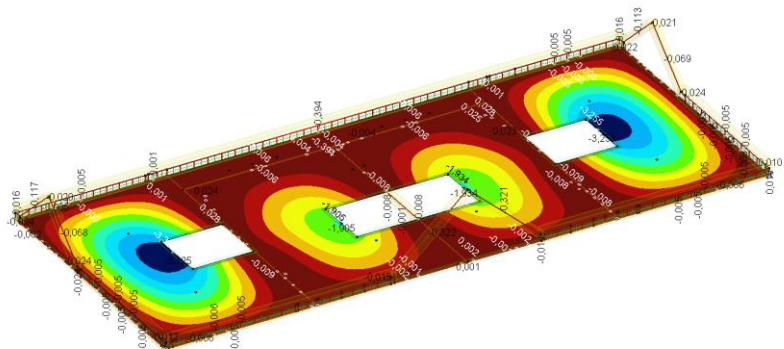
Stabdíjny Eurocode-H
Eset i Burkoló max



Öbölös vektor (Vektor Lerner)

Fentről érkező mnimális teher

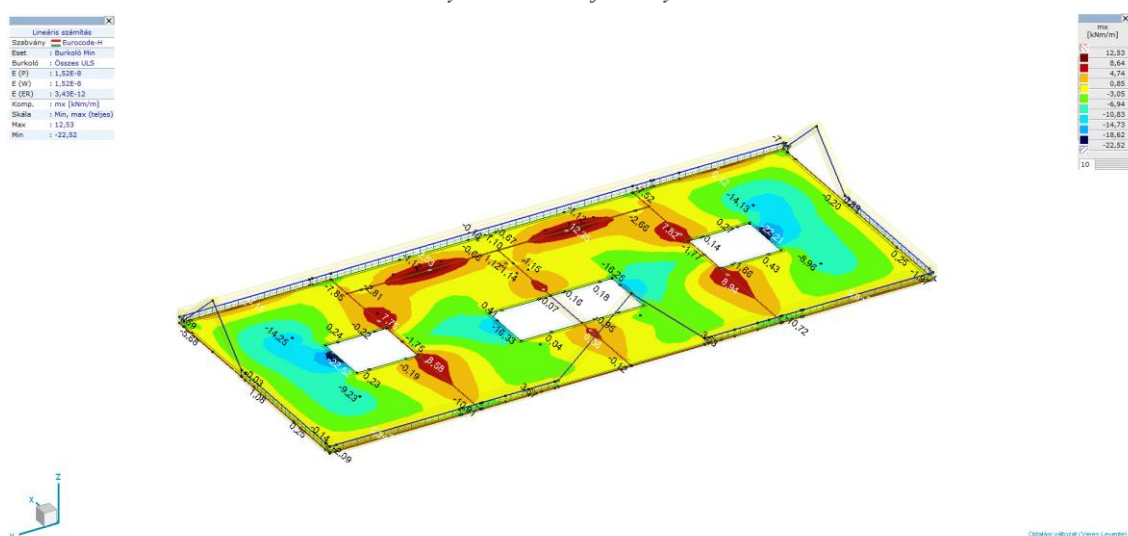
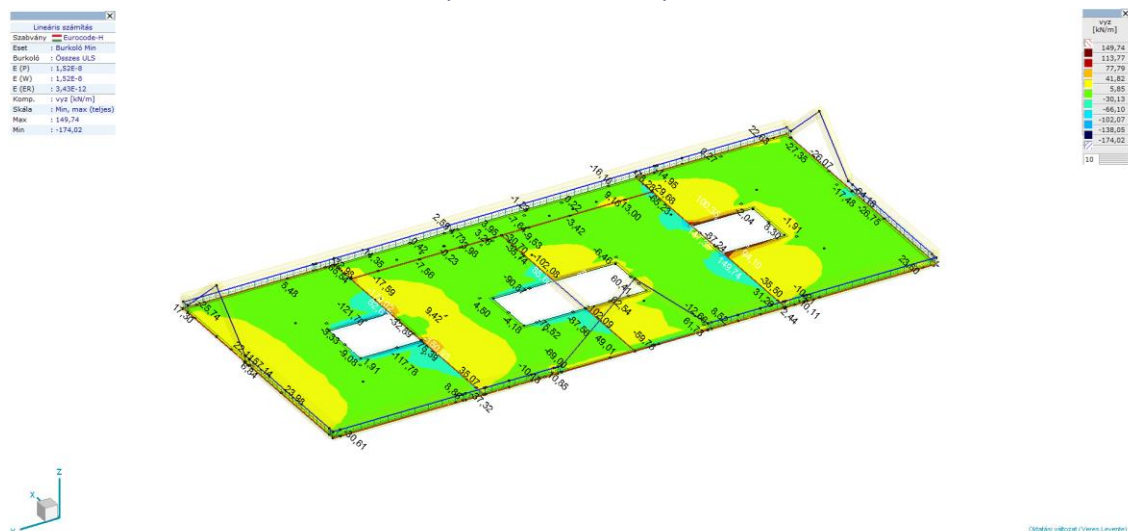
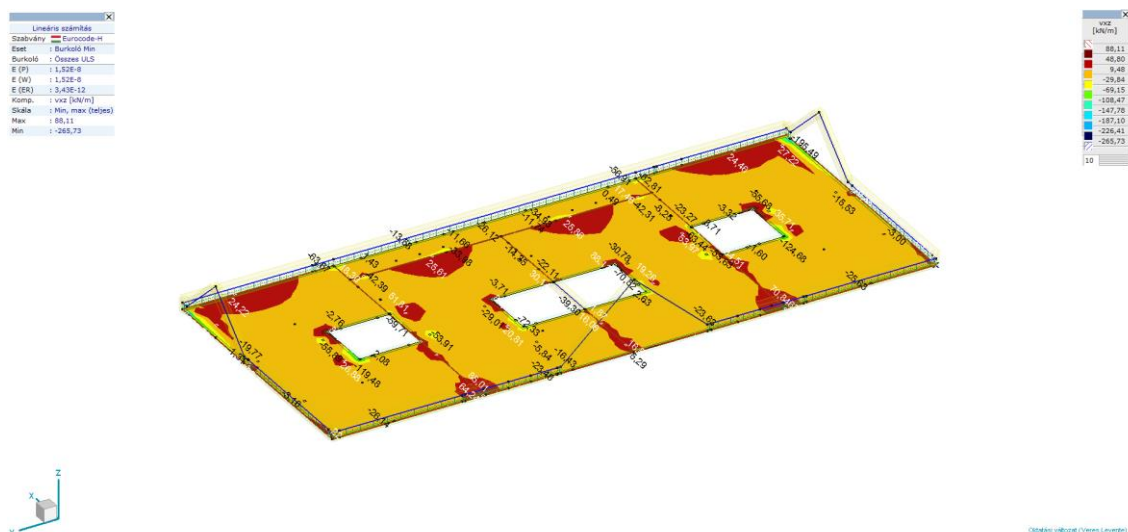
Umsárá számkész
Stabdíjny Eurocode-H
Eset i Burkoló Min
Burkoló : Összes ULS
E (P) : 1,332E-6
E (W) : 1,332E-6
E (K) : 3,43E-12
Komp : 142 [mm]
Skála : Min, max (baljes)
Max : 0,028
Min : -3,326



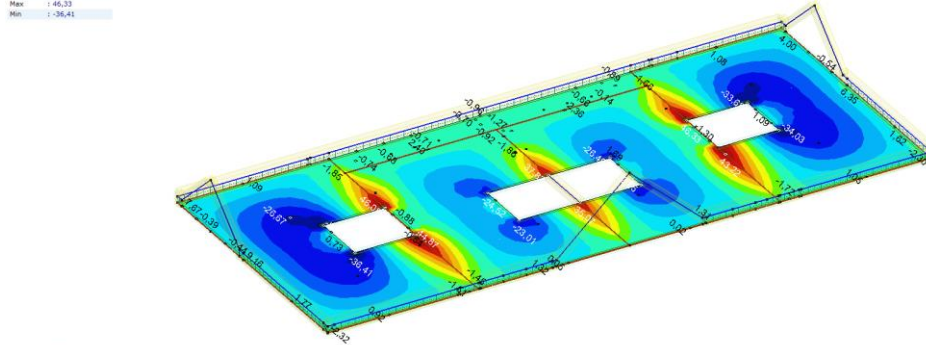
az [mm]
0,028
-0,344
-0,717
-1,090
-1,463
-1,835
-2,208
-2,581
-2,953
-3,326
10

Öbölös vektor (Vektor Lerner)

Lehajlás



Lineáris számítás
Stabdíány: Eurocode-H
Előzet: Burkoló Min
Burkoló: Összes ULS
E (P): 1,52E-8
E (W): 1,52E-8
E (SR): 3,43E-12
Komp.: my [kNm/m]
Skála: Min, max (teljes)
Max: 46,33
Min: -36,41



my [kNm/m]
46,33
40,42
34,51
28,60
22,69
16,78
10,87
4,96
-0,95
-6,86
-12,77
-18,68
-24,59
-30,50
-36,41

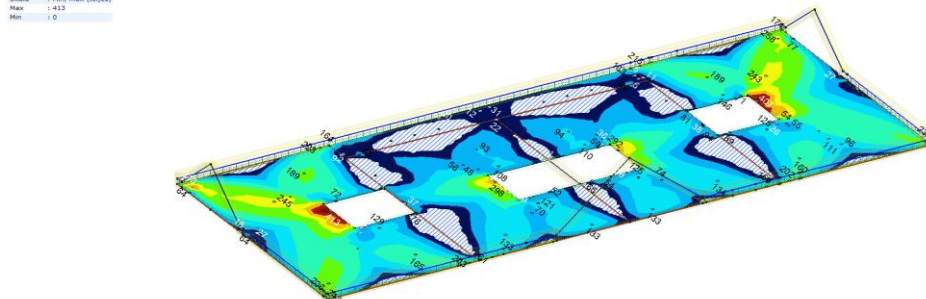


Öbölös vektor (Vektor)

Nyomatéki ábra y irányban

5.11.2. Emelet feletti földem szükséges vasmennyiségei

Lineáris számítás
Stabdíány: Eurocode-H
Előzet: Burkoló Min,Max
Burkoló: Összes ULS
E (P): 1,52E-8
E (W): 1,52E-8
E (SR): 3,43E-12
Komp.: av(x) [mm ² /m]
Skála: Min, max (teljes)
Max: 413
Min: 0



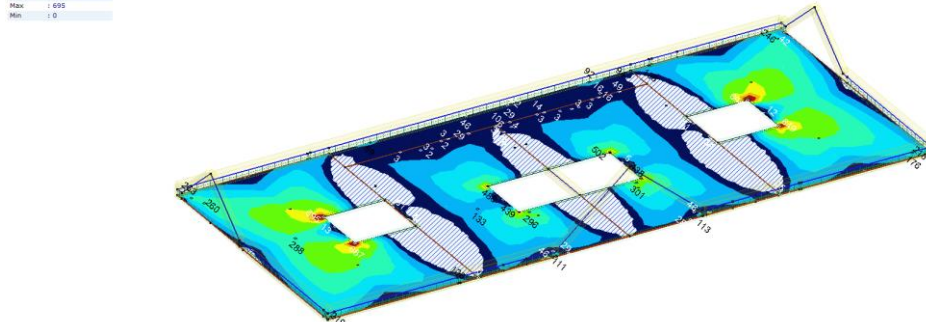
av(x) [mm ² /m]
413
367
321
275
229
184
138
92
46
0



Öbölös vektor (Vektor)

Alsó vasmennyiség x irányban

Lineáris számítás
Stabdíány: Eurocode-H
Előzet: Burkoló Min,Max
Burkoló: Összes ULS
E (P): 1,52E-8
E (W): 1,52E-8
E (SR): 3,43E-12
Komp.: av(y) [mm ² /m]
Skála: Min, max (teljes)
Max: 695
Min: 0



av(y) [mm ² /m]
695
617
540
463
386
309
232
154
77
0



Öbölös vektor (Vektor)

Alsó vasmennyiség y irányban



Felső vasmennyiség x irányban



Felső vasmennyiség y irányban

5.11.3. Emelet feletti földem alkalmazott vasmennyiségei

X irány		Y irány		A L S Ó
Elhelyezkedés:	Lépcső saroknál	Elhelyezkedés:	Lépcső saroknál	
Alsó vasmennyiség max:	382mm2	Alsó vasmennyiség max:	755mm2	
Alkalmazott vasalás:	Ø12/200	Alkalmazott vasalás:	Ø12/100	
Alkalmazott vasmennyiség:	565,49mm2	Alkalmazott vasmennyiség:	1130,97mm2	
Asmin=	255,00mm2	Asmin=	255,00mm2	
Asmax=	8000,00mm2	Asmax=	8000,00mm2	
MEGFELELT		MEGFELELT		
Elhelyezkedés:	Mezőben			
Alsó vasmennyiség max:	350mm2			
Alkalmazott vasalás:	Ø12/200			
Alkalmazott vasmennyiség:	565,49mm2			
Asmin=	255,00mm2			
Asmax=	8000,00mm2			
MEGFELELT				

Elhelyezkedés:	Támaszok felett	Elhelyezkedés:	Támaszok felett	F E L S Ó
Felső vasmennyiség max:	327mm2	Felső vasmennyiség max:	1109mm2	
Alkalmazott vasalás:	Ø12/200	Alkalmazott vasalás:	Ø12/100	
Alkalmazott vasmennyiség:	565,49mm2	Alkalmazott vasmennyiség:	1130,97mm2	
Asmin=	255,00mm2	Asmin=	255,00mm2	
Asmax=	8000,00mm2	Asmax=	8000,00mm2	
MEGFELELT		MEGFELELT		

5.12. Koszorú 1060cm nyílásközü gerenda része

5.12.1. Szoftveres számítás

Vasbeton gerenda

Szerkezeti elemek: 15

Szabvány: Eurocode-H

Tehereset: lineáris, Burkoló (Összes ULS)

Anyagok

Beton: C25/30 ($f_{ck} = 25$ MPa)

Betonacél:

Hosszvasalás: B500B ($f_{yk} = 500$ MPa)

Kengyel: B500B ($f_{ywk} = 500$ MPa)

Kúszási tényező: $\varphi(\infty, t_0) = 2$ MSZ EN 1992-1-13.1.7. (2)

Vasalási paraméterek megadása

Betonfedések: $c = 2,5$ cm

Felső hosszvasalás: $\phi_T = 12$ mm ($A_{\phi,T} = 1,13$ cm²)

Alsó hosszvasalás: $\phi_B = 12$ mm ($A_{\phi,B} = 1,13$ cm²)

Felső sarokvasak: $\phi_{c,T} = 12$ mm ($A_{\phi,c,T} = 1,13$ cm²)

Alsó sarokvasak: $\phi_{c,B} = 12$ mm ($A_{\phi,c,B} = 1,13$ cm²)

Oldalsó csavarási vasalás: $\phi_T = 16$ mm ($A_{\phi,T} = 2,01$ cm²)

Kengyelátmérő: $\phi_w = 8$ mm ($A_{\phi,w} = 0,50$ cm²)

Szárok száma: $n_{\phi,w} = 2$ db

Nyomott betonrácsrúd dőlésszöge: $\Theta = 45,00^\circ$ ($\cot \Theta = 1$)

Vaspozíció:

$$a_T = c_T + \phi_w + \frac{\phi_T}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,9 \text{ cm}$$

$$a_B = c_B + \phi_w + \frac{\phi_B}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,9 \text{ cm}$$

$$a_{cT} = c_T + \phi_w + \frac{\phi_{c,T}}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,9 \text{ cm}$$

$$a_{cB} = c_B + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} = 2,5 + 0,8 + \frac{1,2}{2} = 3,9 \text{ cm}$$

1. ULS (teherbírási határállapot)

Tervezési paraméterek

Tervezési állapot: **Tartós és ideiglenes**

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1,5} = 17 \text{ MPa} = 1,6667 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{cd,eff} = \eta \cdot f_{cd} = 1 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 = 1,6667 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3)}$$

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 1,8}{1,5} = 1,2 \text{ MPa} = 1197 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

1.1. Hajlítás

Legnagyobb húzott vasalás felül

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 4,225 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **4. Tk**

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 45,0 \text{ cm}$

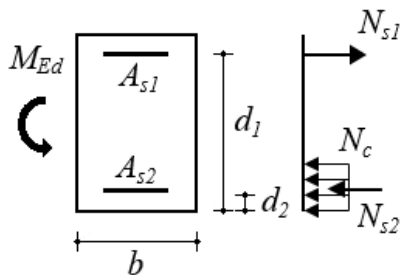
A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$N_{Ed} = -1,26 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 0,04 \text{ kNm}$$

A program jelen verziója a hajlítási hosszvasak tervezésénél nem veszi figyelembe a normálerőt.

Hajlítási vasalás tervezése



A keresztmetszet egyensúlyát kifejező egyenletek

$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2} \right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 41,1 \text{ cm}$$

Legnagyobb tiszta nyomatékú teherbírás nyomott vasalás nélkül:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{2 \cdot 10^8}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 41,1 = 25,35 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 25,35 = 20,28 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd, x_0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd, eff} = \left(0,41 - \frac{0,2}{2} \right) \cdot 0,2 \cdot 0,25 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 = 262 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0,037 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 0,002153 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 1,54 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 1,54 \text{ cm}^2)$$

Legnagyobb húzott vasalás alul

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 5,115 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: **1. Tk**

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 45,0 \text{ cm}$

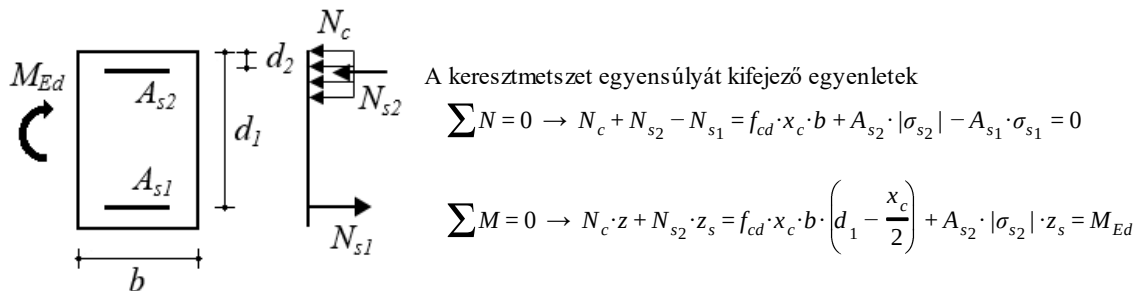
A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$N_{Ed} = -23,72 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 2,3 \text{ kNm}$$

A program jelen verziója a hajlítási hosszvasak tervezésénél nem veszi figyelembe a normálerőt.

Hajlítási vasalás tervezése



Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 0,41 \text{ m}$$

Legnagyobb tiszta nyomatéki teherbírás nyomott vasalás nélkül:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{2 \cdot 10^8}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 0,41 = 25,35 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 25,35 = 0,2 \text{ m} \quad \text{MSZ EN 1992-1-13.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(0,41 - \frac{0,2}{2} \right) \cdot 0,2 \cdot 0,25 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 = 262 \text{ kNm} > M_{Ed} = 2,3 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 0,1366 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 1,54 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 1,54 \text{ cm}^2)$$

1.2. Nyírás-Csavarás

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: 0,482 m

Tehereset/Teherkombináció: **1. Tk**

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 45,0 \text{ cm}$

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Igénybevételek

$$N_{Ed} = 23,17 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 3,3 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 19,64 \text{ kN} \quad T_{Ed} = 3,35 \text{ kNm}$$

A méretezett nyírás vasalás nélküli szerkezeti elem nyírás teherbírásának tervezési értéke: [MSZ EN 1992-1-1 6.2.2. \(1\)](#)

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = (0,39 + 0,15 \cdot (-0,21)) \cdot 250 \cdot 411 = 3,6597 \cdot 10^4 \text{ N} = 37 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d = (0,12 \cdot 1,6976 \cdot (100 \cdot 0,0015 \cdot 25)^{1/3} + 0,15 \cdot (-0,21)) \cdot 250 \cdot 411 = 2,9345 \cdot 10^4 \text{ N} = 29 \text{ kN} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 (6.2.b)}$$

$$V_{Rd,c} = 29 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 37 \text{ kN} \rightarrow V_{Rd,c} = V_{Rd,c,min} = 37 \text{ kN}$$

A repesztő csavarónyomaték:

$$T_{Rd,c} = f_{ctd} \cdot t_{efl} \cdot 2 \cdot A_k = 1197 \cdot 0,08 \cdot 2 \cdot 0,063 = 12 \text{ kNm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 6.3.2. (5)}$$

A betonkeresztmetszet nyírás/csavarás kihasználtsága méretezett vasalás nélkül:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = \frac{3,35}{12} + \frac{19,64}{37} = 0,81455 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 6.3.2. (6.31)} \leq 1 \quad \checkmark$$

Nincs szükség méretezett nyírási/csavarási vasalásra.

A legnagyobb nyírási teherbírás tervezési értéke: [MSZ EN 1992-1-1 \(6.9.\)](#)

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0,3699 \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} = \frac{1 \cdot 25,0 \cdot 0,3699 \cdot 0,6 \cdot 1,6667 \cdot 10^4}{\cot 45,00^\circ + \tan 45,00^\circ} = 462 \text{ kN}$$

A csavarónyomatéki teherbírás tervezési értéke a ferde nyomott betonzónák teherbírása alapján:

$$T_{Rd,max} = 2 \cdot v \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{efi} \cdot \sin \Theta \cdot \cos \Theta = 2 \cdot 0,54 \cdot 1 \cdot 1,6667 \cdot 10^4 \cdot 0,063 \cdot 0,08 \cdot \sin 45,00^\circ \cdot \cos 45,00^\circ = 45 \text{ kNm}$$

[MSZ EN 1992-1-1 \(6.30\)](#)

A ferde nyomott betonzónák kihasználtsága: [MSZ EN 1992-1-1 \(6.29\)](#)

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{3,35}{45} + \frac{19,64}{462} = 0,11638 \leq 1 \quad \text{megfelel}$$

A ferde nyomott betonzónák teherbírása elégséges.

Kengyelezésre vonatkozó szerkesztési szabályok ellenőrzése:

[MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. \(5\) \(9.5N\) \(NA8.2.\)](#)

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{25}}{500} = 0,0008 < 0,001 \rightarrow \rho_{w,min} = 0,001 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. (5) (9.4) (9.5N)}$$

$$s = \frac{A_{s,w}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{1,01}{0,001 \cdot 25,0 \cdot \sin 90,00^\circ} = 40,21 \text{ cm} \rightarrow s = 40 \text{ cm}$$

$$s_{clear,min} = \max(k_1 \cdot \phi_w ; 0,016 ; k_3) = \max(1 \cdot 0,8 ; 0,016 ; 2) = 2,1 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 8.2. (2)}$$

$$s_{clear} = s - \phi_w = 40 - 0,8 = 39,2 \text{ cm} > s_{clear,min} = 2,1 \text{ cm} \quad \checkmark$$

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 41,1 \cdot (1 + \cot 90,00^\circ) = 30,82 \text{ cm} < 1,5 \cdot b_w = 1,5 \cdot 25,0 = 37,5 \text{ cm}$$

$$s_{l,max} = 30,82 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 30 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2.1. (6) (9.6N)}$$

$$s = 40 \text{ cm} > s_{l,max} = 30 \text{ cm} \quad \text{X}$$

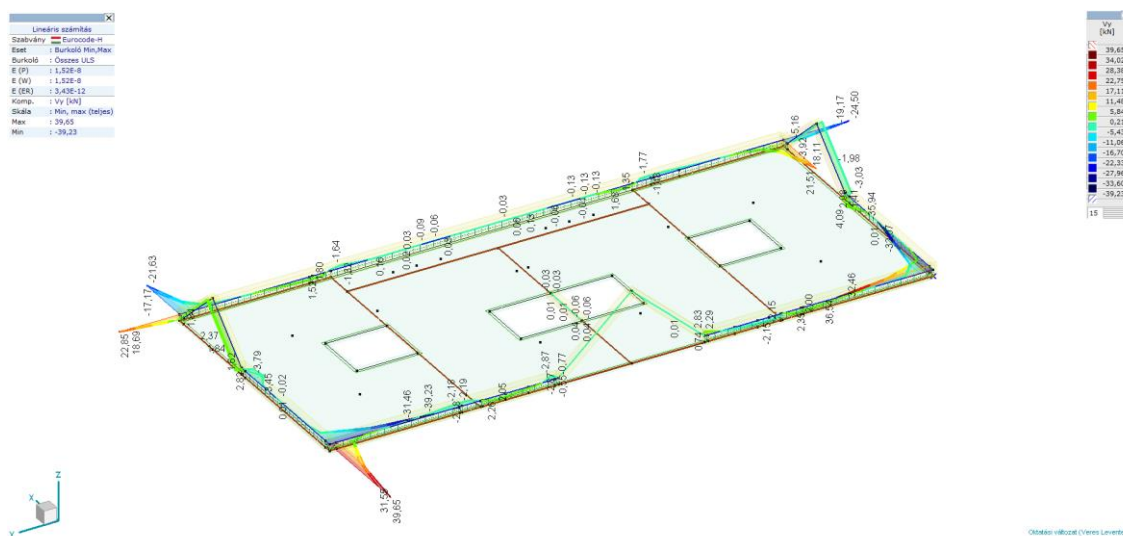
$$s = s_{l,max} = 30 \text{ cm}$$

1.3. Csavarási hosszvasalás

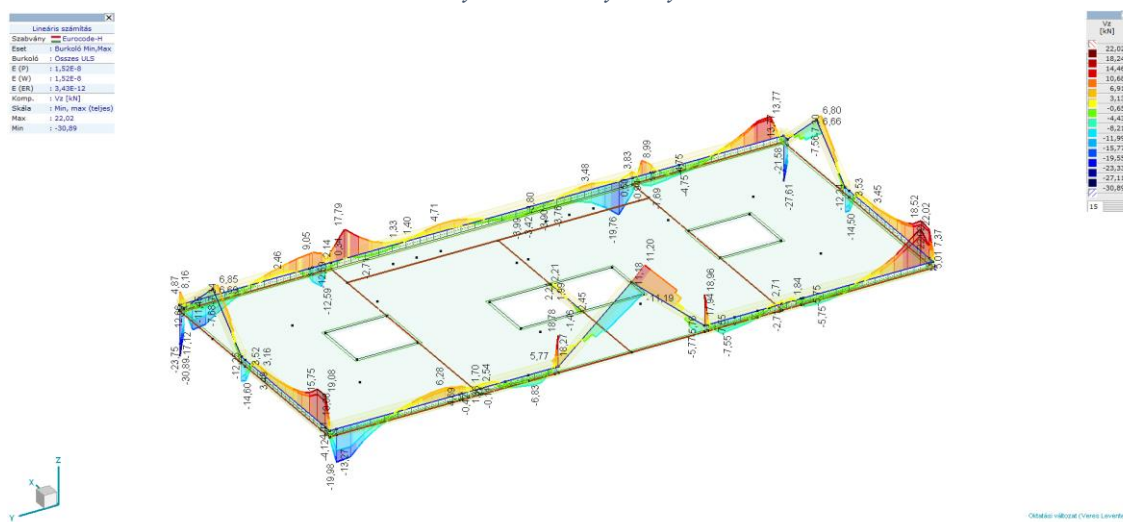
A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $cs_{pos} = 10,600 \text{ m}$

Nincs szükség méretezett csavarási hosszvasalásra.

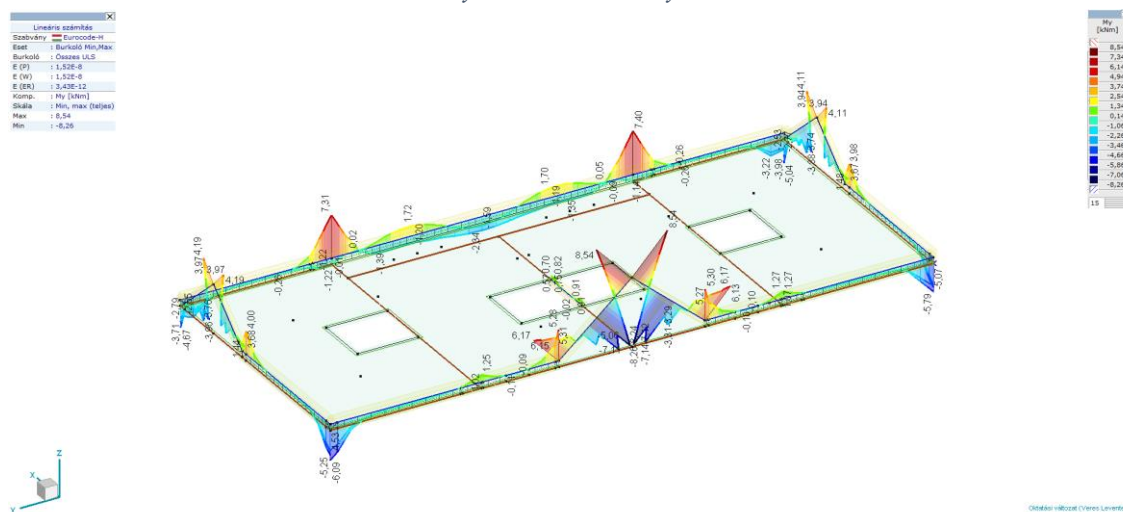
5.12.2. Koszorú igénybevételei



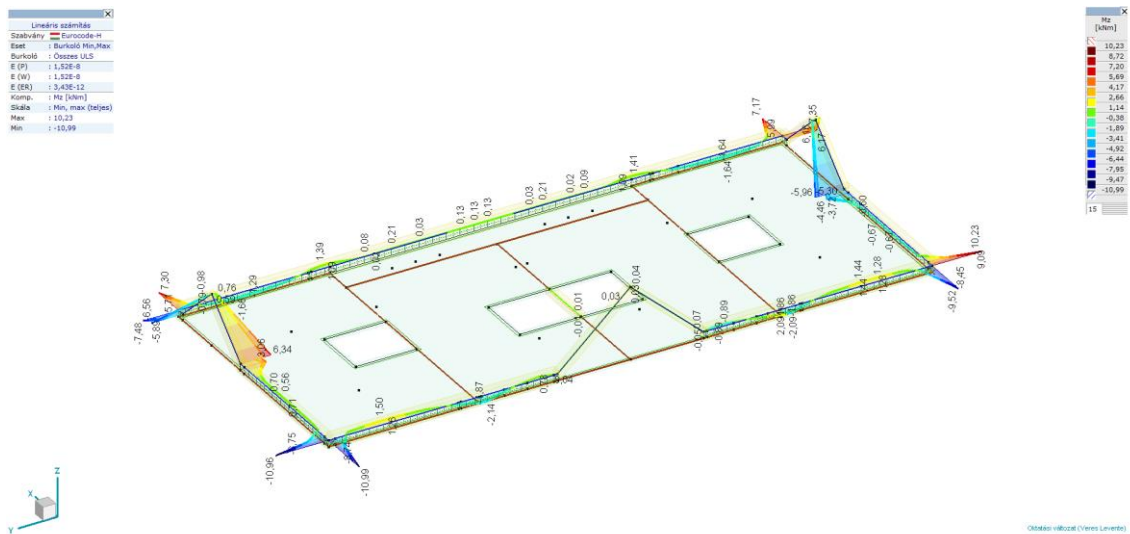
Nyíróerő ábra y irányban



Nyíróerő ábra z irányban

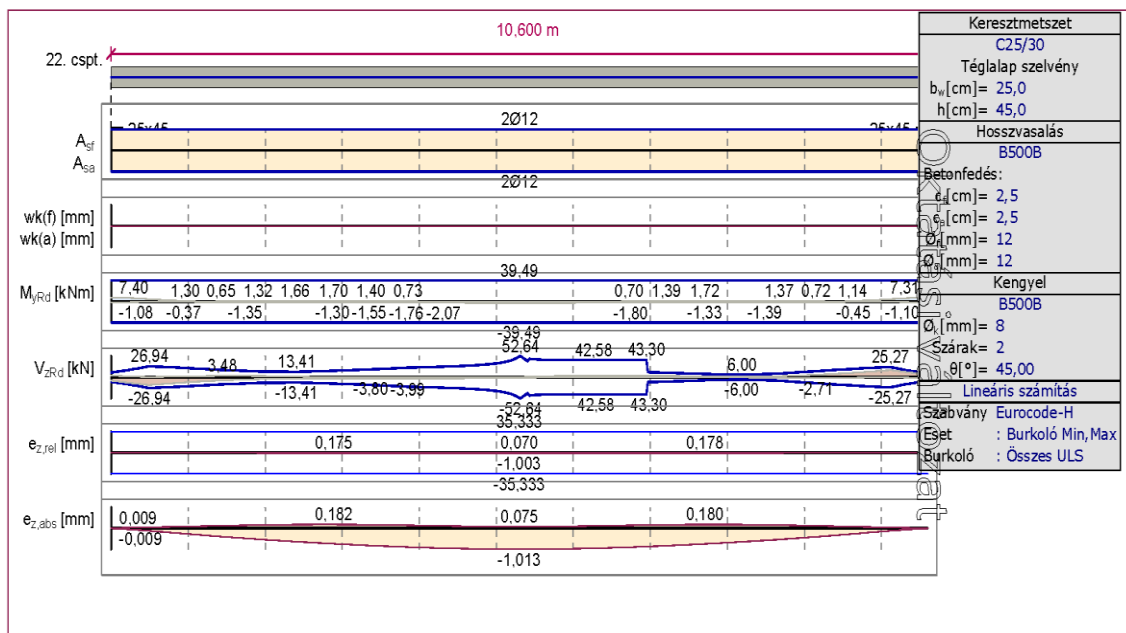


Nyomatéki ábra y irányban

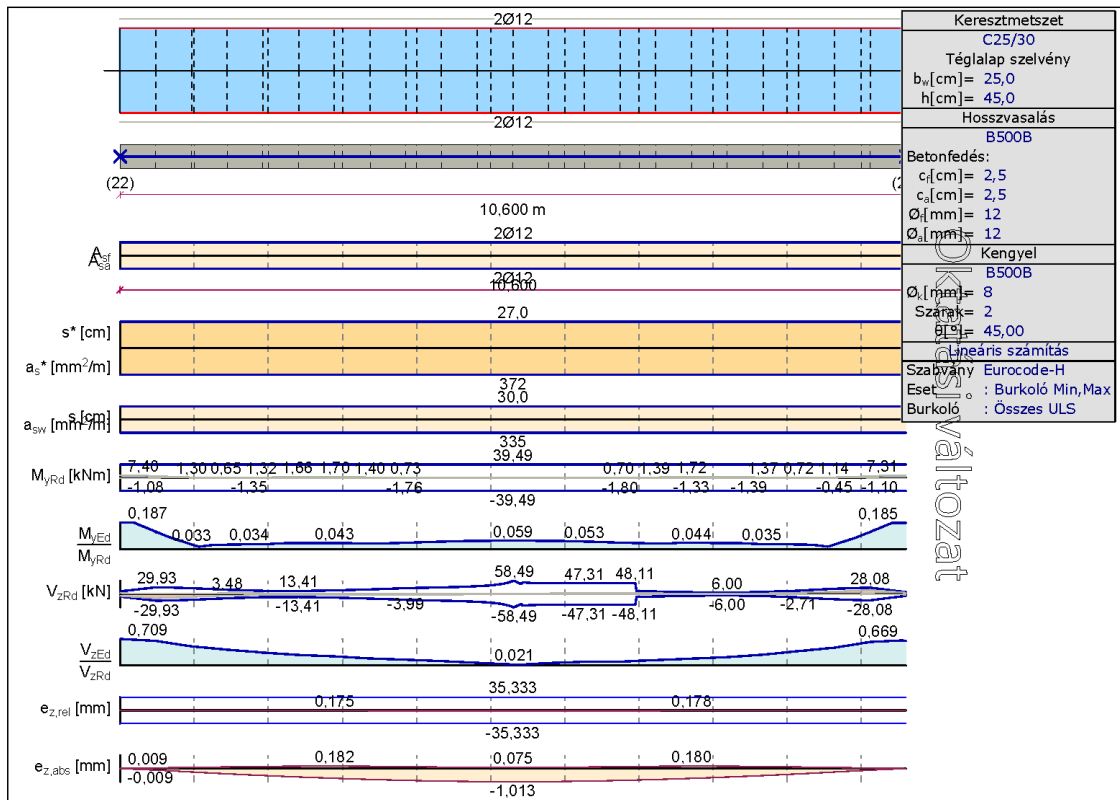


Nyomatéki ábra z irányban

5.12.3. Koszorú vasalása



Számított vasalás

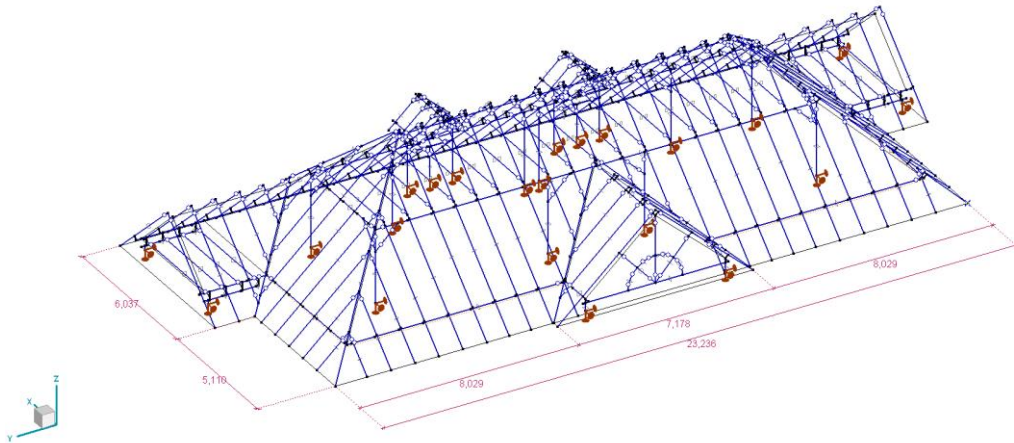


5.13. Fedélszék

5.13.1. Fedélszék geometriája, terhei, igénybevételi ábrái



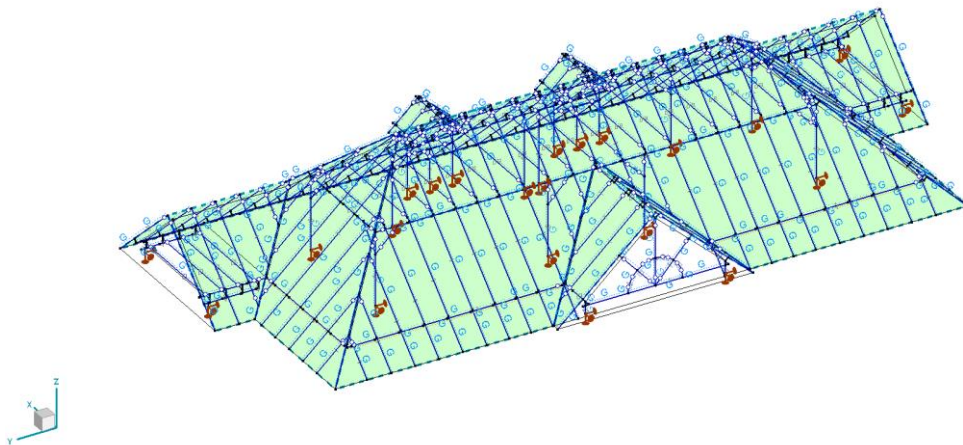
Szabvány: Eurocode-11
 3. szim (+12,000)



Oldalak világot (Vines Luvette)

Geometria

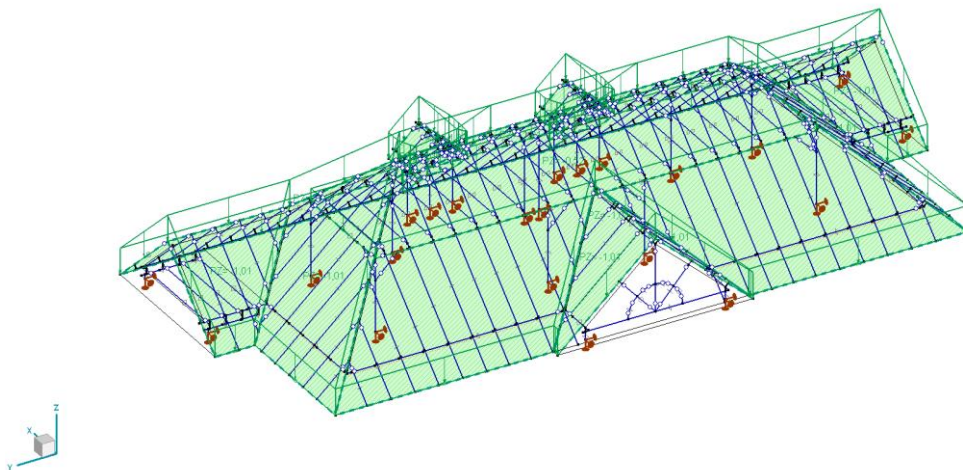
Szabvány: Eurocode-11
 Eszt.: Önsúlyteher
 3. szim (+12,000)



Oldalak világot (Vines Luvette)

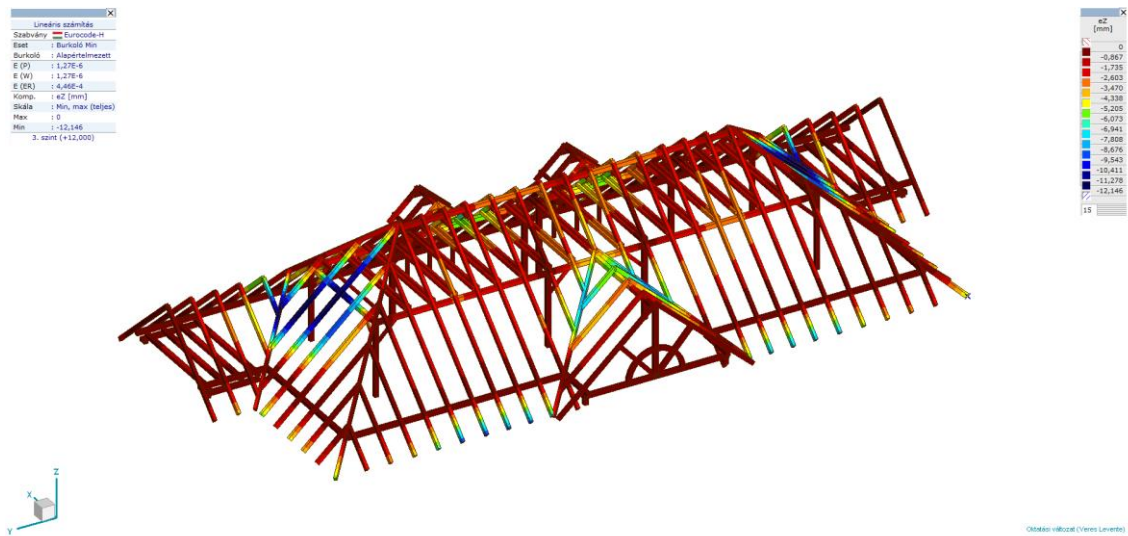
Önsúlyteher

Szabvány: Eurocode-11
 Eszt.: Rétegrétegi teher
 3. szim (+12,000)

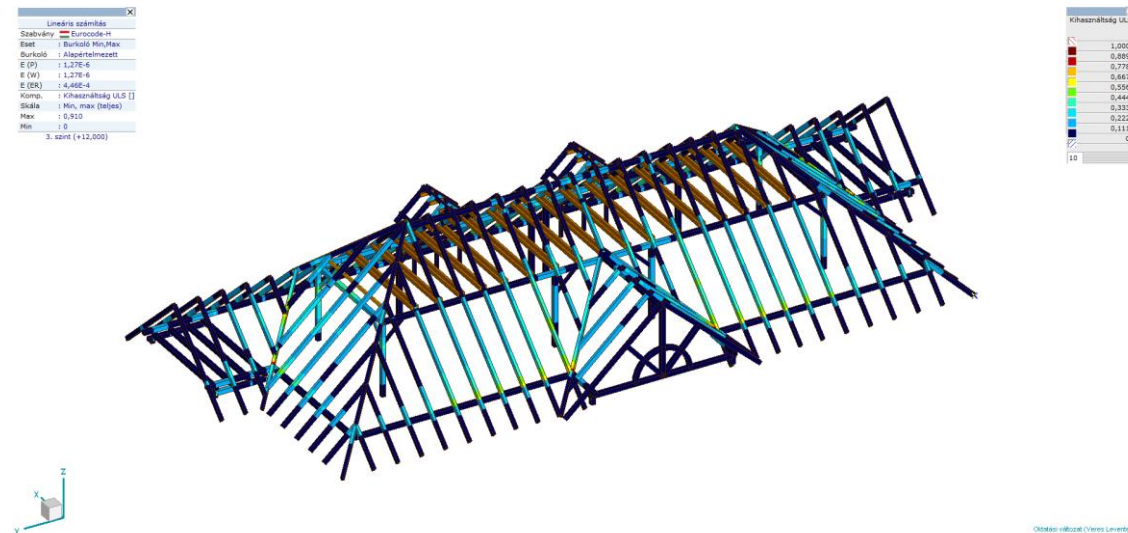


Oldalak világot (Vines Luvette)

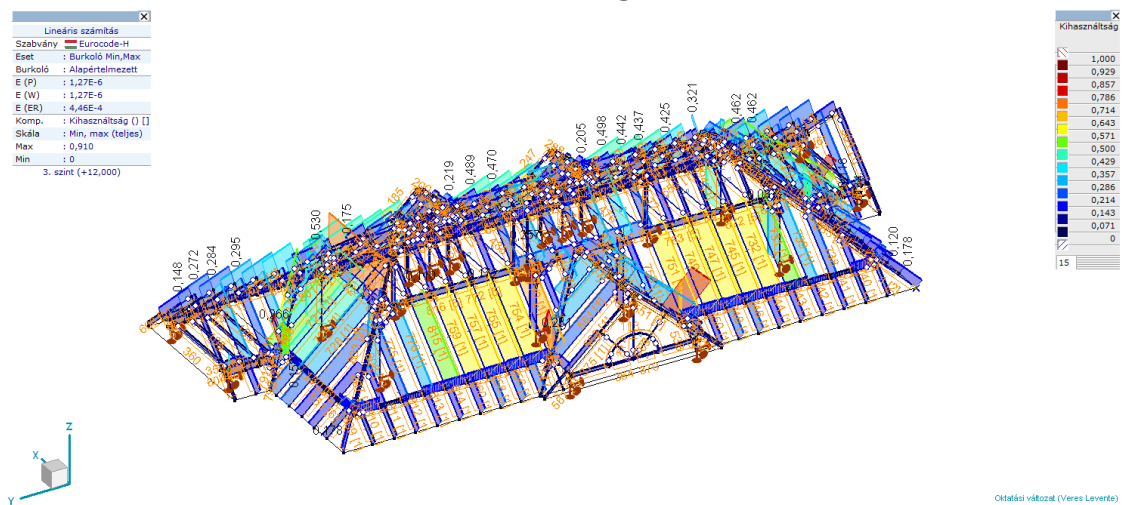
Rétegrétegi teher



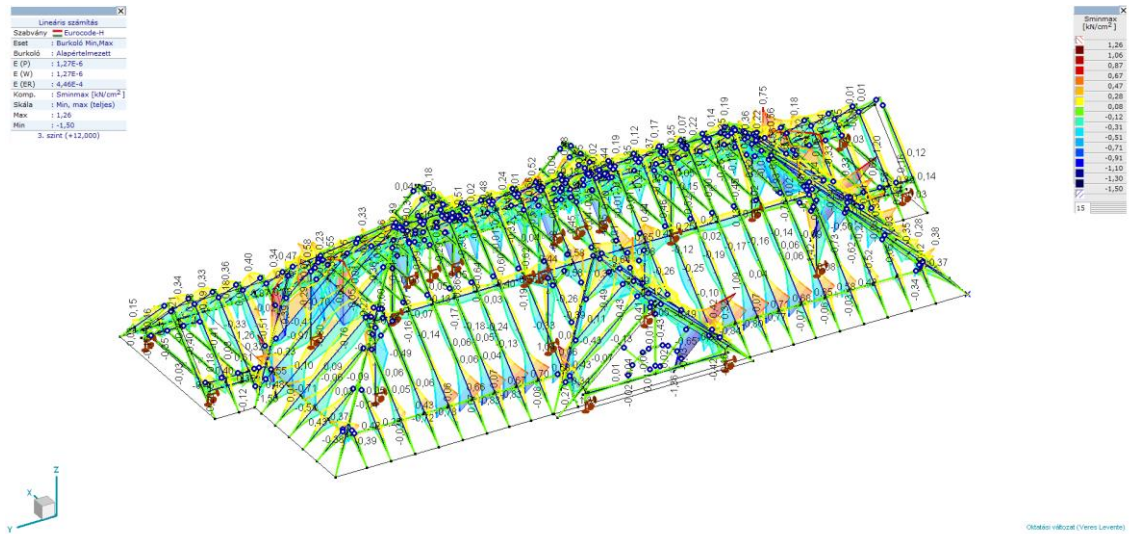
Lehajlás



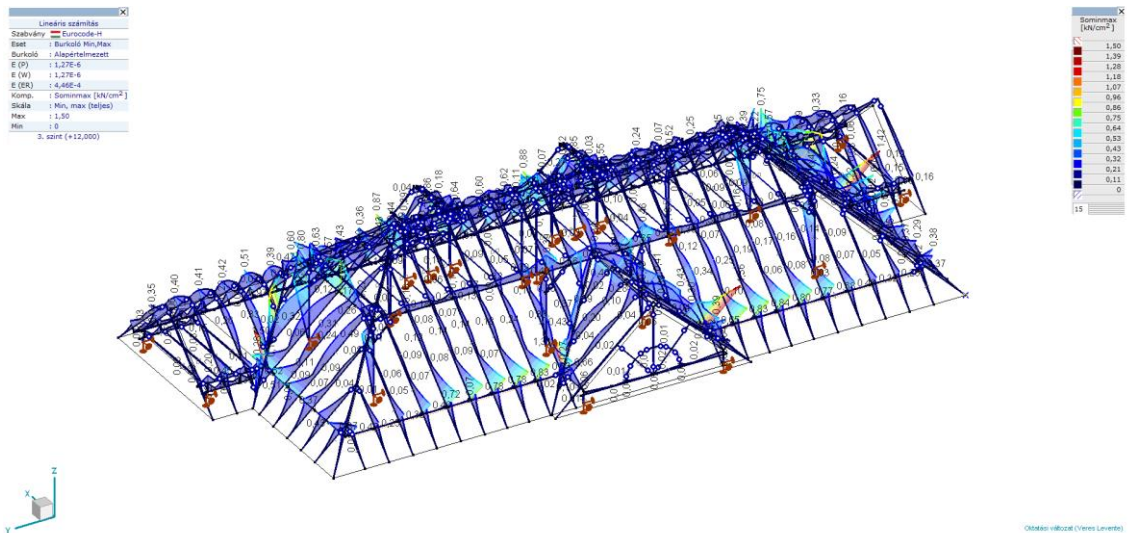
Kihasznátság I.



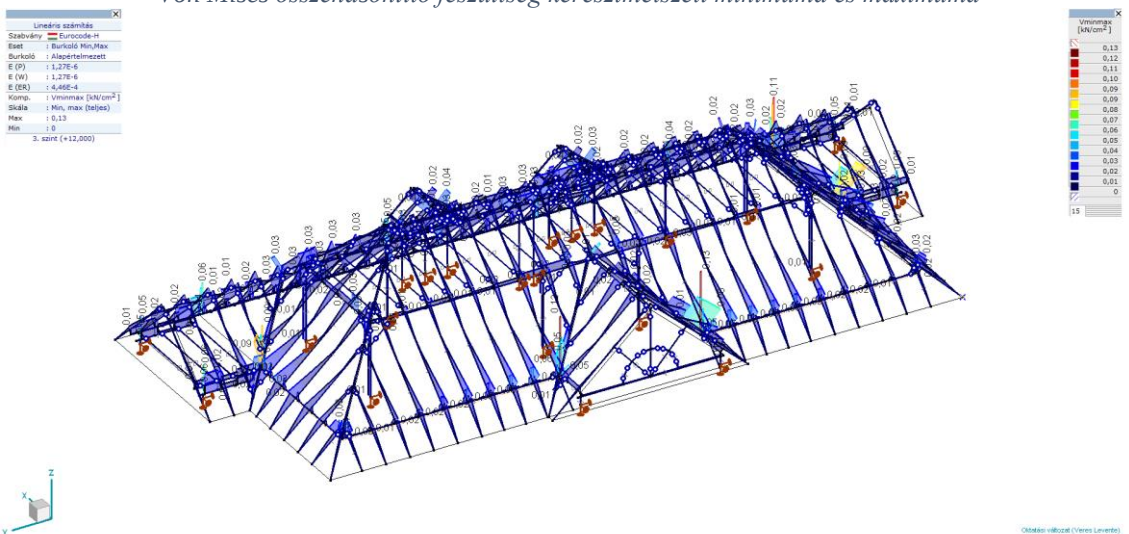
Kihasznátság II.



Normál feszültség keresztmetszeti minimuma és maximuma



Von Mises összehasonlító feszültség keresztmetszeti minimuma és maximuma



Nyírófeszültség keresztmetszeti minimuma és maximuma

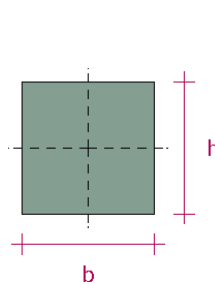
5.13.2. Fedélszékben alkalmazott szelvények

4 15x15

Gyártás: Más

Alak: Tgl.

Fp.: 5



h = 15,0 cm
b = 15,0 cm

Ax = 225,00 cm²
Ay = 187,50 cm²
Az = 187,50 cm²
Ix = 7116,7 cm⁴
Iy = 4218,8 cm⁴
Iz = 4218,8 cm⁴
Iyz = 0 cm⁴
I₁ = 4218,8 cm⁴
I₂ = 4218,8 cm⁴
α = 0 °
Iω = 1529 cm⁶

W_{1,elt} = 562,5 cm³
W_{1,el,b} = 562,5 cm³
W_{2,elt} = 562,5 cm³
W_{2,el,b} = 562,5 cm³
W_{1,pl} = 843,8 cm³
W_{2,pl} = 843,8 cm³

i_y = 4,3 cm
i_z = 4,3 cm
Hy = 15,0 cm
Hz = 15,0 cm
y_G = 7,5 cm
z_G = 7,5 cm

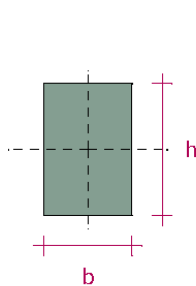
Oktatási változat

5 10x15

Gyártás: Más

Alak: Tgl.

Fp.: 5



h = 15,0 cm
b = 10,0 cm

Ax = 150,00 cm²
Ay = 125,00 cm²
Az = 125,00 cm²
Ix = 2936,4 cm⁴
Iy = 2812,5 cm⁴
Iz = 1250,0 cm⁴
Iyz = 0 cm⁴
I₁ = 2812,5 cm⁴
I₂ = 1250,0 cm⁴
α = 0 °
Iω = 3789 cm⁶

W_{1,elt} = 375,0 cm³
W_{1,el,b} = 375,0 cm³
W_{2,elt} = 250,0 cm³
W_{2,el,b} = 250,0 cm³
W_{1,pl} = 562,5 cm³
W_{2,pl} = 375,0 cm³

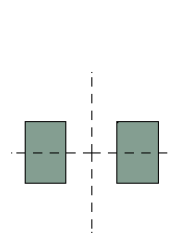
i_y = 4,3 cm
i_z = 2,9 cm
Hy = 10,0 cm
Hz = 15,0 cm
y_G = 5,0 cm
z_G = 7,5 cm

6 Fogópár

Gyártás: Más

Alak: Egyedi

Fp.: 5



h = 12,0 cm
b = 26,0 cm

Ax = 192,00 cm²
Ay = 0 cm²
Az = 0 cm²
Ix = 2405,6 cm⁴
Iy = 2304,0 cm⁴
Iz = 16576,0 cm⁴
Iyz = 0 cm⁴
I₁ = 16576,0 cm⁴
I₂ = 2304,0 cm⁴
α = 90,00 °
Iω = 188611 cm⁶

W_{1,elt} = 1275,1 cm³
W_{1,el,b} = 1275,1 cm³
W_{2,elt} = 384,0 cm³
W_{2,el,b} = 384,0 cm³
W_{1,pl} = 1728,0 cm³
W_{2,pl} = 576,0 cm³

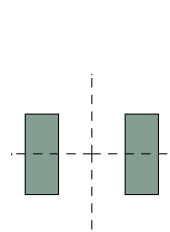
i_y = 3,5 cm
i_z = 9,3 cm
Hy = 26,0 cm
Hz = 12,0 cm
y_G = 13,0 cm
z_G = 6,0 cm

7 Kakasülő

Gyártás: Más

Alak: Egyedi

Fp.: 5



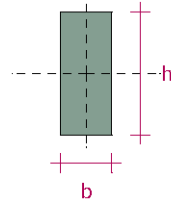
h = 12,0 cm
b = 20,0 cm

Ax = 120,00 cm²
Ay = 0 cm²
Az = 0 cm²
Ix = 737,7 cm⁴
Iy = 1440,0 cm⁴
Iz = 7000,0 cm⁴
Iyz = 0 cm⁴
I₁ = 7000,0 cm⁴
I₂ = 1440,0 cm⁴
α = 90,00 °
Iω = 82490 cm⁶

W_{1,elt} = 700,0 cm³
W_{1,el,b} = 700,0 cm³
W_{2,elt} = 240,0 cm³
W_{2,el,b} = 240,0 cm³
W_{1,pl} = 900,0 cm³
W_{2,pl} = 360,0 cm³

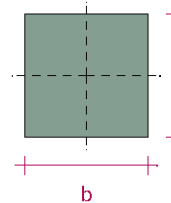
i_y = 3,5 cm
i_z = 7,6 cm
Hy = 20,0 cm
Hz = 12,0 cm
y_G = 10,0 cm
z_G = 6,0 cm

8 5x12

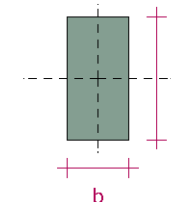
Gyártás: Más	Alak: Tgl.	Fp.: 5		
	h = 12,0 cm b = 5,0 cm	$A_x = 60,00 \text{ cm}^2$ $A_y = 50,00 \text{ cm}^2$ $A_z = 50,00 \text{ cm}^2$ $I_x = 368,8 \text{ cm}^4$ $I_y = 720,0 \text{ cm}^4$ $I_z = 125,0 \text{ cm}^4$ $I_{yz} = 0 \text{ cm}^4$ $I_1 = 720,0 \text{ cm}^4$ $I_2 = 125,0 \text{ cm}^4$ $\alpha = 0^\circ$ $I_\omega = 745 \text{ cm}^6$	$W_{1,el,t} = 120,0 \text{ cm}^3$ $W_{1,el,b} = 120,0 \text{ cm}^3$ $W_{1,pl} = 180,0 \text{ cm}^3$	$i_y = 3,5 \text{ cm}$ $i_z = 1,4 \text{ cm}$ $H_y = 5,0 \text{ cm}$ $H_z = 12,0 \text{ cm}$ $y_G = 2,5 \text{ cm}$ $z_G = 6,0 \text{ cm}$

Oktatási változat

9 10x10

Gyártás: Más	Alak: Tgl.	Fp.: 5		
	h = 10,0 cm b = 10,0 cm	$A_x = 100,00 \text{ cm}^2$ $A_y = 83,33 \text{ cm}^2$ $A_z = 83,33 \text{ cm}^2$ $I_x = 1405,8 \text{ cm}^4$ $I_y = 833,3 \text{ cm}^4$ $I_z = 833,3 \text{ cm}^4$ $I_{yz} = 0 \text{ cm}^4$ $I_1 = 833,3 \text{ cm}^4$ $I_2 = 833,3 \text{ cm}^4$ $\alpha = 0^\circ$ $I_\omega = 134 \text{ cm}^6$	$W_{1,el,t} = 166,7 \text{ cm}^3$ $W_{1,el,b} = 166,7 \text{ cm}^3$ $W_{2,el,t} = 166,7 \text{ cm}^3$ $W_{2,el,b} = 166,7 \text{ cm}^3$ $W_{1,pl} = 250,0 \text{ cm}^3$ $W_{2,pl} = 250,0 \text{ cm}^3$	$i_y = 2,9 \text{ cm}$ $i_z = 2,9 \text{ cm}$ $H_y = 10,0 \text{ cm}$ $H_z = 10,0 \text{ cm}$ $y_G = 5,0 \text{ cm}$ $z_G = 5,0 \text{ cm}$

10 10x20

Gyártás: Más	Alak: Tgl.	Fp.: 5		
	h = 20,0 cm b = 10,0 cm	$A_x = 200,00 \text{ cm}^2$ $A_y = 166,67 \text{ cm}^2$ $A_z = 166,67 \text{ cm}^2$ $I_x = 4573,6 \text{ cm}^4$ $I_y = 6666,7 \text{ cm}^4$ $I_z = 1666,7 \text{ cm}^4$ $I_{yz} = 0 \text{ cm}^4$ $I_1 = 6666,7 \text{ cm}^4$ $I_2 = 1666,7 \text{ cm}^4$ $\alpha = 0^\circ$ $I_\omega = 20316 \text{ cm}^6$	$W_{1,el,t} = 666,7 \text{ cm}^3$ $W_{1,el,b} = 666,7 \text{ cm}^3$ $W_{2,el,t} = 333,3 \text{ cm}^3$ $W_{2,el,b} = 333,3 \text{ cm}^3$ $W_{1,pl} = 1000,0 \text{ cm}^3$ $W_{2,pl} = 500,0 \text{ cm}^3$	$i_y = 5,8 \text{ cm}$ $i_z = 2,9 \text{ cm}$ $H_y = 10,0 \text{ cm}$ $H_z = 20,0 \text{ cm}$ $y_G = 5,0 \text{ cm}$ $z_G = 10,0 \text{ cm}$

Név: Szelvénynév; **Gyártás:** Gyártási eljárás; **Alak:** Szelvényalak; **h:** Szelvénymagasság; **b:** Szelvénytélesség; **tw:** Gerincvastagság; **tf:** Örvastagság;
r₁, r₂, r₃: Lekerekítő sugar; **A_x:** Keresztmetszeti terület; **A_y, A_z:** Nyírási keresztmetszet; **I_x:** Csavaró inercia; **I_y, I_z:** Hajlítói inercia;
I_{yz}: Centrifugális inercia; **I₁, I₂:** Hajlítói főinercia; **α:** Főirány; **I_ω:** Torzulási inercia; **W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}:** Rugalmas keresztmetszeti modulus;
W_{1,pl}, W_{2,pl}: Képlékeny keresztmetszeti modulus; **i_y, i_z:** Inerciasugár; **H_y:** Keresztmetszet befoglaló mérete y irányban;
H_z: Keresztmetszet befoglaló mérete z irányban; **y_G:** Súlypont y koordinátája; **z_G:** Súlypont z koordinátája;
y_s: Nyírási (csavarási) középpont y koordinátája a súlyponthoz képest; **z_s:** Nyírási (csavarási) középpont z koordinátája a súlyponthoz képest;
Fp.: Feszültségpontok száma;

5.13.3. Faoptimalizálás

	Csoport	Eredeti / optimal.. szelvény	Optimalizálási kihasználtság	Megengedett kihaszn..	Kihasználtság	M [kg/m]	ΣM [kg]	ΔM [%]
1	Szarufa_01	10x15	0,653	1,000	0,653	6,300	2510,195	
		–	–	–	–	–	–	–
2	Élszarufa_01	10x15	0,597	1,000	0,597	6,300	214,249	
		–	–	–	–	–	–	–
3	Élszarufa_02	10x20	0,872	1,000	0,872	8,400	94,465	
		–	–	–	–	–	–	–
4	Székoszlop_01	15x15	0,453	1,000	0,453	9,450	255,150	
		–	–	–	–	–	–	–
5	Középszelemen_03	15x15	0,455	1,000	0,455	9,450	384,679	
		–	–	–	–	–	–	–
6	Talpszelemen_03	15x15	0,707	1,000	0,707	9,450	649,235	
		–	–	–	–	–	–	–
7	Tarélyszerűelemen_02	15x15	0,305	1,000	0,305	9,450	114,308	
		10x10	0,938	–	0,938	4,200	50,803	-56

Hivatkozásjegyzék, felhasznált irodalom

Armuth Miklós, Bodnár Miklós:

Fa tartószerkezetek – Tervezés az Eurocode alapján

Deák György, Draskóczy András, Dulácska Endre, Kollár László, Visnovitz György:

Vasbeton szerkezetek – Tervezés az Eurocode alapján

Dr. Visnovitz György, Erkélyi Tamás, Dr. Kollár László:

A tartószerkezeti tervezés alapjai

Freund Péter: Segédletek

<https://mbfsz.gov.hu> (Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Honlapja)

<https://net.jogtar.hu>

Schöck Isokorb® Típusáttekintő Prospektus, Termékkatalógus

Siffel Béla: 4 lakásos társasház (Egyszerűsített bejelentési tervdokumentáció)

Skorka Henrik, Kun Benjámin:

Talajvizsgálati jelentés és geotechnikai adatszolgáltatás (Munkaszám: Tm 21-0372)

Szepesházi Róbert:

Geotechnikai tervezés