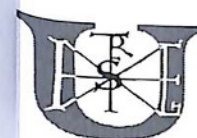


SZAKDOLGOZAT

IMRE ISTVÁN

2018/19



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Szücs László PhD
egyetemi docens, mb. intézetigazgató



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
ÉPÍTŐMÉRNÖKI INTÉZET
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.: +36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2019



Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	76. számú főút földmegtámasztása
Belső konzulens:	Firgi Tibor mestertanár
Külső konzulens:	Csurilla Imre, ügyvezető, Unuque-Plan Kft.

A szakdolgozat beadási határideje: 2019. január 4. (péntek) 12⁰⁰

Budapest, 2018. december 10.

Dr. Szücs László
mb. intézetigazgató



SZENT ISTVÁN
EGYETEM



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

76 sz. főút földmegtámasztása Cölöpökkel

Készítette: Imre István

2018/19 tanév
ősz félév

Tartalomjegyzék:

Tartalom

1. TÉMAKIFEJTÉSE:.....	3
1.1. ELŐZMÉNYEK:.....	3
1.2. ELHELYEZKEDÉSE	4
1.3. A TÁMFALSZAKASZOK JELLEMZŐI, KÖRNYEZETE	5
1.4. GEOTECHNIKAI ADATOK:.....	5
2. FÖLDMEGTÁMASZTÁS TÁMFALLAL:.....	6
2.1. TÁMFALAK:	6
2.1.1. GABIONFALAK	7
2.1.2. VASALT TALAJOK	10
2.1.3. SZEGEZETT FALAK	12
2.1.4. SZÁDPALLÓK	14
2.1.5. CÖLÖPTÁMFALAK	16
2.2 TECHNOLOGIA MEGVÁLASZTÁSA.....	19
3. RÉZSÚÁLLÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA	20
3.1. KÉZISZÁMÍTÁSSAL:.....	20
3.2. GEO5 RÉZSÚ ÁLLÉKONYSÁG VIZSGÁLATA:	21
4. ÁLTALÁNOS ADATOK:	23
4.1. TÁMAFEL GEOMETRIÁJA	23
4.2. A TÁMFAL SZERKEZETI RENDSZERE.....	25
5. REPEDÉSTÁGASSÁG CÖLÖPTÁMFALNÁL:	26
5.1. A REPEDÉSTÁGASSÁG VIZSGÁLATÁRA VONATKOZÓ SZABVÁNYOK:	26
5.1.1. A CÖLÖPRE VONATKOZÓSZABVÁNYOK:	26
5.1.2. TÁMSZERKEZETRE VONATKOZÓSZABVÁNYOK:	27
5.1.3. ÖSSZEFOGLALVA AZ EN:.....	28
5.2. A TERHEK MEGHATÁROZÁSA REPEDÉSTÁGASSÁG VIZSGÁLATAKOR:	28
5.3. HATÁRÉRTÉKEK MEGHATÁROZÁSA:	33
6. REPEDÉSTÁGASSÁGOK MEGHATÁROZÁSA:	34
6.1. REPEDÉS TÁGASSÁG MEGHATÁROZÁSA TÁBLÁZATOS MÓDSZERREL:.....	34
6.2. REPEDÉSTÁGASSÁG MEGHATÁROZÁSA SZÁMÍTÁSSAL EUROCODE-BAN:	36
6.3. ACÉLFESZÜLTség MEGHATÁROZÁSA BEREPEDELT KERESZTMETSZETBEN	39
6.4. REPEDÉSTÁGASSÁG SZÁMÍTÁSA	43

6.5. AXIS TEHERBÍRÁSI HATÁRVONALAK45

7. ÖSSZEFOGLALÁS:49

8. HIVATKOZÁSOK:50

Számítási melléklet.....(saját oldalszámozással)

A támfalokról fogok írni, azon belül a vasbeton hézagos cölöpök támfalokról. Ezek egyre sűrűbben jelennek meg az építőiparban. Ennek több oka is van a beépítettség, a környezeti adottságok, talaj fizikai jellemzők, magas talajvíz, kis építésre felhasználható terület, vagy éppen gazdasági okai vannak. Erre példa a 76 sz. főút Alsónémedinél és Zalaegerszegnél tervezett földmegtámasztás. A magas cölöpfalaknál a cölöpben nagy nyomatók keletkeznek, kis egyidejű normálerőkkel (általában csak önsúlyból), ami miatt a cölöpöket csak a tiszta hajlításra lehet méretezni.

Feladat lehatárolása:

A geotechnika feltárásokat és az abból származó talajfizikai jellemzőket Unique-plan Kft. cég biztosította számomra bemenő adatként. A geometriai kialakítását és szerkezeti rendszerében valamint a terhekből származó igénybevételek meghatározásában is segítséget kaptam. A számított statikai eredmények a Geo5 szádlemmez ellenőrzés szoftverből lettek meghatározva, amiket én is felhasználok a tanulmányom során.

1. Témakifejtése:

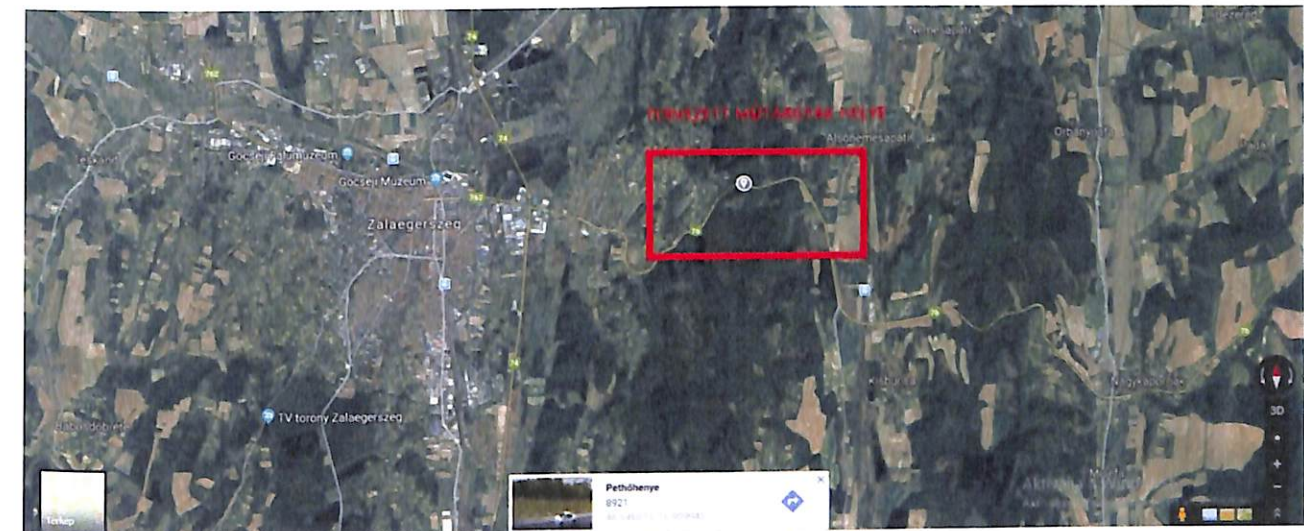
Ebben a fejezetben térek ki a szakdolgozat pontos témájára.

1.1. Előzmények:

A 76. számú főút négynyomvonalúsításának tervezése során felmerült a támfal szükségessége. Erről készítettem számítást, amit [3.-ban] ahol kézi és célszofter eredményét is feltüntettem. A szerkezeti megoldásokat összehasonlítottam [2.-ban] és utána már csak a megvalósításra összpontosítottam. A cölöptámfalak bizonyultak a leggazdaságosabb és leginkább környezetbarát megoldásnak. Ezen támfalak leírását fogom bemutatni és kifejteni. A szakdolgozat megírása során az Unique-plan Kft. biztosította a kiindulási értékeket. A tervezett támfal pontos megnevezése: síkfelületű löttbetonnal zárt hézagos cölöptámfal. A cölöptestek földkiemeléses CFA fúrt cölöpből készülnek, ezek a testek szolgálnak, a földmegtámasztás fő egységeinek. A tervezett helyen több támfalszakasz is megvalósul hasonló szerkezeti kialakítással, de én csak a T3 jelű szakaszt vizsgálom.

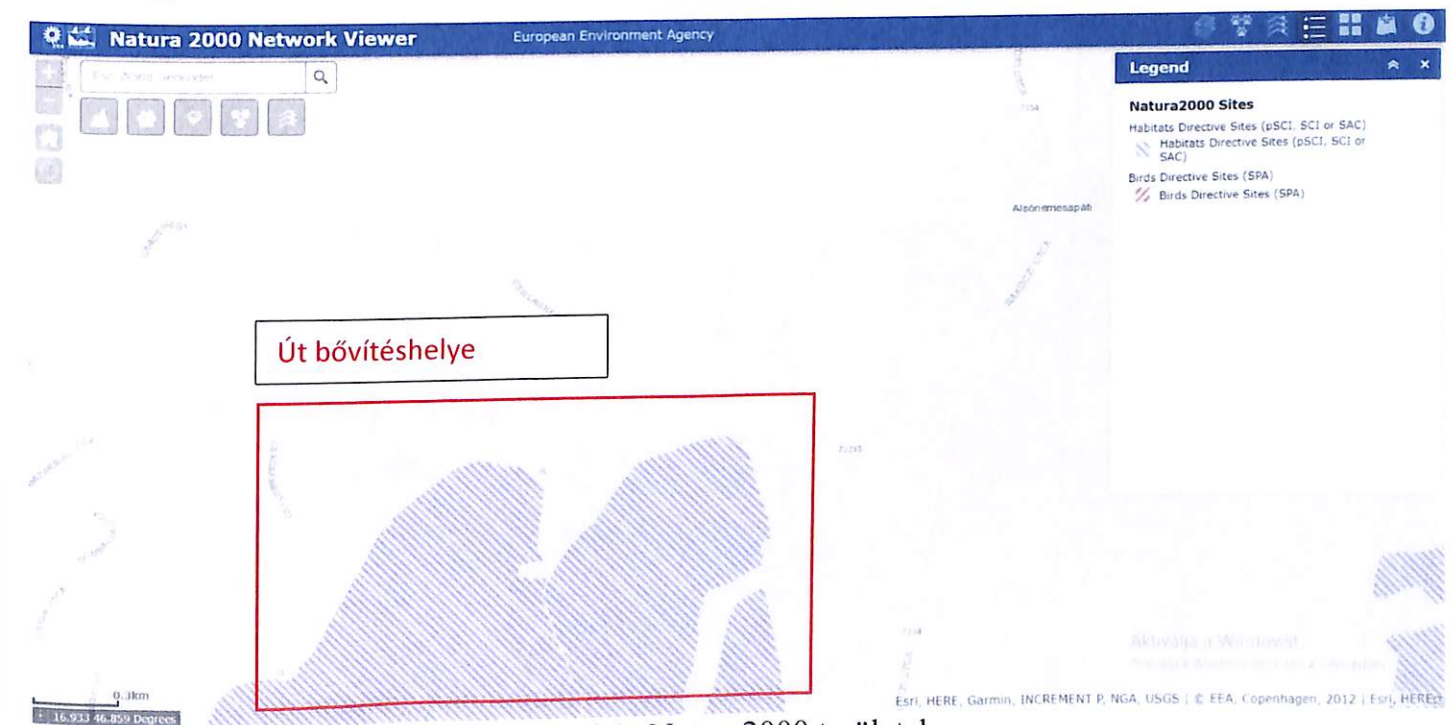
1.2. Elhelyezkedése

„Zala megyében található Balatonhoz viszonylag közel. Megyejogú városba vezető út, mely jelenleg kétnyomú útpálya. Zalaegerszegbe vezető utak közül talán az egyik legforgalmasabb út. Folytonos közlekedés növekedése a négy nyomvonal kialakítását teszi szükségessé. A támfal szakaszok elhelyezkedése.(1.kép)



1. kép helyszín meghatározás

A tervezett támfalak környezetében Natura2000-es területek helyezkednek el. (2. kép)
Ezen területeken nem lehet semmilyen építkezést megengedni vagy épített műtárgyat létrehozni.



2. kép Natura2000 területek

1.3. A támfalszakaszok jellemzői, környezete

A támfalszakaszok jellemzői, környezete:

- Az út vonalvezetése dombvidéki jellegű
- A tervezési szakaszon sok vegyes szelvény
- Egyoldali, mélyebb bevágású rézsű található

A területre készült részletes talajvizsgálati jelentés és geotechnikai tervezési beszámoló.

A négynyomúsítandó út tervezési hosszán a magasrézsűk megtámasztására négy szakaszon is épül cölöpfalas megtámasztás. Én csak egyiket fogom részletezni

T3 jelű támfalszakasz

- 49+730-49+855,69 km szelvények között, jobb oldalon: 125,69 m

1.4. Geotechnikai adatok:

A T3 jelű támfal hosszán 49+730 – 49+855,69 km sz. között, j. o.

Rézsű talaja: iszapos homok, finom homok

Pályaszint alatt: iszapos homok, kavicsos homok, merev agyag

Iszapos homok

A : 1-9 %

I : 22-40 % H : 52-71% K : 0-2 %

ρ_n : 1,95 g/cm³ e : 0,60

φ : 24-30 °

c : 10-25kN/m² Es* : 15 MPa

Finom homok

A : 0 % I : 3 % H : 97% K : 0 % φ : 28 °

c : 0-10 kN/m² Es* : 16 MPa

Kavicsos homok

A : 5 % I : 20 %

H : 41 % K : 34% φ : 34 °

c : 0 kN/m² Es* : 25MPa

Merev agyag

$I_p : 19-27 \%$ $I_c : 0,85-1 \%$ $\varphi : 18^\circ$

$c : 30 \text{ kN/m}^2$ $E_s^* : 10 \text{ MP}$

2. Földmegtámasztás támfallal:

Itt szeretném ismertetni a támfalakat és összehasonlításukat

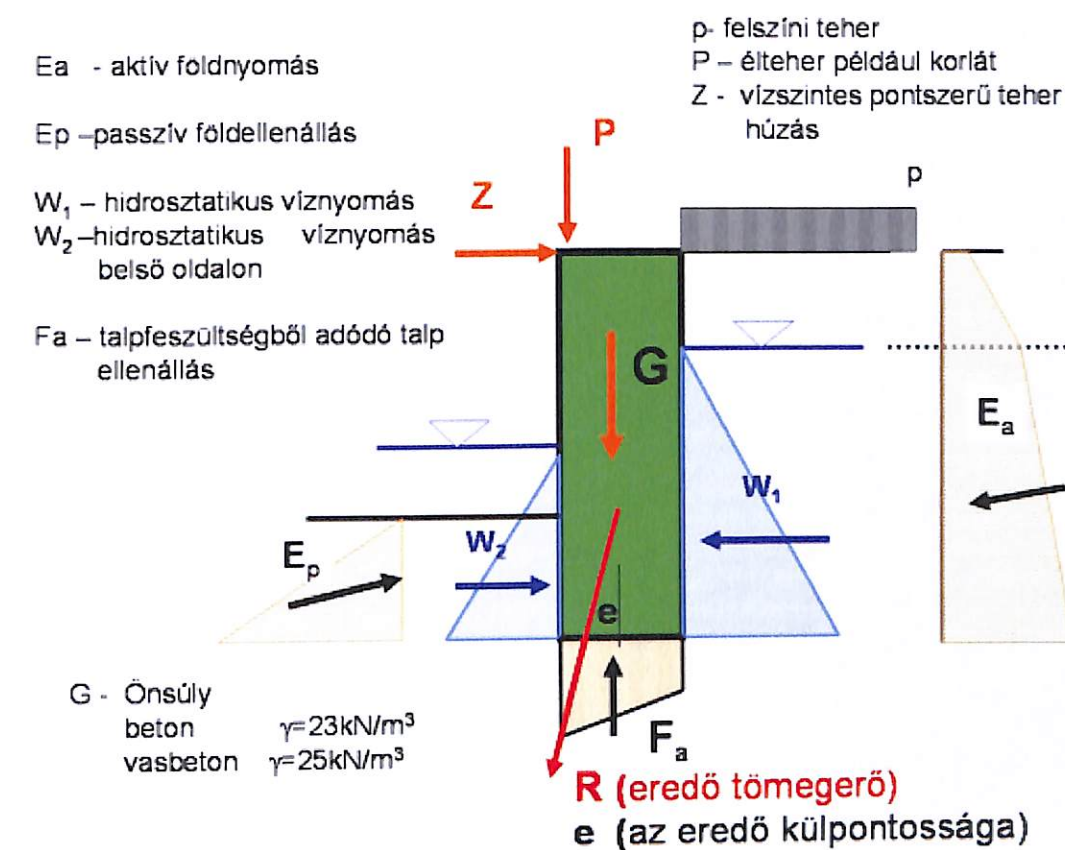
2.1. Támfalak:

Támfalak többfajta méretben, formában készülhetnek, ezeket olyan rézsűknél szokták alkalmazni, amik magában nem állékonyak, nagyobb szintkülönbség leküzdésénél, illetve töltésnél. Az igénybevételekre mindegyik esetben méretezni kell. Ezen igénybevételek a megtámasztani kívánt föld nagyságától és talaj paramétereitől függenek. A megtámasztás magassága és talajok fizikai jellemzői alapján lehet meghatározni az alapadatokat: [2][3]

- alap nagysága, mélysége, kialakítása
- technológiák
- organizáció
- felhasználható anyagok
- környezetbe való beavatkozás csökkentése

A földmegtámasztásokat két csoportba tudjuk sorolni:

1. földfal nyomását maga a szerkezet tömege veszi fel, ez legrégebben és leggyakrabban használt csoportja (pl.: súlytámfal)
2. A szerkezet kialakításával erőjátékot hozunk létre a talajjal, ami a földnyomások egyensúlyát eredményezi (pl. szádlemez) [2][3]



1. ábra: A támfalak általános igénybevételei

A megtámasztásoknak több fajtája ismeretes, itt a kiindulási adatok alapján már van lehetőség szűkíteni, a támfal típusát. A talajvíz és a talaj fizikai paramétere alapján:

- Gabionfalak
- Vasalt talajok
- Szegezett falak
- Szádpalló lemezek
- Cölöptámfalak

2.1.1. Gabionfalak

A legkorábban gabionhoz hasonló szerkezetet kb. 7000 éve építettek. Az egyiptomiak alkalmazták a Nílus folyam partvédelmére, sásból font és iszappal kitöltött változatát. Később kasokat fontak vesszőből és kövel, földdel töltve vár erősítésekhez és folyók partvédelmeként épültek Európában. A kasokat az olasz gabbione (nagy kas) szóból eredően nevezik ma gabion szerkezetnek. A ma ismert formában a 19. század közepén kizárólag szőtt- és fonott

acélróttból készítették. A 20. században már hegesztett acélhálós gabion dobozok is megjelentek.



3.kép sodort hálós gabion



4. kép hegesztett acélhálós gabion Tahitóthfalu

A gabionoknál a közetek adják a faltömegét, ami az állékonyságot eredményez. A töltő kőanyag fagyálló, mállásra és aprózódásra ne legyen hajlamos. Az acélháló horgany vagy horgany PVC, illetve galfan korróziógátló bevonattal (cink-alumínium) acéldrótból készített háló, ami lehet sodort vagy hegesztett, élettartama a 120 évet is elérheti.

A gabionot a tervezet síkjukban hajtogatják ki és méretük tetszőleges. A hasáb alakú gabion szokásos méretei: [3]

0,50 x 1,00 x 2,00 m	1,00 x 1,00 x 2,00 m
0,50 x 1,00 x 3,00 m	1,00 x 1,00 x 3,00 m
0,50 x 1,00 x 4,00 m	1,00 x 1,00 x 4,00 m

Előnyei:

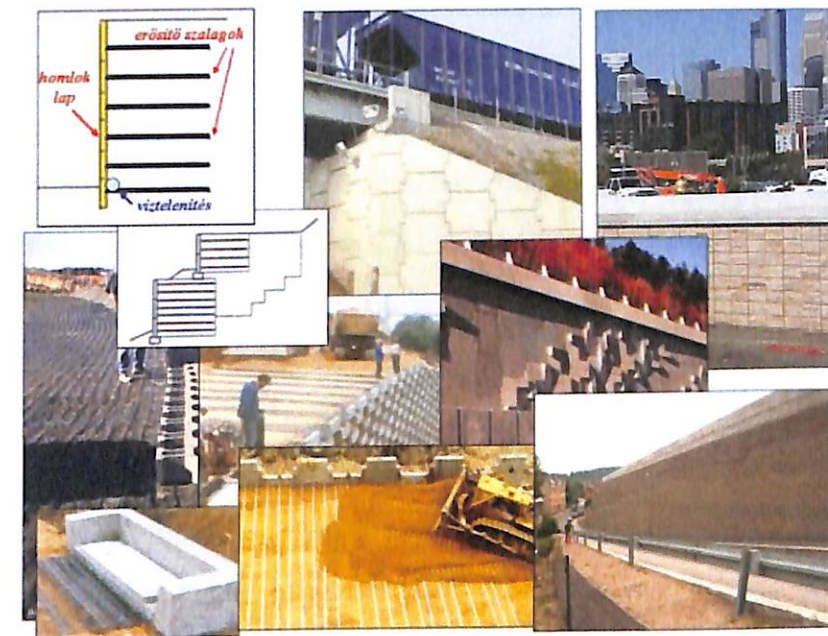
- az esetleges mozgásokat károsodás nélkül el tudják viselni.
- gyorsan megépíthető
- kevés kézi munkaerő igény
- gyorsan betanítható munkafolyamat
- jó vízáteresztő képesség
- hajlékony az alakváltozást elviseli könnyen
- nem igényel mély alapozást (fagyhatár alá nem kell alapozni)
- nem nagy költségű

Hátrányai:

- nagy alaptestet igényel
- a térfogat sűrűsége méretéhez képest alacsony maximum $1,7 \text{ t/m}^3$
- maximálisan $\sim 60^\circ$ hátra döntéssel lehet csak beépíteni ennél magasabb szöggel nem javasolt
- megfelelő altalaj tömörítés ajánlott
- a hát töltés megfelelő tömörítés szükséges [2]

2.1.2. Vasalt talajok

A vasalt talaj, mint támfal az 1960-as évek közepén jelent meg. A töltések megtámasztására használják mai napig. Az elsőnek Pireneusokban, majd tömeges alkalmazása a 70-es évek elején indult el. Alkalmazásuk mára már elterjedtebb és felgyorsult, különösen mióta esztétikailag javult a megjelenésük és különféle homlokfelületet képesek létrehozni. Szélesebb körbe való elterjedésükhöz az is hozzájárult, amikor a geoműanyagok rendszere előtérbe kerülésével felismerték az erősítés hatékonyságait és előnyeit. Elsődlegesen olcsóbb és az egyszerűbb megvalósítás. Leggyakrabban hazánkban hídfőknél alkalmazzák egyszerű megvalósíthatósága miatt.



5.kép szegezett támfalak

Leginkább, mostanság az előregyártott vb. elemekből épül, de készül fémből, illetve műanyagból, időleges megoldásként geotextíliából. A vasbeton elemek jellemző alakja kereszt, de változatos sokféle megjelenésbe készülhetnek, ami esztétikáját növeli. Egy-egy alkotórész hátoldalához általában négy db acél-, illetve lehetséges még műanyag szalaggal kapcsolatot kialakítani, s ezek kötik be az elemeket a háttöltésbe. Szalagokat le lehet cserélni georácsra, esetleg geotextíliára is.

A fal legmeghatározóbb elemei szalagok melyek korróziója, időt állósága nagy figyelmet igényel, amit nagyobb átmérővel, felületvédelemmel oldanak meg. A háttöltésként való kialakításához tömörítésre alkalmas, szemcsés, mállásnak ellen álló anyagot lehet használni. Építése nem bonyolult nem igényel nagy előkészületeket, a homlokfalat vályúszerű alapra

állítják, majd elkezdik a háttöltés megvalósítását, melyre a tervezett magasságokba elhelyezik a szalagokat és ezen végeket a homlokfalelemeivel csatlakoztatják.

A beépített szalagoknak köszönhetően húzóerőt is képesek felvenni, és jól megtervezett szerkezet, megfelelő kivitelezéssel egy összefüggő tömbként viselkedik akár csak egy vasbetontömb. Meghatározó határpontként szokták felvenni, amikor a homlokfalra aktív nyomás hat, azt a betétszalagok ellensúlyozzák. Ezen húzott darabok az aktív állapot csúszólapján túlnyúlnak, ezzel lehorgonyozva azon szakaszt. A háttöltés ezen részére adják tovább a töltés elülső szakaszából fellépő erőket. Méretezésük során, belső és külső stabilitás vizsgálatot kell végezni. Belső vizsgálat során a szalagok szakadásával és kihúzódnásával szembeni tönkremenetelt kell vizsgálni, meghatározni biztonságát. Belső vizsgálat az egyedi szalagokra/betétekre, illetve az erősítő betétekre is vonatkoznak. Külső vizsgálat során az erősített egész talaj földnyomás vagy külső teher következtében létrejövő, mozgás: elcsúszás, felbillenés, törés, illetve csúszolapon alámetsződés elleni biztonság meghatározása. A külső stabilitás vizsgálata határozza meg a betétek/szalagok szükséges alapvető méreteit az erősítendő földtömeghez. [2][3]

Előnyei:

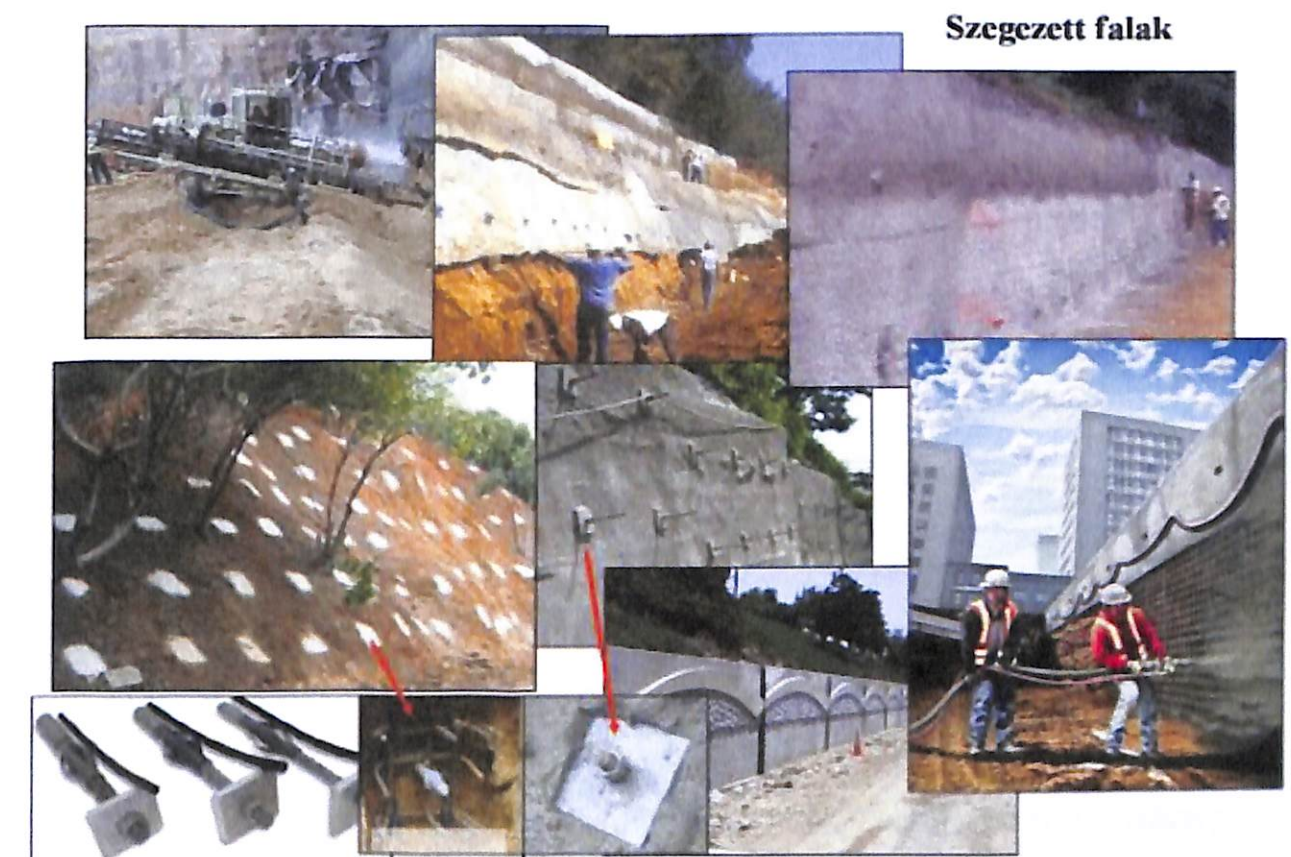
- gyors építés
- nem igényel egyedi építőgépeket
- kevés élőmunka igény, jól gépesíthető
- süllyedésre nem érzékeny
- csekély alakváltozás
- korlátlan magasságig építhető
- nem szükséges drága építő anyag

Hátrányok:

- csak $\phi > 25^\circ$ belső súrlódási szögnél alkalmazható
- jó tömöríthetőségű talaj szükséges ($Trp > 90\%$)
- fontos hogy csak jó kémiai és fizikai tulajdonságú a talajba építhetők a fémbetétek
- ha a talaj fizikai vagy kémiai paraméterei változnak, akkor új vizsgálatot igényel
- sok helyet igényel a föld visszatöltés [2][3]

2.1.3. Szegezett falak

Ezen módszert főleg bevágásnál szokták alkalmazni magában nem stabil, főleg kőzeteknél kialakított rézsűk elkészítése.



6.kép szegezett falak

A szegezett falak a feltételezett csúszólap mögé biztonságos mélységig veréssel, vibrálással, vagy sűrített levegővel belövik az acélszálat. A szegek nyírás, húzás, és hajlítás igénybevételre kell méretezni. A biztosítandó oldalra acélhálót helyeznek, majd lőtt betonnal megfelelően rögzítik végleg vagy ideiglenesen, a vastagsága általában 5-20 cm. A szegezés fentről lefelé történik szakaszosan. A szegek általában betonacélból készülnek (ritkábban L, Z, vagy zártszelvény).

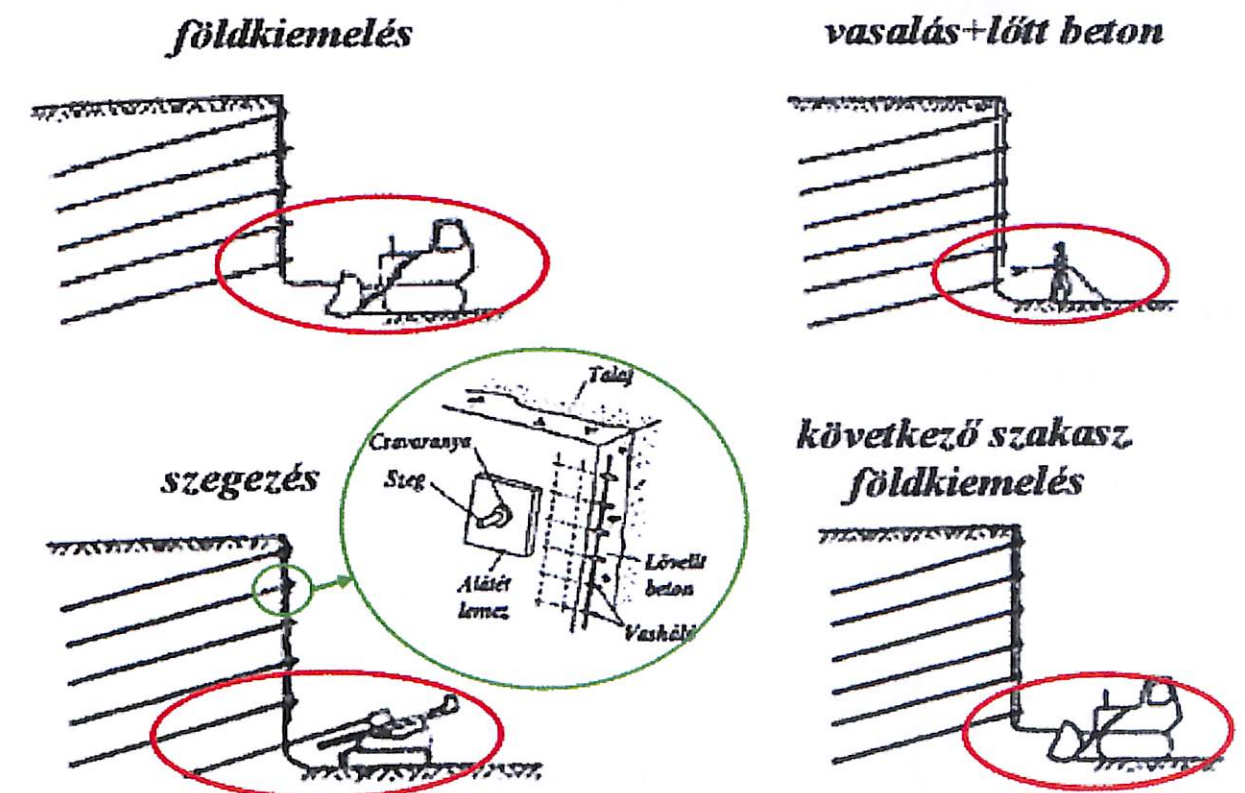
A szegezett fal előnye, hogy egyszerre csak kicsi földtömeg marad megtámasztatlanul, rugalmasan, könnyen módosítható, egyszerűen és viszonylag olcsón kivitelezhető. Mechanikai viselkedése és tervezése a vasalt talaj-támfallal lényegében azonos, de az építés közbeni állapotokat is ellenőrizni kell. [2][3]

Előnyei:

- Egyszerre csak kis földtömeg van megtámasztás nélkül
- A mozgásoknak nem érzékeny (rugalmas)
- Módosítása viszonylag egyszerű

Hátrányai:

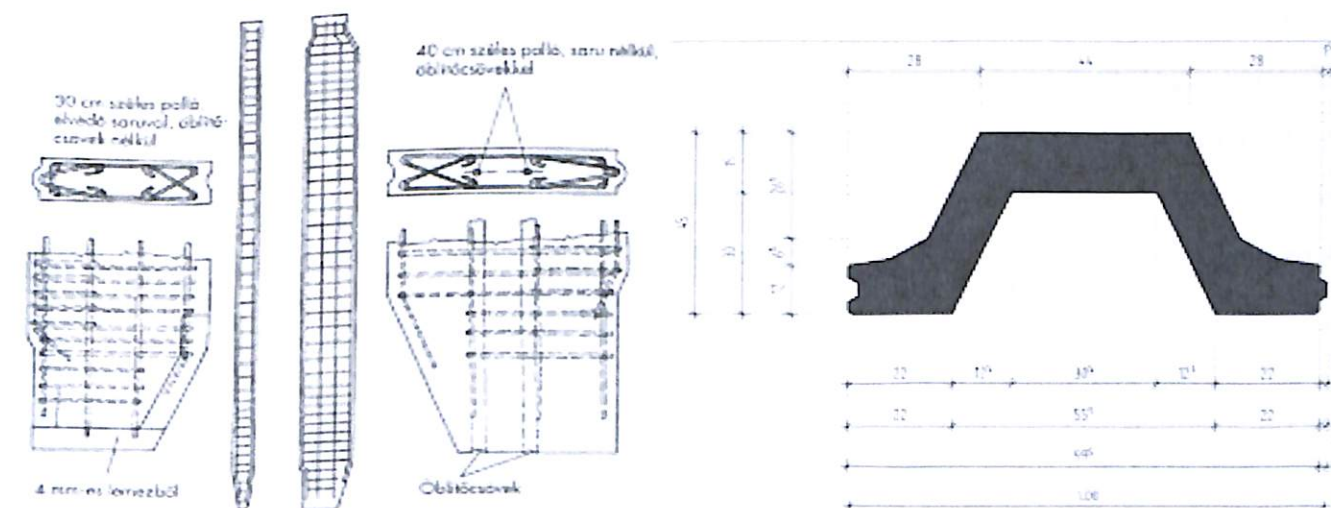
- az e-ut előírás nem engedi végleges rögzítettként
- vízáthvezetése nem túl jó
- számolni kell az acél relaxációval [2][3]



2. ábra: A lőtt betonos szegezett fal kialakításának munkafolyamata

2.1.4. Szádpallók

A szerkezetnél fontos a megfelelő mélységbe való szádpalló leverése, ami a szerkezet állékonyságát eredményezi. Az aktív földnyomás az egyik oldalon a másikon oldalon a passzív földnyomás, egyenlítik ki egymást és ettől lesz stabil. Az anyaga alapján az alábbiak szerint lehet csoportosítani: fa, vasbeton, acél.



7. kép szádpallók

A szerkezet építse alapján a környező útpálya és a tervezés idő tartalma, miatt csak a vasbeton szádpalló lemez lehetséges megoldás. Az vasbeton szerkezeten horgonyok-ereszek is találhatóak. A hornyolt kialakítás biztosítja teljes vízzárást, ezzel sokkal több célt képes ellátni. A beépítés lehet szerkezettel együtt építve végleges, vagy csak ideiglenes lehatárolás.



8. kép szádpallók beépítve

A szerkezetnek nem csak a földnyomásokat kell felvenni, de a lejutás során fellépő dinamikus munkát is. A vasalását már eleve így készítik. A hosszanti fővasalást az önsúlyból eredő hajlító igénybevételre szokás méretezni, ami a szállításközben lép fel. Kengyelek veszik fel a

leverésből eredő keresztirányú igénybevételeket. Ez vasalásnál azt jelenti, hogy az alsó és felső kb. 70-120 cm-en sűrítik a kengyel kiosztását. A szerkezet széleinél hosszbetétet kampózást nem lehet kialakítani, 3-4 cm vastag betonfedés szükséges. A pallók emelése során oldalsíkjukba kerülnek be a kampók betonozás előtt. A falakra ható erők egy része általában a víznyomásból ered. A betonpallók között cementhabarcs sajtolás kerül. Az előre gyártott szerkezeteken vannak vízátfeszítések, amik csökkentik a fellépő nyomásokat. Szerkezet súlyát lehet csökkenteni és ellenállása növelhető, ha előfeszítéssel növeli a kihasználhatóságot. A lehajtás során alkalmazni lehet vízugarakat a talaj fellazításához. A legfontosabb méretezés során a szádfal rugalmas befogásnak meghatározása. Ezen befogás biztosítja az egész támfalat a kiborulás ellen, ha ez nem megfelelő, akkor a szerkezet teljesen instabillá válik. A leverés után felső síkja károsodik, ezekre cölöpösszefogót szoktak készíteni, ami az átmérő 40-50-szerese. [2][3]

Előnyei:

- gyorsan elkészíthető a fal, nem kell várni a beton kötésére
- viszonylag kevés élő munka hozzáadása szükséges
- anyagminősége biztosított a gyárban
- a leverése viszonylag egyszerű
- vízzárást tud biztosítani
- bordázottsága miatt gazdaságosabb a kialakítása

Hátrányai:

- víznyomás tud kialakulni a földfelőli oldalon
- szerkezet leverése/vibrálása nem minden talajban alkalmazható
- a szerkezetnek nagy a tömege
- a szállítási és tárolási nehézségek
- korlátozott méretekben van forgalomban[2][3]

2.1.5. Cölöptámfalak

A cölöpök az egyik legsokoldalúbban alkalmazható építési technológia. Maga a cölöpök mélyebben lévő talajrétegekben adja át a terheléseket cölöpköpenyen és csúcson. A cölöp minimális mérete a szakirodalom szerint $H > 5 \times D$. A hosszát az is befolyásolja, milyen mélyen van a teherbíró talajrétegződés, a befogáshoz szükséges mélység, ami a stabilitását is adja. Az építés célszerszámmal történik a lavírsíkról.

Cölöpfal általában fűrt cölöpökből valósul meg. Ezek lehetnek zárt homokfalúak vagy hézagosak a kialakítást az igények és a terhelések határozzák meg. Statikai szempontból befogott szerkezet és a talaj összenyomódása nagyban befolyásolja a szerkezet befogási hosszát is. A cölöpök nagyobb hajlító igénybevételeket is feltudnak venni.

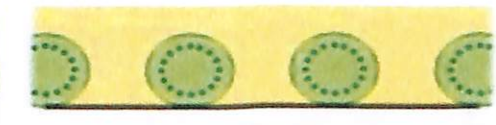
Kialakításuk alapján tekintve meg lehet különböztetni őket.



érintő cölöpök



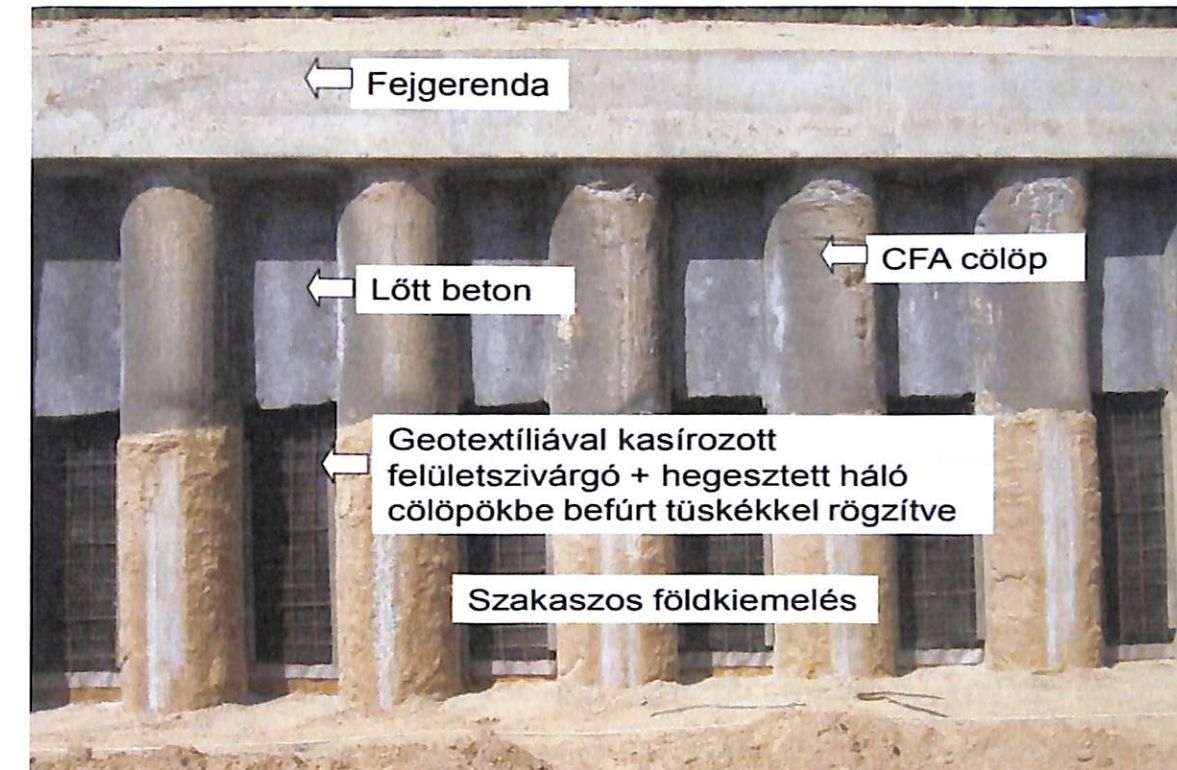
átmetsző cölöpök



takarás nélküli hézagos fal



9.kép cölöp megtámasztások



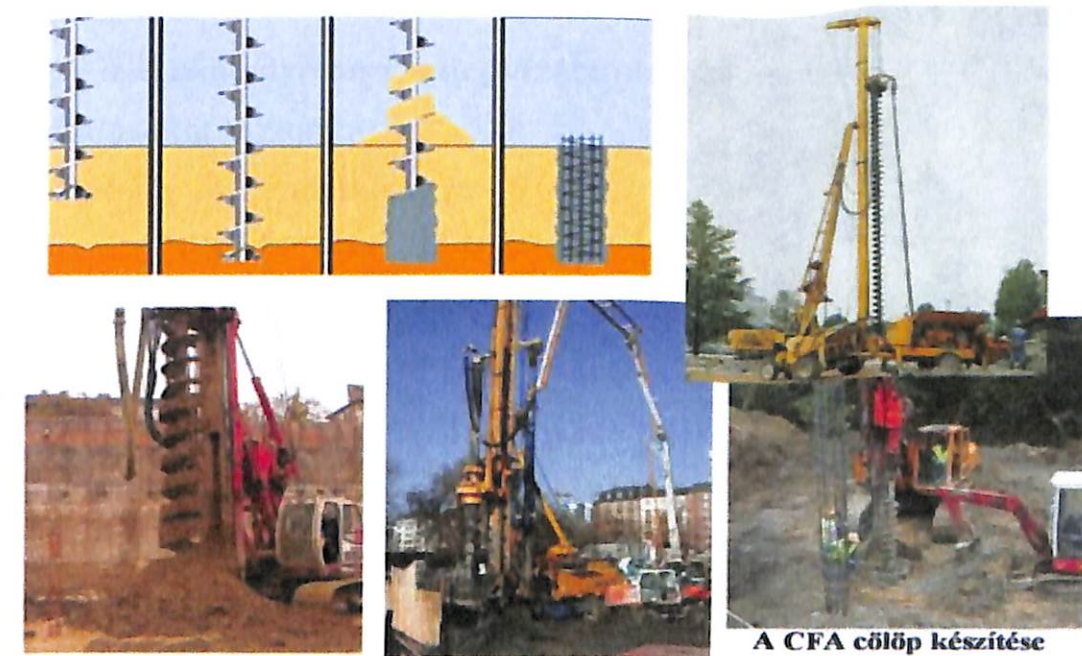
10.kép Általános kialakítás



11. kép M7 cölöptámfal

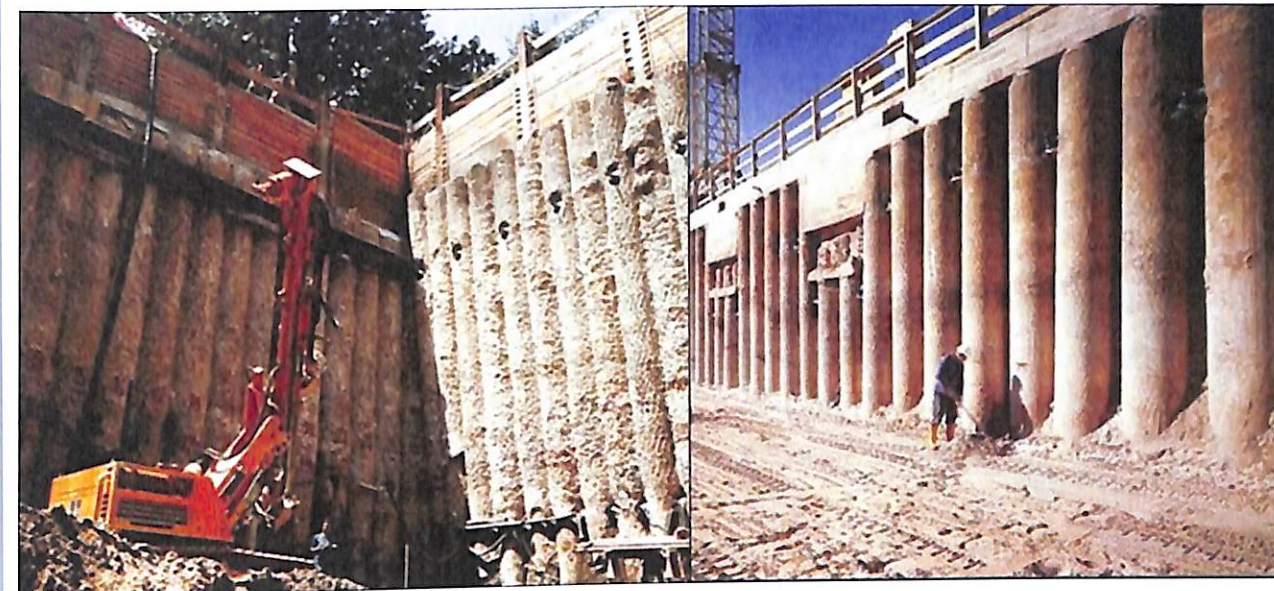
A csoportosítására is több módszer lehetséges anyaguk alapján, lejtatása/kialakítása vagy funkciója alapján. Azonban én csak a CFA cölöpöt fogom részletezni mivel ez a legelterjedtebb Magyarországon.

A CFA cölöpök talaj kiemeléssel technológiához tartoznak. Lényege egy végtelenített spirál fúrószál, ami kiemeli a földet és így jut a kellő mélységig. Lehetséges a folyadék megtámasztásos (zagys megtámasztás), védőcsöves megoldás vagy megtámasztás nélküli ez csak a talaj fizikai jellemzői alapján szükséges meghatározni. A fúrószál egyben gondoskodik a beton lejtatásáról. A fúrószál élei megtámasztják a furatot. Amikor már elérik tervezett mélységet, a csövön keresztül túlnyomással betont juttat a furatba. A nyomáshatására feltolja a spirált és húzással is rásegítenek. Amikor sikerült a fúrószál eltávolítása, az armatúra kerül elhelyezésre, amit levibrálnak a betonba. Fontos, hogy a beton kötése előtt kell lejtatni a teljes armatúrát. Ezen a technológiánál a legelterjedtebb átmérő 30-100 cm átmérő, a hossza 25 m a maximális mélység, ennél többet már csak kevés gép tud. Az építési rendszerhez jó monitoring rendszer tartozik, amivel megtudják állapítani a talaj ellenállását, a betonozás közbeni nyomásértékekből. A cölöp hosszt könnyű ellenőrizni, ahogy az integritását is. [2][3]



A CFA cölöp készítése

12.kép A CFA cölöp készítése



13. kép CFA cölöp lehatárolás

Előnyei:

- változó hosszúsággal és átmérővel építhető meg
- utólagos erősítés is könnyen végre hajtható
- bevágások/töltés megtámasztásoknál
- nagy nyomások
- szivárgások megakadályozása (rétegvízáramlások)
- kis elmozdulásokat biztosít
- sok ilyen fúrógép áll rendelkezésre

Hátrányai:

- viszonylag sok elő munkát igényel
- nagyobb idő ráfordítás is szükséges
- pontos kialakítás szükséges
- sok építő anyagot igényel
- nem annyira gazdaságos[2][3]

2.2 Technológia megválasztása

Gabionos kialakítás azért nem megfelelő, mert a rézsű hátra metszése, a támfal építése során túl sok földmunkát igényel és a földtömeget az alacsony tömegével nem képes megtartani.

Vasalt talajok szűkös határok miatt, a földmunkák és tereprendezés nem megoldható. A tervezés során 100 évre való megvalósítása korrózió miatt is problémás.

Szegezést a támfalaknál az e-ut előírások miatt, nem lehet alkalmazni. Magában a szerkezet hosszútávú betervezés is nehéz lenne csak ideiglenes megtámasztásra célszerű használni

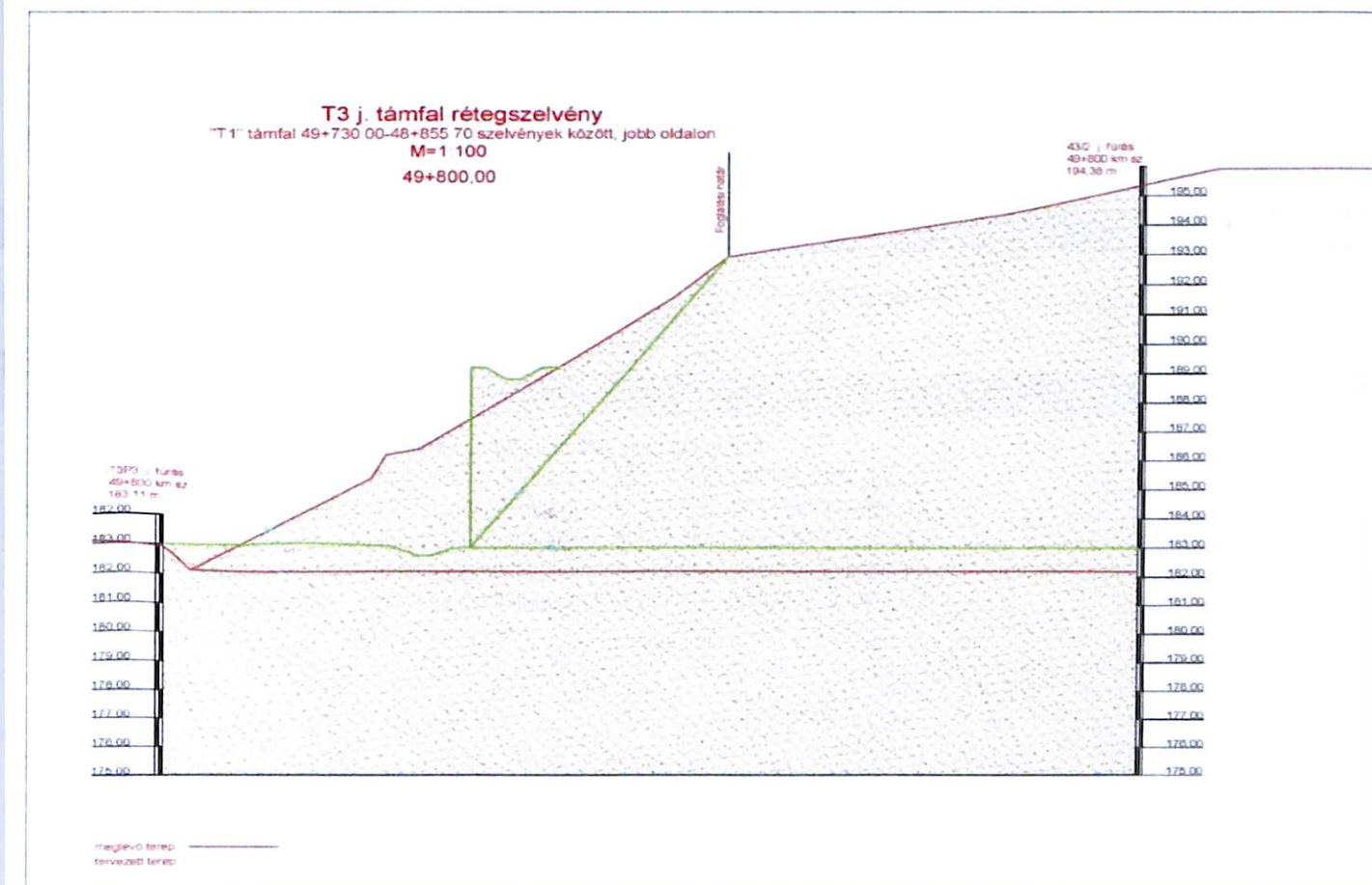
Szádpalló alkalmas lehet a szerkezet hosszútávra való tervezésénél. Csak a vizek átvezetése/levezetése és a kötött hosszúságai miatt nem alkalmas.

A megválasztás során a talaj fizikai paraméterei, földmegtámasztás nagysága és miatt, cölöpökre esett a választás. Ezeket utólagosan lehet erősíteni szegezéssel a víz átvezetése megoldott.

3. Rézsűállékonyságának vizsgálata

3.1. Kéziszámítással:

A meglévő terep rézsűjének vizsgálata egyben a tervezett állapottal. Talajban a belső ellenállást a szemcsék közötti kohéziót nullára vettem fel. Kiszámoltam, hogy megfelelnek megtámasztás nélkül a rézsűk.



3.ábra a rézsűk meghatározása

$I. meglévőterep \ n = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta} = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 32^\circ} = 0,923$

$II. tervezettersrep \ n = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta} = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 52^\circ} = 0,488$

φ – a talaj belső súrlódási szöge

β – a rézsű hajlása[3]

Mindkét esetben $n<1$ biztonsági tényezője. A kézisámítás is azt igazolta szükséges a megtámasztása.

3.2. Geo5 rézsű állékonyság vizsgálata:

Ezt a számítást a számítási mellékletben tüntettem fel itt csak az eredmények láthatóak.

I. meglévőterep

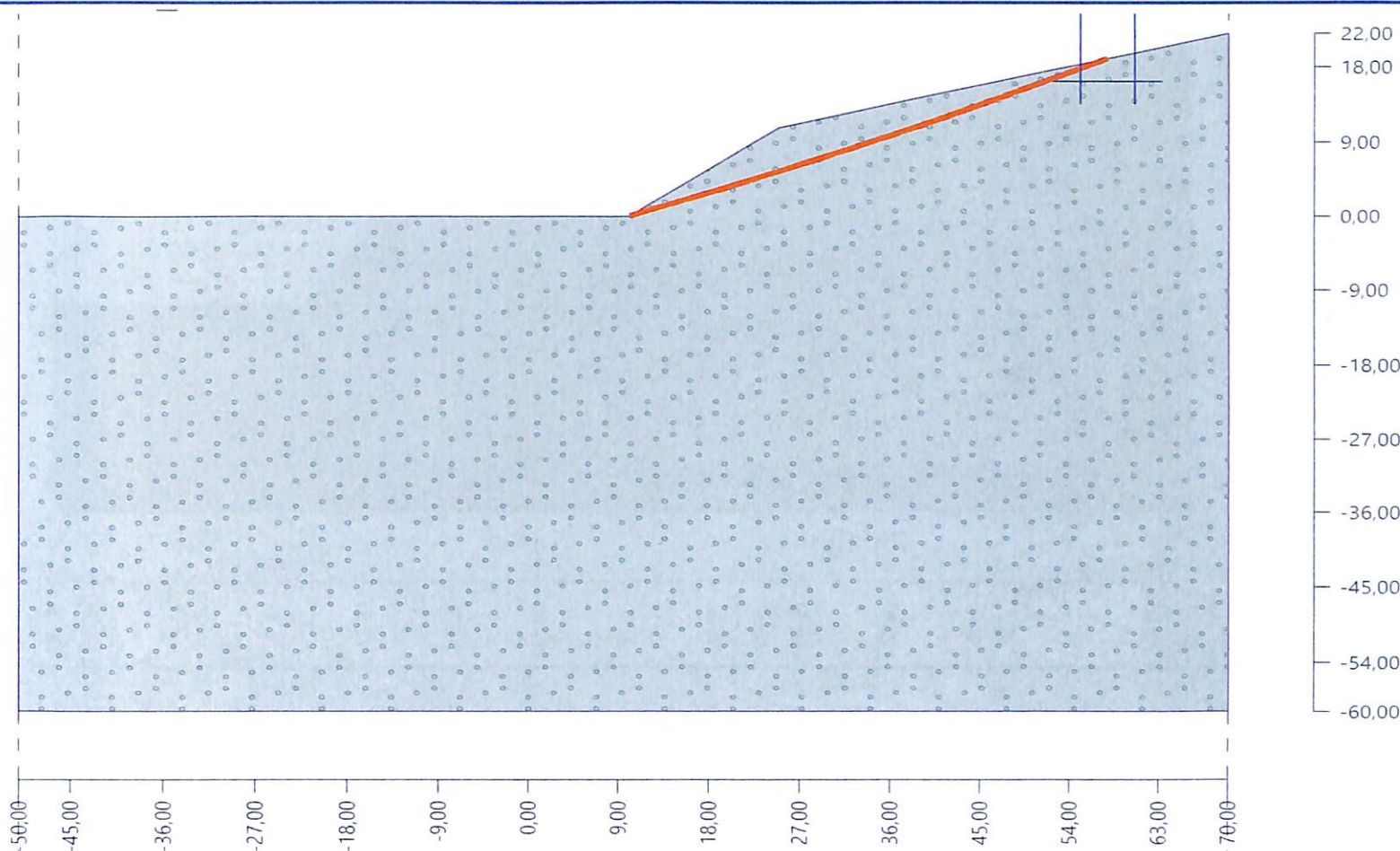
Köríves csúszólap

Csúszólap paraméterei			
Súlypont :	x = -175,76 [m]	Szögek :	$\alpha_1 = 19,00 [^\circ]$
	z = 539,78 [m]		$\alpha_2 = 24,16 [^\circ]$
Sugár :	R = 570,81 [m]		
Csúszólap számítása optimalizáció nélkül.			

Rézsűállékonyság ellenőrzés (összes módszer)		
Bishop :	Kihasználtság = 91,1 %	MEGFELELŐ
Fellenius / Petterson :	Kihasználtság = 91,2 %	MEGFELELŐ
Spencer :	Kihasználtság = 91,1 %	MEGFELELŐ
Janbu :	Kihasználtság = 91,1 %	MEGFELELŐ
Morgenstern-Price :	Kihasználtság = 91,1 %	MEGFELELŐ

v : Számítás

Fázis - számítás : 1 - 1



4.ábra a rézsűn kialakult csúszólap

II. tervezettérep

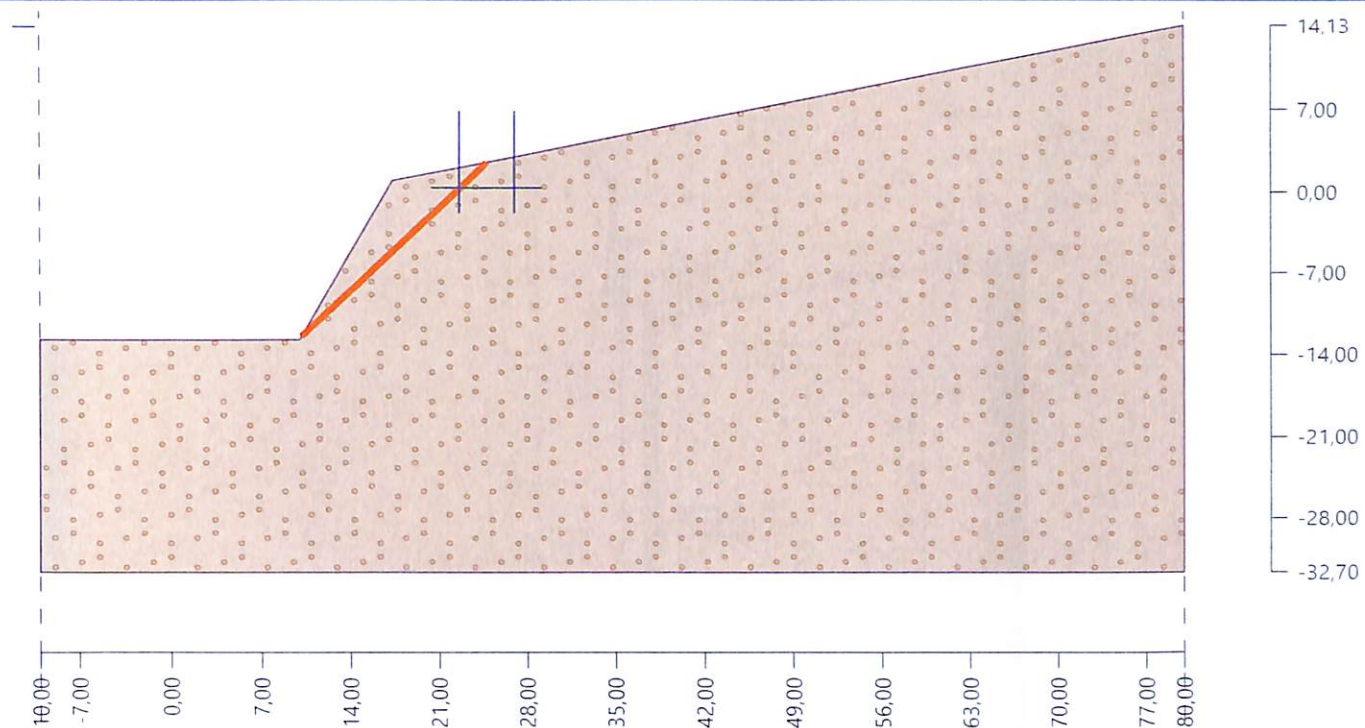
Köríves csúszólap

Csúszólap paraméterei			
Zéppont :	x =	-543,21 [m]	Szögek : $\alpha_1 =$ 45,02 [°] $\alpha_2 =$ 46,55 [°]
	z =	540,52 [m]	
	R =	782,27 [m]	
Csúszólap számítása optimalizáció nélkül.			

Rézsűállékonyság ellenőrzés (összes módszer)		
Bishop :	Kihasználtság = 240,2 %	NEM MEGFELELŐ
Fellenius / Petterson :	Kihasználtság = 240,3 %	NEM MEGFELELŐ
Spencer :	Kihasználtság = 240,3 %	NEM MEGFELELŐ
Janbu :	Kihasználtság = 240,2 %	NEM MEGFELELŐ
Morgenstern-Price :	Kihasználtság = 240,2 %	NEM MEGFELELŐ

: Számítás

Fázis - számítás : 1 - 1



5.ábra a rézsűn kialakult csúszólap

Megtervezett terep magában nem állékony ezért szükséges a támfal, amit igazoltam. A számítási mellékletben van pontos Geo5 által meghatározott eredmény.

4. Általános adatok:

A támfal felvett geometriáját tartalmazza

4.1. Támafel geometriája

A támfal cölöp átmérőit változó nagysággal terveztem $\phi 60$ cm, $\phi 80$ cm átmérőjű cölöpök.

Cölöpök hossza változó, követi a megtámasztandó terep magassági adottságát.

A támfalak pontos helyének megnevezése, főbb paraméter leírása:

- "T3" jelű támfal 49+730.00-49+855.70 szelvények között, jobb oldalon:
 - o helyszínrajzi kialakítás: egyenes + átmeneti ív
 - o hossza cölöpfal tengelyében: 127.20m
 - o hossza úttengelyben: 125.70m
 - o maximális számításba vett szabad magasság: 7.50m
 - o végleges magasság (szegéllyel): 7.41m

Statikai számítás alapját, a legnagyobb kiálló szabad cölöpöt vizsgáltam.

Az alábbi cölöp, tengelytávokat alkalmaztam:

Cölöp Típus	Földkiemelés [m]	Cölöp átmérő [cm]	Tengelytávolság [m]	Teljes cölöp magasság [m]
C1típus	5.65	F80	1.5	12.00
C2típus	7.45	F80	1.5	15.10
C3típus	0.00	F80	1.5	15.00

1. táblázat: Cölöpök geometriája

4.2. A támfal szerkezeti rendszere

A tervezett cölöptámfal hézagosan készül, a cölöpök között 15cm vtg. C25/30. Egyenes vasalt löttbeton kéreggel, mögötte a padkára vezetett szivárgó lemezzel. Az együtt dolgozást a cölöpökkel betüskézés biztosítja. A betüskézés cölöpbe 10 cm befúrás és $\Phi 12$ acél kerül, Epoxi habares vagy műgyanta szükséges a beragasztáshoz. A betüskézés löttbeton vasalást 50 cm-ként kell végrehajtani, majd a kiálló 10cm $\Phi 12$ betonacélhoz rögzítenek, betonacél hálót.

A műtárgyakhoz készült Talajvizsgálati jelentés és geotechnikai tervezési beszámoló alapján a cölöptámfalat 1,5m tengelykiosztással egy sorban, ~1/2 arányú befogással terveztem meg. Kisebb magasságok estén a cölöpök átmérőjét 60cm-re csökkentettem. A szabad cölöpmagasságot a betonpadka alsósíkjától vettem fel, a terepvonal kimetsződéséig. Ez a szint a felső árok folyásszintjére vehető. A cölöpöket vasbeton 1,05m magas, 1,20m széles szegélygerendával fogják össze.

A befogott CFA 60/80 cm átmérőjű cölöpök között függőleges lőttbeton héj tartja a földnyomást. A cölöpök együttdolgozását fejgerenda biztosítja. Előnye a relatíve kevés kitermelendő föld/szikla mennyiség. A cölöpök befogási hossza a talajvizsgálati jelentés és geotechnikai szaktanácsadás függvényében meghatározott talajparaméterektől függ. Hátránya, hogy kemény altalaj esetén a cölöpözés megnehezül. A betonfelületek korrózióvédelmét az e-UT 07.04.13:2011 Útügyi Műszaki Előírás szerint kell megtervezni. (Szükség esetén a talajba hátrahorgonyozható.) A szerkezet helyigénye kicsi ($\Phi 80$ cölöp), jelen esetben az építés megoldható a meglévő főút felől, így nem kell az építéshez nagyobb idegen területeket igénybe venni. „, [1]

5. Repedéstágasság cölöptámfalnál:

A repedéstágasság fontos vasbeton szerkezet korróziós ellenállása miatt. Az acélok képesek rozsdásodni, ilyenkor megnő az átmérőjük és ledobják a betont, így megszűnik vasbeton szerkezetként működni. Probléma, hogy a repedések föld alatt keletkeznek megközelítőleg 6m mélyen, így nem látható és nem könnyen vizsgálható. Ezért is fontos, hogy 100 évig ne keletkezzen semmilyen káros behatás szerkezetben.

A repedéseken át folyadék képes bejutni és megfagyni, így csökken a húzott beton öv nagysága és ellenálló képessége. A szerkezet kevésbé tud ellenállni és esztétikai szempontból sem kedvező a túlzott repedéstágasság.[4]

„EC0: A tervezett élettartam alatt a szerkezet a prognosztizált környezeti hatásokra (az előírt fenntartási munkák elvégzése mellett) nem károsodhat olyan mértékben, hogy a teljesítőképessége a megcélzott szint alá esik (EC0)”[5]

5.1. A repedéstágasság vizsgálatára vonatkozó szabványok:

5.1.1. A cölöpre vonatkozó szabványok:

„Eurocode 7 (MSZ EN 1997 1:2006)

7.7. Keresztirányban terhelt cölöpök

7.7.3. A keresztirányú ellenállás meghatározása talajvizsgálati eredmények és a cölöpök szilárdsági eredmények és a cölöpök szilárdsági paraméterei alapján.

(1) P Egy cölöp vagy cölöpcsoport keresztirányú ellenállását tartószerkezeti igénybevétel, valamint a talaj reakciók és elmozdulások összeférhetősége alapján kell számítani.

(2) P A keresztirányban terhelt cölöp vizsgálatkor 7.8. szakasszal összhangban foglalkozni kell talajban lévő cölöp szerkezeti tönkremenetelének lehetőségével.

(3) A hosszú, karcsú cölöpök keresztirányú ellenállását egy, a felső végén terhelt, vízszintes ágyazati tényezővel jellemzett, deformálódó közeg által megtámasztott gerenda modelljével lehet számítani.

7.8. Cölöpök tartószerkezeti tervezése

(1) P A cölöpök szerkezeti tönkremenetellel szembeni megfelelőségét igazolni kell 2.4.6.4. szakasszal

2.4.6.4. A szerkezeti jellemzők tervezési értékei

(1) P A tartószerkezeti anyagok szilárdsági tervezési értéket, valamint a tartószerkezeti elemek ellenállásának tervezési értékét az EN 1992 – EN 1996 szabványsorozatokkal összhangban kell számítani.”[7]

Ezen szabványok vonatkoznak a cölöpök tervezésére, de a szerkezet csak részben működik cölöpként. A tervezett műtárgy támfalszerkezetként is funkcionál, amire más szabványok is vonatkoznak.

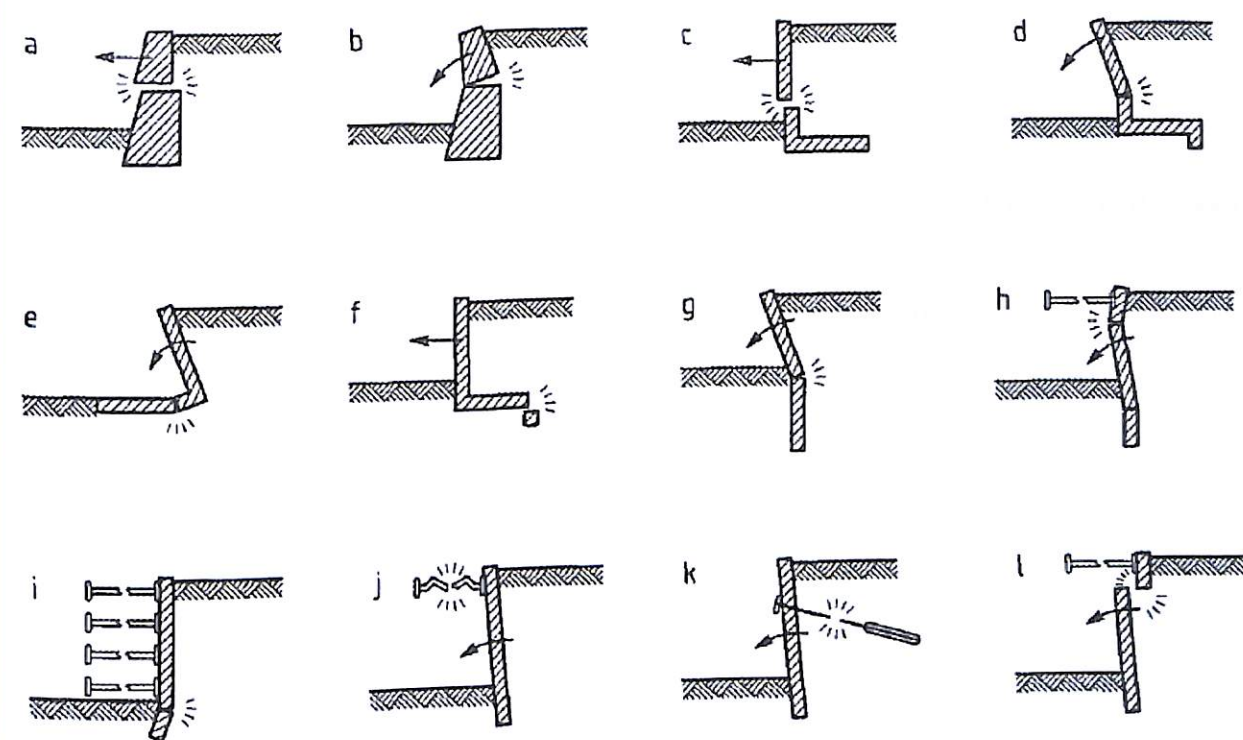
5.1.2. Támszerkezetre vonatkozó szabványok:

9. Támfalszerkezet

9.7.6. Támszerkezetek tartószerkezeti tervezése

(1)P A 2.4. szakasszal, továbbá az EN 1992, EN 1993 és EN 1995 és EN 1996 szabványokkal összhangban igazolni kell, hogy a támszerkezetben, beleértve a támelemeiket, például a horgonyokat és dúcokat is, nem következik be szerkezeti tönkremenetel.

(2) Indokolt legalább 9.5 ábrán bemutatott tönkremeneteli módokat vizsgálni.



EC 7 (1997 – 2006) 9.5. ábrája : Támszerkezetek szerkezeti tönkremenetelének módjai (példák)

(3) P Mindegyik teherbírási határállapotra ki kell mutatni, hogy a szükséges szilárdságok, összeférhető alakváltozások mellett képesek a talajban és a szerkezetben mobilizálódni.

(4) Az EN- 1992 és az EN 1999 előírásoknak megfelelően ajánlatos ellenőrizni a szerkezeti elemek ellenállását az alakváltozások okozta szilárdságcsökkenését, melyet például a vasalatlan keresztmetszetek berepedése, a képlékeny csuklónál bekövetkező nagy elfordulások, vagy az acél keresztmetszetek horpadása okozhat.”[7]

5.1.3. Összefoglalva az EN:

A cölöpökre és a támfalakra is az **EN 1992 1:2010** szabványokban leírtakkal összhangba kell megtervezni a cölöptámfalakat ami, kitér a repedéstágasságok vizsgálatára és azokat maximalizálja. [7] [9]

5.2. A terhek meghatározása repedéstágasság vizsgálatokor:

A terhek számítása és a cég által szolgáltatott kiindulási értékeket tüntettem fel, melyekre számoltam a repedéstágasságokat.

A tervezés során használt szabványok:

(terhek meghatározásánál)

Eurocode 0 (MSZ EN 1990:2011)

Eurocode 1 (MSZ EN 1991 1:2005)

Eurocode 2 (MSZ EN 1992 1:2010)

Eurocode 7 (MSZ EN 1997 1:2006)

„A repedéstágasságnál felhasznált értéket az M_{Ed} a *használhatósági határállapot* a Geo5 mentve kaptam:

A lehajlás és repedéstágasság vizsgálatához (használhatósági határállapotok):

Kvázi állandó teherkombináció alapképletet kellett alkalmazni:

$$\sum_i G_{k,i} + \sum_i \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

A képletben:

G_k = Az állandó teher karakterisztikus várható értéke (önsúly)

Q_k = Az esetleges teher karakterisztikus értéke

ψ_2 = A terhek tartós kvázi állandó részét megadó tényező

$+$ és $\sum$ = A terheket egyszerre kell működtetni

Itt megoszló minden teher megoszlóként lehet meghatározni a használhatósági határállapotot:

$$P_{qp} = \sum_i g_{k,i} + \sum_i \psi_{2,i} q_{k,i}$$

g_k = A megoszló állandó teher

ψ_2 = A terhek tartós kvázi állandó részét megadó tényező

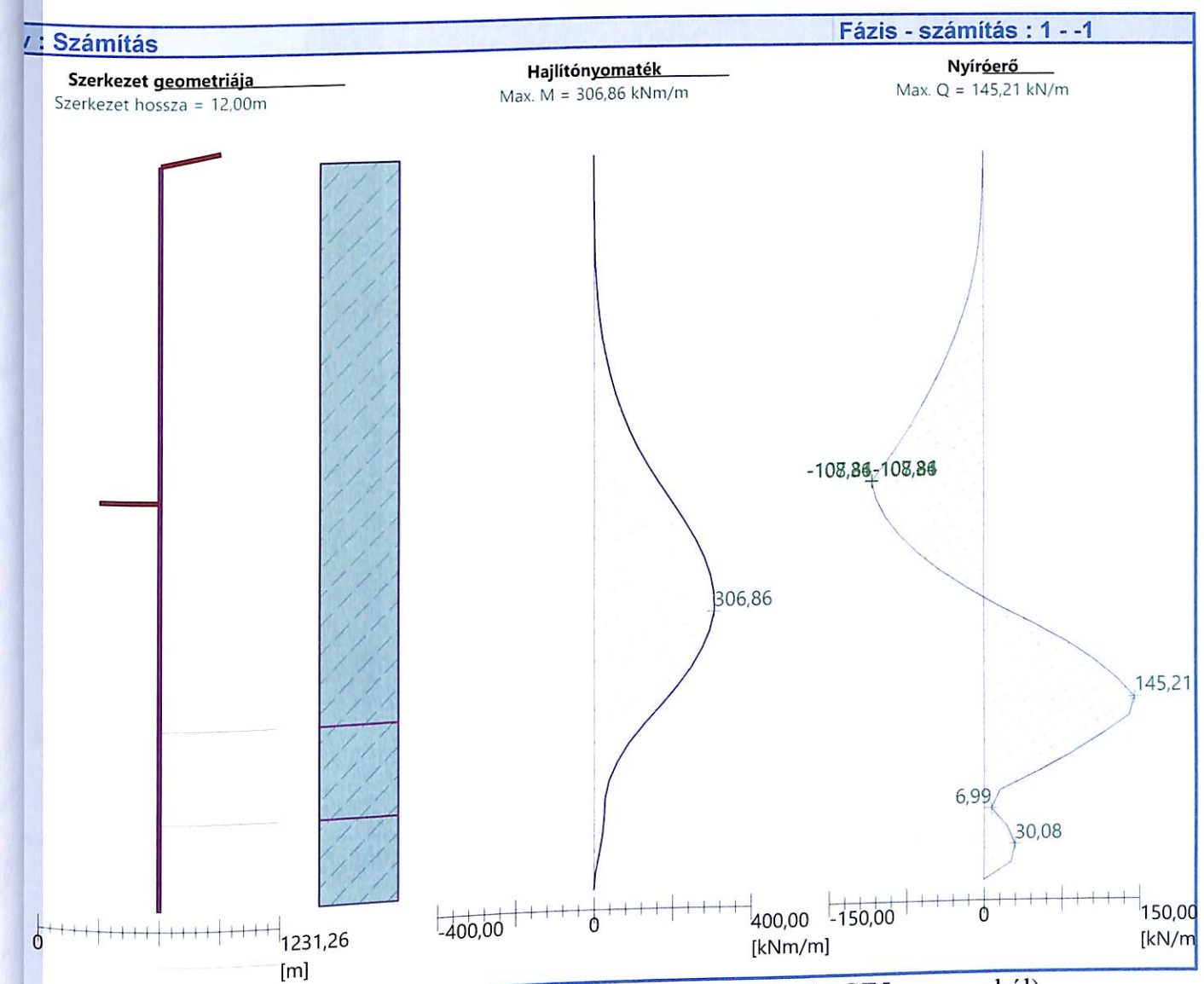
q_k = Az esetleges megoszló terhek „[9]

A terhek meghatározását Geo5-ben történt. A számítási mellékletben található a terhek meghatározása részletesen.

Cég által szolgáltatott igénybevételek:

Geo5-ből mentve a számítási mellékletben feltüntetve.

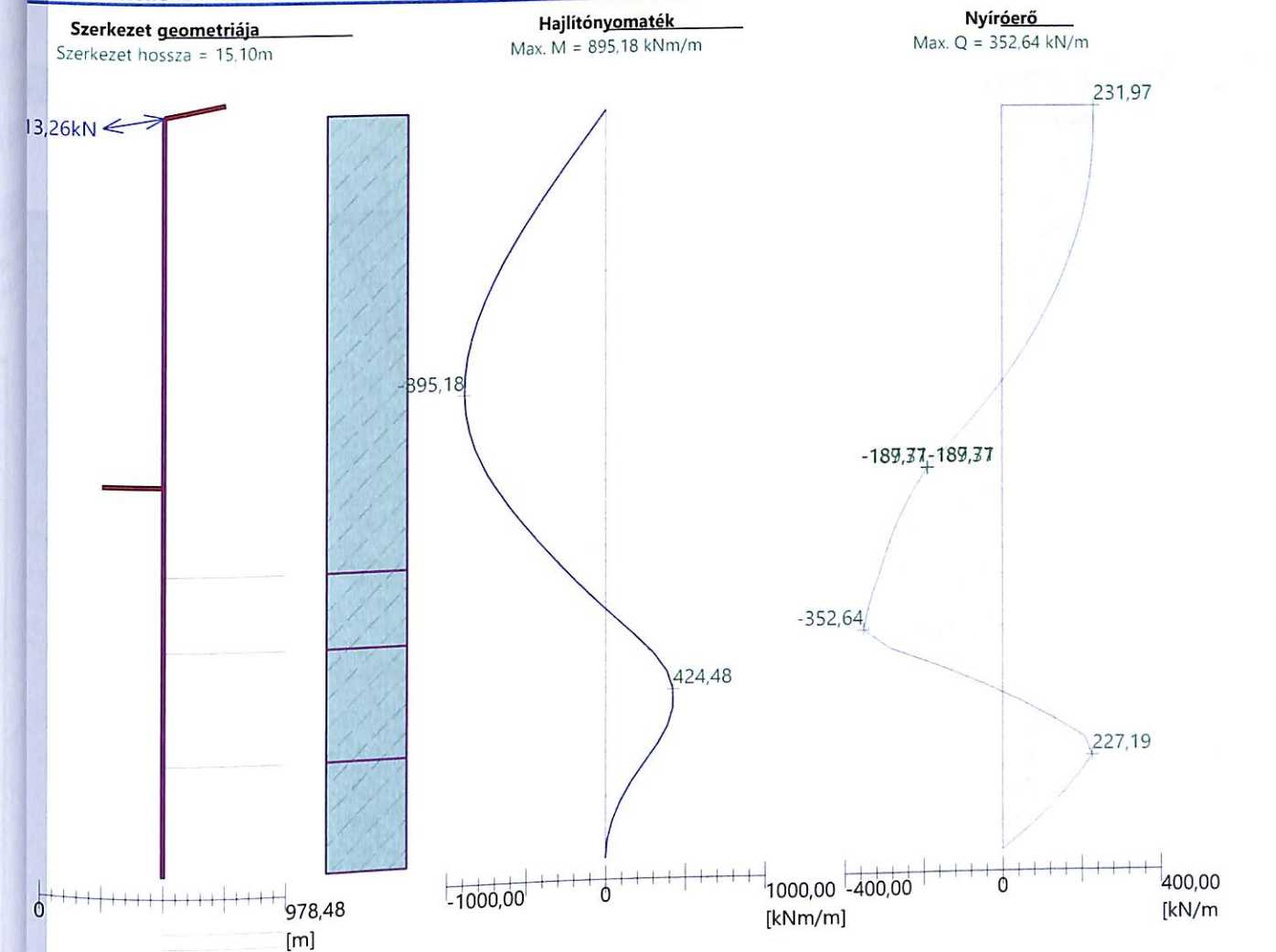
C1 típusú cölöp $M_{ED}=350 \text{ kN/m}$



7. ábra: C1 cölöp igénybevétele (cég által szolgáltatott adatok, GE5 programból)

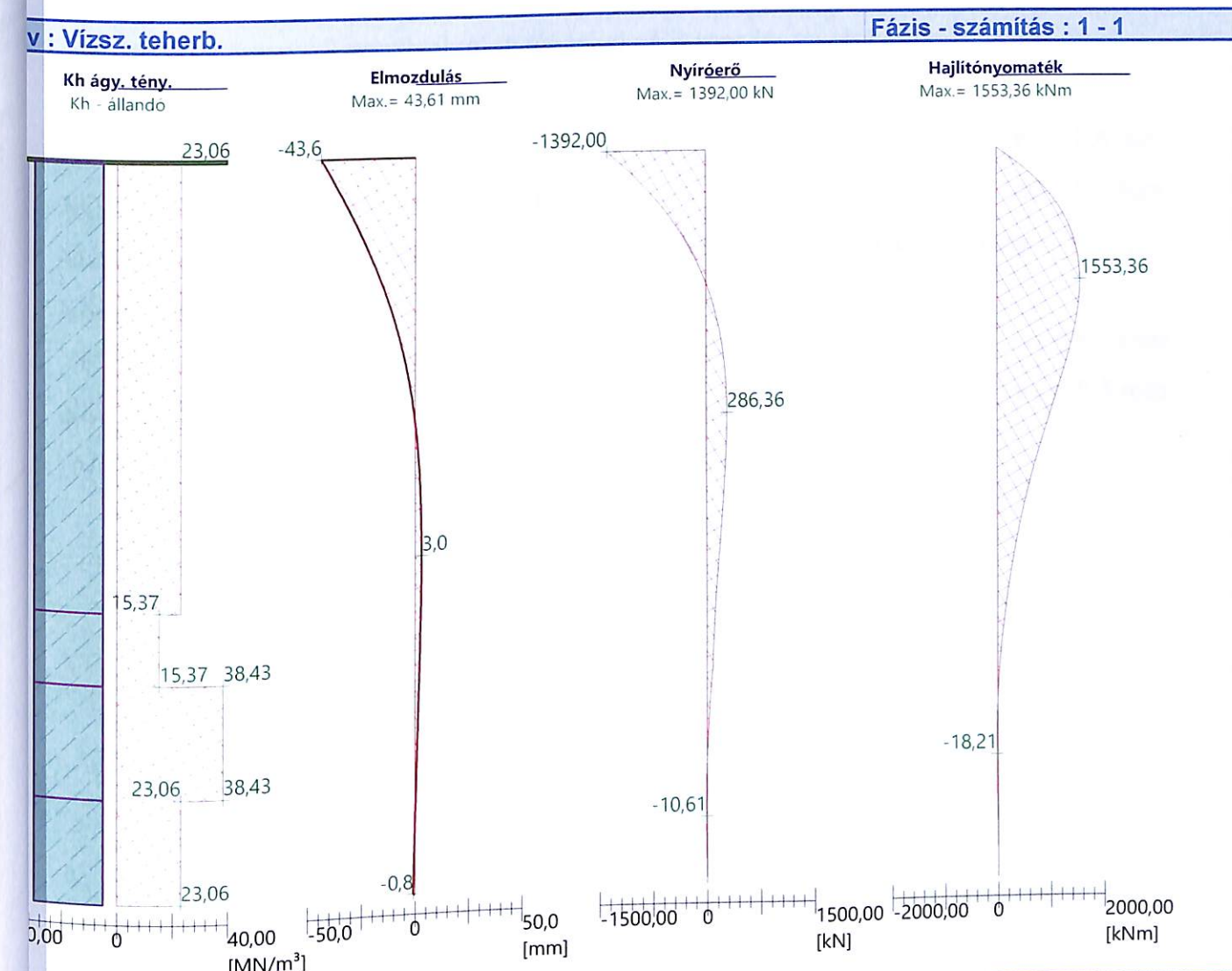
C2. Típusú cölöp $M_{ED}=900 \text{ kN/m}$

Számítás



8. ábra: C3 cölöp igénybevétele (cég által szolgáltatott adatok, GE5 programból)

C3. Típusú cölöp $M_{ED}=1555 \text{ kN/m}$



9. ábra: C3 cölöp igénybevétele (cég által szolgáltatott adatok, GE5 programból)

5.3. Határértékek meghatározása:

Maximális repedés nagysága az MSZ EN 1992-1:2010 szabvány szerint:
(EN 206-1) Környezeti osztályoktól függő maximális repedés távolságok.

Vizuális hatásnál követelmények korlátozásnál

X0	nagyon száraz (max RH 35%)	$w_k \leq 0,4 \text{ mm}$
----	----------------------------	---------------------------

XC1	száraz (csekély rel. páratartalomnál)	$w_k \leq 0,4 \text{ mm}$
-----	---------------------------------------	---------------------------

Maximálisan $w_k \leq 0,4 \text{ mm}$ tágasság vakolt (elburkolt) szerkezetnél engedhető meg

Környezeti osztálytól függőkorlátozások:

XC2, XC3, XC4	váltakozó nedves, ill. száraz környezet	$w_k \leq 0,3 \text{ mm}$
---------------	---	---------------------------

XD1, XD2, XD3	klórvegyületek hatásánál	$w_k \leq 0,3 \text{ mm}$
---------------	--------------------------	---------------------------

[6]

„3.2. fejezet, Monolit vasbetonvázás épület alapozása cölöpalappal

9. Cölöpök tervezése használhatósági határállapotban

A cölöpök vasalását, keresztmetszetét tengelyre merőleges irányú igénybevételek esetén ellenőrizni kell a repedéstágasságra. Gerendaként lehetséges az ellenőrzés.

A terhelések kvázi állandó teherkombinációból állítják elő, mint a cölöp fejtőmb esetén és a repedéstágasság határértéke is megegyezik

$W_{max} = 0,3 \text{ mm}$

A nyomott cölöpök esetén repedéstágasság viszont nem mértékadó, így annak ellenőrzéstől eltekintünk. ". [8]

6. Repedéstágasságok meghatározása:

6.1. Repedés tágasság meghatározása táblázatos módszerrel:

Az EC2 (MSZ EN 1992-1:2010) módszerei [7][8][9]

7.2. N táblázat: Legnagyobb Φ_s acélbetét-átmérők a repedéstágasság korlátozásához

A repedéstágasságok korlátozása részletes számítás nélkül, ha ezen táblázatnak megfelelnek:

[4] [5]

Acélfeszültség σ_s (N/mm ²)	Legnagyobb acélbetét-átmérő [mm]		
	$w_k=0,4\text{mm}$	$w_k=0,3\text{mm}$	$w_k=0,2\text{mm}$
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

7.2. N táblázat

Megjegyzés:

- 1. A táblázatban szereplő értékek a következő feltételezéseken alapulnak: $c=25$;
 $f_{ct,eff} = 2,9\text{MPa}$;
- 2. A vonatkozó hatáskombináció alapján

- Közbenső értékeknél megengedett a lineáris interpoláció. (A táblázatban a pontosabb interpoláció kedvéért egész vasátmérők vannak meghatározva)
- Az Eurocode-ban nem függ a vashányadtól a repedéstágasság meghatározása

A repedéstágasságok korlátozása részletes számítás nélkül, ha ezen értékeknek megfelelő vastávolság korlátozás táblázatnak[4] [5]

Acélfeszültség σ_s (N/mm ²)	Legnagyobb acélbetét-átmérő [mm]		
	$w_k=0,4\text{mm}$	$w_k=0,3\text{mm}$	$w_k=0,2\text{mm}$
160	30	30	20
200	30	25	15
240	25	20	10
280	20	15	5
320	15	10	-
360	10	5	-

7.3. N táblázat

Megjegyzés: a 7.2. N táblázat szerintiek”

A vashányad alapján a repedéstágasságok [4] [5]

Acélfeszültség σ_s (N/mm ²)	Az acélbetét maximális átmérője $\Phi_{\max}$ (mm) a vashányad és az acélfeszültségek függvényében a $w_k \leq w_{k,eng}$ repedéskorlátozási feltétel teljesítéséhez																	
	$w_k=0,4\text{mm}$						$w_k=0,3\text{mm}$						$w_k=0,2\text{mm}$					
	Vashányad ($\rho=As/bd, \%$)						Vashányad ($\rho=As/bd, \%$)						Vashányad ($\rho=As/bd, \%$)					
	0,15	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	0,15	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	0,15	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0
160	15	19	40	40	40	40	10	14	31	40	40	40	6	8	19	25	30	35
200	11	15	32	40	40	40	8	10	23	30	37	40	-	6	13	16	19	22
240	9	12	24	33	40	40	6	8	16	22	27	32	-	4	7	9	11	12
280	7	10	18	26	33	39	-	7	11	16	20	24	-	-	4	4	5	5
320	6	8	14	20	26	31	-	5	8	11	14	17	-	-	-	-	-	-
360	-	7	11	16	20	25	-	-	5	7	9	11	-	-	-	-	-	-

7.3. N táblázat

6.2. Repedéstágasság meghatározása számítással Eurocode-ban:

$$s_r, w_k = \max. \begin{cases} s_{r, \max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \\ 0,6 s_{r, \max} \sigma_s / E_s \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{az } s_{r, \max} \text{ mindkét számításnál megjelenik a} \\ \text{repedéstágasság maximális érték} \\ \text{meghatározása} \end{array}$$

Ahol:

$s_{r, \max} = 3,4c + 0,425 k_1 k_2 \Phi A_{c, \text{eff}} / A_s$, a repedések maximális távolsága (ennél nagy távolság esetén az acélbetétekről tapadás révén átadódó húzóerő hatására repedés alakul ki)

c = betonfedés a húzott fővasbetéteken,

$k_1 = 0,8$ bordás betéteknél, $1,0$ központos húzásnál

$k_2 = 0,5$ hajlításnál, $1,0$ központos húzásnál

Φ = a húzás acélbetét átmérője (különböző átmérők esetén Φ_{eq} a 7.2.2. pont képlete szerint)

$A_{c, \text{eff}}$ = központos húzás esetén a betonkeresztmetszet, hajlítás esetén az alábbi ábra szerinti keresztmetszetrész területe

A_s = az alkalmazott / tervezett húzott acélkeresztmetszet területe ($A_s = A_{\text{prov}}$)

Ha a húzott acélbetétek közötti távolság nagyobb, mint $5(c + \Phi/2)$, akkor a repedések maximális távolsága $s_{r, \max} = 1,3(h - x)$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0,4 \sigma_{fctm} A_{c, \text{eff}} / A_s}{E_s}$$

a húzott acélbetét átlagos nyúlása a repedések között, a húzott betonöv együttműködésének figyelembevételével ahol

σ_s = az acélfeszültség a repedés keresztmetszetében a vizsgált használati tehernél (általában p_{qp}), közelítően a 7.2.2. pontban megadott képlet szerint becsülhető.

$\varepsilon_{cm} = 0,4 f_{ctm} / E_{cm}$ a húzott beton átlagos nyúlása a repedés között

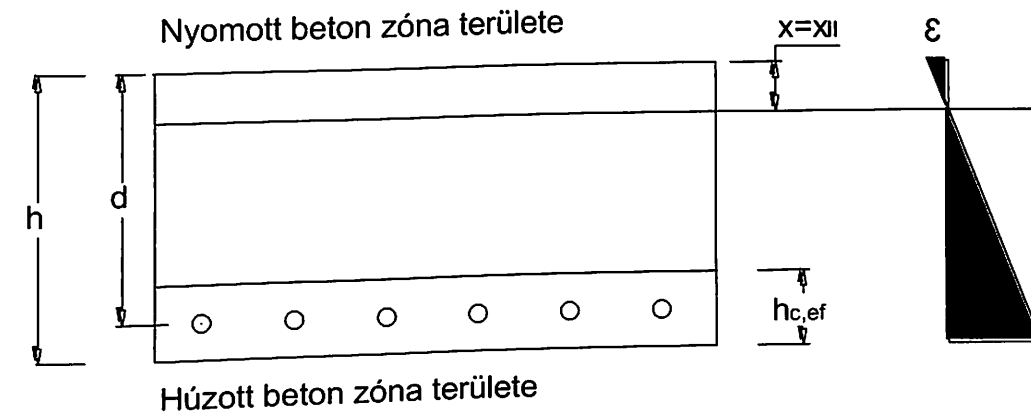
f_{ctm} = a beton átlagos húzószilárdsága

E_{cm} = a betonrugalmassági modulusa az 1. fejezet szerint

Az $A_{c, \text{eff}}$ hatékony húzott betonkeresztmetszet értelmezése gerenda és lemez esetében az alábbi

9.ábrákon látható

Lemezeknél:



10. ábra zónák felosztása

Ahol:

$A_{c,eff}$ = a hatékony húzott terület

$$X = X_{II}, \text{ a nyomott \u0151v magass\u00e1ga II fesz\u00falts\u00e9g \u00e1llapot szerint sz\u00e1m\u00edtv\u00e1}$$

Ez cölöpre nincs megfelelően kidolgozva $A_{c,eff}$ = hatékony húzott körkeresztmetszet területre

egy folyton változó nagysággal és ennek pontos *határértékeivel*.

Határértéke= ez alatt azt értem, mikor lesz a nyomott és húzott acélok közötti váltás egy

körszimmetrikus vasalásnál illetve a zónák is összerosódnak, a nyomott öv és húzott öv.

A számításhoz még szükség van az x_{II} a nyomott öv magassága II feszültség állapot szerint számítva. [9] [10] [11]

Nyomott zóna meghatározása:

II feszültségi állapotban:

II feszültségi állapotban:

II feszültségi állapot=Amikor a beton és az acél is rugalmasan viselkedik, a beton bereked és húzófeszültséget nem vesz fel, a szerkezetet erre az állapotra méretezzük.[5]

Az a feltételezés, hogy alakváltozások után a keresztmetszetek, merőlegesek a rúdtengelyre és síkjuk nem változik. Súlypontja a keresztmetszetnek egybe esik az elfordulási tengellyel és

$$CII = XII.$$

Az x_{11} meghatározás vetületi egyenletből származtatható:

$$N_c + N_{s2} - N_{s1} = 0$$

N_c = a beton feszültségének eredője

N_{s2} = nyomott acélokban keletkező erő

N_{s1} = húzott acélokban keletkező erő

Négyszög keresztmetszetnél:

$$\frac{1}{2}x_{II}^2 + b(x_{II} - d_2)A_{s2} + \alpha_e(x_{II} - d_1)A_{s1} = 0$$

Ahol:

x_{II} = a II. feszültségi állapotban az elfordulási tengely távolsága a nyomott szélső száltól

b = a gerenda szélessége

d_2 = a nyomott acélok súlyponti tengelyétől mért távolsága a szélső szálig

A_{s2} = a nyomott betonacél keresztmetszeti területe

α_e = az acél és beton rugalmassági modulusainak hányadosa

d_1 = a húzott acél súlyponti tengelyétől mért távolság a szélső szálig

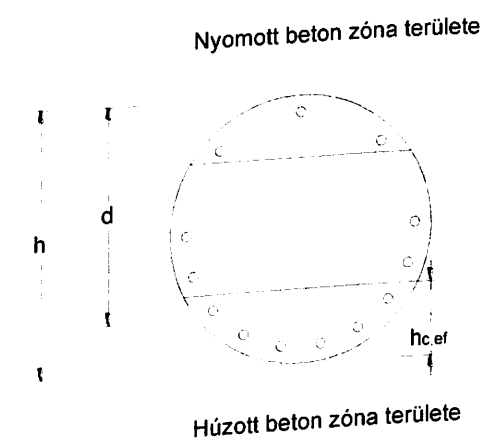
A keresztmetszet másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_{II} = \frac{bc_{II}^3}{3} + \alpha_e A_{s1}(d_1 - c_{II})^2 + \alpha_e A_{s2}(d_2 - c_{II})^2$$

Ahol:

I_{II} = másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre [8] [9]

A kör keresztmetszetnél az eddig használt számítás gerendára egyáltalán nem alkalmazható. Ha változó keresztmetszetek jelennek meg, így csak akkor lehetséges a megoldása, ha az egészet függvényekként írjuk le és ezeket integráljuk a húzott és nyomott övek területének meghatározásához. A számítások erre történtek. [9] [10] [11][12]



11. ábra a zónák meghatározása

6.3. Acélfeszültség meghatározása berepedt keresztmetszetben

Cölöp átmérő, sugár: $d_c := 600\text{mm}$

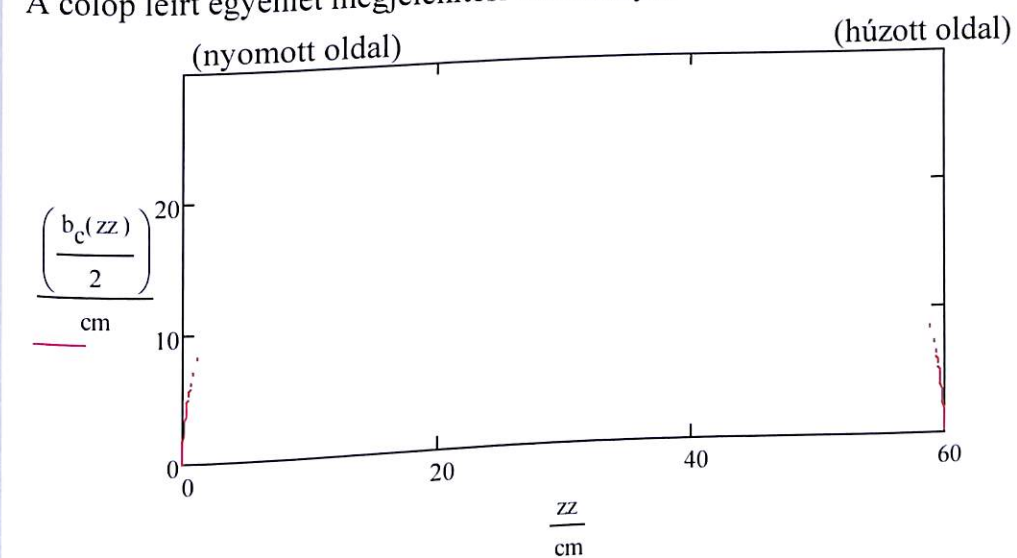
Cölöp átmérő nagysága: $r_c := \frac{d_c}{2}$

A cölöp leírt egyenlete:

$$b_c(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(\frac{d_c}{2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } 0 < z < d_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

A cölöp leírt egyenlet megjelenítési tartománya:

$zz := 0, 0.5\text{mm}, 800\text{mm}$



12.ábra

cölöp leírt egyenlet grafikus megjelenítése

Nyomott vasalás:

Átmérők
 $\phi_{y1} := 20\text{mm}$

Acélok db száma:

$n_{y1} := 4$

Húzott vasalás:

$\phi_{y2} := 20\text{mm}$

$n_{y2} := 4$

Kengyel átmérő:

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

Betonfedés:

$c := 60\text{mm}$

Acélok kiosztási sugara (súlypontban):

-Nyomott acélok:

$$r_{y1} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y1}}{2} = 220 \cdot \text{mm}$$

- Húzott acélok:

$$r_{y2} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y2}}{2} = 220 \cdot \text{mm}$$

Acélok szétkenése homogén gyűrűvé:

-Nyomott homogén gyűrű vastagsága:

- Húzott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y1} := \frac{n_{y1} \cdot \frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y1} \cdot \pi} = 1.818 \cdot \text{mm}$$

$$t_{y2} := \frac{n_{y2} \cdot \frac{\phi_{y2}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y2} \cdot \pi} = 1.818 \cdot \text{mm}$$

Acél felületének meghatározása:

$$\frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}$$

Nyomott acélok szétkent, gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out1} := r_{y1} + \frac{t_{y1}}{2} \quad r_{y.in1} := r_{y1} - \frac{t_{y1}}{2}$$

Húzott acélok szétkent, gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out2} := r_{y2} + \frac{t_{y2}}{2} \quad r_{y.in2} := r_{y2} - \frac{t_{y2}}{2}$$

Acélok homogén, gyűrűk megjelenítése:

$$b_{y.out}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{(r_{y.out1})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.out1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{(r_{y.out2})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.out2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

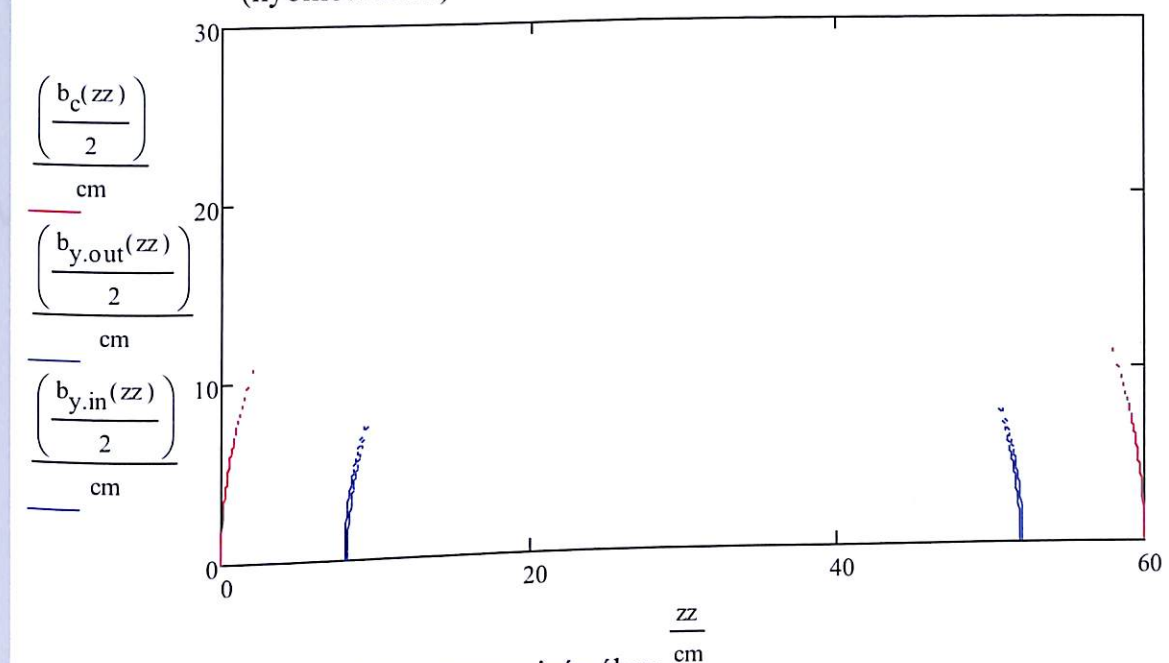
Nyomott acélok szétkent, külső és belső éle:

$$b_{y.in}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{(r_{y.in1})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.in1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{(r_{y.in2})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.in2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Az 13. ábra $b_{y.in}(z)$ és $b_{y.out}(z)$ ezek függvényeket írja le

(nyomott oldal)

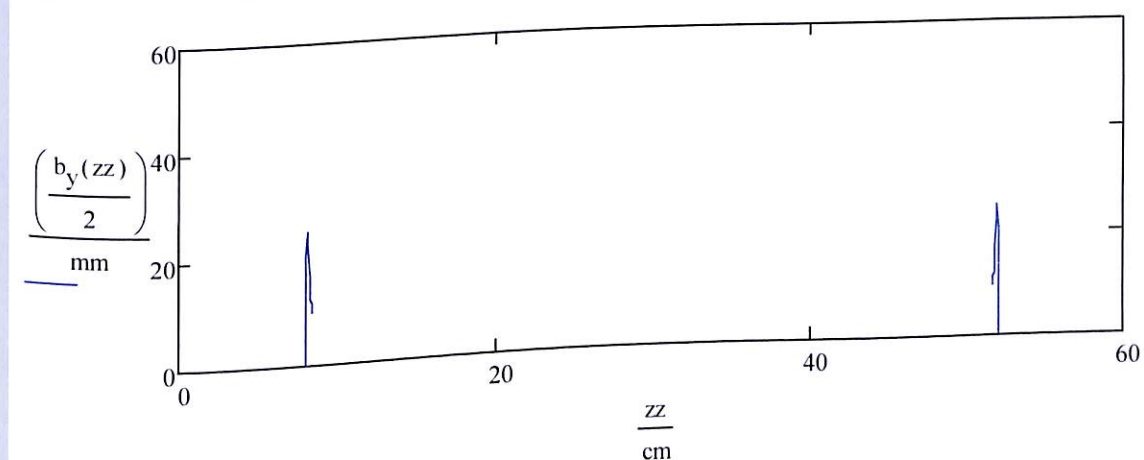
(húzott oldal)



A homogén szétkent, gyűrű vasmennyiség ábra:

$$b_y(z) := b_{y.out}(z) - b_{y.in}(z)$$

Az 14. ábrán látható a széleinél megnő a vasak hányada:



Igénybevétel repedéstágassághoz:

$$M_{Ed} := 125 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Anyagjellemzők: $f_{yd} := 435 \text{ MPa}$

$$f_{cd} := 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

$$E_s := 210 \text{ GPa}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

A betoncél és beton rugalmassági modulusának a hányada:

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.364$$

Vetületi egyenlet:

$$\int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz = 0$$

x_c a keresett nyomott beton zóna nagysága a szélső száltól számítva:

$$x_c = 135.167 \text{ mm}$$

Elfordulás: másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_i := \int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - x_c)^2 \cdot E_s \, dz$$

A keresztmetszet görbülete:

$$\kappa := \frac{M_{Ed}}{I_i} = 0.003686 \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

Acélban keletkező feszültség:

$$\sigma_s := \kappa \cdot E_s \cdot \left(\frac{d_c}{2} + r_{y2} - x_c \right) = 297.9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonba keletkező feszültség:

$$\sigma_c := \kappa \cdot E_{cm} \cdot (x_c) = 16.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

6.4. Repedéstágasság számítása

Betonacél átlagos nyúlása:

$$\varepsilon_s := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.418 \times 10^{-3}$$

A húzott beton zóna súlypontja:

$$d := \frac{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \cdot (z) dz}{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) dz} = 439.225 \text{ mm}$$

hatékony húzott beton zóna területe meghatározása:

$$\frac{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) \cdot (d_c - z) dz}{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz} = d_c - d = h_{c,ef} := \text{Find}(h_{c,ef}) = 278.123 \text{ mm}$$

Hatékony húzott öv magassága: $h_{c,ef} = 0.278m$

Körszelet területe:

$$A_w := \left(\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz \right) = 0.128m^2$$

A számított repedéstágasság:

Húzott acél keresztmetszet: $A_{s,t} := n_y \cdot \frac{\phi_y^2 \pi}{4}$

Hatékony húzott terület:

$$A_{c,eff} := T$$

Húzott acélok átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}}{E_s}$$

$$\epsilon_{sm} = 0.085\%$$

Húzott beton átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{cm} := 0.4 \cdot \frac{f_{ctm}}{E_{cm}}$$

bordás betéteknél csökkentő tényező

$$k_1 := 0.8$$

hajlításnál csökkentő tényező

$$k_2 := 0.5$$

repedések maximális távolsága:

végleges állapotban a repedéstágasságok karakterisztikus értékkel számolva[11]

$$w_k := \max[0,6 s_{r\max} \cdot \varepsilon_s, s_{r\max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})]$$

Repedéstágasságok meghatározása

$$\overline{w_k} = 0,47 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

Tehát **nem felel meg!**

7.2. N táblázat alapján

Acélokban lévő feszültség

nagysága:

$$\sigma_s = 209,49 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Acélfeszültség σ_s (N/mm ²)	Legnagyobb acélbetét-átmérő [mm]		
	$w_k=0,4\text{mm}$	$w_k=0,3\text{mm}$	w_k
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12

7.3. táblázat

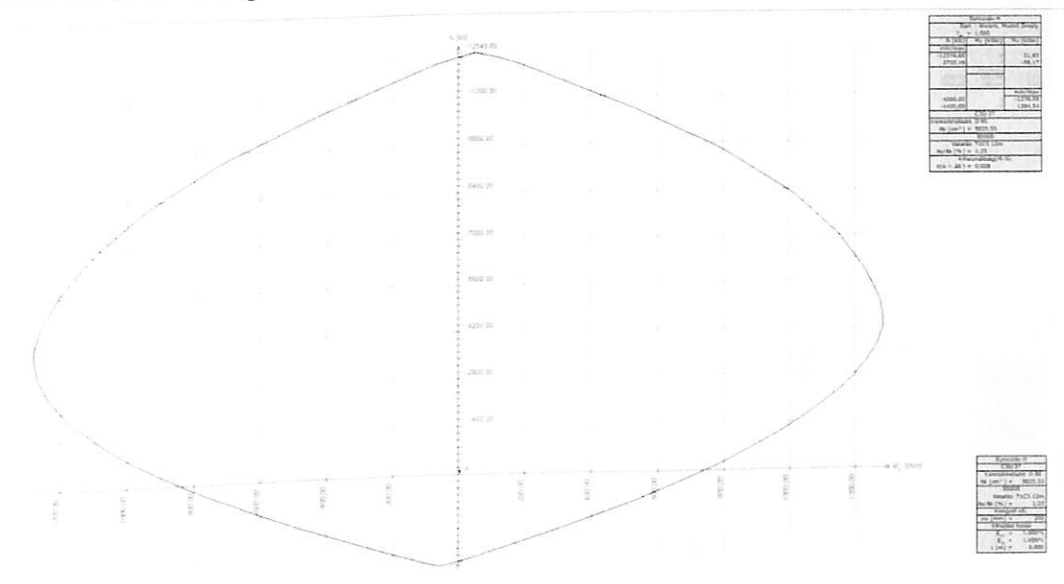
A cölöp megfelelne, repedéstágasságra a táblázat alapján, de a számított érték alapján nem felel meg. Következtetésképp a táblázatos megoldás, nem elég pontos és csak közelítő számításokra lehet használni.

6.5. Axis Teherbírási határvonalak

Axis Program által meghatározott Teherbírási határvonal több cölöp típusra vizsgálva.

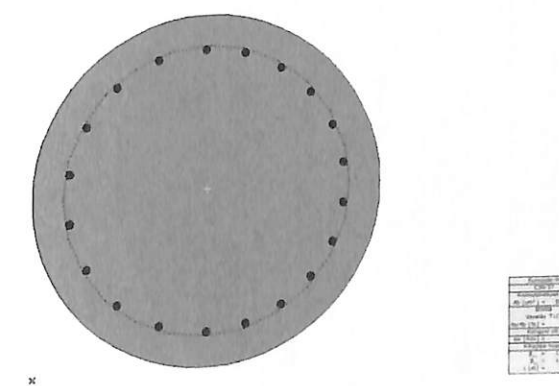
Ezen látszik, hogy hajlításra mennyit tud maga a szerkezet[6] szerint elég erre méretezni. Ha nagy nyomás keletkezik a szerkezetben nem tud megnyílni és repedések sem keletkeznek. A hajlításból származó hatások többszörösét képes felvenni, tönkre menetel nélkül, de repedéstágaságra nem felel meg.

Teherbírási határvonal C1 cölöp 12m



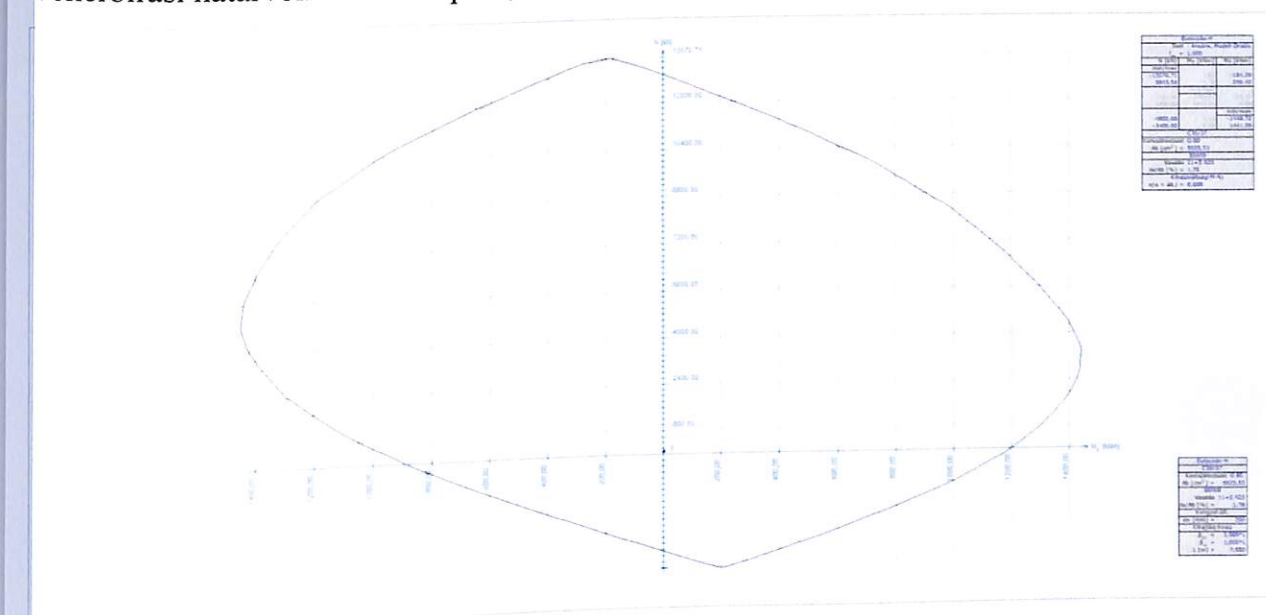
15. ábra Teherbírási határvonal C1 cölöp 12m, Axis programból (saját)

Ahhoz tartozó armatúra:



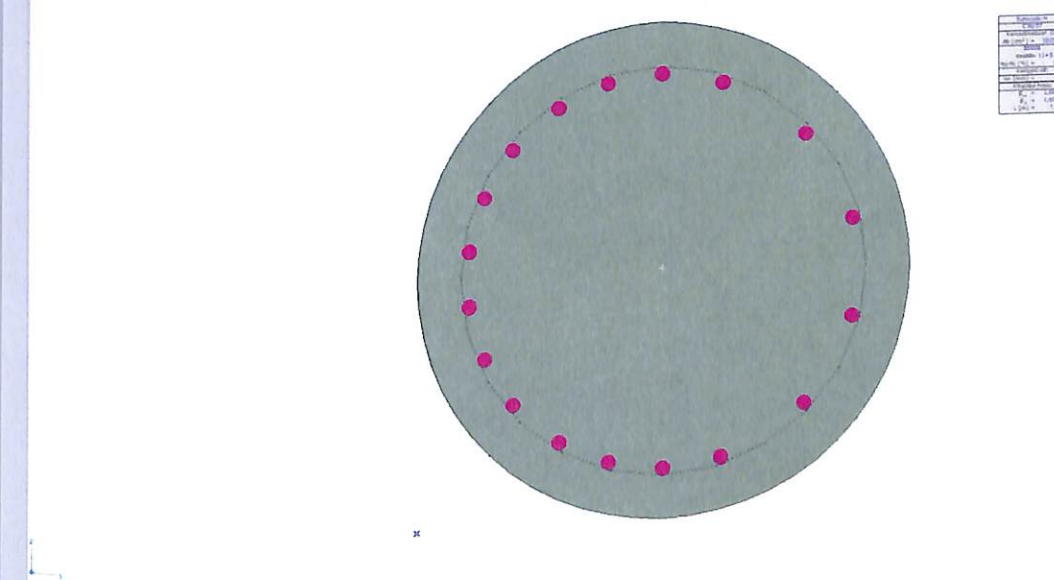
16. ábra C1 cölöp 12m armatúra rajz, Axis programból

Teherbírási határvonal C2 cölöp 15,1m



17. ábra Teherbírási határvonal C2 cölöp 15,10m, Axis programból

Ahhoz tartozó armatúra:

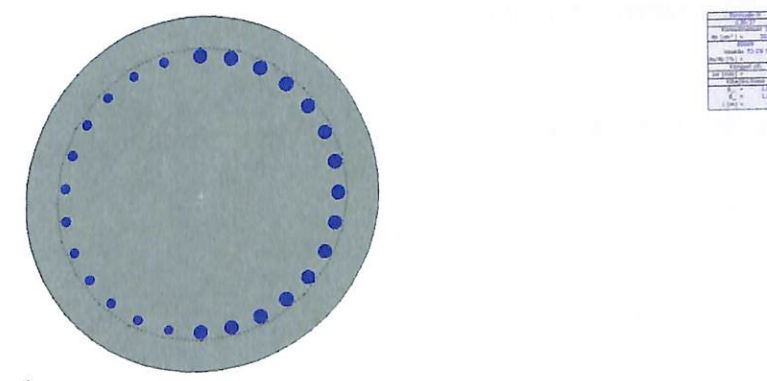


18. ábra C2 cölöp 15,10m armatúra rajz, Axis programból

Teherbírási határvonal C3 cölöp 15m

19. ábra Teherbírási határvonal C3 cölöp 15,0m, Axis programból

Ahhoz tartozó armatúra:



20. ábra C3 cölöp 15,00m armatúra rajz, Axis programból

7. Összefoglalás:

A Mathcad programban írtam egy számítást, ahol az átmérő, acél mennyiségek és teher megadása után automatikusan kiszámolja a repedéstágasságot. Ezeket az értékeket zöld sávval jelöltem, ha átírás megtörténik, újra számolja a program az értéket magától. A számításom során függvényeket kellett felírni. Az eredmények kiértékelése után a számított értékek és a táblázatban meghatározott értékek nincsenek mindig teljes összhangban, ezt gyakorlatba lehetne tesztelni. Maguk a cölöpök több erőt is képesek hajlítás hatásra felvenni anélkül, hogy elérjék a határállapotukat. Nagyobb normál erő esetén nem kell a repedéstágasságot vizsgálni. Több példa számítása során, amit a programmal végeztem és össze tudtam hasonlítani, számítási mellékletben láthatóak. A repedéstágasság nagyban függ, a betonfedés nagyságától, ami az $s_{r,max}$ számításnál megjelenik $s_{r,max} = 3,4c + 0,425 k_1 k_2 \Phi A_{c,eff}/A_s$. A betonfedés c amit megszorozunk 3,4-el és ezért nem segít annyira az átmérő növelés, mint a betonfedés csökkentése. A húzott öv nagyságát és acélok távolságát is befolyásolja a fedés nagysága. (Ezeket a távolságokat, kartávolságnak is nevezhetjük).

A mélyépítésnél 7cm betonfedés az elfogadott, ami nem kedvez a repedések csökkentésének és több acélt igényel. Bár itt az is igaz, hogy az armatúra bizonytalan elhelyezés miatt szükséges ekkora betonfedés.

Szeretnék pár cölöpöt megfelelően terhelni, igazolni a képleteket és a saját számításaimat. [9] [10] [11]

8. Hivatkozások:

- [1] A Unique-plan Kft. adat szolgáltatásai
- [2]http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFKHT6504SI/sco_11_07.htm 2018.10.08
- [3] Dr. Bartos Sándor, Králik Béla-Mélyépítés II. fölművek-Nemzeti tankönyvkiadó 2012
- [4] 2006 MSZ 4798-1 Beton Szabvány Alkalmazási Segédlet, Magyar Betonszövetség, 2004
- [5] Eurocode 0 (MSZ EN 1990:2011)
- [6] Dr. Sipos András Árpád- Beton szerkezetek tartóssága és élettartama
http://www.szt.bme.hu/phocadownload/szakmernoki/2_felev_anyaga/Feszített_es_eloregyarto_tt_vasbetonszerkezetek_Meretezes_tartossagra/4_tartossag_1.pdf 2018.11.13.
- [7] Eurocode 7 (MSZ EN 1997 1:2006)
- [8] Bak Edina, Balogh Béla, Bartók Miklósné, Dezső Zsigmond, Domonkos Gergely, Durucz László, Gergye Zoltán, Gonda Ferenc, Honti Imre, Horváth Csaba, Manninger Marcell, Meszlényi Zsolt, Mihályi Balázs, Miklán Pál, Dr. Móczár Balázs, Papp Tibor, Pintér Sándor, Prajczér Antal, Sapkás Ákos, Sterner Pál, Szakács Miklós, Dr. Szalatkay István, Takács Attila, Wolf Ákos, Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint Mérnöki Kamara Nonprofit Kft. 2012 Kiadás.
- [9] Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1:2010)
- [10] Dr. Visnovitz György
http://www.szt.bme.hu/phocadownload/szakmernoki/1_felev_anyaga/Vasbetonszerkezetek_Vasbetonszerkezetek_megerosítése/HASZN_LL_rekonstr_0524vgleges.pdf 2018.11.13.
- [11] Deák György, Draskózy András, Dulácska Endre, Kollár László, Visnovitz György, Vasbeton szerkezetek- Tervezés az Eurcode alapján- 3. Változatlan kiadás a Budapesti Műszaki és Gazdasági Egyetem Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszékén - kiadja Az Artifex kiadó. 2014.

[12]

[ftp://witch.pmmf.hu:2001/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Karpati_Kinga/Vasbetonszerkezetek_\(PMSTNB610\).pdf](ftp://witch.pmmf.hu:2001/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Karpati_Kinga/Vasbetonszerkezetek_(PMSTNB610).pdf)¹

képforrások

6.kép

http://www.sze.hu/~koche/se005_3_nappali/el%C5%91ad%C3%A1sok%20KE/befogott%20szerkezetek.pdf 2018_10_08

7.kép

http://www.sze.hu/~koche/se005_3_nappali/el%C5%91ad%C3%A1sok%20KE/befogott%20szerkezetek.pdf 2018_10_08

8.kép

https://www.google.com/search?q=M7+c%C3%B6l%C3%B6p&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiWhPqf3azfAhWBESwKHYYeBzsQ_AUIDigB&biw=669&bih=651#imgre=Q5O8zrXkuI_zNM:2018_10_08

9.kép:

http://www.sze.hu/~koche/se005_3_nappali/el%C5%91ad%C3%A1sok%20KE/befogott%20szerkezetek.pdf 2018_10_08

12.kép

https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFKHT6504SI/sco_09_02.htm 2018_10_08

Számítási melléklet

Meglévőterep Rézsűállékonyság számítás

Átvev.

Kft

Átvev. : I. rézsű
Átvev. :
Átvev. : kísérlet
Átvev. : nincs
Átvev. : Imre István
Átvev. : 2018. 03. 20.
Átvev. ID :
Átvev. szám : I

Átvev.

Átvev. - EN 1997

Átvev. vizsgálat

Átvev. számítás : Szabványos

Átvev. módszer : EN 1997 szerint

Átvev. módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői					
Tartós tervezési állapot					
STR állapot			GEO állapot		
Kedvezőtlen			Kedvező		
Adódó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Leges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Öl adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői		
Tartós tervezési állapot		
Ö surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]
Kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]
Reztlen nyírósilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]

Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
	x	z	x	z	x	z
	-50,00	0,00	10,00	0,00	25,10	10,73
	36,80	13,73	70,00	22,00		

paraméterek - hatékony feszültségállapot				
Név	Mintázat	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
1. Homok		30,00	0,00	19,00

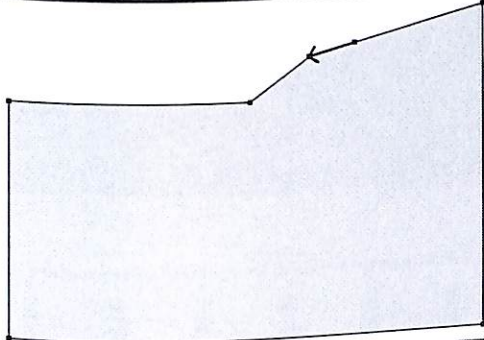
paraméterek - felhajtóerő

Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1.Homok		20,00		

paraméterek

gátsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 álltség állapot : hatékony
 súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 kohézió : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 tt térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

árendelések és felületek

Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
	x	z	x	z	
	36,80	13,73	25,10	10,73	1.Homok 
	10,00	0,00	-50,00	0,00	
	-50,00	-60,00	70,00	-60,00	
	70,00	22,00			

pusa : Nincs víz

zíni repedés

zíni repedés nincs megadva.

rengés

engést nem tartalmazza

elezési fázis beállításai

ezési állapot : állandó

lmények (Kivitelezési fázis 1)

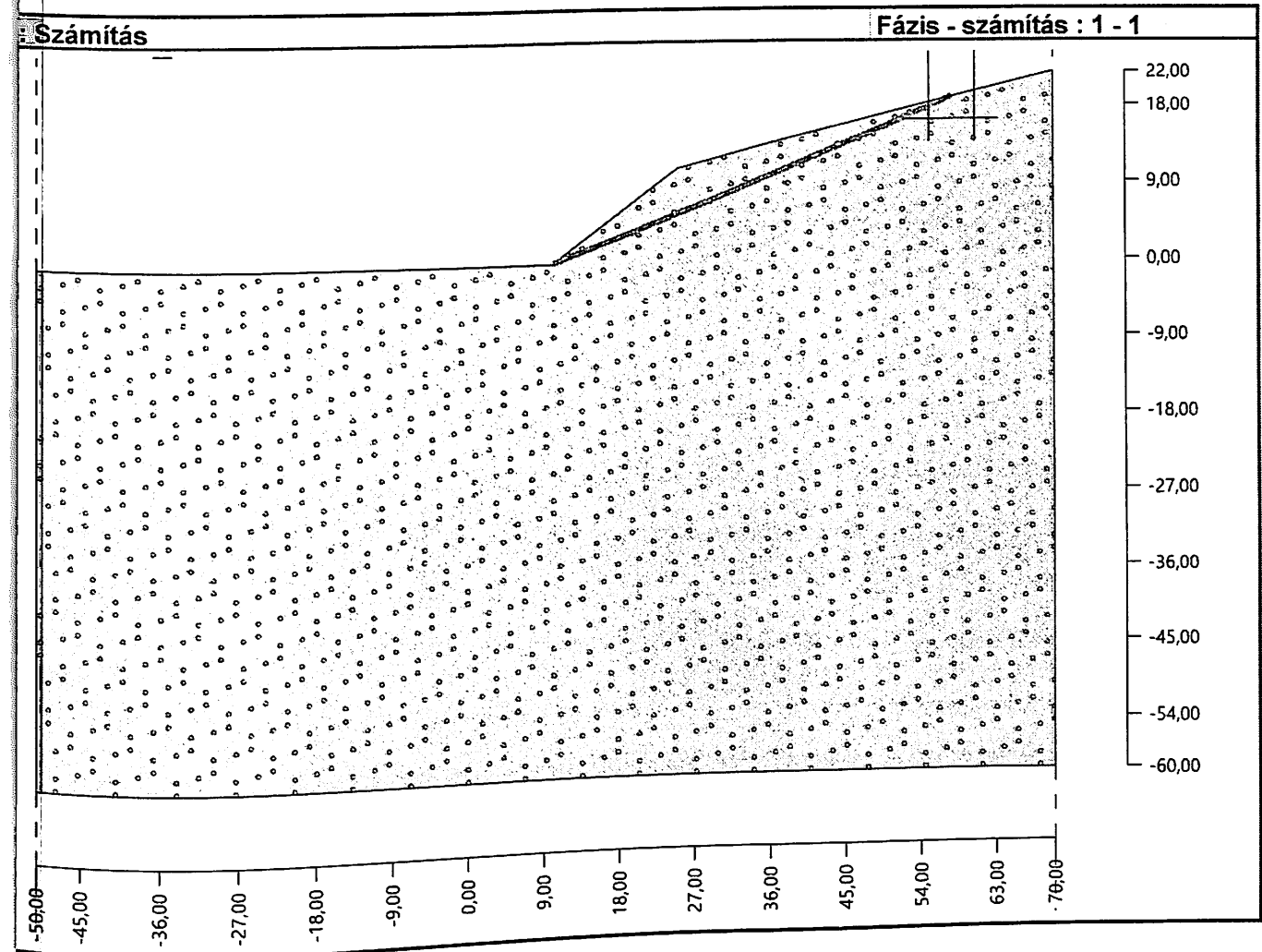
ritás 1 (fázis 1)

res csúszólap

Csúszólap paraméterei			
Éppont :	x = -175,76 [m]	Szögek :	$\alpha_1 = 19,00 [^\circ]$
	z = 539,78 [m]		$\alpha_2 = 24,16 [^\circ]$
	R = 570,81 [m]		
ár :	Csúszólap számítása optimalizáció nélkül.		

űállékonyság ellenőrzés (összes módszer)

op : Kihasznátság = 91,1 % MEGFELELŐ
 nius / Petterson : Kihasznátság = 91,2 % MEGFELELŐ
 cer : Kihasznátság = 91,1 % MEGFELELŐ
 u : Kihasznátság = 91,1 % MEGFELELŐ
 enstern-Price : Kihasznátság = 91,1 % MEGFELELŐ



ervezetterep Rézsűállékonyság számítás

tbev.

kt

m : 2018. 03. 25.

ítások

arország - EN 1997

lítás vizsgálat

engés számítás : Szabványos

örzési módszer : EN 1997 szerint

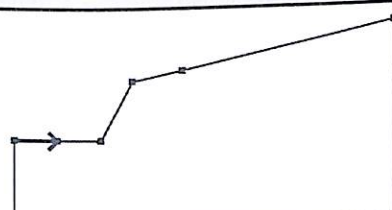
zési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői				
Tartós tervezési állapot				
		STR állapot		GEO állapot
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen
				Kedvező
adó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
leges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]
ól adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]
Talajparaméterek (M) parciális tényezői				
Tartós tervezési állapot				
			$\gamma_\phi =$	1,35 [-]

ő surlódás parciális tényezője :

3

Talajparaméterek (M) parciális tényezői		
Tartós tervezési állapot		
hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]
vezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]

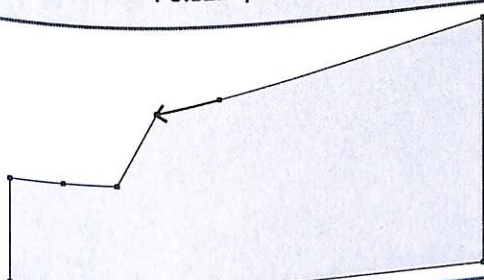
Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
	x	z	x	z	x	z
	-10,00	-12,70	0,00	-12,70	10,00	-12,70
	17,30	1,00	29,00	3,45	80,00	14,13

Talajparaméterek - hatékony feszültségállapot				
Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
Homok		30,00	0,00	1,80

Talajparaméterek - felhajtóerő				
Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m³]	γ_s [kN/m³]	n [-]
Homok		2,10		

Talajparaméterek

Homok
 Súlysűrűség : $\gamma = 1,80 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Sűrítési szög : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Kohézió : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Teljes térfogsűrűség : $\gamma_{sat} = 2,10 \text{ kN/m}^3$

Hozzárendelt talaj		Felszín pontjainak koordinátái [m]			
		x	z	x	z
	Homok	29,00	3,45	17,30	1,00
		10,00	-12,70	0,00	-12,70
		-10,00	-12,70	-10,00	-32,70
		80,00	-32,70	80,00	14,13

Alapvíz típusa : Nincs víz

Felületi repedés

Felületi repedés nincs megadva.

Felületi rengés

Felületi rengést nem tartalmazza

elezési fázis beállításai

zési állapot : állandó

lmények (Kivitelezési fázis 1)

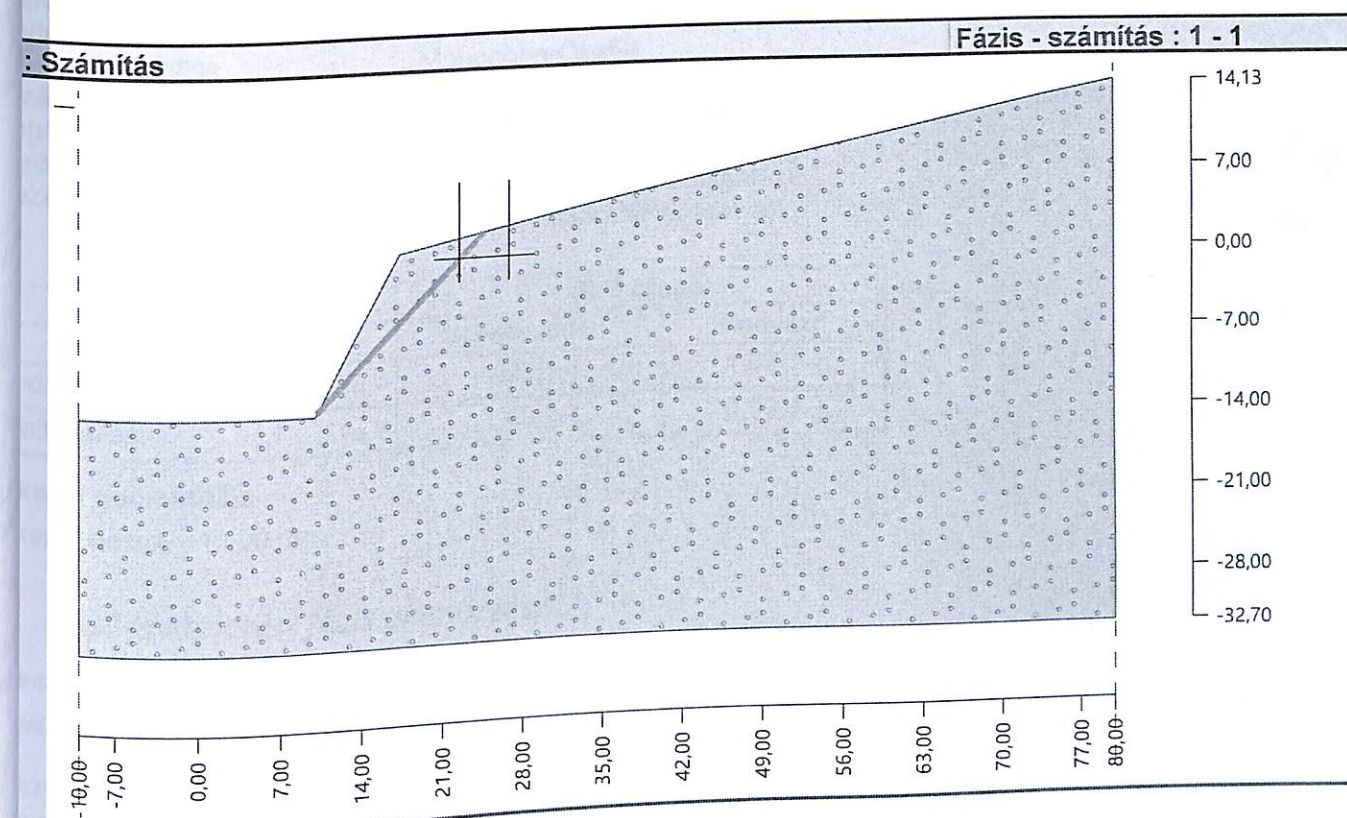
ítás 1

es csúszólap

Csúszólap paraméterei					
p pont :	x =	-543,21 [m]	Szögek :	$\alpha_1 =$	45,02 [°]
	z =	540,52 [m]		$\alpha_2 =$	46,55 [°]
	R =	782,27 [m]			
Csúszólap számítása optimalizáció nélkül.					

állékonyság ellenőrzés (összes módszer)

p : Kihasznátság = 240,2 % NEM MEGFELELŐ
nius / Petterson : Kihasznátság = 240,3 % NEM MEGFELELŐ
cer : Kihasznátság = 240,3 % NEM MEGFELELŐ
J : Kihasznátság = 240,2 % NEM MEGFELELŐ
enstern-Price : Kihasznátság = 240,2 % NEM MEGFELELŐ



záfal szerkezet ellenőrzés (H=5,40m)

Adatbev.

ekt

ka

: 76 sz. főút négy nyomúsítása a 48+750 – 50+200 km sz. közötti szakaszon – Kiviteli
tervdokumentáció
: T3_támfal 5,40m mért.

geotechnikai adatszolgáltatás talajfizikai jellemzők T3P2 és T3P3 fúrás
Pannonway Építő Kft.

2018. 10. 17.

átadások

Magyarország - EN 1997

szabványok

Szerkezetek :

EN 1992-1-1 szerinti tényezők :

Szerkezetek :

Szerkezetek teherbírásának parciális tényezője :

Szerkezetek :

Állapotának parciális tényezője :

Időtartam és páratartalom hatását figyelembe vevő módosító tényező :

Állapotára figyelembe vett hasznos szélesség tényezője :

EN 1992-1-1 (EC2)

szabványos

EN 1993-1-1 (EC3)

$\gamma_{Mo} = 1,00$

EN 1995-1-1 (EC5)

$\gamma_M = 1,30$

$k_{mod} = 0,50$

$k_{cr} = 0,67$

Állapot számítás

Földnyomás számítás :

Coulomb

Ív földnyomás számítás :

Caquot-Kerisel

Állítási módszer :

nyomások kölcsönhatása

Állítás számítás :

Mononobe-Okabe

Állítási tényező :

szabványos

Állítási tényező csökkentését merevített támfalhoz

Állítás : parabolikus módszer

Állítási módszer : 2 - hatások és talajparaméterek csökkentése

(használhatósági határállapotba vizsgálva)

		SLS állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állító hatások:	$\gamma_E =$	1,00 [-]	1,00 [-]
Állítás:	$\gamma_R =$	1,40 [-]	0,00 [-]

Állítás geometriája

Állítás hossz = 12,00 m

Első kivitelezési fázis ellenőrzése

Állítás geometriája

Állítás hossz = 12,00 m

Állítmetszet neve : Cölöpfal $d = 0,80$ m; $a = 1,50$ m

Állító anyaga : beton

Állító alatti nyomás számolt csökkentő tényezője = 1,00

Állítmetszet területe

$A = 3,35E-01$ m²/m

Állító

$I = 1,34E-02$ m⁴/m

Állító modulus

$E = 33000,00$ MPa

Állító modulus

$G = 13750,00$ MPa

Állító anyaga

Állító szerkezet számítása az alábbi szabványnak megfelelően történt EN 1992-1-1 (EC2) .

Állító : C 30/37

Állító probatest nyomószilárdsága

$f_{ck} = 30,00$ MPa

Állító szilárdság

$f_{ctm} = 2,90$ MPa

Állító tömegsúly modulus

$E_{cm} = 33000,00$ MPa

Állító modulus

$G = 13750,00$ MPa

Állító szilárdság : B500

ékeny határ $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$
aszt vas: B500
ékeny határ $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

kcíó modulusa
azási tényező a Schmitt módszer alapján számítva.

o talaj paraméterek

z.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]	γ_{su} [kN/m³]	δ [°]
1	Merev agyag		18,00	30,00	19,50	10,00	18,00
2	Kavicsos homok		34,00	0,00	19,50	10,00	34,00
3	Finomhomok		28,00	0,00	19,50	10,00	28,00
4	Iszapos homok		24,00	15,00	19,50	10,00	24,00

galmi földnyomás számítás talajparaméterei

z.	Név	Mintázat	Típus számítás	φ_{ef} [°]	v [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Merev agyag		kohéziós	-	0,24	-	-
2	Kavicsos homok		kohéziómentes	34,00	-	-	-
3	Finomhomok		kohéziómentes	28,00	-	-	-
4	Iszapos homok		kohéziós	-	0,24	-	-

azási tényező számításához szükséges talajparaméterek (Schmitt)

z.	Név	Mintázat	v [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Merev agyag		0,24	10,00	-
2	Kavicsos homok		0,24	25,00	-
3	Finomhomok		0,30	16,00	-
4	Iszapos homok		0,24	15,00	-

ajparaméterek

rev agyag $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
fogatsúly :
zúltság állapot :
ső súrlódási szög :
aj kohézió :
rk -talaj súrlódási szög :
aj :
sson tényező :
zenyomódási modulus :
 $\delta = 18,00^\circ$
 $c_{ef} = 30,00 \text{ kPa}$
 $\delta = 18,00^\circ$
 $\delta = 0,24$
 $v = 10,00 \text{ MPa}$
 $E_{oed} = 10,00 \text{ MPa}$

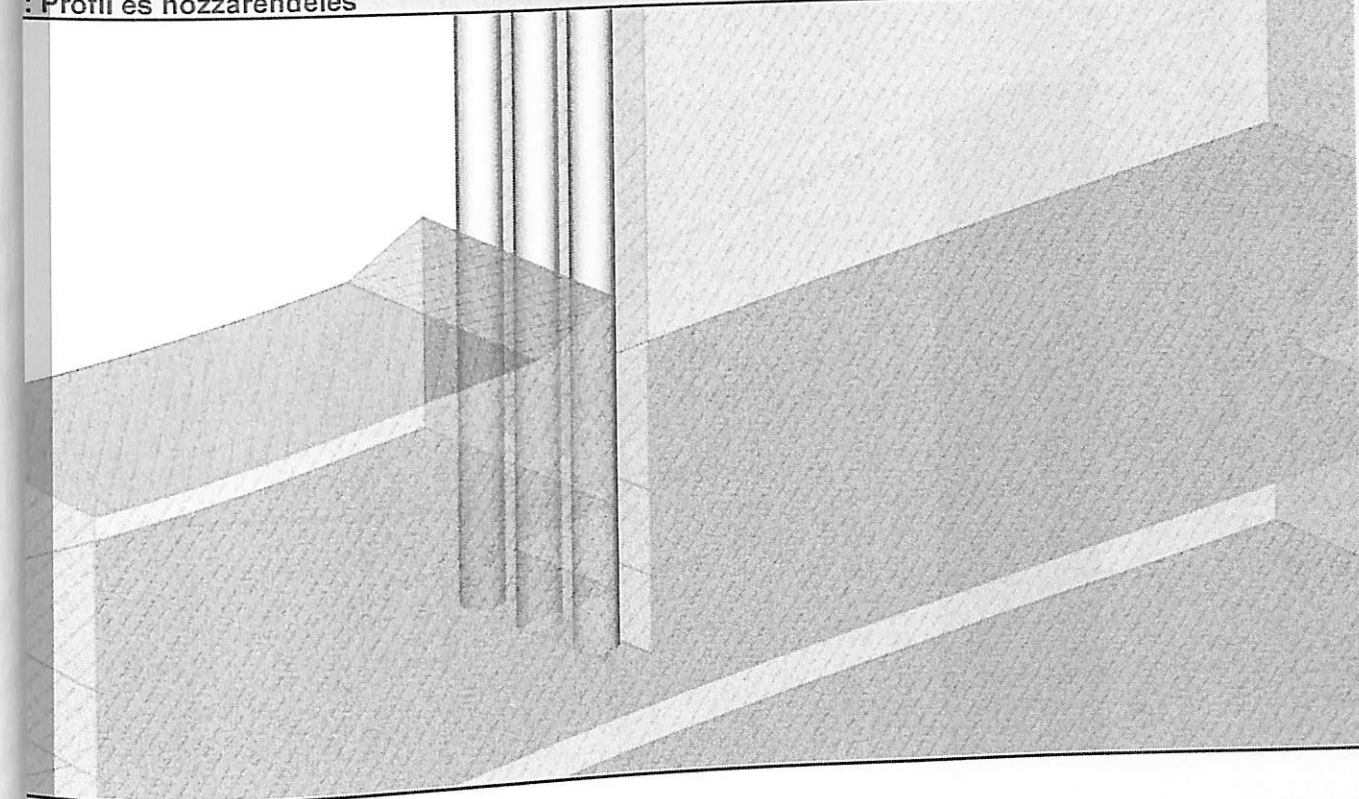
ft térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 szos homok
 gatsúly : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
 ltség állapot : hatékony
 súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$
 kohézió : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 c-talaj súrlódási szög : $\delta = 34,00^\circ$
 : kohéziómentes
 nyomódási modulus : $E_{oed} = 25,00 \text{ MPa}$
 ft térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

nhomok
 gatsúly : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
 ltség állapot : hatékony
 súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 28,00^\circ$
 kohézió : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 c-talaj súrlódási szög : $\delta = 28,00^\circ$
 : kohéziómentes
 nyomódási modulus : $E_{oed} = 16,00 \text{ MPa}$
 ft térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

os homok
 gatsúly : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
 ltség állapot : hatékony
 súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 24,00^\circ$
 kohézió : $c_{ef} = 15,00 \text{ kPa}$
 c-talaj súrlódási szög : $\delta = 24,00^\circ$
 : kohéziós
 on tényező : $v = 0,24$
 nyomódási modulus : $E_{oed} = 15,00 \text{ MPa}$
 ft térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

ógiai profil és hozzárendelt talajok

Thickness of layer t [m]	Mélység z [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
9,10	0,00 .. 9,10	Iszapos homok	
1,50	9,10 .. 10,60	Merev agyag	
2,30	10,60 .. 12,90	Kavicsos homok	
3,30	12,90 .. 16,20	Iszapos homok	
0,30	16,20 .. 16,50	Kavicsos homok	
1,60	16,50 .. 18,10	Merev agyag	
1,80	18,10 .. 19,90	Iszapos homok	
-	19,90 .. ∞	Iszapos homok	



kiem.

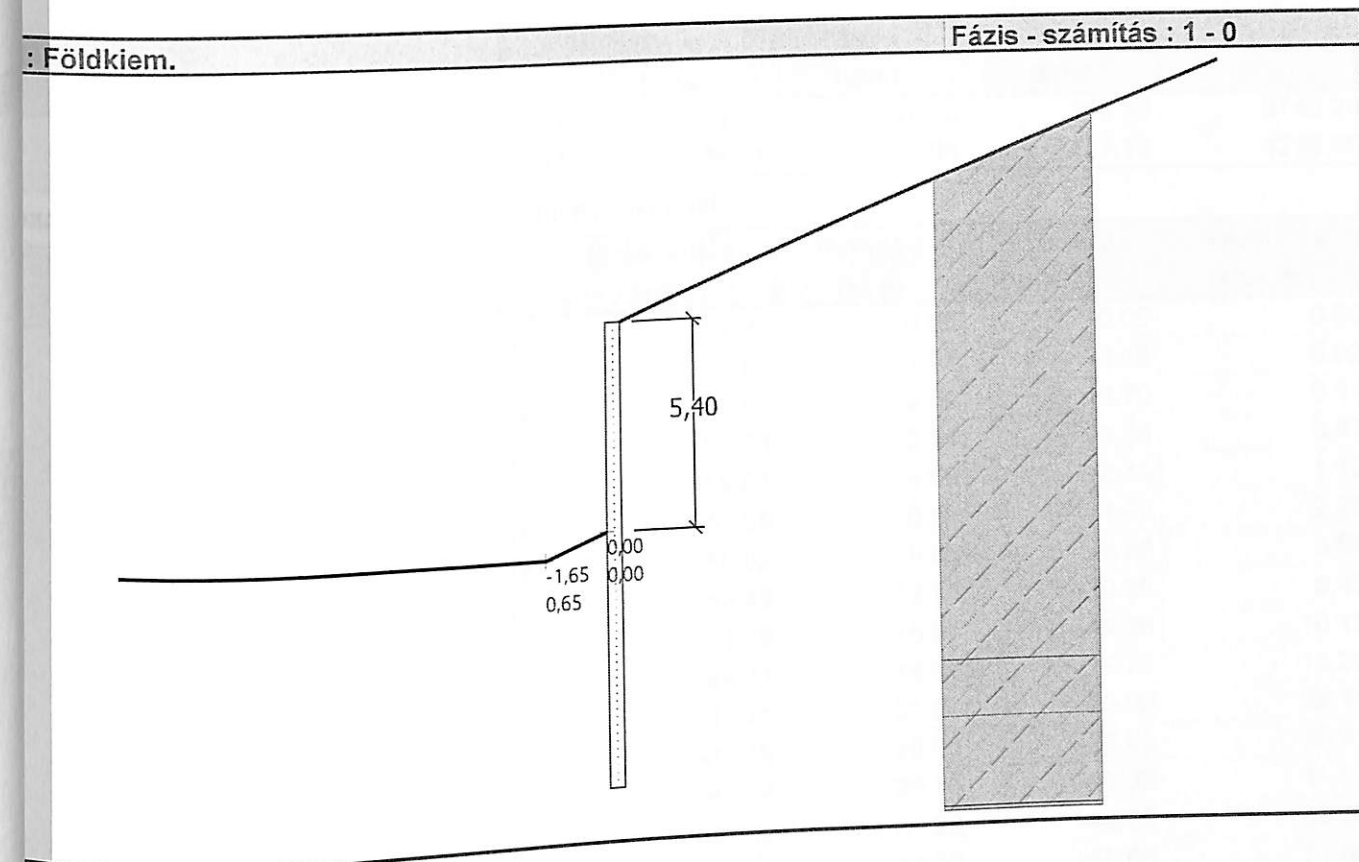
előtti talaj kiemelve 5,40 m mélységig.

aljának formája

Koordináta	Mélység
x [m]	z [m]
0,00	0,00
-1,65	0,65
-2,65	0,65

rigó [0,0] az árok alján van.

pozitív koordinátája lefelé mutat.



p profil

Szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,50 (lejtő szöge 21,80 °).

Állapota

Vízszint a szerkezet alatt található.

Alapbeállítások

γ szüka a fal számításához = 40

csönös nyomások számítása : ne csökkentse

mális méretezési nyomás van figyelembe véve $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

Kivitelezési fázis beállításai

Kivitelezési állapot : állandó

Számítás eredménye (Kivitelezési fázis 1)

Szerkezetre ható nyomások eloszlása (a fal előtt és mögött)

Mélység [m]	Ta, p [kPa]	Tk, p [kPa]	Tp, p [kPa]	Ta, z [kPa]	Tk, z [kPa]	Tp, z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.96
0.65	0.00	0.00	0.00	2.54	5.62	151.79
1.39	0.00	0.00	0.00	5.41	12.01	242.40
5.40	0.00	0.00	0.00	46.62	46.71	735.14
5.40	0.00	-0.00	-55.05	46.62	46.72	735.16
5.40	0.00	-12.02	-195.28	74.13	74.17	1025.88
7.77	0.00	-18.78	-274.22	89.62	89.62	1189.55
9.10	-6.77	-18.78	-245.16	157.14	157.14	642.86
9.10	0.00	-19.11	-247.79	158.28	158.28	646.01
9.15	0.00	-24.60	-292.16	177.55	177.55	699.02
10.05	0.00	-27.62	-316.51	188.13	188.13	728.11
10.53	-4.12	-28.02	-319.77	189.54	189.54	731.99
10.60	-4.68					

Mélység [m]	Ta, p [kPa]	Tk, p [kPa]	Tp, p [kPa]	Ta, z [kPa]	Tk, z [kPa]	Tp, z [kPa]
10.60	-19.01	-39.11	-694.67	62.76	112.29	3745.28
12.00	-24.86	-51.14	-908.41	71.05	127.13	4239.95

az ási tényező eloszlása és a szerkezet igénybevételei

Mélység [m]	kh, p [MN/m ³]	kh, z [MN/m ³]	Elmozdulás [mm]	Nyomás [kPa]	Nyíróerő [kN/m]	Nyomaték [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-67.96	0.00	0.00	0.00
0.30	0.00	0.00	-65.88	1.17	-0.18	0.02
0.60	0.00	0.00	-63.81	2.34	-0.70	0.14
0.90	0.00	0.00	-61.74	3.51	-1.58	0.47
1.20	0.00	0.00	-59.67	4.68	-2.81	1.12
1.50	0.00	0.00	-57.59	6.56	-4.49	2.20
1.80	0.00	0.00	-55.52	9.65	-6.93	3.89
2.10	0.00	0.00	-53.45	12.73	-10.28	6.45
2.40	0.00	0.00	-51.38	15.81	-14.56	10.16
2.70	0.00	0.00	-49.31	18.89	-19.77	15.28
3.00	0.00	0.00	-47.25	21.97	-25.90	22.11
3.30	0.00	0.00	-45.19	25.05	-32.95	30.91
3.60	0.00	0.00	-43.14	28.13	-40.93	41.97
3.90	0.00	0.00	-41.09	31.22	-49.83	55.56
4.20	0.00	0.00	-39.06	34.30	-59.66	71.96
4.50	0.00	0.00	-37.04	37.38	-70.41	91.45
4.80	0.00	0.00	-35.04	40.46	-82.09	114.30
5.10	0.00	0.00	-33.06	43.54	-94.69	140.80
5.39	0.00	0.00	-31.16	46.54	-107.84	170.34
5.41	0.00	0.00	-31.06	-8.80	-108.36	172.07
5.70	0.00	0.00	-29.20	-22.70	-103.76	203.14
6.00	0.00	0.00	-27.33	-36.99	-94.81	233.04
6.30	0.00	0.00	-25.50	-51.27	-81.57	259.60
6.60	0.00	0.00	-23.73	-65.56	-64.05	281.55
6.90	0.00	0.00	-22.02	-79.84	-42.24	297.60
7.20	0.00	0.00	-20.36	-94.13	-16.14	306.46
7.50	0.00	0.00	-18.77	-108.42	14.24	306.86
7.80	10.20	0.00	-17.24	-113.43	48.68	295.44
8.10	10.20	0.00	-15.77	-96.48	80.15	275.98
8.40	10.20	0.00	-14.35	-80.10	106.62	247.83
8.70	10.20	0.00	-12.99	-64.24	128.26	212.47
9.00	10.20	0.00	-11.67	-48.81	145.21	171.33
9.30	5.94	0.00	-10.39	79.77	140.15	127.65
9.60	5.94	0.00	-9.13	91.88	114.40	89.36
9.90	5.94	0.00	-7.89	103.88	85.03	59.33
10.20	5.94	0.00	-6.66	115.81	52.08	38.66
10.50	5.94	0.00	-5.44	127.68	15.55	28.41
10.80	20.15	0.00	-4.22	-62.01	6.99	26.45
11.10	20.15	0.00	-3.02	-38.47	22.06	21.92
11.40	20.15	0.00	-1.81	-15.02	30.08	13.93
11.70	20.15	20.15	-0.61	50.72	26.54	4.55
12.00	0.00	20.15	0.59	114.10	0.00	-0.00

átlagos nyíróerő = 145,21 kN/m

11

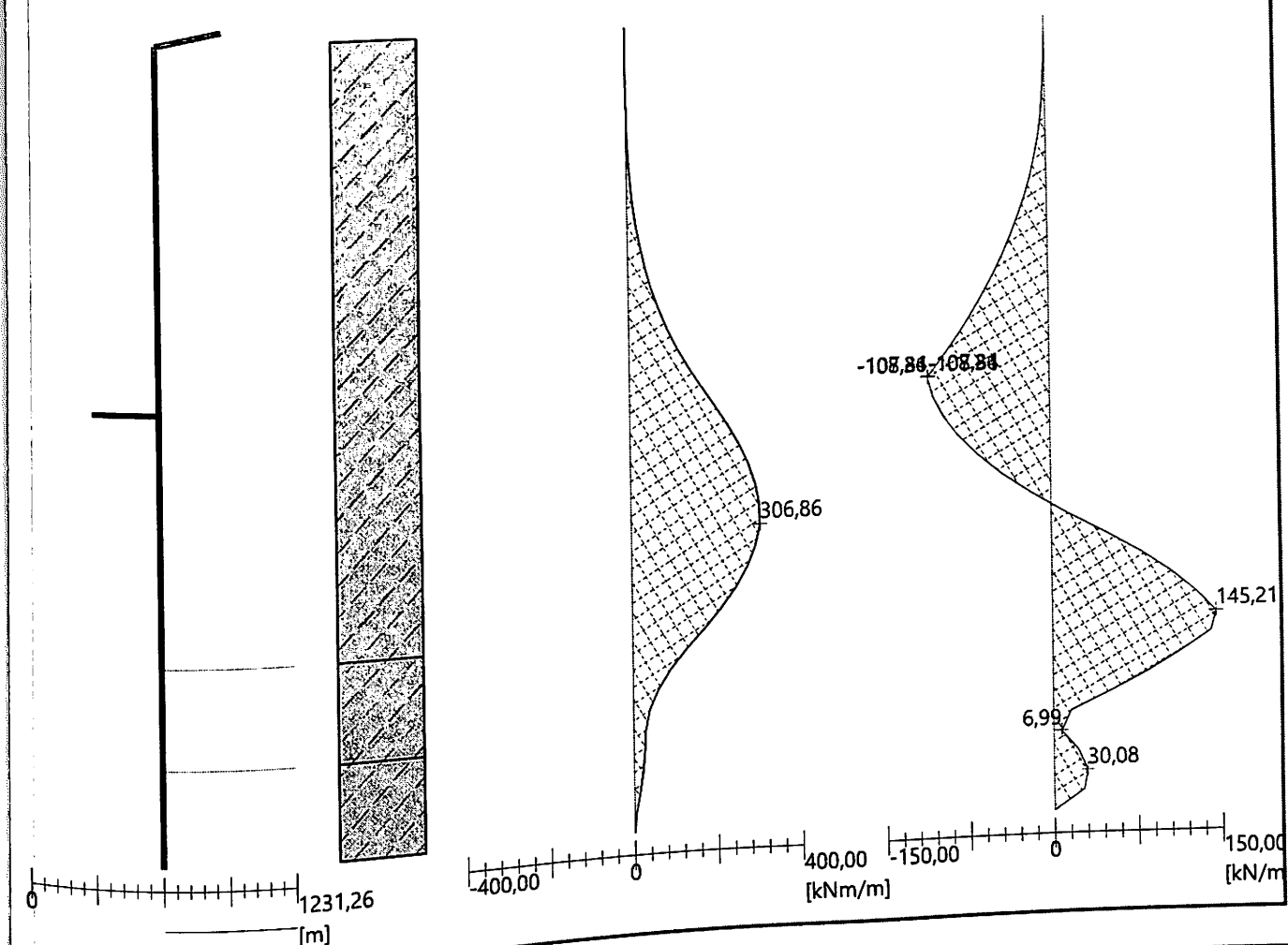
mális nyomaték = 306,86 kNm/m
 mális elmozdulás = 68,0 mm

Számítás

Szerkezet geometriája
 Szerkezet hossza = 12,00m

Hajlítónyomaték
 Max. M = 306,86 kNm/m

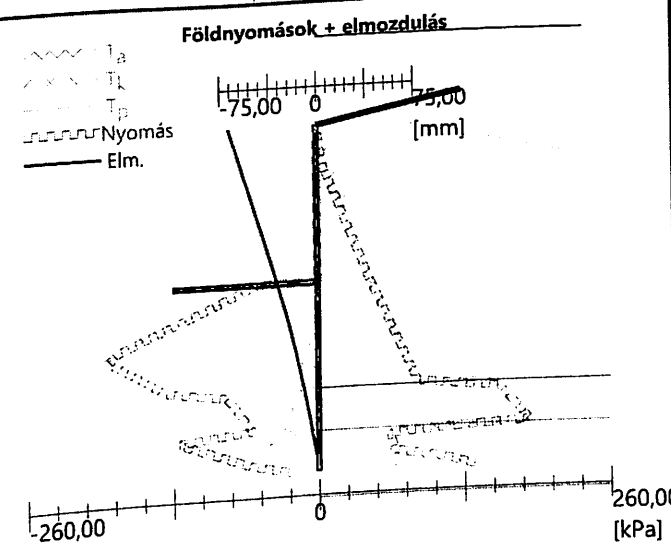
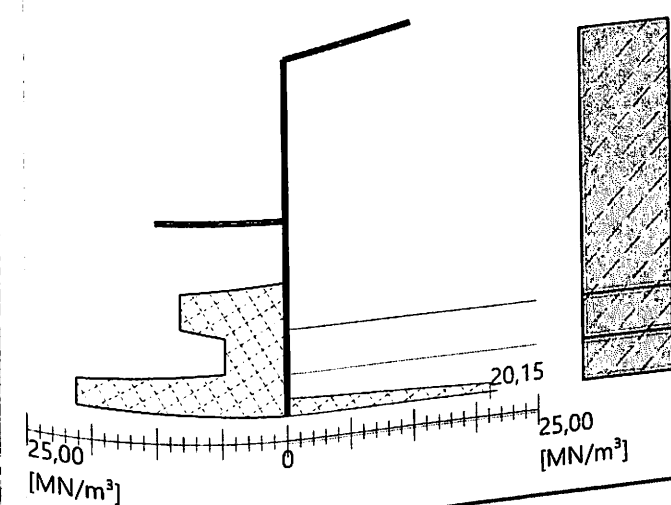
Nyíróerő
 Max. Q = 145,21 kN/m



Fázis - számítás : 1 - -1

Számítás

Ágyazási tényező
 Szerkezet hossza = 12,00m



Elmozdulás

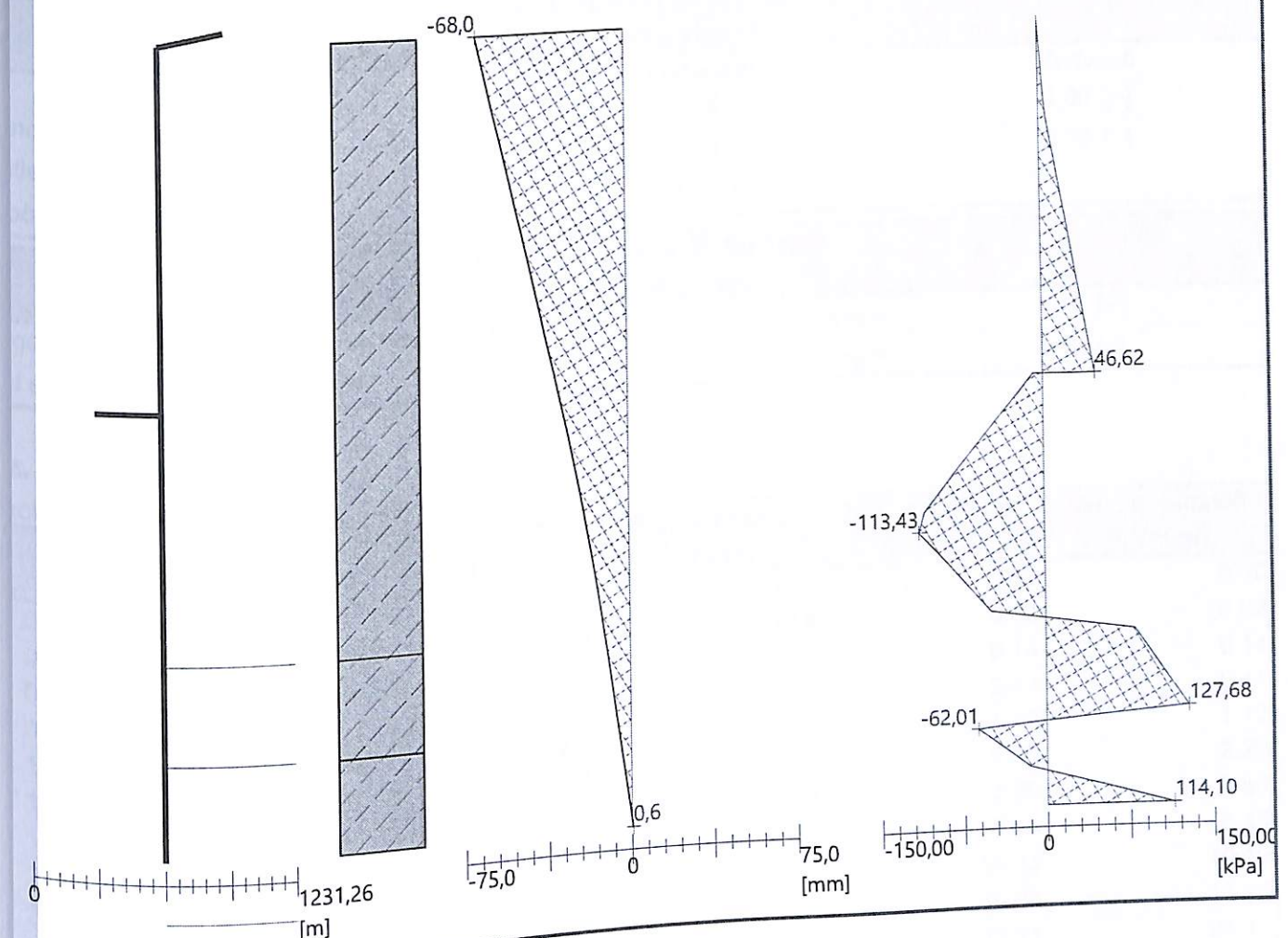
Számítás

Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12,00m

Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 68,0 mm

Fázis - számítás : 1 - -1

Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 127,68 kPa



Méretezés

Ádfal szerkezet ellenőrzés

Ellátások

Magyarország - EN 1997

Normák és szabványok

Árfal szerkezetek :

EN 1992-1-1 szerinti tényezők :

Árfal szerkezetek :

Árfal keresztmetszet teherbírásának parciális tényezője :

Árfal szerkezetek :

Tulajdonságainak parciális tényezője :

Peridőtartam és páratartalom hatását figyelembe vevő módosító tényező :

Röfeszültségre figyelembe vett hasznos szélesség tényezője :

Árfal számítás

Árfal földnyomás számítás :

Árfal szív földnyomás számítás :

Árfal számítási módszer :

Árfal rengés számítás :

Coulomb

Caquot-Kerisel

nyomások kölcsönhatása

Mononobe-Okabe

EN 1992-1-1 (EC2)

szabványos

EN 1993-1-1 (EC3)

$\gamma_{M0} = 1,00$

EN 1995-1-1 (EC5)

$\gamma_M = 1,30$

$k_{mod} = 0,50$

$k_{cr} = 0,67$

szabványos
csökkentését merevített támfalhoz
nincs megadva
EN 1997 szerint
2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
indó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
etleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
ből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	
Ellenállások (R) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
gonyok belső stabilitásának csökk. tényezője :		$\gamma_{Ris} =$	1,10 [-]
d ellenállás parciális tényezője :		$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

z. méretezés

olat létrehozva a kiválasztott fázishoz: 1

	Elm. min [mm]	Elm. max [mm]	Min. nyíróerő [kN/m]	Max. nyíróerő [kN/m]	Min. nyomaték [kNm/m]	Max. nyomaték [kNm/m]
0.00	-67.96	-67.96	0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	-65.88	-65.88	-0.18	-0.18	0.02	0.02
0.60	-63.81	-63.81	-0.70	-0.70	0.14	0.14
0.90	-61.74	-61.74	-1.58	-1.58	0.47	0.47
1.20	-59.67	-59.67	-2.81	-2.81	1.12	1.12
1.50	-57.59	-57.59	-4.49	-4.49	2.20	2.20
1.80	-55.52	-55.52	-6.93	-6.93	3.89	3.89
2.10	-53.45	-53.45	-10.28	-10.28	6.45	6.45
2.40	-51.38	-51.38	-14.56	-14.56	10.16	10.16
2.70	-49.31	-49.31	-19.77	-19.77	15.28	15.28
3.00	-47.25	-47.25	-25.90	-25.90	22.11	22.11
3.30	-45.19	-45.19	-32.95	-32.95	30.91	30.91
3.60	-43.14	-43.14	-40.93	-40.93	41.97	41.97
3.90	-41.09	-41.09	-49.83	-49.83	55.56	55.56
4.20	-39.06	-39.06	-59.66	-59.66	71.96	71.96
4.50	-37.04	-37.04	-70.41	-70.41	91.45	91.45
4.80	-35.04	-35.04	-82.09	-82.09	114.30	114.30
5.10	-33.06	-33.06	-94.69	-94.69	140.80	140.80
5.39	-31.16	-31.16	-107.84	-107.84	170.34	170.34
5.39	-31.16	-31.16	-107.84	-107.84	170.34	170.34
5.40	-31.11	-31.11	-108.21	-108.21	171.21	171.21
5.40	-31.11	-31.11	-108.21	-108.21	171.21	171.21
5.41	-31.06	-31.06	-108.36	-108.36	172.07	172.07
5.41	-31.06	-31.06	-108.36	-108.36	172.07	172.07
5.70	-29.20	-29.20	-103.76	-103.76	203.14	203.14
6.00	-27.33	-27.33	-94.81	-94.81	233.04	233.04
6.30	-25.50	-25.50	-81.57	-81.57	259.60	259.60
6.60	-23.73	-23.73	-64.05	-64.05	281.55	281.55
6.90	-22.02	-22.02	-42.24	-42.24	297.60	297.60
7.20	-20.36	-20.36	-16.14	-16.14	306.46	306.46

	Elm. min [mm]	Elm. max [mm]	Min. nyíróerő [kN/m]	Max. nyíróerő [kN/m]	Min. nyomaték [kNm/m]	Max. nyomaték [kNm/m]
7.50	-18.77	-18.77	14.24	14.24	306.86	306.86
7.80	-17.24	-17.24	48.68	48.68	295.44	295.44
8.10	-15.77	-15.77	80.15	80.15	275.98	275.98
8.40	-14.35	-14.35	106.62	106.62	247.83	247.83
8.70	-12.99	-12.99	128.26	128.26	212.47	212.47
9.00	-11.67	-11.67	145.21	145.21	171.33	171.33
9.30	-10.39	-10.39	140.15	140.15	127.65	127.65
9.60	-9.13	-9.13	114.40	114.40	89.36	89.36
9.90	-7.89	-7.89	85.03	85.03	59.33	59.33
10.20	-6.66	-6.66	52.08	52.08	38.66	38.66
10.50	-5.44	-5.44	15.55	15.55	28.41	28.41
10.80	-4.22	-4.22	6.99	6.99	26.45	26.45
11.10	-3.02	-3.02	22.06	22.06	21.92	21.92
11.40	-1.81	-1.81	30.08	30.08	13.93	13.93
11.70	-0.61	-0.61	26.54	26.54	4.55	4.55
12.00	0.59	0.59	0.00	0.00	-0.00	-0.00

nybevételek maximum értékei

ximális elmozdulás = -68,0 mm
 imális elmozdulás = 0,6 mm
 ximális hajlítónyomaték = 306,86 kNm/m
 imális hajlítónyomaték = 0,00 kNm/m
 ximális nyíróerő = 145,21 kN/m

keresztmetszet ellenőrzése (Cölöpfal d = 0,80 m; a = 1,50 m)

is : 1

erbírási csökk. tényezője = 1,00

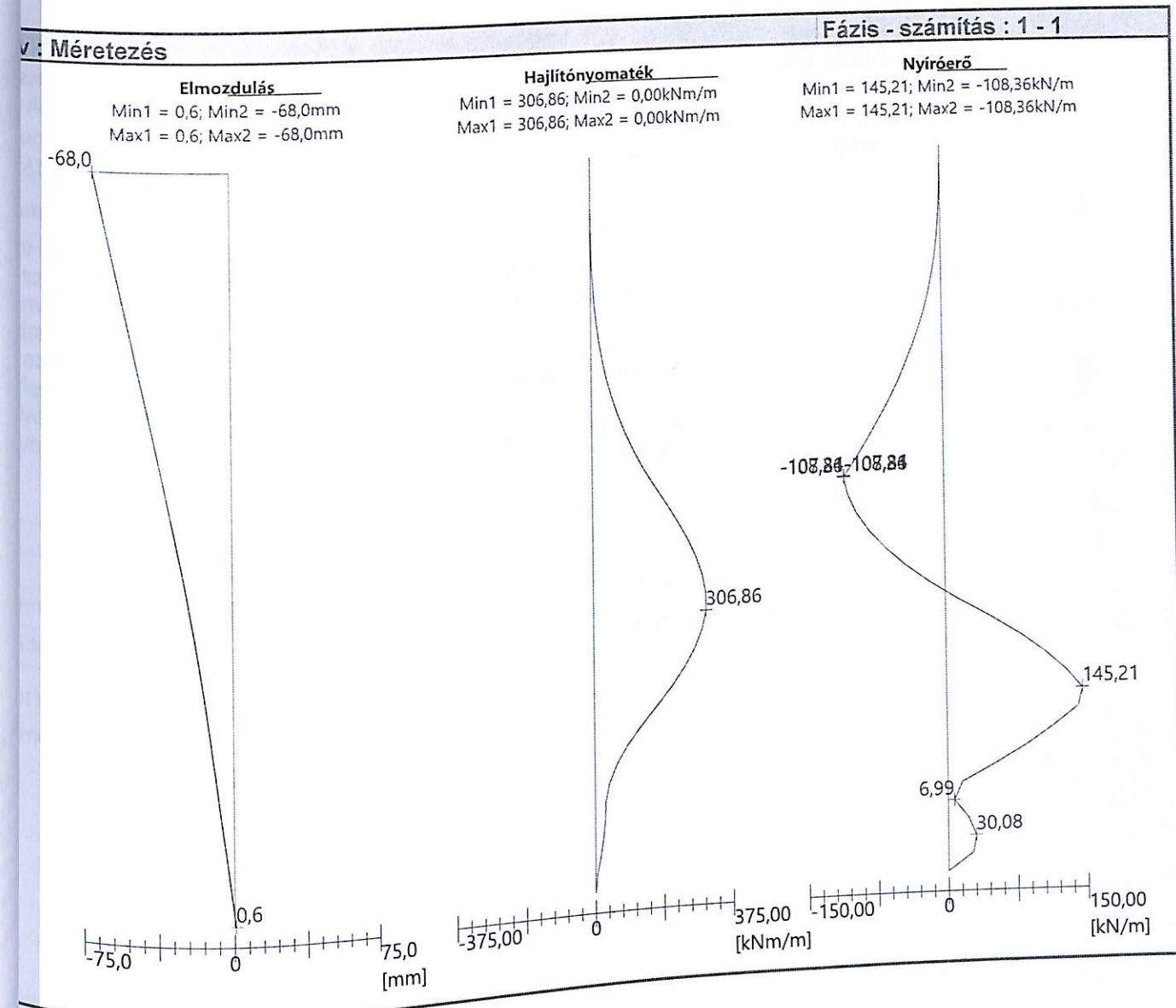
lított keresztmetszet ellenőrzése:

salás - 20 db vas átm. 20,0 mm; betontakarás 70,0 mm
 erkezet típusa (vashányad) : gerenda
 shányad $\rho = 0,625 \% > 0,151 \% = \rho_{min}$
 ner : $M_{Ed} = 460,29 \text{ kNm}$
 nerbírási : $M_{Rd} = 800,29 \text{ kNm}$
 vezett cölöp vasalás MEGFELELŐ

lított keresztmetszet ellenőrzése:

irási vasalás - profil 10,0 mm; kiosztás 200,0 mm
 v = 785,4 mm²
 tár nyíróerő: $V_{Rd} = 491,73 \text{ kN} > 217,82 \text{ kN} = V_{Ed}$
 resztmetszet MEGFELELŐ.

ljes ellenőrzés: Keresztmetszet MEGFELELŐ



Szádfal szerkezet ellenőrzés (H=7,35m)

1. Adatbev.

Szádfal szerkezet ellenőrzés

Adatbev.

Projekt

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

Árka

76 sz. főút négy nyomúsítása a 48+750 – 50+200 km sz. közötti szakaszon – Kiviteli tervdokumentáció
 T3 támfal 7,50m mért. ~49+775km
 geotechnikai adatszolgáltatás talajfizikai jellemzők T3P3 és 43/2 fúrás
 Pannonway Építő Kft.
 2018. 05. 17.

Állítások

Hungary - EN 1997

anyagok és szabványok

Strukturális szerkezetek:

EN 1992-1-1 szerinti tényezők:

Építési szerkezetek:

EN 1992-1-1 (EC2)
 szabványos
 EN 1993-1-1 (EC3)

Keresztmetszet teherbírásának parciális tényezője :

$\gamma_{M0} = 1,00$
EN 1995-1-1 (EC5)

szerkezetek :

$\gamma_M = 1,30$

ulajdonosságainak parciális tényezője :

$k_{mod} = 0,50$

erődőtartam és páratartalom hatását figyelembe vevő módosító tényező :

$k_{cr} = 0,67$

őfeszültségre figyelembe vett hasznos szélesség tényezője :

más számítás

v. földnyomás számítás : Coulomb

szív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel

mitási módszer : nyomások kölcsönhatása

rengés számítás : Mononobe-Okabe

azási tényező : szabványos

egelje az ágyazási tényező csökkentését merevített támfalhoz

védés : parabólikus módszer

vezési módszer : 2 - hatások és talajparaméterek csökkentése

(használhatósági határállapotba vizsgálva)

		SLS állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező
andó hatások:	$\gamma_E =$	1,00 [-]	1,00 [-]
dellenállás:	$\gamma_R =$	1,40 [-]	0,00 [-]

rkezet geometriája

rkezet hossz = 15,10 m

2. Első kivitelezési fázis ellenőrzése

Szerkezet geometriája

Szerkezet hossz = 15,10 m

Szerkezet neve : Cölöpfal d = 0,80 m; a = 1,50 m

Öp anyaga : beton

Alatti nyomás számolt csökkentő tényezője = 1,00

Szerkezet területe

rcia

g. modulus

rési modulus

A = 3,35E-01 m²/m
I = 1,34E-02 m⁴/m
E = 33000,00 MPa
G = 13750,00 MPa

Szerkezet anyaga

Betonszerkezet számítása az alábbi szabványnak megfelelően történt EN 1992-1-1 (EC2) .

Beton : C 30/37

Átlagos próbatest nyomószilárdsága

Állítószilárdság

Átlagmassági modulus

Állítmási modulus

f_{ck} = 30,00 MPa
f_{ctm} = 2,90 MPa
E_{cm} = 33000,00 MPa
G = 13750,00 MPa

Szerkezet vas : B500

Állítmási modulus

f_{yk} = 500,00 MPa

Szerkezet vas : B500

Állítmási modulus

f_{yk} = 500,00 MPa

Állítmási modulus

Állítmási tényező a Schmitt módszer alapján számítva.

Alap talaj paraméterek

Sz.	Név	Mintázat	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ _{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Merev agyag		18,00	30,00	19,50	10,00	18,00
2	Kavicsos homok		34,00	0,00	19,50	10,00	34,00
3	Finomhomok		28,00	0,00	19,50	10,00	28,00
4	Iszapos homok		24,00	10,00	19,50	10,00	24,00

Állítmási földnyomás számítás talajparaméterei

Sz.	Név	Mintázat	Típus számítás	φ _{ef} [°]	v [-]	OCR [-]	K _r [-]
1	Merev agyag		kohéziós	-	0,24	-	-
2	Kavicsos homok		kohéziómentes	34,00	-	-	-
3	Finomhomok		kohéziómentes	28,00	-	-	-

sz.	Név	Mintázat	Típus számítás	φ_{ef} [°]	ν [-]	OCR [-]	K_r [-]
4	Iszapos homok		kohéziós	-	0,24	-	-

yazási tényező számításához szükséges talajparaméterek (Schmitt)

sz.	Név	Mintázat	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Merev agyag		0,24	25,00	-
2	Kavicsos homok		0,24	30,00	-
3	Finomhomok		0,30	20,00	-
4	Iszapos homok		0,24	20,00	-

ajparaméterek

rev agyag

rfogatsúly :	$\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
szűltés állapot :	hatékony
lső súrlódási szög :	$\varphi_{ef} = 18,00^\circ$
laj kohézió :	$c_{ef} = 30,00 \text{ kPa}$
erk.-talaj súrlódási szög :	$\delta = 18,00^\circ$
laj :	kohéziós
isson tényező :	$\nu = 0,24$
sszenyomódási modulus :	$E_{oed} = 25,00 \text{ MPa}$
lített térfogatsúly :	$\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

ivicsos homok

rfogatsúly :	$\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
szűltés állapot :	hatékony
lső súrlódási szög :	$\varphi_{ef} = 34,00^\circ$
laj kohézió :	$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
erk.-talaj súrlódási szög :	$\delta = 34,00^\circ$
laj :	kohéziómentes
sszenyomódási modulus :	$E_{oed} = 30,00 \text{ MPa}$
lített térfogatsúly :	$\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

nomhomok

rfogatsúly :	$\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
szűltés állapot :	hatékony
lső súrlódási szög :	$\varphi_{ef} = 28,00^\circ$
laj kohézió :	$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
erk.-talaj súrlódási szög :	$\delta = 28,00^\circ$
laj :	kohéziómentes
sszenyomódási modulus :	$E_{oed} = 20,00 \text{ MPa}$
lített térfogatsúly :	$\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

zapos homok

rfogatsúly :	$\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
szűltés állapot :	hatékony
lső súrlódási szög :	$\varphi_{ef} = 24,00^\circ$
laj kohézió :	$c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
erk.-talaj súrlódási szög :	$\delta = 24,00^\circ$

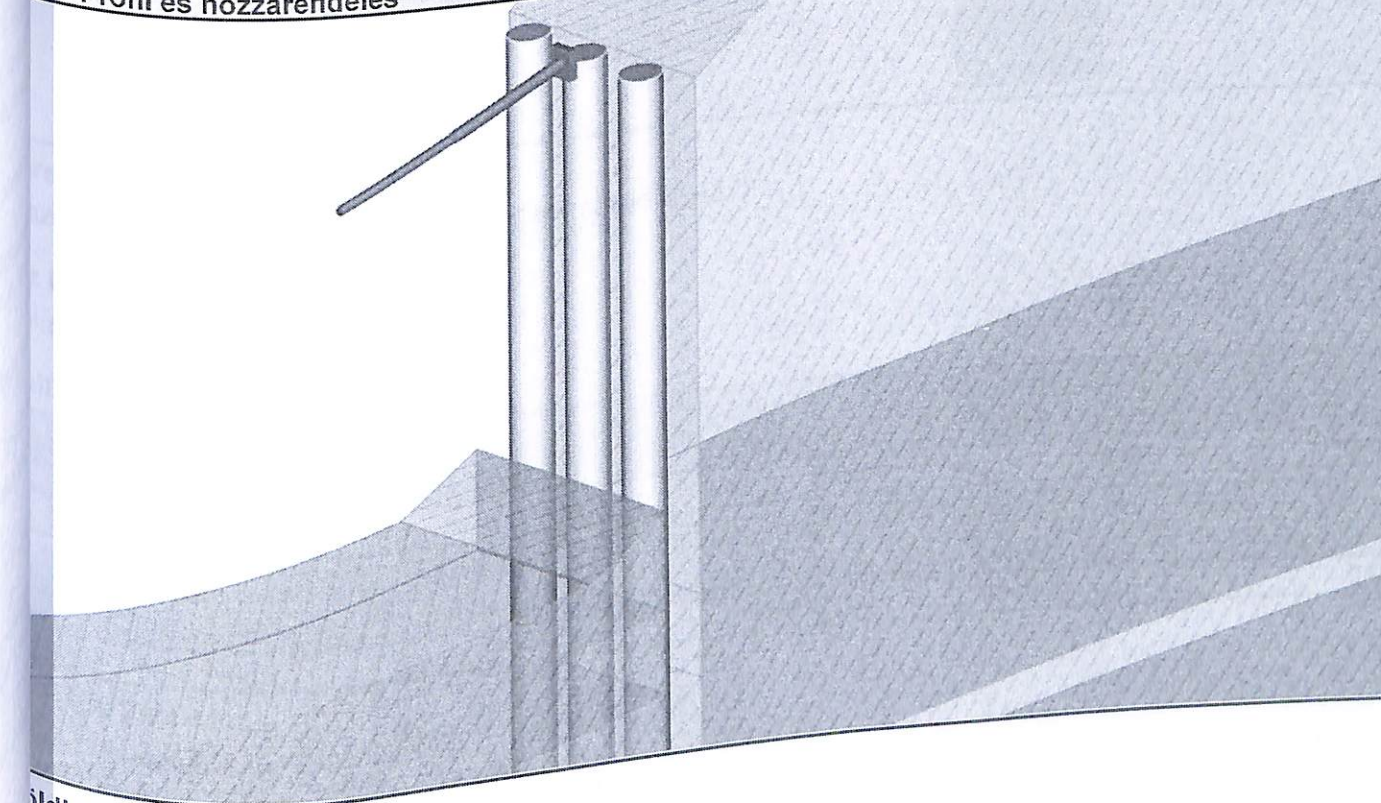
aj : kohéziós
 sszon tényező : $v = 0,24$
 szenyomódási modulus : $E_{oed} = 20,00 \text{ MPa}$
 íttett térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

ológiai profil és hozzárendelt talajok

Thickness of layer t [m]	Mélység z [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
9,10	0,00 .. 9,10	Iszapos homok	
1,50	9,10 .. 10,60	Merev agyag	
2,30	10,60 .. 12,90	Kavicsos homok	
3,30	12,90 .. 16,20	Iszapos homok	
0,30	16,20 .. 16,50	Kavicsos homok	
1,60	16,50 .. 18,10	Merev agyag	
1,80	18,10 .. 19,90	Iszapos homok	
-	19,90 .. ∞	Iszapos homok	

Fázis - számítás : 1 - 0

év : Profil és hozzárendelés



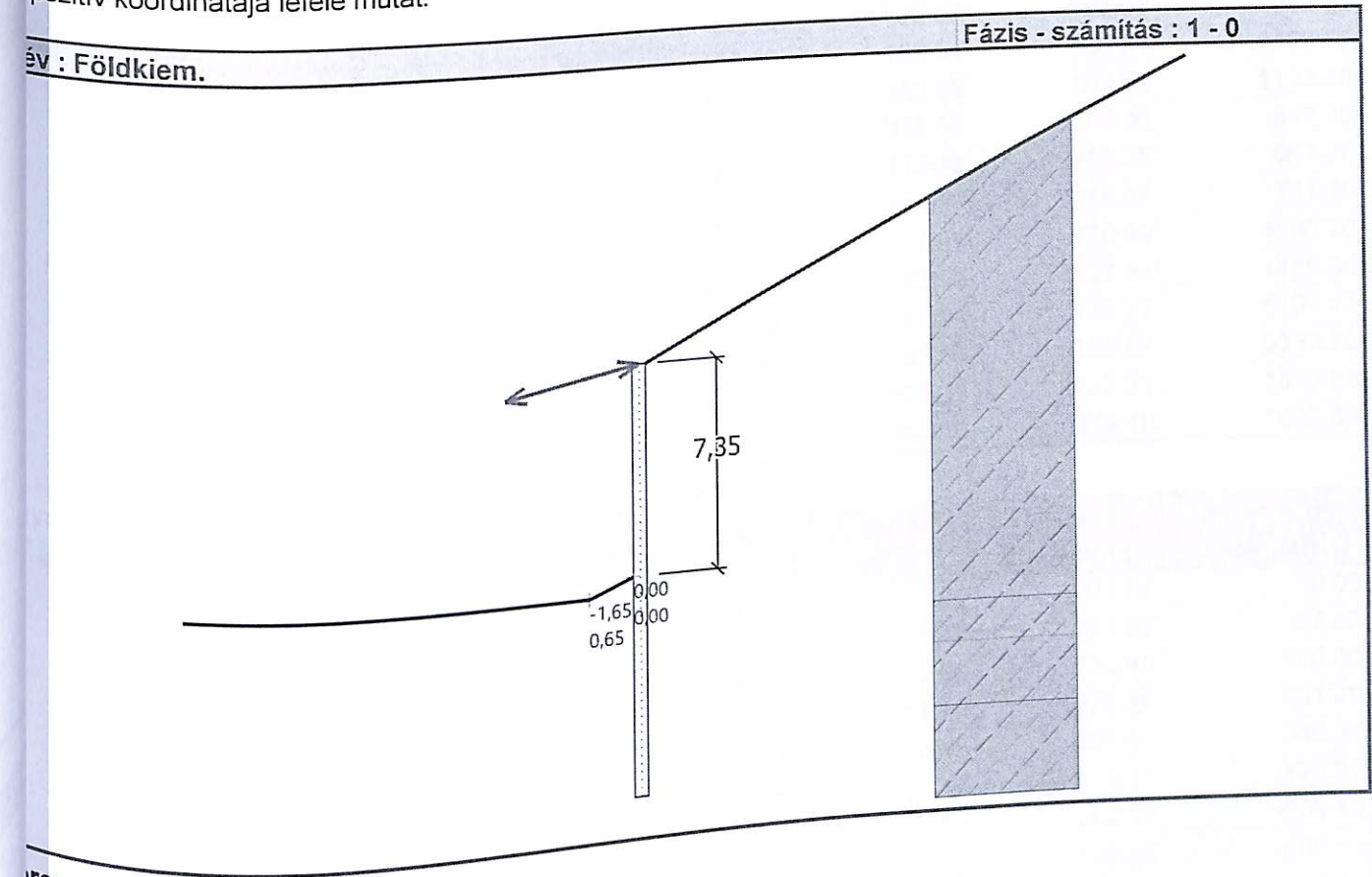
oldkiem.

fal előtti talaj kiemelve 7,35 m mélységig.

Árok aljának formája

Sz.	Koordináta x [m]	Mélység z [m]
1	0,00	0,00
2	-1,65	0,65
3	-2,65	0,65

origó [0,0] az árok alján van.
pozitív koordinátája lefelé mutat.



Árv profil

Szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,01 (lejtő szöge 26,45 °).

Árv hatása

Árvvízszint a szerkezet alatt található.

Elhelyezett dűcök		Mélység z [m]	Hossz l [m]	Távolság b [m]	Dőlés α [°]
Sz.	Új dűc				
1	Igen	0,00	5,00	6,00	10,00
Előfeszítő erők		Merevség k [kN/m]	Rug.modulus E [MPa]	Terület A [mm²]	Előfeszítő erő F [kN]
Sz.	Szerkeszt merevségek				
1	Nem		33000,00	1000000,000	0,00

Globális beállítások

E-k száma a fal számításához = 40

Állócsőnyomás számítása : ne csökkentse

Állócsőnyomás számítása : ne csökkentse

Állócsőnyomás számítása : ne csökkentse

Állócsőnyomás számítása : ne csökkentse

Ámítás eredménye (Kivitelezési fázis 1)

Szerkezetre ható nyomások eloszlása (a fal előtt és mögött)

Mélység [m]	Ta, p [kPa]	Tk, p [kPa]	Tp, p [kPa]	Ta, z [kPa]	Tk, z [kPa]	Tp, z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.09
0.60	0.00	0.00	0.00	2.34	6.35	118.05
0.65	0.00	0.00	0.00	3.23	7.22	124.00
7.35	0.00	0.00	0.00	122.02	122.02	916.80
7.35	0.00	-0.00	-36.70	122.02	122.02	916.82
8.93	0.00	-7.92	-107.99	150.54	150.54	1103.55
9.10	-0.87	-8.78	-115.75	205.06	205.06	1123.88
9.10	0.00	-7.38	-148.16	213.38	213.38	642.86
9.41	0.00	-8.68	-163.56	245.37	245.37	661.26
10.60	0.00	-16.01	-222.77	245.37	245.37	731.99
10.60	-10.94	-23.40	-396.95	71.95	126.44	4396.70
10.69	-11.25	-24.06	-411.07	72.58	127.54	4435.06
11.35	-14.00	-28.79	-511.32	77.04	135.37	4707.42
12.90	-20.48	-42.12	-748.10	87.56	153.87	5350.70
12.90	-22.56	-30.17	-388.82	222.33	222.33	1573.53
15.10	-36.99	-43.72	-546.92	262.10	262.10	1833.85

Jyazási tényező eloszlása és a szerkezet igénybevételei

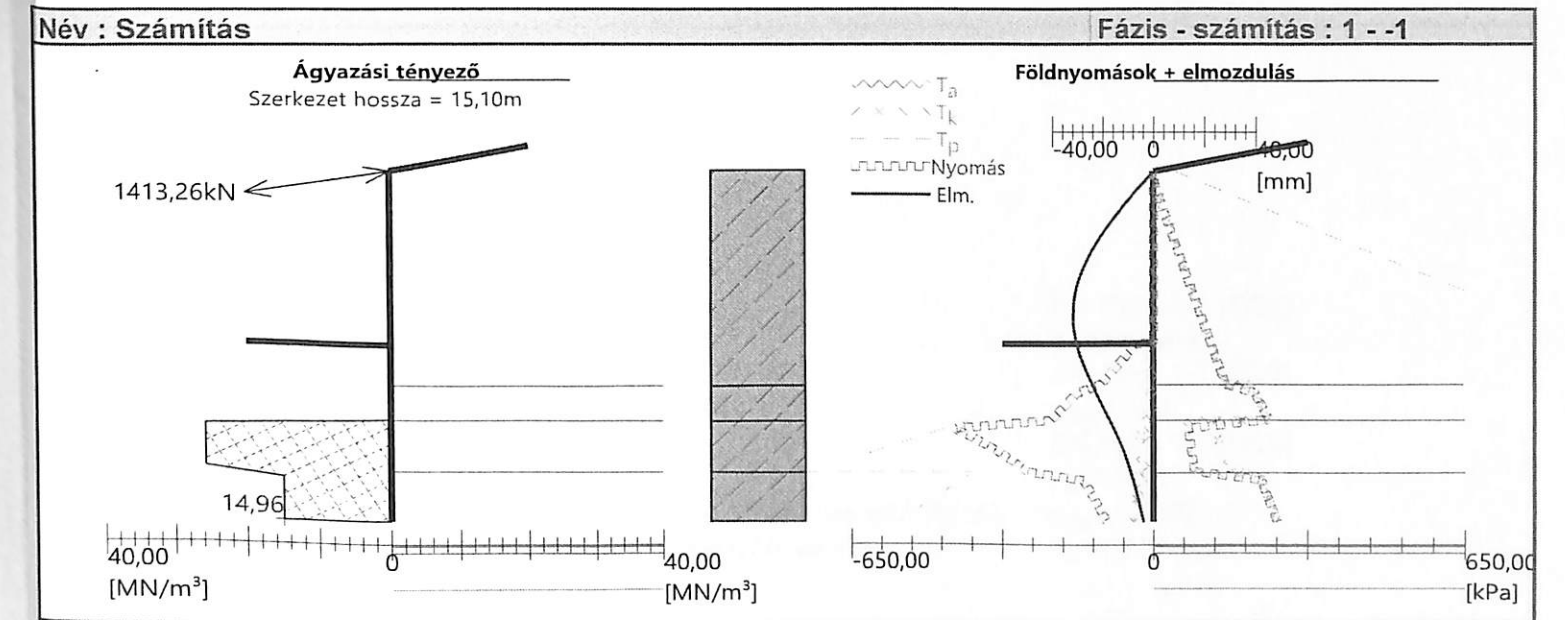
Mélység [m]	kh, p [MN/m³]	kh, z [MN/m³]	Elmozdulás [mm]	Nyomás [kPa]	Nyíróerő [kN/m]	Nyomaték [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-0.21	0.00	231.97	0.00
0.38	0.00	0.00	-3.27	1.47	231.69	-87.53
0.76	0.00	0.00	-6.29	5.09	230.45	-174.80
1.13	0.00	0.00	-9.26	11.78	227.26	-261.28
1.51	0.00	0.00	-12.14	18.48	221.55	-346.07
1.89	0.00	0.00	-14.91	25.17	213.31	-428.23
2.27	0.00	0.00	-17.55	31.86	202.55	-506.80
2.64	0.00	0.00	-20.02	38.56	189.26	-580.83
3.02	0.00	0.00	-22.30	45.25	173.44	-649.37
3.40	0.00	0.00	-24.37	51.94	155.09	-711.46
3.77	0.00	0.00	-26.22	58.63	134.22	-766.15
4.15	0.00	0.00	-27.82	65.33	110.83	-812.48
4.53	0.00	0.00	-29.16	72.02	84.90	-849.51
4.91	0.00	0.00	-30.22	78.71	56.45	-876.26
5.29	0.00	0.00	-31.00	85.40	25.47	-891.81
5.66	0.00	0.00	-31.50	92.10	-8.03	-895.18
6.04	0.00	0.00	-31.71	98.79	-44.06	-885.43
6.42	0.00	0.00	-31.63	105.48	-82.62	-861.60
6.79	0.00	0.00	-31.27	112.18	-123.70	-822.73
7.17	0.00	0.00	-30.65	118.87	-167.31	-767.89
7.34	0.00	0.00	-30.29	121.87	-187.71	-737.81
7.36	0.00	0.00	-30.26	85.11	-189.37	-734.79
7.55	0.00	0.00	-29.79	79.90	-205.21	-696.89
7.93	0.00	0.00	-28.70	69.67	-233.44	-613.98
8.30	0.00	0.00	-27.41	59.44	-257.81	-521.13
8.68	0.00	0.00	-25.95	49.22	-278.32	-419.81
9.06	0.00	0.00	-24.36	38.99	-294.97	-311.48

Mélység [m]	kh,p [MN/m³]	kh,z [MN/m³]	Elmozdulás [mm]	Nyomás [kPa]	Nyíróerő [kN/m]	Nyomaték [kNm/m]
9.44	0.00	0.00	-22.67	49.18	-311.61	-197.11
9.81	0.00	0.00	-20.92	40.55	-328.55	-76.18
10.19	0.00	0.00	-19.14	31.91	-342.22	50.53
10.57	0.00	0.00	-17.38	23.28	-352.64	181.79
10.95	25.69	0.00	-15.67	-354.21	-286.08	301.64
11.32	25.69	0.00	-14.06	-313.06	-160.22	385.39
11.70	25.69	0.00	-12.58	-275.56	-49.23	424.48
12.08	25.69	0.00	-11.23	-241.60	48.28	424.26
12.46	25.69	0.00	-10.02	-211.12	133.62	389.57
12.83	25.69	0.00	-8.93	-183.85	208.08	324.75
13.21	14.96	0.00	-7.95	76.99	227.19	239.68
13.59	14.96	0.00	-7.04	95.04	194.69	159.81
13.97	14.96	0.00	-6.19	112.30	155.54	93.47
14.34	14.96	0.00	-5.37	129.09	109.96	43.13
14.72	14.96	0.00	-4.56	145.66	58.10	11.19
15.10	14.96	0.00	-3.76	162.15	0.00	-0.00

Maximális nyíróerő = 352,64 kN/m
 Maximális nyomaték = 895,18 kNm/m
 Maximális elmozdulás = 31,7 mm

Reakciók a dűcokban

Sz.	Mélység [m]	Reakció [kN]
1	0,00	1413,26



4.3. Elmozdulás

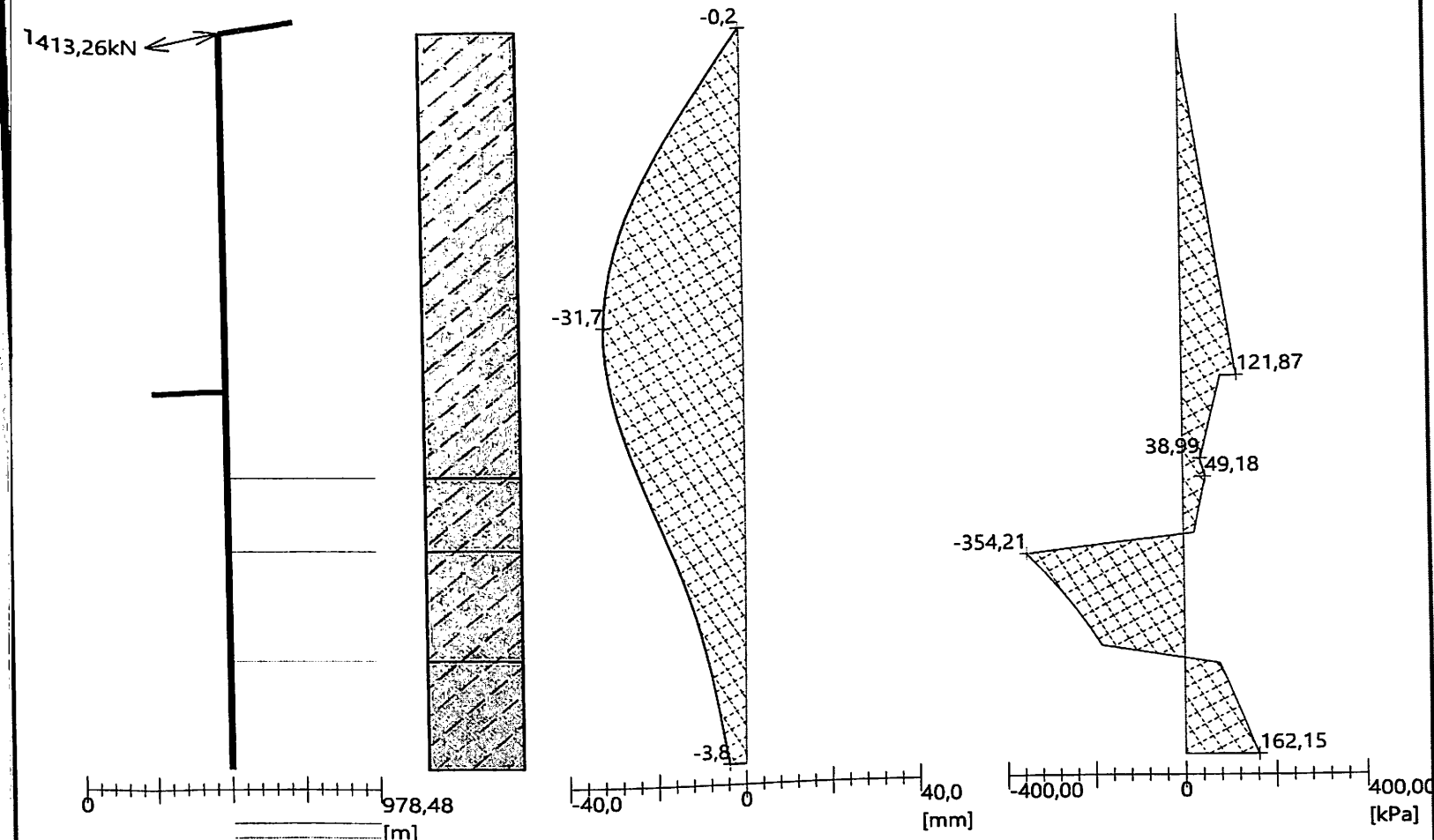
Név : Számítás

Fázis - számítás : 1 - -1

Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 15,10m

Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 31,7 mm

Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 354,21 kPa



4.4. Méretezés

Száfal szerkezet ellenőrzés

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Anyagok és szabványok

Beton szerkezetek :

EN 1992-1-1 szerinti tényezők :

Acél szerkezetek :

Acél keresztmetszet teherbírásának parciális tényezője :

Faszerkezetek :

Fa tulajdonságainak parciális tényezője :

Tetheridőtartam és páratartalom hatását figyelembe vevő módosító tényező :

Nyírófeszültségre figyelembe vett hasznos szélesség tényezője :

EN 1992-1-1 (EC2)

szabványos

EN 1993-1-1 (EC3)

$\gamma_{M0} = 1,00$

EN 1995-1-1 (EC5)

$\gamma_M = 1,30$

$k_{mod} = 0,50$

$k_{cr} = 0,67$

Nyomás számítás

Aktív földnyomás számítás : Coulomb

Passzív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel

Számítási módszer : nyomások kölcsönhatása

Földrengés számítás : Mononobe-Okabe

Ágyazási tényező : szabványos

Mérlegelje az ágyazási tényező csökkentését merevített támfalhoz

Süllyedés : nincs megadva
Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
Tervezési módszer : 2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	
Ellenállások (R) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Horgonyok belső stabilitásának csökk. tényezője :		$\gamma_{Ris} =$	1,10 [-]
Föld ellenállás parciális tényezője :		$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]

1 sz. méretezés

Burkolat létrehozva a kiválasztott fázishoz: 1

	Elm. min [mm]	Elm. max [mm]	Min. nyíróerő [kN/m]	Max. nyíróerő [kN/m]	Min. nyomaték [kNm/m]	Max. nyomaték [kNm/m]
0.00	-0.21	-0.21	231.97	231.97	0.00	0.00
0.38	-3.27	-3.27	231.69	231.69	-87.53	-87.53
0.76	-6.29	-6.29	230.45	230.45	-174.80	-174.80
1.13	-9.26	-9.26	227.26	227.26	-261.28	-261.28
1.51	-12.14	-12.14	221.55	221.55	-346.07	-346.07
1.89	-14.91	-14.91	213.31	213.31	-428.23	-428.23
2.27	-17.55	-17.55	202.55	202.55	-506.80	-506.80
2.64	-20.02	-20.02	189.26	189.26	-580.83	-580.83
3.02	-22.30	-22.30	173.44	173.44	-649.37	-649.37
3.40	-24.37	-24.37	155.09	155.09	-711.46	-711.46
3.77	-26.22	-26.22	134.22	134.22	-766.15	-766.15
4.15	-27.82	-27.82	110.83	110.83	-812.48	-812.48
4.53	-29.16	-29.16	84.90	84.90	-849.51	-849.51
4.91	-30.22	-30.22	56.45	56.45	-876.26	-876.26
5.29	-31.00	-31.00	25.47	25.47	-891.81	-891.81
5.66	-31.50	-31.50	-8.03	-8.03	-895.18	-895.18
6.04	-31.71	-31.71	-44.06	-44.06	-885.43	-885.43
6.42	-31.63	-31.63	-82.62	-82.62	-861.60	-861.60
6.79	-31.27	-31.27	-123.70	-123.70	-822.73	-822.73
7.17	-30.65	-30.65	-167.31	-167.31	-767.89	-767.89
7.34	-30.29	-30.29	-187.71	-187.71	-737.81	-737.81
7.34	-30.29	-30.29	-187.71	-187.71	-737.81	-737.81
7.36	-30.26	-30.26	-189.37	-189.37	-734.79	-734.79
7.36	-30.26	-30.26	-189.37	-189.37	-734.79	-734.79
7.55	-29.79	-29.79	-205.21	-205.21	-696.89	-696.89
7.93	-28.70	-28.70	-233.44	-233.44	-613.98	-613.98
8.30	-27.41	-27.41	-257.81	-257.81	-521.13	-521.13
8.68	-25.95	-25.95	-278.32	-278.32	-419.81	-419.81
9.06	-24.36	-24.36	-294.97	-294.97	-311.48	-311.48
9.44	-22.67	-22.67	-311.61	-311.61	-197.11	-197.11
9.81	-20.92	-20.92	-328.55	-328.55	-76.18	-76.18

	Elm. min [mm]	Elm. max [mm]	Min. nyíróerő [kN/m]	Max. nyíróerő [kN/m]	Min. nyomaték [kNm/m]	Max. nyomaték [kNm/m]
10.19	-19.14	-19.14	-342.22	-342.22	50.53	50.53
10.57	-17.38	-17.38	-352.64	-352.64	181.79	181.79
10.95	-15.67	-15.67	-286.08	-286.08	301.64	301.64
11.32	-14.06	-14.06	-160.22	-160.22	385.39	385.39
11.70	-12.58	-12.58	-49.23	-49.23	424.48	424.48
12.08	-11.23	-11.23	48.28	48.28	424.26	424.26
12.46	-10.02	-10.02	133.62	133.62	389.57	389.57
12.83	-8.93	-8.93	208.08	208.08	324.75	324.75
13.21	-7.95	-7.95	227.19	227.19	239.68	239.68
13.59	-7.04	-7.04	194.69	194.69	159.81	159.81
13.97	-6.19	-6.19	155.54	155.54	93.47	93.47
14.34	-5.37	-5.37	109.96	109.96	43.13	43.13
14.72	-4.56	-4.56	58.10	58.10	11.19	11.19
15.10	-3.76	-3.76	0.00	0.00	-0.00	-0.00

Énybevételek maximum értékei

- Maximális elmozdulás = -31,7 mm
- Minimális elmozdulás = -0,2 mm
- Maximális hajlítónyomaték = 424,48 kNm/m
- Minimális hajlítónyomaték = -895,18 kNm/m
- Maximális nyíróerő = 231,97 kN/m

B keresztmetszet ellenőrzése (Cölöpfal d = 0,80 m; a = 1,50 m)

- Ázis : 1
- Teherbírás csökk. tényezője = 1,00

Hajlított keresztmetszet ellenőrzése:

- Vasalás - 16 db vas átm. 32,0 mm; betontakarás 70,0 mm
- Szerkezet típusa (vashányad) : gerenda
- Vashányad $\rho = 1,280 \% > 0,151 \% = \rho_{min}$
- Teher : $M_{Ed} = 1342,77 \text{ kNm}$
- Teherbírás : $M_{Rd} = 1441,85 \text{ kNm}$

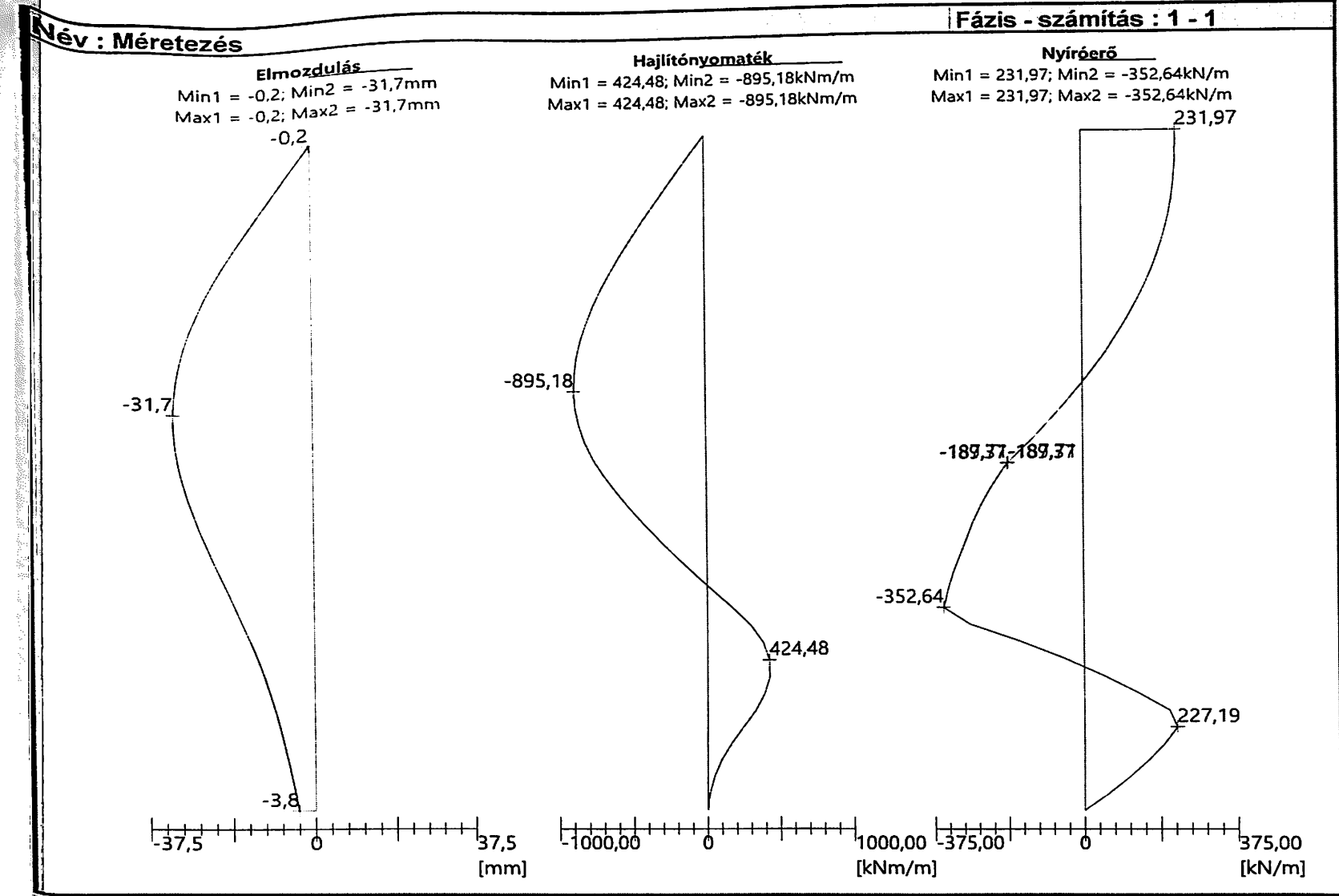
Tervezett cölöp vasalás MEGFELELŐ

Nyírt keresztmetszet ellenőrzése:

- Nyírási vasalás - profil 10,0 mm; kiosztás 150,0 mm
- $A_{sw} = 1047,2 \text{ mm}^2$
- Átjár nyíróerő: $V_{Rd} = 655,64 \text{ kN} > 528,96 \text{ kN} = V_{Ed}$

Keresztmetszet MEGFELELŐ.

Teljes ellenőrzés: Keresztmetszet MEGFELELŐ



5. Hátrahorgonyzó cölöp ellenőrzés

5.1. Adatbev.

Projekt

Munka : 76 sz. főút négynyomúsítása a 48+400 – 50+100 km sz. közötti szakaszon – Kiviteli tervdokumentáció

Rész : T3_támfal 15,0m mért. ~49+740km-49+800km

Leírás : geotechnikai adatszolgáltatás talajfizikai jellemzők T3P2 és T3P3 fúrás

Megrendel : Pannonway Építő Kft.

ő

Dátum : 2017. 01. 17.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Anyagok és szabványok

Beton szerkezetek :

EN 1992-1-1 szerinti tényezők :

Acél szerkezetek :

EN 1992-1-1 (EC2)

szabványos

EN 1993-1-1 (EC3)

Cél keresztmetszet teherbírásának parciális tényezője : $\gamma_{M0} = 1,00$
EN 1995-1-1 (EC5)
szerkezetek : $\gamma_M = 1,30$
tulajdonságainak parciális tényezője : $k_{mod} = 0,50$
törésidőtartam és páratartalom hatását figyelembe vevő módosító tényező : $k_{cr} = 0,67$
törésidőre figyelembe vett hasznos szélesség tényezője :
Ölöp
számítás drénezett körülményekre : NAVFAC DM 7.2
terhelési görbe : lineáris (Poulos)
feszültes teherbírás : Rugalmas altalaj (p-y módszer)
ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői		
Tartós tervezési állapot		
	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G = 1,35 [-]$	$1,00 [-]$
Ellenállások (R) parciális tényezői		
Tartós tervezési állapot		
Alástelellenállás parciális tényezője :	$\gamma_s = 1,10 [-]$	
Alapellenállás parciális tényezője :	$\gamma_b = 1,20 [-]$	
Csavarási ellenállás parciális tényezője :	$\gamma_{st} = 1,25 [-]$	

Alap talaj paraméterek				
Sz.	Név	Mintázat	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Merev agyag		19,50	0,24
2	Kavicsos homok		19,50	0,24
3	Finomhomok		19,50	0,30
4	Iszapos homok		19,50	0,24

Rugalmi földnyomás számítás talajparaméterei							
Sz.	Név	Mintázat	Típus számítás	ϕ_{ef} [°]	ν [-]	OCR [-]	K_r [-]
1	Merev agyag		kohéziós	-	0,24	-	-
2	Kavicsos homok		kohéziómentes	34,00	-	-	-
3	Finomhomok		kohéziómentes	28,00	-	-	-
4	Iszapos homok		kohéziós	-	0,24	-	-

Sz.	Név	Mintázat	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Merev agyag		10,00	-	20,00	-	-

Sz.	Név	Mintázat	E _{oed} [MPa]	E _{def} [MPa]	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
2	Kavicsos homok		25,00	-	20,00	-	-
3	Finomhomok		16,00	-	20,00	-	-
4	Iszapos homok		15,00	-	20,00	-	-

Sz.	Név	Mintázat	φ _{ef} [°]	δ [°]	K [-]	c _u [kPa]	α [-]
1	Merev agyag		-	-	-	30,00	1,00
2	Kavicsos homok		34,00	9,00	1,00	-	-
3	Finomhomok		28,00	5,00	1,00	-	-
4	Iszapos homok		-	-	-	15,00	1,00

Ágyazási tényező számításához szükséges talajparaméterek

Sz.	Név	Mintázat	β
1	Merev agyag		1,00
2	Kavicsos homok		1,00
3	Finomhomok		1,00
4	Iszapos homok		1,00

Talajparaméterek

Merev agyag

Térfogatsúly :	γ	=	19,50 kN/m ³
Poisson tényező :	ν	=	0,24
Összenyomódási modulus :	E _{oed}	=	10,00 MPa
Telített térfogatsúly :	γ _{sat}	=	20,00 kN/m ³
Szóródási szög (béta) :	β	=	1,00 °
Talaj kohézió :	c _u	=	30,00 kPa
Tapadási tényező :	α	=	1,00
Keresztirányú feszültség tényezője :	K	=	1,00

Kavicsos homok

Térfogatsúly :	γ	=	19,50 kN/m ³
Poisson tényező :	ν	=	0,24
Összenyomódási modulus :	E _{oed}	=	25,00 MPa
Telített térfogatsúly :	γ _{sat}	=	20,00 kN/m ³
Szóródási szög (béta) :	β	=	1,00 °
Cölöp köpenysúrlódás :	δ	=	9,00 °
Keresztirányú feszültség tényezője :	K	=	1,00

Homok
Térfogatsúly : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
Poisson tényező : $\nu = 0,30$
Nyírási modulus : $E_{oed} = 16,00 \text{ MPa}$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Zóródási szög (béta) : $\beta = 1,00^\circ$
Cölöp köpenysúrlódás : $\delta = 5,00^\circ$
Keresztirányú feszültség
Tényezője : $K = 1,00$

Iszapos homok
Térfogatsúly : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
Poisson tényező : $\nu = 0,24$
Nyírási modulus : $E_{oed} = 15,00 \text{ MPa}$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Zóródási szög (béta) : $\beta = 1,00^\circ$
Talaj kohézió : $c_u = 15,00 \text{ kPa}$
Tapadási tényező : $\alpha = 1,00$
Keresztirányú feszültség
Tényezője : $K = 1,00$

Geometria

Cölöp profil: koncentrikus

Méret

Átmérő $d = 0,80 \text{ m}$

Hossz $l = 15,00 \text{ m}$

Számított keresztmetszeti jellemzők

Terület $A = 5,03E-01 \text{ m}^2$

Inercianyomaték $I = 2,01E-02 \text{ m}^4$

Hely

Talajtól mért magasság $h = 0,00 \text{ m}$

Rendezett terep mélys. $h_z = 0,00 \text{ m}$

Technológia: CFA cölöpök

Ágyazási tényező állandónak feltételezve.

Szerkezet anyaga

Térfogatsúly $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

A betonszerkezet számítása az alábbi szabványnak megfelelően történt EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 30/37

Hengeres próbatest nyomószilárdsága $f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$

Szakítószilárdság $f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$

Rugalmasági modulus $E_{cm} = 33000,00 \text{ MPa}$

Nyírási modulus $G = 13750,00 \text{ MPa}$

Hosszvas : B500

Képlékeny határ $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Kereszt vas: B500

Képlékeny határ $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Thickness of layer t [m]	Mélység z [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	9,10	0,00 .. 9,10	Iszapos homok	
2	1,50	9,10 .. 10,60	Merev agyag	

Sz.	Thickness of layer t [m]	Mélység z [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
3	2,30	10,60 .. 12,90	Kavicsos homok	
4	3,30	12,90 .. 16,20	Iszapos homok	
5	0,30	16,20 .. 16,50	Kavicsos homok	
6	1,60	16,50 .. 18,10	Merev agyag	
7	1,80	18,10 .. 19,90	Iszapos homok	
8	-	19,90 .. ∞	Iszapos homok	

Tehér									
Sz.	Tehér		Név	Típus	N	M _x	M _y	H _x	H _y
	új	vált.			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	Igen		1 sz. teher	Tervezési	245,50	0,00	0,00	1392,00	0,00

Globális beállítások
 Függőleges teherbírás számítás : analitikus megoldás
 Számítás típusa : számítás drénezett körülményekre
 Kivitelezési fázis beállításai
 Tervezési állapot : állandó
 Ellenőrzési módszer : a talajparaméterek csökkentése nélkül

5.2. Ellenőrzés Sz.
 Cölöp teherbírásának számítása NAVFAC DM 7.2 szerint - részeredmények
 Cölöptalp teherbírásának számítása:
 A talaj a cölöptalp alatt kohéziós $c_u = 15,00$ kPa
 Drénezetlen nyírási ellenállás tervezés $A_p = 5,03E-01$ m²
 Cölöp átlós keresztmetszetének területe
 Cölöp köpenyellenállás határértéke:

Mélység [m]	Vastagság [m]	c_{ud} [kPa]	α [-]	K [-]	δ [°]	σ_{or} [kPa]	R_{sl} [kN]
0,00	-	-	-	-	-	-	-
0,80	0,80	15,00	1,00	-	-	7,80	27,42
0,80	-	-	-	-	-	-	-
9,10	8,30	15,00	1,00	-	-	15,60	284,46
9,10	-	-	-	-	-	-	-
10,60	1,50	30,00	1,00	-	-	15,60	102,82
10,60	-	-	-	-	-	-	-
12,90	2,30	-	-	1,00	9,00	15,60	12,98
12,90	-	-	-	-	-	-	-
15,00	2,10	15,00	1,00	-	-	15,60	71,97

Teherbírás ellenőrzése : NAVFAC DM 7.2
 A számítás lefuttatva a tehereset alapján:1. (1 sz. teher)
 Kritikus mélység tényezője $k_{dc} = 1,00$

Nyomott cölöp teherbírasi ellenőrzése:

Cölöp köpeny teherbírása $R_s = 499,65 \text{ kN}$

Cölöptalp teherbírás $R_b = 56,55 \text{ kN}$

Cölöp teherbírás $R_c = 556,19 \text{ kN}$

Határ függőleges erő $V_d = 245,50 \text{ kN}$

$R_c = 556,19 \text{ kN} > 245,50 \text{ kN} = V_d$

Cölöp teherbírás MEGFELELŐ

Név : Függ. teherb.

ET RT

0,80

15,00

Fázis - számítás : 1 - 1

1(1)

2(2)

3(3)

4(4)

0,00
2,00
4,00
6,00
8,00
10,00
12,00
14,00
16,00

Ellenőrzés Sz. 1 (Kivitelezési fázis 1)

Terhelés-süllyedés görbe számítása - adatbevitel

Réteg Sz.	E_s [MPa]
1	15,00
2	15,00
3	15,00
4	15,00

Cölöp maximális süllyedése $s_{lim} = 25,0 \text{ mm}$

Terhelés-süllyedés görbe számítása - részeredmények

Cölöp összenyomhatóságának korrekciós tényezője

Talaj Poisson tényezőjének korrekciós tényezője

Teherhordó közetréteg merevségének korrekciós tényezője

Összenyomhatatlan cölöp alapterhelés aránya

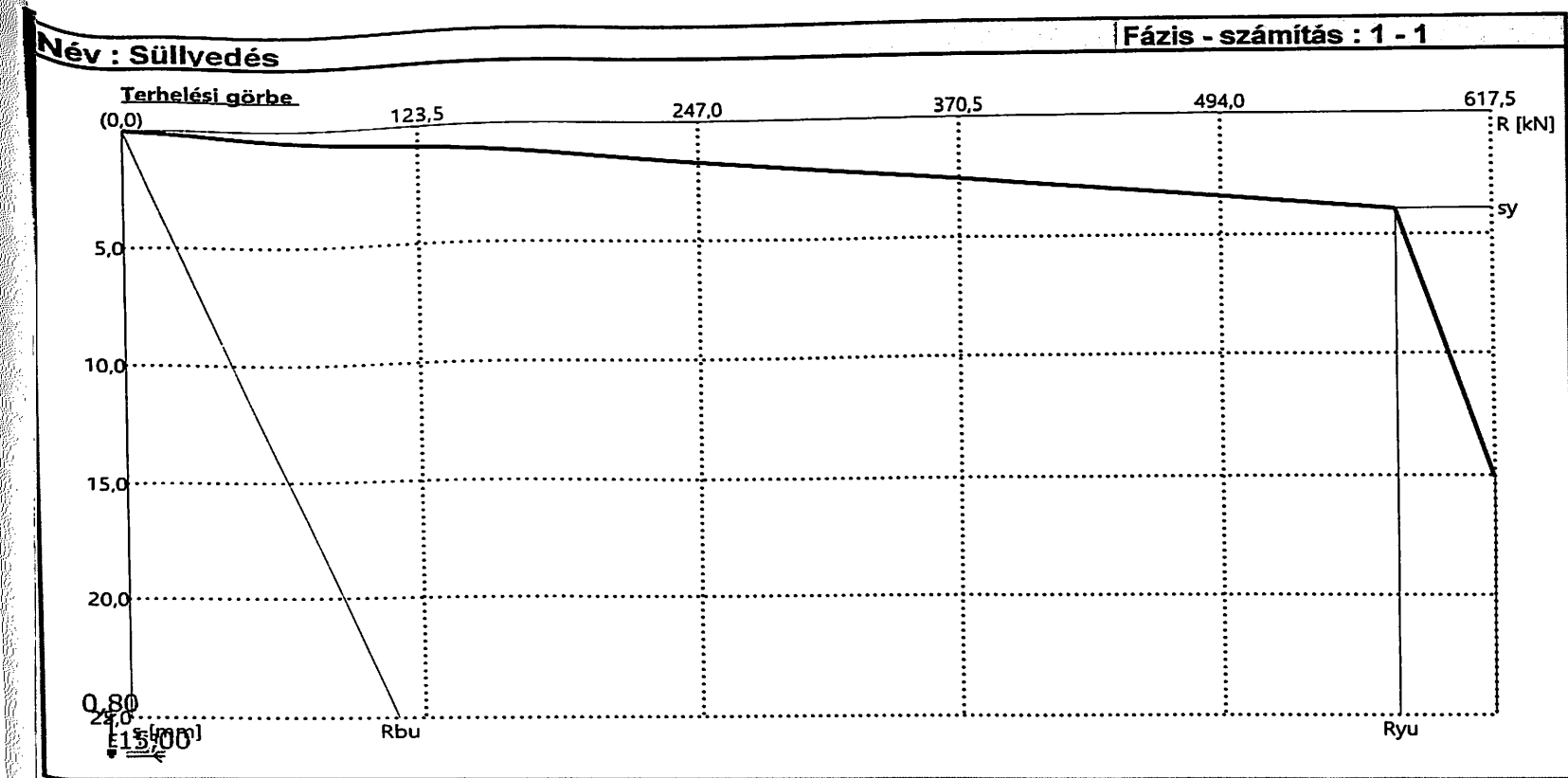
alkalmazott erő része, ami átadódik a cölöptalpra

Süllyedés hatásának tényezője :

$C_k = 0,95$
 $C_v = 0,78$
 $C_b = 0,78$
 $\beta_0 = 0,07$
 $\beta = 0,04$

Alapvető - az l/d hányadostól függ
Cölöp összenyomhatóság korrekciós tényezője
Merev alapon réteg véges mélységének korrekciós tényezője
Talaj Poisson tényezőjének korrekciós tényezője
Terhelés-süllyedés görbe számítás - eredmények
Teher a köpenysüllyedés mobilizálódásának kezdetén
Süllyedés a(z) R_{yu} erő hatására
Teljes ellenállás
Maximális süllyedés

$I_0 = 0,09$
 $R_k = 1,06$
 $R_h = 1,00$
 $R_v = 0,88$
 $R_{yu} = 573,96 \text{ kN}$
 $s_y = 4,0 \text{ mm}$
 $R_c = 617,47 \text{ kN}$
 $s_{lim} = 15,1 \text{ mm}$



Ellenőrzés Sz. 1 (Kivitelezési fázis 1)
A cölöp függ. teherbírásának számításához szüks. adatbevitel
A számítás a legkedvezőtlenebb teheresetek automatikus kiválasztásával lett lefuttatva.
Vízszintes teherbírás ellenőrizve X irányába.

Az igénybevételek eloszlása és a cölöp elmozdulása

Cölöp elmozdulások és igénybevételek:

Táv. [m]	k modulus [MN/m ³]	Elmozdulás [mm]	Elford. [mRad]	Feszültség [kPa]	Nyíróerő [kN]	Nyomaték [kNm]
0.00	0.00	-43.61	12.60	1005.56	-1392.00	0.00
0.38	23.06	-38.90	12.47	896.98	-1106.65	467.48
0.75	23.06	-34.29	12.10	790.63	-853.59	834.03
1.12	23.06	-29.85	11.54	688.33	-631.86	1111.59
1.50	23.06	-25.65	10.85	591.43	-440.05	1311.66
1.87	23.06	-21.72	10.07	500.91	-276.37	1445.14
2.25	23.06	-18.10	9.23	417.43	-138.80	1522.20
2.63	23.06	-14.81	8.36	341.37	-25.17	1552.23
3.00	23.06	-11.84	7.48	272.88	66.78	1543.79
3.38	23.06	-9.19	6.62	211.92	139.32	1504.57
3.75	23.06	-6.87	5.79	158.30	194.67	1441.45

Táv. [m]	k modulus [MN/m ³]	Elmozdulás [mm]	Elford. [mRad]	Feszültség [kPa]	Nyíróerő [kN]	Nyomaték [kNm]
4.13	23.06	-4.85	4.99	111.72	235.00	1360.45
4.50	23.06	-3.11	4.25	71.79	262.37	1266.82
4.88	23.06	-1.65	3.56	38.04	278.69	1165.05
5.25	23.06	-0.43	2.94	9.98	285.76	1058.95
5.63	23.06	0.56	2.37	-12.90	285.20	951.68
6.00	23.06	1.35	1.86	-31.14	278.48	845.82
6.38	23.06	1.96	1.41	-45.23	266.93	743.43
6.75	23.06	2.42	1.02	-55.70	251.70	646.08
7.13	23.06	2.73	0.68	-63.00	233.83	554.98
7.50	23.06	2.93	0.39	-67.59	214.18	470.94
7.88	23.06	3.03	0.15	-69.87	193.51	394.47
8.25	23.06	3.05	-0.06	-70.22	172.45	325.85
8.63	23.06	2.99	-0.22	-68.98	151.53	265.12
9.00	23.06	2.88	-0.36	-66.44	131.19	212.13
9.30	15.37	2.76	-0.45	-42.43	118.80	174.82
9.67	15.37	2.58	-0.53	-39.60	106.48	132.61
10.05	15.37	2.36	-0.60	-36.33	95.08	94.85
10.42	15.37	2.13	-0.64	-32.76	84.71	61.17
10.72	38.43	1.94	-0.66	-74.37	73.11	37.16
11.10	38.43	1.68	-0.68	-64.70	52.24	13.74
11.47	38.43	1.43	-0.68	-54.91	34.30	-2.39
11.85	38.43	1.17	-0.68	-45.14	19.30	-12.35
12.22	38.43	0.92	-0.67	-35.47	7.21	-17.23
12.60	38.43	0.67	-0.66	-25.93	-2.00	-18.12
12.97	23.06	0.43	-0.65	-9.93	-7.95	-16.10
13.35	23.06	0.19	-0.64	-4.37	-10.09	-12.67
13.72	23.06	-0.05	-0.63	1.12	-10.58	-8.74
14.10	23.06	-0.29	-0.63	6.57	-9.42	-4.94
14.47	23.06	-0.52	-0.63	12.00	-6.63	-1.88
14.85	23.06	-0.76	-0.63	17.42	-2.22	-0.17
15.00	23.06	-0.85	-0.63	19.58	-0.00	0.00

Maximális igénybevétel és alakváltozás :

Cölöpfej elmozdulása = -43,6 mm
Cölöp max. elmozdulása = 43,6 mm
Max. nyíróerő = 1392,00 kN
Maximális nyomaték = 1553,36 kNm

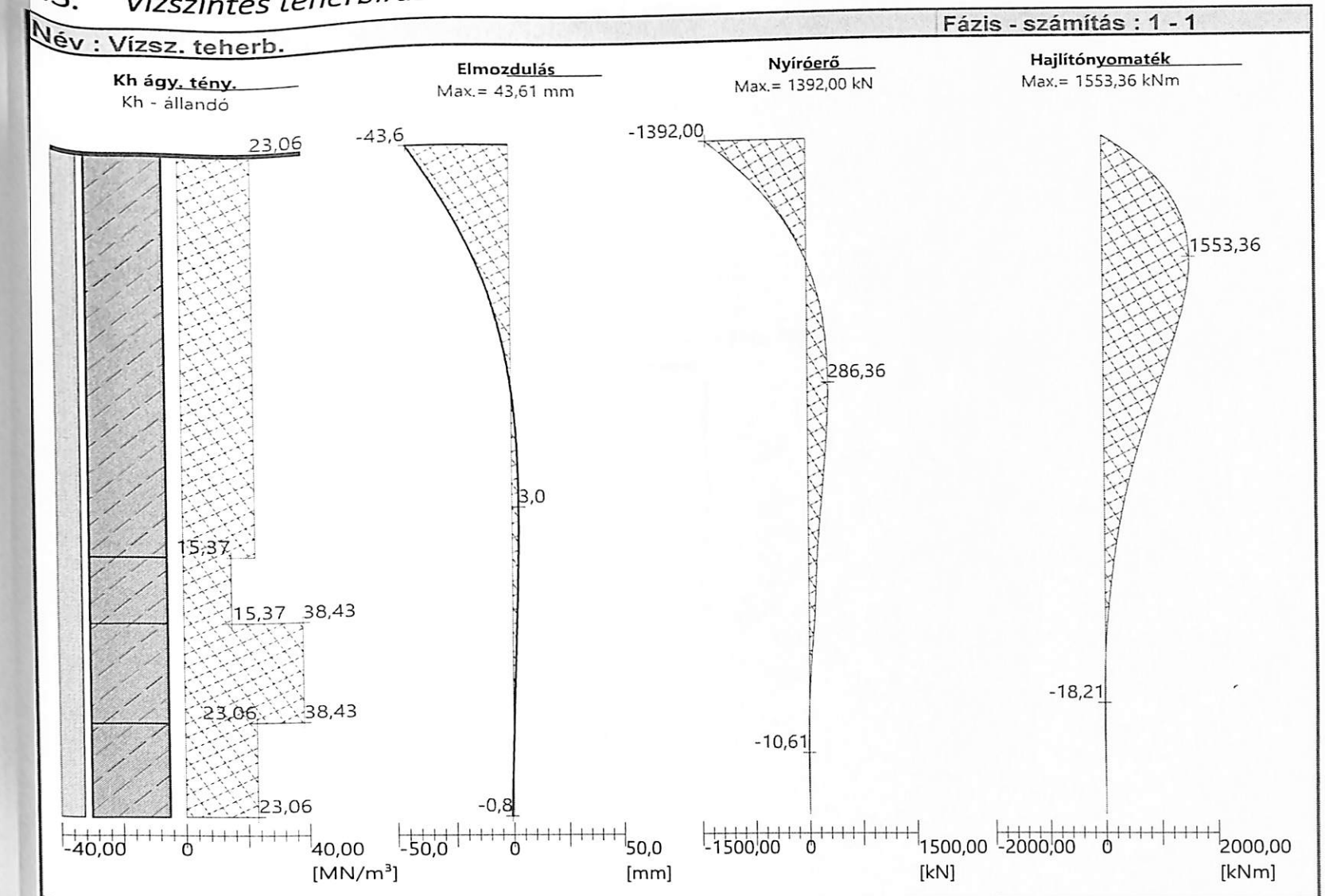
Hajlított-nyomott keresztmetszet ellenőrzése:

Vasalás - 24 db vas átm. 32,0 mm; betontakarás 70,0 mm
Szerkezet típusa (vashányad) : cölöp
Vashányad $\rho = 3,840 \% > 0,497 \% = \rho_{min}$
Teher : $N_{Ed} = -245,50$ kN (nyomás) ; $M_{Ed} = 1553,36$ kNm
Teherbírás : $N_{Rd} = -324,97$ kN; $M_{Rd} = 2056,18$ kNm
Tervezett cölöp vasalás **MEGFELELŐ**

Nyírt keresztmetszet ellenőrzése:

Nyírási vasalás - profil 10,0 mm; kiosztás 70,0 mm
 $A_{sw} = 2244,0$ mm²
Határ nyíróerő: $V_{Rd} = 1404,94$ kN $> 1392,00$ kN = V_{Ed}
Keresztmetszet **MEGFELELŐ**.

5.3. Vízszintes teherbírás



C1. Cölöpök ellenőrzése repedéstágasságra 1. változat

C.1 Acélfeszültség meghatározása berepedt keresztmetszetben

Cölöpátmérő, sugár: $d_c := 80\text{cm}$

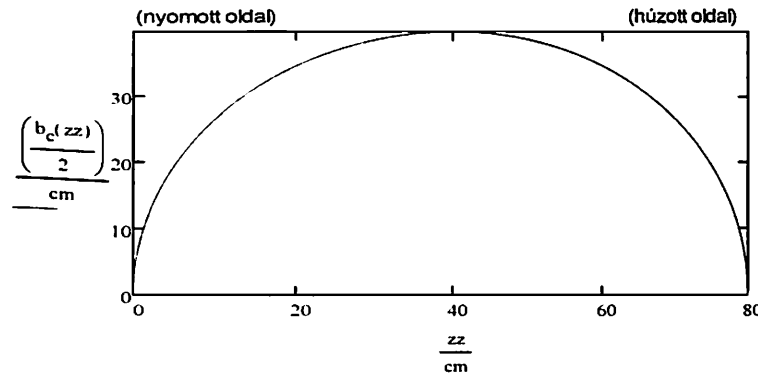
Cölöp átmérő nagysága: $r_c := \frac{d_c}{2}$

A cölöp leírt egyenlete:

$$b_c(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(\frac{d_c}{2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } 0 < z < d_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

A cölöp leírt egyenlet megjelenítési tartománya:

zz := 0, 0.5·mm .. 800·mm



cölöp leírt egyenlet grafikus megjelenítése 3. ábra

	Átmérők	Acélok db száma:
Nyomott vasalás:	$\phi_{y1} := 20\text{mm}$	$n_{y1} := 8$
Húzott vasalás:	$\phi_{y2} := 20\text{mm}$	$n_{y2} := 12$
Kengyel átmérő:	$\phi_k := 10\text{mm}$	
Betonfedés:	$s_x := 60\text{mm}$	

Acélok kiosztási sugara (súlypontban):

Nyomott acélok:

$$r_{y1} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y1}}{2} = 320 \cdot \text{mm}$$

Húzott acélok:

$$r_{y2} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y2}}{2} = 320 \cdot \text{mm}$$

Acélok szétkenése homogén gyűrűvé:

-Nyomott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y1} := \frac{n_{y1} \cdot \frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y1} \cdot \pi} = 2.5 \cdot \text{mm}$$

- Húzott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y2} := \frac{n_{y2} \cdot \frac{\phi_{y2}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y2} \cdot \pi} = 3.75 \cdot \text{mm}$$

Acél felületének meghatározása:

$$\frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}$$

Nyomott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out1} := r_{y1} + \frac{t_{y1}}{2} \quad r_{y.in1} := r_{y1} - \frac{t_{y1}}{2}$$

Húzott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out2} := r_{y2} + \frac{t_{y2}}{2} \quad r_{y.in2} := r_{y2} - \frac{t_{y2}}{2}$$

Húzott acélok szétkent, külső és belső éle:

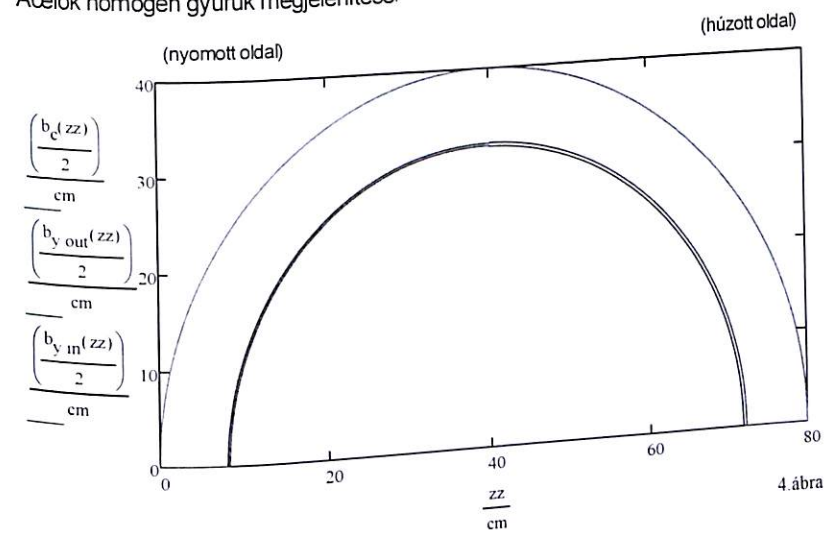
$$b_{y.out}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{(r_{y.out1})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.out1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{(r_{y.out2})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.out2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Nyomott acélok szétkent, külső és belső éle:

$$b_{y.in}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{(r_{y.in1})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.in1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{(r_{y.in2})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.in2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Az ábra $b_{y, in}(z)$ és $b_{y, out}(z)$ ezek függvényeket írja le

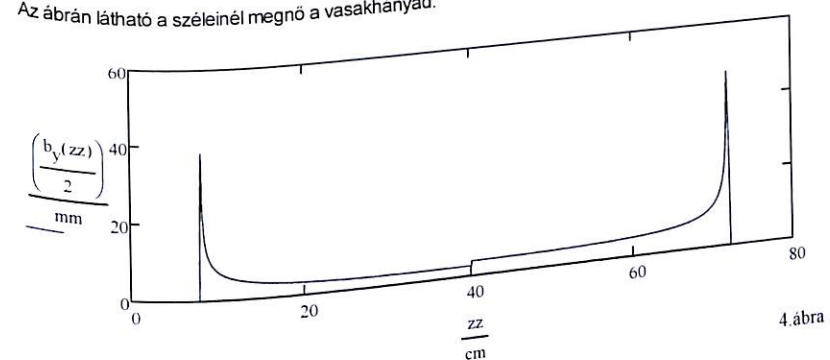
Acélok homogén gyűrűk megjelenítése:



A homogén szétkent gyűrű vasmennyiség ábra:

$$b_y(z) := b_{y, out}(z) - b_{y, in}(z)$$

Az ábrán látható a széleinél megnő a vasakhányad:



Igénybevétel repedéstágassághoz:

$$M_{Ed} := 400 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Anyagjellemzők: $f_{yd} := 435 \text{ MPa}$

$$f_{cd} := 20 \text{ MPa}$$

$$E_s := 210 \text{ GPa}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

A betonacél és beton rugalmassági modulusának a hányada:

$$\alpha_s := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.364$$

A számításához szükséges keresési tartomány maximuma:

$$x_c := 250 \text{ mm}$$

Given

Vetületi egyenlet

$$\int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz = 0$$

x_c a kereset nyomott beton zóna nagysága a szélső száltól számítva:

$$x_{c0} := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 211.026 \text{ mm}$$

Elfordulás másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_1 := \int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - x_c)^2 \cdot E_s \, dz$$

A keresztmetszet görbülete:

$$\kappa := \frac{M_{Ed}}{I_1} = 0.002325 \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

Betonba keletkező feszültség:

Acélban keletkező feszültség:

$$\sigma_s := \kappa \cdot E_s \cdot \left(\frac{d_c}{2} + r_{y2} - x_c \right) = 248.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_c := \kappa \cdot E_{cm} \cdot (x_c) = 16.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Az MSZ EN 1992 Szabvány engedélyt ad a táblázatokkal való össze hasonlításra:
Acélban keletkező feszültség hasonlíja össze táblázataiban meghatározott értékekkel.

C1.2. Repedéstágasság számítása

Betonacél átlagos nyúlása:

$$\epsilon_s := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.183 \times 10^{-3}$$

A húzott beton zóna súlypontja:

$$d := \frac{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \cdot (z) \, dz}{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \, dz} = 599.788 \text{ mm}$$

A hatékony húzott beton zóna területe meghatározása:

A függvény értelmezési tartománya:

Given

$$h_{cef} := 800 \text{ mm}$$

$$\frac{\int_{d_c - h_{c,eff}}^{d_c} b_c(z) (d_c - z) dz}{\int_{d_c - h_{c,eff}}^{d_c} b_c(z) dz} = d_c - d = h_{c,eff} = \text{Find}(h_{c,eff}) = 345.115 \text{ mm}$$

hatékony húzott öv magassága: $h_{c,eff} = 0.345 \text{ m}$

Körszellet területe:

$$A_{s,t} = \left(\int_{d_c - h_{c,eff}}^{d_c} b_c(z) dz \right) = 0.208 \text{ m}^2$$

A számított repedéstágasság:

húzott acél keresztmetszet $A_{s,t} = \int_{s_c}^{d_c} b_y(z) dz = 4806.6 \text{ mm}^2$

hatékony húzott terület $A_{c,eff} = T$

húzott acélok átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}}{E_s}$$

Húzott beton átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{cm} = 0.4 \cdot \frac{f_{ctm}}{E_{cm}}$$

bordás betéteknél csökkentő tényező

$$k_1 = 0.8$$

hajlításnál csökkentő tényező

$$k_2 = 0.5$$

repedések maximális távolsága:

$$s_{max} = 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_{y2} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}$$

$$s_{max} = 35.082 \text{ cm}$$

végleges állapotban a repedéstágasságok karakterisztikus értékkel számolva

$$w_k = \max[0.6 \cdot s_{max} \cdot \epsilon_s, s_{max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})]$$

repedéstágasságok meghatározása

$$w_k = 0.32 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$$

Nem felel meg!

C1. Cölöpök ellenőrzése repedéstágasságra 2. változat

C.1 Acélfeszültség meghatározása berepedt keresztmetszetben

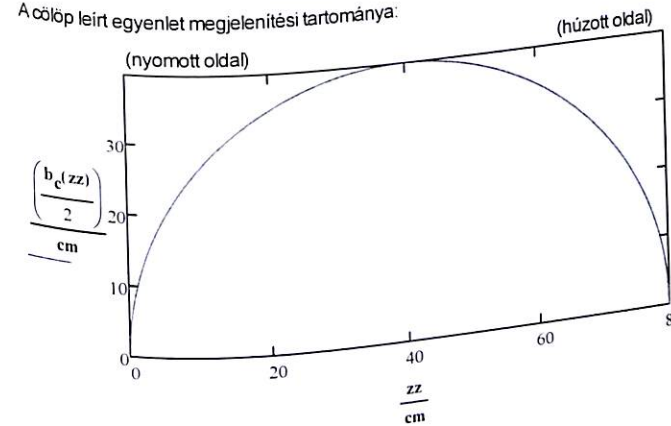
Cölöpátmérő, sugár: $d_c := 80 \text{ cm}$

Cölöp átmérő nagysága: $r_c := \frac{d_c}{2}$

A cölöp leírt egyenlete:

$$b_c(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(\frac{d_c}{2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } 0 < z < d_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

A cölöp leírt egyenlet megjelenítési tartománya: $zz := 0, 0.5 \text{ mm} \dots 800 \text{ mm}$



cölöp leírt egyenlet grafikus megjelenítése 3.ábra

Nyomott vasalás:	Átmérők	Acélok db száma:
	$\phi_{y1} := 20 \text{ mm}$	$n_{y1} := 8$
Húzott vasalás:	$\phi_{y2} := 20 \text{ mm}$	$n_{y2} := 12$
Kengyel átmérő:	$\phi_k := 10 \text{ mm}$	
Betonfedés:	$c := 25 \text{ mm}$	

Acélok kiosztási sugara (súlypontban):

Nyomott acélok:

$$r_{y1} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y1}}{2} = 355 \text{ mm}$$

Húzott acélok:

$$r_{y2} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y2}}{2} = 355 \text{ mm}$$

Acélok szétkenése homogén gyűrűvé:

-Nyomott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y1} := \frac{n_{y1} \cdot \frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y1} \cdot \pi} = 2.254 \text{ mm}$$

- Húzott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y2} := \frac{n_{y2} \cdot \frac{\phi_{y2}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y2} \cdot \pi} = 3.38 \text{ mm}$$

Acél felületének meghatározása:

$$\frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}$$

Nyomott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out1} := r_{y1} + \frac{t_{y1}}{2} \quad r_{y.in1} := r_{y1} - \frac{t_{y1}}{2}$$

Húzott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out2} := r_{y2} + \frac{t_{y2}}{2} \quad r_{y.in2} := r_{y2} - \frac{t_{y2}}{2}$$

Húzott acélok szétkent, külső és belső éle:

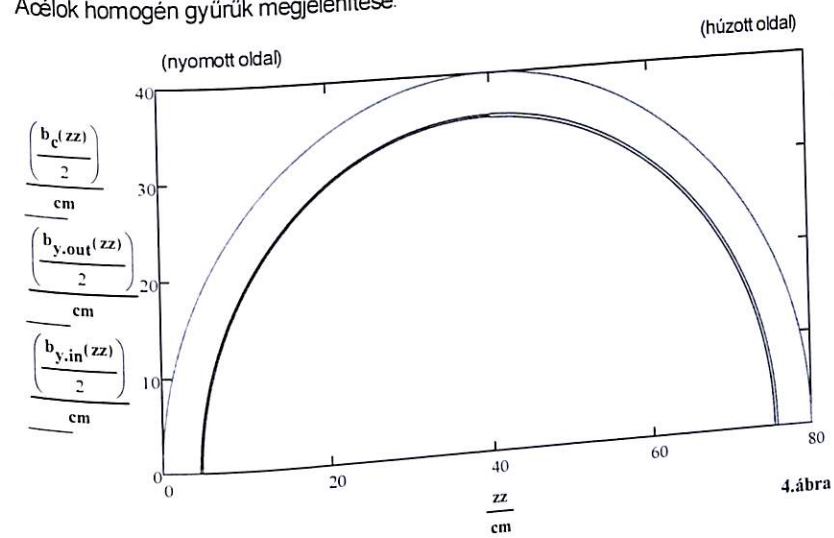
$$b_{y.out}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(r_{y.out1}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.out1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{\left(r_{y.out2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.out2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Nyomott acélok szétkent, külső és belső éle:

$$b_{y.in}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(r_{y.in1}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.in1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{\left(r_{y.in2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.in2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Az ábra $b_{y.in}(z)$ és $b_{y.out}(z)$ ezek függvényeket írja le

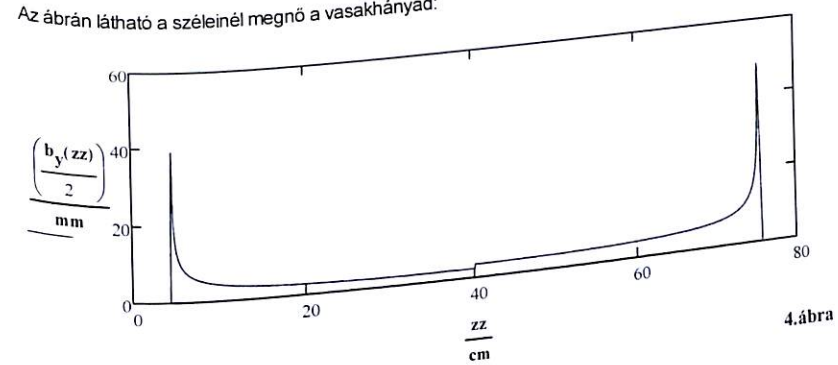
Acélok homogén gyűrűk megjelenítése:



A homogén szétkent gyűrű vasmennyiség ábra:

$$b_y(z) := b_{y.out}(z) - b_{y.in}(z)$$

Az ábrán látható a széleinél megnő a vasakhányad:



Igénybevétel repedéstágassághoz:

$$M_{Ed} := 400 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Anyagjellemzők: $f_{yd} := 435 \text{ MPa}$

$$f_{cd} := 20 \text{ MPa}$$

$$E_s := 210 \text{ GPa}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

A betonacél és beton rugalmassági modulusának a hányada:

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.364$$

A számításhoz szükséges keresési tartomány maximuma:

$$x_c := 250 \cdot \text{mm}$$

Given

Vetületi egyenlet

$$\int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz = 0$$

x_c a kereset nyomott beton zóna nagysága a szélső száltól számítva:

$$x_{c0} := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 212.243 \cdot \text{mm}$$

Elfordulás: másodrendű inerciayomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_i := \int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - x_c)^2 \cdot E_s \, dz$$

A keresztmetszet görbülete:

$$\kappa := \frac{M_{Ed}}{I_i} = 0.002107 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

Acélban keletkező feszültség:

$$\sigma_s := \kappa \cdot E_s \cdot \left(\frac{d_c}{2} + r_{y2} - x_c \right) = 240.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonba keletkező feszültség:

$$\sigma_c := \kappa \cdot E_{cm} \cdot (x_c) = 14.8 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Az MSZ EN 1992 Szabvány engedélyt ad a táblázatokkal való össze hasonlításra:
Acélban keletkező feszültség hasonlítja össze táblázatban meghatározott értékekkel.

C1.2. Repedéstágasság számítása

Betonacél átlagos nyúlása:

$$\epsilon_s := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.143 \times 10^{-3}$$

A húzott beton zóna súlypontja:

$$d := \frac{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \cdot (zz) \, dzz}{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \, dzz} = 626.417 \cdot \text{mm}$$

A hatékony húzott beton zóna területe meghatározása:

A függvény értelmezési tartománya:

Given

$$h_{c,ef} := 800 \cdot \text{mm}$$

$$\frac{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) \cdot (d_c - z) dz}{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz} = d_c - i = h_{c,ef} := \text{Find}(h_{c,ef}) = 297.398 \text{ mm}$$

hatékony húzott öv magassága: $h_{c,ef} = 0.297 \text{ m}$

Körszelet területe:

$$T := \left(\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz \right) = 0.17 \text{ m}^2$$

A számított repedéstágasság:

$$\text{húzott acél keresztmetszet} \quad A_{s,t} := \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) dz = 4660.6 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{hatékony húzott terület} \quad A_{c,eff} := T$$

húzott acélok átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}}{E_s}$$

Húzott beton átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{cm} := 0.4 \cdot \frac{f_{ctm}}{E_{cm}}$$

bordás betéteknél csökkentő tényező

$$k_1 := 0.8$$

hajlításnál csökkentő tényező

$$k_2 := 0.5$$

repedések maximális távolsága:

$$s_{rmax} := 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_{y2} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}$$

$$s_{rmax} = 20.913 \text{ cm}$$

végleges állapotban a repedéstágasságok karakterisztikus értékkel számolva

$$w_k := \max[0.6 \cdot s_{rmax} \cdot \epsilon_s, s_{rmax} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})]$$

repedéstágasságok meghatározása

$$w_k = 0.19 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$$

Megfelel!

C1. Cölöpök ellenőrzése repedéstágasságra 3. változat

C.1 Acélfeszültség meghatározása berepedt keresztmetszetben

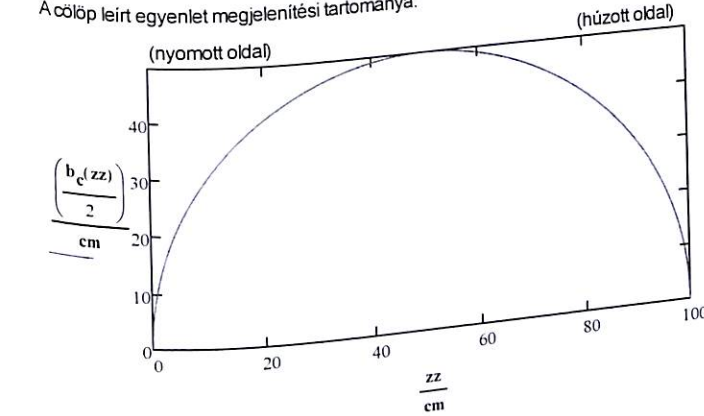
Cölöpátmérő, sugár: $d_c := 100 \text{ cm}$

Cölöp átmérő nagysága: $r_c := \frac{d_c}{2}$

A cölöp leírt egyenlete:

$$b_c(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(\frac{d_c}{2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } 0 < z < d_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

A cölöp leírt egyenlet megjelenítési tartománya: $zz := 0, 0.5 \text{ mm} \dots 1000 \text{ mm}$



cölöp leírt egyenlet grafikus megjelenítése 3. ábra

	Átmérők	Acélok db száma:
Nyomott vasalás:	$\phi_{y1} := 20 \text{ mm}$	$n_{y1} := 8$
Húzott vasalás:	$\phi_{y2} := 20 \text{ mm}$	$n_{y2} := 12$
Kengyel átmérő:	$\phi_k := 10 \text{ mm}$	
Betonfedés:	$x_x := 60 \text{ mm}$	

Acélok kiosztási sugara (súlypontban):

Nyomott acélok:

$$r_{y1} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y1}}{2} = 420 \cdot \text{mm}$$

Húzott acélok:

$$r_{y2} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y2}}{2} = 420 \cdot \text{mm}$$

Acélok szétkenése homogén gyűrűvé:

-Nyomott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y1} := \frac{n_{y1} \cdot \frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y1} \cdot \pi} = 1.905 \cdot \text{mm}$$

- Húzott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y2} := \frac{n_{y2} \cdot \frac{\phi_{y2}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y2} \cdot \pi} = 2.857 \cdot \text{mm}$$

Acél felületének meghatározása:

$$\frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}$$

Nyomott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out1} := r_{y1} + \frac{t_{y1}}{2} \quad r_{y.in1} := r_{y1} - \frac{t_{y1}}{2}$$

Húzott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out2} := r_{y2} + \frac{t_{y2}}{2} \quad r_{y.in2} := r_{y2} - \frac{t_{y2}}{2}$$

Húzott acélok szétkent, külső és belső éle:

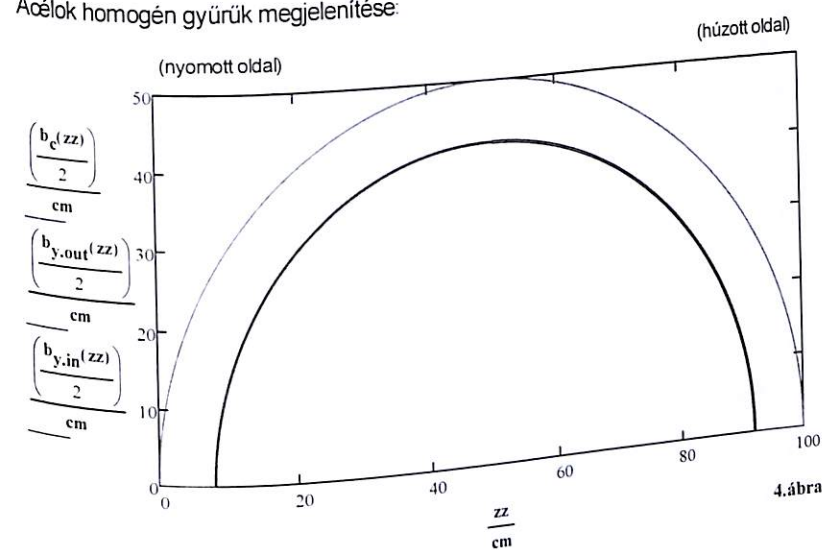
$$b_{y.out}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{(r_{y.out1})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.out1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{(r_{y.out2})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.out2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Nyomott acélok szétkent, külső és belső éle:

$$b_{y.in}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{(r_{y.in1})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.in1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{(r_{y.in2})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.in2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Az ábra $b_{y.in}(z)$ és $b_{y.out}(z)$ ezek függvényeket írja le

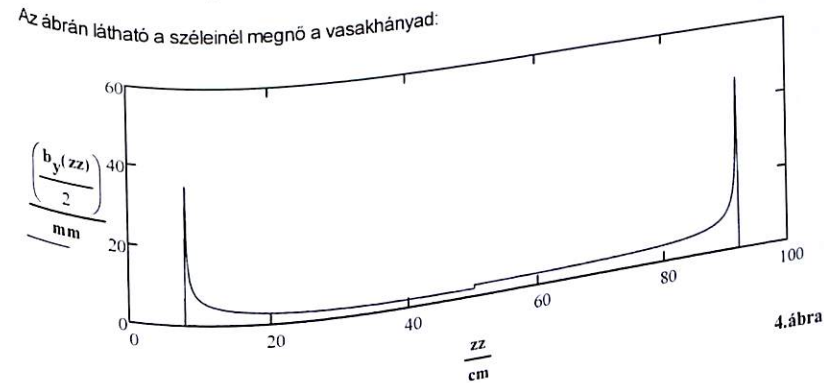
Acélok homogén gyűrűk megjelenítése:



A homogén szétkent gyűrű vasmennyiség ábra:

$$b_y(z) := b_{y.out}(z) - b_{y.in}(z)$$

Az ábrán látható a széleinél megnő a vasakhányad:



Igénybevétel repedéstágassághoz:

$$M_{Ed} := 400 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

Anyagjellemzők:

$$f_{yd} := 435 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} := 20 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

$$E_s := 210 \text{ GPa}$$

A betonacél és beton rugalmassági modulusának a hányada:

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.364$$

A számításához szükséges keresési tartomány maximuma:

$$x_c := 250 \text{ mm}$$

Given

Vetületi egyenlet

$$\int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz = 0$$

x_c a kereset nyomott beton zóna nagysága a szélső szátlól számítva:

$$x_{c0} := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 230.532 \text{ mm}$$

Elfordulás: másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_i := \int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - x_c)^2 \cdot E_s \, dz$$

A keresztmetszet görbülete:

$$\kappa := \frac{M_{Ed}}{I_i} = 0.001303 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

Acélban keletkező feszültség:

$$\sigma_s := \kappa \cdot E_s \cdot \left(\frac{d_c}{2} + r_{y2} - x_c \right) = 188.6 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonba keletkező feszültség:

$$\sigma_c := \kappa \cdot E_{cm} \cdot (x_c) = 9.9 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Az MSZ EN 1992 Szabvány engedélyt ad a táblázatokkal való össze hasonlításra:
Acélban keletkező feszültséghasonlítja össze táblázatban meghatározott értékekkel.

C1.2. Repedéstágasság számítása

Betonacél átlagos nyúlása:

$$\epsilon_s := \frac{\sigma_s}{E_s} = 8.983 \times 10^{-4}$$

A húzott beton zóna súlypontja:

$$d := \frac{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \cdot (z) \, dz}{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \, dz} = 743.18 \text{ mm}$$

A hatékony húzott beton zóna területe meghatározása:

A függvény értelmezési tartománya:

Given

$$h_{c,ef} := 800 \text{ mm}$$

$$\frac{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) \cdot (d_c - z) dz}{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz} = d_c - \epsilon = h_{c,ef} := \text{Find}(h_{c,ef}) = 443.264 \text{ mm}$$

hatékony húzott öv magassága: $h_{c,ef} = 0.443 \text{ m}$

Körszelet területe:

$$T_{\text{cs}} := \int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz = 0.336 \text{ m}^2$$

A számított repedéstágasság:

$$\text{húzott acél keresztmetszet: } A_{s,t} := \int_{x_c}^{d_c} b_s(z) dz = 4900.8 \text{ mm}^2$$

hatékony húzott terület

$$A_{c,eff} := T$$

húzott acélok átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}}{E_s}$$

Húzott beton átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{cm} := 0.4 \cdot \frac{f_{ctm}}{E_{cm}}$$

bordás betéteknél csökkentő tényező

$$k_1 := 0.8$$

hajlításnál csökkentő tényező

$$k_2 := 0.5$$

repedések maximális távolsága:

$$s_{rmax} := 3.4 \text{ cm} + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_{s2} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}$$

$$s_{rmax} = 43.717 \text{ cm}$$

végleges állapotban a repedéstágasságok karakterisztikus értékkel számolva

$$w_k := \max[0.6 \cdot s_{rmax} \cdot \epsilon_s \cdot s_{rmax} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})]$$

repedéstágasságok meghatározása

$$w_k = 0.24 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$$

Megfelel!

C1. Cölöpök ellenőrzése repedéstágasságra 4. változat

C.1 Acélfeszültség meghatározása berepedt keresztmetszetben

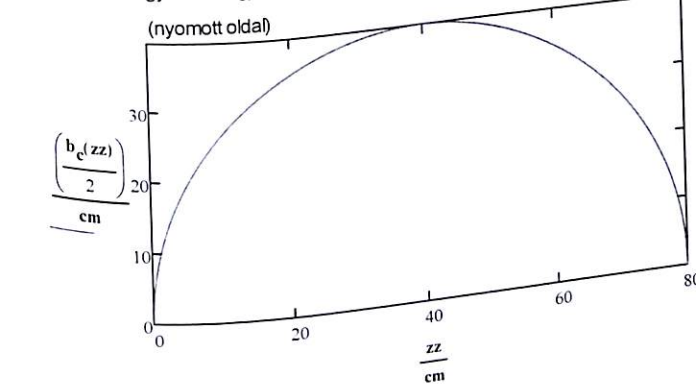
Cölöpátmérő, sugár: $d_c := 80 \text{ cm}$

Cölöp átmérő nagysága: $r_c := \frac{d_c}{2}$

A cölöp leírt egyenlete:

$$b_c(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(\frac{d_c}{2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } 0 < z < d_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

A cölöp leírt egyenlet megjelenítési tartománya:



cölöp leírt egyenlet grafikus megjelenítése 3. ábra

Nyomott vasalás:

Átmérők
 $\phi_{y1} := 20 \text{ mm}$

Acélok db száma:
 $n_{y1} := 8$

Húzott vasalás:

$\phi_{y2} := 22 \text{ mm}$

$n_{y2} := 12$

Kengyel átmérő:

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

Betonfedés:

$c_{min} := 60 \text{ mm}$

Acélok kiosztási sugara (súlypontban):

Nyomott acélok:

$$r_{y1} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y1}}{2} = 320 \cdot \text{mm}$$

Húzott acélok:

$$r_{y2} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y2}}{2} = 319 \cdot \text{mm}$$

Acélok szétkenése homogén gyűrűvé:

-Nyomott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y1} := \frac{n_{y1} \cdot \frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y1} \cdot \pi} = 2.5 \cdot \text{mm}$$

- Húzott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y2} := \frac{n_{y2} \cdot \frac{\phi_{y2}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y2} \cdot \pi} = 4.552 \cdot \text{mm}$$

Acél felületének meghatározása:

$$\frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}$$

Nyomott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out1} := r_{y1} + \frac{t_{y1}}{2} \quad r_{y.in1} := r_{y1} - \frac{t_{y1}}{2}$$

Húzott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out2} := r_{y2} + \frac{t_{y2}}{2} \quad r_{y.in2} := r_{y2} - \frac{t_{y2}}{2}$$

Húzott acélok szétkent, külső és belső éle:

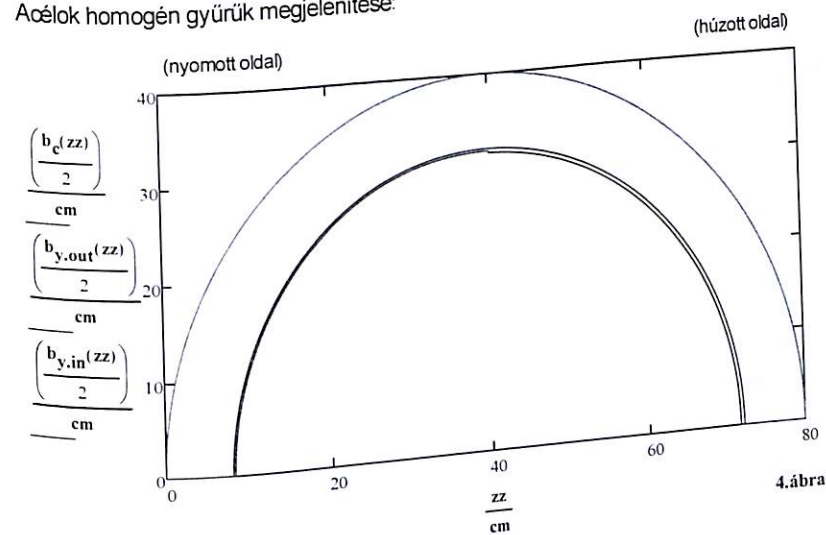
$$b_{y.out}(z) := \begin{cases} \sqrt{\left(r_{y.out1}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.out1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{\left(r_{y.out2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.out2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Nyomott acélok szétkent, külső és belső éle:

$$b_{y.in}(z) := \begin{cases} \sqrt{\left(r_{y.in1}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.in1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{\left(r_{y.in2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.in2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Az ábra $b_{y.in}(z)$ és $b_{y.out}(z)$ ezek függvényeket írja le

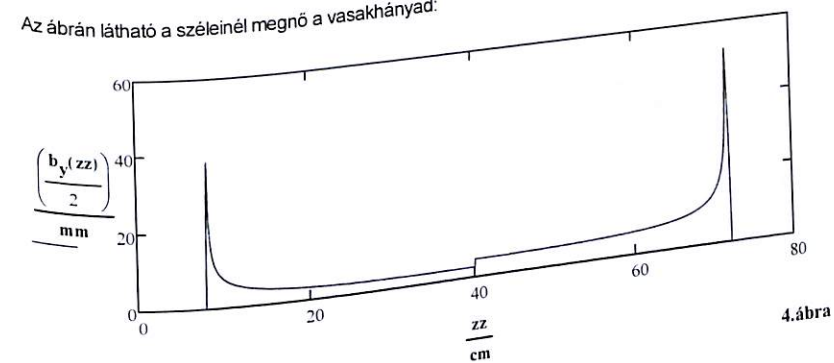
Acélok homogén gyűrűk megjelenítése:



A homogén szétkent gyűrű vasmennyiség ábra:

$$b_y(z) := b_{y.out}(z) - b_{y.in}(z)$$

Az ábrán látható a széleinél megnő a vasakhányad:



Igénybevétel repedéstágassághoz:

$$M_{Ed} := 400 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Anyagjellemzők: $f_{yd} := 435 \text{ MPa}$

$$f_{cd} := 20 \text{ MPa}$$

$$E_s := 210 \text{ GPa}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

A betonacél és beton rugalmassági modulusának a hányada:

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.364$$

A számításához szükséges keresési tartomány maximuma:

$$x_c := 250 \cdot \text{mm}$$

Given

Vetületi egyenlet:

$$\int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz = 0$$

x_c a kereset nyomott beton zóna nagysága a szélső száttól számítva:

$$x_{c,0} := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 223.641 \cdot \text{mm}$$

Elfordulás: másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_i := \int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - x_c)^2 \cdot E_s \, dz$$

A keresztmetszet görbülete:

$$\kappa := \frac{M_{Ed}}{I_i} = 0.002021 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

Acélban keletkező feszültség:

$$\sigma_s := \kappa \cdot E_s \cdot \left(\frac{d_c}{2} + r_{y2} - x_c \right) = 210.2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonba keletkező feszültség:

$$\sigma_c := \kappa \cdot E_{cm} \cdot (x_c) = 14.9 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Az MSZ EN 1992 Szabvány engedélyt ad a táblázatokkal való össze hasonlításra:
Acélban keletkező feszültség hasonlítja össze táblázatban meghatározott értékekkel.

C1.2. Repedéstágasság számítása

Betonacél átlagos nyúlása:

$$\epsilon_s := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.001 \times 10^{-3}$$

A húzott beton zóna súlypontja:

$$d := \frac{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - z_c) \, dz}{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \, dz} = 601.79 \cdot \text{mm}$$

A hatékony húzott beton zóna területe meghatározása:

A függvény értelmezési tartománya:

Given

$$h_{c,ef} := 800 \cdot \text{mm}$$

$$\frac{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) (d_c - z) dz}{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz} = d_c - \epsilon = h_{c,ef} := \text{Find}(h_{c,ef}) = 341.498 \text{ mm}$$

hatékony húzott öv magassága: $h_{c,ef} = 0.341 \text{ m}$

Körszelet területe:

$$T_w := \left(\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz \right) = 0.205 \text{ m}^2$$

A számított repedéstágasság:

húzott acél keresztmetszet: $A_{s,t} := \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) dz = 5469.7 \text{ mm}^2$

hatékony húzott terület: $A_{c,eff} := T$

húzott acélok átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}}{E_s}$$

Húzott beton átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{cm} := 0.4 \cdot \frac{f_{ctm}}{E_{cm}}$$

bordás betétekneli csökkentő tényező

$$k_1 := 0.8$$

hajlításnál csökkentő tényező

$$k_2 := 0.5$$

repedések maximális távolsága:

$$s_{rmax} := 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_y 2 \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}$$

$$s_{rmax} = 34.396 \text{ cm}$$

végleges állapotban a repedéstágasságok karakterisztikus értékkel számolva

$$W_k := \max[0.6 \cdot s_{rmax} \cdot \epsilon_s \cdot s_{rmax} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})]$$

repedéstágasságok meghatározása

$$W_k = 0.26 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$$

Megfelel!

C2. Cölöpök ellenőrzése repedéstágasságra 1. változat

C.1 Acélfeszültség meghatározása berepedt keresztmetszetben

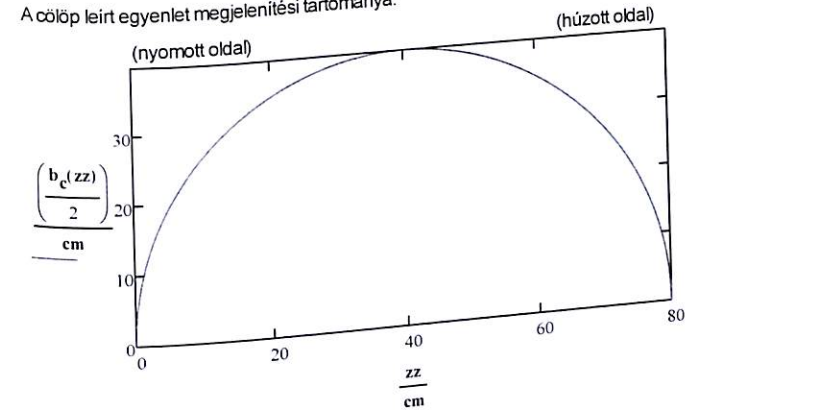
Cölöpátmérő, sugár: $d_c := 80 \text{ cm}$

Cölöp átmérő nagysága: $r_c := \frac{d_c}{2}$

A cölöp leírt egyenlete:

$$b_c(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(\frac{d_c}{2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } 0 < z < d_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

A cölöp leírt egyenlet megjelenítési tartománya:



cölöp leírt egyenlet grafikus megjelenítése 3.ábra

	Átmérők	Acélok db száma:
Nyomott vasalás:	$\phi_{y1} := 32 \text{ mm}$	$n_{y1} := 10$
Húzott vasalás:	$\phi_{y2} := 32 \text{ mm}$	$n_{y2} := 10$
Kengyel átmérő:	$\phi_k := 10 \text{ mm}$	
Betonfedés:	$s_{xx} := 60 \text{ mm}$	

Acélok kiosztási sugara (súlypontban):

Nyomott acélok:

$$r_{y1} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y1}}{2} = 314 \cdot \text{mm}$$

Húzott acélok:

$$r_{y2} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y2}}{2} = 314 \cdot \text{mm}$$

Acélok szétkenése homogén gyűrűvé:

-Nyomott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y1} := \frac{n_{y1} \cdot \frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y1} \cdot \pi} = 8.153 \cdot \text{mm}$$

- Húzott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y2} := \frac{n_{y2} \cdot \frac{\phi_{y2}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y2} \cdot \pi} = 8.153 \cdot \text{mm}$$

Acél felületének meghatározása:

$$\frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}$$

Nyomott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out1} := r_{y1} + \frac{t_{y1}}{2} \quad r_{y.in1} := r_{y1} - \frac{t_{y1}}{2}$$

Húzott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out2} := r_{y2} + \frac{t_{y2}}{2} \quad r_{y.in2} := r_{y2} - \frac{t_{y2}}{2}$$

Húzott acélok szétkent, külső és belső éle:

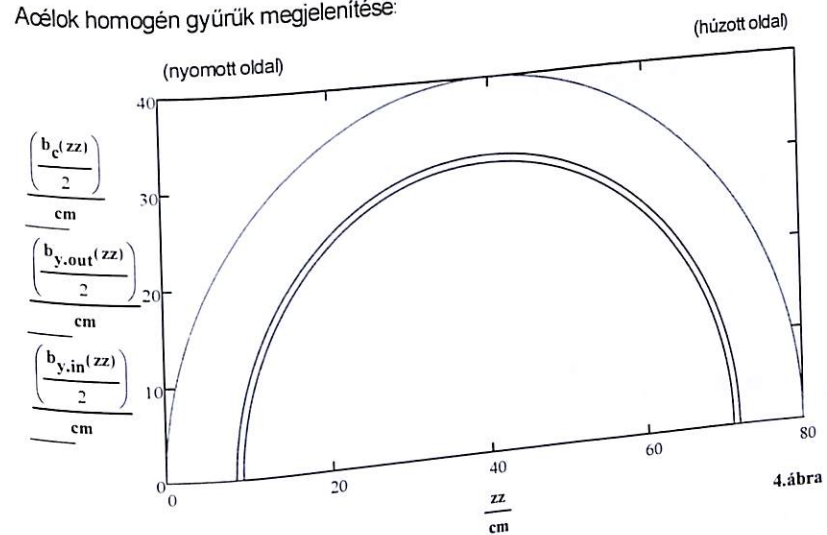
$$b_{y.out}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{(r_{y.out1})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.out1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{(r_{y.out2})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.out2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Nyomott acélok szétkent, külső és belső éle:

$$b_{y.in}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{(r_{y.in1})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.in1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{(r_{y.in2})^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.in2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Az ábra $b_{y.in}(z)$ és $b_{y.out}(z)$ ezek függvényeket írja le

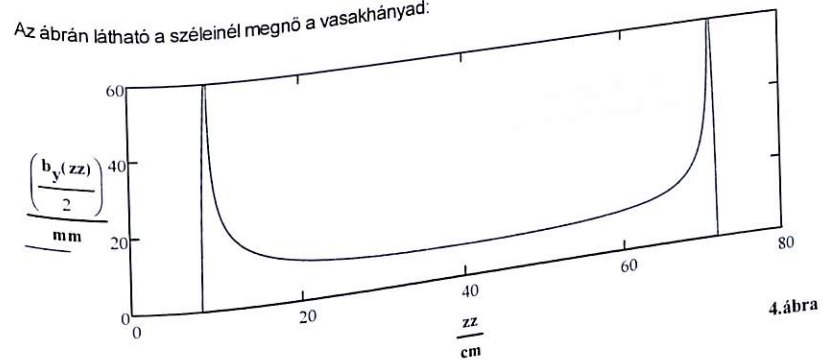
Acélok homogén gyűrűk megjelenítése:



A homogén szétkent gyűrű vasmenyiség ábra:

$$b_y(z) := b_{y.out}(z) - b_{y.in}(z)$$

Az ábrán látható a széleinél megnő a vasakhányad:



Igénybevétel repedéstágassághoz:

$$M_{Ed} = 900 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

Anyagjellemzők: $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$$

$$E_s = 210 \text{ GPa}$$

A betonacél és beton rugalmassági modulusának a hányada:

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.364$$

A számításához szükséges keresési tartomány maximuma:

$$x_c := 500 \cdot \text{mm}$$

Given

Vetületi egyenlet:

$$\int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz = 0$$

xc a kereset nyomott beton zóna nagysága a szélső száltól számítva:

$$x_{c0} := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 256.240 \cdot \text{mm}$$

Elfordulás: másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_i := \int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - x_c)^2 \cdot E_s \, dz$$

A keresztmetszet görbülete:

$$\kappa := \frac{M_{Ed}}{I_i} = 0.002430 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

Acélban keletkező feszültség:

$$\sigma_s := \kappa \cdot E_s \cdot \left(\frac{d_c}{2} + r_{y2} - x_c \right) = 233.6 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonba keletkező feszültség:

$$\sigma_c := \kappa \cdot E_{cm} \cdot (x_c) = 20.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Az MSZ EN 1992 Szabvány engedélyt ad a táblázatokkal való össze hasonlításra:
Acélban keletkező feszültség hasonlítva össze táblázatban meghatározott értékekkel.

C1.2. Repedéstágasság számítása

Betonacél átlagos nyúlása:

$$\epsilon_s := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.112 \times 10^{-3}$$

A húzott beton zóna súlypontja:

$$d := \frac{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - z_c) \, dz}{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \, dz} = 600.017 \cdot \text{mm}$$

A hatékony húzott beton zóna területe meghatározása:

A függvény értelmezési tartománya:

Given

$$h_{c,ef} := 800 \cdot \text{mm}$$

$$\frac{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) (d_c - z) dz}{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz} = d_c - \epsilon = h_{c,ef} := \text{Find}(h_{c,ef}) = 344.701 \cdot \text{mm}$$

hatékony húzott öv magassága: $h_{c,ef} = 0.345 \text{ m}$

Körszelet területe:

$$T_{s,c} := \left(\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz \right) = 0.207 \text{ m}^2$$

A számított repedéstágasság:

$$\text{húzott acél keresztmetszet} \quad A_{s,t} := \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) dz = 10484.4 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{hatékony húzott terület} \quad A_{c,eff} := T$$

húzott acélok átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm} \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}}{E_s}$$

Húzott beton átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{cm} := 0.4 \frac{f_{ctm}}{E_{cm}}$$

bordás betéteknel csökknető tényező

$$k_1 := 0.8$$

hajlításnál csökknető tényező

$$k_2 := 0.5$$

repedések maximális távolsága:

$$s_{rmax} := 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_{y2} \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}$$

$$s_{rmax} = 31.152 \cdot \text{cm}$$

végleges állapotban a repedéstágasságok karakterisztikus értékkel számolva

$$w_k := \max[0.6 \cdot s_{rmax} \cdot \epsilon_s, s_{rmax} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})]$$

repedéstágasságok meghatározása

$$w_k = 0.30 \cdot \text{mm} < 0.3 \text{ mm}$$

Megfelel!

C2. Cölöpök ellenőrzése repedéstágasságra 1. változat

C.1 Acélfeszültség meghatározása berepedt keresztmetszetben

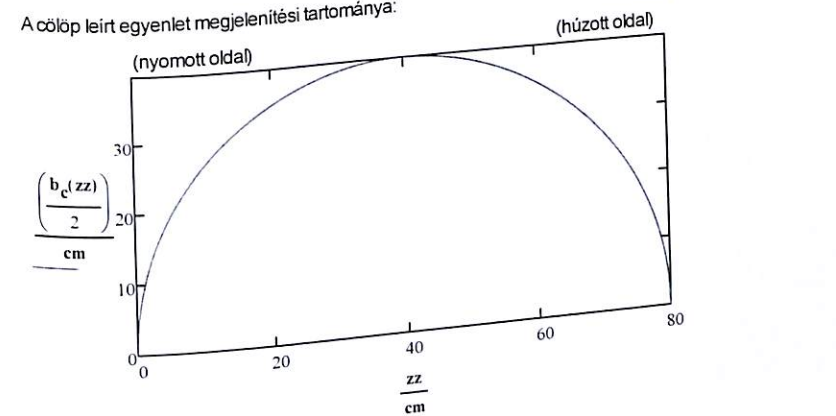
Cölöpátmérő, sugár: $d_c := 80 \text{ cm}$

Cölöp átmérő nagysága: $r_c := \frac{d_c}{2}$

A cölöp leírt egyenlete:

$$b_c(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(\frac{d_c}{2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } 0 < z < d_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

A cölöp leírt egyenlet megjelenítési tartománya:



cölöp leírt egyenlet grafikus megjelenítése 3. ábra

	Átmérők	Acélok db száma:
Nyomott vasalás:	$\phi_{y1} := 32 \text{ mm}$	$n_{y1} := 14$
Húzott vasalás:	$\phi_{y2} := 32 \text{ mm}$	$n_{y2} := 10$
Kengyel átmérő:	$\phi_k := 10 \cdot \text{mm}$	
Betonfedés:	$c_{\text{bet}} := 60 \cdot \text{mm}$	

Acélok kiosztási sugara (súlypontban):

Nyomott acélok:

$$r_{y1} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y1}}{2} = 314 \cdot \text{mm}$$

Húzott acélok:

$$r_{y2} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y2}}{2} = 314 \cdot \text{mm}$$

Acélok szétkenése homogén gyűrűvé:

-Nyomott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y1} := \frac{n_{y1} \cdot \frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y1} \cdot \pi} = 11.414 \cdot \text{mm}$$

- Húzott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y2} := \frac{n_{y2} \cdot \frac{\phi_{y2}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y2} \cdot \pi} = 8.153 \cdot \text{mm}$$

Acél felületének meghatározása:

$$\frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}$$

Nyomott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out1} := r_{y1} + \frac{t_{y1}}{2} \quad r_{y.in1} := r_{y1} - \frac{t_{y1}}{2}$$

Húzott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out2} := r_{y2} + \frac{t_{y2}}{2} \quad r_{y.in2} := r_{y2} - \frac{t_{y2}}{2}$$

Húzott acélok szétkent, külső és belső éle:

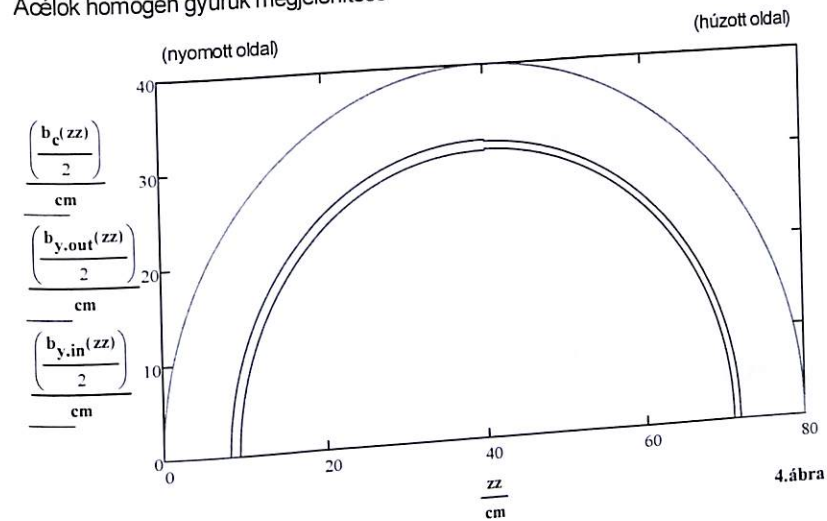
$$b_{y.out}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(r_{y.out1}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.out1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{\left(r_{y.out2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.out2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Nyomott acélok szétkent, külső és belső éle:

$$b_{y.in}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(r_{y.in1}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.in1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{\left(r_{y.in2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.in2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Az. ábra $b_{y.in}(z)$ és $b_{y.out}(z)$ ezek függvényeket írja le

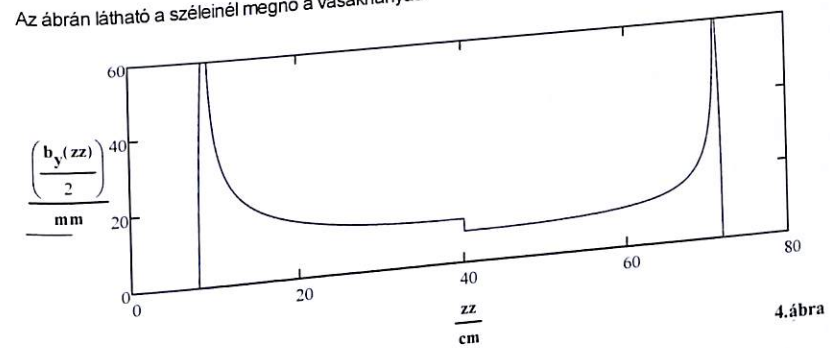
Acélok homogén gyűrűk megjelenítése:



A homogén szétkent gyűrű vasmennyiség ábra:

$$b_y(z) := b_{y.out}(z) - b_{y.in}(z)$$

Az ábrán látható a széleinél megnő a vasakhányad:



Igénybevétel repedéstágassághoz:

$$M_{Ed} := 900 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Anyagjellemzők: $f_{yd} := 435 \text{ MPa}$

$$f_{cd} := 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

$$E_s := 210 \text{ GPa}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

A betonacél és beton rugalmassági modulusának a hányada:

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.364$$

A számításához szükséges keresési tartomány maximuma:

$$x_c := 500 \cdot \text{mm}$$

Given

Vetületi egyenlet:

$$\int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s \, dz = 0$$

x_c a kereset nyomott beton zóna nagysága a szélső száltól számítva:

$$x_{c0} := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 251.827 \cdot \text{mm}$$

Elfordulás: másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_i := \int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_s \, dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - x_c)^2 \cdot E_s \, dz$$

A keresztmetszet görbülete:

$$\kappa := \frac{M_{Ed}}{I_i} = 0.002366 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

Acélban keletkező feszültség:

$$\sigma_s := \kappa \cdot E_s \cdot \left(\frac{d_c}{2} + r_{y2} - x_c \right) = 229.6 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonba keletkező feszültség:

$$\sigma_c := \kappa \cdot E_{cm} \cdot (x_c) = 19.7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Az MSZ EN 1992 Szabvány engedélyt ad a táblázatokkal való össze hasonlításra:
Acélban keletkező feszültség hasonlítja össze táblázatban meghatározott értékekkel.

C1.2. Repedéstágasság számítása

Betonacél átlagos nyúlása:

$$\epsilon_s := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.093 \times 10^{-3}$$

A húzott beton zóna súlypontja:

$$d := \frac{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \cdot (z) \, dz}{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \, dz} = 599.94 \cdot \text{mm}$$

A hatékony húzott beton zóna területe meghatározása:

A függvény értelmezési tartománya:

Given

$$h_{c,ef} := 800 \cdot \text{mm}$$

$$\frac{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) \cdot (d_c - z) dz}{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz} = d_c - \epsilon = h_{c,ef} := \text{Find}(h_{c,ef}) = 344.84 \text{ mm}$$

hatékony húzott öv magassága: $h_{c,ef} = 0.345 \text{ m}$

Körszelet területe:

$$T := \int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz = 0.207 \text{ m}^2$$

A számított repedéstágasság:

$$\text{húzott acél keresztmetszet} \quad A_{s,t} := \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) dz = 11554.4 \text{ mm}^2$$

$$\text{hatékony húzott terület} \quad A_{c,eff} := T$$

húzott acélok átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}}{E_s}$$

Húzott beton átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{cm} := 0.4 \cdot \frac{f_{ctm}}{E_{cm}}$$

bordás betéteknel csökkentő tényező

$$k_1 := 0.8$$

hajlításnál csökkentő tényező

$$k_2 := 0.5$$

repedések maximális távolsága:

$$s_{rmax} := 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_{y2} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}$$

$$s_{rmax} = 30.162 \text{ cm}$$

végleges állapotban a repedéstágasságok karakterisztikus értékkel számolva

$$W_k := \max[0.6 \cdot s_{rmax} \cdot \epsilon_s, s_{rmax} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})]$$

repedéstágasságok meghatározása

$$W_k = 0.29 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$$

Megfelel!

C1. Cölöpök ellenőrzése repedéstágasságra 1. változat

C.1 Acélfeszültség meghatározása berepedt keresztmetszetben

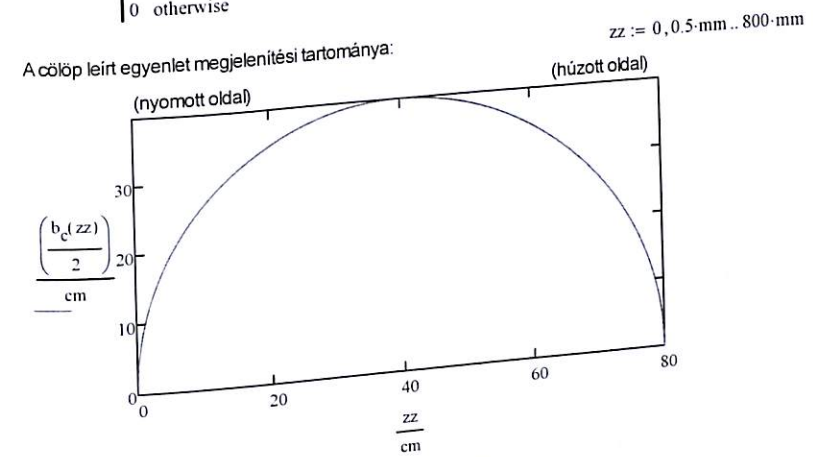
Cölöpátmérő, sugár: $d_c := 80 \text{ cm}$

Cölöp átmérő nagysága: $r_c := \frac{d_c}{2}$

A cölöp leírt egyenlete:

$$b_c(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(\frac{d_c}{2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } 0 < z < d_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

A cölöp leírt egyenlet megjelenítési tartománya:



cölöp leírt egyenlet grafikus megjelenítése 3. ábra

Nyomott vasalás:

Átmérők
 $\phi_{y1} := 20 \text{ mm}$

Acélok db száma:
 $n_{y1} := 8$

Húzott vasalás:

$\phi_{y2} := 20 \text{ mm}$

$n_{y2} := 12$

Kengyel átmérő:

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

Betonfedés:

$s_{\text{bet}} := 60 \text{ mm}$

Acélok kiosztási sugara (súlypontban):

Nyomott acélok:

$$r_{y1} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y1}}{2} = 320 \text{ mm}$$

Húzott acélok:

$$r_{y2} := \frac{d_c}{2} - c - \phi_k - \frac{\phi_{y2}}{2} = 320 \text{ mm}$$

Acélok szétkenése homogén gyűrűvé:

-Nyomott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y1} := \frac{n_{y1} \cdot \frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y1} \cdot \pi} = 2.5 \text{ mm}$$

- Húzott homogén gyűrű vastagsága:

$$t_{y2} := \frac{n_{y2} \cdot \frac{\phi_{y2}^2 \cdot \pi}{4}}{r_{y2} \cdot \pi} = 3.75 \text{ mm}$$

Acél felületének meghatározása:

$$\frac{\phi_{y1}^2 \cdot \pi}{4}$$

Nyomott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out1} := r_{y1} + \frac{t_{y1}}{2} \quad r_{y.in1} := r_{y1} - \frac{t_{y1}}{2}$$

Húzott acélok szétkent gyűrűjének, külső és belső vonala:

$$r_{y.out2} := r_{y2} + \frac{t_{y2}}{2} \quad r_{y.in2} := r_{y2} - \frac{t_{y2}}{2}$$

Húzott acélok szétkent, külső és belső éle:

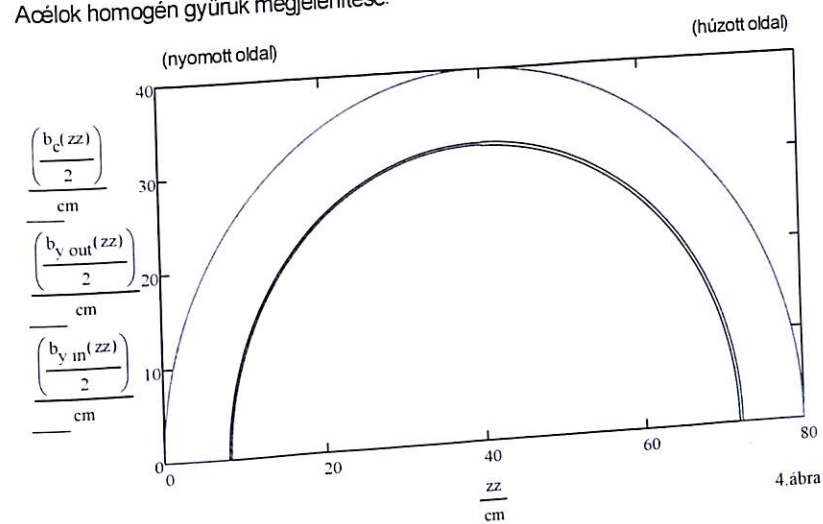
$$b_{y.out}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(r_{y.out1}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.out1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{\left(r_{y.out2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.out2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Nyomott acélok szétkent, külső és belső éle:

$$b_{y.in}(z) := 2 \cdot \begin{cases} \sqrt{\left(r_{y.in1}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} - r_{y.in1} < z \leq \frac{d_c}{2} \\ \sqrt{\left(r_{y.in2}\right)^2 - \left(z - \frac{d_c}{2}\right)^2} & \text{if } \frac{d_c}{2} < z < \frac{d_c}{2} + r_{y.in2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Az ábra $b_{y.in}(z)$ és $b_{y.out}(z)$ ezek függvényeket írja le

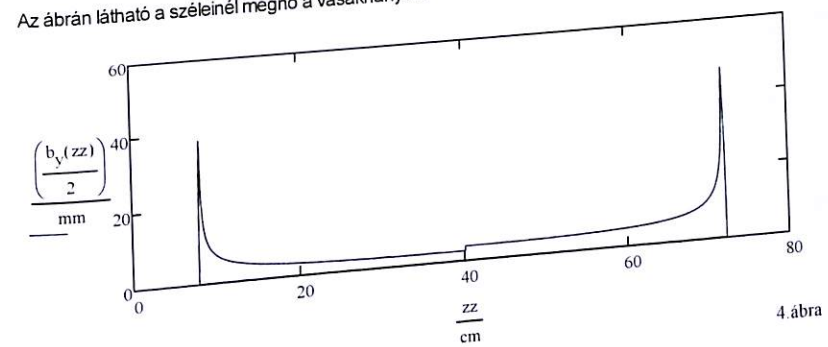
Acélok homogén gyűrűk megjelenítése:



A homogén szétkent gyűrű vasmenyiség ábra:

$$b_y(z) := b_{y.out}(z) - b_{y.in}(z)$$

Az ábrán látható a széleinél megnő a vasakhányad:



Igénybevétel repedéstágassághoz:

$$M_{Ed} := 400 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Anyagjellemzők: $f_{yd} := 435 \text{ MPa}$

$$f_{cd} := 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$$

$$E_s := 210 \text{ GPa}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

A betonacél és beton rugalmassági modulusának a hányada:

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.364$$

A számításához szükséges keresési tartomány maximuma:

$$x_c := 250 \text{ mm}$$

Given

Vetületi egyenlet

$$\int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (x_c - z) \cdot E_s dz = 0$$

x_c a kereset nyomott beton zóna nagysága a szélső száttól számítva:

$$x_{c0} := \text{Find}(x_c)$$

$$x_c = 211.026 \text{ mm}$$

Elfordulás:másodrendű inercianyomatéka a súlyponti tengelyre:

$$I_1 := \int_0^{x_c} b_c(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_{cm} + b_y(z) \cdot (x_c - z)^2 \cdot E_s dz + \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - x_c)^2 \cdot E_s dz$$

A keresztmetszet görbülete:

$$\kappa := \frac{M_{Ed}}{I_1} = 0.002325 \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

Acélban keletkező feszültség:

$$\sigma_s := \kappa \cdot E_s \cdot \left(\frac{d_c}{2} + r_{y2} - x_c \right) = 248.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Betonba keletkező feszültség:

$$\sigma_c := \kappa \cdot E_{cm} \cdot (x_c) = 16.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Az MSZ EN 1992 Szabvány engedélyt ad a táblázatokkal való össze hasonlításra:
Acélban keletkező feszültséghasonlíja össze táblázatban meghatározott értékekkel.

C1.2. Repedéstágasság számítása

Betonacél átlagos nyúlása:

$$\epsilon_s := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.183 \times 10^{-3}$$

A húzott beton zóna súlypontja:

$$d := \frac{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) \cdot (z - \frac{d_c}{2}) dz}{\int_{\frac{d_c}{2}}^{d_c} b_y(z) dz} = 599.788 \text{ mm}$$

A hatékony húzott beton zóna területe meghatározása:

A függvény értelmezési tartománya:

Given

$$h_{cef} := 800 \text{ mm}$$

$$\frac{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) (d_c - z) dz}{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz} = d_c - d = h_{c,ef} = \text{Find}(h_{c,ef}) = 345.115 \text{ mm}$$

hatékony húzott öv magassága: $h_{c,ef} = 0.345 \text{ m}$

Körszelet területe:

$$I_{yy} = \left(\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz \right) = 0.208 \text{ m}^2$$

A számított repedéstágasság:

húzott acél keresztmetszet $A_{s,t} := \int_{x_c}^{d_c} b_y(z) dz = 4806.6 \text{ mm}^2$

hatékony húzott terület $A_{c,eff} := T$

húzott acélok átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s - 0.4 f_{ctm} \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}}{E_s}$$

Húzott beton átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{cm} := 0.4 \frac{f_{ctm}}{E_{cm}}$$

bordás betéteknel csökkentő tényező

$$k_1 := 0.8$$

hajlításnál csökkentő tényező

$$k_2 := 0.5$$

repedések maximális távolsága:

$$s_{max} := 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_y^2 \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}$$

$$s_{max} = 35.082 \text{ cm}$$

végleges állapotban a repedéstágasságok karakterisztikus értékkel számolva

$$W_k := \max \left[0.6 \cdot s_{max} \cdot \epsilon_s, s_{max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \right]$$

repedéstágasságok meghatározása

$$W_k = 0.32 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$$

New test: 11001

$$\frac{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) \cdot (d_c - z) dz}{\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz} = d_c - d = h_{c,ef} = \text{Find}(h_{c,ef}) = 345.115 \text{ mm}$$

hatékony húzott öv magassága: $h_{c,ef} = 0.345 \text{ m}$

Körszellet területe:

$$I_{yy} = \left(\int_{d_c - h_{c,ef}}^{d_c} b_c(z) dz \right) = 0.208 \text{ m}^2$$

A számított repedéstágasság:

húzott acél keresztmetszet: $A_{s,t} := \int_{s_c}^{d_c} b_y(z) dz = 4806.6 \text{ mm}^2$

hatékony húzott terület: $A_{c,eff} := T$

húzott acélok átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}}{E_s}$$

Húzott beton átlagos nyúlása repedések között, beton figyelembevételével

$$\epsilon_{cm} := 0.4 \cdot \frac{f_{ctm}}{E_{cm}}$$

bordás betéteknél csökkentő tényező

$$k_1 := 0.8$$

hajlításnál csökkentő tényező

$$k_2 := 0.5$$

repedések maximális távolsága:

$$s_{max} := 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi_y \cdot 2 \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_{s,t}}$$

$$s_{max} = 35.082 \text{ cm}$$

végleges állapotban a repedéstágasságok karakterisztikus értékkel számolva

$$w_k := \max[0.6 \cdot s_{max} \cdot \epsilon_s, s_{max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})]$$

repedéstágasságok meghatározása

$$w_k = 0.32 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$$

Nem felel meg!