

**Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Geotechnika Szakcsoport**

Geotechnikai Tervdokumentáció

**Budapest, XIII. kerület Móricz Zs. utca 12. szám alatti
irodaépület résfalas munkatérhatárolása**

Készítette:

Kelemen Imre

Belső konzulens:

Kecskés Gábor

Külső konzulens:

Czap Zoltán

Budapest

2015

TARTALOMJEGYZÉK

1. MEGBÍZÁS.....	4
2. ELŐZMÉNYEK, KIINDULÁSI ADATOK.....	4
3. GEOTECHNIKAI INFORMÁCIÓK BEMUTATÁSA.....	5
3.1. HELYSZÍNI ADOTTSÁGOK	5
3.2. ÁLTALÁNOS FÖLDTANI ÉS ÉPÍTÉS-FÖLDTANI VISZONYOK	5
3.3. FÖLDTANI-SZERKEZETI ADOTTSÁGOK, TEKTONIZMUS, SZEIZMICITÁS	5
3.4. FELSZÍNI FÖLDTANI ÉS HIDROGEOLOGIAI FOLYAMATOK.....	7
3.5. TEREPI VIZSGÁLATOK	7
3.6. LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK	8
4. GEOTECHNIKAI INFORMÁCIÓK KIÉRTÉKELÉSE	9
4.1. A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK FELDOLGOZÁSA	9
4.2. A FELTÁRT RÉTEGEK RÉSZLETES ISMERTETÉSE.....	9
4.3. METEOROLÓGIAI, HIDROLÓGIAI ÉS HIDROGEOLOGIAI INFORMÁCIÓK	10
4.4. LOKÁLIS JELENSÉGEK.....	10
4.5. RÉTEGFELÉPÍTÉS, TALAJMODELL	10
4.6. JAVASOLT TOVÁBBI FELADATOK ÉS VIZSGÁLATOK	10
4.7. A TERVEZETT LÉTESÍTMÉNY ÉS A 3-AS METRÓ KÖLCSÖNHATÁSÁNAK VIZSGÁLATA	11
4.8. A MUNKATÉR HATÁROLÁSÁNAK LEHETSÉGES MÓDJAI	11
5. ÖSSZEFOGLALÁS, KIÉRTÉKELÉS, AJÁNLÁSOK.....	20
5.1. AZ EGYEZTETÉSEK EREDMÉNYEI	20
5.2. A GEOTECHNIKAI KATEGÓRIA MEGHATÁROZÁSA.....	20
5.3. A KÖRNYEZETI VISZONYOK ÖSSZEFOGLALÁSA, KIÉRTÉKELÉSE.....	20
5.4. ÉPÍTÉSALKALMASSÁGI VIZSGÁLAT	20
5.5. A TERVEZÉS ÉS A KIVITELEZÉS GEOTECHNIKAI FELADATAI	21
6. GEOTECHNIKAI SZERKEZETEK TERVEZÉSE, KIVITELEZÉSE	21
6.1. TERVEZÉSI KÖVETELMÉNYEK, KRITÉRIUMOK	21
6.2. ALKALMAZOTT TALAJMODELL, TALAJFIZIKAI JELLEMZŐK.....	22
6.3. TERVEZÉSI ÁLLAPOTOK, SZÁMÍTÁSOK, MÉRETEZÉSEK	22
6.4. SZERKEZETEK KIALAKÍTÁSA, ÉPÍTÉSE	28
7. AZ ÉPÍTÉS KÖZBENI ÉS UTÁNI FELADATOK.....	28
7.1. TECHNOLÓGIA, ÉPÍTÉSI SORREND, ORGANIZÁCIÓ	28
7.2. BIZTONSÁGTECHNIKA	28
7.3. KÖRNYEZETVÉDELEM	29
7.4. MINŐSÉGELLENŐRZÉS	29
7.5. MŰSZAKI FELÜGYELET, ELLENŐRZÉS, MEGFIGYELÉS (MONITORING)	29
7.6. FENNTARTÁS, KARBANTARTÁS, ÜZEMELÉS.....	30
8. KIEGÉSZÍTŐ ADATOK, INFORMÁCIÓK.....	30

M E L L É K L E T E K

Átnézeti helyszínrajz	GT-01	1 lap
Helyszínrajz	GT-02	1 lap
2-2 jelű rétegszelvény	GT-03	1 lap
2. F. jelű fúrászelvény	GT-04	1 lap
Résarmatúra és horgonykiosztás	GT-05	1 lap
A1 jelű réstábla vasalási terve	GT-06	1 lap
A2 jelű réstábla vasalási terve	GT-07	1 lap

1. MEGBÍZÁS

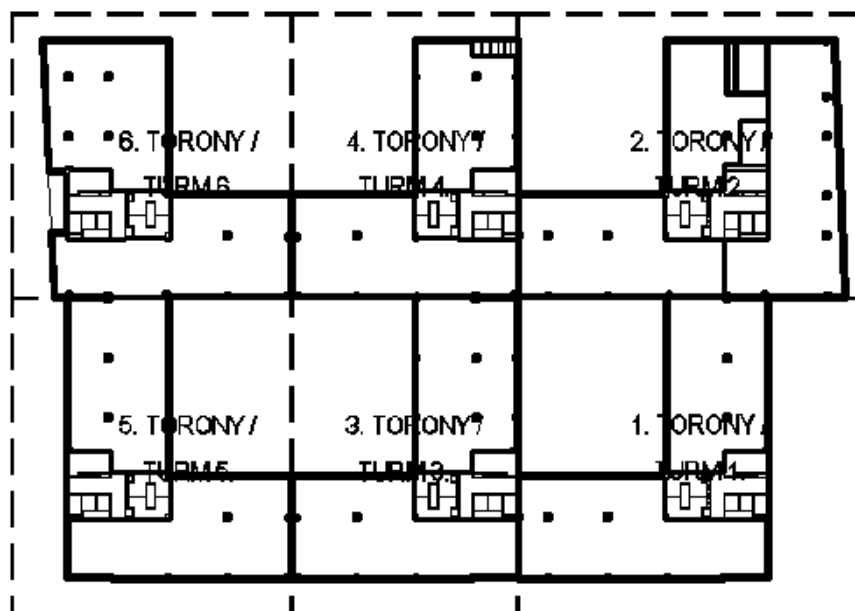
A Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kara Budapesten, a XIII. kerületben létesítendő épület alapozásához szükséges részletes geotechnikai tervdokumentáció elkészítésével bízott meg.

2. ELŐZMÉNYEK, KIINDULÁSI ADATOK

A tervdokumentáció a megbízás szerint tartalmazza a 6 darab 16-20 méter mélységű nagy átmérőjű talajmechanikai fúrás elvégzését, a szükséges zavart és zavartalan minták mintavételezését, a laboratóriumi vizsgálatokat, azok értékelését, valamint ezek alapján a geotechnikai tervdokumentáció elkészítését.

A tervezett épület 8 szint terepszint felett, 3 és 3,5 pincszint a terepszint alatt. Az épület pinceszintjei mélygarázként funkcionálnak, valamint a gépészet egy része is itt helyezkedik el, a földszinten étterem, konyha, valamint egy bank kap helyet, a többi szinten irodák, a 7. szinten zöldtető és a gépészet másik része fog elhelyezkedni. A szerkezet alul-felül sík, pillérvázazás szerkezet, tervezett alapozási mód cölöpökkel erősített lemezalap, a tervezett munkagödör határolás módja résfalas munkatér határolás. Az alaplemez alsó szintje 93,8 mBf és 95,1 mBf. Az épület méretei és a munkagödör mélysége miatt 3. geotechnikai kategóriába tartozik.

Az épület megvalósítása 2 ütemben történik, az első ütemben az 1-4 toronyok, a mélygarázsok szintjei épülnének meg, de a tervekben alkalmazott műszaki megoldások a 2 ütem egyidejű, vagy gyors egymás utáni megépítésével számolnak.



1. ábra A tervezett épület részei

3. GEOTECHNIKAI INFORMÁCIÓK BEMUTATÁSA

3.1. HELYSZÍNI ADOTTSÁGOK

A vizsgált terület a Budapest XIII. kerületben Móricz Zs. utca 12. szám alatt található. A területen a munkálatok megkezdése előtt földszintes irodai és tároló létesítmények, egy több szintes irodaépület, valamint földalatti bunkerek álltak, ezek felszín felett és felszín alatt is elbontásra kerültek.

A területet nyugatról parkosított rész, északról többszintes lakóépületek, keleti irányból hat sávós nagy forgalmú út, azon túl többszintes épületek, délről négy sávós közepes forgalmú út majd többszintes épületek határolják, valamint a hat sávós út vonalában halad az észak-déli metróvonal, melynek főszellőzője a telken található, ez a kivitelezés során áthelyezésre kerül, majd később az új épületbe integrálják.

3.2. ÁLTALÁNOS FÖLDTANI ÉS ÉPÍTÉSFÖLDTANI VISZONYOK

A vizsgált terület az alaphegységi mélyfekű felső triász karni emeletbeli földolomit. A földolomit karsztosodott, egyenetlen felszínen a felső eocén bázis képződmények, ezeken kavicsos-homokos, majd törmelékmentes mészkő települ, melyet vékony budai márga fed le.

A budai márgából folyamatos átmenettel fejlődik ki az alsó oligocén korú "tardi" agyag-homokkő, melyet ugyancsak fokozatos átmenettel középső oligocén korú "kiscelli" agyag-agyagmárga fed.

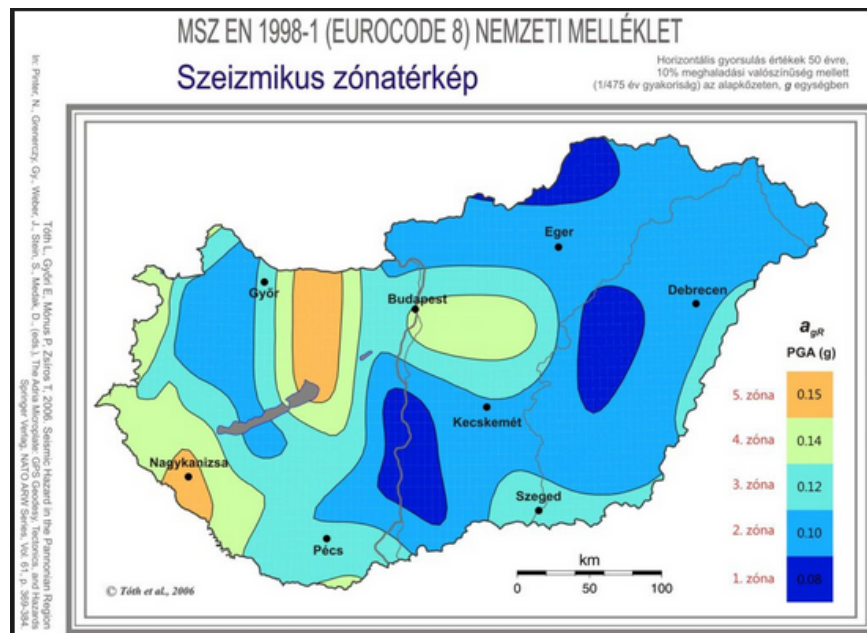
A kiscelli agyagon, folyamatos üledékképződéssel ugyancsak agyagos, nyílt tengeri kifejlődésű felső oligocén "bázis" üledékek települnek helyenként, melyeknek részben fedője, részben heteropikus fáciense a sekélytengeri-partsegélyi keletkezésű, zömében homokos kifejlődésű "törökbálinti" összlet.

A pesti oldalon teljes egészében dunai üledékek fedik az idősebb képződményeket. A Duna alatt zömében tardi összlet; a pesti oldalon a felső oligocén felett kizárólag negyedidőszaki üledékek találhatók. A Pesti síkságot a Duna, illetve a kis mellékágainak üledékei borítják.

A pesti oldalon a talaj jelenlegi, közel vízszintes felszínét az emberi tevékenység alakította ki. A feltöltés anyaga Pesten csaknem kizárólag a tereprendezésből származó természetes anyag, esetleg bontási törmelék.

3.3. FÖLDTANI–SZERKEZETI ADOTTSÁGOK, TEKTONIZMUS, SZEIZMICITÁS

A tervezési terület közepesen tektonizált zóna, mely viszonylagos tektonizáltsága ellenére, szeizmicitását tekintve mérsékelten földrengésveszélyes. A földrengés elleni méretezést az MSZ EN 1998-1 (Eurocode 8.) szerinti területi zónabeosztás alapján végezhető el. A terület földrengés-veszélyesség szempontjából a 4. zónához tartozik, a gyorsulási érték $0,14g$, azaz $a_{gR}=0,14 \cdot 9,81=1,37 \text{ m/s}^2$.



2. ábra Magyarország szeizmikus zónatérképe

A talajviszonyok és a szeizmikus hatás kapcsolata az MSZ EN 1998-1_2008 Általános szabályok alapján az altalaj C osztályba tartozik, a mellékelt táblázat az átlagos nyíróhullám sebesség $v_{s30} = 180\text{-}360$ m/s érték között adja meg.

Altalaj-osztály	A rétegszelvény leírása	Paraméterek		
		v_{s30} (m/s)	N_{BPT} (ütés/30cm)	c_u (kPa)
A	Szilárd kőzet vagy kőzetszerűen viselkedő geológiai képződmény, amely felett legfeljebb 5 m gyengébb fedőréteg van	> 800	–	–
B	Nagyon tömör homok-, kavics- vagy kemény agyagrétegek legalább több tíz m vastagságban, a mechanikai jellemzők a mélységgel fokozatosan növekednek	$360 - 800$	> 50	> 250
C	Tömör vagy közepesen tömör homok-, kavics- vagy merev agyagrétegek több tíz vagy akár több száz m vastagságban	$180 - 360$	$15 - 50$	$70 - 250$
D	Laza vagy közepesen tömör, kohézió nélküli talaj (némi puha kötött réteggel vagy anélkül), vagy túlnyomóan puha – gyúrható kötött talaj	< 180	< 15	< 70
E	Felszíni üledékréteg, amely a v_s érték szerint C vagy D osztályú, 5 és 20 m közötti vastagságú, alatta 800 m/s-nál nagyobb nyíróhullám-sebességű, merevebb anyag			
S_1	Puha agyagból/iszapból álló vagy legalább egy 10 m vastag agyagot/iszapot tartalmazó, nagy plaszticitású ($PI > 40$) és nagy víztartalmú rétegek	< 100 (az érték figyelemztető)	–	$10 - 20$
S_2	Folyósodásra hajlamos talajok, érzékeny agyagok vagy más olyan talajrétegek, amelyek nem sorolhatók az A–E vagy S_1 osztályba			

3. ábra Talajviszonyok osztályozása

Időrendben visszafelé haladva Magyarországon a nagyobb földrengések:

- 2013. június 5. Nógrád megye - Érsekvadkert - 4,2-es erősségű
- 2013. április 23. Heves megye - Erdőtelek - 4,7-es erősségű
- 2011. január 29. Oroszlány - 4,7-es erősségű
- 1985. augusztus 15. Berdida - 4,9-es erősségű.

Törésvonalak, vetők, tektonizmus.

Szeizmikus tevékenység, földrengés erősség és gyakoriság, szeizmikus gyorsulás és talajosztály.

Földfelszíni mozgások (szekuláris elmozdulások).

3.4. FELSZÍNI FÖLDTANI ÉS HIDROGEOLÓGIAI FOLYAMATOK

Az építési terület a Duna bal partján, ezen a részen összefüggő teraszréteg található, amelyben a talajvíz elhelyezkedik. A teraszréteg fekvése átlag 92-93 mBf van. A Duna mentén kb 88 mBf, és kelet felé folyamatosan emelkedik. A terasz fedője a Duna mentén 5-6 méter körüli, kelet felé ez is folyamatosan emelkedik, és egészen elvékonyodik.

A fedőréteg anyaga változatos, döntően homok, finom homok alkotja, de lencsékben, vékony rétegekben iszapos homok, iszap, néhol agyag is található.

A terasz kavics réteg döntően kavicsos homok - homokos kavics, helyenként tisztán kavics is előfordulhat. Ahol megnő a finomabb frakció aránya, ott a szivárgási tényező 10^{-4} körül alakul, egyébként $4 \cdot 10^{-4}$ - $8 \cdot 10^{-4}$ között alakul.

3.5. TEREPI VIZSGÁLATOK

A vizsgált területen az engedélyezési tervfázisban 2 db, egyenként 20 méter mély fúrás kivitelezését terveztük, a feltárások 2004.05.26-án nagy átmérőjű gépi fúróberendezéssel történtek. A tervezett mélységet csak a 2. sz. fúrásban sikerült elérni, az 1. sz. fúrás 17,1 m mélyen elakadt. A kiviteli tervfázisban további 4 darab fúrást készítettünk 2006. 03. hóban, ezek szintén nagy átmérőjű fúrások voltak, a tervezett 16 m mélységig valamennyi fúrást sikerült lemélyíteni. A fúrásokból méterenként valamint rétegváltásoknál zavart mintákat vettünk, továbbá az észlelt megütött talajvízből is vettünk mintát további vízkémiai vizsgálatok elvégzésére.

A helyszínen a fúrásokon kívül nem készültek terepi vizsgálatok, sem szondázások, sem próbaterhelés, próbaszivattyúzás, csak zavart mintavételezés.

Fúróberendezés:

Típus: G-1 (Hidromotorral meghajtott, nagy átmérőjű, önjáró gépi fúróberendezés)

Fúrószerszám átmérője: $\phi 180$ mm

Fúrószerszám: végtelen spirál $\phi 180$ mm

Alkalmazott technológia: Folyadékölblítés nélküli, ún. száraz geotechnikai fúrás.

Mintavétel: Talajminták: zavart állapotú minta méterenként, illetve rétegenként.

Talajvíz minta: 3 fúrásból analitikai vizsgálatok céljából
A minták konzerválása: A zavart állapotú minták dupla műanyag zacskóba kerülnek, az eredeti nedvességtartalom megőrzésével.

3.6. LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

Nyírószilárdsági vizsgálatok

Az 5. számú fúrás 15,3 m mélységből vett magmintából nyírószilárdsági vizsgálatot végeztünk. A vizsgálatokat 60x60 mm-es 36 cm² alapterületű 20 mm magas függőleges terhelésre konszolidált mintán $\sigma_z=50, 100, 200, 300, 400$ kN/m² normál terheléssel 0,05 mm/sec nyírási sebességgel végeztük.

A vizsgálat számszerű adatait táblázatosan az alábbiakban adjuk meg:

Minta jele	Talaj megnevezése	w %	ρ_N kN/m³	W_L %	I_P %	ϕ fok	C kN/m²
<u>5F/15,3</u> <u>m</u>	Szürke, kemény közepes agyag	20,0	19,6 - 19,9	54,0	29,34	28	50,0

Vízminőségi vizsgálatok

A területen korábbi és ez évi feltárás során vett talajvíz minta vízkémiai vizsgálati eredményeit az alábbi táblázat tartalmazza:

Fúrás száma	pH	Összes keménység nk°	SO₄ mg/l	Lúgossági fok
2F	7.7	320	650	6.2
4F	8.0	34	198	7.2
6F	10.0	28	235	7.2

A vízkémiai vizsgálat szerint a talajvíz a beton és vasbeton szerkezetekre a 2. számú fúrás környezetében mérsékeltén, míg a 4. és 6. számú fúrás környezetében enyhén agresszív.

4. GEOTECHNIKAI INFORMÁCIÓK KIÉRTÉKELÉSE

4.1. A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK FELDOLGOZÁSA

A terepi és laboratóriumi vizsgálatok megerősítették a 3.2.-es fejezetben leírtakat, a talajok részletes ismertetése megtalálható a 4.2.-es fejezetben.

4.2. A FELTÁRT RÉTEGEK RÉSZLETES ISMERTETÉSE

A terepszint alatt 0,8-4,0 m vastagságban téglatörmelékes, iszapos finom homok feltöltést tártunk fel.

A feltöltés alatt zömében finomszemcsés és durvaszemcsés talajok települtek a terepszint alatti 10,8-12,7 m mélységig, melyek közé 0,9-1,3 m vastag erősen és gyengén kötött talajok települtek.

A fenti rétegek alatt a terület fekéregetég, kiscelli agyag volt található 10,8-12,7 m mélyégtől a fúrások talpmélységig, 16-20 m mélységig.

Kötött talajok

A kötött talajok feltáráskori víztartalma $w=15,1-43,3\%$, a folyási határ $W_L=46,3-63,0\%$, a plasztikus index $I_p=20,87-29,34\%$ között változott.

A kötött talajok feltáráskori konzisztencia állapotukat tekintve zömében **sodorható** ($I_c=0,75-1,0$) és **kemény** ($I_c=1,0-1,5$) állapotúak, de kis mennyiségben **könnyen sodorható** ($I_c=0,5-0,75$) állapotú talajt is tártunk fel.

A gyengén kötött (iszapos homokliszt) talajból végzett szemeloszlási vizsgálatok eredményéből felrakott görbéből megállapítható, hogy 15% agyag-iszap és 78% homokliszt tartalommal rendelkeznek, s az egyenlőtlenségi együttható $U=8,1$, vízáteresztőképességi együtthatója (Zamarin elmélete szerint) $1,7 \cdot 10^{-6}$ m/sec.

Finomszemcsés talajok

A **finomszemcsés** talajok (kavicsos finom homok, finom homok) szemeloszlási vizsgálatok eredményei alapján e talajok agyag-iszap tartalma 3-9%, homokliszt 23-29%, homok 40-68%, kavics 0-28%, az egyenlőtlenségi együttható $U=2,1-11,6$.

A felszín közeli (terep alatt 1,1-4,5 m között) **finom homok** könnyen fűrható, közepesen tömör állapotú.

Az $U \leq 5$ egyenlőtlenségi együtthatójú talajok folyósódásra hajlamos tulajdonságúak.

A finomszemcsés talajok vízáteresztőképességi együtthatója (Zamarin elmélete szerint) $3,5 \cdot 10^{-5}-9,1 \cdot 10^{-6}$ m/sec.

Durvaszemcsés talajok

A szemeloszlási vizsgálatok eredményei alapján e talajok iszapos homokos kavics, kavicsos homok, homokos kavics, kavics talajnak minősülnek. Ez a terasz kavics összlet tömör, jó teherbírású, jó vízvezető rétegekből épül fel.

Az eredmények alapján a durvaszemcsés talajok 0-13% agyag-iszap, 0-20% homokliszt, 2-71% homok és 27-98% kavics tartalommal rendelkeznek, az egyenlőtlenségi együttható $U=2,6-238$

Az $U \leq 5$ egyenlőtlenségi együtthatójú talajok folyósódásra hajlamos tulajdonságúak.

A durvaszemcsés talajok víz áteresztőképességi együtthatója (Zamarin elmélete szerint) $2,8 \cdot 10^{-1} - 1,9 \cdot 10^{-6}$ m/sec közé adódott.

A talajok rétegződését, vastagságát osztályozó és állapot jellemzőit fúrasszelvényeken tüntettük fel.

4.3. METEOROLÓGIAI, HIDROLÓGIAI ÉS HIDROGEOLÓGIAI INFORMÁCIÓK

A talajvíz fő áramlási iránya a Duna átlagos vízállása esetén a Duna felé mutat.

A pesti részen általában elmondható, hogy a talajvíz nyílt tükrű, még akkor is ha a vízfelület a teraszréteg fedőjében húzódik, ennek oka az hogy a fedőréteg szivárgási tényezője elég nagy ahhoz, hogy a talajvíz ingadozását ne akadályozza.

Az építési terület szűkebb környezete burkolt, vagy épületek helyezkednek el rajta, emiatt a talajvíz viszonyokat a csapadék nem befolyásolja, jelentősebb beszivárgás keletkezhet a keletre lévő zöld területen, de erről a részről a víz a Duna felé szivárog, így nincs hatással az épületre.

A fővárosi tapasztalatok azt mutatják, hogy a Duna eddigi legnagyobb és legtartósabb árvize a Dunától 1 km-re is hatással volt a talajvízre, mivel az építési terület kb 500 méterre helyezkedik el, ezért ezzel a hatással számolni kell.

4.4. LOKÁLIS JELENSÉGEK

A területen a szokásostól lényegesen eltérő szabálytalan képződmények vagy jelenségek nem jelentkeztek.

4.5. RÉTEGFELÉPÍTÉS, TALAJMODELL

A terület fúrás és rétegszelvényeit mellékletekben találhatók.

4.6. JAVASOLT TOVÁBBI FELADATOK ÉS VIZSGÁLATOK

További vizsgálati munka szükségessége nem merült fel.

4.7. A TERVEZETT LÉTESÍTMÉNY ÉS A 3-AS METRÓ KÖLCSÖNHATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A Dokumentációs központban található Észak-dél metró: III/A szakasz Dózsa György úti állomás kiviteli terve című (dok. sz.: 5248 E73760-É73869 leltári számú) dokumentumban található rajzok alapján a megállóban a sínkorona szintje 96,68 mBf magasságban található, az állomás alaplemezének alja 94,68 mBf magasságban található. A tervezett épület -3,5 szint alaplemezének alsó síkja 94,2 mBf magasságban fog elhelyezkedni, tehát további vizsgálatok nélkül belátható, hogy a tervezett épület nem fogja terhelni a metró alagutat.

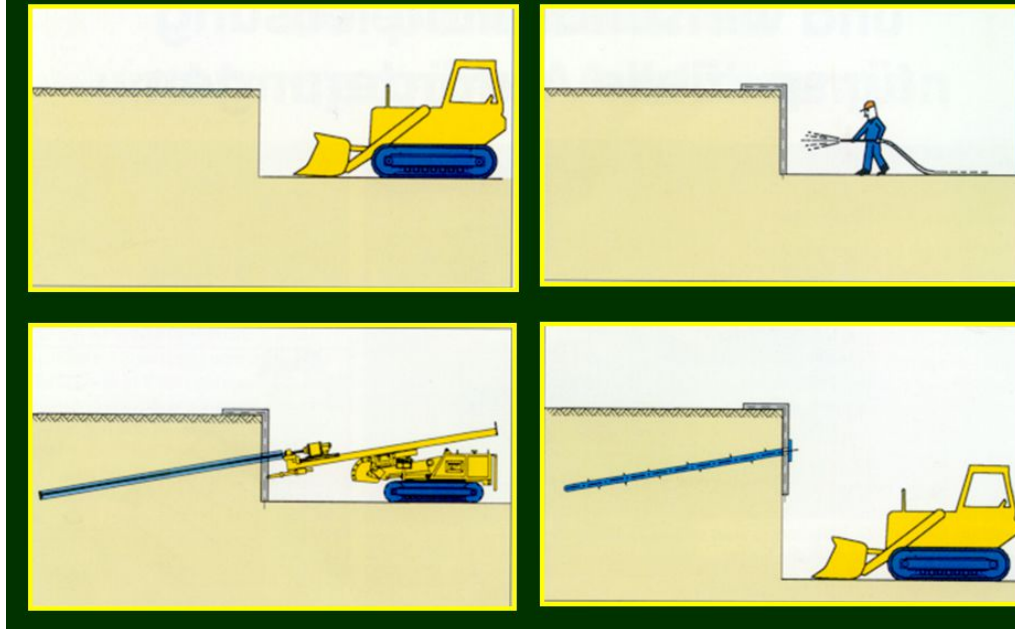
4.8. A MUNKATÉR HATÁROLÁSÁNAK LEHETSÉGES MÓDJAI

- *Rézsűs munkatér határolás:* A munkatér határolás legegyszerűbb módszere a rézsűs munkatér határolás. A rézsű állékonysága a talaj belső ellenállásától, a belső súrlódási szögtől és a kohéziótól függ, ha a rézsűt meredekebbre építjük mint amennyire ezek az erők megengedik a föld belsejében fellépő feszültségek elérik a törést okozó értéket, a rézsű elveszíti állékonyságát, rézsűcsúszás következik be. Jelen tervezési feladatnál ez a megoldás nem jöhet szóba, mivel a beépített városi környezet nem teszi lehetővé ekkora munkagödör kialakítását.

Nem vízzáró technológiák:

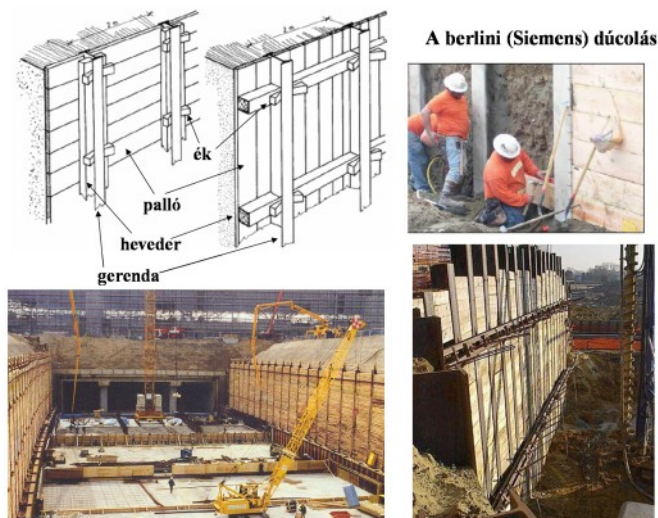
- *Szegezett falak:* Ez a technológia elsősorban a bevágásoknál, nem állékony domboldalaknál lehet jó megoldás, az alkalmazása többféleképpen történhet, a legkedvezőbb esetben, kötött talajok esetén elég csak szegek alkalmazása a rézsű vagy bevágás állékonyságának biztosításához. Ha ez nem elég, akkor a szögeket beverik a várható csúszólap mögé, majd az erősítendő felületre acélhálót fektetnek, és 5-20 cm vastagságban betonnal vonják be a felületet, így szegezett talajtámfal jön létre. A megoldás 5 méternél nem mélyebb munkagödröknél alkalmazható, valamint ha nincs jelentős felszíni terhelés, tehát ez sem megoldás jelen esetben, mert a munkagödör mélysége meghaladja a 11 métert, és a közeli nagy forgalmú utak miatt jelentős a felszíni terhelés is.

Szegezett fal készítése



4. ábra Szegezett talajtámfal készítés

- Siemens dúcolat: A földkiemelés előtt 1-2,5 méter mélységbe acél I gerendákat vernek le, ezek közé előre leszállított pallókat raknak a munkagödör ásásával párhuzamosan amiket ékeléssel támasztanak ki. Így a pallók a gerendáknak adják át az aktív földnyomásból keletkező terheket, a gerendák pedig vagy a megfelelő mélységbe leverés miatti befogással veszik fel, vagy ha ez nem elegendő abban az esetben hátra is horgonyozhatóak.



5. ábra Siemens dúcolat

- Hézagos cölöpfal: Ez a technológia kedvező gazdaságos megoldás lehet állékonyság és talajvíz szempontjából kedvező geotechnikai adottságok esetén. A cölöpök kialakítása lehet fúrt, CFA, vagy jet grouting eljárással készült cölöp, erőjáték szempontjából a siemens dúcolathoz hasonlóan ez is lehet befogott, konzolos, vagy szükség esetén hátra lehet horgonyozni. A furatot általában a beomlástól védőcsővel védik, ezen belülről emelik ki a földet, majd technológiától függően vagy előbb kibetonozzák a béléscső folyamatos kihúzása mellett, és ezután helyezik el az armatúrát, vagy előbb elhelyezik a kiásott munkagödörbe az armatúrát, és ezután betonozzák ki a védőcső folyamatos visszahúzásával.



6. ábra Hézagos cölöpfal

- Hézagos réspillér fal: Hasonló az előzőekben említett hézagos cölöpfallal, a különbség hogy itt nem cölöpöket alakítanak ki, hanem össze nem metsző résfal táblákat. Szintén csak megfelelő állékonyságú talajoknál és kedvező talajvíz viszonyok mellett alakítható ki. A vasalt pillérek közötti részt lőtt betonos megoldással zárva összefüggő szerkezet alakítható ki. Ezekkel a megoldásokkal az a probléma a jelen helyzetben, hogy nem vízzáró kialakításúak, a területen pedig a Duna közelsége miatt magas a talajvíz szintje, így ezekkel nem megoldható a munkatér határolás.

Vízzáró technológiák:

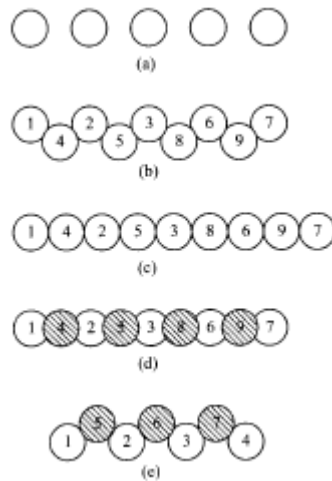
- Vert. vibrált szádfal: A szádfal a talajba vert egymásba vízzáró hornyokkal kapcsolódó szádpallókból áll. Anyaga általában acél, de előfordul fa és vasbeton palló is, valamint új fejlesztés a műanyag anyagú szádpalló. A lejuttatás történhet veréssel, vibrálással ezek nagy zajjal járnak, de nagy ellenállású talajoknál ma is ezt alkalmazzák, korszerűbb megoldás a sajtolással

történő lehajtás, ami energiatakarékosabb módszer, valamint kisebb környezeti terheléssel is jár. A szádpallók nagy előnye hogy visszanyerhető és többször felhasználható, ugyanakkor véglegesen beépítve a szerkezet részévé válhat. Nagy munkagödör mélység, vagy magas talajvíz szint esetén nem elég a munkagödör szintje alá verni, mert konzolként nem bírná a terhelést, ilyenkor érdemes a felső végén megtámasztani vagy dúcolással, vagy horgonyzással.



7. ábra Szádfal lehajtási technológiák

- Vízzáró cölöpfal: Ez a megoldás technológiailag hasonló a hézagos cölöpfalhoz, a különbség az, hogy a cölöpök tengelyének távolsága kisebb mint a cölöpök átmérője, ezért a cölöpök egymásba metsződnek. A mellékelt ábrán láthatóak a kialakítás lehetőségei, az (a) jelű a hézagos cölöpfal, a (b) jelű az eltolt kivitel. A (d) jelűnél a primer cölöpök vasalás nélkül készülnek, míg a szekunder (szürke sraffozott) cölöpök vasalással, mindig két vasalatlan cölöp közé fúrják a vasalt cölöpöt, majd a további építési sorrend egy vasalt, egy vasalatlan, tetszőleges hosszban és alakban. Az (e) a (d)-hez hasonló primer is szekunder cölöpök váltakozásával készül, de itt nem egymásba metszenek a cölöpök hanem S alakban, egymástól eltolva helyezkednek el. Gyakorlatban ezeknek a cölöpöknek az átmérője 0,9-1,2 méter között van. Ilyen módon tetszőleges számú cölöp egymás mellé fúrásával készül az egymásba metsző fűrt cölöpfal. Az ilyen technológiával kialakított, egymásba metszően fűrt cölöpfalából kialakított munkagödör körülzárás oldalról vízzáró. A cölöpfal építése során nem alakulnak ki jelentős deformációk a talajban, mivel a munkagödör oldalról folyamatosan meg van támasztva, ezért nincs, vagy elhanyagolható mértékű a felszíni süllyedés.



8. ábra Cölöpfal kialakításának változatai



9. ábra Vízáró cölöpfal

- Jet-fal: A Jet-grouting többfajta eljárással készülhet, egysugaras rendszernél egy lyukkal rendelkezik a gép, ezen keresztül juttatja le a cementtejet a talajba, ez jellemzően szemcsés talajoknál jó megoldás, mert ott roncsolás nélkül is nagy a hézagtényező, könnyen bejuttatható a cement, és megfelelően el tud oszlani a hézagokban. Következő szint a kétsugaras rendszer, ebben az esetben a talajba mélyített egyik csövön levegő vagy vízszugár segítségével szétaprózzák a talajt, és egy másik csövön ezzel párhuzamosan cementtejet juttatnak a talajba, így a széttroncsolt talajszerkezetet jobban átjárja a cementtej. Van három sugaras rendszer is, itt levegő és vízszugár egyszerre roncsolja a talaj szerkezetét, és egy harmadik csövön injektálják a cementtejet, ezek a megoldások kötött talajoknál nyújtanak

jó megoldást, mert itt szükség van a talajszerkezet megbontására, különben nem alakulna ki megfelelő átmérőjű jetcölöp vagy jetpanel. A jetpaneleket úgy alakítják ki hogy a jetcölöpöknél alkalmazottal ellentétben nem forgatják a fúrórudazatot. Jellemzően kis mélységű térszín alatti terep beépítéseknél használják, műtárgycsatlakozások kialakításánál, valamint alagútépítéseknel alkalmazzák, drága technológia.



10. ábra Jet-grouting

- Vízzáró zagyfal: A zagyfalak réselési technológiával készült vízzáró falak, de míg a résfalas technológiánál csak ideiglenes megtámasztást nyújt a kiemelt talajnak, addig ebben az esetben a zagy a hozzá kevert cementtől megszilárdul. Teherbírása nincs, így csak vízzárásra alkalmazható, környezetvédelmi célokra, vagy gátak esetében, esetleg ideiglenes vízzárási feladatokra mélyépítési munkák esetén.



11. ábra Vízzáró zagyfal

- **Résfal:** A résfal olyan szerkezet amely speciális réselési technológiával készül, a fal vastagsága a mélységéhez viszonyítva csekély, ezért a kialakított munkagödör rés jellegű. A kialakított rés oldalát speciális, a víz sűrűségénél nagyobb sűrűségű bentonit szuszpenzióval támasztják meg a beomlás ellen. Az elkészített résbe ezután elhelyezik az előre elkészített betonacél armatúrát, majd a víz alatti betonozás szabályai szerint kibetonozzák. A markológép által készített réseket a betonozás előtt szakaszolni kell, hogy a táblák között megfelelő kapcsolat jöheszen létre. Csak abban az esetben alakul ki vízzáró kapcsolat a réstáblák között ha a csatlakozásokat szakaszolóelemekkel oldják meg. A hagyományos megoldás a szakaszolócsövek beállítása, melyeket a beton megkötése után speciális gépekkel kiszakítanak. Újabban acélpallókat helyeznek a fal végébe, melyeket esetleg merőleges fugaszalaggal is ellátnak, a későbbi vízzárás növelése érdekében.

Ha munkagödör mélysége indokolja, a résfalat nem elég befogni a talajba, meg is kell támasztani, ennek legáltalánosabb módja a horgonyzás. A horgonyzás történhet többféle módon, pászmás vagy merev rudas. A *pázmás talajhorgony*nak sok előnye van, a nagy szállítási hosszak miatt nincs szükség toldásra, csekély helyigény szállítás, tárolás, illetve beépítés során, a pászmák számának növelésével a teherbírás gyakorlatilag korlátlan. Általában ideiglenes horgonyként alkalmazzák, végleges talajhorgonyként való alkalmazása esetén fokozott figyelmet kell fordítani a korrózióvédelemre.



12. ábra Horgonyzott résfal

Kedvelt végleges talajhorgony a *merev rudas horgony*. A fúrófejjel ellátott fúrószárral el kell készíteni a furatot, majd a fúrószáron keresztül cementhabarccsal kiinjektálni a furatot, ezután ebbe kell elhelyezni a horgonyt.

Az elkészítés utáni 7. napon el lehet végezni a feszítést, majd ezután elvégezhető a horgonyfejek korrózióvédelme.

Ha a talaj minősége nem teszi lehetővé a horgonyzást, akkor *belső csőtámaszokkal* is meg lehet oldani a résfal megtámasztását. Ennek a módszernek a feszítáv nagysága szab korlátot, 20-25 méter, maximum 30 méter távolságig működhet ez a megoldás.



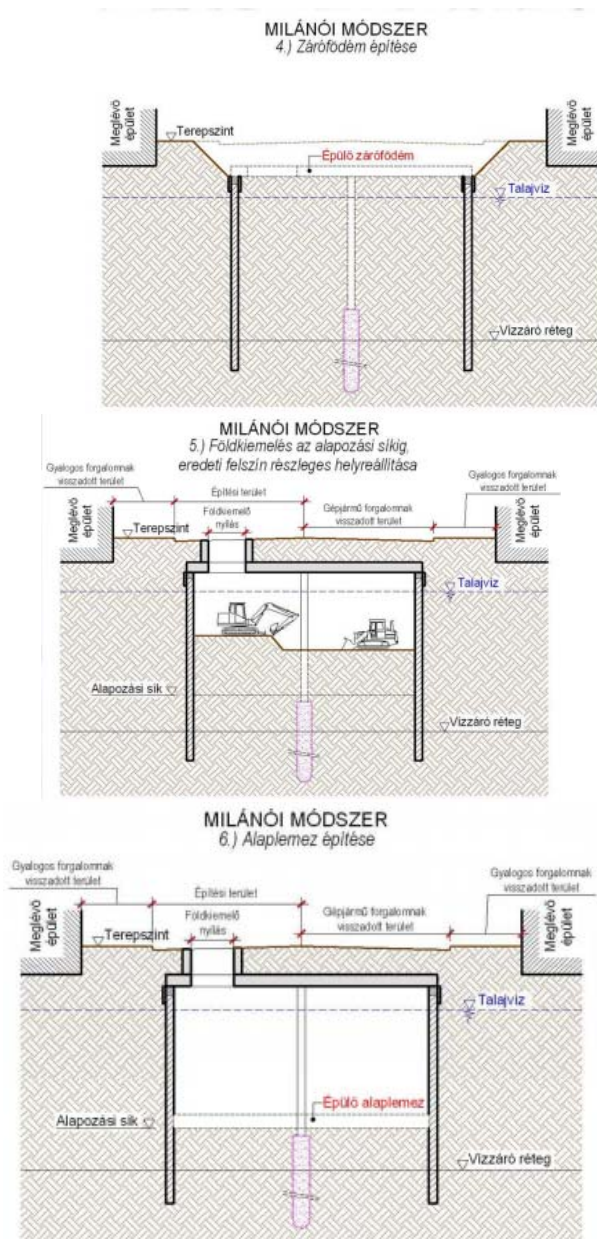
13. ábra Belső csőtámaszos résfal megtámasztás

Az résfalas építési módszer hátránya hogy a belvárosban történő építés esetén a felszínből az építési idő alatt területet vesz igénybe, amivel zavarja a forgalmi rendet, és mint minden építés zajjal, porral jár. A környezet zavarásának csökkentése érdekében jól bevált építési technológia az úgynevezett "*milánói módszer*", ami Németországban "*Deckel Bauweise*", magyarra fordítva felső földémes építési mód, vagy az angol nyelvterületen "*Top-Down*" fentről lefelé építési mód néven vált ismertté.

A módszer lényege hogy a résfal megépülése után közvetlenül megépül a vasbeton zárófödém a földre zsaluzva. Ezután a födémre vissza lehet engedni a forgalom egy részét, vagy egészét, ez minimálisra csökkenti az építés idejére a forgalom zavarását.

A megépült födém alatt ezután bányászati technológiával tovább folynak a munkálatok, a földkiemelés a födémbe hagyott nyíláson, vagy távolabbra épített szállító alagúton keresztül történhet. Ez a nyílás éjszakára akár zajvédő tetővel lezárható, így éjszaka is folytatódhat a munka, ami jelentősen

meggyorsítja a kivitelezést.



14. ábra Milánói módszer

Az említett munkatér határolási módszereket megvizsgálva a területi adottságok, és a költséghatékonyság figyelembevételével a legmegfelelőbb módszernek résfalas munkatér határolást találtam. A megtámasztás módjára pedig a horgonyzás a legmegfelelőbb, tekintve hogy a területen nincs forgalom, ezért a költséges, bonyolult, és hosszabb építési idővel járó milánói módszer alkalmazása nem járna előnyökkel, a cső támaszos megoldást pedig a munkagödör nagysága nem teszi lehetővé.

5. ÖSSZEFOGLALÁS, KIÉRTÉKELÉS, AJÁNLÁSOK

5.1. AZ EGYEZTETÉSEK EREDMÉNYEI

Az megbízóval és társtervezőkkel folytatott előzetes egyeztetések alapján a munkatér határolása horgonyzott résfallal fog történni, az épület alapozása pedig cölöpökkel gyámoltított alaplemezzel fog készülni.

5.2. A GEOTECHNIKAI KATEGÓRIA MEGHATÁROZÁSA

A fentebb feltételezett 3-as geotechnikai kategória megfelelő megállapítás volt, az épület mérete, az alapozási rendszer bonyolultsága, valamint a mély munkagödör és magas talajvízszint miatt indokolja a 3-as besorolást.

5.3. A KÖRNYEZETI VISZONYOK ÖSSZEFOGLALÁSA, KIÉRTÉKELÉSE

A munkagödör mélységének kétszeres távolságában várhatóak felszínmozgások, mivel ezen belül nincs épület, az szomszédos épületek várhatóan nem fognak az építkezés miatt károsodni, de javasolt előzetes állagfelmérést végezni, valamint az épületek mozgását geodéziai módszerekkel ellenőrizni.

5.4. ÉPÍTÉSALKALMASSÁGI VIZSGÁLAT

A tervezett épületegyüttes a kijelölt helyen geotechnikai szempontból megépíthető az alábbiak betartása mellett:

- A tervezett alapozási móddal (cölöpökkel erősített lemezalapozás) egyetértek
- A munkagödör résfalas körülhatárolás védelme mellett kiemelhető.
- A résfalakat a 10,8-12,7 m mélységektől települt kemény állapotú és vízzáró közepes agyagba (kiscelli agyag) kell bekötni. A bekötési szintet és a szükséges horgonyzást méretezéssel kell meghatározni.
- A lemezalap alsó szintje zömében a világosszürke kavicsos homok és homokos kavics talajba fog esni, de néhol, főleg az 5. számú fúrás környezetében elérheti az agyag felszínét.
- A réselésnél a vastag, 1-4,0 m vastagságú feltöltést figyelembe kell venni.
- A vízzáró résfalak védelme mellett a munkagödör kiemelése során beszivárgó talajvíz a munkagödörből nyílt víztartással eltávolítható.
- A területen a várható becsült max talajvízszintet 102,0 mBf, a mértékadó vízszintet pedig 102,5 mBf szinten javaslom felvenni.
- A vízkémiai vizsgálatok szerint a talajvíz a beton és vasbeton szerkezetekre a 2. számú fúrás környezetében mérsékelten, míg a 4. és 6. számú fúrás környezetében enyhén agresszív. Az MSz EN 206-1:2002 szerint

ez XA2 és XA1 osztályt jelent, ennek megfelelően a beton és vasbeton szerkezetek védelme szükséges.

5.5. A TERVEZÉS ÉS A KIVITELEZÉS GEOTECHNIKAI FELADATAI

A résfal szerkezet esetén a számításokat nem lehet megfelelő színvonalon elvégezni hagyományos, kézi módszerekkel, ezeket csak előtervezéshez, vagy becsléshez használhatóak.

A számítások legelterjedtebb módon a rugalmasan ágyazott gerenda modellen alapuló, erre a célra fejlesztett geotechnikai szoftverekkel szokás végezni. Az ilyen elven működő szoftverek a tapasztalatok szerint 8-10 méter gödörmélységig jól közelítik a tényleges elmozdulásokat, igénybevételeket. Ilyen szoftver például az általam a tervezés során használt GEO5 szoftver is. A GEO5 alkalmas a földnyomások és az elmozdulások egymással összefüggő számítására a talajok megadott ágyazási tényezői alapján, és figyelembe veszi a szerkezet egymás utáni tervezési állapotait mint kiinduló elmozdult állapotot. Az igénybevételek az elmozdulásból és a szerkezetek EI merevségéből számíthatók az egyes tervezési állapotokban. A modell felvételekor végtelen féltérlet vizsgálunk, ezért gondolni kell a speciális helyekre (pl.: falsarok), ahol korrekcióra lehet szükség. Ezek a helyek vizsgálhatóak térbeli végeeselemes módszerekkel is, de általában elegendő a síkbeli eredmények tapasztalati korrekciója.

6. GEOTECHNIKAI SZERKEZETEK TERVEZÉSE, KIVITELEZÉSE

6.1. TERVEZÉSI KÖVETELMÉNYEK, KRITÉRIUMOK

A teherbírási határállapot ellenőrzése a 2. tervezési módszer, DA-2* változata szerint történik, a külső stabilitás vizsgálatot pedig DA-3 szerint.

DA-2*: A1+M1+R2

- A: igénybevételek vagy hatások
- M: talajfizikai paraméterek
- R: ellenállás

R2 - ellenállás: támszerkezetek

Az ellenállás jellege	Jel	Értékcsoport
		R2 R3
Talajtörési ellenállás	γ_{R2}	1,4 1,0
Elcsúszási ellenállás	γ_{R3}	1,1 1,0
Földellenállás	γ_{R4}	1,4 1,0

R2 - ellenállások: horgonyok

Az ellenállás jellege	Jel	Értékcsoport
		R2 R3
Ideiglenes	γ_{R2}	1,1 1,0
Tartós	γ_{R3}	1,1 1,0

A1 - Igénybevételek

Hatás	Jel	Értékcsoport
		A1 A2
Állandó kedvezőtlen	γ_A	1,35 1,0
Állandó kedvező	γ_A	1,0 1,0
Esetleges kedvezőtlen	γ_A	1,5 1,3
Esetleges kedvező	γ_A	0 0

M1 - talajfizikai paraméterek

Talajparaméter	Jel	Értékcsoport
		M1 M2
Hatékony sűrűdési szög	γ_φ	1,0 1,25
Hatékony kohézió	γ_c	1,0 1,25
Drénezetlen nyírószilárdság	γ_{su}	1,0 1,4
Egyirányú nyomószilárdság	γ_{su}	1,0 1,4
Térfogatsúly	γ_s	1,0 1,0

15. ábra Parciális tényezők a DA-2* változat szerint

6.2. ALKALMAZOTT TALAJMODELL, TALAJFIZIKAI JELLEMZŐK

A talajfizikai jellemzőket a mellékelt táblázat tartalmazza:

Adatok	Jelölés	Feltöltés	Iszapos homok	Kavicsos homok	Homokos kavics	Kiscelli agyag
Nedv. térfogatsúly	γ_n (kN/m ³)	17,00	19,00	20,00	20-21	21-22
N.térf.súly - átlag	γ_{nm} (kN/m ³)	17,00	19,00	20,00	20,50	21,50
N.térf.súly - karak.	γ_{nk} (kN/m³)	17,43	19,48	20,50	21,01	22,04
Tel.térf.súly - karak.	γ_{sk} (kN/m³)	23,00	21,00	21,00	22,00	23,00
Surlódási szög	ϕ (°)	23	22	32	35	24-28
Surl.szög - átlag	ϕ_m (°)	23	22	32	35	26
Surl.szög - karakt.	ϕ_k (°)	22	21	30	33	25
Kohézió	c (kpa)	-	3,00	-	-	50-60
Kohézió - átlag	c_m (kpa)	-	3,00	-	-	55,00
Kohézió - karakt.	c_k (kpa)	-	2,40	-	-	44,00
Összeny. Modulus	E_s (Mpa)	-	12	20	45	13
Ágyazási tényező	K (kN/m²/m)	15000,00	14000,00	29000,00	35000,00	32000,00

Térfogatsúly	$\gamma_k = 1,025 \cdot \gamma_m$
Surlódási szög	$\phi = \arctg(0,95 \cdot \tg \phi_m)$
Kohézió	$c_k = 0,8 \cdot c_m$

16. ábra Számítás során figyelembe vett talajfizikai jellemzők

A tervezés során a GEO5 szoftver a Morh-Coulomb talajmodellt alkalmazza, mely "elsőrendű" közelítést jelent a talajmodelleknél. A modell konstans merevséggel rendelkezik, ezért a számítás gyors, és állékonyságvizsgálatnál pontos. Alkalmazásához öt paraméter, a rugalmassági modulus, a Poisson-tényező, a belső surlódási szög, a kohézió és a dilatációs szög, valamint a talaj kezdeti feszültségállapotának ismerete szükséges. A modell szerint a talaj tökéletesen rugalmas-képlékeny, vagyis a nyírószilárdság kimerüléséig rugalmasan, attól kezdve pedig képlékenyen viselkedik.

6.3. TERVEZÉSI ÁLLAPOTOK, SZÁMÍTÁSOK, MÉRETEZÉSEK

A részálnak minden tervezési állapotra meg kell felelnie, ezek az állapotok a következők:

Tervezési állapotok

Ideiglenes - építési állapotok

1. Földkiemelés horgonyzási munkaszintig
2. Horgony beépítése, megfeszítése

3. Földkiemelés lavirsikig (horgony működik)

4. Horgony elvágása (födémek beépültek)

Tartós - végállapot

5. Alaplemez és födémek beépültek

Rendkívüli terhek

6. Robbanás, ütközés, horgony túlfeszítés

Szeizmikus állapot - földrengés

7. Földrengés a megépült pincetömbnél

Határállapotok

Teherbírési határállapotok - ULS

STR - a szerkezet törési állapota

8. Résfal törése (N, V, M)

9. Résfal átszűrődása horgonyfejnél

10. Horgonyfej törése

11. Horgonyszár szakadása

12. Horgony kihúzódása a befogásból

GEO - talajtörés határállapota

13. Résfal befogási talajjellenállásának kimerülése

14. Horgony befogási talajjellenállásának kimerülése

15. Belső stabilitásvesztés

16. Külső stabilitásvesztés

HYD - hidraulikus talajtörés

EQU - merevtestű stabilitásvesztés

UPL - felúszási tönkremenetel

FAT - fáradási tönkremenetel

Az 1.-5. tervezési állapotokat a GEO5 szoftverrel végeztem, az eredmények a következők:

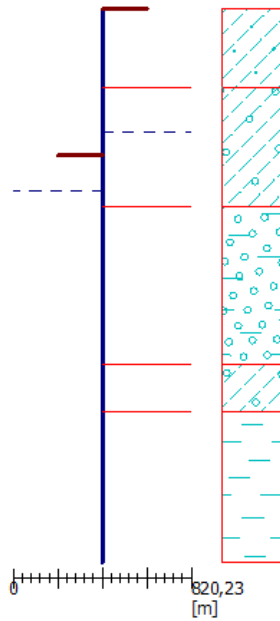
1. Földkiemelés horgonyzási munkaszintig

- Gödör fenékszint: -6,2 m

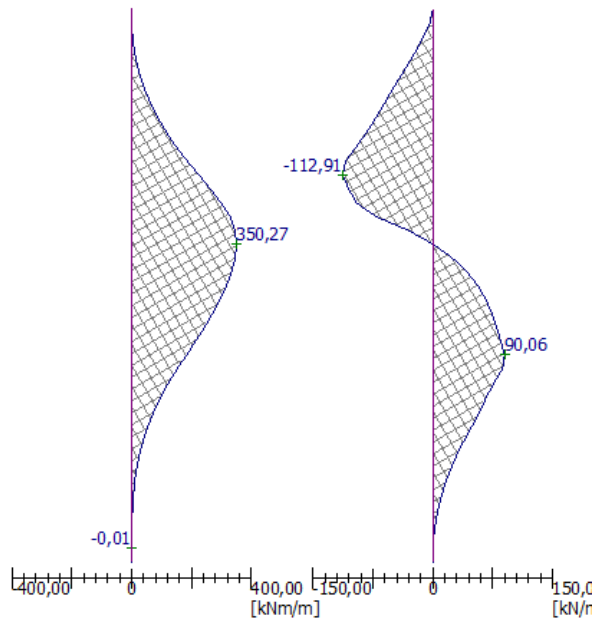
- Talajvíz kívül -5,6 m, belül -7,1 m

- Felszíni teher (2,5 méter föld +11 kN/m²) $q=48,75 \text{ kN/m}^2$

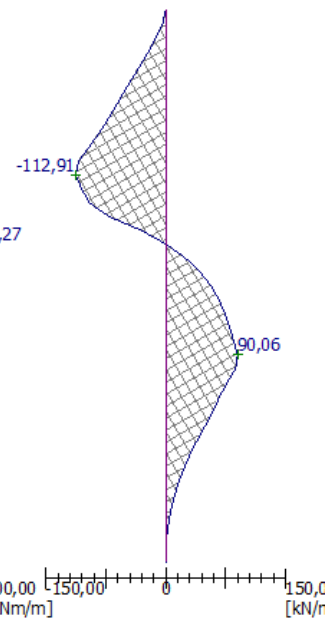
Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 14,00m



Hajlítónyomaték
Max. M = 350,27 kNm/m



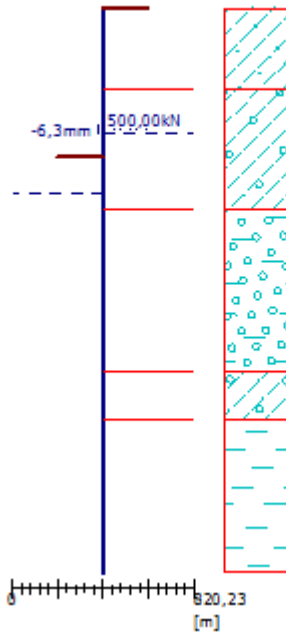
Nyírőerő
Max. Q = 112,91 kN/m



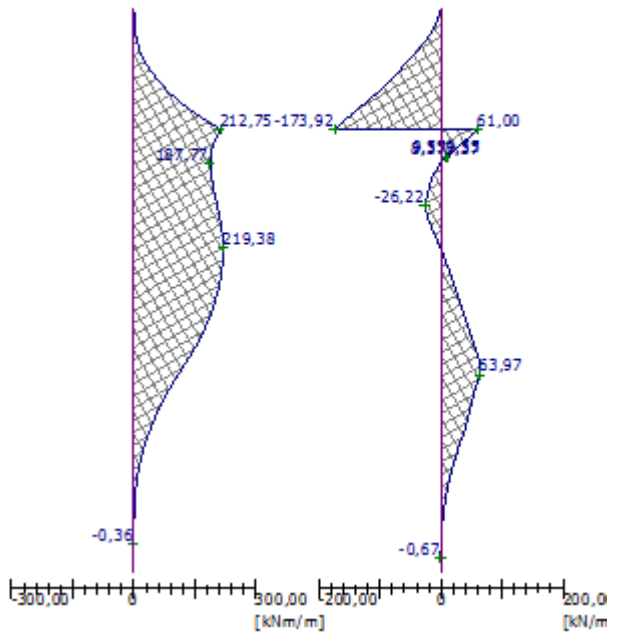
2. Horgony beépítése, megfeszítése

- Gödör fenéksztint: -6,2 m
- Talajvíz kívül -5,6 m, belül -7,1 m
- Felszíni teher (2,5 méter föld +11 kN/m²) $q=48,75$ kN/m²
- Talajhorgony beépül -5,5 m szinten, a hossza 16 m, hajlása 20°
- Horgony fajlagos előfeszítő erő: 500 kN/m

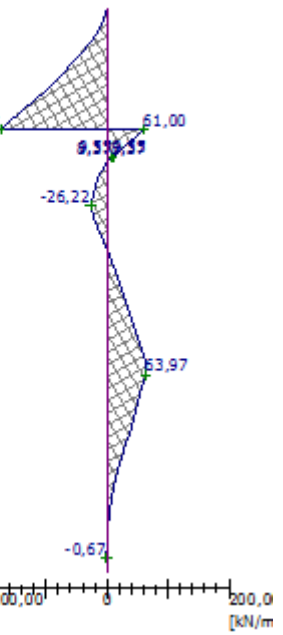
Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 14,00m



Hajlítónyomaték
Max. M = 219,38 kNm/m



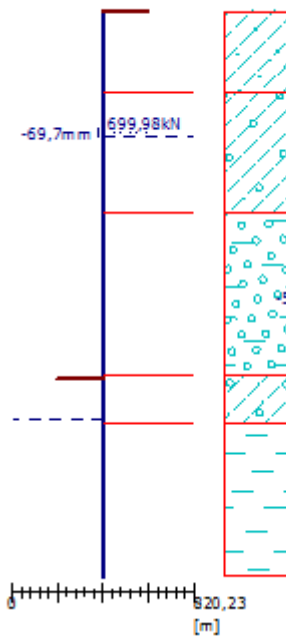
Nyíróerő
Max. Q = 173,92 kN/m



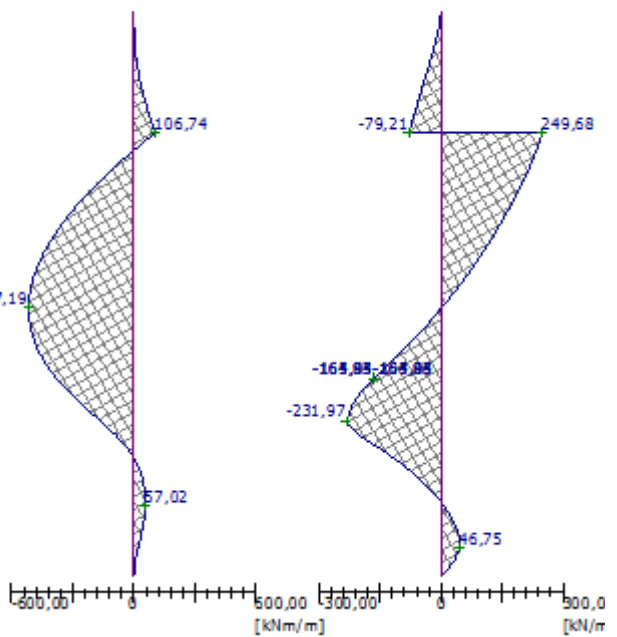
3. Földkiemelés lavirsikig (horgony működik)

- Gödör fenékszint: -11,6 m
- Talajvíz kívül -5,6 m, belül -12,6 m
- Felszíni teher (2,5 méter föld +11 kN/m²) $q=48,75$ kN/m²
- Talajhorgony működik

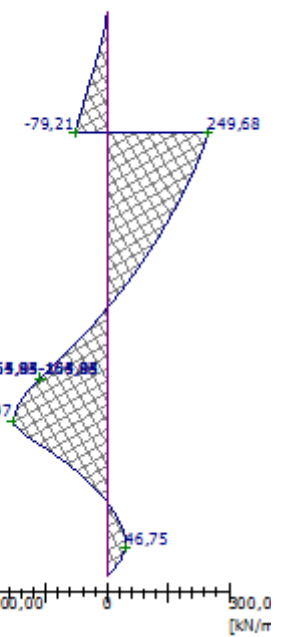
Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 14,00m



Hajlítónyomaték
Max. M = 517,19 kNm/m

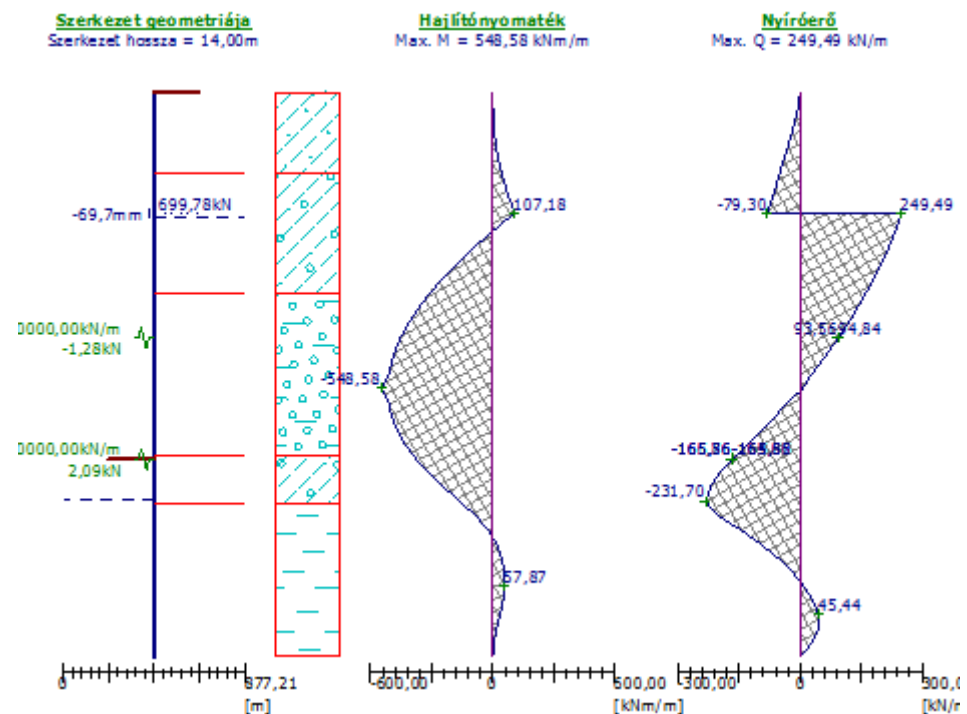


Nyíróerő
Max. Q = 249,68 kN/m



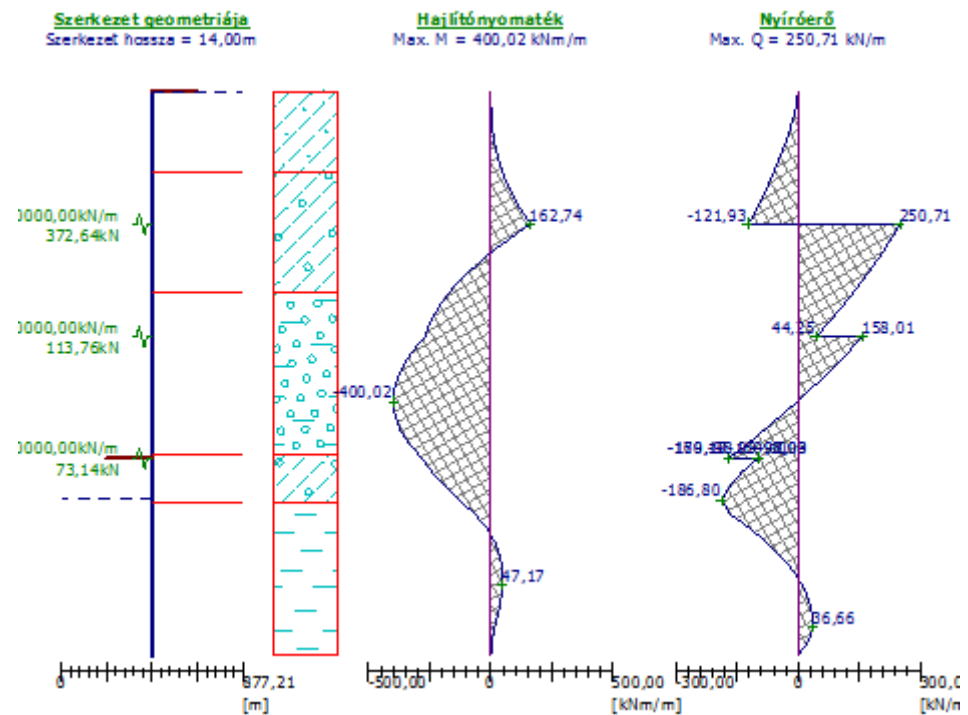
4. Horgony elvágása (födémek beépülnek)

- Gödör fenékszint: -11,6 m
- Talajvíz kívül -5,6 m, belül -12,6 m
- Felszíni teher (2,5 méter föld +11 kN/m²) $q=48,75$ kN/m²
- Horgony levágva, alaplemez nem támaszt, mert húzást kapna, ezt pedig nem vesszük figyelembe
- Alaplemez feletti föld (fs.: -6,32m) beépül és támaszt, merevsége $R=100.000$ kN/m (ilyen rövid idő alatt a zsugorodás elhanyagolható, így a számítás szempontjából végtelen merev támasznak tekinthető)



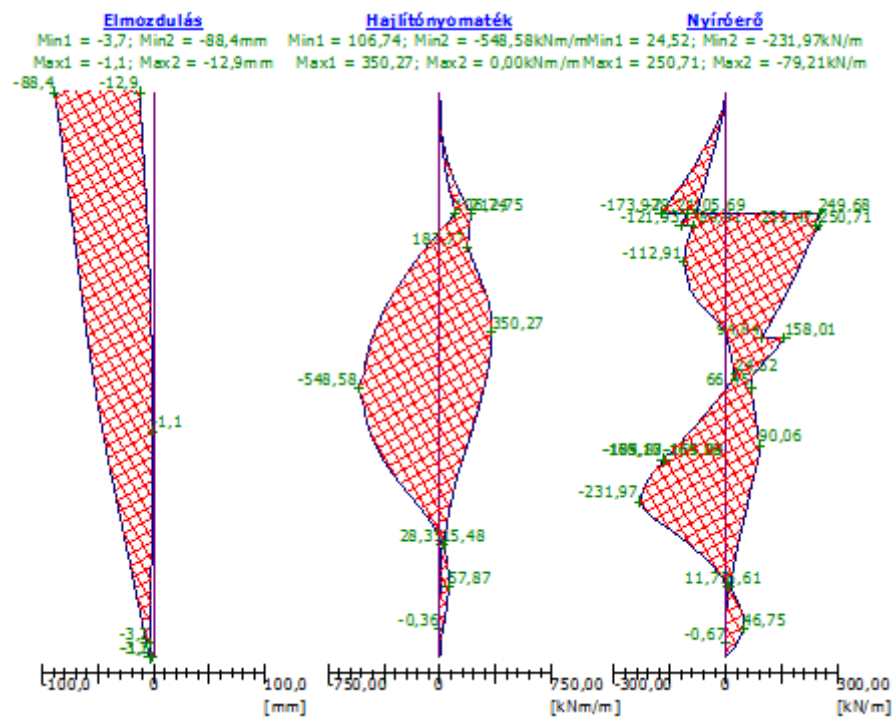
5. Alaplemez és földemek beépültek (végállapot)

- Gödör fenékszint: -11,6 m
- Talajvíz kívül -3,0 m (Mértékadó talajvízszint), belül -12,6 m
- Felszíni teher járdán: $q=48,75$ kN/m²
 - úton, 1. sáv: $q=76,42$ kN/m²
 - úton, 2. sáv: $q=63,43$ kN/m²
 - úton 3. sáv: $q= 54,34$ kN/m²
- Alaplemez és minden földem beépül és támaszt, végtelen merev támasznak tekinthetők



Karakterisztikus igénybevételek maximál ábrája

(1.-5. Tervezési állapot)



Az igénybevételek alapján végzett számításokat a Számítási melléklet tartalmazza.

6.4. SZERKEZETEK KIALAKÍTÁSA, ÉPÍTÉSE

A szerkezet anyagminőségei a mellékelt Számítási mellékletben vannak feltüntetve, a szerkezet rajzai, méret és mennyiség kimutatásai pedig a kapcsolódó terveken szerepelnek.

7. AZ ÉPÍTÉS KÖZBENI ÉS UTÁNI FELADATOK

7.1. TECHNOLÓGIA, ÉPÍTÉSI SORREND, ORGANIZÁCIÓ

- Részvezető gerenda elkészítése, amely meghatározza a rés irányát, megvezeti a réselőszerszámot, és a rés felső részének állékonyságát biztosítja
- Két fogással elkészítik a réstábla két szélét
- A két fogás között a megmaradó földtömeg kitermelése, átharapás. Ezzel elkészült egy réstábla
- Az armatúra elhelyezése, majd a réstábla kibetonozása a víz alatti betonozás szabályainak betartásával, a résiszap folyamatos kiszorítása mellett
- Az elkészült réstáblák közötti földmag kitermelése
- Ezeknek az armatúrával való ellátása, és kibetonozása, ezzel elkészült a folytonos rés
- A résfal megszilárdulása után következik a földkiemelés a horgonyzási szintig, majd a horgonyok elhelyezése
- A horgonyokat rögzítése után 7 nappal következhet a horgonyok megfeszítése
- A most már dolgozó horgonyok mellett kiemelhető a föld a lavírsíkig
- Elkészülhet a cölöpözés, a cölöp összefogó fejek, valamint az alaplemez
- Födémek beépítése a horgonyzási szint alatti födémig, majd a horgonyok kiszakítása, további födémek építése

7.2. BIZTONSÁGTECHNIKA

- A kivitelezési munka során be kell tartani:
- A Biztonsági és Egészségvédelmi Tervben foglaltakat
 - 1993. évi XCIII. Tv. és a 4/2002 (II.20) SzCsM-EüM. együttes rendeletében foglaltakat

- A vállalat Munkavédelmi Szabályzatát
- Az MSZ-04-900-1989 Munkavédelem Építőipari munkák általános biztonságtechnikai követelményeit
- Építőipari munkák általános biztonságtechnikai követelményeit
- MSZ-04-901:1989 Munkavédelem Építőipari földmunkák, dúcolások és alapozások biztonságtechnikai követelményeit
- MSZ-04-963:1989 Munkavédelem Építőipari gépek biztonságtechnikai követelményeit

7.3. KÖRNYEZETVÉDELEM

A kivitelezési munkát a környezetvédelmi terv szerint kell végezni, valamint be kell tartani:

- Az 1995. évi LIII. törvényt a környezet védelmének általános szabályairól
- A 2012. CLXXXV. törvényt a hulladékokról

A kivitelezés során a munkavégzést úgy kell megszervezni és végezni, hogy azzal a legkisebb mértékű környezetterhelést és igénybevételt idézzék elő, megelőzzék a környezetszennyezést, valamint kizárják a környezetkárosítást. Minden dolgozó úgy köteles munkáját végezni, hogy elkerülje, illetve minimalizálja a hulladékok keletkezését. A vállalkozó köteles a munkavállalóit környezetvédelmi oktatásban részesíteni.

7.4. MINŐSÉGELLENŐRZÉS

A Mérnök által jóváhagyott Mintavételi és Megfelelőségi-igazolási Terv szerint.

A kivitelezésről Építési Naplót kell vezetni. A munka megkezdése előtt az alvállalkozó(k) adatait, elérhetőségeit az Építési naplóba rögzíteni kell. Az átvétel felvétele a Mintavételi és Megfelelőségi igazolási tervben szereplő bizonylatok hiánytalan átadása, az előírások szerint megfelelőség igazolásával.

7.5. MŰSZAKI FELÜGYELET, ELLENŐRZÉS, MEGFIGYELÉS (MONITORING)

- A résfal kivitelezésével, annak technológiai, minőségi stb. követelményeivel az MSZ EN 1538 előírásait kell követni
- A talajhorgonyzásra a fentiekhez hasonlóan MSZ EN 1536 az irányadó
- A fenti szabványok és a kivitelező cég vonatkozó technológiai utasításai előírják a speciális mélyépítési munkák végrehajtásának és monitoringjának, dokumentálásának elemeit, részleteit. Lényeges elem hogy a szerkezet szokásos elmozdulás mérései mellett mérjük a külső környezet elmozdulásait is.

- Az építési kihatási távolság általában a gödörmélység kétszeresére becsülhetjük, ezen a területen belül mérni kell az épületek ill. a felszín elmozdulásait. Természetesen erre a területre előzetesen el kell végezni az épületek, közművek állapotfelmérését ill. statikai analízisét a várható hatásokra, és a folyamatos mérési eredményeket össze kell vetni az előzetes értékekkel. A dokumentálásnál mind az előzetes állapotfelvétel, mind a mozgásmérés esetén gondolni kell annak esetleges jogis aspektusaira is.

- A résfalak általában fenntartási és üzemeltetési igényt nem támasztanak. Mivel jelen esetben a talajhorgony csak építési segédszerkezet, néhány hónapos élettartam után, a földemek beépülésekor visszavágásra kerülnek, így a horgonyok sem.

7.6. FENNTARTÁS, KARBANTARTÁS, ÜZEMELÉS

Fenntartási, karbantartási és üzemelési feladatok nincsenek a résfallal kapcsolatban.

8. KIEGÉSZÍTŐ ADATOK, INFORMÁCIÓK

A tervdokumentáció elkészítéséhez alkalmazott szoftverek:

- Geo5
- AxisVM12
- MathCad 15
- AutoCad2012

A tervdokumentáció elkészítéséhez felhasznált szabványok:

- MSZ EN 1997-1 Geotechnikai tervezés, általános szabályok
- MSZ EN 1997-2 Geotechnikai tervezés, vizsgálatok
- MSZ EN 1538 Talajhorgony építési előírások
- MSZ EN 10080:2005 Betonacél. Hegeszthető betonacél. Általános követelmények.
- MSZ EN 4798:1-2004 Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés, valamint MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételek Magyarországon.

Alkalmazott szakirodalmak, segédletek:

- Dr Bartos Sándor - Králik Béla: Mélyépítés I.

- Dr Bartos Sándor - Králik Béla: Mélyépítés II.

- Dr Bartos Sándor - Králik Béla: Mélyépítés III.

- Szepesházi Róbert - Geotechnikai tervezés (Tervezés az Eurocode 7 és a kapcsolódó európai geotechnikai szabványok alapján)

- Deák György - Erdélyi Tamás - Fernezelyi Sándor - Kollár László - Visnovitz György:

Terhek és hatások (Tervezés az Eurocode alapján 2007)

- Deák György - Draskóczy András - Dulácska Endre - Kollár László - Visnovitz György: Vasbeton szerkezetek (Tervezés az Eurocode alapján 2007)

- Magyar Mérnöki Kamara: Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint

- Wolf Ákos: Munkagödör tervezése

http://www.sze.hu/~szepesr/anyagok/oktatas/NGB-se005_4/eloadas/Wolf_Munkagodor%20tervezese_bevezetes.pdf

- Huszák Tamás: Földalatti műtárgyak, mélyalapozás gyakorlati segédlet

http://www.gtt.bme.hu/gtt/oktatas/feltoltesek/BMEEOGTAS11/foldalatti_mutargyak_gyakorlati_segedlet.pdf

- Chang-Yu Ou - Deep Excavation (Theory and Practice)

1. Kiindulási adatok**1.1 Helyszíni adatok**

A +0,00 szint 105,50 mBf magasságon van.

A tervezett épület alaplemezésének alsó síkja 93,8 mBf.

Az FTV által készített "Budapest Építéshidrológiai Atlasza" alapján a területen várható becsült max talajvízszintet 102.0 mBf, a mértékadó vízszintet pedig 102,5 mBf. szinten javaslom felvenni.

Terepkategória: IV.

1.2 Anyagminőségek

Beton:

Az MSZ 4798-1:2004 Beton szabvány alapján az épület betonszerkezetei X0 kategóriába esnek, belső

száraz terek, a minimálisan alkalmazható beton minőség C12/15, az alkalmazott beton minőség C20/25.

A résfalnál alkalmazható minimális betonminőség C30/37. A 2F jelű fúrásból vett vizminta magas szulfát tartalma minden talajvízzel érintkező szerkezetnél indokoltá teszi az MSZ EN 206-1 szabvány alapján alapján az XA2 környezeti osztályt, amely előírja minimum C30/37 szilárdsági osztályú beton használatát, minimális cementadagolás 320 kg/m³, maximális víz cement tényező 0,55. Másfelől az MSZ EN 1538 résfalépítési szabvány által előírt minimális cementadagolás 350 kg/m³, és tekintettel a zagy alatti, tömörítés nélküli betonozásra, a résfalnál figyelembe vehető betonszilárdság maximum C20/25.

Fúrás száma	pH	Összes keménység nk°	SO ₄ mg/l	Lúgossági fok
2F	7.7	320	650	6.2
4F	8.0	34	198	7.2
6F	10.0	28	235	7.2

Talajvíz vizkémiai vizsgálatának eredményei

Beton: C20/25-X0-16-F3 (födémek, falak, pillérek)

$$f_{ck20} := 20 \frac{N}{mm^2} \quad \gamma_b := 1.5$$

$$f_{cd20} := \frac{f_{ck20}}{\gamma_b} = 13.333 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_{ctd20} := 1.0 \frac{N}{mm^2}$$

Beton: C30/37-XA1-16-F3 (résfal, lemezalap, cölöpök)

$$f_{ck30} := 30 \frac{N}{mm^2} \quad \gamma_b := 1.5$$

$$f_{cd30} := \frac{f_{ck30}}{\gamma_b} = 20 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_{ctd30} := 1.4 \frac{N}{mm^2}$$

Acél: B500B

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

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

1.3 Alkalmazott szabványok

MSZ EN 1990:2005	Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai
MSZ EN 1991-1.1:2005	Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások, 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei.
MSZ EN 1991-1	Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások: Általános hatások.
MSZ EN 1991-2	Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások: Hidak terhei
MSZ EN 1992-1-1:2005	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése, 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabványok.
MSZ EN 1997-1	Geotechnikai tervezés, általános szabályok
MSZ EN 1997-2	Geotechnikai tervezés, vizsgálatok
MSZ EN 1538	Résfalépítési előírások
MSZ EN 1537	Talajhorgony építési előírások
MSZ EN 10080:2005	Betonacél. Hegeszthető betonacél. Általános követelmények.
MSZ EN 4798:1-2004	Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételek Magyarországon.

1.4. Alkalmazott segédletek

Deák-Erdélyi-Fernezeyi-Kollár-Visnovitz	Terhek és hatások (Tervezés az Eurocode alapján) 2007
Deák-Draskóczyi-Fernezeyi-Kollár-Visnovitz	Vasbetonszerkezetek (Tervezés az Eurocode alapján) 2007
Magyar Mérnöki Kamara	Magasépítési létesítmények ellenőrző erőtan számítása az MSZ EN szerint I.
Magyar Mérnöki Kamara	Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint

1.5 Alkalmazott szoftverek

Axis VM 12
 Microsoft Office Excel
 Microsoft Office Word
 Mathcad 15
 Autocad 2012
 Geo5
 Plaxis

2. Terhek és hatások

2.1 Állandó terhek

Parciális tényező $\gamma_G := 1.35$

Alaplemez (-3 szint)

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Műgyanta	0,3	20	0,06
Vasbeton lemez	40	25	10
Állandó teher			0,06
Szerkezet			10
Összesen			10,06

Könnyű gépjárművekkel járható födém (-2; -1 szint)

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Műgyanta	0,3	20	0,06
Vasbeton lemez	25	25	6,25
Állandó teher			0,06
Szerkezet			6,25
Összesen			6,31

Raktár (-1 szint raktárak)

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Gres lap burkolat	1	22	0,22
Önterülő estrich	0,5	24	0,12
Vasbeton lemez	25	25	6,25
Állandó teher			0,34
Szerkezet			6,25
Összesen			6,59

Zöldtető (-1 szint felett)

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Növény(fák 15m magasságig)	-	-	1,5
Ültetőközeg	40	20	8
Elválasztó, szűrő réteg	-	-	0,0012
Vizgázdálkodó réteg	25	20	5
Felületszivargó	-	-	0,002
Gyökérálló vízszigetelés	-	-	-
Párazáró réteg	-	-	-
Lejt beton	10	25	2,5
Vasbeton lemez	35	25	8,75
Állandó teher			17,00
Szerkezet			8,75
Összesen			25,75

Bérlemény (földszint)

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Gres lap burkolat	1	22	0,22
Önterülő estrich	0,5	24	0,12
Vasbeton lemez	25	25	6,25
Hőszigetelés	10	0,6	0,06
Álmennyezet	-	-	0,2
Állandó teher			0,6
Szerkezet			6,25
Összesen			6,85

WC, lift előtér

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Gres lap burkolat	1	22	0,22
Önterülő estrich	0,5	24	0,12
Vasbeton lemez	25	25	6,25
Álmennyezet	-	-	0,2
Állandó teher			0,54
Szerkezet			6,25
Összesen			6,79

Iroda (1., 2., 3., 4., 5., 6., szint)

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Álpadló	-	-	0,63
Vasbeton lemez	25	25	6,25
Hangelszívó paplan	-	-	0,48
Álmennyezet	-	-	0,2
Állandó teher			1,31
Szerkezet			6,25
Összesen			7,56

Zöldtető (7. szint)

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Növény (gyep, bokrok)	-	-	0,1
Ültetőközeg	10	20	2
Elválasztó, szűrő réteg	-	-	0,0012
Vizgázdálkodó réteg	5	20	1
Felületszivargó	-	-	0,002
Gyökérálló vízszigetelés	-	-	0,045
Hőszigetelés	10	0,6	0,06
Párazáró réteg	-	-	0,0024
Lejtőbeton	10	25	2,5
Vasbeton lemez	25	25	6,25
Állandó teher			5,71
Szerkezet			6,25
Összesen			11,96

Gépház (8. szint)

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Műgyanta	0,3	20	0,06
Vasbeton lemez	35	25	8,75
Hangelnyelő paplan	-	-	0,48
Állandó teher			0,54
Szerkezet			8,75
Összesen			9,29

Lépcső

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Gres lap burkolat	1	22	0,22
Önterülő estrich	0,5	24	0,12
Vasbeton lemez	20	25	5
Korlát	-	-	0,5
Állandó teher			0,84
Szerkezet			5
Összesen			5,84

Terasz

Rétegrend	vastagság [cm]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
Beton járdalap burkolat	5	23	1,15
Kavics borítás	5	18	0,9
Párazáró réteg	-	-	-
Hőszigetelés	10	0,6	0,06
Vízszigetelés	-	-	-
Vasbeton lemez	25	25	6,25
Álmennyezet	-	-	0,2
Állandó teher			2,31
Szerkezet			6,25
Összesen			8,56

Homlokzati teher

A homlokzati teher 2 kN/m².

2.2. Esetleges terhek**2.2.1. Födémek hasznos terhei**

Parciális tényező: $\gamma_Q := 1.5$

Lépcsők (A) $q_{kA} := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $Q_{k,A} := 3\text{kN}$ $\psi_{0A} := 0.7$ $\psi_{1A} := 0.5$ $\psi_{2A} := 0.3$

Irodák (B) $q_{kB} := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $Q_{k,B} := 4.5\text{kN}$ $\psi_{0B} := 0.7$ $\psi_{1B} := 0.5$ $\psi_{2B} := 0.3$

Étterem (C) $q_{kC} := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $Q_{k,C} := 4\text{kN}$ $\psi_{0C} := 0.7$ $\psi_{1C} := 0.5$ $\psi_{2C} := 0.6$

Raktár (E) $q_{kE} := 7.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $Q_{k,E} := 7\text{kN}$ $\psi_{0E} := 1$ $\psi_{1E} := 0.9$ $\psi_{2E} := 0.8$

Könnyű gépjárművekkel járható födém (F)

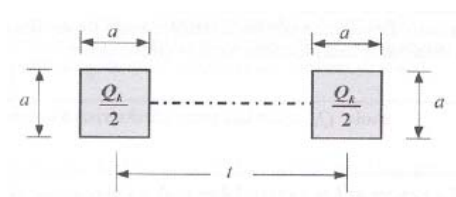
$q_{kF} := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $Q_{k,F} := 20\text{kN}$ $\psi_{0F} := 0.7$ $\psi_{1F} := 0.7$ $\psi_{2F} := 0.5$

Nem járható tető (H)

$q_{kH} := 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $Q_{k,H} := 1\text{kN}$ $\psi_{0H} := 0.7$ $\psi_{1H} := 0.5$ $\psi_{2H} := 0.3$

Járható tető (I) $q_{kI} := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $Q_{k,I} := 3\text{kN}$ $\psi_{0I} := 0.7$ $\psi_{1I} := 0.5$ $\psi_{2I} := 0.3$

Gépház $q_{kgép} := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $\psi_{0gép} := 1$ $\psi_{1gép} := 1$ $\psi_{2gép} := 1$

2.2.2. Járművek tengelyterhei

Parciális tényező: $\gamma_Q := 1.5$

Tengelyteher $Q_k := 20\text{kN}$

Terhelt felület 2 db

Terhelt felület $t_k := 100\text{mm}$

Keréktávolság $l_k := 1.8\text{m}$

Tehát a felületen megoszló erő:

Terhelt felület $T_k := t_k^2 = 0.01\text{m}^2$

Terhelő erő $Q_k := 10\text{kN}$

Teherintenzitás $q_{kk} := 1000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

2.2.3. Hasznos teher csökkentő tényező

Födémterület szerinti tényező

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} \quad A_0 := 10 \text{m}^2$$

Szintszám szerinti tényező

$$\alpha_n := \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n}$$

Ha $\psi_0 \geq \min(\alpha_a; \alpha_n)$, akkor általában az ψ_0 alkalmazása eredményezi a kisebb hasznos terhet.

Mélygarázs alaplemez

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 64 \text{m}^2 \quad n := 2$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.656$$

$$\alpha_n := \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} = 1$$

Csökkentő tényező $\min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.656$

Mélygarázs -2 szint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 64 \text{m}^2 \quad n := 1$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.656$$

$$\alpha_n := 1$$

Csökkentő tényező $\min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.656$

Mélygarázs -1 szint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 64 \text{m}^2 \quad n := 0$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.656$$

$$\alpha_n := 1$$

Csökkentő tényező $\min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.656$

Földszint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 64 \text{m}^2 \quad n := 7$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.656$$

$$\alpha_n := \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} = 0.786$$

Csökkentő tényező $\min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.656$

1. szint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 47 \text{m}^2 \quad n := 6$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.713$$

$$\alpha_n := \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} = 0.8$$

Csökkentő tényező $\min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.7$

2. szint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 47\text{m}^2 \quad n := 5$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.713$$

$$\alpha_n := \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} = 0.82$$

$$\text{Csökkentő tényező} \quad \min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.7$$

3. szint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 47\text{m}^2 \quad n := 4$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.713$$

$$\alpha_n := \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} = 0.85$$

$$\text{Csökkentő tényező} \quad \min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.7$$

4. szint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 47\text{m}^2 \quad n := 3$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.713$$

$$\alpha_n := \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} = 0.9$$

$$\text{Csökkentő tényező} \quad \min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.7$$

5. szint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 47\text{m}^2 \quad n := 2$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.713$$

$$\alpha_n := \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} = 1$$

$$\text{Csökkentő tényező} \quad \min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.7$$

6. szint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 47\text{m}^2 \quad n := 1$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.713$$

$$\alpha_n := 1$$

$$\text{Csökkentő tényező} \quad \min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.7$$

7. szint

$$\psi_0 := 0.7 \quad A := 47\text{m}^2 \quad n := 0$$

$$\alpha_a := \frac{5}{7} \cdot \psi_0 + \frac{A_0}{A} = 0.713$$

$$\alpha_n := 1$$

$$\text{Csökkentő tényező} \quad \min(\psi_0, \alpha_a, \alpha_n) = 0.7$$

2.2.4. Válaszfalak helyettesítő terhei

A mozgatható (átépíthető, áthelyezhető, mobil) válaszfalak önsúlya esetleges hasznos teherként kezelendő.

$$q_{kv} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \gamma_Q := 1.5 \quad \psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 1$$

2.2.5. Hóteher

Parciális tényező $\gamma_{Q.hó} := 1.5$

Az épület +0,00 szintje +105,5 mBf magasságon található.

400 méter tengerszint feletti magasságig a felszíni hóteher értéke $s_k := 1.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

A tető hóterhének karakterisztikus értéke $s := C_e \cdot C_t \cdot \mu_i \cdot s_k$

C_e - a szél hatását figyelembe vevő tényező

$$C_e := 1$$

A terepviszonyok, a szomszédos épületek és a növényzet miatt a szél nem hordja el jelentős mennyiségben a havat a tetőkről.

C_t - hőmérsékleti tényező

$$C_t := 1$$

μ_i - a hóteher alaki tényezője a különböző tetőformáknak és teherelrendezésnek megfelelően

s_k - a felszíni hóteher karakterisztikus értéke

Alaki tényezők

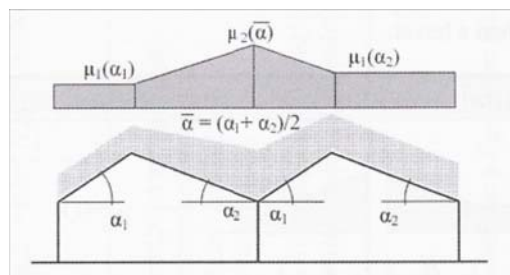
A tető hajlásszöge $\alpha_1 := 11^\circ \quad \alpha_2 := 6^\circ$

Az $\alpha=11^\circ$ tető alaki tényezői akadálymentes lecsúszás $\mu_{1,1} := 0.8$

Az $\alpha=6^\circ$ tető alaki tényezői akadálymentes lecsúszás $\mu_{1,2} := 0.8$

Az összekapcsolódó tetők miatt hófelhalmozódás következhet be.

Hóteher értéke a "vápában"



A felhalmozódást is tartalmazó, hóteher átrendeződése utáni teherelrendezés és alaki tényezők

$$\alpha := \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} = 8.5^\circ \quad \mu_2 := 0.8 \left(1 + \frac{\alpha}{30^\circ} \right) = 1.027$$

Teherszint tényezők:

- kombinációs (egyidejűségi) tényező

$$\psi_{0h0} := 0.5$$

- gyakori teherszint tényezője

$$\psi_{1h0} := 0.2$$

- kvázi-állandó teherszint tényezője

$$\psi_{2h0} := 0.0$$

2.2.6. SzélteherParciális tényező $\gamma_Q := 1.5$

Terep beépítési kategória: IV

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

Terep beépítési kategóriák

Épületmagasság

$$Z_e := 35.68\text{m}$$

Átlagos szélesség alapértéke

$$C_{dir} := 1$$

$$C_{season} := 1.0$$

$$v_{b0} := 23.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_b := C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b0} = 23.6 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Átlagos szélesség a magasság függvényében

Domborzati tényező

$$C_{0z} := 1.0$$

Felületi érdesség mértéke

$$Z_0 := 0.3\text{m}$$

Minimálisan figyelembe veendő magasság

$$Z_{0u} := 0.05\text{m}$$

Tereptényező

$$k_r := 0.19 \cdot \left(\frac{Z_0}{Z_{0u}} \right)^{0.07} = 0.215$$

Érdességi tényező

$$C_{rz} := k_r \cdot \ln \left(\frac{Z_e}{Z_0} \right) = 1.029$$

$$v_{mz} := C_{rz} \cdot C_{0z} \cdot v_b = 24.29 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Turbulencia hatása

A szélsébség ingadozásának
indenzitási tényezője

$$L_{vz} := \frac{1}{C_{0z} \cdot \ln\left(\frac{Z_e}{Z_0}\right)} = 0.209$$

Torlónyomás alapértéke

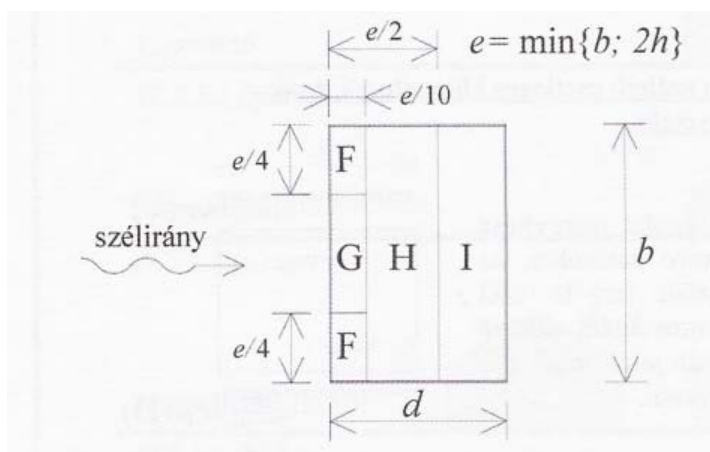
A levegő sűrűsége

$$\rho_l := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$q_{b.} := \frac{\rho_l}{2} \cdot v_{b.}^2 \cdot 10^{-3} = 0.348 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A torlónyomás csúcsértéke Z magasságban $q_{pz.} := (1 + 7 \cdot L_{vz}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_l \cdot v_{mz.}^2 \cdot 10^{-3} = 0.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Lapostetőre ható szélteher nyomási tényezői



$$b := 16.61 \text{ m}$$

$$d := 14.23 \text{ m}$$

$$h := 35.68 \text{ m}$$

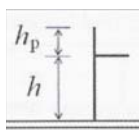
$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 16.61 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = 4.152 \text{ m}$$

$$\frac{e}{10} = 1.661 \text{ m}$$

Lapostető szélteher zónáinak elrendezése

Attika falas tetőperem



Attika fal magassága

$$h_p := 1.15 \text{ m}$$

Épület magassága az attika falig

$$h_a := 29.95 \text{ m}$$

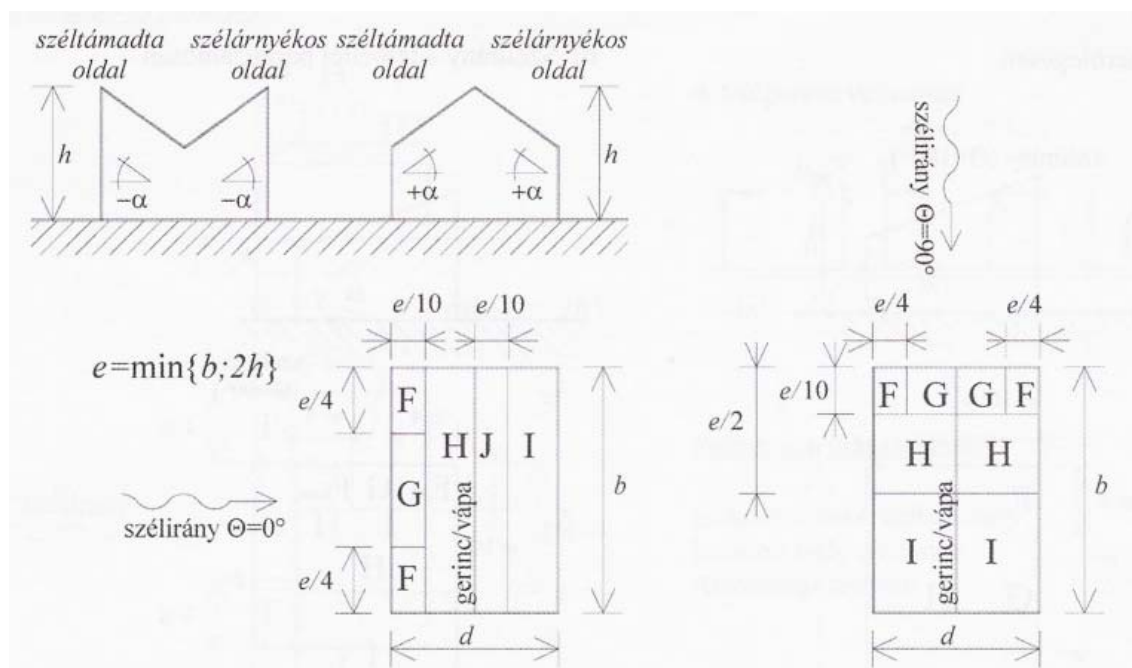
$$\frac{h_p}{h_a} = 0.038$$

Vízszintes felületek külső nyomási tényezői								$c_{pe,10}$ és $c_{pe,1}$	
Tető típusa		Zóna							
		F		G		H		I	
		Szél felőli zóna sarkai		Szél felőli zóna közepe		Középső zóna		Széllel átellenes zóna	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
a) Szögletes peremű		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
b) Attikafalas	$h_p/h=0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2

Vízszintes felületek külső nyomási tényezői

$$\begin{aligned}
 \text{F mező területe} \quad T_F &:= \frac{e}{4} \cdot \frac{e}{2} = 34.487 \text{ m}^2 & w_{eIF} &:= q_{pz} \cdot -1.496 = -1.085 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\
 \text{G mező területe} \quad T_G &:= \left(b - 2 \cdot \frac{e}{4} \right) \cdot \frac{e}{2} = 68.973 \text{ m}^2 & w_{eIG} &:= q_{pz} \cdot -0.996 = -0.722 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\
 \text{H mező területe} \quad T_H &:= b \cdot \left(\frac{e}{2} - \frac{e}{10} \right) = 110.357 \text{ m}^2 & w_{eIH} &:= q_{pz} \cdot -0.7 = -0.507 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\
 \text{I mező területe} \quad T_I &:= b \cdot \left(d - \frac{e}{2} \right) = 98.414 \text{ m}^2 & w_{eIsz} &:= q_{pz} \cdot -0.2 = -0.145 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\
 & & w_{eIny} &:= q_{pz} \cdot 0.2 = 0.145 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}
 \end{aligned}$$

Nyeregteretűre ható szélteher nyomási tényezői



Nyeregteretű szélteher zónáinak elrendezése

$$b := 13.80\text{m}$$

$$d := 25.65\text{m}$$

$$h := 35.68\text{m}$$

$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 13.8\text{m}$$

$$\frac{e}{4} = 3.45\text{m} \quad \frac{e}{10} = 1.38\text{m}$$

a) Nyeregtetők külső nyomási tényezői, ha $\Theta=0^\circ$										c_{pe}
Tetőszík hajlásszöge (α)		F		G		H		I		J
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$ $c_{pe,1}$
vápa	-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0 -1,5
	-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8 -1,4
	-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7 -1,2
	-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2 -0,6
gerinc	5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	0,0		0,2 -0,6
		0,0		0,0		0,0		-0,6		-0,6
	15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0 -1,5
		+0,2		+0,2		+0,2		0,0		0,0 0,0
	30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5 0,0
		+0,7		+0,7		+0,4		0,0		0,0

**Nyeregtetők külső nyomási tényezői épülettel párhuzamos
szélirány esetén**

$$\begin{aligned}
 \text{F mező területe } T_F &:= \frac{e}{4} \cdot \frac{e}{10} = 4.761 \text{ m}^2 & w_{elF} &:= q_{pz} \cdot \frac{(-2.4 - 2.65)}{2} = -1.831 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\
 \text{G mező területe } T_G &:= \left(b - 2 \cdot \frac{e}{4}\right) \cdot \frac{e}{10} = 9.522 \text{ m}^2 & w_{elG} &:= q_{pz} \cdot -1.25 = -0.906 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\
 \text{H mező területe } T_H &:= b \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{e}{10}\right) = 157.941 \text{ m}^2 & w_{elH} &:= q_{pz} \cdot -0.85 = -0.616 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\
 \text{J mező területe } T_J &:= b \cdot \frac{e}{10} = 19.044 \text{ m}^2 & w_{elJs} &:= q_{pz} \cdot -0.7 = -0.507 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\
 \text{I mező területe } T_I &:= b \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{e}{10}\right) = 157.941 \text{ m}^2 & w_{elIs} &:= q_{pz} \cdot -0.5 = -0.363 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}
 \end{aligned}$$

b) Nyeregtetők külső nyomási tényezői, ha $\Theta=90^\circ$										c_{pe}
Tetőhajlás (α)		F		G		H		I		
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	
vápa	-45°	-1,4	-2,0	-1,2		-1,0	-1,3	-0,9		-1,2
	-30°	-1,5	-2,1	-1,2		-1,0	-1,3	-0,9		
	-15°	-1,9	-2,5	-1,2		-0,8	-1,2	-0,8		
	-5°	-1,8	-2,5	-1,2		-0,7	-1,2	-0,6		
gerinc	5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6		-0,5
	15°	-1,3	-2,0	-1,3		-0,6	-1,2			
	30°	-1,1	-1,5	-1,4		-0,8	-1,2			
	45°	-1,1	-1,5	-1,4		-0,9	-1,2			
	60°	-1,1	-1,5	-1,2		-0,8	-1,0			
	75°	-1,1	-1,5	-1,2		-0,8	-1,0			

**Nyeregtetők külső nyomási tényezői épületre merőleges
szélirány esetén**

F mező területe $T_F := \frac{e}{4} \cdot \frac{e}{10} = 4.761 \text{ m}^2$

$w_{eF} := q_{pz} \cdot \frac{(-1.85 - 2.5)}{2} = -1.577 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

G mező területe $T_G := \left(b - 2 \cdot \frac{e}{4}\right) \cdot \frac{e}{10} = 9.522 \text{ m}^2$

$w_{eG} := q_{pz} \cdot -1.3 = -0.943 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

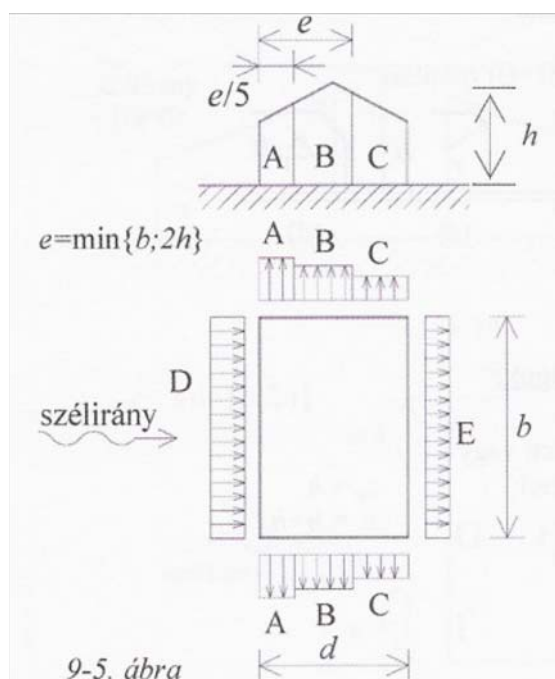
H mező területe $T_H := b \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{e}{10}\right) = 157.941 \text{ m}^2$

$w_{eH} := q_{pz} \cdot -0.8 = -0.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

I mező területe $T_I := b \cdot \left(\frac{d}{2} - \frac{e}{10}\right) = 157.941 \text{ m}^2$

$w_{eI} := q_{pz} \cdot -0.8 = -0.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Falakra ható szélteher nyomási tényezői



9-5. ábra

Falak szélteher zónáinak elrendezése

$b := 38.48 \text{ m}$

$d := 30.86 \text{ m}$

$h := 35.68 \text{ m}$

$e := \min(b, 2 \cdot h) = 38.48 \text{ m}$

$\frac{e}{5} = 7.696 \text{ m}$

$\frac{h}{d} = 1.156$

A vizsgált épületet 2 irányból az épület többi üteme határolja, így a szélárnyékos oldalon nem alakul ki szélszívás.

Függőleges felületek külső nyomási tényezői										c_{pe}
h/d	A		B		C		D		E	
	Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Széltámadta oldal		Szélárnyékos oldal	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
≥ 5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Függőleges felületek külső nyomási tényezői

A mező területe $T_A := h \cdot \frac{e}{5} = 274.593 \text{ m}^2$

$w_{fA} := q_{pz} \cdot -1.2 = -0.87 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

B mező területe $T_B := h \cdot \left(e - \frac{e}{5}\right) = 1098.373 \text{ m}^2$

$w_{fB} := q_{pz} \cdot -0.8 = -0.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$$\begin{aligned} \text{C mező területe} \quad T_C &:= h \cdot (e - d) = 271.882 \text{ m}^2 & w_{fC} &:= q_{pz} \cdot -0.5 = -0.363 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{D mező területe} \quad T_D &:= h \cdot b = 1372.966 \text{ m}^2 & w_{fD} &:= q_{pz} \cdot 0.8 = 0.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Felületi szélsúrlódás

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

A falfelület durva, a tetőfedés igen durva felületnek tekinthető, a szélsúrlódás csak nyomásként értelmezhető.

$$w_{efal} := 0.02 \cdot q_{pz} = 0.015 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{etető} := 0.04 \cdot q_{pz} = 0.029 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A szélsúrlódás figyelembevétele elhanyagolhatóan kicsi többletigénybevételt okoz, ezért nem vesszük figyelembe.

2.2.7. Viznyomás

Parciális tényező $\gamma_Q := 1.5$

A tervezett épület alaplemezének alsó síkja 93,8 mBf magasságban található, a mértékadó talajvízszint 102,5 mBf, a nyugalmi talajvízszint pedig 99,93 mBf magasságban helyezkedik el, építési állapotban a nyugalmi vízszintet veszem fel a felhajtóerő számításánál.

Vizoszlop magassága $h := 99.93\text{m} - 93.8\text{m} = 6.13 \cdot \text{m}$

Víz térfogatsúlya $\gamma_v := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Viznyomás az alaplemezen $Q_v := h \cdot \gamma_v = 61.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

A Q_v egyenletesen megoszló felületi víznyomást jelent.

Víznyomás a támfalakon $Q_v = 61.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Ebben az esetben a Q_v a résfal alján ható víznyomás értéke, ami a vízszint magasságáig lineárisan csökken 0-ig.

3. Mértékadó hatáskombinációk meghatározása **(Teherkombinációk)**

3.1. Hatások (terhek) felvételének módja

3.1.1 Állandó hatások

Födémlemez önsúlya - a ténylegesen tervezett vastagság alapján automatikusan korrigálva

Rétregrend terhei

Belső és külső falak terhei - pontosan számítva

Földnyomás

Víznyomás

3.1.2 Hasznos terhek

Funkcióból adódó szabványos terhek - teljes területen elhelyezve növelő szorzóval

3.1.3. Meteorológiai terhek

Szélteher

Hóteher

3.2. Parciális tényezők

Parciális tényezők alkalmazása:

- Pillérek és fal igénybevétel számításakor
- Alapozás maximális terhe számításakor
- Födémek méretezésekor
- Épület merevítés számításakor

Alapértékek figyelembevétele

- Födémel lehajlása számításakor

Dinamikus tényezők alkalmazása

A hasznos terhek karakterisztikus értékei általános esetben tartalmazzák a földterület funkciójának megfelelő, szokásos működési körülmények esetén fellépő dinamikus hatásokat is.

3.3. Tehercsoportosítások létrehozása

Az Axis VM 12 programmal a teljes épület összes állandó terhének automatikusan felvett önsúlyának figyelembevételével az összes változó terhet az összes, fizikailag lehetséges variációban elhelyezzük és ebből képzünk maximális és minimális igénybevételeket. A fizikailag egyszerre nem létező terhelési eseteket kizárjuk!

3.4. Alkalmazott tehercsoportosítások

Alaplemez (-3 szint)

		kN/m²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	0,06	1,35	-	-
Víznyomás	$G_{d,sup}$	-61,3	1,5	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	15	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	2,5	1,5	0,7	0,5

Mélygarázs (-2, -1 szint)

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	0,06	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	6,25	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	2,5	1,5	0,7	0,5

Raktár (-1 szint)

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	0,34	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	6,25	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	7,5	1,5	1	0,8
Válaszfal teher	q_k	2	1,5	1	1

Zöldtető (földszint)

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	17	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	8,25	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	3	1,5	0,7	0,3

Bérlemény (földszint)

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	0,82	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	6,25	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	3	1,5	0,7	0,3
Válaszfal teher	q_k	2	1,5	1	1

WC, lift előtér

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	1,02	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	6,25	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	2	1,5	0,7	0,3
Válaszfal teher	q_k	2	1,5	1	1

Iroda (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., szint)

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	1,31	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	6,25	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	3	1,5	0,7	0,3
Válaszfal teher	q_k	2	1,5	1	1

Zöldtető (7. szint)

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	5,71	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	6,25	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	3	1,5	0,7	0,3

Gépház (8. szint)

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	0,54	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	8,25	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	5	1,5	1	1

Terasz (7. szint)

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	2,31	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	6,25	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	3	1,5	0,7	0,3

Lépcső

		kN/m ²	γ	ψ_0	ψ_2
Állandó teher	$G_{d,sup}$	0,84	1,35	-	-
Födém önsúly	$G_{d,sup}$	5	1,35	-	-
Hasznos teher	q_k	3	1,5	0,7	0,3

3.5. Teherkombinációk teherbírési határállapotban

3.5.1 Tartós és ideiglenes tervezési helyzethet tartozó kombináció (STR/EQU)

$$(a) \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$(b) \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

vagy

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

hatás jellege	$\gamma_{G,i}$	STR	EQU
kedvezőtlen	$\gamma_{Gj,sup}$	1,35	1,10
kedvező	$\gamma_{Gj,inf}$	1,00	0,90

3.5.2 Rendkívüli tervezési helyzethez tartozó kombináció (tűz, ütközés)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.5.3 Szeizmikus tervezési helyzethez tartozó kombináció

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \varphi \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.6. Teherkombinációk használhatósági határállapotban

3.6.1. Kvázi-állandó kombináció

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.6.2 Gyakori kombináció

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3.6.3. Karakterisztikus kombináció

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

4. Egyedi cölöpteherbírás számítása **MSZ 15005/1-1989, MI 15005/2-1989** **alapján**

A fenti teherelemzés alapján AxisVM12 program segítségével felépítettem az épület 3D-s modelljét, ami a bevitt adatok alapján kiszámolta az alsó oszlopoknál keletkező reakcióerőket.

Cölöpcsoportot terhelő erő $F := 9.11 \cdot \text{MN}$

Egy cölöpre jutó erő $F_M := \frac{F}{4} = 2.277 \cdot \text{MN}$

Cölöpteherbírás $F_H := \alpha_c \cdot m \cdot (A \cdot \sigma \cdot l + K \cdot r \cdot \ddot{o} \cdot \sum H_{si} \cdot \tau_i + Q)$

$D := 60 \cdot \text{cm}$ cölöpátmérő

$\alpha_1 := 0.75$ laboratóriumi vagy helyszíni vizsgálatokkal meghatározott talajadatok esetén
MI15005/2-1989 6.fejezet 6.táblázat

$\alpha_2 := 0.85$ létesítmény gazdaságilag fontosságától, életeszély nagyságától függő tényező

$\alpha_3 := 1.0$ a terület talajrétegződése jól ismert MSZ15005/1-1989 5.1.1.3 alfejezet

$m := 0.85$ magasan fekvő cölöprács 20db cölöp esetén MI15005/2-1989 6.fejezet 7.táblázat

$A := D^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 2827.4 \cdot \text{cm}^2$ cölöpcsúcs felülete

$K := D \cdot \pi = 188.5 \cdot \text{cm}$ cölöp kerülete

$\ddot{o} := 0.5$ végleges helyökön fúrt cölöp agyagban

$l := 2.5$ nincs roskadási veszély

$r := 3.5$ nincs roskadási veszély

$Q := 0 \cdot \text{MN}$ lefelé kónuszos cölöpcsúcs teherbírasi többlete (cölöpcsúcs nem kónuszos)

$I_c := 0.88$

$$20 \text{ m-hez tartozó } \sigma_{I_c=0.88} \quad \sigma_{20} := \frac{1.7 \cdot \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} - 1.6 \cdot \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}}{0.9 - 0.8} \cdot (0.88 - 0.8) + 1.6 \cdot \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} = 1.68 \cdot \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

τ teljes értékű figyelembe vételének feltétele, hogy a rétegvastagság $> (D/3)$

$H_{\text{alsó}} := \frac{D}{3} = 0.20 \text{ m}$ A rétegek vastagsága minden esetben nagyobb mint $0.33 \text{ m} \rightarrow$ a nyírófeszültségek teljes értékükkel figyelembe vehetők.

A talajréteg középvonalának mélysége a térszín alatt [m]	τ , fajlagos nyírási ellenállás [kN/m ²]
	Közepes homok, vagy ennél durvább
10,00	65,00
10,40	65,56
15,00	72,00

$$\tau_1 := 65.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad H_1 := 1.6 \cdot \text{m} \quad H_1 \cdot \tau_1 = 104.90 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

A talajréteg középvonalának mélysége a térszín alatt [m]	τ , fajlagos nyírási ellenállás Ic		
	0,9	0,88	0,8
	esetében, [kN/m ²]		
10,00	92,00		65,00
15,00	100,00		72,00
16,95	107,02	101,11	77,46
20,00	118,00		86,00

$$\tau_2 := 101.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad H_2 := 9.9 \cdot \text{m} \quad H_2 \cdot \tau_2 = 1000.99 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\alpha_c := \min(0.7, \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3) = 0.638$$

$$F_{\text{köpeny}} := K \cdot r \cdot \ddot{o} \cdot (H_1 \cdot \tau_1 + H_2 \cdot \tau_2) = 3.65 \cdot \text{MN}$$

$$F_{\text{csúcs}} := A \cdot \sigma_{20} \cdot l = 1.19 \cdot \text{MN}$$

$$F_{\text{törő}} := F_{\text{csúcs}} + F_{\text{köpeny}} = 4.84 \cdot \text{MN}$$

$$F_H := \alpha_c \cdot m \cdot [A \cdot \sigma_{20} \cdot l + K \cdot r \cdot \ddot{o} \cdot (H_1 \cdot \tau_1 + H_2 \cdot \tau_2) + Q] = 2.62 \cdot \text{MN}$$

$$\lambda := \frac{F_M}{F_H} = 86.9 \cdot \%$$

5. Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése GEO határállapotban

A cölöpalap teherbírásának ellenőrzésekor úgy fogok eljárni mint a sávalapok ellenőrzésekor.

A cölöpök tetejétől feltételezem hogy 5°-os szögben terjed a feszültség, valamint mivel a terhek nagyobbik része a palástsurlódás által adódik át a talajra, a cölöpök 2/3-ában fogok feltételezni a teherátadás síkját. Az egyedi cölöp teherbírás alapján a mértékadó helyen 4 darab, azaz 2x2 cölöpre van szükség, átmérőjük 0,6 méter, a cölöpök tengelytávolsága 3D, azaz 1,8 méter, a cölöpöket befoglaló négyzet tehát 2,4 méter.

A cölöpalap területe a teherátadás síkjában (a cölöpök 2/3-ában) az 5°-os feszültség szétterjedést figyelembevéve 0,7 méteres felületnövekményt jelent minden irányba, tehát 3,8x3,8 méter, azaz 14,44 m².

Mértékadó erő

$$F_M = 2277.5 \cdot \text{kN}$$

Cölöpcsoport mérete

$$T_0 := 2.4\text{m} \cdot 2.4\text{m} = 5.76 \text{ m}^2$$

Figyelembe vett méret a cölöptalp szintjén

$$T_1 := 3.8\text{m} \cdot 3.8\text{m} = 14.44 \text{ m}^2$$

Talpfeszültség

$$q_t := \frac{F}{T_1} = 630.886 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A cölöp teljes hossza

$$h_0 := 12\text{m}$$

A cölöp talajba nyúló része

$$h := h_0 - 0.5\text{m} = 11.5\text{m}$$

A cölöp átmérője

$$D = 0.6\text{m}$$

Talajadatok:

Talaj: *kavicsos homok*

Réteg vastagság

$$t_1 := -10.8\text{m} - -12.7\text{m} = 1.9\text{m}$$

Normál térfogatsúly

$$\rho_{1,n} := 20.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Telített térfogatsúly

$$\rho_{1,t} := 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Belső súrlódási szög:

$$\varphi_1 := 30^\circ$$

Kohézió:

$$c_1 := 0$$

Összenyomódási modulus:

$$E_{1,s} := 20 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

Talaj: *közepes (kiscelli) agyag*

Réteg vastagság

$$t_2 := h - t_1 = 9.6\text{m}$$

Normál térfogatsúly $\rho_{2.n} := 22.04 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Telített térfogatsúly $\rho_{2.t} := 23 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Belső súrlódási szög: $\varphi_2 := 25^\circ$

Kohézió: $c_2 := 44 \text{ kPa}$

Összenyomódási modulus: $E_{2.s} := 32 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$

A síkalapok ellenőrzését az MSZ EN 1997-1 előírása szerint a 2. tervezési módszer DA-2* változata szerint kell elvégezni, vagyis a parciális tényezőket a hatáshoz és az ellenálláshoz kell rendelni. Síkalapok esetén a talajtöréssel szemben megkövetelt parciális tényező $\gamma_R=1,4$. A kapott talpfeszültségekkel szembeni biztonságot az MSZ EN 1997-1 D mellékletben ajánlott síkalapra vonatkozó képlettel ellenőrizzük.

$$R_k := A \cdot \left(S_\gamma \cdot \gamma_3 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot 0.5 + S_q \cdot q \cdot N_q \cdot i_q \cdot b_q + S_c \cdot c_3 \cdot N_c \cdot i_c \cdot b_c \right) \blacksquare$$

Az alap kisebbik mérete $B := 5.4 \text{ m}$

Az alap hosszabbik mérete $L := 5.4 \text{ m}$

Az alap alatti talaj térfogatsúlya $\rho := \rho_{2.t} - 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 13 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Az alapozási sík feletti talaj térfogatsúlya $\rho_2 := \rho = 13 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Takarási nyomás az alapsík szintjén $q := t_1 \cdot \rho_{1.t} + t_2 \cdot \rho_{2.t} = 260.7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Teherbírási tényezők $N_q := e^{\pi \cdot \tan(\varphi_2)} \cdot \left(\tan\left(45^\circ + \frac{\varphi_2}{2}\right) \right)^2 = 10.655$

$$N_c := \frac{N_q - 1}{\tan(\varphi_2)} = 20.705$$

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi_2) = 9.004$$

Alaki tényezők $s_\gamma := 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} = 0.7$

$$s_q := 1 + \frac{B}{L} \cdot \sin(\varphi_2) = 1.423$$

$$s_c := \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = 1.466$$

Erő ferdeségét figyelembe vevő tényezők
(jelen esetben függőleges erő)

$$i_\gamma := 1$$

$$i_q := 1$$

$$i_c := 1$$

Az alapfelület hajlását figyelembe vevő tényezők
(jelen esetben vízszintes alapsík)

$$b_\gamma := 1$$

$$b_q := 1$$

$$b_c := 1$$

A fentiek alapján a talajtörés ellenállás karakterisztikus értéke:

$$R_k := (s_\gamma \cdot \rho \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot 0.5 + s_q \cdot q \cdot N_q \cdot i_q \cdot b_q + s_c \cdot c_2 \cdot N_c \cdot i_c \cdot b_c) = 5508.735 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_R := 1.4$$

$$R_d := \frac{R_k}{\gamma_R} = 3934.811 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > q_t = 630.886 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \textbf{Megfelel!}$$

Süllyedésszámítás

A szerkezet használhatósági határállapotának ellenőrzése a várható alakváltozások meghatározását jelenti. Ennek keretében igazolni kell, hogy a szerkezet támaszsüllyedése és süllyedéskülönbsége olyan mértékű, mely a szerkezet használhatóságát, esztétikai megjelenését nem korlátozza. A várható süllyedések
dr. Szepesházi Róbert (Széchenyi István Egyetem, Szerkezetépítési Tanszék, Győr, 2008)
egyetemi jegyzetében ismertettek alapján készítem el.

A cölöpcsoport süllyedés számításához a cölöptalp alatti 2D mélységben a cölöpcsoportra ható mértékadó terhet, mint egyenletesen megoszló terhet veszem fel:

Mértékadó erő $F := 4800 \text{ kN}$

Cölöpfej szélessége, magassága $b := 2.4 \text{ m} \quad h := 2.4 \text{ m}$

Cölöpcsoport mérete $T_0 := b \cdot h = 5.76 \text{ m}^2$

Cölöp hossza $H := 12 \text{ m}$

Cölöp átmérője $D := 0.6 \text{ m}$

Figyelembe vett méret a cölöptalp szintjén $T_1 := [b + 2(H + 2D) \cdot \tan(5^\circ)]^2 = 22.181 \text{ m}^2$

Talpfeszültség $q_t := \frac{F}{T_1} = 216.399 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Süllyedés meghatározása: $s := \left(\frac{p}{E_s} \right) \cdot B \cdot F$ ■

Süllyedési határmélység meghatározása Jáky ajánlása szerint

$$m_0 := 2 \cdot B \cdot \left(1 - \frac{B}{2 \cdot L}\right) = 5.4 \text{ m}$$

Süllyedés meghatározása az összenyomódási modulus segítségével

$$s := \left(\frac{q_t}{E_{2,s}}\right) \cdot \min(B, L) \cdot 0.4 \cdot \min\left(\frac{m_0}{B}, \frac{L}{B}\right) = 1.461 \cdot \text{cm}$$

Az 1.46 cm süllyedés elfogadható mértékű a szerkezet szempontjából.

Cölöpvasalás

A cölöp vasalásának tervezését AxisVM12 programmal végzem.

Az ágyazási tényező meghatározásához a $k=2xE_s/D$ képletet használom.

Kavicsos homok

$$E_{sk} := 20000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$D = 600 \cdot \text{mm}$$

$$k := 2 \cdot \frac{E_{sk} \cdot \text{m}^2}{D} = 66666.667 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Közepes agyag

$$E_{sa} := 13000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$D = 600 \cdot \text{mm}$$

$$k := 2 \cdot \frac{E_{sa} \cdot \text{m}^2}{D} = 43333.333 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

A cölöpben maximálisan elhelyezhető betonacélok száma

$$\phi := 25 \text{ mm}$$

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

$$c_{nom} := 65 \text{ mm}$$

$$\text{A kengyel belső kerülete} \quad K_k := (D - 2 \cdot \phi - 2 \cdot c_{nom}) \cdot \pi = 1319.469 \cdot \text{mm}$$

A betonacélok maximális távolsága 200 mm, ebben az esetben elfér 7 db $\phi 25$ betonacél, a minimális távolság pedig 100 mm, ebben az esetben pedig 14 db fér el.

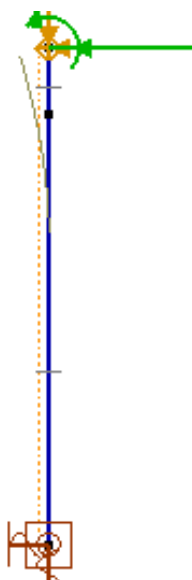
A cölöpben alkalmazható minimális vasmenyiség

$$0.003 \cdot \frac{(D - 2 \cdot \phi - 2 \cdot c_{nom})^2 \cdot \pi}{4} = 415.633 \cdot \text{mm}^2 \quad A_{alk} := 3436 \text{ mm}^2 \quad 7\phi 25$$

Tehát az alkalmazott minimális 7 db $\phi 25$ meghaladja a minimális vasmenyiséget.

Lineáris számítás	
Szabvány	 Eurocode-H
Eset	: ST1
E (P)	: 6,31E-9
E (W)	: 6,31E-9
E (ER)	: 2,56E-9
Komp.	: eY [mm]

✕

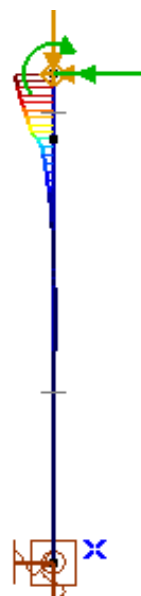


Lineáris számítás	
Szabvány	 Eurocode-H
Eset	: ST1
E (P)	: 6,31E-9
E (W)	: 6,31E-9
E (ER)	: 2,56E-9
Komp.	: Vy [kN]

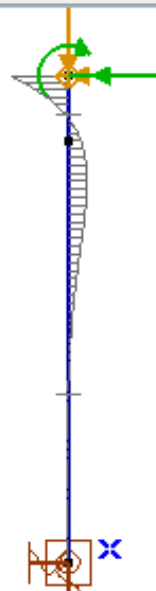


A cölöp elmozdulás és nyíróerő ábrája

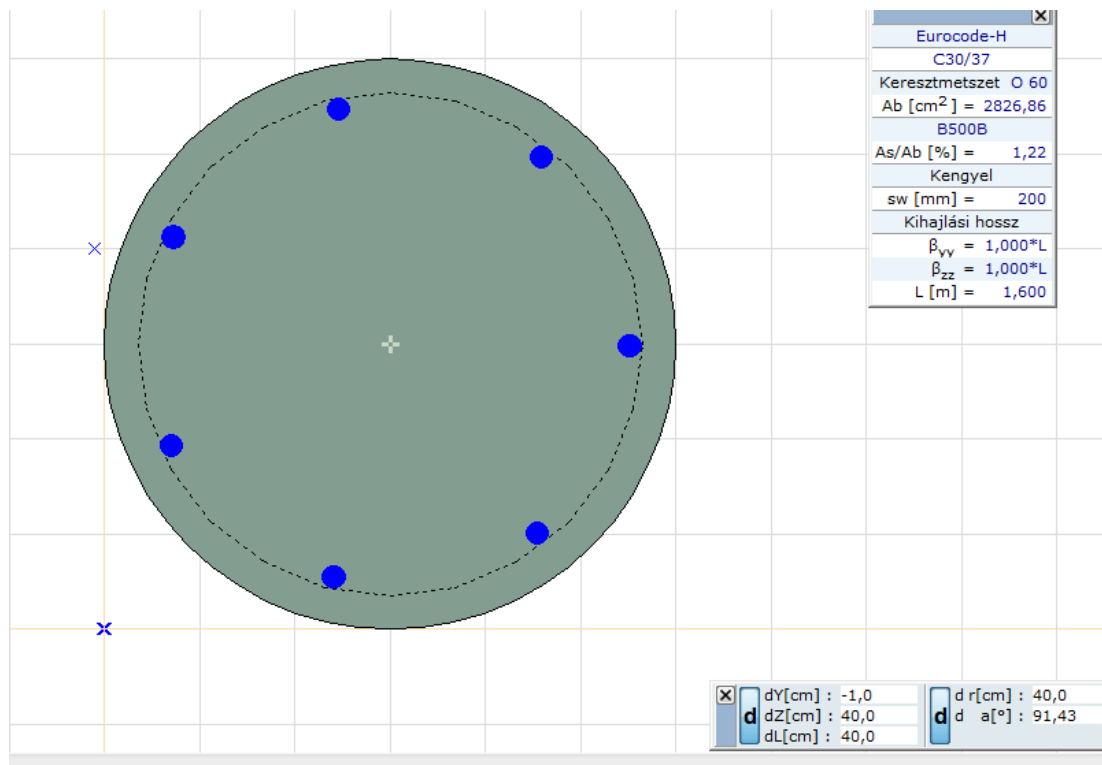
Lineáris számítás	
Szabvány	 Eurocode-H
Eset	: ST1
E (P)	: 6,31E-9
E (W)	: 6,31E-9
E (ER)	: 2,56E-9
Komp.	: Ry [kN/m]



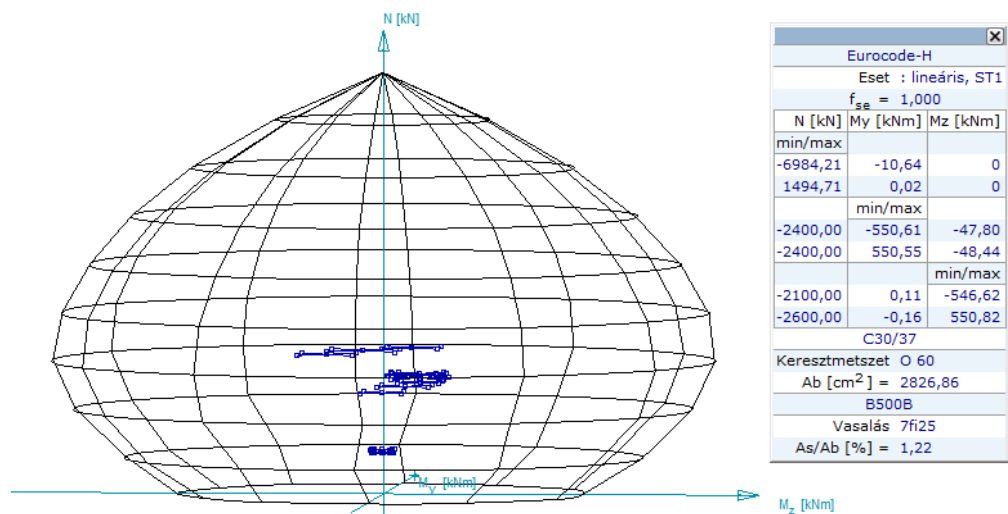
Lineáris számítás	
Szabvány	 Eurocode-H
Eset	: ST1
E (P)	: 6,31E-9
E (W)	: 6,31E-9
E (ER)	: 2,56E-9
Komp.	: Mz [kNm]



A cölöp nyomatéki ábrája



Alkalmazott cölöpvasalás



Cölöp ellenőrzése AxisVM12 programmal

Tehát a cölöp teherbírása megfelelő 7 db $\phi 25$ ös vassal.

Cölöpteherbrás ellenőrzése kézi számítással

Spirálkengyeles cölöp ellenőrzése

Beton: C30/37-XA1-16-F3 (C20/25-ként figyelembevéve!)

$$f_{ck} := 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_b := 1.5$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_b} = 13.333 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctd} := 1.0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctm} := 2.9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E_{cm} := 30 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

kengyelosztás $s := 150\text{mm}$ kengyelátmérő $A_{sw} := 113\text{mm}^2$

$$d := D - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot \frac{\phi_k}{2} = 458 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_2 := \frac{2 \cdot A_{sw} \cdot f_{yd}}{s \cdot d} = 1.43 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} > 0.05 \cdot f_{ck} = 1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{cd.c} := f_{cd} \cdot \left(1 + 5 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) = 18.101 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_{c.core} := \frac{(d^2 \cdot \pi)}{4} = 0.165 \cdot \text{m}^2$$

$$l_0 := 12\text{m}$$

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

$$\frac{l_0}{h} = 20 \quad \beta := 0.278 \quad \varphi := 0.6112$$

$$N_{Rd} := \varphi \cdot (A_{c.core} \cdot f_{cd.c} + A_{alk} \cdot f_{yd}) = 2735.741 \cdot \text{kN} > F_M = 2277.5 \cdot \text{kN}$$

Megfelel!

6. Cölöpösszefogó fejek méretezése

Vasbeton fentőmb betonminőségének meghatározása

A vasbeton fejtőmb és a cölöpök tervezésénél egyik legmeghatározóbb tényező a környezeti osztálynak való megfelelés. Ez alapján kell a minimális betonminőséget és a szükséges betontakarást meghatározni.

Mivel fentebb már említettem, az egyik fúrásból vett vízmintában magas volt a szulfátion tartalom, ezért indokolt a beton XA2 kategóriába sorolása, tehát a minimális beton minőség C30/37.

A betontakarás meghatározása

A vasbeton szerkezetek betontakarását az EC2 szabvány 4.4.1. pontja (48. oldal) alapján kell meghatározni, az alkalmazott betonacél átmérő, és a szerkezetet érő környezeti hatások, valamint a tervezett szerkezet szerkezeti osztályba sorolása alapján.

$$\text{Névleges betonfedés} \quad c_{\text{nom}} := c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}} \quad \text{ahol}$$

c_{min} A korrózióvédelem és a tapadási erők átadása érdekében szükséges minimális betonfedés értéke.

Δc_{dev} A méreteltérések tervezéskor figyelembe vett értéke. $\Delta c_{\text{dev}} := 15\text{mm}$

$$c_{\text{min}} := \max(c_{\text{min.b}}, c_{\text{min.dur}} + \Delta c_{\text{dur.}\gamma} - \Delta c_{\text{dur.st}} - \Delta c_{\text{dur.add}}, 10\text{mm}) \quad \text{ahol}$$

$\Delta c_{\text{min.b}}$ A tapadási követelmények miatt szükséges betonfedés, de minimum az acél átmérője. Kengyel esetén a kengyeltől, fővas esetén a fővastól mérve.
Előzetesen feltételezek $\phi 10$ kengyelt és $\phi 25$ fővasat.

$\Delta c_{\text{dur.st}} \quad \Delta c_{\text{dur.add}}$ A korrózió álló, illetve külön védelemmel ellátott acél esetén figyelembe vehető csökkentő tényezők. Jelen esetben nullának vettem őket mert a betonacélok nincsenek ellátva semmiféle védelemmel.

$c_{\text{min.dur}}$ A környezeti feltételek miatt szükséges minimális betontakarás értéke. Jelen esetben ez 50 mm.

$$c_{\text{min.dur}} := 50\text{mm}$$

$$c_{\text{min.b}} := 25\text{mm}$$

$$c_{\text{min}} := \max(c_{\text{min.b}}, c_{\text{min.dur}} + 0 - 0 - 0, 10\text{mm}) = 50\text{mm}$$

$$c_{\text{dev}} := 15\text{mm}$$

$$c_{\text{nom}} := c_{\text{min}} + c_{\text{dev}} = 65\text{mm} \quad \text{Ennyi a betontakarásnak kell lennie a legszélső vason, azaz a kengyelen.}$$

Vasbeton fejtömb geometriáját meghatározó tényezők

A cölöp fejtömbök kialakítására vonatkozóan a következő gyakorlati szabályokat kell betartani:

- A cölöpöket körbevevő vasbeton cölöpfej legalább 15 cm-rel legyen szélesebb, mint a cölöp külső síkja
- A cölöpök közötti távolság alapján úgy kell a magasságát meghatározni, hogy legalább 30°-os, - de javasolt meredekebb - szögű nyomásvonal képződjön a fejtömbben a cölöpök és a terhelő pillér között
- A cölöp visszavésési sík alatt legalább 5 cm-rel legyen a fejtömb alsó síkja, vagyis a fejtömb fogja körbe a cölöp végét
- A fejtömb húzott vasai a cölöp fölé kerüljenek, és a cölöp vetületén kívül csak elosztó vasalás készüljön

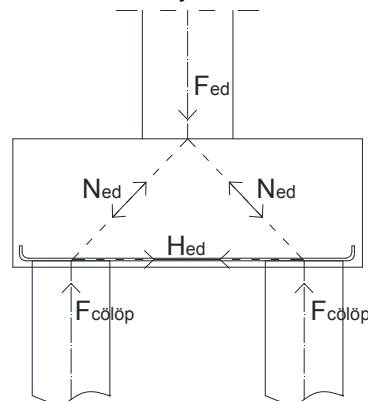
A pillérről a fejtömbre ható erők tervezési értékének meghatározása

A terhek meghatározását az Axisvm program segítségével végzem, ebben létrehoztam az épület 3D-s modelljét, valamint bevittam a kiszámolt terheket, ez alapján a B14 rászter jelű pillérben alakul ki a legnagyobb igénybevétel, függőlegesen $F_z=9110$ kN, vízszintesen pedig $F_x=F_y=FKLEWLMKFENL$ kN erő.

A biztonság javára feltételezem hogy az erő teljes egészében a cölöpökön fog átadódni az altalajra. Az előzőekben kiszámoltak alapján a cölöpcsoport 2×2 0.6 méter átmérőjű, 12 méter hosszú cölöpből áll. A fejtömb mérete $2,7 \times 2,7$ méter, magasságát 1 méternek feltételezem.

A cölöpfejtömb teherbírásának ellenőrzésének számítási modellje

A cölöpfejek teherbírásának ellenőrzését STR határállapotban végzem el. A számítási modellben a cölöpfejet nem normál gerendaként, hanem úgynevezett "rövid gerendaként" méretezzük, ahol a terhelést leadó pillérek és a cölöpök között a cölöpfejben viszonylag meredek nyomott "rudak" biztosítják a teherátadást, és nyírási húzóerők nem lépnek fel.



A cölöpfej teherátadásának erőábrája

A cölöpfej teherátadásának ábráján látható a cölöpfej erőjátéka:

- A H_{ed} húzóerőt a húzott vasak tengelyében kell felvenni
- Az $F_{cölöp}$ cölöpperő a cölöpök tengelyében hat
- Mivel a pillér mérete viszonylag nagy, ezért a ferde nyomott betonöv szélességének a cölöp átmérőjét veszem fel

A B14 raszterben lévő pillér alatti cölöpfejtöm teherbírasi és használhatósági ellenőrző számítása

Kiindulási adatok

Cölöpfejnél ébredő erők vízszintes $F_V := 9110.17 \text{ kN}$
 függőleges $F_H := 40.92 \text{ kN}$

Anyagjellemzők:

Beton: C30/37

$$f_{ck30} := 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_b := 1.5 \quad f_{cd30} := \frac{f_{ck30}}{\gamma_b} = 20 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ctm30} := 2.9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctd30} := 1.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E_{cm30} := 30000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Acél: B500B

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

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

$$E_s := 200000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Geometriai adatok:

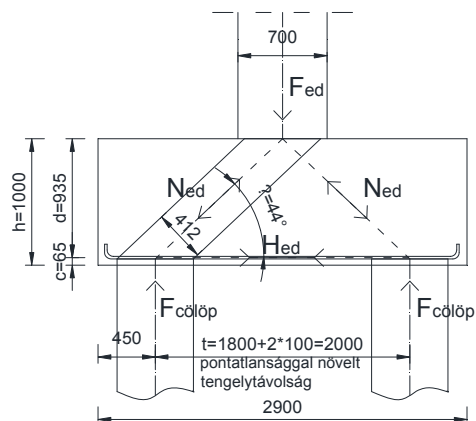
Fejgerenda magassága $h := 1 \text{ m}$
 Cölöp átmérője $D := 0.6 \text{ m}$
 Betonacél átmérők kengyel $\phi_k := 10 \text{ mm}$
 fővas $\phi := 25 \text{ mm}$
 Cölöpök tengelytávolsága $t := 1.8 \text{ m}$

A cölöpfej tervezésénél a maximális elhelyezési mérettűrést veszem figyelembe, ami 1 méter átmérőjű cölöpöknél 100 mm.

A cölöpök elhelyezési pontosságát mérni kell elkészültük után, ha a pontatlanság meghaladja a 100 mm-t akkor a cölöpfejet felül kell vizsgálni.

Elhelyezési pontatlanság $e_{\max} := 100 \text{ mm}$

Pontatlansággal növelt tengelytávolság $t := t + 2 \cdot e_{\max} = 2000 \cdot \text{mm}$



A nyomott beton öv méretének ábrája

$$\theta := 44^\circ$$

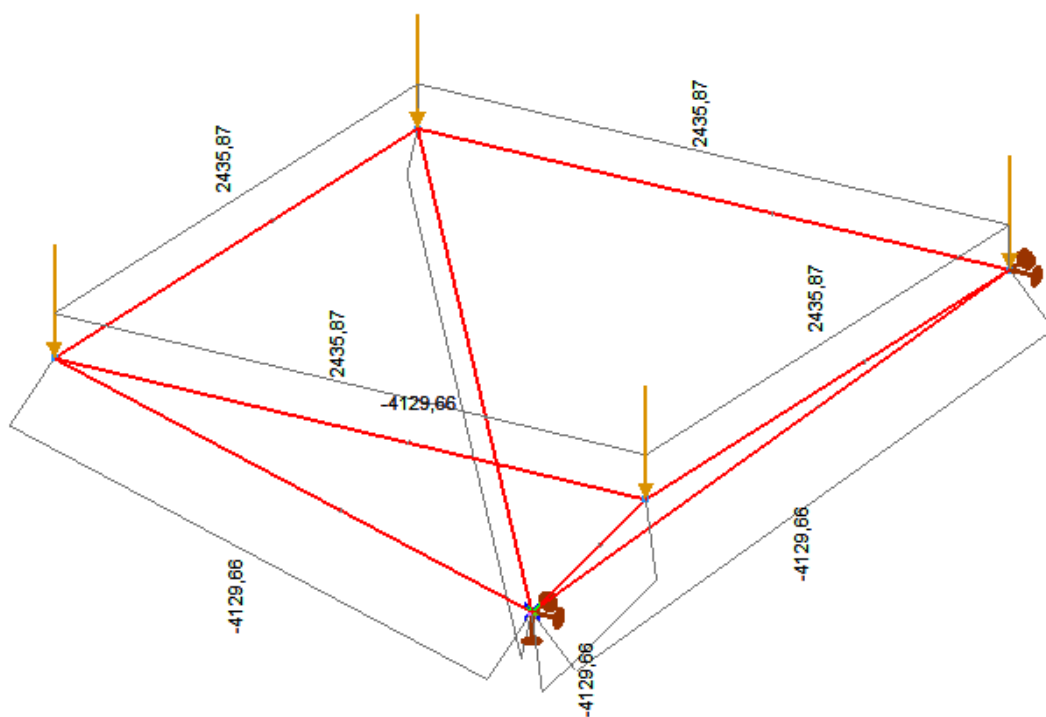
$$h_{\text{cölöp}} := 41.2\text{cm}$$

$$\sin(\theta) = 0.6947$$

$$\cos(\theta) = 0.7193$$

$$\tan(\theta) = 0.966$$

A ferde nyomott beton övben és a vasalásban ébredő erő meghatározása



Nyomott betonövben keletkező nyomás $N_{Ed} := 4129.66 \text{ kN}$

Betonacélokban keletkező húzás $H_{Ed} := 2345.87 \text{ kN}$

Húzott vasmenynyiség meghatározása:

$$A_s := \frac{H_{Ed}}{f_{yd}} = 5396 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{\phi 25} := 491 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_s}{A_{\phi 25}} = 10.989 \quad \text{Tehát 11 darab } \phi 25 \text{ betonacéllal lehet felvenni a húzóerőt.}$$

$$A_{s.alk} := 11 \cdot A_{\phi 25} = 5401 \cdot \text{mm}^2$$

A vasakat a cölöpök kontúrján belül kell elhelyezni, azaz 600 mm szélességben.

$$\text{A betonacélok közötti távolság} \quad a_{\min} := \max(\phi, 20 \text{ mm}, d_g + 5 \text{ mm}) = 25 \cdot \text{mm}$$

$$\text{A betonacéloknak szükséges hely} \quad 11 \cdot \phi + 10 \cdot a_{\min} = 525 \cdot \text{mm} < 600 \text{ mm}$$

Elférnek a betonacélok egy sorban!

Acélbetétek lehorgonyzásának ellenőrzése

Egyenértékű lehorgonyzási hosszal történő ellenőrzés

A lehorgonyzási hosszt az EC2 8.4.4 pont 2. bekezdése alapján egyszerűsítve határozom meg, eszerint a meghatározott lehorgonyzási hosszt egy α_1 tényezővel kell szorozni, amit az EC2 8.2 táblázata alapján kell meghatározni.

A vasakat kampózottan tervezem kialakítani, de e szerint a módszer szerint a kampós részt nem veszem figyelembe.

η_1 és η_2 értékét 1 nek lehet venni, mert jó tapadási körülmények feltételezhetők, valamint $\phi > 32 \text{ mm}$.

$$\eta_1 := 1 \quad \eta_2 := 1$$

$$f_{bd} := 2.25 \cdot f_{ctd30} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 3.15 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{rd} := \frac{H_{Ed}}{A_{s.alk}} = 434.34 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$l_{b.rqd} := \frac{\phi \cdot \sigma_{rd}}{4 \cdot f_{bd}} = 862 \cdot \text{mm}$$

Ennyi az egyenes acél lehorgonyzási hossz alapértéke.

Az egyenértékű lehorgonyzási hossz:

$$c_d := \min\left(c_{nom}, \frac{a_{min}}{2}\right) = 12.5 \cdot \text{mm} < 3\phi$$

Tehát az EC2 8.2 táblázat alapján $\alpha_1 := 1$

$$l_{b.eq} := \alpha_1 \cdot l_{b.rqd} = 862 \cdot \text{mm}$$

A cölöptengelytől meghatározható lehorgonyzási hossz

$$l := \frac{D}{2} + 150 \text{mm} - c_{nom} = 385 \cdot \text{mm} < l_{b.eq} = 862 \cdot \text{mm}$$

A lehorgonyzási hossz nem felel meg!

A lehorgonyzási hossz tervezési értékkel történő ellenőrzése

A lehorgonyzási hossz szakaszán alkalmazott keresztirányú vasalás "segíti" a lehorgonyzást, ezért alkalmazok 5 db $\phi 16$ vasat, ez körülbelül $\phi 16/80$ as osztásnak felel meg.

$$l_{b.rqd} = 862 \cdot \text{mm}$$

$$l_{b.d} := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b.rqd}$$

Az α tényezők az EC2 8.2 táblázata szerint állapíthatók meg.

$\alpha_1 = 1$ Az acélbetét alakja kampós, de $c < 3\phi$.

$$\alpha_2 := \max\left[1, 1 - 0.15 \cdot \frac{(c_d - 3 \cdot \phi)}{\phi}\right] = 1.375 > 1, \text{ ezért } \alpha_2 := 1$$

$$A_{s.alk} = 5401 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{st.min} := 0.25 \cdot A_{\phi 25} = 122.75 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{st} := 5 \cdot 201 \text{mm}^2 = 1005 \cdot \text{mm}^2$$

$$\alpha_3 := 1 - 0.1 \cdot \frac{A_{st} - A_{st.min}}{A_{s.alk}} = 0.984 > 0.7 \text{ Megfelel!}$$

$\alpha_4 = 1$ Nincs hegesztett keresztirányú vasalás.

$$\rho := \left(\frac{9110.17}{4}\right) \cdot \frac{4}{600^2 \cdot \pi} = 0.00806 \quad \text{A lehorgonyzási hosszban fellépő keresztirányú nyomás.}$$

$$\alpha_5 := 1 - 0.04\rho = 1$$

$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 = 0.983 > 0.7$ ezért ezt kell figyelembevenni.

$$l_{b.d} := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b.rqd} = 847 \cdot \text{mm}$$

Minimális lehorgonyzási hossz $l_{b,min} := 0.6 \cdot l_{b,rqd} = 517 \cdot \text{mm} < l_{b,d} = 847 \cdot \text{mm}$ Megfelel!

A cölöptengelytől meghatározható lehorgonyzási hossz

$$l := \frac{D}{2} + 150 \text{mm} - c_{nom} + 6\phi + \frac{(8 \cdot \phi \cdot \pi)}{2} = 849.159 \cdot \text{mm} > l_{b,d} = 847 \cdot \text{mm}$$

A lehorgonyzási hossz megfelel!

A nyomott beton felület magasságának ellenőrzése

$b_w := 600 \text{mm}$ Biztonság javára a cölöp szélességét feltételezem a nyomott öv szélességének.

$$x_c := \frac{N_{Ed}}{b_w \cdot f_{cd30}} = 344.138 \cdot \text{mm}$$

Ferde nyomott beton öv nyomási teherbírásának ellenőrzése rácsmodell alapján

$$\sigma_{Rd,max} := f_{cd30} = 20 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_c := b_w \cdot h_{cölöp} = 0.247 \cdot \text{m}^2$$

$$N_{Rd,max} := A_c \cdot f_{cd30} = 4944 \cdot \text{kN} > N_{Ed} = 4129.66 \cdot \text{kN} \quad \textbf{Megfelel!}$$

A fejtőmb alsó csomópontjának ellenőrzése

$$k_2 := 0.85$$

$$\nu := 1 - \frac{f_{ck30}}{250 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 0.88$$

$$\sigma_{Rd,max} := k_2 \cdot \nu \cdot f_{cd30} = 14.96 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_c := b_w \cdot h_{cölöp} \cdot \frac{\pi}{4} = 0.194 \cdot \text{m}^2$$

$$N_{Rd,max} := A_c \cdot \sigma_{Rd,max} = 2904 \cdot \text{kN} < N_{Ed} = 4129.66 \cdot \text{kN} \quad \textbf{Nem felel meg!}$$

Megoldás lehet a cölöp átmérőjének, vagy a beton minőségének növelése, én a beton minőségének növelését választom, C40/50-re.

Beton: C40/50

$$f_{ck40} := 40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{cd40} := 26.7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\nu := 1 - \frac{f_{ck40}}{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 0.84$$

$$\sigma_{Rd,max} := k_2 \cdot \nu \cdot f_{cd40} = 19.064 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_c := b_w \cdot h_{cölöp} \cdot \frac{\pi}{4} = 0.194 \text{ m}^2$$

$$N_{Rd,max} := A_c \cdot \sigma_{Rd,max} = 3701 \cdot \text{kN} < N_{Ed} = 4129.66 \cdot \text{kN} \quad \textbf{Megfelel!}$$

A fejtőmb felső csomópontjának ellenőrzése

$$k_1 := 1$$

$$\nu = 0.84$$

$$\sigma_{Rd,max} := k_1 \cdot \nu \cdot f_{cd40} = 22.428 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{cd30} = 2 \times 10^7 \text{ Pa}$$

$$A_c = 0.194 \text{ m}^2$$

$$N_{Rd,max} := A_c \cdot \sigma_{Rd,max} = 4354 \cdot \text{kN} < N_{Ed} = 4129.66 \cdot \text{kN} \quad \textbf{Megfelel!}$$

Használhatósági határállapot ellenőrzése: Repedéstágasság

A megengedett max repedéstágasság $w_{max} := 0.4 \text{ mm}$

Kváziállandó teherkombinációból származó terhelés

$$F_V := 4804 \text{ kN}$$

Teherbírási és használhatósági határállapot reakcióerejének aránya

$$\frac{F_V}{F_V} = 0.527$$

Az acélbetétben ébredő húzóerő $H_{ed} := 2248.13 \text{ kN}$

Az acélbetétben ébredő húzófeszültség $\sigma_{s.kv} := \frac{H_{ed}}{A_{s.alk}} = 416.243 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Repedéstágasság meghatározása

$b := 1200 \text{ mm}$ $h = 1 \text{ m}$ $A_s = 5396 \cdot \text{mm}^2$ $d := 935 \text{ mm}$

$\phi := 25 \text{ mm}$

$k_1 := 0.8$ $h_{c.ef} := \min \left[\frac{(h - x_c)}{3}, 2.5 \cdot (h - d), \frac{h}{2} \right] = 162.5 \cdot \text{mm}$

$k_2 := 0.5$

$c := 84 \text{ mm}$

$A_{c.ef} := b \cdot h_{c.ef} = 195000 \cdot \text{mm}^2$

$A_{s.alk} = 5401 \cdot \text{mm}^2$

$\sigma_s := f_{yd} \cdot 0.527 \cdot \frac{A_s}{A_{s.alk}} = 228.897 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s - 0.4 \cdot f_{ctm30} \cdot \frac{A_{c.ef}}{A_{s.alk}}}{E_s} = 0.000935$

$\epsilon_{cm} := \frac{0.4 \cdot f_{ctm30}}{E_{cm30}} = 0.000039$

$s_{r.max} := 3.4 \cdot c + 0.425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi \cdot \frac{A_{c.ef}}{A_{s.alk}} = 439.044 \cdot \text{mm}$

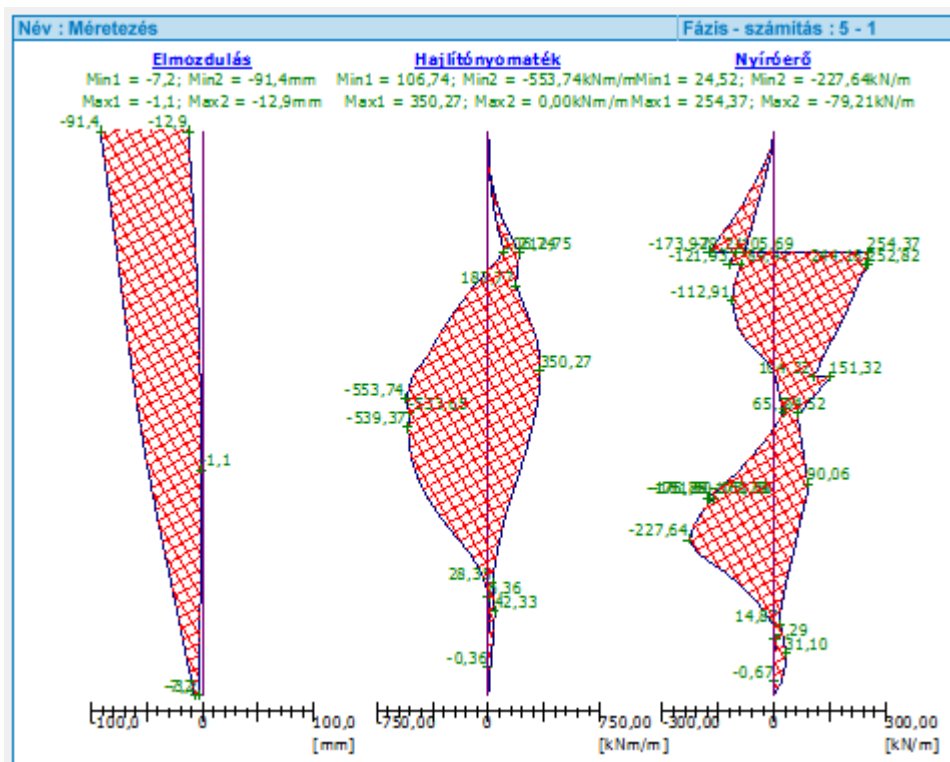
$w_k := \max \left[s_{r.max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}), 0.6 \cdot s_{r.max} \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right] = 0.394 \cdot \text{mm} < w_{max} = 0.4 \cdot \text{mm}$

A repedéstágasság megfelel.

7. Résfal határállapotainak ellenőrzése

7.1. Igénybevételek tervezési értékeinek meghatározása

7.1.1 Igénybevételek tervezési értékeinek meghatározása teherbírási határállapotban - ULS



A résfal igénybevételeinek karakterisztikus értékei

Parciális tényező $\gamma := 1.35$

Hajlítás Műtárgy felőli oldalon $M_{Ek.b} := 553.74 \text{ kN} \cdot \text{m}$ $M_{Ed.b} := M_{Ek.b} \cdot \gamma = 747.55 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$
 Föld felőli oldalon $M_{Ek.k} := 350.27 \text{ kN} \cdot \text{m}$ $M_{Ed.k} := M_{Ek.k} \cdot \gamma = 472.86 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Nyíróerő $V_{Ek} := 254.37 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $V_{Ed} := V_{Ek} \cdot \gamma = 343.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

A horgonyok kiosztását 1,5 méterre vettem fel, így egy horgonyra a fajlagos erő 1,5x-öse jut.

Horgony kiosztás $t_h := 2 \text{ m}$

Horgonyerő fajlagos $F_{\text{horg.fajl}} := 390.15 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
 $F_{\text{horg}} := F_{\text{horg.fajl}} \cdot t_h = 780.3 \cdot \text{kN}$

7.1.2. Igénybevételek tervezési értéke használhatósági határállapotban - SLS

Hajlítás	Mivel a repedéstágasságot a stabilizálódott végállapotban vizsgáljuk, így az ebben az építési állapotban keletkező nyomatékokkal számolok.
Műtárgy felőli oldalon	$M_{Eser.b} := 179 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Föld felőli oldalon	$M_{Eser.k} := 252 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Alakváltozások	A maximális vízszintes eltolódás a GEO5 program szerint 91.4 mm a résfal tetején
	$e_{xk} := 91.4 \text{ mm}$

7.2. Határállapotok ellenőrzéseAnyagminőségek**Beton:** C30/37-XA1-32-F5 (C20/25-ként figyelembevéve!)

$$f_{ck} := 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_b := 1.5$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_b} = 13.333 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctd} := 1.0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctm} := 2.9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E_{cm} := 30 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Acél: B500B

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

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_a} = 434.783 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E_s := 210 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad \xi_{c0} := 0.49$$

$$\xi_{c0}^* := 2.11$$

7.2.1. Teherbírási határállapotok ellenőrzése - ULS**7.2.1.1. STR - Résfal törés ellenőrzése, vasalása**

A résfalra ható igénybevételek	Hajlítás	Műtárgy felőli oldalon	$M_{Ed.b} := M_{Ek.b} \cdot \gamma = 747.55 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$
		Föld felőli oldalon	$M_{Ed.k} := M_{Ek.k} \cdot \gamma = 472.86 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$
	Nyírás		$V_{Ed} := V_{Ek} \cdot \gamma = 343.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

A résfal hajlítási vasalásának számítása

Föld felőli oldal

A résfal vastagsága $h := 0.6 \text{ m}$ A résfal szélessége (fajlagos) $b := 1 \text{ m}$ Vasátmérő $\phi := 20 \text{ mm}$

Betontakarás $c_{nom} := 70\text{mm}$

Dolgozó magasság $d := h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} = 520\cdot\text{mm}$

$$M_{Rd.0} := b \cdot \xi_{c0} \cdot d \cdot f_{cd} \cdot \left[d - \frac{(\xi_{c0} \cdot d)}{2} \right] = 1333.793 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} > M_{Ed.k} = 472.865 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Bevasalható!

$$M_{Ed} := M_{Ed.k} = 472.865 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Given $x_c := 1 \cdot \text{mm}$

$$M_{Ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) = 73.379 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Szükséges vasmenyiség} \quad A_{sk} := \frac{b \cdot x_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 2250.289 \cdot \text{mm}^2$$

A szükséges vasmenyiséget egy alaphálóból és egy erősítő vasalásból fogom tervezni, ezáltal keves lesz a felhasznált betonacél mennyisége.

Alapháló $A_{sprov.k.1} := 1005\text{mm}^2$ **$\phi 16/20$**

Erősítő vasalás $A_{sprov.k.2} := 1571\text{mm}^2$ **$\phi 20/20$**

Összesen $A_{sprov.k} := A_{sprov.k.1} + A_{sprov.k.2} = 2576 \cdot \text{mm}^2$ **$\phi 16/20 + \phi 20/20$**

Alapháló

$$x_{c.k.a} := \frac{A_{sprov.k.1} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 32.772 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd.k} := b \cdot x_{c.k.a} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{c.k.a}}{2} \right) = 220.057 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Alapháló + erősítés

$$x_{c.k} := \frac{A_{sprov.k} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 84 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd.k} := b \cdot x_{c.k} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{c.k}}{2} \right) = 535.36 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Műtárgy felőli oldalon

$$M_{Ed} := M_{Ed.b} = 747.549 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Given $x_c := 1 \cdot \text{mm}$

$$M_{Ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$x_c := \text{Find}(x_c) = 122.171 \cdot \text{mm}$$

A szükséges vasmenyiség: $A_{sb} := \frac{b \cdot x_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 3746.587 \cdot \text{mm}^2$

Alapháló $A_{sprov.b.1} := 1571 \text{mm}^2$ **φ20/20**

Erősítő vasalás $A_{sprov.b.2} := 2454 \text{mm}^2$ **φ25/20**

Összesen $A_{sprov.b} := A_{sprov.b.1} + A_{sprov.b.2} = 4025 \cdot \text{mm}^2$ **φ20/20 + φ25/20**

Alapháló

$$x_{c.b.a} := \frac{A_{sprov.b.1} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 51.228 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd.k} := b \cdot x_{c.b.a} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{c.b.a}}{2} \right) = 337.687 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Alapháló + erősítés

$$x_{c.b} := \frac{A_{sprov.b} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 131.25 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd.b} := b \cdot x_{c.b} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{c.b}}{2} \right) = 795.156 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

A résfal nyírési vasalásának számítása

$$V_{Ed} = 343.399 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\rho_1 := \min \left(0.02, \frac{A_{sprov.k}}{b \cdot d} \right) = 0.005$$

$$d = 520 \cdot \text{mm} \quad c := 0.316 - \frac{(0.316 - 0.301)}{100} \cdot 20 = 0.313$$

$$z := 0.9 \cdot d = 468 \cdot \text{mm}$$

$$V_{Rd.c} := c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd} = 162.76 \cdot \text{kN}$$

A biztonság javára a teljes nyíróerőt kengyellel vesszük fel.

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right) = 0.552$$

$$V_{Rd.max} := 0.5 \cdot b \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = 1722.24 \cdot \text{kN}$$

Kengyel $\phi=14 \text{ mm}$ $A_{sw} := 2 \cdot 308 \text{mm}^2$

$$S_s := \frac{(z \cdot A_{sw} \cdot f_{yd})}{V_{Ed} \cdot m} = 365.005 \cdot \text{mm} \quad S_{alk} := 250 \text{ mm}$$

A kengyelezés $\phi 14/15$.

$$V_{Rd} := \frac{(z \cdot A_{sw} \cdot f_{yd})}{S_{alk} \cdot m} = 501.37 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.685 < 1 \quad \text{Megfelel!}$$

7.2.1.2. STR - Részfal átszúródás ellenőrzése horgonyfejnél

Az átszúródásra mértékadó állapot amikor a horgonyt túlfeszítéssel ellenőrizzük, jelen esetben a próbaerő $P_p = 897,3 \text{ kN}$, a horgony hajlása 25° , ennek részfalra merőleges komponense akarja átszúrni részfalat. Az átszúródást a vasalás figyelembe vétele nélkül, csak a beton keresztmetszet teherbírása számoljuk. (MSZ EN 1992-1)

$$P_p := F_{horg} \cdot 1.15 = 897.3 \cdot \text{kN} \quad \alpha := 25^\circ$$

Alátét alaprajzi mérete

$$a := 30 \text{ cm} \quad b := 40 \text{ cm}$$

Átszúródási vanal kerülete

$$U_1 := 2 \cdot (a + b) + 4d\pi = 793.451 \cdot \text{cm}$$

Átszúródási kúp talpfelülete

$$A_1 := \left(\frac{a}{4} + \frac{b}{4} + 2d \right)^2 \cdot \pi = 4.638 \text{ m}^2$$

Talpreakció a kúpon (levonható)

$$q := 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Átszúróerő tervezési értéke

$$V_{Ed} := (1.15 \cdot P_p \cdot \cos(\alpha)) - q \cdot A_1 = 471.492 \cdot \text{kN}$$

Fajlagos átszúródási teherbírás minimum

$$V_{Rd.c.min} := 0.3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Átszúródás teherbírás

$$V_{Rd} := U_1 \cdot d \cdot V_{Rd.c.min} = 1237.784 \cdot \text{kN}$$

Kihasználtság

$$\eta := \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = 38.092 \cdot \% \quad \text{Megfelel!}$$

7.2.1.3. STR - Horgonyszár szakadás ellenőrzése

A horgonyra ható húzóerő tervezési értéke $P_{ed} = \text{XXXX kN}$, ennek 115%-ára lesz felfeszítve az átvételi vizsgálat során, így a horgony acéltestre ható ereje $P_p = \text{XXX kN}$

$$F_{horg} = 780.3 \cdot \text{kN} \quad \gamma_E := 1.35$$

$$P_p = 897.345 \cdot \text{kN}$$

Az alkalmazott acéltest 7 db Fp 139/1770 kábel.

$$f_{pd} := 137 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad A_{fp} := 1.39 \text{cm}^2$$

Acéltest teherbírása

$$N_{Rd} := 7 \cdot A_{fp} \cdot f_{pd} = 1333.01 \cdot \text{kN}$$

$$N_{Rm} := 7 \cdot A_{fp} \cdot 177 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 1722.21 \cdot \text{kN}$$

Biztonság szakadásra

$$F_S := \frac{\left(\frac{P_p}{\gamma_E} \right)}{N_{Rm}} = 0.386 < 0.6 \quad \textbf{Megfelel!}$$

7.2.1.4. GEO - Résfal befogási talajellenállás ellenőrzése

Ellenőriznünk kell, hogy a résfal belső oldalán mobilizált földellenállás megfelelő tartálékkal rendelkezik-e talajtöréssel szemben. Elvileg az összes tervezési állapotra igazolni kellene, gyakorlatilag elég a 3. tervezési állapotra, amikor működik a horgony, valamint megtörténik a földkiemelés a lavírsíkgig, ez a legkritikusabb állapot.

A vizsgálat során ellenőrizni kell hogy a mobilizálódott földellenállás és földellenállás maximuma, azaz a passzív földellenállás egymáshoz képest legalább $\gamma_R=1,4$ biztonsággal rendelkezik-e.

Ezen kívül növelnünk kell a karakterisztikus értékeket 1,35-el, tehát a teljes biztonságnak $1,4 \cdot 1,35 = 1,89$ nek kell lennie legalább.

Homokos kavics

$$t_{hk} := 1.1 \text{m}$$

$$\gamma_{hk} := 21.01 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$c_{hk} := 0$$

Agyag

$$t_a := 3.9 \text{m}$$

$$\gamma_a := 23 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$c_a := 60 \text{kPa}$$

Aktív oldali erők

Víznyomás

$$V := \frac{(3.9 \text{m})^2}{2} \cdot \left(10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right) = 76.05 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Mobilizálódott hatékony földnyomás

$$E_{\text{eff}} := \frac{(t_{hk}^2 \cdot \gamma_{hk})}{2} + t_{hk} \cdot \gamma_{hk} \cdot t_a + \frac{(t_a^2 \cdot \gamma_a)}{2} = 277.76 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Passzív földnyomási tényező

$$\phi_1 := 33^\circ \quad K_{p1} := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi_1}{2} \right) \right)^2 = 3.392$$

$$\phi_2 := 25^\circ \quad K_{p2} := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi_2}{2} \right) \right)^2 = 2.464$$

$$\sigma_{p1} := K_{p1} \cdot t_{hk} \cdot \gamma_{hk} + 2 \cdot c_{hk} \cdot K_{p1}^{0.5} = 78.395 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{p2} := \sigma_{p1} + K_{p2} \cdot t_a \cdot \gamma_a + 2 \cdot c_a \cdot K_{p2}^{0.5} = 487.771 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

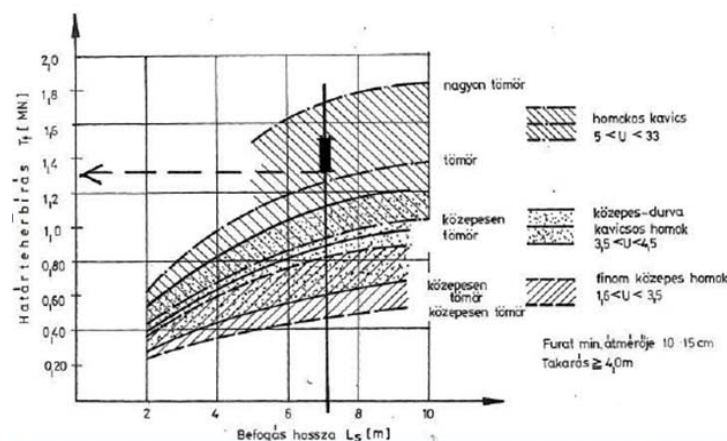
$$E_p := \frac{t_{hk}}{2} \cdot \sigma_{p1} + \sigma_{p1} \cdot t_a + (\sigma_{p2} - \sigma_{p1}) \cdot \frac{t_a}{2} = 1147.141 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{A teljes biztonság} \quad \frac{E_p}{E_{\text{eff}}} = 4.13 > 1.89 \quad \text{Megfelel!}$$

7.2.1.5. Horgony talajbefogási ellenállás ellenőrzése, feszítési adatok

A talajbefogás ellenőrzése két lépésben történik. A számítás során egyszerű tapasztalati diagramokat szokás használni, amelyek talajtípus és horgonyzási technológia, injektáló nyomás, stb. alapján adják meg az ellenállás figyelembe vehető értékét. Másfelől az elkészített horgonyokat is ellenőrizni kell. Minden egyes horgony átvételi vizsgálatokon esik át, ahol azt felfeszítik legalább $1,15 \cdot P_{\text{ed}}$ értékre és ellenőrzik a kúszási viselkedését is. Ezen túlmenően készülnek olyan horgonyok is amelyeket alkalmassági vizsgálatoknak vetnek alá, ami részletesebb adatokat szolgáltat és szintén a horgonyzás megfelelőségének igazolását szolgálja. (A vizsgálatokat az MSZ EN 1537 szabvány írja le.)

Esetemben a befogási hossz 6 méter, a furatátmérő $\phi 15-18$ cm, a talaj homokos kavics, a takarás a befogás felett minimum 7 méter, az injektálás 2-3 alkalommal, összesen kb 80-100 l/fm anyaggal történik, a zárónyomás $p > 30$ bar. Az ellenőrzéshez a régi ME 04-194-82 tapasztalati diagramját használom fel. Egy horgonyra eső erő tervezési értéke $F_{\text{horg}} = 780,3$ kN, a próbaerő $P_p = 897,34$ kN.



$$\text{Terhelés} \quad F_{\text{horg}} = 780.3 \cdot \text{kN}$$

$$P_p = 897.34 \cdot \text{kN}$$

A diagramm szerint a teherbírási határértéke

$$P_{\text{Rd}} := 1300 \text{ kN}$$

Ellenőrzés próbafeszítéssel, átvételi és alkalmassági vizsgálatokkal az MSZ EN 1537 szerint

Meg kell határoznunk a feszítés veszteségeit, a relaxációs veszteséget, az ékcsúszási veszteséget.

Szükséges mértékadó előfeszítő erő. Esetemben kb a végleges horgonyerő karakterisztikus értékének 80%-ára veszem fel.

$$P_f := 0.8 \cdot \frac{F_{\text{horg}}}{1.35} = 462.4 \cdot \text{kN}$$

Relaxációs veszteség. Mivel a kábel kihasználtsága 75% alatti a tényleges feszültségre, élettartama pedig max 6 hónap, így a feszültségvesztés kb 3%.

$$P_r := 0.03 \cdot \frac{F_{\text{horg}}}{1.35} = 17.34 \cdot \text{kN}$$

Ékcsúszási veszteség. Az ékcsúszás mértéke kb $\dot{E}=6$ mm tapasztalatok alapján, a szabad szakasz kábelhossza $L_{sz}=10$ m, az előtét kábel hossza pedig $L_e=1,2$ m.

$$\dot{E} := 6\text{mm} \quad L_e := 1.2\text{m} \quad L_{sz} := 10\text{m}$$

$$P_e := \frac{(\dot{E} \cdot E_s \cdot A_{fp} \cdot 7)}{(L_{sz} + L_e)} = 109.463 \cdot \text{kN}$$

A blokkoló erő ezekután:

$$P_B := P_f + P_r + P_e = 589.202 \cdot \text{kN}$$

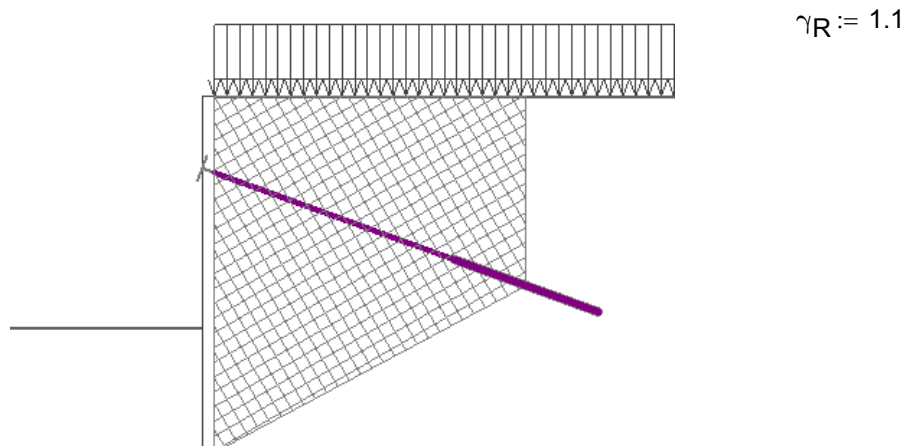
Próba ellenőrző erő feszítéshez. A próbaerőnek legalább a horgonyerő tervezési értékének 115% kell legyen. (MSZ EN 1537)

$$P_p = 897.345 \cdot \text{kN}$$

7.2.1.6. GEO - Horgonyzott résfal belső stabilitás ellenőrzése

Ezzel az ellenőrzéssel a horgonyzott földék egyensúlyát vizsgáljuk, a tönkremenetel itt úgy történne, hogy a földék előre borulva veszíti el stabilitását. A számítást GEO5 szoftverrel végzem, ami a Kranz-Ostermeyer módszer szerint számol, grafoanalitikusan. A megkívánt biztonság $\gamma_R=1,1$.

A belső stabilitás ellenőrzést GEO5 programmal végzem.



Horgony rendszer belső stabilitása - részeredmények $E_A = 534,80 \text{ kN/m}$ $\delta = 18,87^\circ$ Elméleti alap mélysége a gödör aljától $H_0 = 4,90 \text{ m}$

Horgony sor	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Figyelembevett horgony sorok	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	259,99	29,23	3643,51	353,67	28,21		-58940,50	611,58	917,36

$$F := 611,58 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

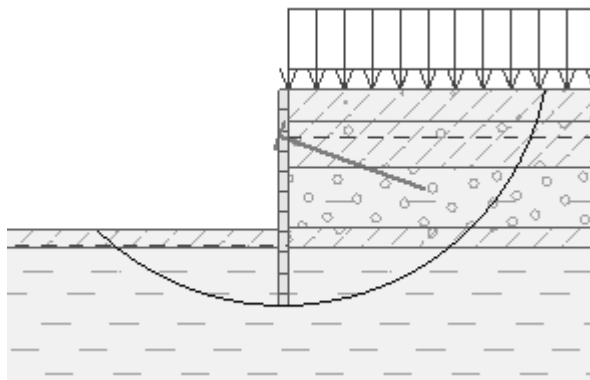
A horgonyerő fajlagos tervezési értéke $F_{\text{horg.fajl}} = 390,15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

A horgonyerő lehetséges tervezési értéke $F_{Rd} := \frac{F}{\gamma_R} = 555,982 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$\frac{F_{\text{horg.fajl}}}{F_{Rd}} = 70,173\% \quad \textbf{Megfelel!}$$

7.2.1.7. GEO - Horgonyzott résfal külső stabilitás ellenőrzése

Ebben az ellenőrzésben a résfal és a környező földtömeg egy lehetséges körcsúszólap mentén történő stabilitásvesztését vizsgálja. A vizsgálatot a GEO5 szoftverrel végzem, ami a csúszólapok próbálgatásával, optimalizálásával megadja a legkisebb törési biztonságú csúszólapot. A szoftver a Bishop módszert alkalmazza, ami abból áll hogy a csúszólapon belüli földtömeget lamellákra osztja és ezek talpán számolja a csúszást okozó, és annak ellenálló erőkomponenseket, illetve nyomatékokat a csúszófelületen.

**Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)**Aktív erők összege : $F_a = 2428,60 \text{ kN/m}$ Passzív erők összege : $F_p = 2489,82 \text{ kN/m}$ Elcsúszási nyomaték : $M_a = 42184,72 \text{ kNm/m}$ Ellennyomaték : $M_p = 43248,18 \text{ kNm/m}$

Kihasználtság : 97,5 %

A kihasználtság 97,5%, tehát megfelel!**7.2.1.8. HYD - Hidraulikus talajtörés ellenőrzése**

Ez az ellen annak a biztonságát vizsgálja, hogy ha a résfal talpa alatt megindulna a vízszivárgás, akkor sem következne be a hidraulikus talajtörés. Mivel a réstalp vízzáró agyagba van befogva, így nem alakulhat ki szivárgás, de az ellenőrzést ettől függetlenül el kell végezni.

Azt kell igazolni hogy a áramló víznyomás destabilizáló erőinél nagyobbak a stabilizáló erők. Az áramló víznyomás a résfal belső oldalán lesz maximális, ezt a részt kell ellenőrizni.

Igazolandó $\gamma_G \cdot I_{\max} \cdot \gamma_v \leq \gamma_G \cdot \gamma_t$

$\gamma_G := 1.35$

Építési talajvízszint $\text{ÉTV} := -3.10\text{m}$

Gödörfenékszint $\text{GF} := -9.10\text{m}$

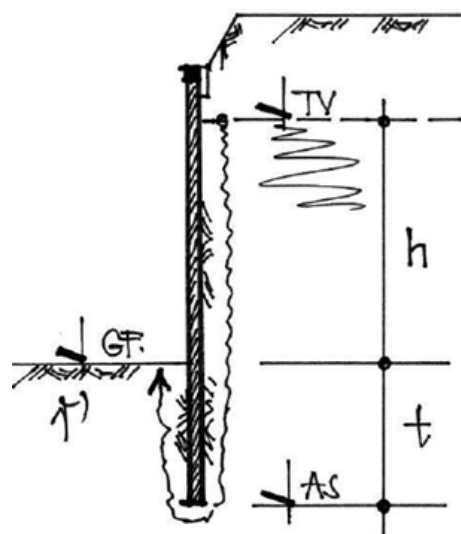
Réstalp szintje $\text{AS} := -14\text{m}$

Vízszint a gödörfenék szintig $h := \text{ÉTV} - \text{GF} = 6\text{m}$

Vízszint a gödörfenék szint alatt $t := \text{GF} - \text{AS} = 4.9\text{m}$

γ_v - víz térfogatsúlya $\gamma_v := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

γ_t - talaj víz alatti térfogatsúlya $\gamma_t := 13 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$



$I_{\max}$ - áramlási max. hidraulikus gradiense $I_{\max} := \frac{h}{(h + 2 \cdot t)} = 0.38$

$\frac{I_{\max} \cdot \gamma_v}{\gamma_t} = 0.292 > 1$ **Megfelel!**

7.2.2. Használhatósági határállapotok ellenőrzése - SLS

7.2.2.1. Alakváltozások ellenőrzése

A résfal mereven mozdul el, így az elmozdulások csak a résfal mögött fellazuló földtömeg miatt keletkező felszínsüllyedések miatt okozhatnak problémát. A szakdolgozatomban nem terjed ki a pontos vizsgálatokra, azonban mint a tervezési beszámolóban már leírtam, a gödörmélység kétszeresének távolságán belül nincsenek épületek, ezért a felszínsüllyedés nem fog épületkárokat okozni.

7.2.2.2. Repedéstágasság ellenőrzése

Résfalon kívül

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

$b := 1000\text{mm}$

$h := 0.6\text{m}$

$k_1 := 0.8$

$k_2 := 0.5$

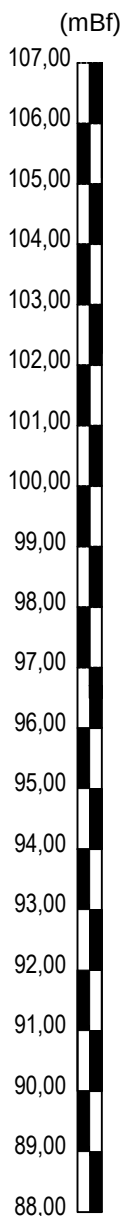
$c := 84\text{mm}$

$$h_{c,ef} := \min \left[\frac{(h - x_c)}{3}, 2.5 \cdot (h - d), \frac{h}{2} \right] = 159.276 \cdot \text{mm}$$

$$A_{c,eff} := b \cdot h_{c,ef} = 159276.223 \cdot \text{mm}^2$$

$A_{sprov.k} = 2576 \cdot \text{mm}^2$

2. F. jelű fúrásszelvény



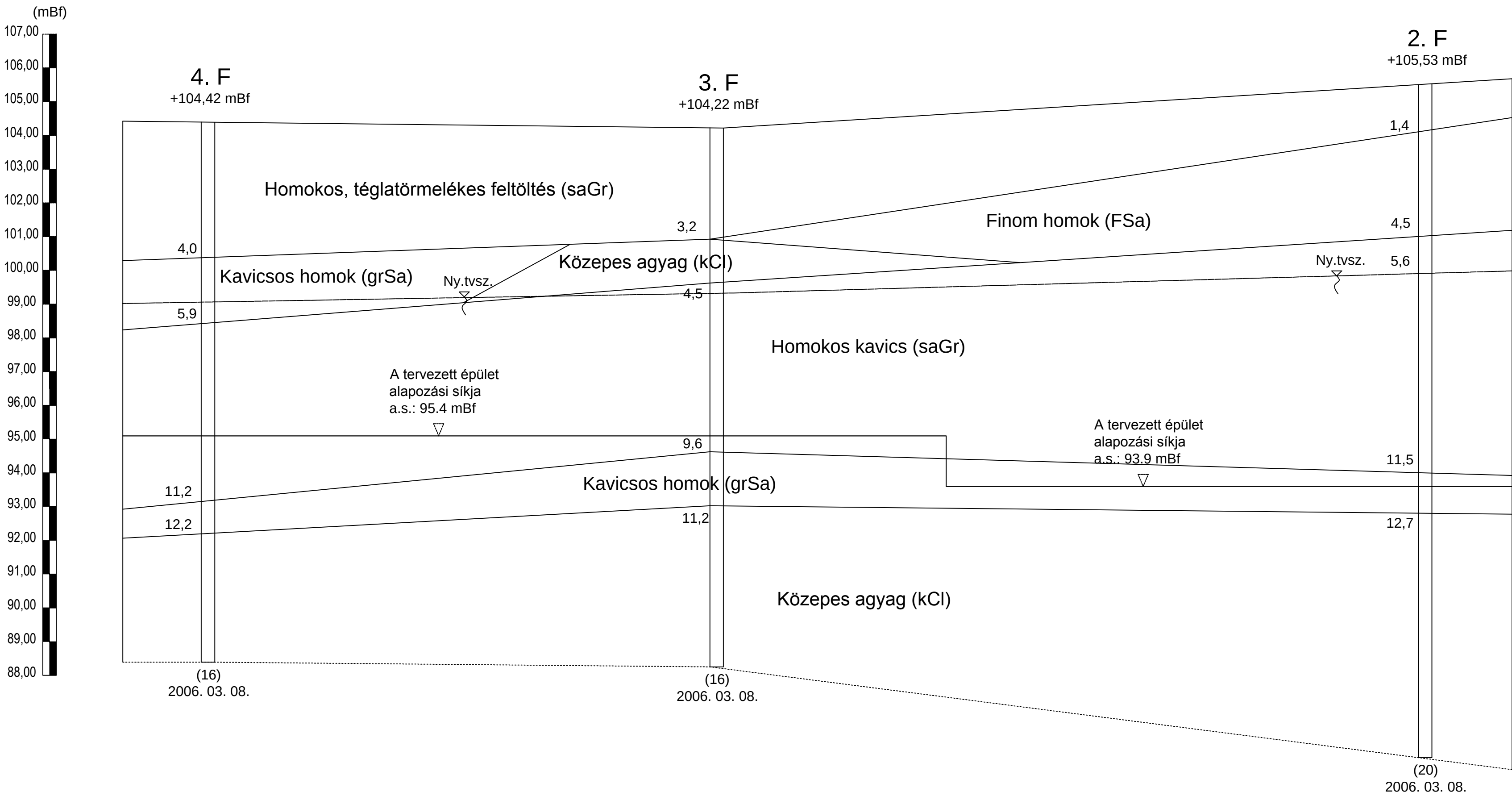
2. F
+105,53 mBf

		Talaj fizikai jellemzők			
		Térfogatsúly [t/m ³]	Belső súrlódási szög	Kohézió [kN/m ²]	Összenyomódási modulus [MN/m ²]
		ρ	φ	c	Es
1,4	Homokos, téglatörmelékes feltöltés (saGr)	1,70	23	-	-
4,5	Finom homok (FSa)	1,90	22	-	12
5,6	Ny.tvsz. (2006. 03. 08.)				
11,5	Homokos kavics (saGr)	2,10	35	-	45
12,7	Kavicsos homok (grSa)	2,00	32	-	20
(20)	Közepes agyag (kCl)	2,10	26	-	13

2006. 03. 08.

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar		
Terv megnevezése: Munkatérhatárolás és alapozási terve 1115 Budapest, Móricz Zs. utca 12.		Méretarány: M 1:100
Rajz megnevezése: 2. F. jelű fúrásszelvény	Külső konzulens: Czap Zoltán	Rajz szám: Gt-04
Készítette: Kelemen Imre	Belső konzulens: Kecskés Gábor	Dátum: 2015.06.05.

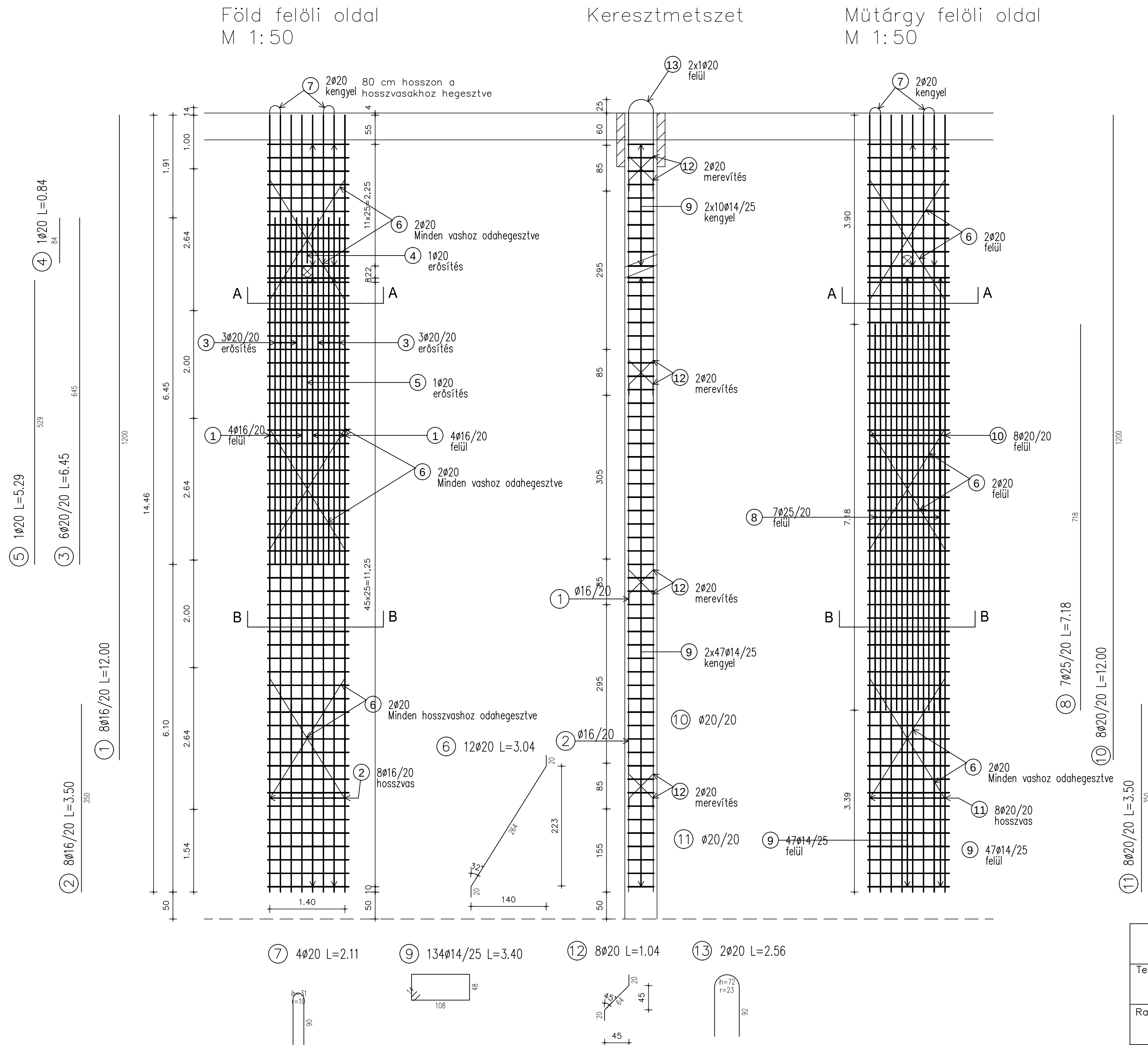
2-2 jelű rétegszelvény



Talaj fizikai jellemzők			
Térfogatsúly [t/m3]	Belső sűrűdési szög	Kohézió [kN/m2]	Összenyomódási modulus [MN/m2]
ρ	φ	c	Es
1,70	23	-	-
1,90	22	-	12
2,10	35	-	45
2,00	32	-	20
2,10	26	-	13

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar		
Terv megnevezése: Munkatérhatárolás és alapozási terve 1115 Budapest, Móricz Zs. utca 12.		Méretarány: M 1:100
Rajz megnevezése: 2-2 rétegszelvény	Külső konzulens: Czap Zoltán	Rajz szám: Gt-03
Készítette: Kelemen Imre	Belső konzulens: Kecskés Gábor	Dátum: 2015.06.05.

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar		
Terv megnevezése: Munkatérhatárolás terve 1115 Budapest, Móricz Zs. utca 12.		Méretarány: M 1:50 M 1:25
Rajz megnevezése: A1 jelű résarmatúra terve		Rajz szám: Gt-00
Készítette: Kellemen Imre	Konzulens: Kecskés Gábor	Dátum: 2015.06.05.



Mütārgy felöli oldal
M 1:50

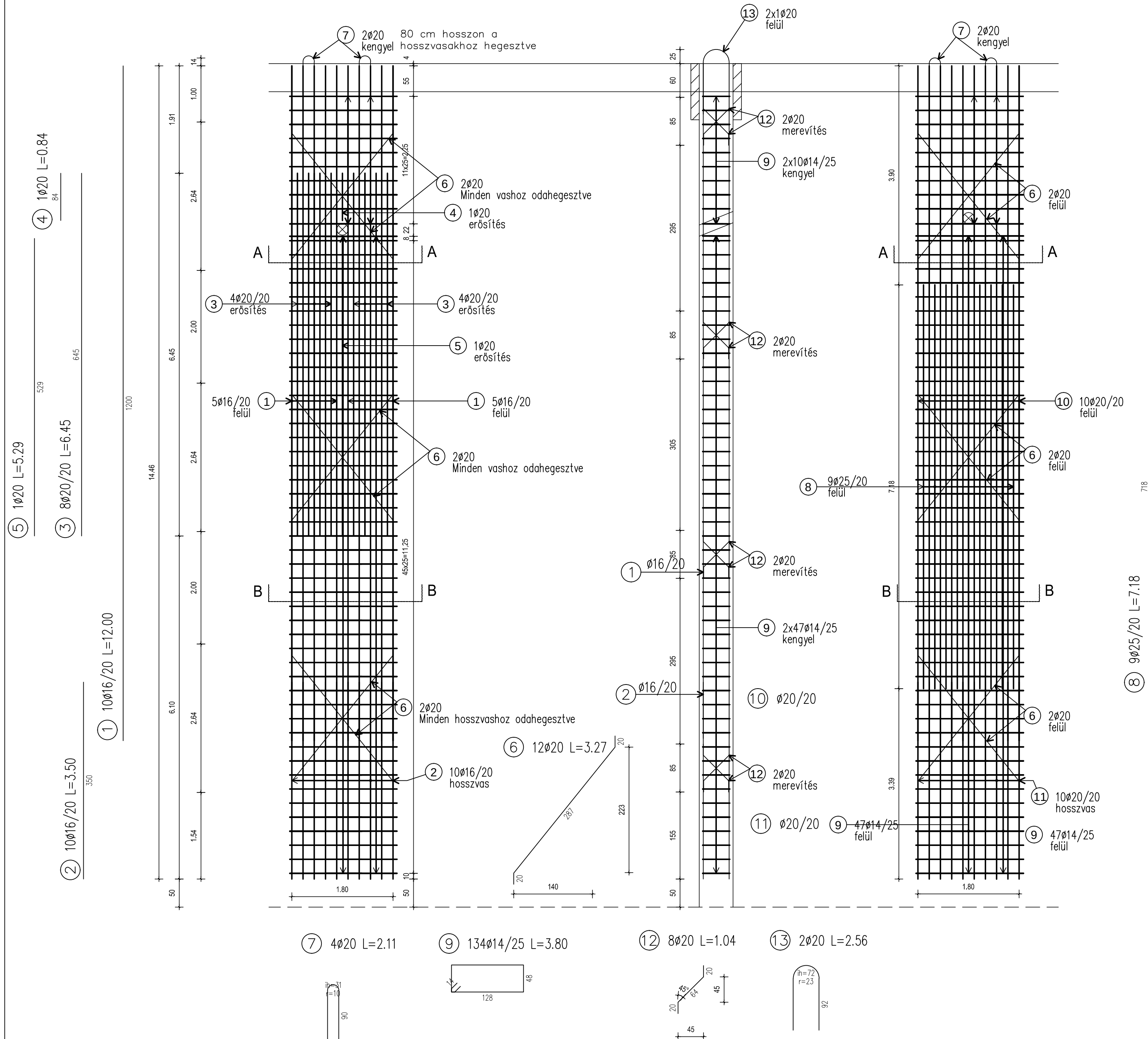
Technical drawing of a three-chambered rectangular structure, likely a water treatment component. The drawing shows three adjacent rectangular chambers. The top edge is labeled with dimensions: 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 5, 1, 3, 1, 3, 1, 3, 1. The bottom edge is labeled with dimensions: 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10. The left side is labeled with dimensions: 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10. The right side is labeled with dimensions: 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10. The top right corner is labeled "Föld felőli oldal" (Top side). The bottom right corner is labeled "Műtárgy felőli oldal" (Bottom side). The left side is labeled "Ø14/25" and "9". The right side is labeled "14/25" and "9". The drawing includes a scale bar at the top left indicating 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 76

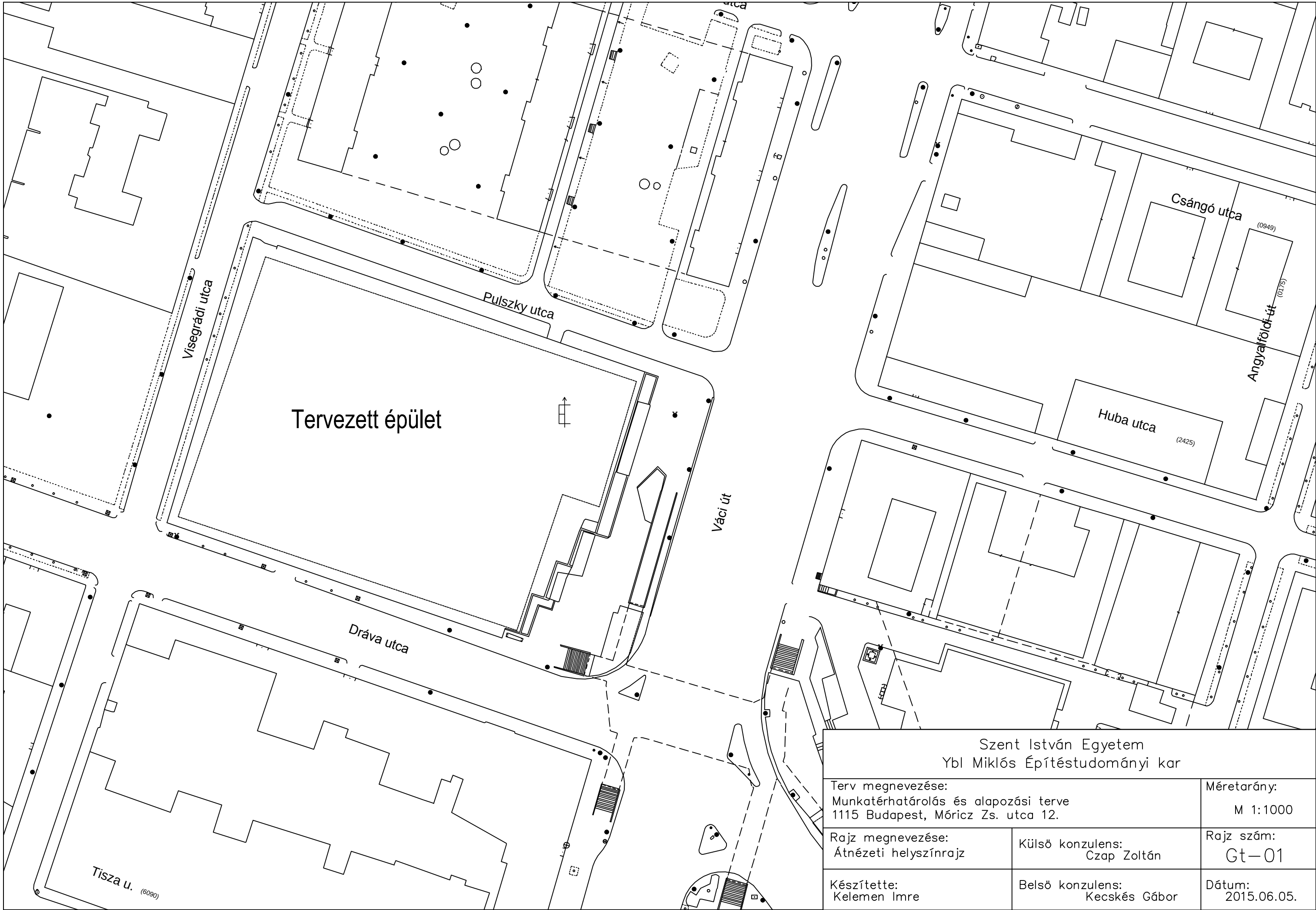
Technical drawing of a three-chambered rectangular structure. The top edge is labeled "Föld felőli oldal" (Side facing ground) and the bottom edge is labeled "Műtárgy felőli oldal" (Side facing structure). The structure consists of three rectangular chambers separated by two vertical dividers. The top edge has 10 segments, each labeled "1". The bottom edge has 10 segments, each labeled "10". The left and right vertical edges are labeled "ø14/25" and "9". The middle vertical divider is also labeled "9". The bottom edge of each chamber has 8 segments, each labeled "8".

Jel	Ø6	Ø	Hossz	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25
		[mm]	[m]				
1	10	16	12.00		120.00		
2	10	16	3.50		35.00		
3	8	20	0.45			51.60	
4	1	20	0.84			0.84	
5	1	20	5.29			5.29	
6	12	20	3.27			39.24	
7	4	20	2.11			8.44	
8	9	25	7.18				64.62
9	134	14	3.80	509.20			
10	10	20	12.00			120.00	
11	10	20	3.50			35.00	
12	8	20	1.04			8.32	
13	2	20	2.56			5.12	
Összhossz / Ø [m]:				509.20	155.00	273.85	64.62
Fm. tömeg / Ø [kg/m]:				1.210	1.580	2.470	3.850
Össztömeg / Ø [kg]:				616.13	244.90	676.41	248.79
Össztömeg [kg]:				1786.23			

Anyagminőségek
Beton: C30/37–XC2–XA2–32–F5
Betonacél: B500B
Feszítőpákszma: Fp150–St1550/1770

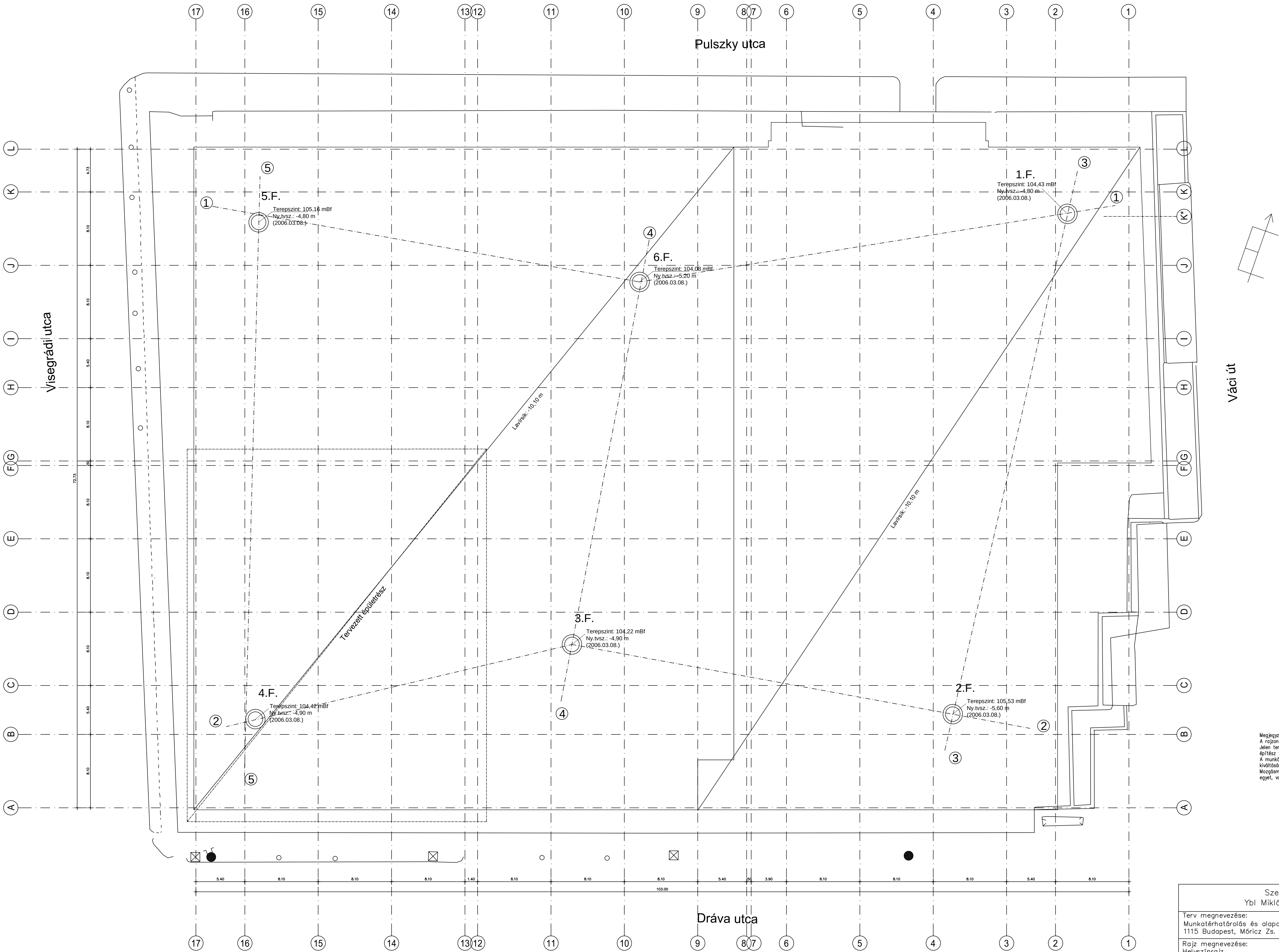
Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar		
Terv megnevezése: Munkatérhatárolás terve 1115 Budapest, Móricz Zs. utca 12.		Méretarány: M 1:50 M 1:25
Rajz megnevezése: A2 jelű résarmatúra terve		Rajz szám: Gt-00
Készítette: Kelemen Imre	Konzulens: Kecskés Gábor	Dátum: 2015.06.05.





Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar		
Terv megnevezése: Munkatérhatárolás és alapozási terve 1115 Budapest, Móricz Zs. utca 12.		Méretarány: M 1:1000
Rajz megnevezése: Átnézeti helyszínrajz	Külső konzulens: Czap Zoltán	Rajz szám: Gt-01
Készítette: Kelemen Imre	Belső konzulens: Kecskés Gábor	Dátum: 2015.06.05.

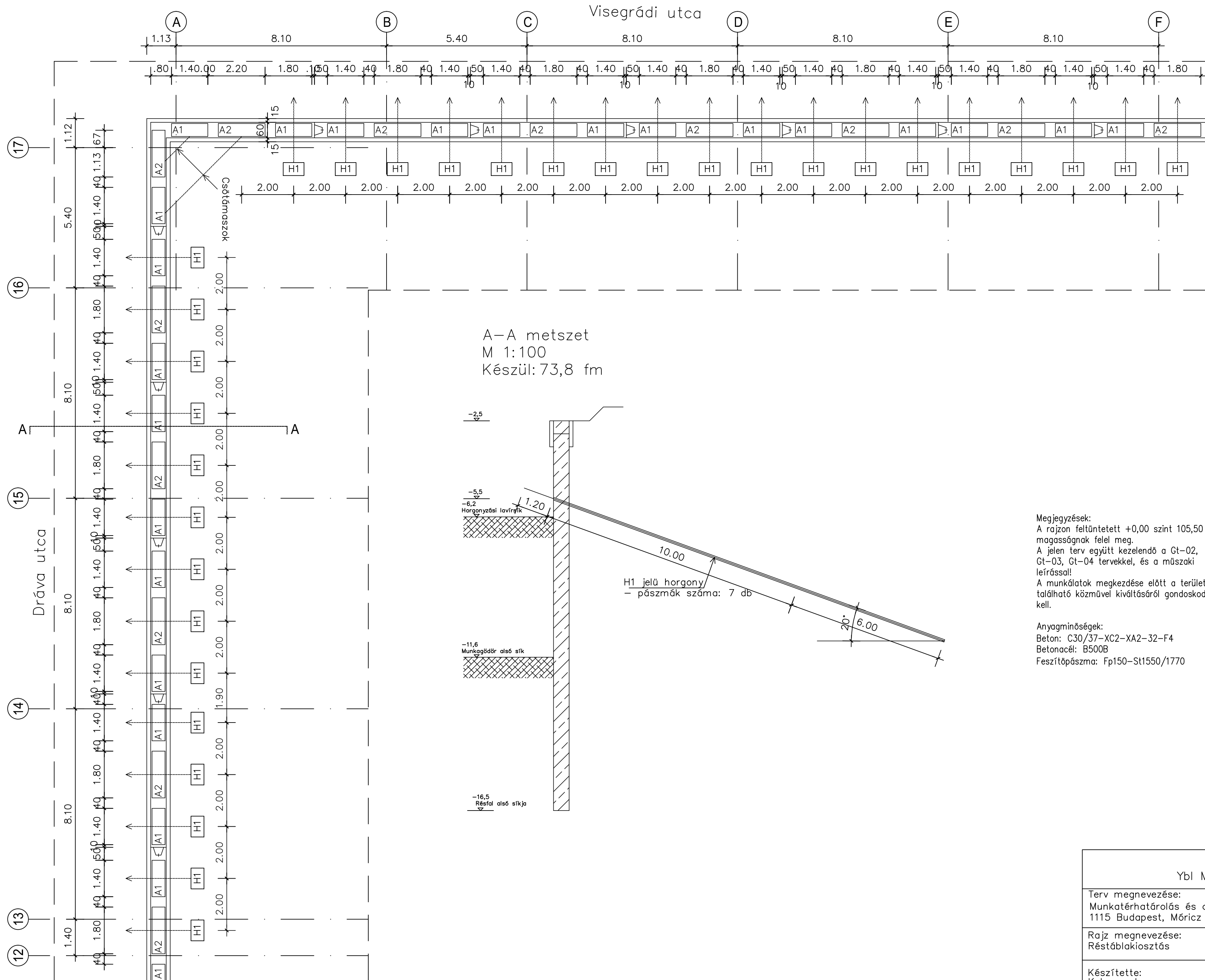
Helyszínrajz M 1:200



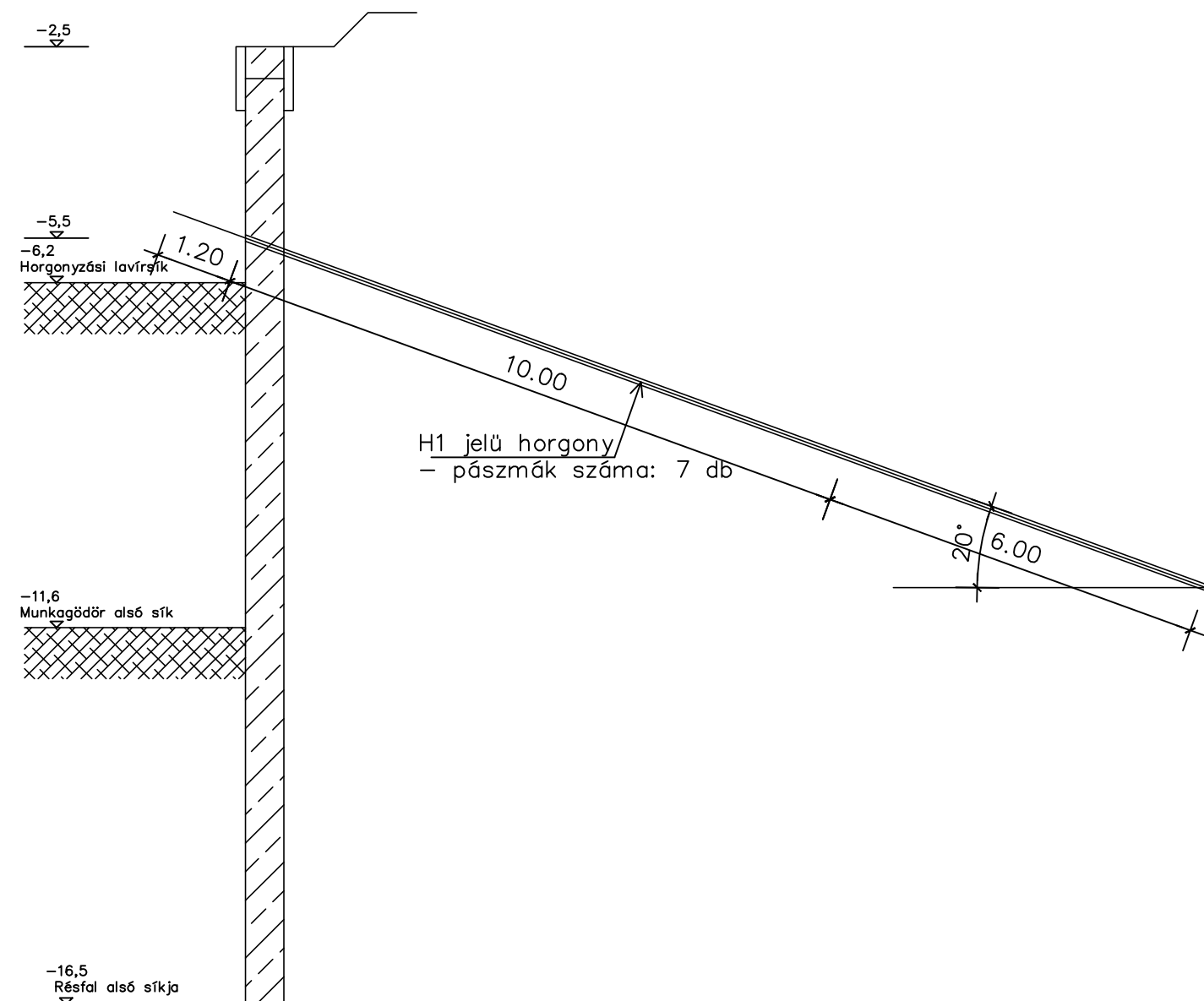
Megjegyzés:
A rajzon feltüntetett +0,00 szint 105,50 mBt magasságnak felel meg.
Jelen terv együtt kezelendő a Gt-02, Gt-03, Gt-04, Gt-05 tervekkel, az
építész tervekkel, valamint a műszaki leírással.
A munkálatok megkezdése előtt a területen található közművek
kiértékeléséről gondoskodni kell!
Mozgómérő csapokat kell elhelyezni a környező épületeken, épületeként
egyet, vagy 20 méterenként egyet.

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar		
Terv megnevezése: Munkatérhatárolás és alapozási terve 1115 Budapest, Móricz Zs. utca 12.		Méretarány: M 1:200
Rajz megnevezése: Helyszínrajz	Külső konzulens: Czap Zoltán	Rajz szám: Gt-02
Készítette: Kelemen Imre	Belső konzulens: Kecskés Gábor	Dátum: 2015.06.05.

Réstáblakiosztás M 1:100



A-A metszet
M 1:100
Készül: 73,8 fm



Megjegyzések:
A rajzon feltüntetett +0,00 szint 105,50 mBf magasságnak felel meg.
A jelen terv együtt kezelendő a Gt-02, Gt-03, Gt-04 tervekkel, és a műszaki leírással!
A munkálatok megkezdése előtt a területen található közművel kiváltásáról gondoskodni kell.

Anyagminőségek:
Beton: C30/37–XC2–XA2–32–F4
Betonacél: B500B
Feszítőpászma: Fp150–St1550/1770

Megjegyzések:
 Réseleési lavírsík: -2,5 m
 Horgonyzási lavírsík: -6,2 m
 Munkagödör alsó sík: -11,6 m
 Horgonyzási sík: -5,5 m
 Armatűrök tetejének felső síkja: -2,55 m
 Táblacsatlakozó elem: 600 mm-es szakaszoló
 acélpalló

1. Az armatúrák építési pontatlansága alapjárolag max 5 cm, magasságilag max 2 cm legyen.
2. A betonozást kontaktorcsóval kell végezni, a túlbetonozás a fejeienda felső síkjáig történjen, a zaggal szennyezett beton később visszavésendő.
3. A réstáblák kivitelezésének sorrendjét a kivitelező határozhatja meg.
4. Betonfedés 7,0 cm kengyelen mérve

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar		
Terv megnevezése: Munkatérhatárolás és alapozási terve 1115 Budapest, Móricz Zs. utca 12.		Méretarány: M 1:100
Rajz megnevezése: Réstáblakiosztás	Külső konzulens: Czap Zoltán	Rajz szám: Gt-05
Készítette: Kelemen Imre	Belső konzulens: Kecskés Gábor	Dátum: 2015.06.05.

**Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar**

Számítási melléklet

**Budapest, XIII. kerület Móricz Zs. utca 12. szám alatti
irodaépület munkatérhatárolása**

**Készítette
Kelemen Imre**

**Belső konzulens
Kecskés Gábor**

**Külső konzulens
Czap Zoltán**

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Kiindulási adatok	1
1.1.	Helyszíni adatok	1
1.2.	Anyagminőségek	1
1.3.	Alkalmazott szabványok	2
1.4.	Alkalmazott segédletek	2
1.5.	Alkalmazott szoftverek	2
2.	Terhek és hatások	2
2.1.	Állandó terhek	2
2.2.	Esetleges terhek	6
2.2.1.	Födém hasznos terhei	6
2.2.2.	Járművek tengelyterhei	6
2.2.3.	Hasznos teher csökkentő tényező	7
2.2.4.	Válaszfalak helyettesítő terhei	9
2.2.5.	Hóteher	9
2.2.6.	Szélteher	11
2.2.7.	Víznyomás	16
3.	Mértékadó hatáskombinációk meghatározása (Teherkombinációk)	17
3.1.	Hatások felvételének módja	17
3.1.1.	Állandó hatások	17
3.1.2.	Hasznos terhek	17
3.1.3.	Meteorológiai terhek	17
3.2.	Parciális tényezők	17
3.3.	Tehercsoportosítások létrehozása	17
3.4.	Alkalmazott tehercsoportosítások	17
3.5.	Teherkombinációk teherbírasi határállapotban	19
3.5.1.	Tartós és ideiglenes tervezési helyzethez tartozó kombináció	19
3.5.2.	Rendkívüli tervezési helyzethez tartozó kombináció (tűz, ütközés)	19
3.5.3.	Szeizmikus tervezési helyzethez tartozó kombináció	19
3.6.	Teherkombinációk használhatósági határállapotban	20
3.6.1.	Kvázi-állandó teherkombináció	20
3.6.2.	Gyakori teherkombináció	20
3.6.3.	Karakterisztikus teherkombináció	20
4.	Egyedi cölöpteherbírás számítása MSZ 15005/1.1989 alapján	21
5.	Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése	23
6.	Cölöpösszefogó fejek méretezése	31
7.	Résfal határállapotainak ellenőrzése	40