SZENT ISTVÁN EGYETEM
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR
KÖZMŰ ÉS MÉLYÉPÍTÉSI TANSZÉK

GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET RÉSFALAS MUNKATÉR HATÁROLÁSÁNAK TERVEZÉSE

SZAKDOLGOZAT

Készítette:
Nagy Vilmos
[redacted]

Belső konzulens:
Keszeyné Dr. Say Emma
egyetemi docens

Külső konzulens:
Meszlényi Zsolt
tervezési főmérnök

Budapest
2012

Tartalomjegyzék

I. Bevezető	5
II. Építési terület bemutatása	6
III. Réselési technológia bemutatása	10
IV. Műszaki leírás a 60 cm vastag résfal kiviteli tervéhez	19
V. Statikai számítás a 60 cm vastag résfal kiviteli tervéhez	29
V I . Műszaki leírás az 50 cm vastag résfal kiviteli tervéhez	61
VII. Statikai számítás az 50 cm vastag résfal kiviteli tervéhez	71
VIII. Összehasonlító elemzés	117
IX. Ideiglenes és végleges horgonyok teherbírásának meghatározása terhelési vizsgálatok alapján	119
X. Passzív hűtési rendszer a GREEN HOUSE Irodaépületnél	136

Köszönetnyílvánítás

Rajzi mellékletek:

HSZ – 01	M = 1 : 200
SZR – 01	M = 1 : 200
SZA – 01	M = 1 : 100
SZA – 02	M = 1 : 100
SZA – 03	M = 1 : 100
SZA – 04	M = 1 : 100

DVD melléklet

I. Bevezető

A szakdolgozatom témája a Green House Irodaépület résfalas technológiával készült munkatér határolásának tervezése. Azért választottam ezt a témát, mert szerettem volna egy olyan témával foglalkozni, amely speciális munkatér határolás témakörébe tartozik, és előszeretettel alkalmazzák a nagyobb irodaépületek, lakóépületek alapozására a mindennapi gyakorlatban.

A munkaterület Budapest XIII, ker. Kassák Lajos u. 19-25. szám alatt található. A munkatér határolást kb. 75×50 m-es területre kellett megterveznem. A munkaterületet három oldalról utcák határolják és a szomszédos telken egy földszintes óvoda helyezkedik el.

A szakdolgozatomban bemutatom a résfalas technológiát, amellyel az alapozás készül, valamint kitérek a horgonyzásra is, amely szorosan kapcsolódik a résfalas technológiához. Ezt követően ismertetem a munkatér határolás két lehetséges megoldását. Mindkét megoldást részletesen kidolgozom, majd egy összehasonlító elemzés elvégzése után, a műszaki gazdaságosság elvét szem előtt tartva eldöntöm, hogy melyik megoldás a kedvezőbb. Külön örömet okoz, hogy az épületnél készült alapozás egyedülálló. Eltér minden eddigi, résfalas technológiával készült alapozástól, amire szintén ki fogok térni a szakdolgozatban.

Úgy gondolom, hogy a szakdolgozatom elkészítése jó alkalom arra, hogy az iskolai képzésben szerzett ismereteimet kamatoztathassam, illetve ezen felül értékes szakmai tapasztalatokat szerezhessek a gyakorlati tervezésben és a tervezéshez használt számítógépes szoftverek terén.

II. Építési terület bemutatása

Helyszíni viszonyok

Az építési terület Budapest XIII. ker. Kassák Lajos utca 19-25. alatti területen épül egy 6-7 emeletes, 3 pinceszintes irodaépület, a GREEN HOUSE.

A területen lévő épületeket elbontották. Csak fák és az elbontott épületek egykori padlója látható a bekerített, üres területen.



Az építkezés előtti állapotok a helyszínen

ÉNY-i oldalról a Kassák Lajos utca, ÉK-i oldalról a Lőportár utca, DK-i oldalról pedig a Tüzér utca határolja a területet. Szomszédos telek egyedül DNY-i irányban található.

Mivel a Kassák Lajos utca 26,4 m széles, így a túloldalon lévő épületek biztosan kiesnek az újonnan épülő irodaépület hatásövezetén. A Lőportár utca túloldalán egy park található. A Tüzér utca 15,1 m széles és a túloldalon egy 7 emeletes, 2 mélygarázs szintes, résfalas technológiával készült új építésű lakóház található. Mivel ez az épület is résfalas technológiával készült, ezért gyakorlatilag erre az épületre sincs kihatással az új beruházás. A negyedik oldalon található telken egy paneles építésű, földszintes óvoda található. A tervezett résfaltól mért távolsága 15,5-17,7 m körüli.

Az épülő irodaház ±0,00 m szintét 105,55 mBf abszolút magasságban határozta meg az építésztervező, amely a Kassák Lajos utca 19. előtti járdaszintel egyezik meg. A telken a felszín közel sík, +0,10 m és -1,20 m között változik a terep magassága, hasonlóan a környező utcák és járdák magasságaihoz.

A tervezett épület alapterülete kb. 75×50 m. A három szintesnek tervezett mélygarázs az adott telek beépíthetőségét a legnagyobb mértékben kihasználja.

A munkatér biztosítása résfalas technológiával készült, horgonyokkal hátrahorgonyzott résfallal történik, amely megfelelő vastagságban be van fogva a vízzáró agyagba.

A munkaterület zártan kerül kialakításra, hogy a szükséges vízzáróság biztosítható legyen, de a csapadékvíz és az esetleges réselési pontatlanságok miatt kis mértékű víztelenítésre szükség lehet.

A réselési lavírsík 102,05 mBf abszolút magasságon lesz kialakítva, amely 3,5 m-rel van alacsonyabban, mint az épület ±0,00 m = 105,55 mBF szintje.

A munkálatok megkezdése előtt a szükséges közműkiváltásokat meg kell építeni, régészeti feltárásokat el kell végezni, valamint lőszermentesíteni kell a területet a biztonságos kivitelezés érdekében.

Talajrétegződés, talajviszonyok

A résfalas munkatér határolás tervezéséhez Részletes talajmechanikai szakvéleményt Petik és Társa Kft. (TSZ.: 124/2010) készített 2010. júniusában.

A talajmechanikai fúrások alapján a terepszinttől 1,1 – 3,5 m mélységig laza állapotú, építési törmelékes vegyes feltöltést találtak. A feltöltéses réteg alatt egészen az agyag feküig szemcsés talajrétegek találhatók, néhol gyengén kötött betelepülésekkel. A szemcsék mérete lefelé haladva növekvő tendenciát mutat.

- N_{20}= 3-8
- γ_N =18,0-19,0 kN/m^3
- φ= 26-28°
- c= 5-15 kPa

Közvetlenül a vegyes feltöltés alatt 4,7 – 5,5 m mélységig finom homok réteg található, melynek állapota a laza és a közepesen tömör állapot közötti.

- N_{20}= 5-15
- γ_N =18,0-19,0 kN/m^3
- γ_T =19,0-20,0 kN/m^3
- φ= 30°
- c = 0
- U= 2,9
- E_s= 15 MPa

A homokréteg alatt 6,8 – 7,6 m mélységig iszapos homok réteg található, amely közepesen tömör állapotú

- N_{20}= 10-30
- γ_N =18,0-19,0 kN/m^3
- γ_T =19,0-20,0 kN/m^3
- φ= 28°
- c = 0
- U= 3-11
- E_s= 17 MPa

Ez alatt az alapkőzetig kavicsos homok és homokos kavics réteg található. A réteg felső 1,5 – 2 m-es része közepesen tömör állapotot mutat, de az alatta lévő részeken tömör, néhol igen tömör állapotot mértek. A réteg alsó részében ismét közepesen tömör, tömör a talaj állapota.

- N_{20}= 10-40 a felső 2 m és az alsó 1,5 m
- N_{20}= 40-80 a középső részen
- γ_N =19,0-20,0 kN/m^3
- γ_T =21,0-22,0 kN/m^3
- φ= 35°-38°
- U= 10-31
- E_s= 40 - 70 MPa

Legalul található a terület alapkőzetét adó közepes agyag. A felszíne viszonylag egyenes. Feltárása nehézkes volt, amit jól tükröz a dinamikus szonda N_{20}>300 ütésszám. A réteg kemény állapotú, kiváló teherbírási és vízzárósági tulajdonságokkal rendelkezik.

- γ_N =20,0-21,0 kN/m^3
- w = 13 – 20%
- Sr = 0,75 – 0,94
- Wl = 47 – 55%
- Wp = 22 – 26%
- φ= 18°
- E_s= 13 MPa
- c = 110 kPa
- k= 10^{-9} m/sec
- e= 0,50-0,57
- I_p = 25-31 %

Hidrogeológiai viszonyok

A lemélyített fúrásokban a nyugalmi talajvízszint 100,64 – 100,95 mBf szintek között változott.

Budapest Építéshidrológiai Atlasz alapján a területen a becsült maximális talajvíz 102,20 mBf szinten található, amely értéket figyelembe véve a területre meghatározott mértékadó talajvíz 102,70 mBf szinten adták meg.

A fúrásokból vett vízminta laboratóriumi vizsgálatai után a következő eredményeket állapították meg:

pH érték:	7,01
Szulfátion tartalom:	429 mg/l
Kloridion tartalom:	250 mg/l

Az elvégzett vízkémiai vizsgálatok alapján a talajvíz beton és vasbeton szerkezetek szempontjából enyhén agresszív kategóriába tartozik.

III. Réselési technológia bemutatása

Módszer ismertetése

Az építési igények növekedésével egyre több mérnöki szerkezetet létesítenek a felszín alatt, ahol kedvezőtlen viszonyok között kell építkezni, mert vagy szűk a terület, vagy a felszínen sűrű a beépítettség. Ebben az esetben az élőmunka nélkülözése és a fokozódó gépesítés segít a hatékonyság növelésében. A réselési technológiát ma már olyan alapozási, munkagödör-elhatárolási és víztelenítési feladatoknál alkalmazzák, melyek a technológia ismerete nélkül kivitelezhetetlenek lennének. Az eljárás teljes mértékében gépesíthető.[1]

A résfalakat a térszínről építik meg úgy, hogy a résfal tervezett mélységében résiszap megtámasztás mellett függőleges falú rést készítenek. A résiszap folyamatos kiszorítása mellett készül el a szerkezet.

A réselés folyamatát két részre bonthatjuk. Az első a földkiemelés, amit a réskitöltés folyamata követ. A földet erre a célra gyártott réselőkanállal emelik ki. A földkiemelés közben folyamatosan résiszapot juttatunk a résbe és azt állandó szinten tartjuk. Általában egy adott hosszúságú rést emelnek ki, majd ezt követi a réskitöltés. Az egy munkafolyamat alatt elkészült résfalat réstáblának nevezzük. Több réstábla egymás után való építésével összefüggő résfal rendszer építhető.

Ha vízzáró falrendszert szeretnénk kialakítani, akkor az elkészült réstábla két végén zsaluzatként szakaszoló elemeket helyeznek el, ami a szomszédos réstáblához való csatlakozást is elősegíti.

Vasbeton résfal készítésekor a betonacélból készült armatúrák szerelése és merevítéseinek kialakítása a felszínen történik. Ezt követően egy erre alkalmas emelő berendezéssel a résbe helyezik az armatúrát és rögzítik. A betonozást betoncső segítségével végzik. A beton folyamatos résbe jutásával kiszorítja a résiszapot a résből. A betonozás után bizonyos szilárdulási idő elteltével a szakaszoló csöveket eltávolítják.

A réseléssel eddig nem gazdaságosan kivitelezhető mélyépítési műtárgyak készíthetők. A technológia azonban nem univerzális. Alkalmazásáról a tervezőnek kell döntenie.

[1] KÉV-METRÓ Műszaki Fejlesztési Kiadványok: Réselés Technológiai ismertető, 1977

A réselési technológia előnyei:

- elvileg bármilyen talajban talajvíz jelenlététől függetlenül tetszőleges mélységben alkalmazható
- az elkészült résfal egyidejűleg több feladatot – munkagödör határolást, vízzárósági és teherviselési feladatot - is elláthat
- a munkaciklusok gépesíthetőek, ezért nagy teljesítmény érhető el minimális élőmunka ráfordítással
- nem okoz nagy rázkódást és zajt a cölöp vagy szádfal veréssel ellentétben
- foghíjbeépítésnél a teljes terület kihasználható, mert a résfalakat közvetlenül a meglévő szerkezetek mellé építhetjük
- résfalak többféle anyagból készülhetnek
- alaprajzi elrendezése sokféle lehet
- mélysége tetszés szerint változtatható ugyan azon műtárgyon belül
- nagyszabású földmunka nem előzi meg a réselést
- áttekinthetőbb és egyszerűbb a munkaterület

A technológia hátrányai:

- résfal felületének minősége függ a talajtól, ezért szükség lehet utólagos felületképzésre
- a résiszap környezetszennyező hatása ellen különböző intézkedéseket kell tenni
- a munkaközi ellenőrzés csak közvetett módon lehetséges, mivel résiszap alatt történik a szerkezet beépítése[1]

[1] KÉV-METRÓ Műszaki Fejlesztési Kiadványok: Réselés Technológiai ismertető, 1977

- előkészítő munkálatok szükségesek a résfal építéséhez a következő esetekben
    1. nyílt víztükör alatt
    2. nyomás alatti rétegvizek jelenlétében
    3. rosszul tömörített feltöltésben
    4. feltáratlan közművek, műtárgyak, üregek keresztezésénél és épületek mellett
    5. olyan talajoknál, amelyekben a résiszap gyorsan és nagy mennyiségben elszivároghat
- a résfal építés költséges eljárás, a gazdaságossága függ az elkészítendő falfelület mennyiségétől

A réselési eljárással készíthető mérnöki létesítmények rendeltetés szerint a következők lehetnek:

- vízzáró
- teherviselő
- vízzáró és teherviselő

Vízzáró résfalak

Ezeknek a résfalaknak a vízzárás vagy a szivárgásgátlás a feladatuk. Akkor vízzáró a résfal, ha összefüggő falszerkezetet alkot, önmagába visszatérő, illetve alapozási síkja vízzáró rétegbe nyúlik.

Résfüggöny készülhet betonból vagy különleges réskitöltő anyag felhasználásával. Vízzárási követelménnyel épült résfüggönynek repedésmentesen kell átadni az egyik oldaláról érkező terheket a másik oldalra a földnek. A szádfalakkal ellentétben a vízzáró rétegig le lehet mélyíteni és a korrózió védelem sem okoz gondot.[1]

Teherviselő résfalak

A felszerkezet vízszintes és függőleges terheinek felvételére alapozás jellegű, a földnyomásból és víznyomásból származó terhek felvételére szádfalak jellegű résfalakat készítenek, de gyakori a két eset kombinációja is.

[1] KÉV-METRÓ Műszaki Fejlesztési Kiadványok: Réselés Technológiai ismertető, 1977

Alapozás jellegű résfalakat alkalmaznak a süllyedésre érzékeny épületeknél, földnyomásból származó terhek viselésére alkalmas résfalat pedig munkatér határolásoknál, földművek megtámasztásánál alkalmaznak dúcok és szádfalak helyett.
Elterjedt megoldás, hogy a résfal együttesen viseli az épület terheit és a földnyomás terhét is, amely megoldás jól alkalmazható az épületek alatti terek kiképzésénél és a térszín alatt létesített műtárgyak építésénél gazdaságos.

Teherviselő résfalak

Legfőbb előnye a kettős rendeltetés. Alkalmazásukkal megoldható:

- munkagödör határolás vízkizárással
- szomszédos épületek biztosítása
- térszín alatti építmények oldalfalának elkészítése

Ezek a résfalak manapság már igen jó minőségben készíthetők. A horgonyzási eljárás elterjedésével, pedig lehetővé vált a vékony résfalakkal határolt nagy mélységű terek építése akadályozó dúcolatok nélkül.[1]

Résfal építésének munkamódszere

A munkamódszert alapvetően a rés készítéséhez használt gép működése határozza meg. Három fő módszert különböztetünk meg:

- a markolós módszer
- a fúrásos módszer
- egyéb módszer

A markolós módszer vagy más néven kanalas munkamódszer sajátosságai, hogy a réselőszerszámmal fellazított, megbontott talajt a szerszám emeli a felszínre és, hogy a szerszám fel-le mozgatásával keveredik csak a résiszap, melynek feladata ebben az esetben csak a rés állékonyság biztosítása.[1]

A fúrásos módszernél a bontófej csak a talaj darabolását és lazítását végzi. A talaj összekeveredik a zaggyal, amit egy nagy teljesítményű szivattyúval juttatnak a felszínre. A földet ülepítéssel választják el a zagytól, amit tisztítás után általában gravitációs úton juttatnak vissza a rébe. Ennél a munkamódszernél a zagy feladata a résállékonyság biztosítása mellett a talaj szállítása is.[1]

[1] KÉV-METRÓ Műszaki Fejlesztési Kiadványok: Réselés Technológiai ismertető, 1977

Egyéb módszerek csoportjába azok a munkamódszerek tartoznak, amelyeknél csak átkeverik a talajt, de nem szállítják a felszínre.[1]

A **Green House Irodaépület** munkatér határolása is **markolós módszer**rel vagy más néven kanalas munkamódszerrel készült.



Látványtervek a GREEN HOUSE Irodaépületről

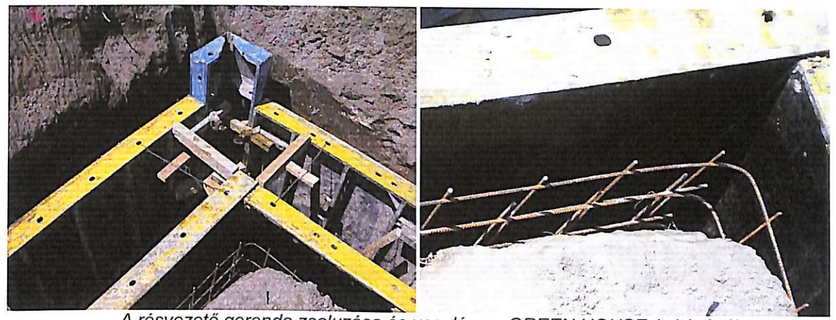
A réselési lavírsík kialakításával kezdődik munka. Ez azért szükséges, hogy a résfalat ne az eredeti terepszinttől kelljen építeni, mert akkor hosszabb résfalat kell kialakítani ugyan ahhoz a munkatér határoláshoz és ez a költségeket is növeli.

A lavírsík kialakításához rézsűt kell készíteni az eredeti terepszint és a lavírsík közé. Ennek kialakítása függ a talaj paramétereitől és a rézsű készítéséhez rendelkezésre álló helytől. Ha van elég hely a rézsű kialakításához, akkor a talajfizikai jellemzők alapján meghatározzuk annak a rézsűnek a hajlásszögét, amelynél a talaj még állékony és elkészítjük a rézsűt. Ha nincs elég hely és/vagy a talaj sem állékony, akkor alkalmazhatunk torkrétozott rézsűt. Ebben az esetben nagyobb dőlésszögű rézsűket tudunk kialakítani.

[1] KÉV-METRÓ Műszaki Fejlesztési Kiadványok: Réselés Technológiai ismertető, 1977

A torkrétozott rézsű felépítése olyan, hogy talajszegek vannak a rézsű hajlásszögére merőlegesen a talajba verve, amelyek a rézsű felszínén egy betonacél hálóhoz kapcsolódnak. A hálóra lőtt betont visznek fel, ami szilárdulás után nem engedi elcsúszni a talajt. Rézsűállékonyság alapján kell a torkrétozott rézsűket tervezni.

Ha elkészültek a rézsűk, akkor résvezető gerendát kell építeni úgy, hogy a lavírsík legyen a résvezető gerenda felső síkja.



A résvezető gerenda zsaluzása és vasalása a GREEN HOUSE építésénél

A résvezető gerendának hármas szerepe van. Megvezeti a réskanalat, hogy függőleges rést markoljon, megtámasztja a földet, hogy ne omoljon a résbe, megakadályozza, hogy a zagy szétáramoljon a munkaterületen úgy, hogy nem engedi kifolyni. A résvezető gerenda szakaszosan épül és elkészülte után a résbe visszatöltik a földet, vagy kétsoros összedúcolást alkalmaznak.

A résvezető gerenda megépítése után következik a réselés. A réselést egy speciális réselőgéppel végzik, amely a réselőkanállal emeli ki a talajt a réskiosztási terv alapján. A kiemelt talajt elszállítják.



Földkiemelés a résből és a szállítás

A réselőgép kimarkol egy táblaszakaszt, majd átáll egy másik, nem szomszédos táblaszakaszhoz. Az elkészült réstáblába beemelik az előre legyártott betonacél armatúrát és a víz alatti betonozás szabályai alapján feltöltik betonnal a rést.

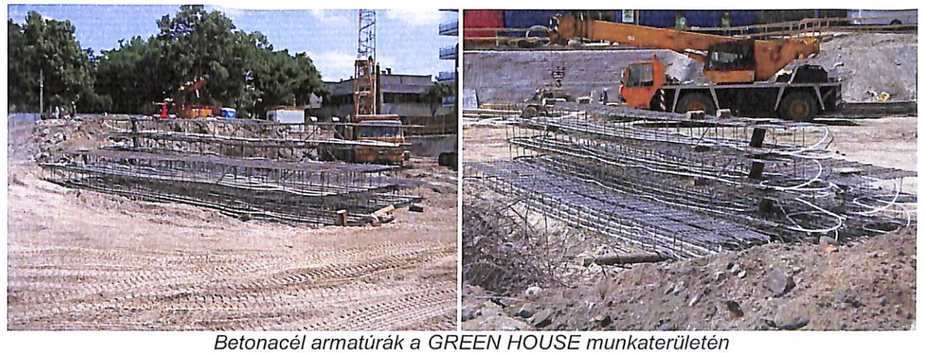


Betonacél armatúrák a GREEN HOUSE munkaterületén



Földkiemelés a résből és a szállítás

A réselőgép kimarkol egy táblaszakaszt, majd átáll egy másik, nem szomszédos táblaszakaszhoz. Az elkészült réstáblába beemelik az előre legyártott betonacél armatúrát és a víz alatti betonozás szabályai alapján feltöltik betonnal a rést.



Betonacél armatúrák a GREEN HOUSE munkaterületén



Betonozó cső beemelése a résbe

Amikor elkészült minden réstábla, de a munkatér határoláshoz szükséges horgony megtámasztás, akkor a horgonyszinttől kb. 60 cm-rel mélyebb szintig kiemelik a talajt a horgonyzáshoz.

A kiemelés után elvégzik a résfal felületképzését, ami azt jelenti, hogy egy sima felületet alakítanak ki véséssel és torkrétozással. Ezt követően egy speciális horgonyfúró géppel, az előzőekben az armatúrára hegesztett horgonyátvezető elemen keresztül befúrnak a talajba olyan mélyen, amilyen hosszú a horgony. A fúrás után az üregbe habarcskitöltés kerül, hogy ne omoljon be a talaj, majd ezt követően épül be a horgony.



Ilyen géppel készül a horgony üreg

Injektálás és feszítés után a horgony megtámasztja a résfalat. Ezt követően, ha nem szükséges újabb horgonysort beépíteni, akkor a munkaterület kiemelhető a tervezett mélységig.



Injektált és feszített horgonyok

IV. Műszaki leírás

GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET
(Budapest XIII. ker. Kassák Lajos u. 19-25.)

60 cm vastag vasbeton

1 sorban hátrahorgonyzott résfalszerkezet

KIVITELI TERVÉHEZ

1. Megbízás tárgya, előzmények

A Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Közmű és Mélyépítés Tanszéke (továbbiakban Megbízó) megbízott a Green House Irodaépület háromszintes mélygarázs munkatér határolásának megtervezésével.

A résfalon belül felületszivárgó épül be, ami a kismennyiségű átszivárgó talajvíz alaplemez alatti termett kavicsos homokba, majd az abban elhelyezett kutakba való vezetésére szolgál (állandó víztelenítő rendszer).

2. Adatszolgáltatás

A tervezéshez a következő dokumentumok álltak rendelkezésre:

- Részletes talajmechanikai szakvélemény, Petik és Társa Kft
  TSZ.: 124/2010 2010 június
- Hidrogeológiai szakvélemény, Petik és Társa Kft.
  TSZ.: 124/2010 2010 június
- Résfalszerkezet és alapozás tenderterv dokumentáció, Metro-Consult Kft. (alvállalkozó Kokopelli Kft.)
  MSZ.: 1027 2010.11.19.
- Résfal kitűzési adatok, Kokopelli Kft.
  RSZ.: SR-01/a (Résvezető gerenda terv), tervlap sarokpontok EOV koordinátáival 2011.01.25.
- Résfalra és alapozásra jutó terhek a felszerkezetről, EXON 2000 Kft.
  Tervlap (tenderterv) 2010.11.15.

3. Helyszíni és geotechnikai viszonyok

Az építési terület Budapest XIII. ker. Kassák Lajos utca 19-25. szám alatt található. A telken álló épületeket már korábban elbontották. A területet három oldalról utcák határolják (Kassák Lajos, Lőportár és Tüzér utca), a negyedik oldalon van csak szomszédos telek.

A Kassák Lajos utca 26,4 m széles, így a túloldali épületek biztosan kívül esnek a beépítés kihatási távolságán. A Lőportár utca túloldalán egy park található, nincs épület. A Tüzér utca 15,1 m széles, a túloldalon egy 7 emeletes, két

mélygarázs szintes, résfalas alapozású, új építésű lakóház található, Gyakorlatilag erre az épületre sem lehet kihatása az új beépítésnek. A negyedik oldalon a szomszédos Kassák L. u. 17. alatt egy földszintes, paneles építésű óvoda épület található. Oldaltávolsága az új építendő pincetömb résfalától 15,5-17,7 m.

A beépítendő telken a felszín közel sík, +0,10 m és -1,20 m között változik a terepszint magassága, hasonlóan a csatlakozó járdákhoz és utakhoz. Az építendő irodaház ±0,00 m szintjét 105,55 mBf. abszolút magasságban határozta meg az építésztervező.

Az építési terület talajrétegződése a talajmechanikai szakvéleménynek megfelelően a következő rétegekből áll:

- -1,5-3,5 m szintig laza, épülettörmelékes vegyes feltöltés
  - N_{20}= 3-8
  - γ_N =18,0-19,0 kN/m^3
  - φ= 26-28°
  - c= 5-15 kPa
- –5,0 m szintig finom homok
  - N_{20}= 5-15
  - γ_N =18,0-19,0 kN/m^3
  - φ= 30°
  - U= 2,9
  - E_s= 15 MPa
- –7,2 m szintig iszapos homok
  - N_{20}= 10-30
  - γ_N =18,0-19,0 kN/m^3
  - φ= 28°
  - U= 3-11
  - E_s= 17 MPa

- –13,5 m szintig kavicsos homok, homokos kavics
  - N_{20}= 10-40 a felső 2 m és az alsó 1,5 m
  - N_{20}= 40-80 a középső részen
  - γ_N =19,0-20,0 kN/m^3
  - φ= 35°-38°
  - U= 10-31
  - E_s= 70 MPa

- –13,5 m szint alatt, tömör, kemény közepes agyag
  - γ_N =20,0-21,0 kN/m^3
  - φ= 18°
  - E_s= 13 MPa
  - c = 110 kPa
  - k= 10^{-9} m/sec
  - e= 0,50-0,57
  - I_p = 25-31 %

A mértékadó talajvízszint –2,85 m (102,70 mBf.). A talajvíz az MI 17215 szerint vizsgálatok alapján betonra-vasbetonra nem agresszív.

4. Alkalmazott szabványok, anyagminőségek

A résfalas munkatér határolás tervezésében a hatályban lévő MSZ EN szabványokat alkalmaztam.
Ennek megfelelően a geotechnikai tervezés az MSZ EN 1997:2006 szerint.
A szerkezetekbe beépítendő beton az MSZ EN 206 szerint.
A beépítendő betonacél az MSZ EN 10025 szabvány szerint.

A horgonyzott résfalszerkezet építéséhez felhasználandó fontosabb anyagok, termékek minősége az alábbiak szerinti legyen:

Résbeton:	C 20/25 – XC1 – 32 – F5, min. 400 kg/m^3 cementadagolással
Fejgerenda beton:	C 25/30 – XC1 – 32 – F3
Résvezető:	C 12/16 – XC1 – 32 – F5
Lőtt beton:	C 12/16 – XC1 – 16 – F2
Betonacél:	B500B (B 60.50), résfalban és fejgerendában is
Betonfedés:	résfalnál 5,0 cm kengyelen
Feszítő pászma:	Fp 139 / 1770 jelő pászmás kábel

5. A résfalas szerkezet kialakítása

A résfalat és horgonyzást föld és víznyomásra úgy méreteztem, hogy az építési fázisok idejére a mértékadó talajvízszintet -2,85 m szinten és hozzá 10 kPa felszíni, építési terhet feltételeztem.

A szerkezetet végállapotban is modelleztem, ahol szintén -2,85 m volt a talajvízszint, de felszíni tehernek 24 kPa-ra vettem fel. Ebben az állapotban a kitámasztást már az alaplemez és a mélygarázs közbenső födémei biztosítják. A szerkezetet repedéstágasság szempontjából is megvizsgáltam és megfelelt.

A résfalat felül összefogó monolit vasbeton fejgerenda felső síkja egységesen -3,50 m szinten fekszik , keresztmetszeti méretei 68/60 cm.

A résfal talpszintje körben egységesen 15,50 m. A rendelkezésre álló talajmechanikai szakvélemény adatai szerint mindenütt legalább 2 m-t beáll a kemény agyagba a résfal. A keresztmetszetet külső stabilitás vizsgálattal ellenőriztem és megfelelt, tehát nem alakul ki hidraulikus talajtörés.

A résfal névleges vastagsága 60 cm, technikai vastagsága kb. 65 cm. A résfal az alsó 0,50 m kivételével végig vasalt. A résfal armatúrák a fejgerendába felül 50 cm hosszan bekötnek.

A résfal belülről az alaplemez alá bevezetett felületszivárgót és vasbeton bélésfalat kap. Ennek megfelelően a résfalra, belülről kb. 3 cm vastag felületkiegyenlítő simított torkrét réteg kerül, amire 2 cm vastag műanyag felületszivárgó lemez kerül. A teljes elméleti szerkezeti vastagság így a pinceszinteken kialakított vasbeton bélésfalon kívül 65+3+2= 70 cm lesz.

A résfal látható felületén átlagosan beszivárgó víz mennyiség 0,24 l/m^2/nap lehet a hibajavítások után. Az átszivárgó vízmennyiséget a felületszivárgó lemez a vasbeton alaplemez alatti termett kavicsos homok talajba, illetve onnan a gyűjtőkutakba ill. zsompokba vezeti, ahonnan folyamatosan kiszívásra kerül mind az építés alatt, mind végállapotban is. A kiszívandó teljes vízmennyiség így részben a résfalon átszivárgó fentiekbe leírt talajvízből, részben a réstalpat megkerülve a gödörbe beáramló talajvízből tevődik össze. Ez utóbbi mennyisége előre nem meghatározható.

A résfal az építési állapotban általában egy ideiglenes, talajvízszint alatti horgonysorral lesz kitámasztva. A horgonysor döfésszintje mindenütt –4,40 m. A horgonyok az armatúra kiosztásnak megfelelően lettek elhelyezve. Teljes hosszuk 18,00 m, injektált hosszuk 8,00 m, hajlásuk 20°-os. A szükséges teherbírás (horgonyerő mértékadó értéke) 1030 kN. A horgonyok beépítése a résfalba kerülő „C1" jelű acél szerelvényeken keresztül történik.

A körberéselt, kihorgonyzott munkagödörben épül meg az alapozás. Az alaplemez mezőjének felső síkja egységesen -9,07 m (96,48 mBf). A kiemelendő munkagödör mélysége ennek megfelelően 60 cm vastag vb. alaplemezt és 20 cm szerelőbetont, valamint ágyazatot figyelembe véve egységesen –10,32 m (95,23 mBf).

6. A horgonyzott résfal kivitelezése

6.1. Megelőző munkák

Az építés tényleges maximális kihatási távolságán belül (ami kétszeres gödörmélység, azaz kb.20 m) található a Tüzér utca túloldalán lévő lakóépület (Tüzér u. 12.) és a Kassák L. u. 17. alatti óvoda. Mindkét épület oldaltávolsága nagy, 1,5-szörös gödörmélységnél nagyobb, és mivel a Tüzér utcai ház résfalas mélyalapozással épült, Így várhatóan ezekben az épületekben nem keletkeznek a beruházás hatásából kifolyólag süllyedések, illetve károk. Nagy valószínűséggel esztétikai károk sem. Az esetleges jogi viták elkerülése érdekében az épületek érintett telekhatár felöli homlokzatán kb. 10 m-enként süllyedésmérő pont telepítése és nullmérése indokolt. Folyamatos süllyedésmérés nem szükséges. Célszerű elvégeztetni az érintett épületszakaszok előzetes állapotfelvételét is.

6.2. A réselési lavírsík kialakítása

A réselési lavírsík szintje –3,50 m. A Kassák Lajos és a Tüzér utcai oldalon be kell építeni a rajzok szerinti kb. 70° meredekség ű, 4,00 m és 3,00 m hosszú vert betonacél talajszegekkel erősített THD 11 hálóbetétes torkrétbeton rézsűvédelmet a felszín és a lavírsík közé. A rézsővédelmet felül fel kell hajtani és a felszínhez le kell tüskézni. A vert betonacél talajszegek mindenütt 1 db/m^2 sűrűséggel legyenek kiosztva. A szegek verése és a földmunkák előtt meg kell győződni arról, hogy közművek nem találhatóak az érintett területen. A többi gödöroldalnál elegendő hely áll rendelkezésre, így ott 4/4-es rézsűzést kell alkalmazni.

A lavírsíkról kell megépíteni a résvezető gerendapárt, -3,50 m felső síkkal. A résvezetők mérete 2 x 90/20 cm, egyrétegű hálóvasalással vasalva. A résvezetők kitűzését az R-1 rajzon megadott, 65 cm vastagnak tekintett résfal belső sarokpontok EOV koordinátáinak segítségével kell elvégezni. A betonozás és kizsaluzás után a résvezetők közé földet kell visszatölteni, de lehet kétsoros összedúcolást is alkalmazni.

6.3. Résfal építés

A réselést erre alkalmas géppel és 280/60 cm-es méretű réselő kanállal kell végezni. A táblák szakaszolása 600 mm-es szakaszoló acélpallóval történik.

A résfalhoz sarok indítótáblák épülnek. Az indítótáblák megépítése után a váltakozó irányban és sorrendben készülő folyamatos táblák elkészítése következik. A folyamatos táblák általában egy főfogásból és átharapásból állnak. A szakaszok közepén egy-egy zárótábla készül.

A résfal függőlegestől való eltérésének szabványos értéke ±1,0 %, de törekedni kell ennél kedvezőbb érték elérésére. A felhasználandó bentonit-zagy fajsúlya legalább 10,3 kN/m^3 legyen. A zagyszintet folyamatosan a résvezető gerendák felső éle alatti kb. 0,50 m-es magasságon kell tartani. Különös gonddal kell eljárni az első táblák építésénél, mert az ottani tapasztalatok lesznek az irányadóak.

A réstáblák kiharapását követően be kell emelni a tervek szerint előre legyártott betonacél armatúrákat. Az armatúrákba előzőleg be kell szerelni a geotermikus hőcserélő rendszer csöveit is. Az armatúrákra előzőleg ponthegesztéssel fel kell helyezni a „C1" jelű horgony-átvezető elemeket. Az

armatúrák elhelyezési pontossága mind alaprajzilag, mind magasságilag ±5,0 cm lehet.

A réstáblák betonozását kontraktorcsővel kell végezni a víz alatti betonozás szabályai szerint. A réstábla betonozását a földkiemelés után maximum 4 órán belül meg kell kezdeni, ellenkező esetben tisztító harapást kell végezni.

A betonozást kb. a fejgerenda alsó síkja feletti 50 cm magasságig kell végezni , majd a zaggyal szennyezett betont (a felső kb. 50 cm-t) a fejgerenda alsó síkjáig vissza kell vésni.

A réselés teljes műveletsorát a lehető leggyorsabban kell végezni minimális dinamikus hatásokkal a környezetre.

A réselésről táblánként jegyzőkönyv készüljön, aminek tartalmazni kell a harántolt talajrétegződést is, mert amennyiben a kiemelt talaj nem egyezik meg a talajmechanikai szakvéleményben előre jelzett talajjal, akkor erről a tervezőket haladéktalanul értesíteni kell.

6.4. Fejgerenda építés

A visszavésett résfal tetején meg kell építeni a terv szerinti 68/60 cm-es keresztmetszetű monolit vasbeton fejgerendát. A fejgerenda építésénél munkahézagot merőleges elrekesztéssel lehet képezni, de annak nyíróerő nullponthoz kell esnie (két horgony közé középre), és az nem eshet bele a fejgerenda vasalásának toldásába.

6.5. Talajhorgonyok beépítése

A fejgerenda megépítése után kerülhet sor a –4,40 m szinten készülő horgonyok beépítésére. A horgonyzási munkaszintet a horgonyok döféspontja alatt kb. 0,6 m mélységben kell kialakítani. A horgonyok beépítési sorrendje tetszőleges.

A horgonyok 7 db Fp 139/1770 minőségű feszítő pászmás kábelből állnak. Beépítésük 180 mm-es furatba történik, 20°-os ferde séggel. A fúrást a „C1" jelű átvezető csöveken keresztül kell végezni. A fúrás befejezte után a fúrólyukat ágyazóhabarcssal kell kitölteni, és ebbe kell behelyezni a horgony acéltesteket.

A pozitív sarkoknál két irányban átfedő horgonyok fúrásánál különös gonddal kell eljárni. Az ágyazóhabarcs szilárdulása után el kell kezdeni a horgonyfej injektálását.

A horgonyok megfelelő beépítése után pár nappal meg lehet kezdeni a horgonyok feszítését. A horgonyok feszítését a vonatkozó technológiai leírás alapján kell elvégezni. A horgonyok közül 2 db-ot az MSZ EN 1537 szerinti alkalmassági vizsgálattal is ellenőrizni kell.

A horgonyoknál a figyelembeveendő értékek:

Horgonyerő karakterisztikus értéke:	765 kN
Horgonyerő mértékadó értéke:	1030 kN
Horgony ellenőrző ereje:	1185 kN
Horgony acéltest határereje:	1722 kN
Horgony merevsége kb.:	20.000 kN/m
Szükséges maradó előfeszítő erő:	610 kN

A horgony feszítésről minden esetben jegyzőkönyvet kell készíteni.

6.6. Földmunka , víztelenítés , vízszintes mozgásmérések

A földkiemelést a horgonyok megfelelőségének ellenőrzése után lehet megkezdeni a -10,32 m (95,23 mBf) tükörszintig. A földfejtéssel párhuzamosan megkezdhető a résfal tisztítása és torkrétozása. Olyan felületet kell kialakítani, ami megfelel a rá kerülő felületszivárgó lemez beépítési előírásainak.

A víztelenítést a földmunkákkal párhuzamosan kell végezni vákuumkutakkal.

A horgonyzott résfal vízszintes mozgásait folyamatosan mérni kell. A résfal dőlésmérését minden oldalon kb. 15 m-enként el kell végezni. Nagy eltérések esetén a tervezőket értesíteni kell.

6.7. Talajhorgonyok elbontása

Miután megépült az alaplemez és a fölötte lévő födém (fs: -6,58 m (98,97 mBf)), a horgonyokat le lehet vágni. A vízzárást a horgonynál a horgonyátvezető elem betonkitöltésével és egy acéllemez horgonylemezre történő hegesztésével lehet megoldani.

7. Munkavédelem

A munkavégzés során be kell tartani és tartatni a vonatkozó országos és ágazati szabványokban és az előírásokban foglaltakat. Hasonló mélyépítési munkálatoknál tapasztalt veszélyeken felüli kockázattal nem kell számolni.

V. Statikai számítás

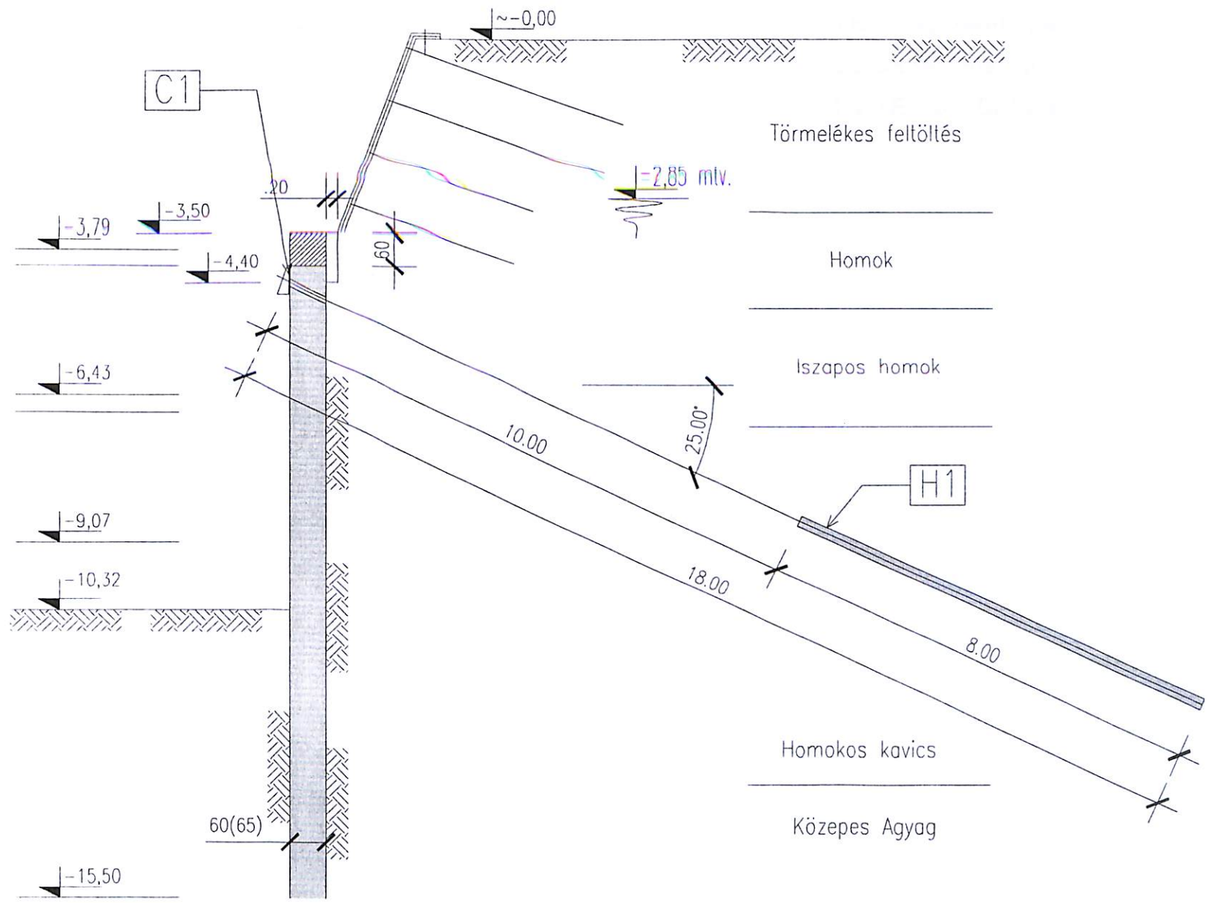
GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET
(Budapest XIII. ker. Kassák Lajos u. 19-25.)

60 cm vastag vasbeton

1 sorban hátrahorgonyzott résfalszerkezet

KIVITELI TERVÉHEZ

Résfal keresztmetszete



1. Kiindulási adatok

A számításban a 60 cm névleges keresztmetszetű, 1 sorban hátrahorgonyzott vasbeton résfal összes építési fázisát, valamint a végállapotot is végigszámítottam, az összes földkiemelést és ideiglenes horgony beépítést, az alaplemez, majd a födémek beépülését egészen az ideiglenes horgony elvágásáig GEO 5 – Szádfal ellenőrzés program segítségével.

A számítás EC szabványok alapján történt.

A számítás során figyelembe vett talajok paraméterei:

Homok

Fajsúly :	γ	=	19,00 kN/m3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	30,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	20,00 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	20,00 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m3
Ágyazási tényező :	K_h	=	27,30 MN/m3

Iszapos Homok

Fajsúly :	γ	=	19,00 kN/m3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	28,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	18,66 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	18,66 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m3
Ágyazási tényező :	K_h	=	23,65 MN/m3

Kavicsos Homok

Fajsúly :	γ	=	20,00 kN/m^3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	38,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	25,33 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	25,33 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	22,00 kN/m^3
Ágyazási tényező :	K_h	=	50,00 MN/m^3

Közepes Agyag

Fajsúly :	γ	=	20,00 kN/m^3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	18,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	110,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	12,00 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	12,00 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	21,00 kN/m^3
Ágyazási tényező :	K_h	=	14,50 MN/m^3

Mértékadó talajvízszint: -2,85 m (102,70 mBf)
Agresszivitása: nem agresszív

A számításhoz figyelembe vett anyagok:

Résbeton: **C 20/25 – XC1 – 32 – F5 (min. 400 kg/m^3 cementtartalom)**

f_{ck} = 20 N/mm^2 f_{cd} = 13,3 N/mm^2
f_{ctd} = 1,0 N/mm^2 f_{ctm} = 2,2 N/mm^2
E_{cm} = 14400 N/mm^2 (tartósan vízben)

Betonacél: **B 500**

f_{yk} = 500 N/mm^2 f_{yd} = 435 N/mm^2
E_s = 200000 N/mm^2 ξ_{co} = 0,49

Horgony kábel: **Fp 139/1770**

f_{yd} = 1770 N/mm^2 Es = 195000 N/mm^2

2.Résfal igénybevételeinek számítása

Szerkezet geometriája

Szerkezet hossz = 12.00 m
Szerkezet típusa: Vasbeton résfal
Szabvány : EN 1992 1-1 (EC2)
Anyag: C 20/25
Keresztmetszet vastagság h = 0.60 m
Nyom. csökkentő tényező a fal előtt = 1.00

Keresztmetszet területe	A	= 6.000E-01	m^2/m
Inercia	I	= 1.800E-02	m^4/m
Rugalmassági modulus	E	= 29000.00	MPa
Nyírási modulus	G	= 11340.00	MPa

Ágyazási tényező megadása, mint talajparaméter, mely értékek a K_h oszlopban vannak feltüntetve.

Alap talaj paraméterek

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]	γ_{su} [kN/m^3]	δ_a [°]	δ_p [°]	K_h [MN/m^3]
1	Homok		30.00	0.00	19.00	10.00	20.00	20.00	27.30
2	Iszapos Homok		28.00	0.00	19.00	10.00	18.66	18.66	23.65
3	Kavicsos Homok		38.00	0.00	20.00	12.00	25.33	25.33	50.00
4	Közepes Agyag		18.00	110.00	20.00	11.00	12.00	12.00	14.50

A nyugalmi földnyomás számításhoz az összes talajt kohéziómentesnek feltételeztem.

Globális beállítások

Ellenőrzési módszer : Klasszikus módszer
Aktív földnyomás számítás - Coulomb
Passzív földnyomás számítás - Caqout-Kerisel
Véges elemek száma a fal számításához = 20

Kivitelezési fázis beállításai

A számítás a bevitt adatok csökkentése nélkül történt.
Minimális méretezési nyomás van figyelembe véve mint $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$.

Kivitelezés 1. fázisa

A résfal előtti talajt kiemelik 1,50 m mélységig.

A terepet a szerkezet mögött síknak feltételeztem. A feltöltés és talajvíz súlyát, valamint a 10 kN/m^2 felszíni terhet *felületi teherként* adtam hozzá a modellhez a következő számítás alapján.

$$\mathbf{P_{ed}} = 2{,}85\ m * 16\ kN/m^3 + 0{,}25\ m * 19\ kN/m^3 + 0{,}4 * 20\ kN/m^3 + 10\ kN/m^2 = \mathbf{68{,}1\ kN/m^2}$$

A talajvíz szintjét a szerkezet mögött -3,50 m-re vettem fel, a szerkezet előtt -5,60 m, amely 60 cm-rel van lejjebb, mint az első földkiemelés szintje.
Az ágyazat a talpnál nem vízáteresztőnek feltételeztem.

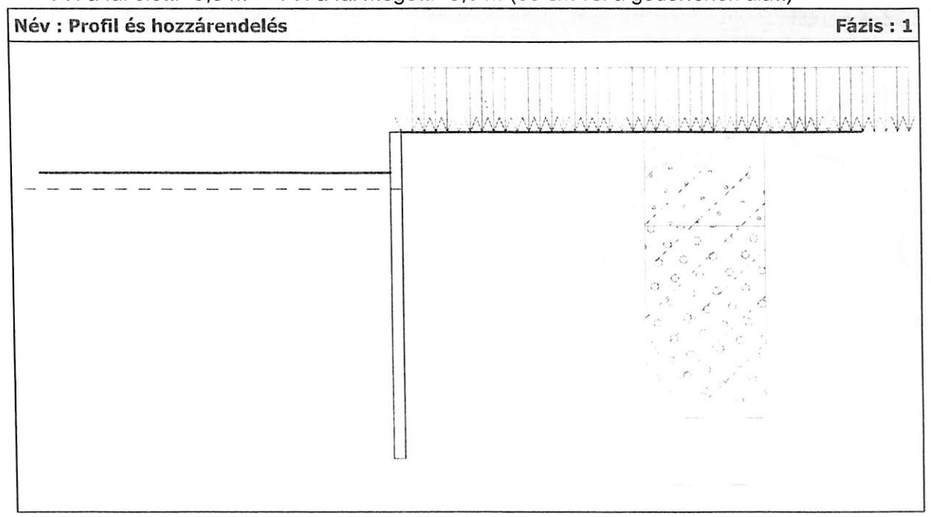
Kivitelezési fázis beállításai

A számítás a bevitt adatok csökkentése nélkül történt.

Minimális méretezési nyomás van figyelembe véve mint $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$.

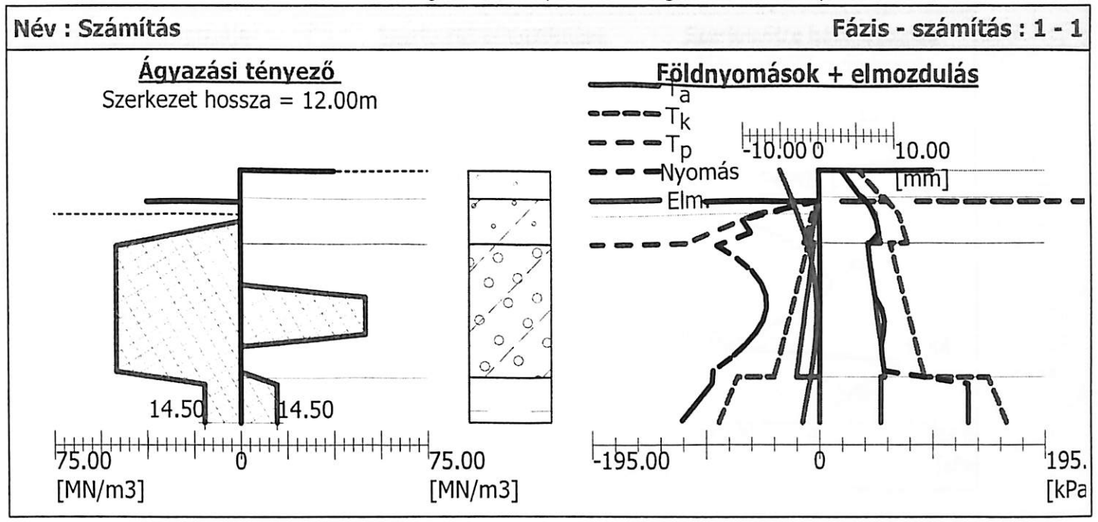
Kivitelezés 1. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -5,0 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,6 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)

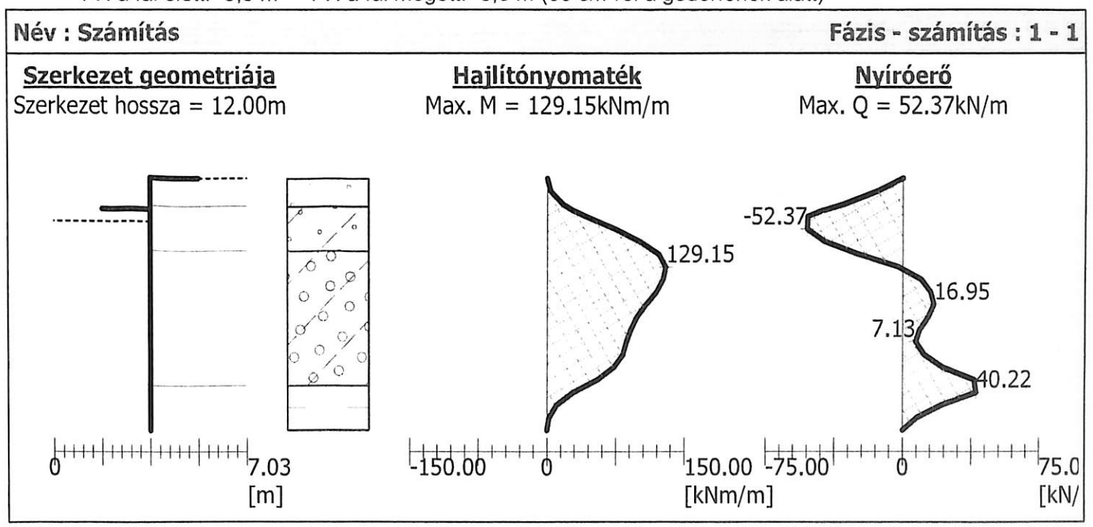


Kivitelezés 1. fázisának igénybevételei

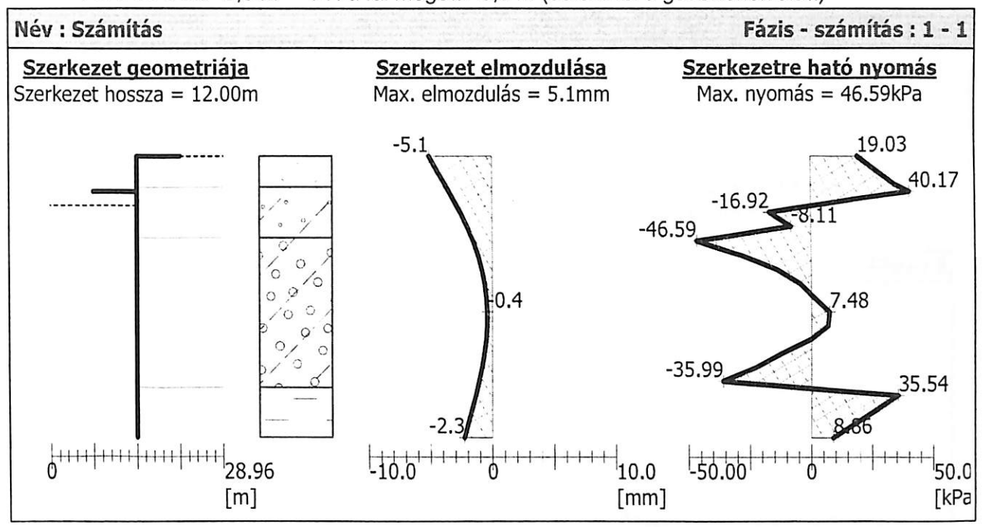
Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -5,0 m Teher: 68,1 kPa
Kiemelés: -5,00 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,6 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)



Kiemelés: -5,00 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,6 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)



Kiemelés: -5,00 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,6 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)



Maximális nyíróerő = 52.37 kN/m
Maximális nyomaték = 129.15 kNm/m
Maximális elmozdulás = 5.1 mm

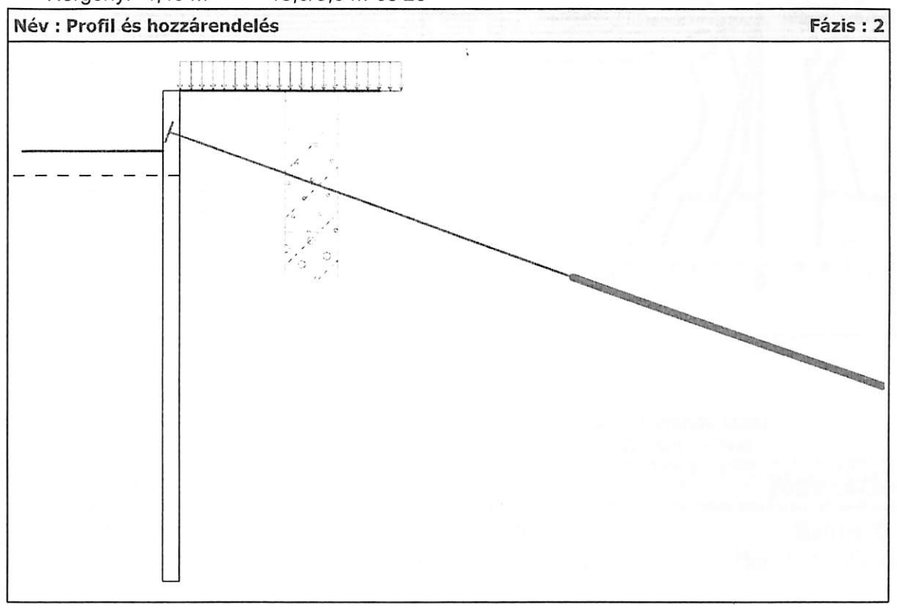
Kivitelezés 2. fázisa

A résfal előtti talaj -5,00 m szintig ki van emelve, ahol beépül a horgony -4,40 m szinten.

Horgony paraméterei:
- 18,0/8,0 m-es és 20°-os
- Előfeszítő erő: 200 kN/m erővel
- Terület: 324,3 mm^2/

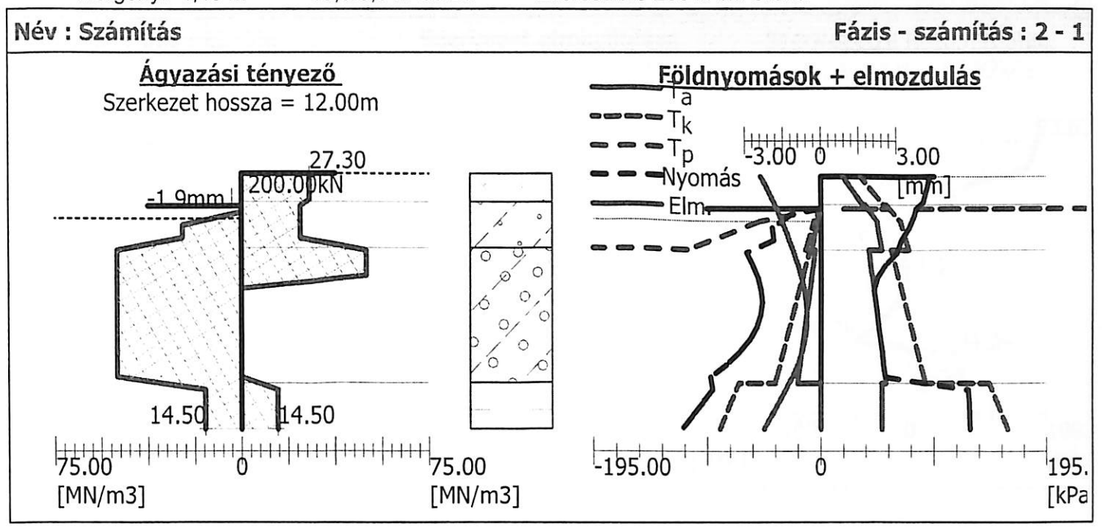
Kivitelezés 2. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -5,0 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,6 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony: -4,40 m 18,0/8,0 m-es 20°

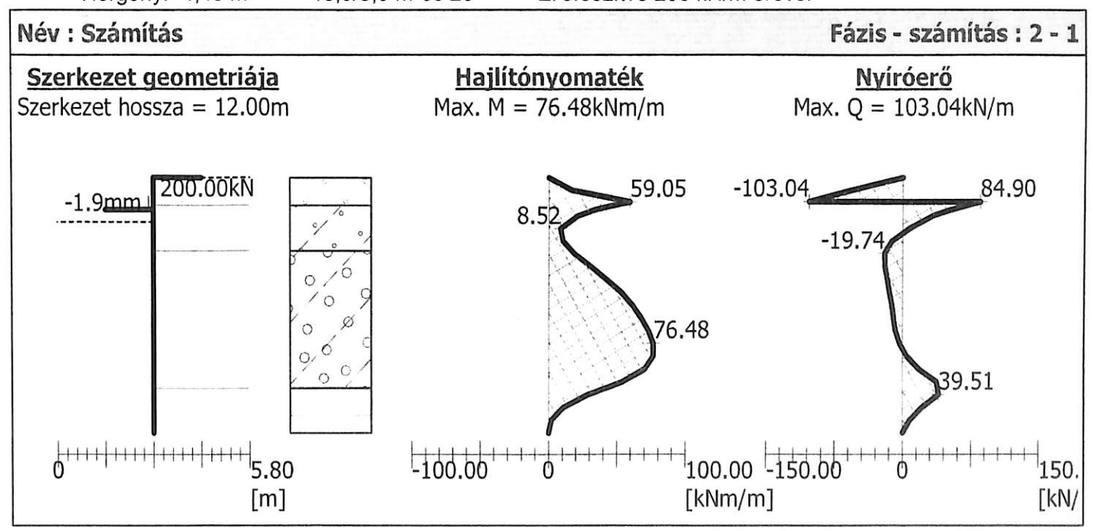


Kivitelezés 2. fázisának igénybevételei

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -5,0 m
Kiemelés: -5,00 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,6 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony: -4,40 m 18,0/8,0 m-es 20° El őfeszítve 200 kN/m erővel



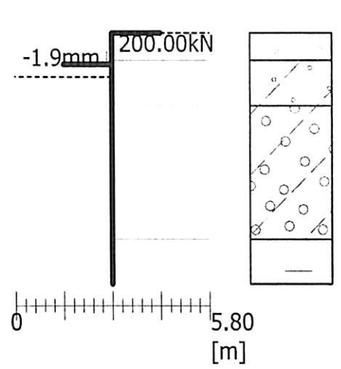
Kiemelés: -5,00 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,6 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony: -4,40 m 18,0/8,0 m-es 20° El őfeszítve 200 kN/m erővel



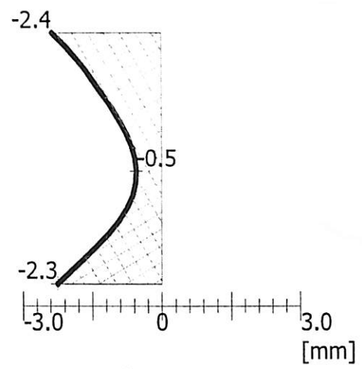
Kiemelés: -5,00 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,6 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony: -4,40 m 18,0/8,0 m-es 20° El őfeszítve 200 kN/m erővel

Név : Számítás **Fázis - számítás : 2 - 1**

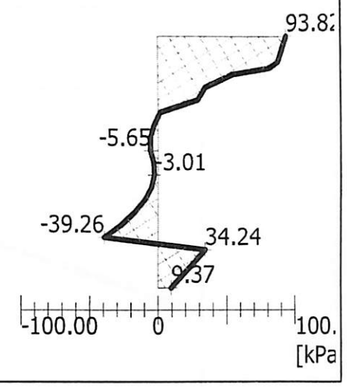
Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12.00m



Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 2.4mm



Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 93.82kPa



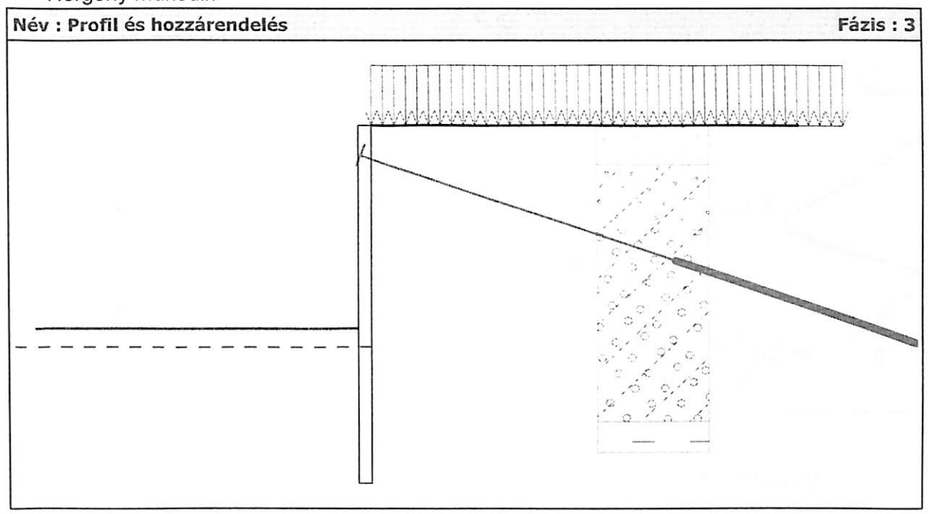
Maximális nyíróerő = 103.04 kN/m
Maximális nyomaték = 76.48 kNm/m
Maximális elmozdulás = 2.4 mm

Kivitelezés 3. fázisa

A résfal előtti talaj kiemelve 10,32 m mélységig, amely a tervezett legnagyobb gödörmélység.

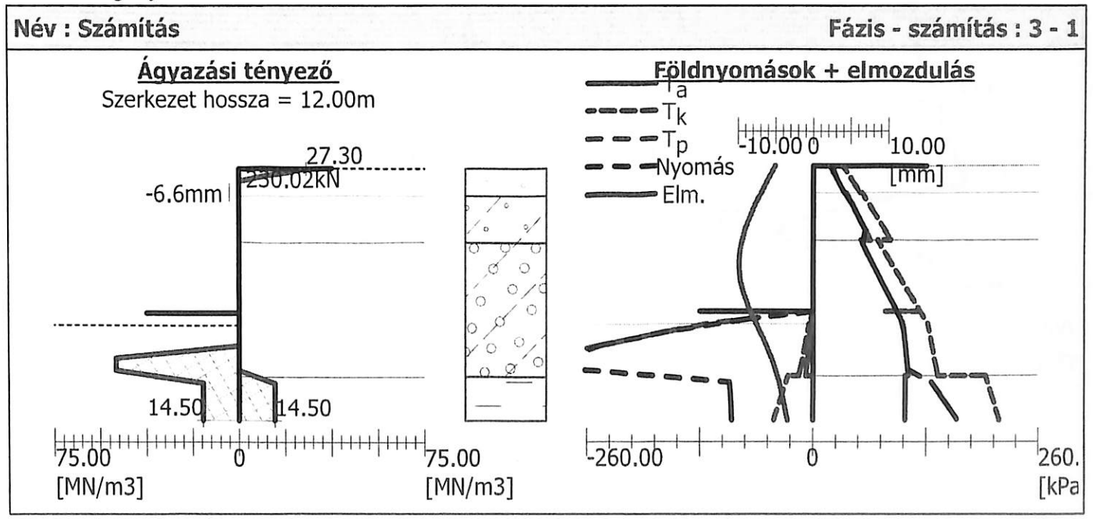
Kivitelezés 3. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony működik

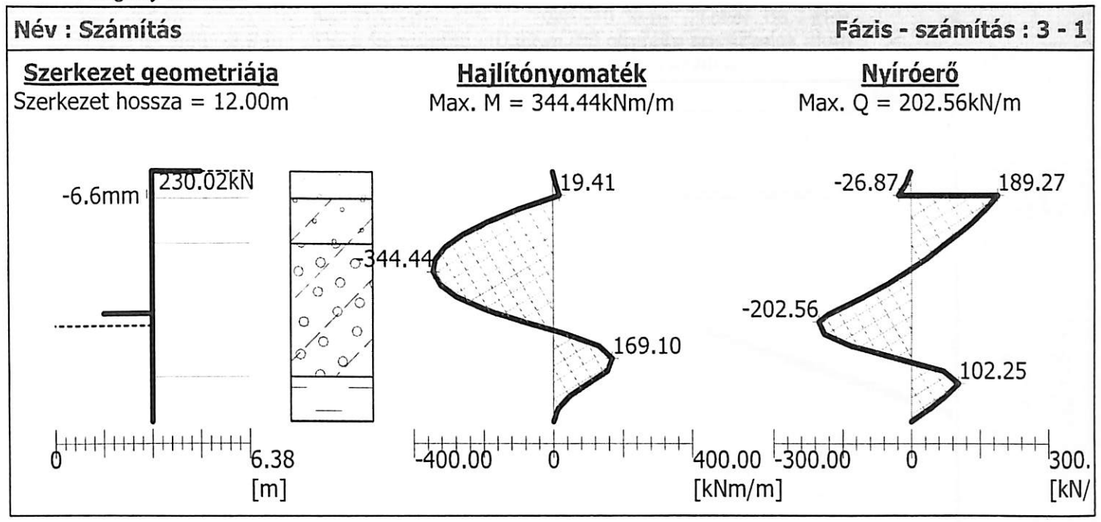


Kivitelezés 3. fázisának igénybevételei

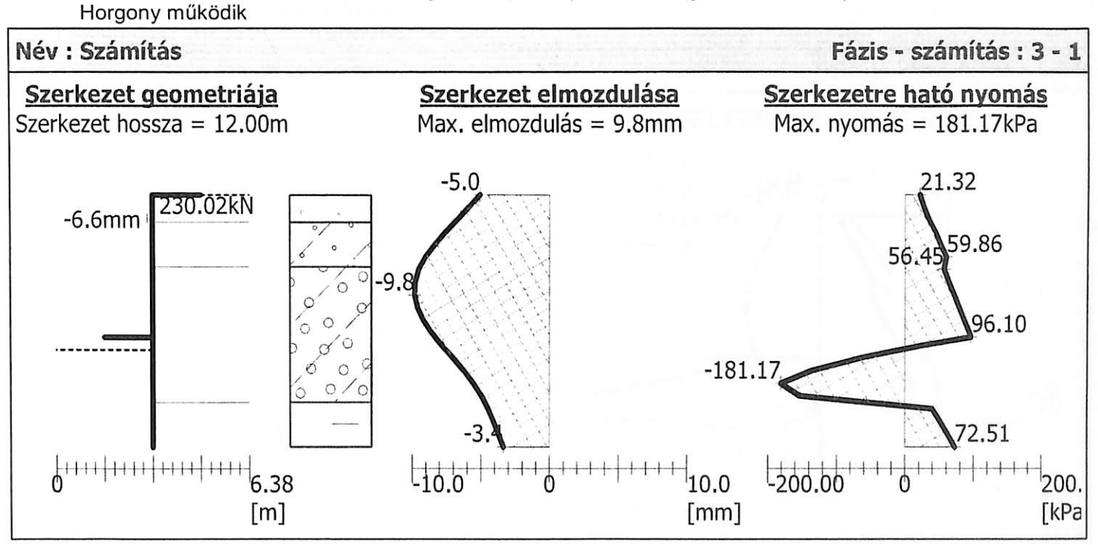
Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony működik



Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony működik



Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony működik



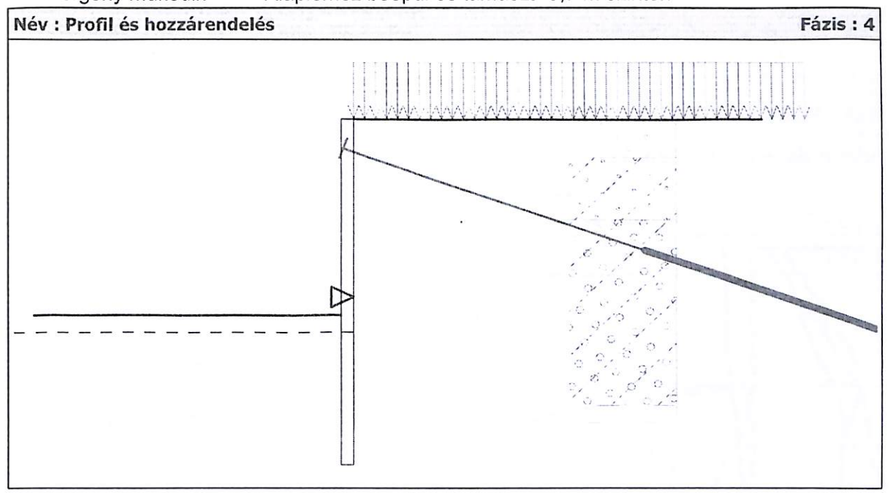
Maximális nyíróerő = 202.56 kN/m
Maximális nyomaték = 344.44 kNm/m
Maximális elmozdulás = 9.8 mm

Kivitelezés 4. fázisa

Beépül az alaplemez -9,7 m-en, de a horgony még működik.

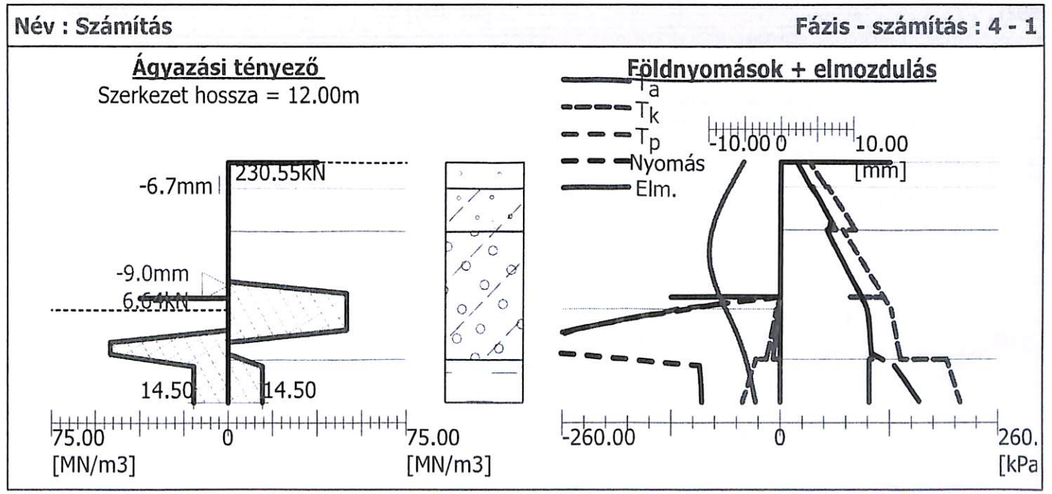
Kivitelezés 4. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony működik Alaplemez beépül és támaszt -9,7 m szinten



Kivitelezés 4. fázisának igénybevételei

Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa



Maximális nyíróerő = 195.17 kN/m
Maximális nyomaték = 340.23 kNm/m
Maximális elmozdulás = 9.8 mm

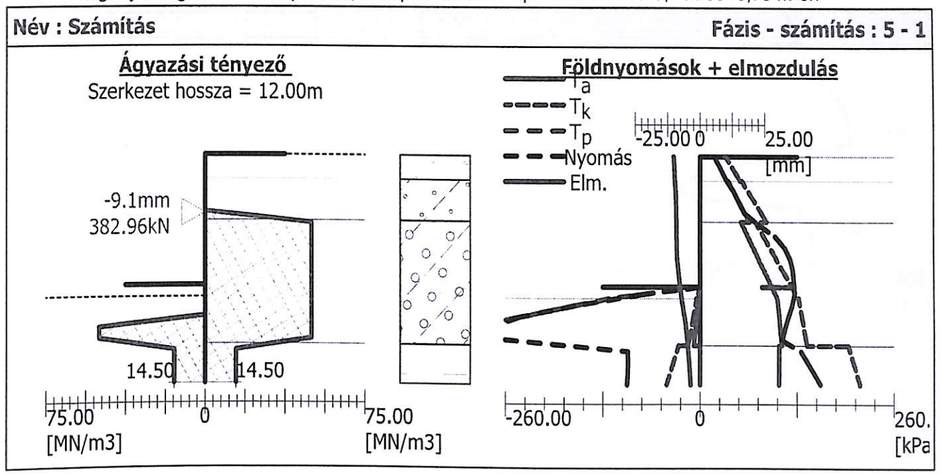
Kivitelezés 5. fázisa

Beépül a középső födém -6,58 m szinten és ezzel egy időben elvágják a horgonyt.

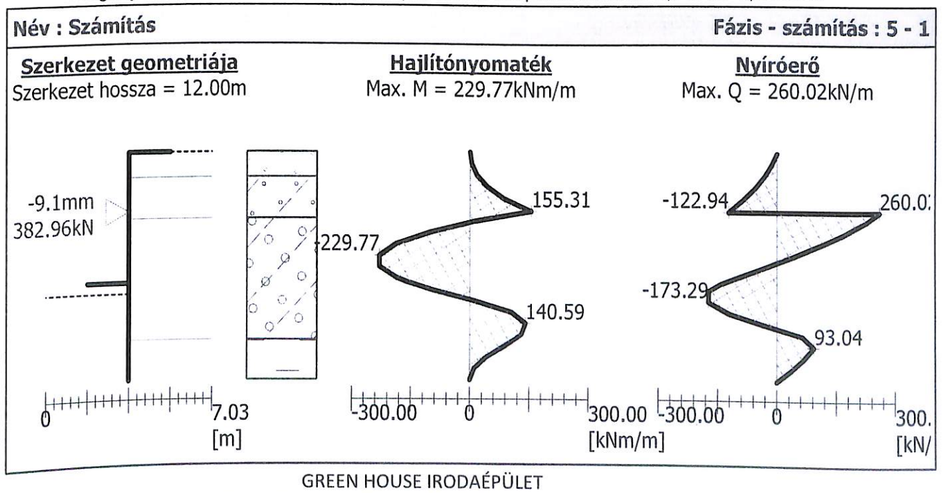
A pontosabb eredmény és a biztonság miatt a modellben az alaplemez támaszát kivettem a számításhoz.

Kivitelezés 5. fázisának igénybevételei

Kiemelés: -10,32 m — Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m — TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony elvágva — Alaplemez, középső födém beépül és támaszt -9,7 m és -6,73 m-en



Kiemelés: -10,32 m — Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m — TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony elvágva — Alaplemez, középső födém beépül és támaszt -9,7 m és -6,73 m-en

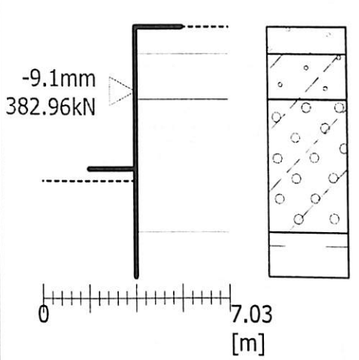


Kiemelés: -10,32 m
TV. a fal előtt: -3,5 m
Horgony elvágva

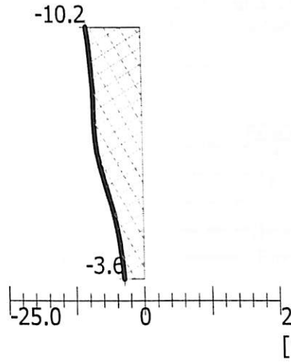
Teher: 68,1 kPa
TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Alaplemez, középső födém beépül és támaszt -9,7 m és -6,73 m-en

Név : Számítás **Fázis - számítás : 5 - 1**

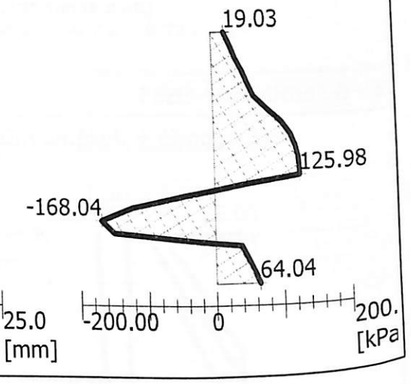
Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12.00m



Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 10.2mm



Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 168.04kPa



Maximális nyíróerő = 260.02 kN/m
Maximális nyomaték = 229.77 kNm/m
Maximális elmozdulás = 10.2 mm

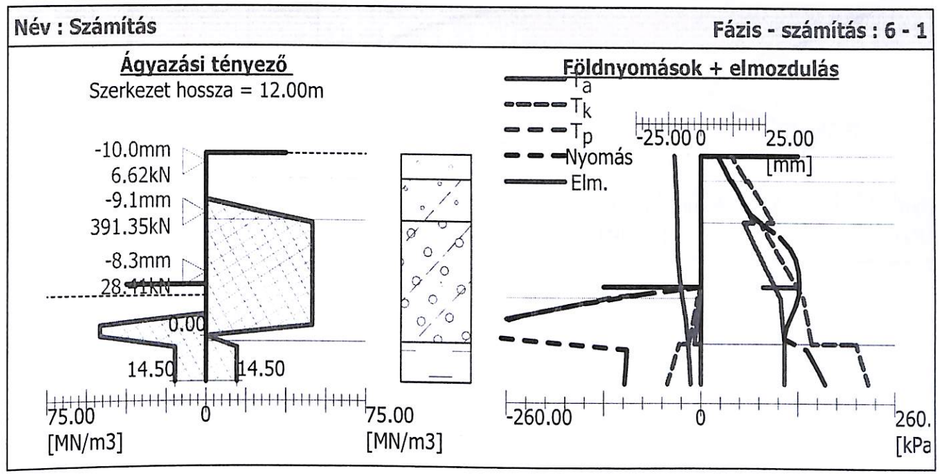
Kivitelezés 6. fázisa

Beépül a legfelső födém is -3,94 m-en és végállapotban 10 kN/m^2 helyett 24 kN/m^2 felszíni terhet feltételezek, ezért a teher:

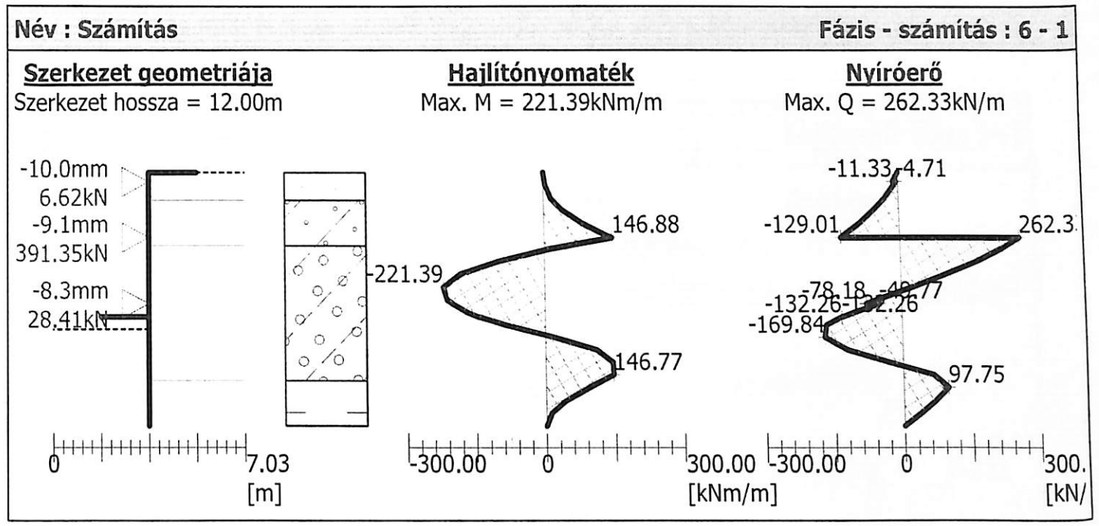
P_{ed} = 68,1 kN/m^2 – 10 kN/m^2 + 24 kN/m^2 = **82,1 kN/m^2**

Kivitelezés 6. fázisának igénybevételei

Kiemelés: -10,32 m Teher: 82,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Alaplemez, a középső födém és a legfelső födém is beépül és támaszt -9,7 m, -6,73 m és -3,94 m szinten



Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Alaplemez, a középső födém és a legfelső födém is beépül és támaszt -9,7 m, -6,73 m és -3,94 m szinten



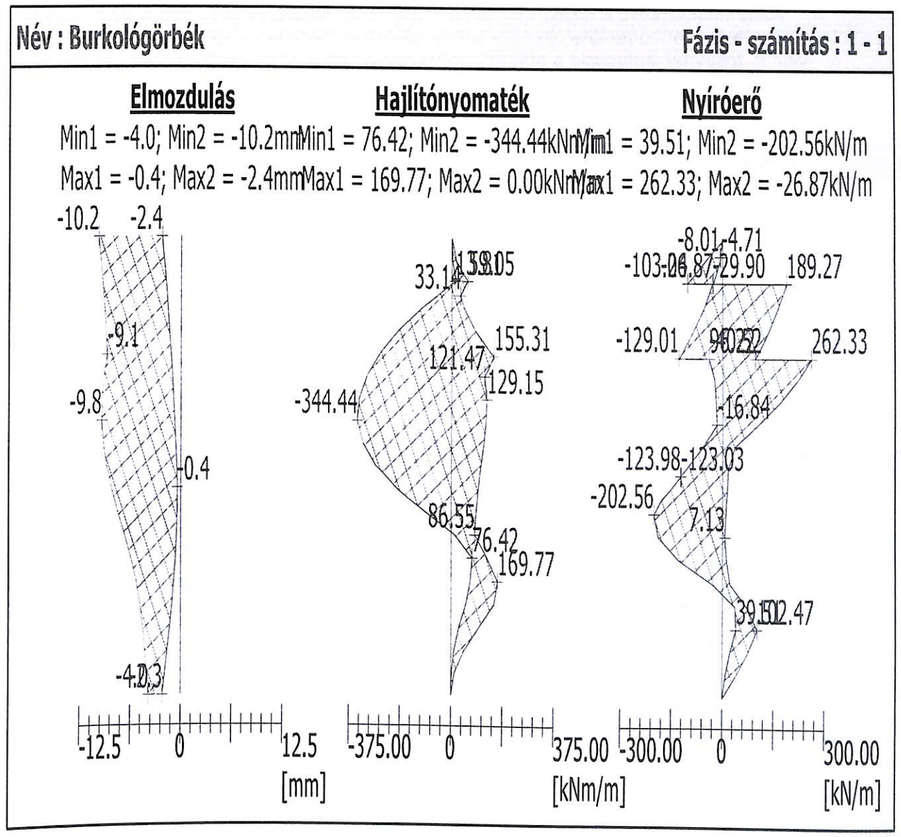
Maximális nyíróerő = 262.33 kN/m
Maximális nyomaték = 221.39 kNm/m
Maximális elmozdulás = 10.2 mm

Támaszreakciók

Sz.	Mélység [m]	Elmozdulás [mm]	Reakció [kN]
1	-3,94	-10.0	6.62
2	-6,73	-9.1	391.35
3	-9,70	-8.3	28.41

Burkolóábrák

Az összes építési fázis modelljének kiszámítása után a következő burkolóábrákat kaptam.

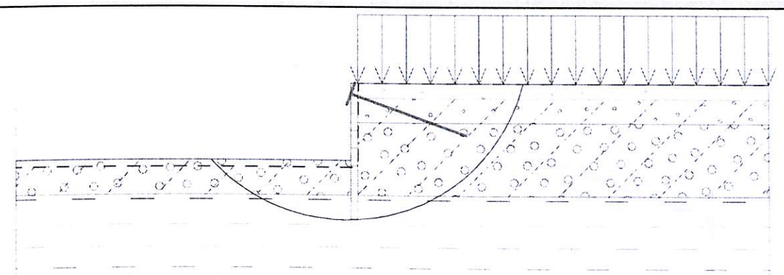


3.Külső stabilitás vizsgálat

A külső stabilitás vizsgálatot a Kivitelezés 3. fázisára végeztem, amikor a munkagödör a tervezett legnagyobb mélységig, -10,32 m-ig ki van emelve és a horgony működik, mert ebben az állapotban a legkisebb a külső talajtörés elleni biztonság.

Kőrcsúszólapot feltételezve a GEO 5 szoftver próbálgatásos optimalizálással határozza meg a kritikus csúszólapot. A program lamellákra osztja a csúszólapon belüli földtömegeket és számítja a csúszást okozó és annak ellenálló erőkomponenseket a csúszólap felületén és ezen értékek hányadosaként számítja a biztonsági tényezőt, amely akkor megfelelő, ha a biztonság, N ≥ 1,5.

Név : Számítás **Fázis - számítás : 1 - 1**



Köríves csúszólap

Csúszólap paraméterei					
Középpont :	x =	-1,03 [m]	Szögek :	α1 =	-47,76 [°]
	z =	105,93[m]		α2 =	75,88 [°]
Sugár :	R =	15,92 [m]			
Csúszólap az optimalizálás után.					

Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)

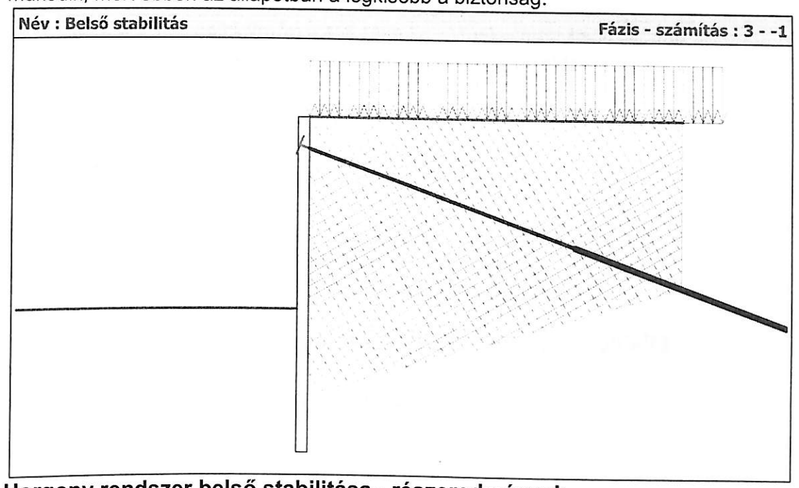
Aktív erők összege :	Fa =	1410,10 kN/m
Passzív erők összege :	Fp =	3482,48 kN/m
Elcsúszási nyomaték :	Ma =	22448,75 kNm/m
Ellennyomaték :	Mp =	55441,11 kNm/m

Biztonsági tényező = 2,47 > 1,50 , Megfelel!

4.Belső stabilitás vizsgálat

A GEO 5 szoftver a belső stabilitást a Kranz – Ostermayer grafoanalitikus módszerrel végzi úgy, hogy a horgony injektált fejéhez szerkesztett földék egyensúlyát vizsgálja. A lehetséges horgonyerőnek kell nagyobbnak lenni az igénybevétel számítás szerinti szükséges horgonyerőnél. Itt a biztonsági tényezőnek, N > 1,5.

A belső stabilitás vizsgálatot is a Kivitelezés 3. fázisára végeztem, amikor a munkagödör a tervezett legnagyobb mélységig, -10,32 m-ig ki van emelve és a horgony működik, mert ebben az állapotban a legkisebb a biztonság.



Horgony rendszer belső stabilitása - részeredmények

E_A = 290.36 kN/m δ = 23.26 °

Horgony sor	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Figyelembevett horgonysorok	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	156.68	32.49	996.69	18.11	16.95		899.75	484.09	484.09

Horgony rendszer belső stabilitásának vizsgálata

Sz.	Horgonyerő [kN]	Max. megeng. horgonyerő [kN]	Tényező biztonsága
1	230.02	484.09	2.105

Mértékadó horgonysor: 1
Szükséges biztonsági tényező BT= 1.50 < 2.10 = $BT_{minim.}$

Belső stabilitás teljes ellenőrzése MEGFELELŐ
A többi kivitelezési fázisban kedvezőbb a belső stabilitás!

5. Résfal vasalásának tervezése

Mértékadó igénybevételek meghatározása

A Burkolóábráról leolvasott legnagyobb értékeket *karakterisztikus* értéknek vettem figyelembe, ezért a *mértékadó* igénybevétel meghatározásához **γ=1,35** biztonsági tényezővel szoroztam a karakterisztikus értékeket.

Résfalra ható mértékadó nyomatékok:

M_{ed1} = 1,35 * 345 kNm/m = 466 kNm/m - Munkagödör felöli oldalon
M_{ed2} = 1,35 * 170 kNm/m = 230 kNm/m - Föld felöli oldalon

Horgony legnagyobb igénybevétele:

n_{kar} = 231 kN/m n_M = 312 kN/m

Támaszerők:
Legfölső lemezre: n_{kar} = 6,62 kN/m
Középső lemezre: n_{kar} = 391,35 kN/m
Alaplemezre: n_{kar} = 28,41 kN/m

Vasalás számítása a Munkagödör felöli oldalra

M_{ed} = 1,35 * 345 kNm/m = **466 kNm/m**

Kengyel: ϕ14
Fővas: ϕ20

Betonfedés: $c_{nom} \geq 10\ mm + \max\begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10\ mm \end{cases}$

c_{nom} = 50 mm (kengyelen)

Dolgozó magasság: $d = 600 - (c_{nom} + \phi_{kengyel} + \phi_{fővas}/2)$
$d = 600 - (50 + 14 + 20/2)$
$d = 526$ mm

Nyomott betonöv számítása:

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

x_c = 56,153 mm

Nyomott betonzóna magasság határhelyzete:

$$x_{c0} = \xi_{c0} * d$$
$$x_{c0} = 0{,}49 * 526$$
$$\mathbf{x_{c0} = 257{,}74\ mm > x_c\ ,\ Megfelel!}$$

Fajlagos vasalás számítás:

$$N_c = N_s$$
$$b * x_c * f_{cd} = A_s * f_{yd}$$
$$A_s = 2152{,}54\ mm^2/m$$

A1 armatúra vasalása a Munkagödör felöli oldalon

Terhelő mező: $T_m = 2{,}8$ m
Nyomaték: $M_{ed} * T_m = 1304{,}8$ kNm
Szükséges vasmennyiség:

$$A_s * T_m = 6027{,}112\ mm^2$$
$$A_{s,prov} = 6283\ mm^2 \rightarrow 20\phi20$$

Ellenőrzés:

$$b * x_c * f_{cd} = A_{s,prov} * f_{yd}$$
$$2800 * x_c * 13{,}3 = 6283 * 435$$
$$x_c = 58{,}539\ mm$$

$$M_{Rd} = b * x_c * f_{cd} * \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$
$$\mathbf{M_{Rd} = 1356{,}98\ kNm > M_{ed}\text{, Megfelel!}}$$

A2 armatúra vasalása a Munkagödör felöli oldalon

Terhelő mező: $T_m = 2{,}23$ m
Nyomaték: $M_{ed} * T_m = 1039{,}18$ kNm
Szükséges vasmennyiség:

$$A_s * T_m = 4800{,}164\ mm^2$$
$$A_{s,prov} = 5027\ mm^2 \rightarrow 16\phi20$$

Ellenőrzés:

$$b * x_c * f_{cd} = A_{s,prov} * f_{yd}$$
$$2230 * x_c * 13{,}3 = 5027 * 435$$
$$x_c = 58{,}802\ mm$$

$$M_{Rd} = b * x_c * f_{cd} * \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$
$$\mathbf{M_{Rd} = 1085{,}296\ kNm > M_{ed}\text{, Megfelel!}}$$

Vasalás számítása a Föld felöli oldalra

M_{ed} = 1,35 * 170 kNm/m = **230 kNm/m**

Kengyel: ϕ14
Fővas: ϕ20

Betonfedés: $c_{nom} \geq 10\ mm + \max\begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10\ mm \end{cases}$

c_{nom} = 50 mm (kengyelen)

Dolgozó magasság: $d = 600 - (c_{nom} + \phi_{kengyel} + \phi_{fővas}/2)$
$d = 600 - (50 + 14 + 20/2)$
$d = 526$ mm

Nyomott betonöv számítása:

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

x_c = 26,925 mm

Nyomott betonzóna magasság határhelyzete:

$$x_{c0} = \xi_{c0} * d$$
$$x_{c0} = 0{,}49 * 526$$
$$\mathbf{x_{c0} = 257{,}74\ mm > x_c,\ Megfelel!}$$

Fajlagos vasalás számítás:

$$N_c = N_s$$
$$b * x_c * f_{cd} = A_s * f_{yd}$$
A_s = 1032,119 mm²/m

A1 armatúra vasalásának számítása a Föld felöli oldalon

Terhelő mező: T_m = 2,8 m
Nyomaték: $M_{ed} * T_m$ = 644 kNm
Szükséges vasmennyiség:

$A_s * T_m$ = 2889,93 mm²
$A_{s,prov} = 3142\ mm^2 \rightarrow 10\phi20$

Ellenőrzés:

$$b * x_c * f_{cd} = A_{s,prov} * f_{yd}$$
$$2800 * x_c * 13{,}3 = 6283 * 435$$
$$x_c = 29{,}269\ mm$$

$$M_{Rd} = b * x_c * f_{cd} * \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$
$$\mathbf{M_{Rd} = 698{,}479\ kNm > M_{ed},\ Megfelel!}$$

A2 armatúra vasalásának számítása a Föld felöli oldalon

Terhelő mező: $T_m = 2{,}23$ m

Nyomaték: $M_{ed} * T_m = 512{,}90$ kNm

Szükséges vasmennyiség:

$A_s * T_m = 2301{,}626\ mm^2$

$A_{s,prov} = 2513\ mm^2 \rightarrow 8\phi 20$

Ellenőrzés:

$$b * x_c * f_{cd} = A_{s,prov} * f_{yd}$$

$$2230 * x_c * 13{,}3 = 2513 * 435$$

$$x_c = 29{,}401\ mm$$

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

$$\mathbf{M_{Rd} = 558{,}711\ kNm > M_{ed}\text{, Megfelel!}}$$

6.Repedéstágasság ellenőrzése

Repedéstágasságot a nyomatékok karakterisztikus értékére ellenőrizzük a fajlagos vasalás alapján.

Betonminőség: C 20/25 – XC1 – 32 – F5
Betonacél minőség: B 500

Repedéstágasság ellenőrzése A1/A2 armatúrára belül

Repedéstágasság karakterisztikus értéke:

$$w_k = \max\begin{cases} s_{r,max}\,(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \\ 0{,}6\; s_{r,max}\;\sigma_s/E_s \end{cases}$$

A repedések maximális távolsága:

$$s_{r,max} = 3{,}4c + 0{,}425\;k_1 k_2 \phi_s A_{c,eff}/A_s$$

$$s_{r,max} = 3{,}4 * 50 + 0{,}425 * 0{,}8 * 0{,}5 * 20 * \frac{181282{,}261}{2513}$$

$$s_{r,max} = 245{,}336\ \text{mm}$$

Acélbetét feszültségének becsült értéke:

$$\sigma_s \approx \frac{M}{z * A_s}, \text{ahol } z = \frac{7}{8}d$$

$$\sigma_s \approx \frac{345\ \text{kNm/m}}{0{,}46\ \text{m} * 0{,}002513\ \text{m}^2}, \text{ahol } z = \frac{7}{8} * 526 = 460{,}25\ \text{mm}$$

$$\sigma_s \approx 298{,}29\ \text{N/mm}^2$$

A húzott átlagos acélbetét nyúlása a repedések között a húzott betonöv együttműködésével:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0{,}4 f_{ctm}\,A_{c,eff}/A_s}{E_s}$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{298{,}29 - 0{,}4 * 2{,}2 * 181283{,}261/2513}{206000}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0{,}00114$$

A húzott beton átlagos nyúlása a repedések között:

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}4 f_{ctm}\,/E_{cm}$$

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}4 * 2{,}2\,/30000$$

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}0000293$$

Repedéstágasság karakterisztikus értéke:

$$w_k = \max\begin{cases} s_{r,max}\,(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \\ 0{,}6\; s_{r,max}\;\sigma_s/E_s \end{cases}$$

$$w_k = \max\begin{cases} 245{,}336\;(0{,}00114 - 0{,}0000293) \\ 0{,}6 * 245{,}336 * 298{,}29/206000 \end{cases}$$

$$w_k = \max\begin{cases} 0{,}27245 \\ 0{,}21315 \end{cases}$$

$$\mathbf{w_k = 0{,}27245} < 0{,}3 = \mathbf{w_{k,eng}}\text{, }\mathbf{Megfelel!}$$

Repedéstágasság ellenőrzése A1/A2 armatúrára kívül

Repedéstágasság karakterisztikus értéke:

$$w_k = \max\begin{cases} s_{r,max}\,(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \\ 0{,}6\; s_{r,max}\;\sigma_s/E_s \end{cases}$$

A repedések maximális távolsága:

$$s_{r,max} = 3{,}4c + 0{,}425\; k_1 k_2 \phi_s A_{c,eff}/A_s$$

$$s_{r,max} = 3{,}4 * 50 + 0{,}425 * 0{,}8 * 0{,}5 * 20 * \frac{185000}{1571}$$

$$s_{r,max} = 400{,}49\ \text{mm}$$

Acélbetét feszültségének becsült értéke:

$$\sigma_s \approx \frac{M}{z * A_s}\text{, ahol } z = \frac{7}{8}d$$

$$\sigma_s \approx \frac{170\ \text{kNm}}{0{,}46\ \text{m} * 0{,}001571\ \text{m}^2}\text{, ahol } z = \frac{7}{8} * 526 = 460{,}25\ \text{mm}$$

$$\sigma_s \approx 235{,}12\ \text{N/mm}^2$$

A húzott átlagos acélbetét nyúlása a repedések között a húzott betonöv együttműködésével:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0{,}4 f_{ctm}\, A_{c,eff}/A_s}{E_s}$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{235{,}12 - 0{,}4 * 2{,}2 * 185000/1571}{206000}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0{,}000638$$

A húzott beton átlagos nyúlása a repedések között:

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}4 f_{ctm} / E_{cm}$$

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}4 * 2{,}2 / 30000$$

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}0000293$$

Repedéstágasság karakterisztikus értéke:

$$w_k = \max \begin{cases} s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \\ 0{,}6\, s_{r,max}\, \sigma_s / E_s \end{cases}$$

$$w_k = \max \begin{cases} 400{,}49\ (0{,}000638 - 0{,}0000293) \\ 0{,}6 * 400{,}49 * 235{,}12 / 206000 \end{cases}$$

$$w_k = \max \begin{cases} 0{,}24389 \\ 0{,}27426 \end{cases}$$

$$\mathbf{w_k = 0{,}27426} < 0{,}3 = \mathbf{w_{k,eng}},\ \mathbf{Megfelel!}$$

7. Résfal ellenőrzése nyírásra

Mértékadó nyíróerő számítása:

V_{ed} = 1,35 * 263 kN/m = 355,05 kN/m

Beton húzószilárdságának tervezési értéke:

f_{ctd} = 1,0 N/mm^2

Dolgozó magasság:

d = 526 mm

Kengyelek maximális távolsága:

0,75 * d = 0,75* 526 = 394,5 mm

Betonfedés: c_{nom} = 50 mm (kengyelen)

c értékének meghatározása:

C 20/25 sziládsági jelű beton esetén
d = 500 mm → c = 0,316
d = 600 mm → c = 0,301
Lineáris interpolációval
d = 526 mm → c = 0,3121

A beton nyírási teherbírása:

$V_{Rdc} = c * b_w * d * f_{ctd}$
V_{Rdc} = 0,3121 * 1000 * 526 * 1
V_{Rdc} = 164,165 kN/m<V_{ed}, ezért méretezett nyírási vas szükséges!

8. Talajhorgonyok számítása

Minden horgony 18,00 m hosszú, injektált szakasz 8,00 m, hajlás 20°, beépítés – 4,40 m

HORGONYERŐ TERVEZÉSI ÉRTÉKE

Maximális terhelő mező egy horgonyra:
b = 3,30 m
Fajlagos támerő: n_M = 1,35 * 231 kN/m = 312 kN/m

Mértékadó horgonyerő:
N_M = b * n_M = 3,30 * 312 = 1029,6 kN ≈**1030 kN**

ACÉLTEST TEHERBÍRÁS

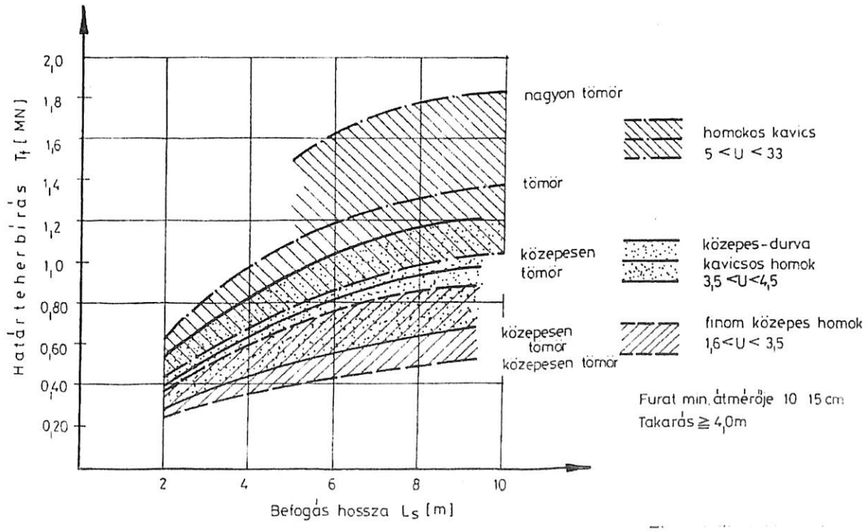
Alkalmazott acéltest:
7 db Fp 139/1770 kábel (σ_{aH} = 1770 N/mm^2, A = 139 mm^2/db)
$N_{H,acél}$ = 7 * 139 * 1770 = 1722,21 kN > N_M

Biztonság szakadásra::
n = 7 * 139 * 1770 / (1030 / 1,35) = 2,257 > 1,7 , Megfelel!

INJEKTÁLT FEJ TEHERBÍRÁSA

Injektált szakasz hossza 8,00 m, furatátmérő 180 mm, talaj: kavicsos homok, homokos kavics, takarás > 5,00 m

Az MI 04-194-82 szerint: $N_{H,inj}$ = 1400 – 1600 kN > N_M = 1030 kN Megfelel!





FESZÍTÉSI ADATOK

Szükséges maradó előfeszítő erő (horgonyerő alapérték kb. 80%-a):

$$N_{ef} = 0{,}80 * (N_M / 1{,}35) = 0{,}80 * (1030 / 1{,}35) = 610{,}37 \text{ kN}$$

Relaxációs veszteség (R1 osztály, $\frac{\sigma_0}{\sigma_0} < 0{,}75$, élettartam max. 6 hónap, feszültségveszteség kb. 3 %):

$$N_R = 0{,}03 * (N_M / 1{,}35) = 0{,}03 * (1030 / 1{,}35) = 22{,}889 \text{ kN} \approx 23 \text{ kN}$$

Ékcsúszási veszteség (max. é = 6 mm tapasztalat alapján, mérve lesz, szabad kábelhossz l_{SZ} = 10,00 m, előtét kábelhossz l_e = 1,20 m)

$$N_É = é * E * A / (l_{SZ} + l_e) = 6 * 195000 * 7 * 139 / (10000 + 1200) = 101{,}644 \text{ kN}$$

Blokkoló erő:

$$N_B = N_{ef} + N_R + N_É = 610{,}37 + 23 + 101{,}644 = 735 \text{ kN}$$

Feszítési adatok egységesen:

Ellenőrző erő:	1185	kN	(kb. 1,15 * N_M)
Blokkoló erő:	735	kN	
Szüks. maradó előfesz.:	610,37	kN	
Horgony merevség kb.:	20000	kN/m	



FESZÍTÉSI ADATOK

Szükséges maradó előfeszítő erő (horgonyerő alapérték kb. 80%-a):

$$N_{ef} = 0{,}80 * (N_M / 1{,}35) = 0{,}80 * (1030 / 1{,}35) = 610{,}37 \text{ kN}$$

Relaxációs veszteség (R1 osztály, $\frac{\sigma_0}{\sigma_0} < 0{,}75$, élettartam max. 6 hónap, feszültségveszteség kb. 3 %):

$$N_R = 0{,}03 * (N_M / 1{,}35) = 0{,}03 * (1030 / 1{,}35) = 22{,}889 \text{ kN} \approx 23 \text{ kN}$$

Ékcsúszási veszteség (max. é = 6 mm tapasztalat alapján, mérve lesz, szabad kábelhossz l_{SZ} = 10,00 m, előtét kábelhossz l_e = 1,20 m)

$$N_É = é * E * A / (l_{SZ} + l_e) = 6 * 195000 * 7 * 139 / (10000 + 1200) = 101{,}644 \text{ kN}$$

Blokkoló erő:

$$N_B = N_{ef} + N_R + N_É = 610{,}37 + 23 + 101{,}644 = 735 \text{ kN}$$

Feszítési adatok egységesen:

Ellenőrző erő:	1185	kN	(kb. 1,15 * N_M)
Blokkoló erő:	735	kN	
Szüks. maradó előfesz.:	610,37	kN	
Horgony merevség kb.:	20000	kN/m	



FESZÍTÉSI ADATOK

Szükséges maradó előfeszítő erő (horgonyerő alapérték kb. 80%-a):

$$N_{ef} = 0{,}80 * (N_M / 1{,}35) = 0{,}80 * (1030 / 1{,}35) = 610{,}37 \text{ kN}$$

Relaxációs veszteség (R1 osztály, $\frac{\sigma_0}{\sigma_0} < 0{,}75$, élettartam max. 6 hónap, feszültségveszteség kb. 3 %):

$$N_R = 0{,}03 * (N_M / 1{,}35) = 0{,}03 * (1030 / 1{,}35) = 22{,}889 \text{ kN} \approx 23 \text{ kN}$$

Ékcsúszási veszteség (max. é = 6 mm tapasztalat alapján, mérve lesz, szabad kábelhossz l_{SZ} = 10,00 m, előtét kábelhossz l_e = 1,20 m)

$$N_É = é * E * A / (l_{SZ} + l_e) = 6 * 195000 * 7 * 139 / (10000 + 1200) = 101{,}644 \text{ kN}$$

Blokkoló erő:

$$N_B = N_{ef} + N_R + N_É = 610{,}37 + 23 + 101{,}644 = 735 \text{ kN}$$

Feszítési adatok egységesen:

Ellenőrző erő:	1185	kN	(kb. 1,15 * N_M)
Blokkoló erő:	735	kN	
Szüks. maradó előfesz.:	610,37	kN	
Horgony merevség kb.:	20000	kN/m	

9. Résfalra ható függőleges erők ellenőrzése

Mértékadó lefelé ható erő: Ned = 4300 kN
Terhelő mező: T_m = 5,70 m

Megoszló falteher: P_{Ed} = 215 kN/m

Összes mértékadó teher: N_{Ed} = (4300/5,70) + 215 = 970 kN/m ↓

Közelítő teherbírás: Résfal v = 60 (65) cm Talpfelület: A = 0,6 m^2/m

Talp alatti törőfeszültség: $\sigma_{talaj} \geq 4$ MPa (kemény agyag, min. 1,5 m-t beleáll)

Biztonsági tényező közelítőleg: γ = 0,5

Résfal határereje: N_{Rd} = 0,5 * 0,6 * 4000 = 1200 kN/m

N_{Rd} = 1200 kN/m > N_{Ed} = 970 kN/m Megfelel!

(a számításban a köpeny menti ellenállás a biztonság javára elhanyagoljuk)

VI. Műszaki leírás

GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET

(Budapest XIII. ker. Kassák Lajos u. 19-25.)

50 cm vastag vasbeton

2 sorban hátrahorgonyzott résfalszerkezet

KIVITELI TERVÉHEZ

1. Megbízás tárgya, előzmények

A Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Közmű és Mélyépítés Tanszéke (továbbiakban Megbízó) megbízott a Green House Irodaépület háromszintes mélygarázs munkatér határolásának megtervezésével.

A résfalon belül felületszivárgó épül be, ami a kismennyiségű átszivárgó talajvíz alaplemez alatti termett kavicsos homokba, majd az abban elhelyezett kutakba való vezetésére szolgál (állandó víztelenítő rendszer).

2. Adatszolgáltatás

A tervezéshez a következő dokumentumok álltak rendelkezésre:

- Részletes talajmechanikai szakvélemény, Petik és Társa Kft
  TSZ.: 124/2010 2010 június
- Hidrogeológiai szakvélemény, Petik és Társa Kft.
  TSZ.: 124/2010 2010 június
- Résfalszerkezet és alapozás tenderterv dokumentáció, Metro-Consult Kft. (alvállalkozó Kokopelli Kft.)
  MSZ.: 1027 2010.11.19.
- Résfal kitűzési adatok, Kokopelli Kft.
  RSZ.: SR-01/a (Résvezető gerenda terv), tervlap sarokpontok EOV koordinátáival 2011.01.25.
- Résfalra és alapozásra jutó terhek a felszerkezetről, EXON 2000 Kft.
  Tervlap (tenderterv) 2010.11.15.

3. Helyszíni és geotechnikai viszonyok

Az építési terület Budapest XIII. ker. Kassák Lajos utca 19-25. szám alatt található. A telken álló épületeket már korábban elbontották. A területet három oldalról utcák határolják (Kassák Lajos, Lőportár és Tüzér utca), a negyedik oldalon van csak szomszédos telek.

A Kassák Lajos utca 26,4 m széles, így a túloldali épületek biztosan kívül esnek a beépítés kihatási távolságán. A Lőportár utca túloldalán egy park található, nincs épület. A Tüzér utca 15,1 m széles, a túloldalon egy 7 emeletes, két

mélygarázs szintes, résfalas alapozású, új építésű lakóház található, Gyakorlatilag erre az épületre sem lehet kihatása az új beépítésnek. A negyedik oldalon a szomszédos Kassák L. u. 17. alatt egy földszintes, paneles építésű óvoda épület található. Oldaltávolsága az új építendő pincetömb résfalától 15,5-17,7 m.

A beépítendő telken a felszín közel sík, +0,10 m és -1,20 m között változik a terepszint magassága, hasonlóan a csatlakozó járdákhoz és utakhoz. Az építendő irodaház ±0,00 m szintjét 105,55 mBf. abszolút magasságban határozta meg az építésztervező.

Az építési terület talajrétegződése a talajmechanikai szakvéleménynek megfelelően a következő rétegekből áll:

- -1,5-3,5 m szintig laza, épülettörmelékes vegyes feltöltés
  - N_{20}= 3-8
  - γ_N =18,0-19,0 kN/m^3
  - φ= 26-28°
  - c= 5-15 kPa
- –5,0 m szintig finom homok
  - N_{20}= 5-15
  - γ_N =18,0-19,0 kN/m^3
  - φ= 30°
  - U= 2,9
  - E_s= 15 MPa
- –7,2 m szintig iszapos homok
  - N_{20}= 10-30
  - γ_N =18,0-19,0 kN/m^3
  - φ= 28°
  - U= 3-11
  - E_s= 17 MPa

- –13,5 m szintig kavicsos homok, homokos kavics
  - N_{20}= 10-40 a felső 2 m és az alsó 1,5 m
  - N_{20}= 40-80 a középső részen
  - γ_N =19,0-20,0 kN/m^3
  - φ= 35°-38°
  - U= 10-31
  - E_s= 70 MPa

- –13,5 m szint alatt, tömör, kemény közepes agyag
  - γ_N =20,0-21,0 kN/m^3
  - φ= 18°
  - E_s= 13 MPa
  - c = 110 kPa
  - k= 10^{-9} m/sec
  - e= 0,50-0,57
  - I_p = 25-31 %

A mértékadó talajvízszint –2,85 m (102,70 mBf.). A talajvíz az MI 17215 szerint vizsgálatok alapján betonra-vasbetonra nem agresszív.

4. Alkalmazott szabványok, anyagminőségek

A résfalas munkatér határolás tervezésében a hatályban lévő MSZ EN szabványokat alkalmaztam.
Ennek megfelelően a geotechnikai tervezés az MSZ EN 1997:2006 szerint.
A szerkezetekbe beépítendő beton az MSZ EN 206 szerint.
A beépítendő betonacél az MSZ EN 10025 szabvány szerint.

- –13,5 m szintig kavicsos homok, homokos kavics
  - N_{20}= 10-40 a felső 2 m és az alsó 1,5 m
  - N_{20}= 40-80 a középső részen
  - γ_N =19,0-20,0 kN/m^3
  - φ= 35°-38°
  - U= 10-31
  - E_s= 70 MPa

- –13,5 m szint alatt, tömör, kemény közepes agyag
  - γ_N =20,0-21,0 kN/m^3
  - φ= 18°
  - E_s= 13 MPa
  - c = 110 kPa
  - k= 10^{-9} m/sec
  - e= 0,50-0,57
  - I_p = 25-31 %

A mértékadó talajvízszint –2,85 m (102,70 mBf.). A talajvíz az MI 17215 szerint vizsgálatok alapján betonra-vasbetonra nem agresszív.

4. Alkalmazott szabványok, anyagminőségek

A résfalas munkatér határolás tervezésében a hatályban lévő MSZ EN szabványokat alkalmaztam.
Ennek megfelelően a geotechnikai tervezés az MSZ EN 1997:2006 szerint.
A szerkezetekbe beépítendő beton az MSZ EN 206 szerint.
A beépítendő betonacél az MSZ EN 10025 szabvány szerint.

A horgonyzott résfalszerkezet építéséhez felhasználandó fontosabb anyagok, termékek minősége az alábbiak szerinti legyen:

Résbeton:	C 20/25 – XC1 – 32 – F5, min. 400 kg/m^3 cementadagolással
Fejgerenda beton:	C 25/30 – XC1 – 32 – F3
Résvezető:	C 12/16 – XC1 – 32 – F5
Lőtt beton:	C 12/16 – XC1 – 16 – F2
Betonacél:	B500B (B 60.50), résfalban és fejgerendában is
Betonfedés:	résfalnál 5,0 cm kengyelen
Feszítő pászma:	Fp 139 / 1770 jelő pászmás kábel

5. A résfalas szerkezet kialakítása

A résfalat és horgonyzást föld és víznyomásra úgy méreteztem, hogy az építési fázisok idejére a mértékadó talajvízszintet -2,85 m szinten és hozzá 10 kPa felszíni, építési terhet feltételeztem.

A szerkezetet végállapotban is modelleztem, ahol szintén -2,85 m volt a talajvízszint, de felszíni tehernek 24 kPa-ra vettem fel. Ebben az állapotban a kitámasztást már az alaplemez és a mélygarázs közbenső födémei biztosítják. A szerkezetet repedéstágasság szempontjából is megvizsgáltam és megfelelt.

A résfalat felül összefogó monolit vasbeton fejgerenda felső síkja egységesen -3,50 m szinten fekszik , keresztmetszeti méretei 68/60 cm.

A résfal talpszintje körben egységesen 15,50 m. A rendelkezésre álló talajmechanikai szakvélemény adatai szerint mindenütt legalább 2 m-t beáll a kemény agyagba a résfal. A keresztmetszetet külső stabilitás vizsgálattal ellenőriztem és megfelelt, tehát nem alakul ki hidraulikus talajtörés.

A résfal névleges vastagsága 50 cm, technikai vastagsága kb. 55 cm. A résfal az alsó 0,50 m kivételével végig vasalt. A résfal armatúrák a fejgerendába felül 50 cm hosszan bekötnek.

A résfal belülről az alaplemez alá bevezetett felületszivárgót és vasbeton bélésfalat kap. Ennek megfelelően a résfalra, belülről kb. 3 cm vastag felületkiegyenlítő simított torkrét réteg kerül, amire 2 cm vastag műanyag felületszivárgó lemez kerül. A teljes elméleti szerkezeti vastagság így a pinceszinteken kialakított vasbeton bélésfalon kívül 55+3+2= 60 cm lesz.

A résfal látható felületén átlagosan beszivárgó víz mennyiség 0,28 l/m^2/nap lehet a hibajavítások után. Az átszivárgó vízmennyiséget a felületszivárgó lemez a vasbeton alaplemez alatti termett kavicsos homok talajba, illetve onnan a gyűjtőkutakba illetve zsompokba vezeti, ahonnan folyamatosan kiszívásra kerül mind az építés alatt, mind végállapotban is. A kiszivandó teljes vízmennyiség így részben a résfalon átszivárgó fentiekbe leírt talajvízből, részben a réstalpat megkerülve a gödörbe beáramló talajvízből tevődik össze. Ez utóbbi mennyisége előre nem meghatározható.

A résfal az építési állapotban két ideiglenes, talajvízszint alatti horgonysorral lesz kitámasztva. Az első horgonysor döfésszintje mindenütt –4,40 m, a második horgonysor döfésszintje mindenütt -7,03 m. A horgonyok az armatúra kiosztásnak megfelelően lettek elhelyezve. Teljes hosszuk 18,00 m, injektált hosszuk 8,00 m, hajlásuk 20°-os. A szükséges teherbírás (horgonyer ő mértékadó értéke) 964 kN. A horgonyok beépítése a résfalba kerülő „C1" jelű acél szerelvényeken keresztül történik.

A körberéselt, kihorgonyzott munkagödörben épül meg az alapozás. Az alaplemez mezőjének felső síkja egységesen -9,07 m (96,48 mBf). A kiemelendő munkagödör mélysége ennek megfelelően 60 cm vastag vb. alaplemezt és 20 cm szerelőbetont, valamint ágyazatot figyelembe véve egységesen –10,32 m (95,23 mBf).

6. A horgonyzott résfal kivitelezése

6.1. Megelőző munkák

Az építés tényleges maximális kihatási távolságán belül (ami kétszeres gödörmélység, azaz kb.20 m) található a Tüzér utca túloldalán lévő lakóépület (Tüzér u. 12.) és a Kassák L. u. 17. alatti óvoda. Mindkét épület oldaltávolsága nagy, 1,5-szörös gödörmélységnél nagyobb, és mivel a Tüzér utcai ház résfalas mélyalapozással épült, Így várhatóan ezekben az épületekben nem keletkeznek a beruházás hatásából kifolyólag süllyedések, illetve károk. Nagy valószínűséggel esztétikai károk sem. Az esetleges jogi viták elkerülése érdekében az épületek érintett telekhatár felöli homlokzatán kb. 10 m-enként süllyedésmérő pont telepítése

és nullmérése indokolt. Folyamatos süllyedésmérés nem szükséges. Célszerű elvégeztetni az érintett épületszakaszok előzetes állapotfelvételét is.

6.2. A réselési lavírsík kialakítása

A réselési lavírsík szintje –3,50 m. A Kassák Lajos és a Tüzér utcai oldalon be kell építeni a rajzok szerinti kb. 70° meredekség ű, 4,00 m és 3,00 m hosszú vert betonacél talajszegekkel erősített THD 11 hálóbetétes torkrétbeton rézsűvédelmet a felszín és a lavírsík közé. A rézsővédelmet felül fel kell hajtani és a felszínhez le kell tüskézni. A vert betonacél talajszegek mindenütt 1 db/m^2 sűrűséggel legyenek kiosztva. A szegek verése és a földmunkák előtt meg kell győződni arról, hogy közművek nem találhatóak az érintett területen. A többi gödöroldalnál elegendő hely áll rendelkezésre, így ott 4/4-es rézsűzést kell alkalmazni.

A lavírsíkról kell megépíteni a résvezető gerendapárt, -3,50 m felső síkkal. A résvezetők mérete 2 x 90/20 cm, egyrétegű hálóvasalással vasalva. A résvezetők kitűzését az R-2 rajzon megadott, 55 cm vastagnak tekintett résfal belső sarokpontok EOV koordinátáinak segítségével kell elvégezni. A betonozás és kizsaluzás után a résvezetők közé földet kell visszatölteni, de lehet kétsoros összedúcolást is alkalmazni.

6.3. Résfal építés

A réselést erre alkalmas géppel és 280/50 cm-es méretű réselő kanállal kell végezni. A táblák szakaszolása 500 mm-es szakaszoló acélpallóval történik.

A résfalhoz sarok indítótáblák épülnek. Az indítótáblák megépítése után a váltakozó irányban és sorrendben készülő folyamatos táblák elkészítése következik. A folyamatos táblák általában egy főfogásból és átharapásból állnak. A szakaszok közepén egy-egy zárótábla készül.

A résfal függőlegestől való eltérésének szabványos értéke ±1,0 %, de törekedni kell ennél kedvezőbb érték elérésére. A felhasználandó bentonit-zagy fajsúlya legalább 10,3 kN/m^3 legyen. A zagyszintet folyamatosan a résvezető gerendák felső éle alatti kb. 0,50 m-es magasságon kell tartani. Különös gonddal kell eljárni az első táblák építésénél, mert az ottani tapasztalatok lesznek az irányadóak.

és nullmérése indokolt. Folyamatos süllyedésmérés nem szükséges. Célszerű elvégeztetni az érintett épületszakaszok előzetes állapotfelvételét is.

6.2. A réselési lavírsík kialakítása

A réselési lavírsík szintje –3,50 m. A Kassák Lajos és a Tüzér utcai oldalon be kell építeni a rajzok szerinti kb. 70° meredekség ű, 4,00 m és 3,00 m hosszú vert betonacél talajszegekkel erősített THD 11 hálóbetétes torkrétbeton rézsűvédelmet a felszín és a lavírsík közé. A rézsővédelmet felül fel kell hajtani és a felszínhez le kell tüskézni. A vert betonacél talajszegek mindenütt 1 db/m^2 sűrűséggel legyenek kiosztva. A szegek verése és a földmunkák előtt meg kell győződni arról, hogy közművek nem találhatóak az érintett területen. A többi gödöroldalnál elegendő hely áll rendelkezésre, így ott 4/4-es rézsűzést kell alkalmazni.

A lavírsíkról kell megépíteni a résvezető gerendapárt, -3,50 m felső síkkal. A résvezetők mérete 2 x 90/20 cm, egyrétegű hálóvasalással vasalva. A résvezetők kitűzését az R-2 rajzon megadott, 55 cm vastagnak tekintett résfal belső sarokpontok EOV koordinátáinak segítségével kell elvégezni. A betonozás és kizsaluzás után a résvezetők közé földet kell visszatölteni, de lehet kétsoros összedúcolást is alkalmazni.

6.3. Résfal építés

A réselést erre alkalmas géppel és 280/50 cm-es méretű réselő kanállal kell végezni. A táblák szakaszolása 500 mm-es szakaszoló acélpallóval történik.

A résfalhoz sarok indítótáblák épülnek. Az indítótáblák megépítése után a váltakozó irányban és sorrendben készülő folyamatos táblák elkészítése következik. A folyamatos táblák általában egy főfogásból és átharapásból állnak. A szakaszok közepén egy-egy zárótábla készül.

A résfal függőlegestől való eltérésének szabványos értéke ±1,0 %, de törekedni kell ennél kedvezőbb érték elérésére. A felhasználandó bentonit-zagy fajsúlya legalább 10,3 kN/m^3 legyen. A zagyszintet folyamatosan a résvezető gerendák felső éle alatti kb. 0,50 m-es magasságon kell tartani. Különös gonddal kell eljárni az első táblák építésénél, mert az ottani tapasztalatok lesznek az irányadóak.

A réstáblák kiharapását követően be kell emelni a tervek szerint előre legyártott betonacél armatúrákat. Az armatúrákba előzőleg be kell szerelni a geotermikus hőcserélő rendszer csöveit is. Az armatúrákra előzőleg ponthegesztéssel fel kell helyezni a „C1" jelű horgony-átvezető elemeket. Az armatúrák elhelyezési pontossága mind alaprajzilag, mind magasságilag ±5,0 cm lehet.

A réstáblák betonozását kontraktorcsővel kell végezni a víz alatti betonozás szabályai szerint. A réstábla betonozását a földkiemelés után maximum 4 órán belül meg kell kezdeni, ellenkező esetben tisztító harapást kell végezni.

A betonozást kb. a fejgerenda alsó síkja feletti 50 cm magasságig kell végezni , majd a zaggyal szennyezett betont (a felső kb. 50 cm-t) a fejgerenda alsó síkjáig vissza kell vésni.

A réselés teljes műveletsorát a lehető leggyorsabban kell végezni minimális dinamikus hatásokkal a környezetre.

A réselésről táblánként jegyzőkönyv készüljön, aminek tartalmazni kell a harántolt talajrétegződést is, mert amennyiben a kiemelt talaj nem egyezik meg a talajmechanikai szakvéleményben előre jelzett talajjal, akkor erről a tervezőket haladéktalanul értesíteni kell.

6.4. Fejgerenda épités

A visszavésett résfal tetején meg kell építeni a terv szerinti 68/60 cm-es keresztmetszetű monolit vasbeton fejgerendát. A fejgerenda építésénél munkahézagot merőleges elrekesztéssel lehet képezni, de annak nyíróerő nullponthoz kell esnie (két horgony közé középre), és az nem eshet bele a fejgerenda vasalásának toldásába.

6.5. Talajhorgonyok beépítése

A fejgerenda megépítése után épül be az első horgonysor –4,40 m szinten, majd ezt követően a második horgonysor -7,03 m szinten. A horgonyzási munkaszintet a horgonyok döféspontja alatt kb. 0,6 m mélységben kell kialakítani. Az egy sorban lévő horgonyok beépítési sorrendje tetszőleges.



A horgonyok 7 db Fp 139/1770 minőségű feszítő pászmás kábelből állnak. Beépítésük 180 mm-es furatba történik, 20°-os ferde séggel. A fúrást a „C1" jelű átvezető csöveken keresztül kell végezni. A fúrás befejezése után a fúrólyukat ágyazóhabarcssal kell kitölteni, és ebbe kell behelyezni a horgony acéltesteket.

A pozitív sarkoknál két irányban átfedő horgonyok fúrásánál különös gonddal kell eljárni. Az ágyazóhabarcs szilárdulása után el kell kezdeni a horgonyfej injektálását.

A horgonyok megfelelő beépítése után pár nappal meg lehet kezdeni a horgonyok feszítését. A horgonyok feszítését a vonatkozó technológiai leírás alapján kell elvégezni. Az egy horgonysorba kerülő horgonyok közül 2 db-ot az MSZ EN 1537 szerinti alkalmassági vizsgálattal is ellenőrizni kell.

A horgonyoknál a figyelembeveendő értékek:

Horgonyerő karakterisztikus értéke:	715 kN
Horgonyerő mértékadó értéke:	964 kN
Horgony ellenőrző ereje:	1109 kN
Horgony acéltest határereje:	1722 kN
Horgony merevsége kb.:	20.000 kN/m
Szükséges maradó előfeszítő erő:	572 kN

A horgony feszítésről minden esetben jegyzőkönyvet kell készíteni.

6.6. Földmunka , víztelenítés , vízszintes mozgásmérések

A földkiemelést a horgonyok megfelelőségének ellenőrzése után lehet megkezdeni a -10,32 m (95,23 mBf) tükörszintig. A földfejtéssel párhuzamosan megkezdhető a résfal tisztítása és torkrétozása. Olyan felületet kell kialakítani, ami megfelel a rá kerülő felületszivárgó lemez beépítési előírásainak.

A víztelenítést a földmunkákkal párhuzamosan kell végezni vákuumkutakkal.

A horgonyzott résfal vízszintes mozgásait folyamatosan mérni kell. A résfal dőlésmérését minden oldalon kb. 15 m-enként el kell végezni. Nagy eltérések esetén a tervezőket értesíteni kell.

6.7. Talajhorgonyok elbontása

Miután megépült az alaplemez, az alsó horgonysort le lehet vágni. Az alaplemez fölötti födém (fs: -6,58 m (98,97 mBf)) elkészülte után lehet csak a felső horgonysort levágni. Minden esetben a vízzárást a horgonynál a horgonyátvezető elem betonkitöltésével és egy acéllemez horgonylemezre történő hegesztésével lehet megoldani.

7. Munkavédelem

A munkavégzés során be kell tartani és tartatni a vonatkozó országos és ágazati szabványokban és az előírásokban foglaltakat. Hasonló mélyépítési munkálatoknál tapasztalt veszélyeken felüli kockázattal nem kell számolni.

VII. Statikai számítás

GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET

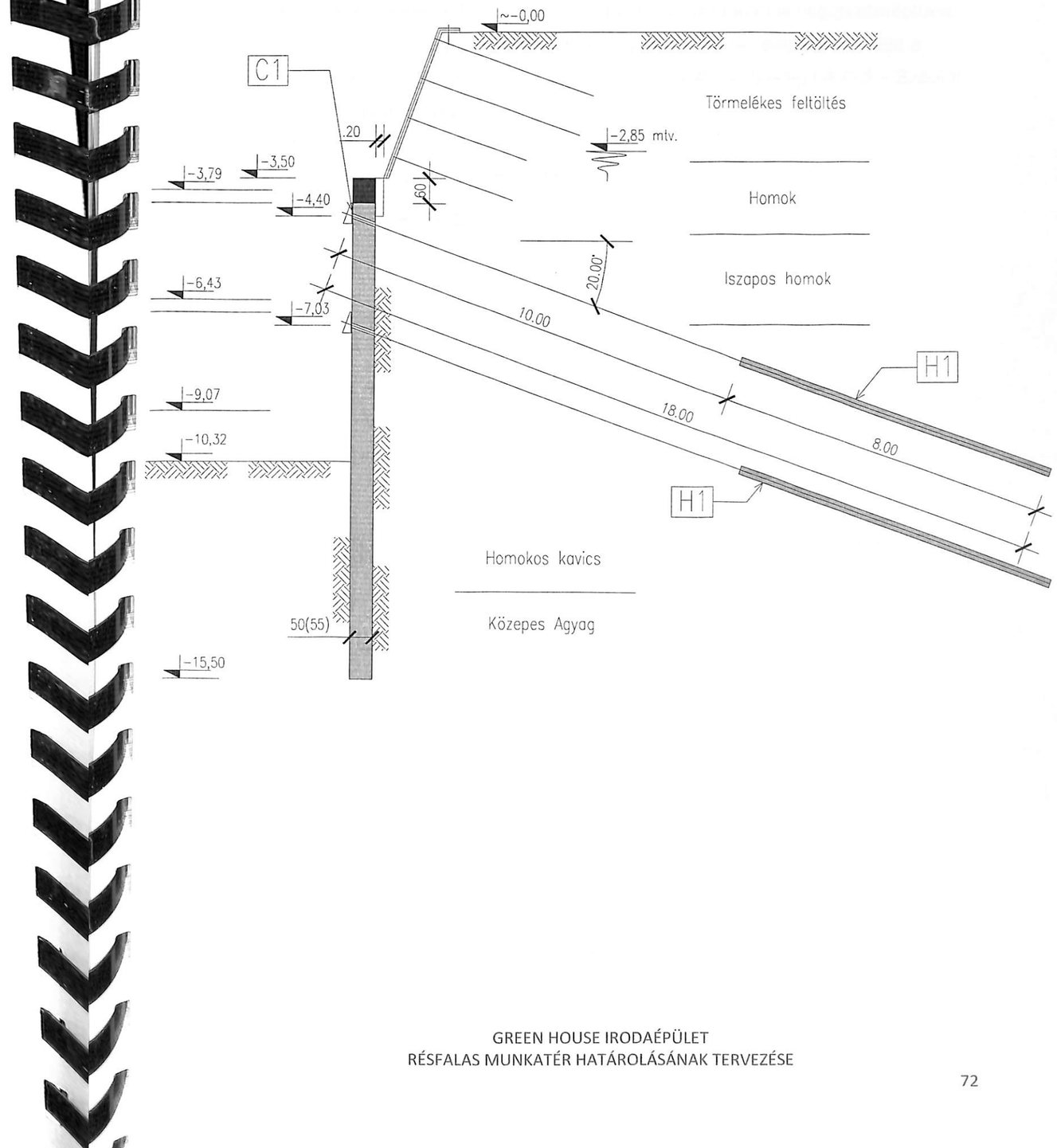
(Budapest XIII. ker. Kassák Lajos u. 19-25.)

50 cm vastag vasbeton

2 sorban hátrahorgonyzott résfalszerkezet

KIVITELI TERVÉHEZ

Résfal keresztmetszete



1.Kiindulási adatok

A számításban a 50 cm névleges keresztmetszetű, 2 sorban hátrahorgonyzott vasbeton résfal összes építési fázisát, valamint a végállapotot is végigszámítottam, az összes földkiemelést és ideiglenes horgony beépítést, az alaplemez, majd a födémek beépülését egészen az ideiglenes horgonyok elvágásáig GEO 5 – Szádfal ellenőrzés program segítségével.
A számítás EC szabványok alapján történt.
A számítás során figyelembe vett talajok paraméterei:

Homok

Fajsúly :	γ	=	19,00 kN/m3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	30,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	20,00 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	20,00 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m3
Ágyazási tényező :	K_h	=	27,30 MN/m3

Iszapos Homok

Fajsúly :	γ	=	19,00 kN/m3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	28,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	18,66 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	18,66 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m3
Ágyazási tényező :	K_h	=	23,65 MN/m3

1.Kiindulási adatok

A számításban a 50 cm névleges keresztmetszetű, 2 sorban hátrahorgonyzott vasbeton résfal összes építési fázisát, valamint a végállapotot is végigszámítottam, az összes földkiemelést és ideiglenes horgony beépítést, az alaplemez, majd a födémek beépülését egészen az ideiglenes horgonyok elvágásáig GEO 5 – Szádfal ellenőrzés program segítségével.

A számítás EC szabványok alapján történt.

A számítás során figyelembe vett talajok paraméterei:

Homok

Fajsúly :	γ	=	19,00 kN/m3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	30,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	20,00 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	20,00 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m3
Ágyazási tényező :	K_h	=	27,30 MN/m3

Iszapos Homok

Fajsúly :	γ	=	19,00 kN/m3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	28,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	18,66 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	18,66 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m3
Ágyazási tényező :	K_h	=	23,65 MN/m3

Kavicsos Homok

Fajsúly :	γ	=	20,00 kN/m^3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	38,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	25,33 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	25,33 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	22,00 kN/m^3
Ágyazási tényező :	K_h	=	50,00 MN/m^3

Közepes Agyag

Fajsúly :	γ	=	20,00 kN/m^3
Feszültség állapot :	hatékony		
Belső súrlódási szög :	φ_{ef}	=	18,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef}	=	110,00 kPa
Aktív súrlódási szög :	δ_{act}	=	12,00 °
Passzív súrlódási szög :	δ_{pas}	=	12,00 °
Talaj :	kohéziómentes		
Telített fajsúly :	γ_{sat}	=	21,00 kN/m^3
Ágyazási tényező :	K_h	=	14,50 MN/m^3

Mértékadó talajvízszint: -2,85 m (102,70 mBf)
Agresszivitása: nem agresszív

A számításhoz figyelembe vett anyagok:

Résbeton: **C 20/25 – XC1 – 32 – F5 (min. 400 kg/m^3 cementtartalom)**

f_{ck} = 20 N/mm^2 f_{cd} = 13,3 N/mm^2
f_{ctd} = 1,0 N/mm^2 f_{ctm} = 2,2 N/mm^2
E_{cm} = 14400 N/mm^2 (tartósan vízben)

Betonacél: **B 500**

f_{yk} = 500 N/mm^2 f_{yd} = 435 N/mm^2
E_s = 200000 N/mm^2 ξ_{co} = 0,49

Horgony kábel: **Fp 139/1770**

f_{yd} = 1770 N/mm^2 Es = 195000 N/mm^2

2.Résfal igénybevételeinek számítása

Szerkezet geometriája

Szerkezet hossz = 12.00 m
Szerkezet típusa: Vasbeton résfal
Szabvány : EN 1992 1-1 (EC2)
Anyag: C 20/25
Keresztmetszet vastagság h = 0.50 m
Nyom. csökkentő tényező a fal előtt = 1.00

Keresztmetszet területe	A	= 5.000E-01	m2/m
Inercia	I	= 1.042E-02	m4/m
Rug. modulus	E	= 29000.00	MPa
Nyírási modulus	G	= 11340.00	MPa

Ágyazási tényező megadása, mint talajparaméter, mely értékek a K_h oszlopban vannak feltüntetve.

Alap talaj paraméterek

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]	γ_{su} [kN/m^3]	δ_a [°]	δ_p [°]	K_h [MN/m^3]
1	Homok		30.00	0.00	19.00	10.00	20.00	20.00	27.30
2	Iszapos Homok		28.00	0.00	19.00	10.00	18.66	18.66	23.65
3	Kavicsos Homok		38.00	0.00	20.00	12.00	25.33	25.33	50.00
4	Közepes Agyag		18.00	110.00	20.00	11.00	12.00	12.00	14.50

A nyugalmi földnyomás számításhoz az összes talajt kohéziómentesnek feltételeztem.

Globális beállítások

Ellenőrzési módszer : Klasszikus módszer
Aktív földnyomás számítás - Coulomb
Passzív földnyomás számítás - Caqout-Kerisel
Véges elemek száma a fal számításához = 20

Kivitelezési fázis beállításai

A számítás a bevitt adatok csökkentése nélkül történt.
Minimális méretezési nyomás van figyelembe véve mint $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$.

Kivitelezés 1. fázisa

A résfal előtti talajt kiemelik 1,40 m mélységig.

A terepet a szerkezet mögött síknak feltételeztem. A feltöltés és talajvíz súlyát, valamint a 10 kN/m^2 felszíni terhet *felületi teherként* adtam hozzá a modellhez a következő számítás alapján.

$$\mathbf{P_{ed}} = 2{,}85\ m * 16\ kN/m^3 + 0{,}25\ m * 19\ kN/m^3 + 0{,}4 * 20\ kN/m^3 + 10\ kN/m^2 = \mathbf{68{,}1\ kN/m^2}$$

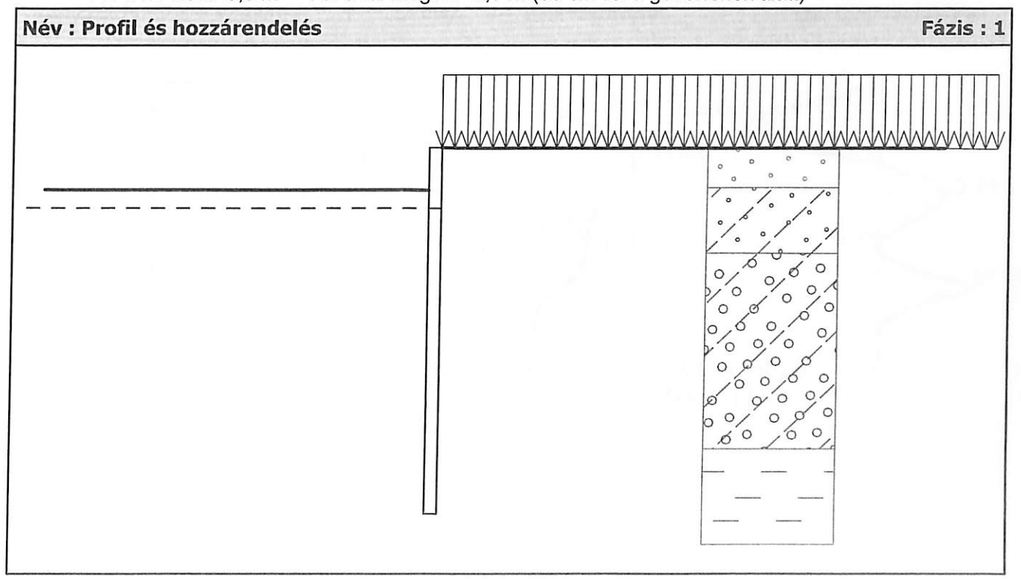
A talajvíz szintjét a szerkezet mögött -3,50 m-re vettem fel, a szerkezet előtt -5,50 m, amely 60 cm-rel van lejjebb, mint az első földkiemelés szintje.
Az ágyazat a talpnál nem vízáteresztőnek feltételeztem.

Kivitelezési fázis beállításai

A számítás a bevitt adatok csökkentése nélkül történt.
Minimális méretezési nyomás van figyelembe véve mint $\sigma_{z,min} = 0.20\sigma_z$.

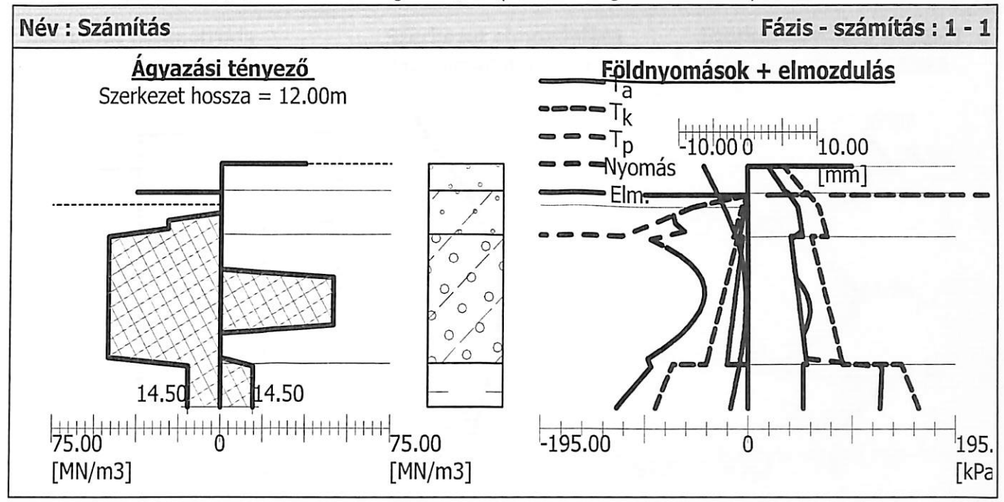
Kivitelezés 1. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -4,9 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)

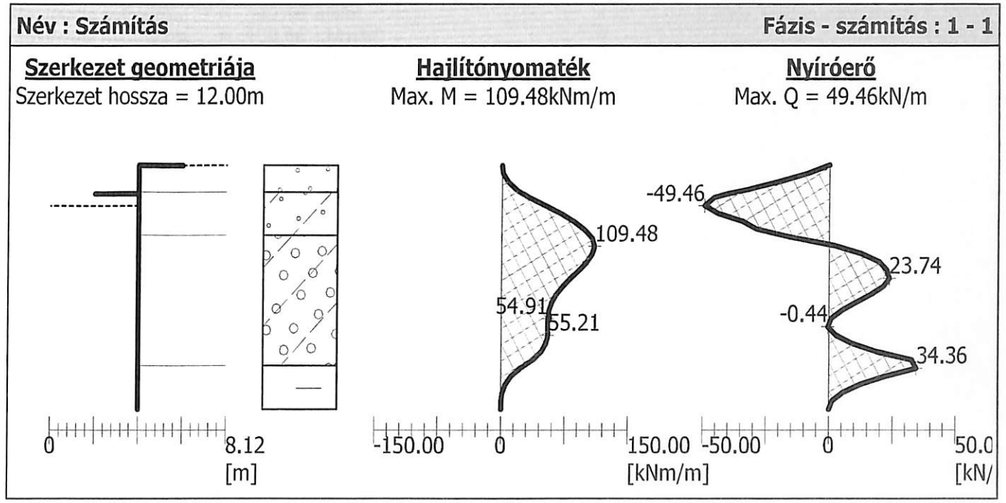


Kivitelezés 1. fázisának igénybevételei

Fs.: -3,5 m
Kiemelés: -4,90 m
TV. a fal előtt: -3,5 m
As.: -15,5 m
Teher: 68,1 kPa
TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)

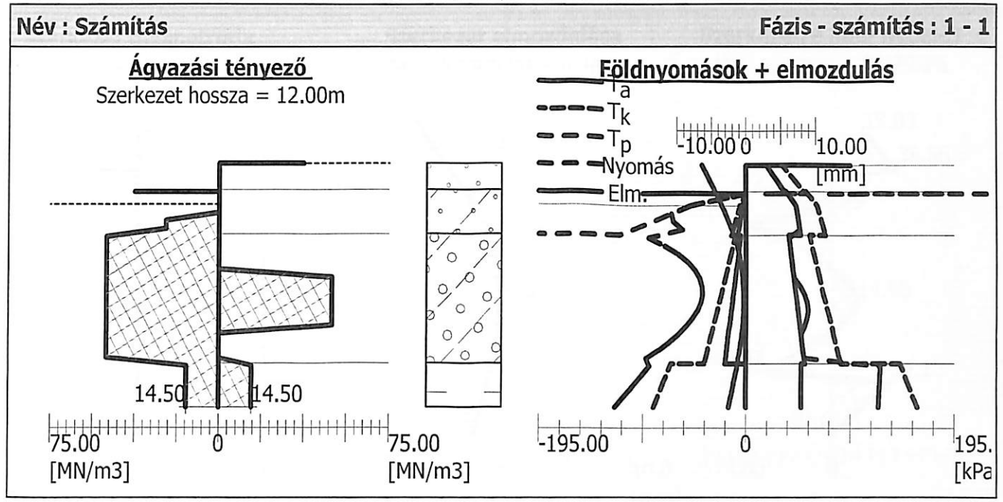


Kiemelés: -4,90 m
TV. a fal előtt: -3,5 m
Teher: 68,1 kPa
TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)

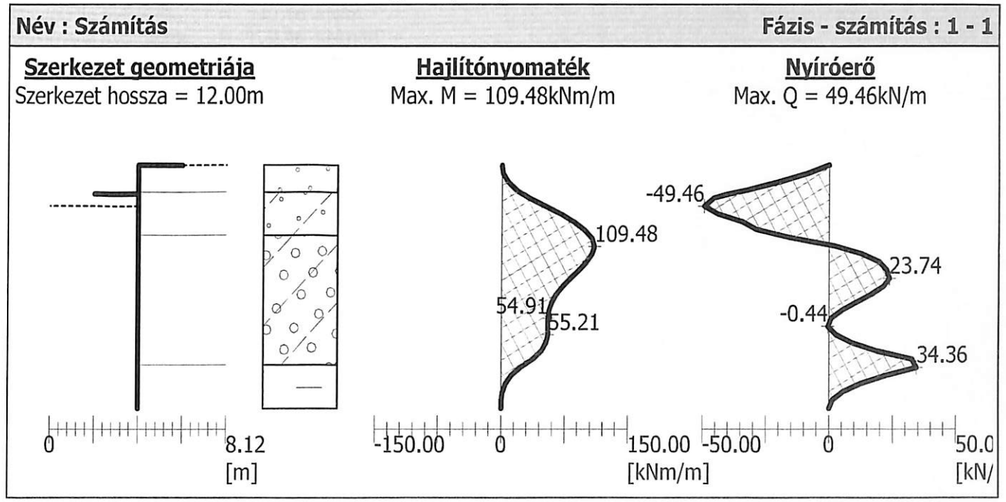


Kivitelezés 1. fázisának igénybevételei

Fs.: -3,5 m
Kiemelés: -4,90 m
TV. a fal előtt: -3,5 m
As.: -15,5 m
Teher: 68,1 kPa
TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)



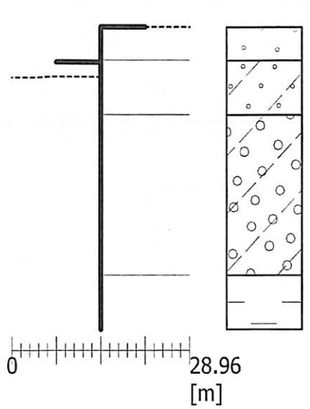
Kiemelés: -4,90 m
TV. a fal előtt: -3,5 m
Teher: 68,1 kPa
TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)



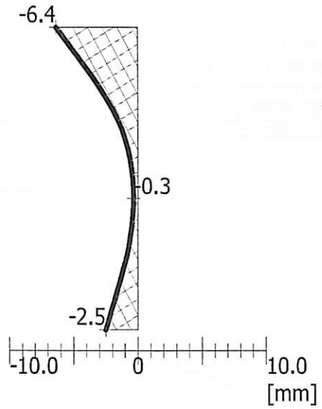
Kiemelés: -4,90 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)

Név : Számítás **Fázis - számítás : 1 - 1**

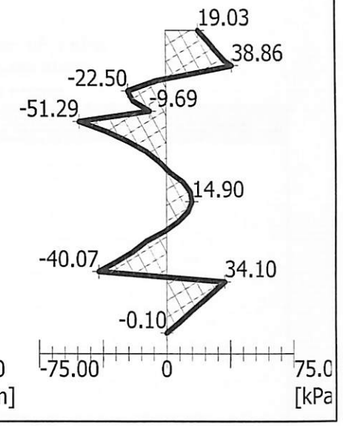
Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12.00m



Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 6.4mm



Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 51.29kPa



Maximális nyíróerő = 49.46 kN/m
Maximális nyomaték = 109.48 kNm/m
Maximális elmozdulás = 6.4 mm

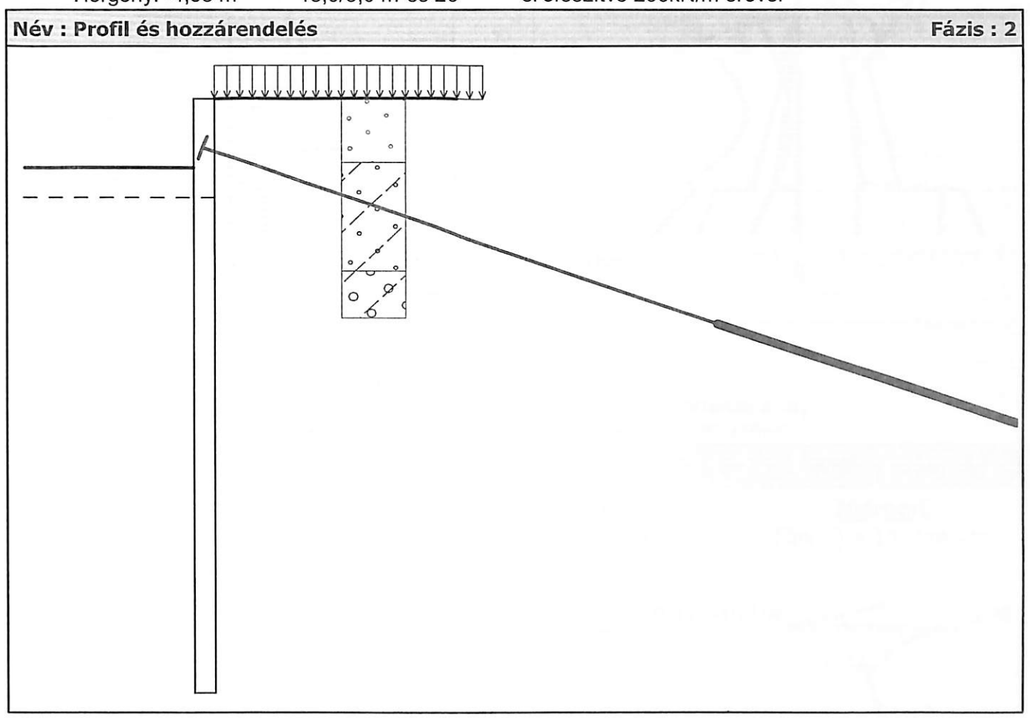
Kivitelezés 2. fázisa

A résfal előtti talaj -4,90 m szintig ki van emelve, ahol beépül a horgony -4,58 m szinten.

Horgony paraméterei:
- 18,0/8,0 m-es és 20°-os
- Előfeszítő erő: 200 kN/m erővel
- Terület: 324,3 mm^2/

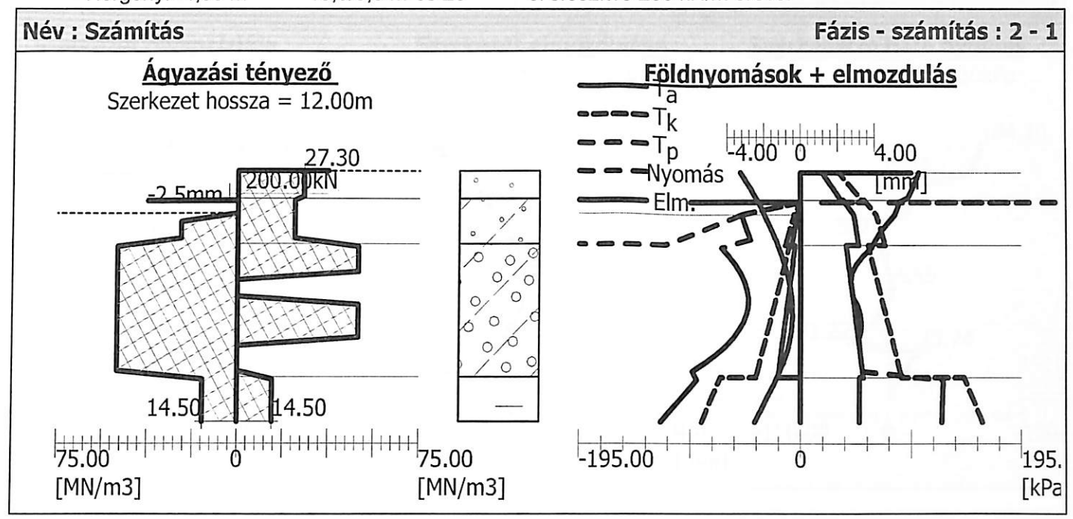
Kivitelezés 2. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -4,90 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony: -4,58 m 18,0/8,0 m-es 20° el őfeszítve 200kN/m erővel

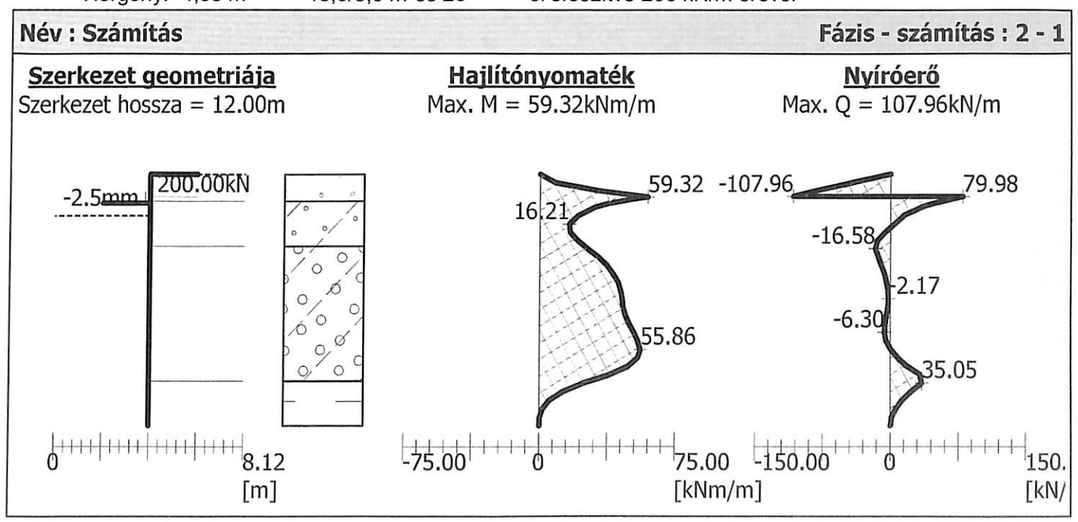


Kivitelezés 2. fázisának igénybevételei

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -4,9 m
Kiemelés: -4,90 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony: -4,58 m 18,0/8,0 m-es 20° el őfeszítve 200 kN/m erővel



Kiemelés: -4,90 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony: -4,58 m 18,0/8,0 m-es 20° el őfeszítve 200 kN/m erővel



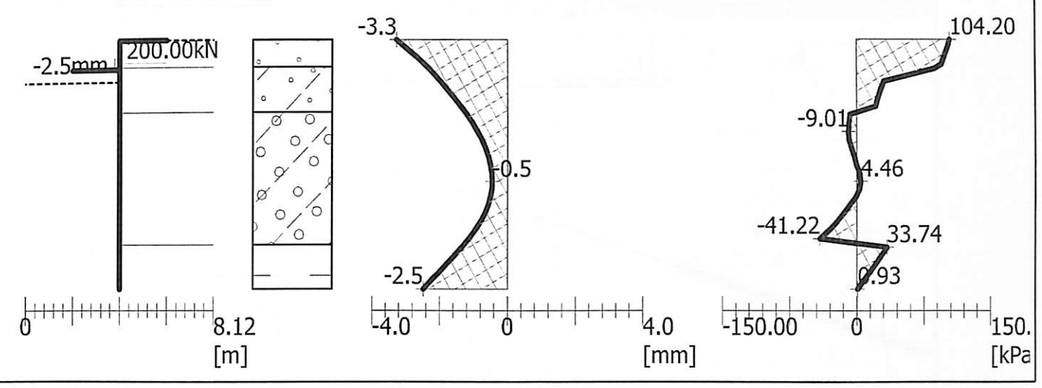
Kiemelés: -4,90 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -5,5 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony: -4,58 m 18,0/8,0 m-es 20° el őfeszítve 200 kN/m erővel

Név : Számítás **Fázis - számítás : 2 - 1**

Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12.00m

Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 3.3mm

Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 104.20kPa



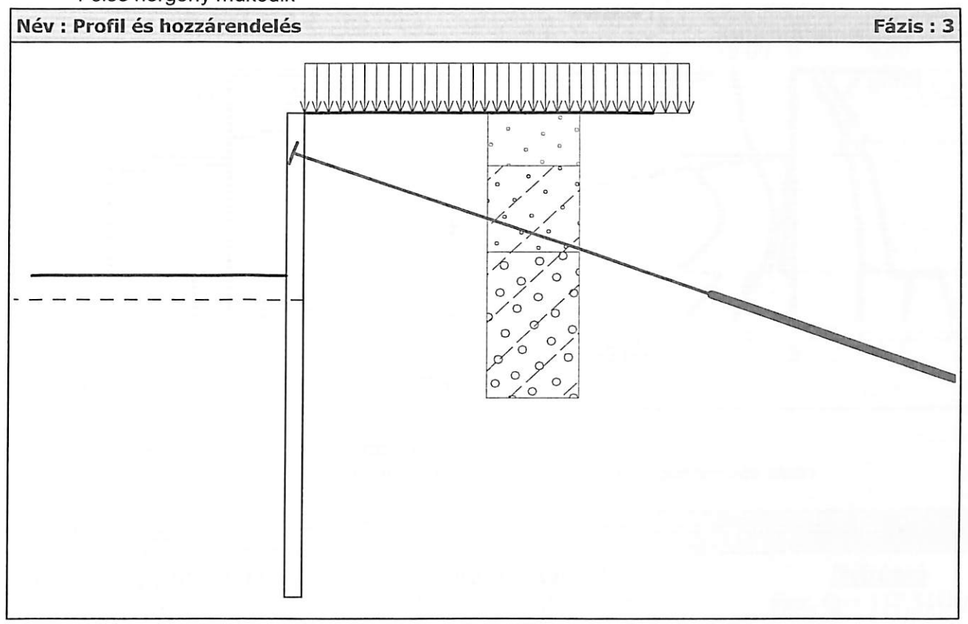
Maximális nyíróerő = 107.96 kN/m
Maximális nyomaték = 59.32 kNm/m
Maximális elmozdulás = 3.3 mm

Kivitelezés 3. fázisa

A résfal előtti talaj kiemelik -7,55 m mélységig.

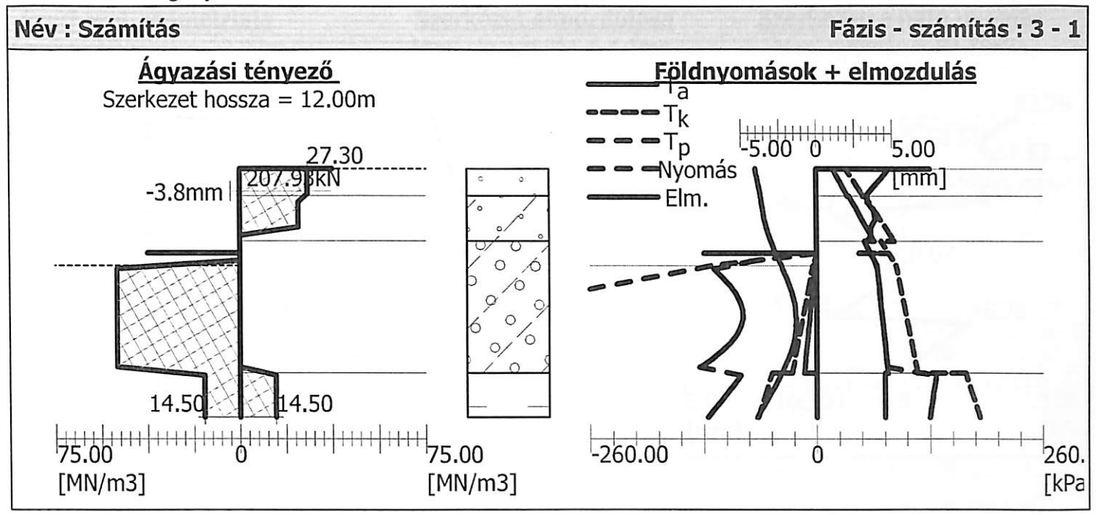
Kivitelezés 3. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -7,55 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -8,15 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik

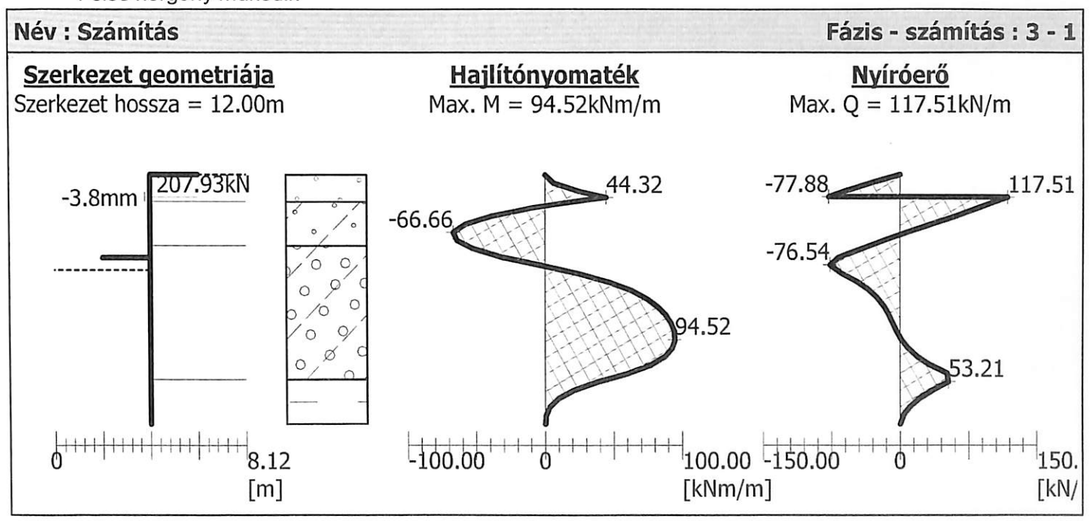


Kivitelezés 3. fázisának igénybevételei

Kiemelés: -7,55 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -8,15 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik



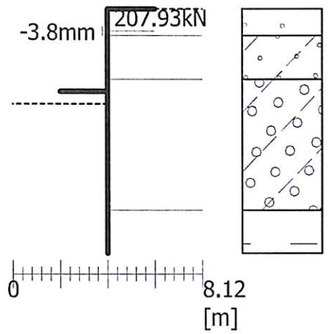
Kiemelés: -7,55 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -8,15 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik



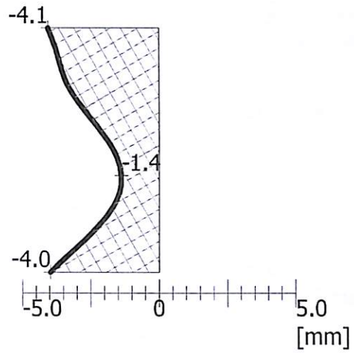
Kiemelés: -7,55 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -8,15 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik

Név : Számítás **Fázis - számítás : 3 - 1**

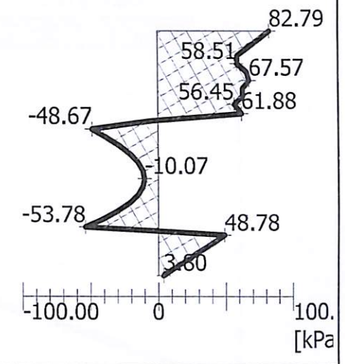
Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12.00m



Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 4.1mm



Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 82.79kPa



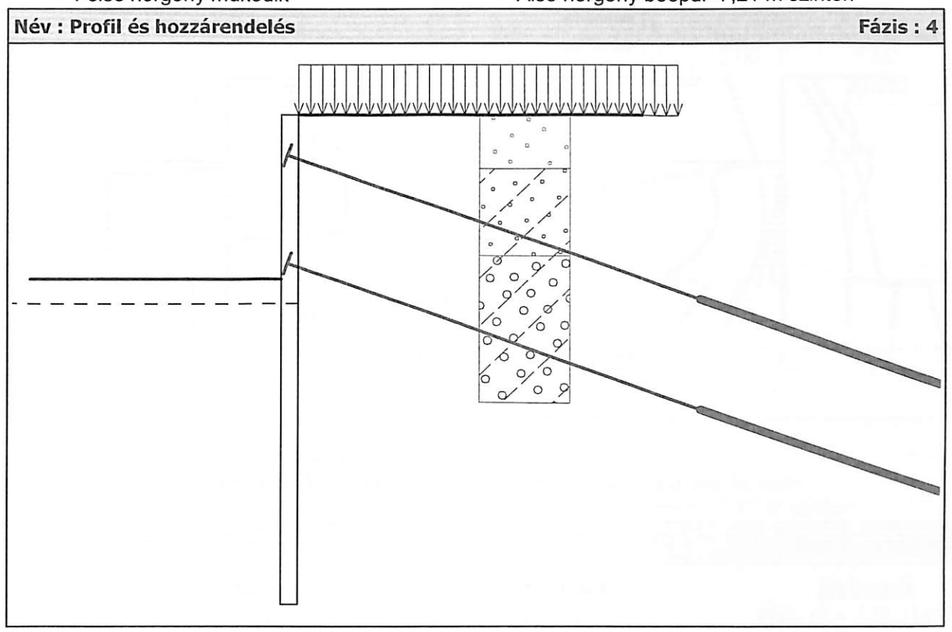
Maximális nyíróerő = 117.51 kN/m
Maximális nyomaték = 94.52 kNm/m
Maximális elmozdulás = 4.1 mm

Kivitelezés 4. fázisa

A résfal előtti talaj kiemelve -7,55 m mélységig, ahol beépítésre kerül a második horgony.

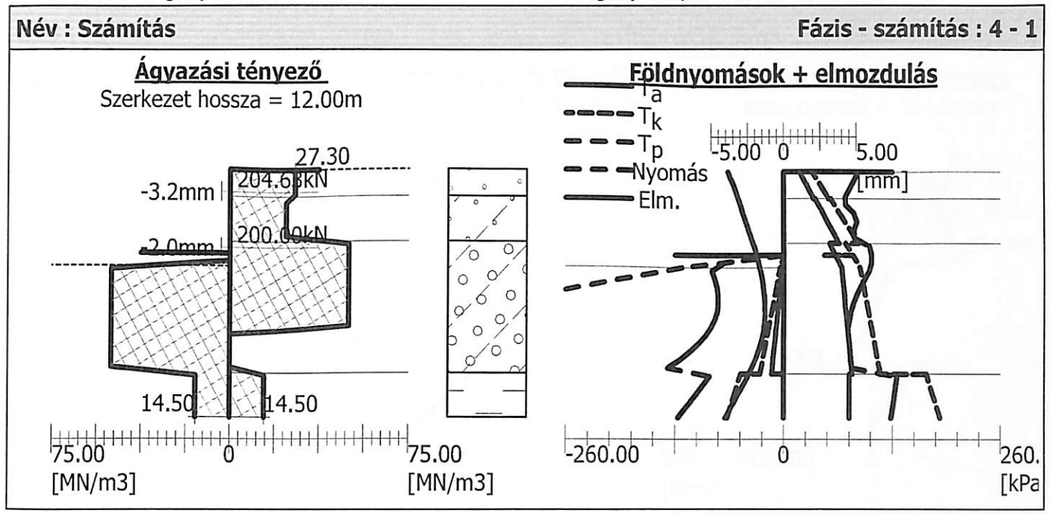
Kivitelezés 4. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -7,55 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -8,15 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik Alsó horgony beépül -7,21 m szinten

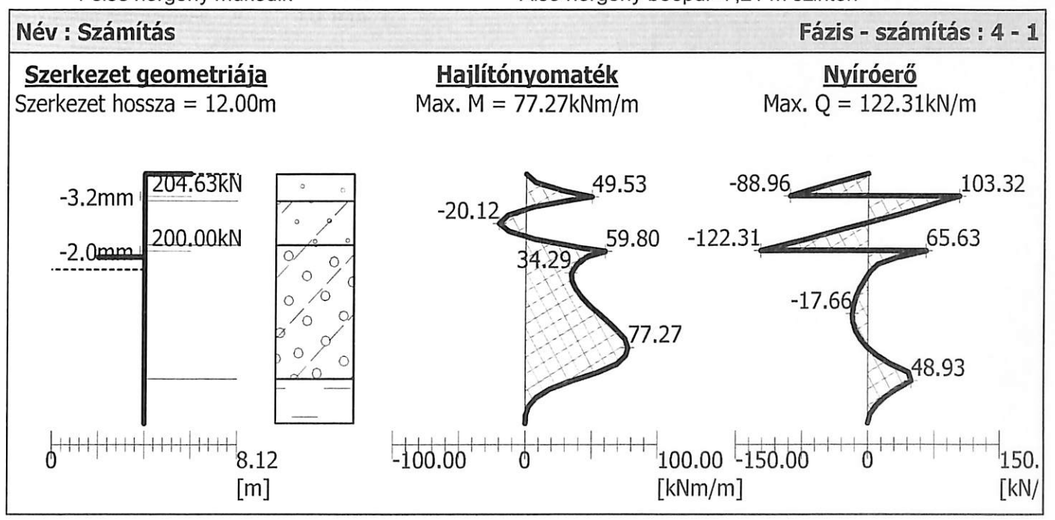


Kivitelezés 4. fázisának igénybevételei

Kiemelés: -7,55 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -8,15 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik Alsó horgony beépül -7,21 m szinten



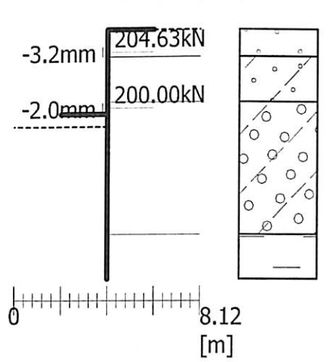
Kiemelés: -7,55 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -8,15 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik Alsó horgony beépül -7,21 m szinten



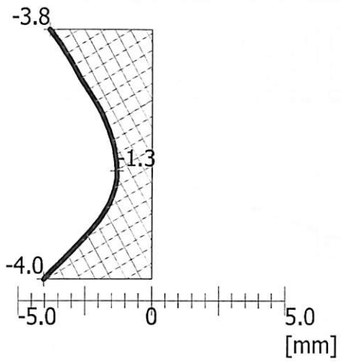
Kiemelés: -7,55 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -8,15 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik Alsó horgony beépül -7,21 m szinten

Név : Számítás **Fázis - számítás : 4 - 1**

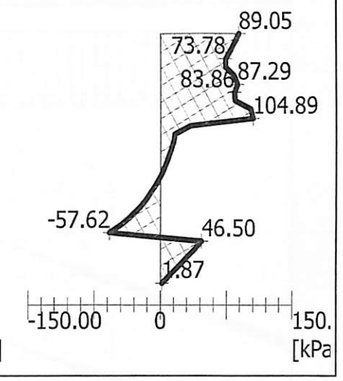
Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12.00m



Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 4.0mm



Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 104.89kPa



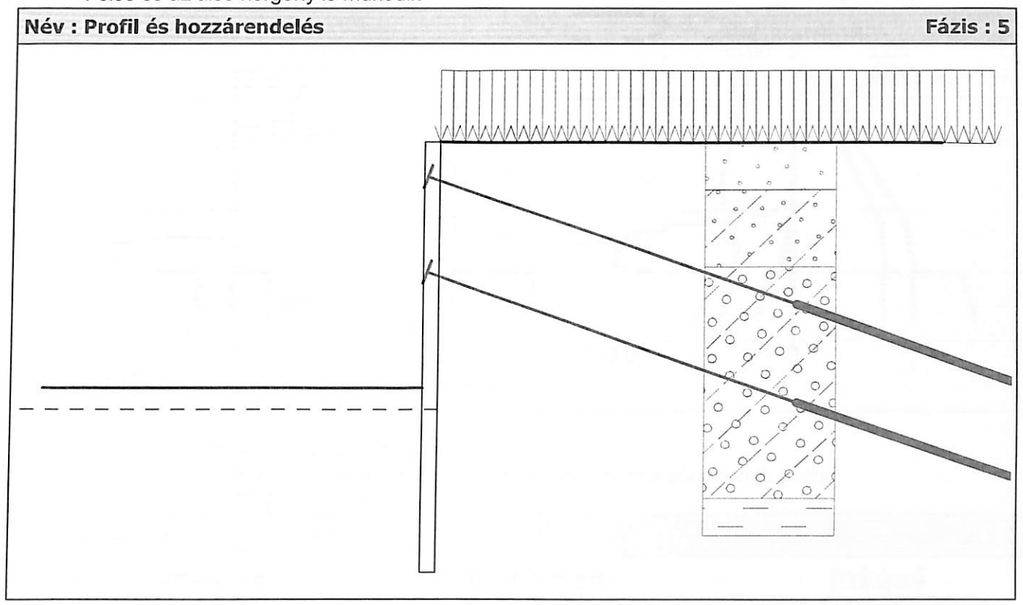
Maximális nyíróerő = 122.31 kN/m
Maximális nyomaték = 77.27 kNm/m
Maximális elmozdulás = 4.0 mm

Kivitelezés 5. fázisa

A résfal előtti talaj kiemelik -10,32 m mélységig, amely a tervezett legnagyobb gödörmélység.

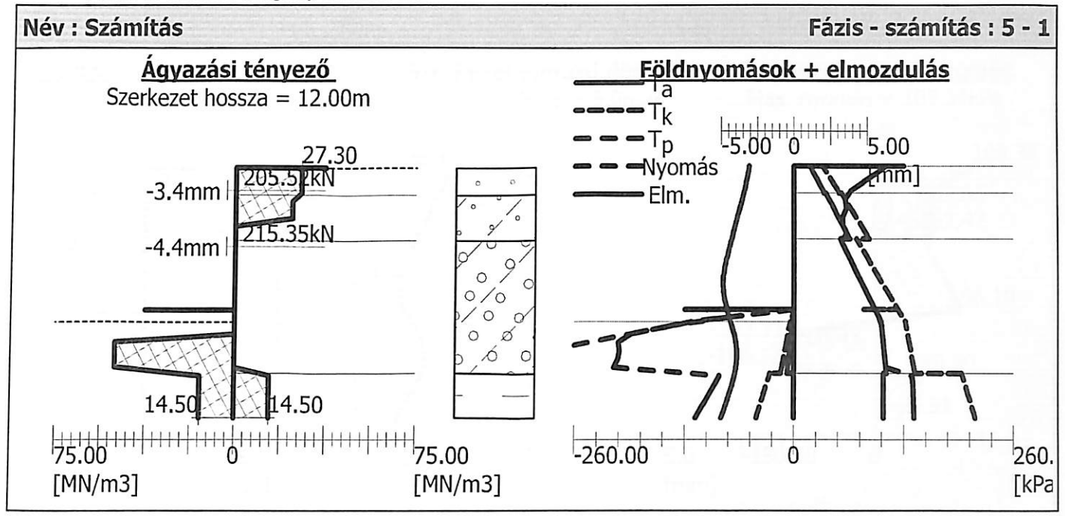
Kivitelezés 5. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső és az alsó horgony is működik

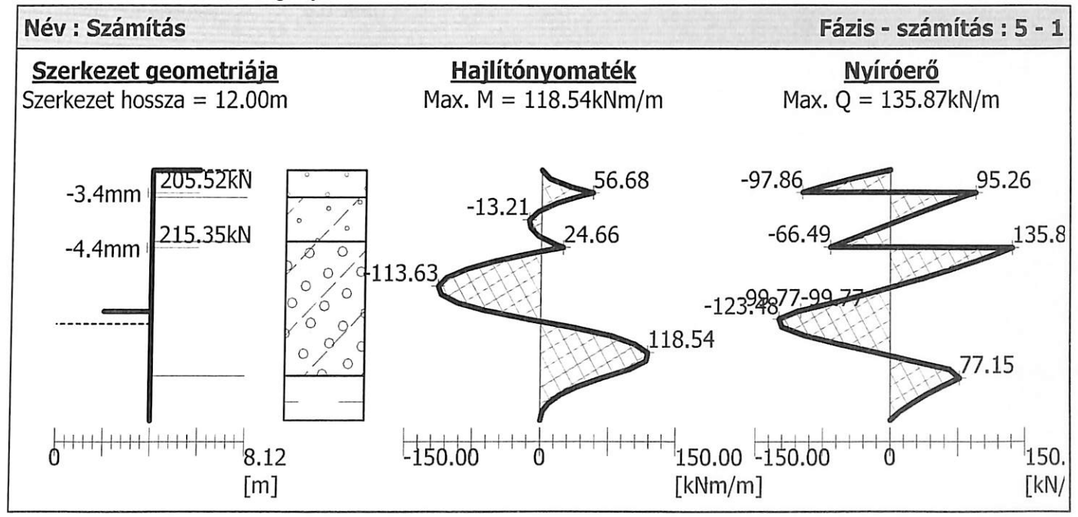


Kivitelezés 5. fázisának igénybevételei

Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső és az alsó horgony is működik



Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső és az alsó horgony is működik



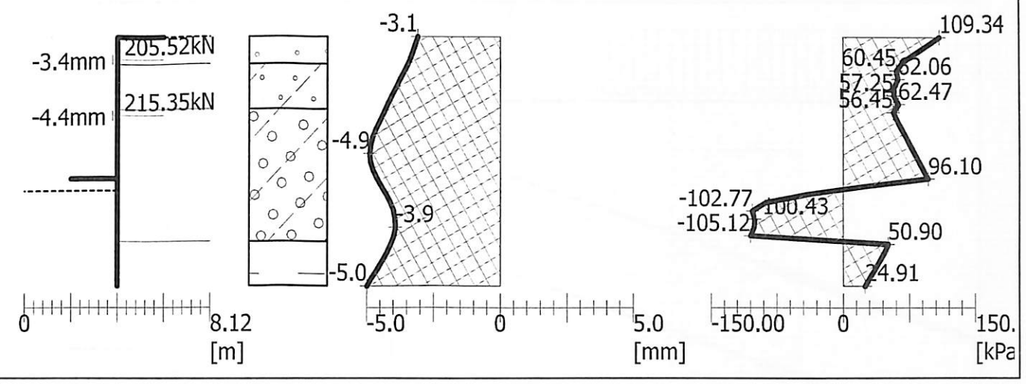
Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Horgony működik

Név : Számítás **Fázis - számítás : 5 - 1**

Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12.00m

Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 5.0mm

Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 109.34kPa



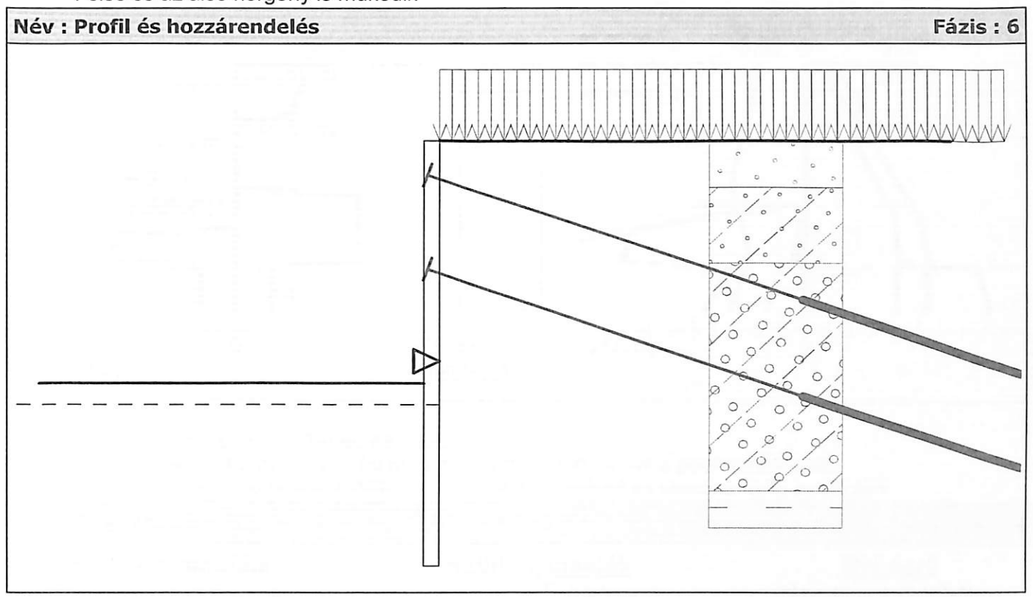
Maximális nyíróerő = 135.87 kN/m
Maximális nyomaték = 118.54 kNm/m
Maximális elmozdulás = 5.0 mm

Kivitelezés 6. fázisa

A résfal előtti talaj ki van emelve -10,32 m szintig, és beépül az alaplemez -9,7 m szintre.

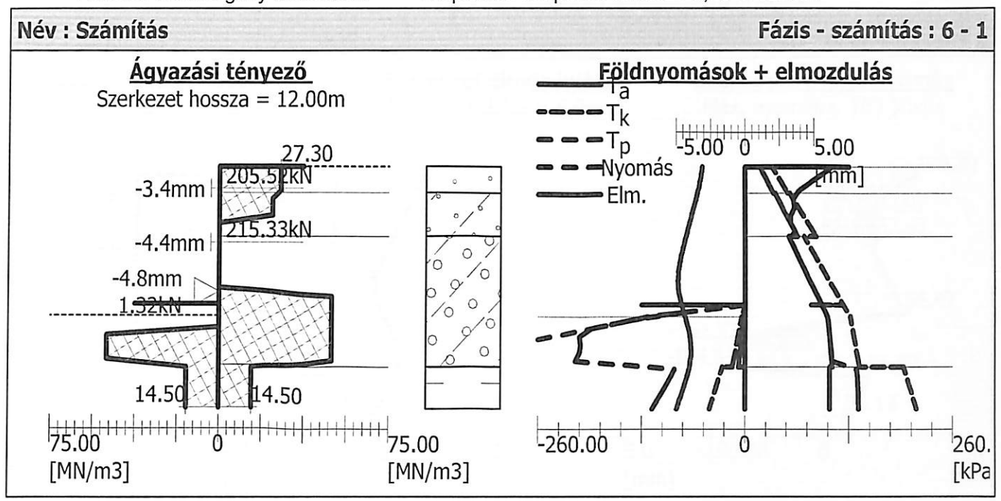
Kivitelezés 6. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső és az alsó horgony is működik

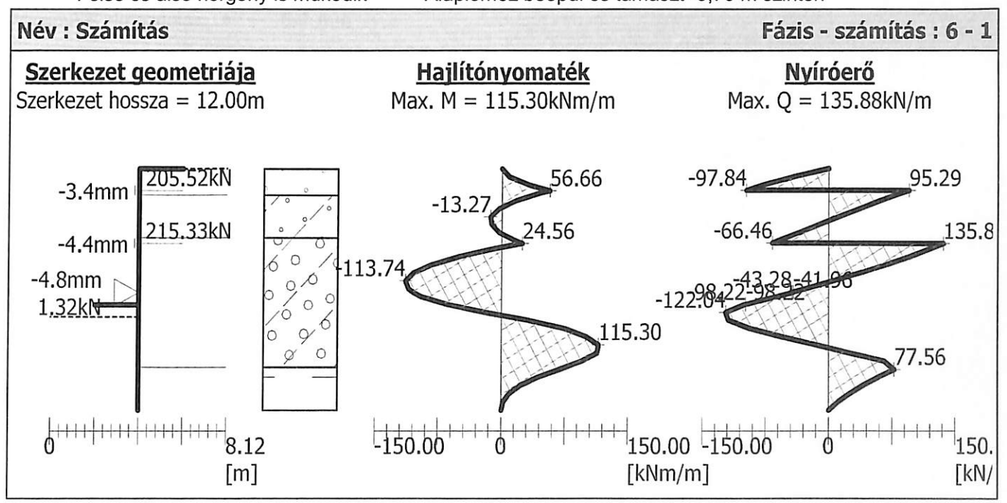


Kivitelezés 6. fázisának igénybevételei

Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső és alsó horgony is működik Alaplemez beépül és támaszt -9,70 m szinten



Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső és alsó horgony is működik Alaplemez beépül és támaszt -9,70 m szinten



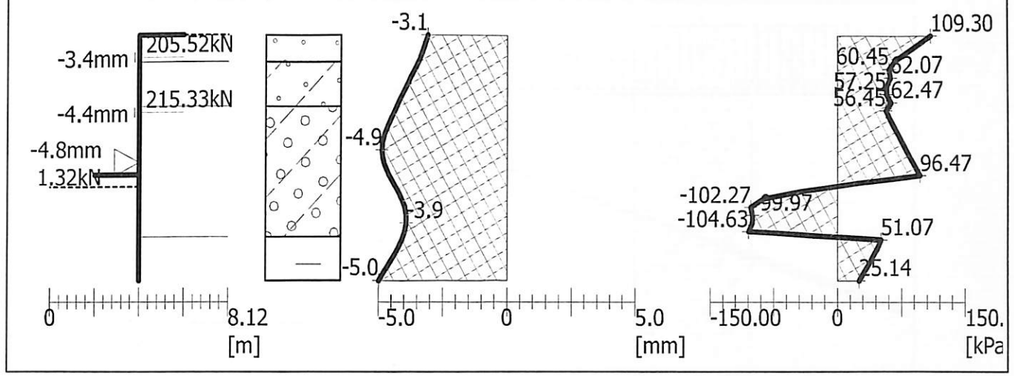
Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső és alsó horgony is működik Alaplemez beépül és támaszt -9,70 m szinten

Név : Számítás **Fázis - számítás : 6 - 1**

Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12.00m

Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 5.0mm

Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 109.30kPa



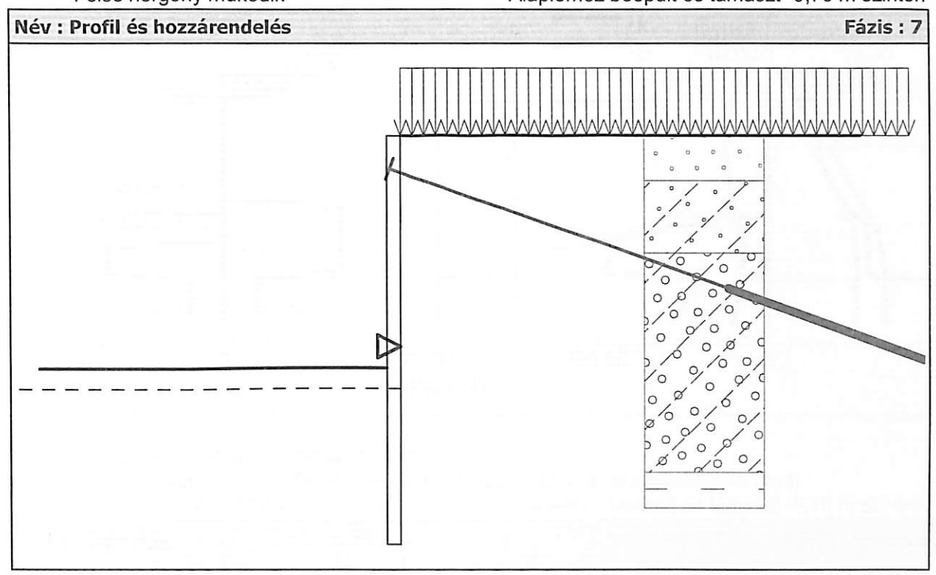
Maximális nyíróerő = 135.88 kN/m
Maximális nyomaték = 115.30 kNm/m
Maximális elmozdulás = 5.0 mm

Kivitelezés 7. fázisa

A résfal előtti talaj ki van emelve 10,32 m szintig, és elvágom az alsó horgonyt.

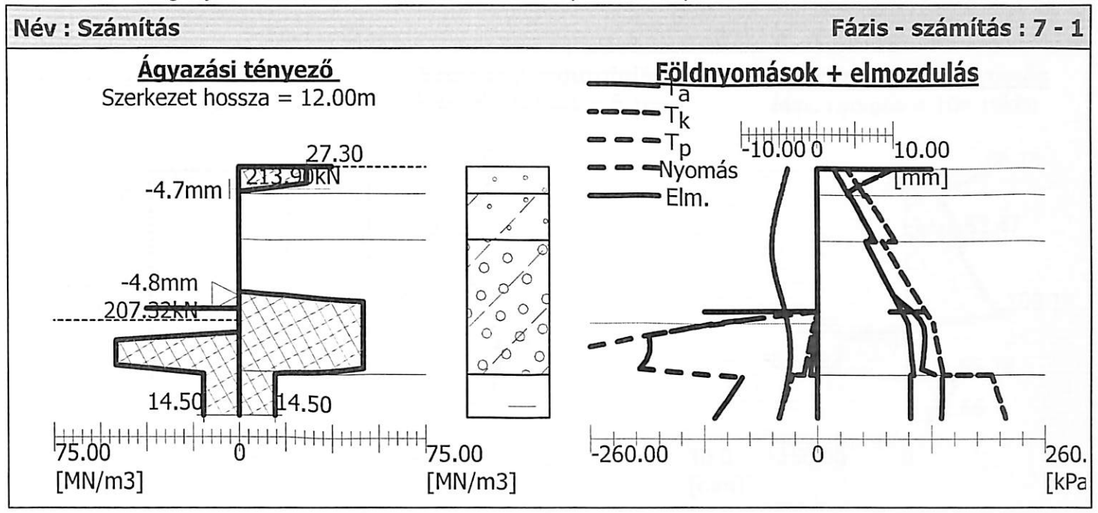
Kivitelezés 7. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik Alaplemez beépült és támaszt -9,70 m szinten

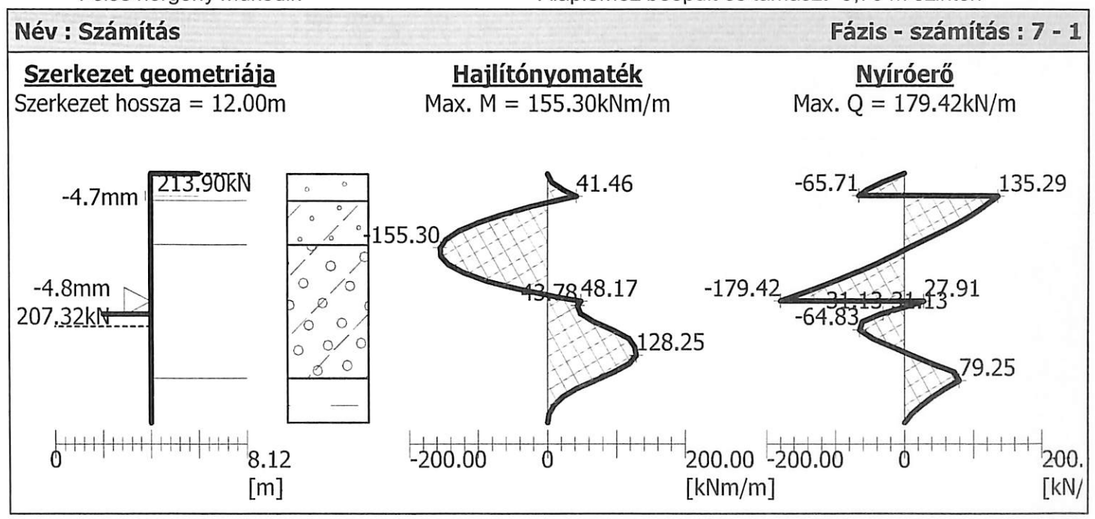


Kivitelezés 7. fázisának igénybevételei

Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik Alaplemez beépült és támaszt -9,70 m szinten



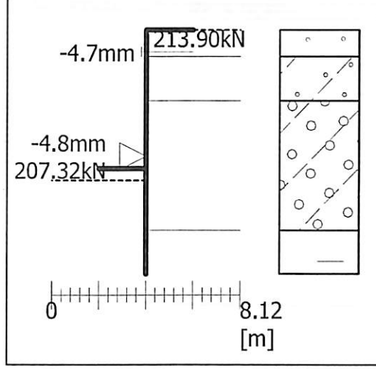
Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik Alaplemez beépült és támaszt -9,70 m szinten



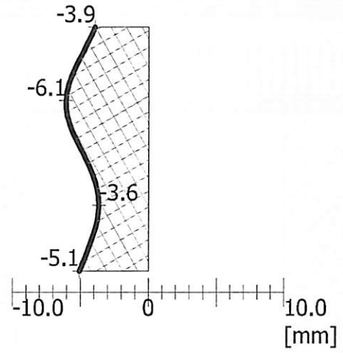
Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony működik Alaplemez beépült és támaszt -9,70 m szinten

Név : Számítás **Fázis - számítás : 7 - 1**

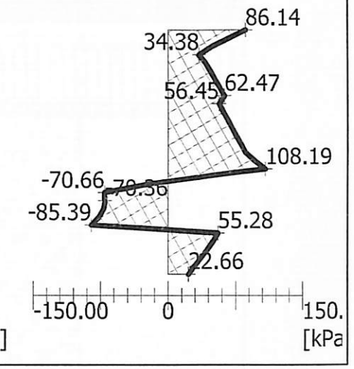
Szerkezet geometriája
Szerkezet hossza = 12.00m



Szerkezet elmozdulása
Max. elmozdulás = 6.1mm



Szerkezetre ható nyomás
Max. nyomás = 108.19kPa



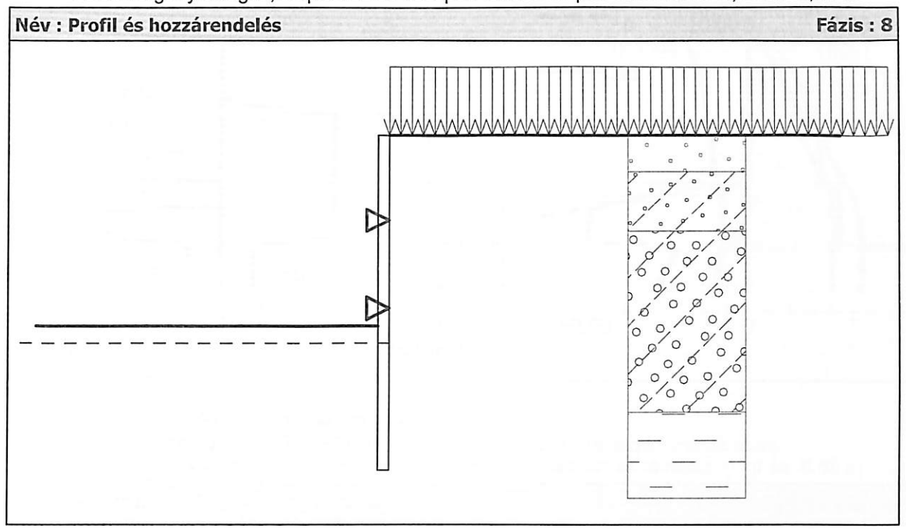
Maximális nyíróerő = 179.42 kN/m
Maximális nyomaték = 155.30 kNm/m
Maximális elmozdulás = 6.1 mm

Kivitelezés 8. fázisa

A résfal előtti talaj ki van emelve -10,32 m mélységig, amely a tervezett legnagyobb gödörmélység és beépült az alaplemez és a középső födém, valamint el lett vágva a felső horgony.

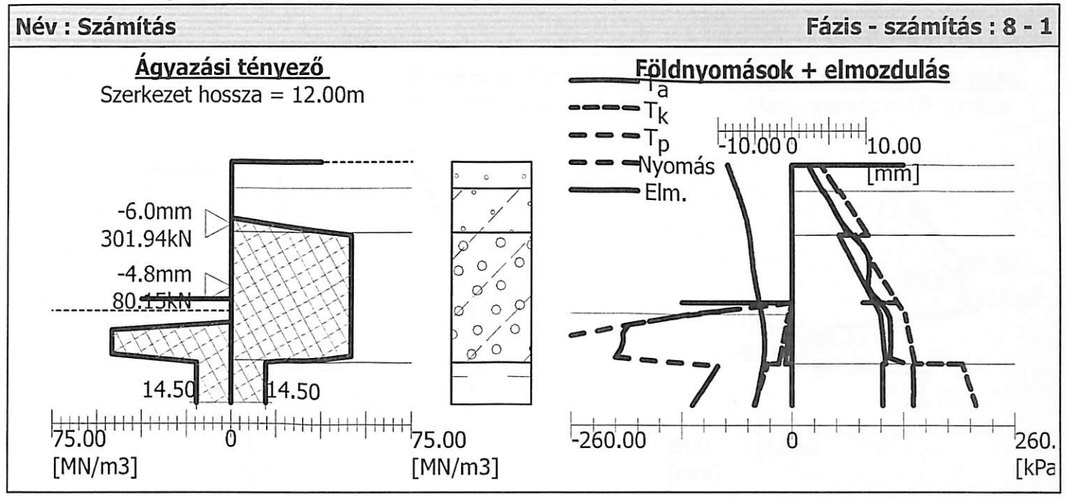
Kivitelezés 8. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony elvágva, alaplemez és középső födém beépült és támaszt -9,70 és -6,58 m

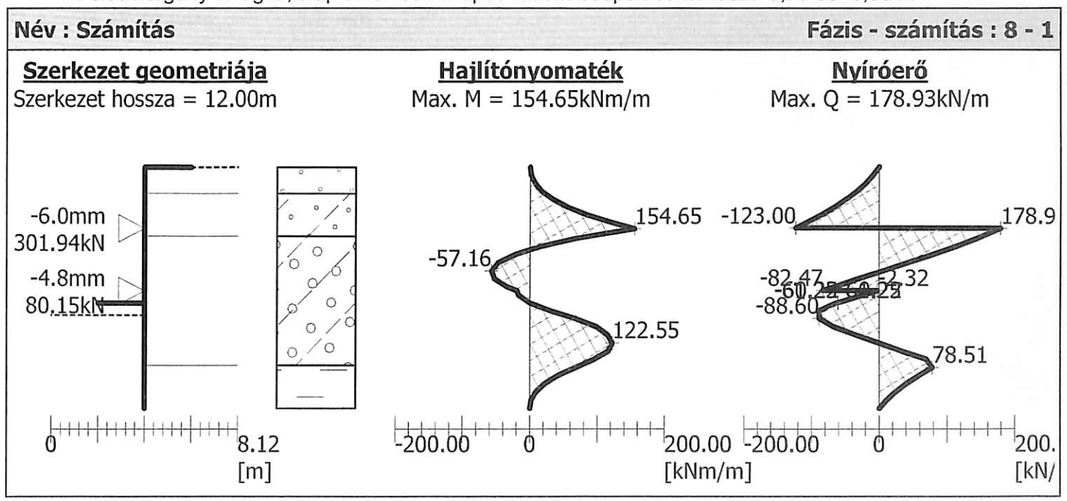


Kivitelezés 8. fázisának igénybevételei

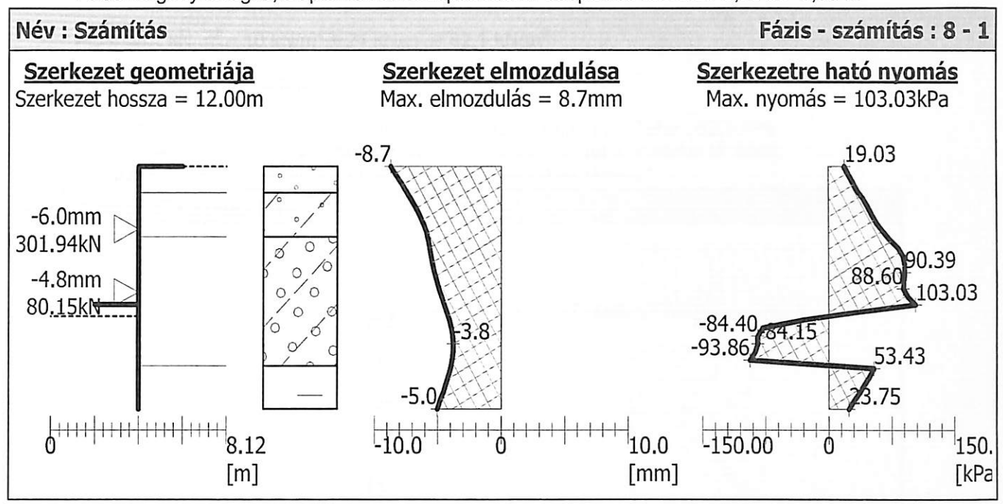
Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony elvágva, alaplemez és középső födém beépült és támaszt -9,70 és -6,58 m



Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony elvágva, alaplemez és középső födém beépült és támaszt -9,70 és -6,58 m



Kiemelés: -10,32 m Teher: 68,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Felső horgony elvágva, alaplemez és középső födém beépült és támaszt -9,70 és -6,58 m



Maximális nyíróerő = 178.93 kN/m
Maximális nyomaték = 154.65 kNm/m
Maximális elmozdulás = 8.7 mm

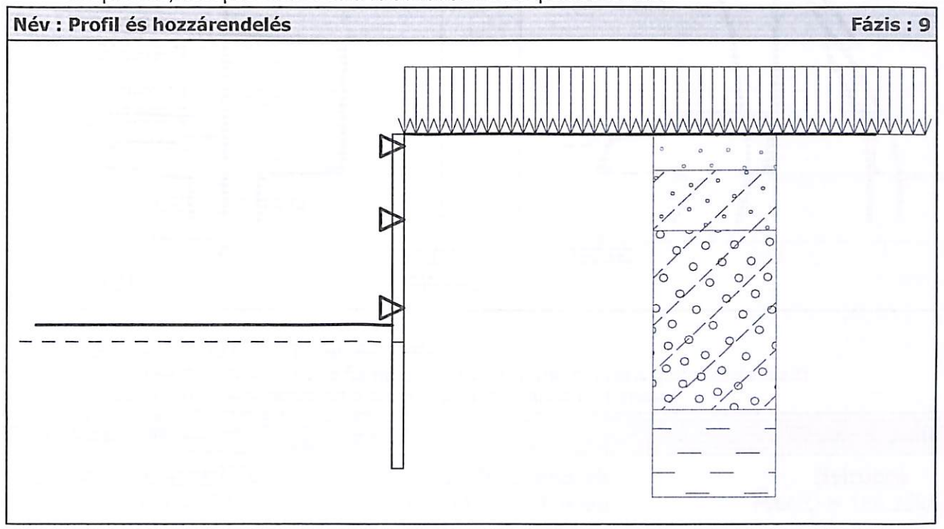
Kivitelezés 9. fázisa

A résfal előtti talaj ki van emelve -10,32 m mélységig, amely a tervezett legnagyobb gödörmélység. Az alaplemez és a középső és a felső födém is beépült. Végállapotban a 10 kN/m^2 teher helyett 24 kN/m^2-t veszünk figyelembe, így a teher értéke:

P_{ed} = 68,1 kN/m^2 – 10 kN/m^2 + 24 kN/m^2 = **82,1 kN/m^2**

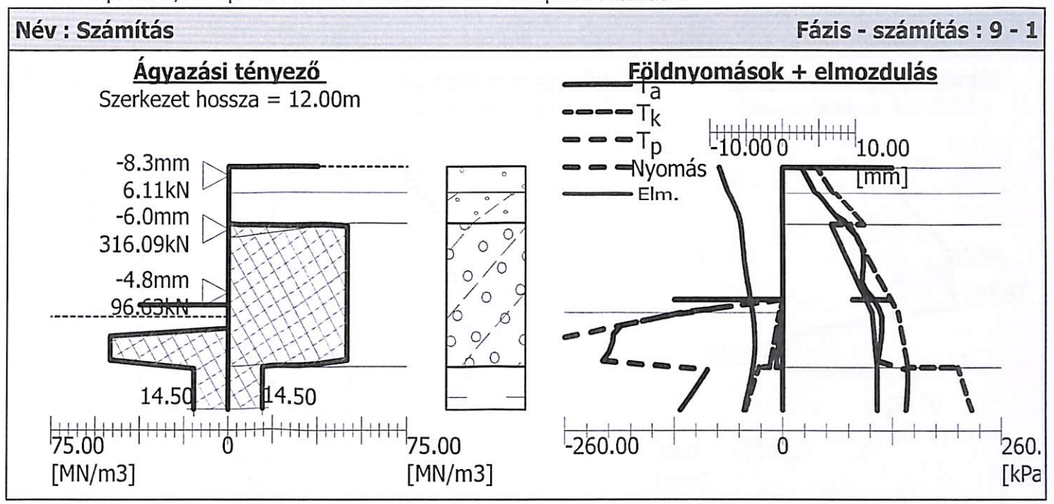
Kivitelezés 9. fázisának modellje

Fs.: -3,5 m As.: -15,5 m Gf.: -10,32 m Teher: 82,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Alaplemez, középső födém és a felső födém is beépült és támaszt

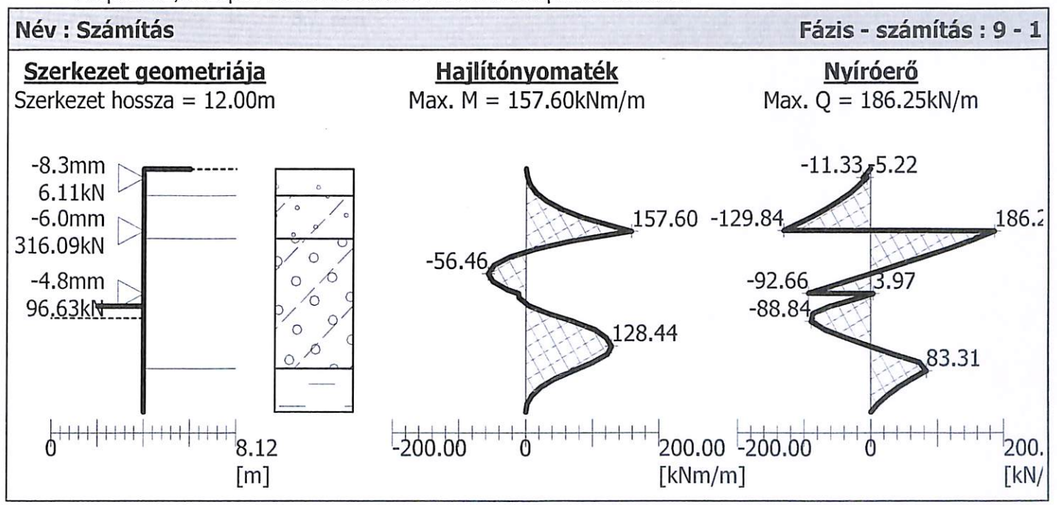


Kivitelezés 9. fázisának igénybevételei

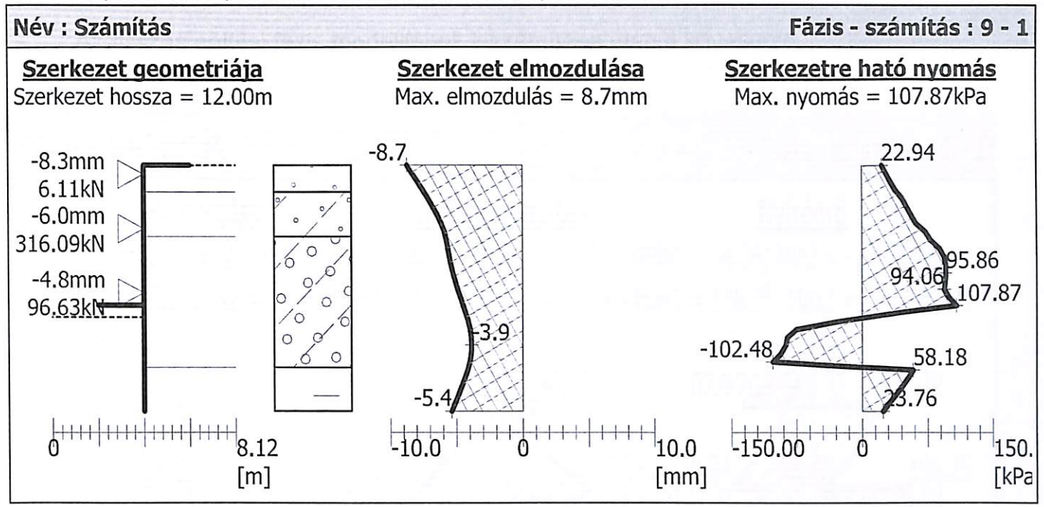
Kiemelés: -10,32 m Teher: 82,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Alaplemez, középső födém és a felső födém is beépült és támaszt



Kiemelés: -10,32 m Teher: 82,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Alaplemez, középső födém és a felső födém is beépült és támaszt



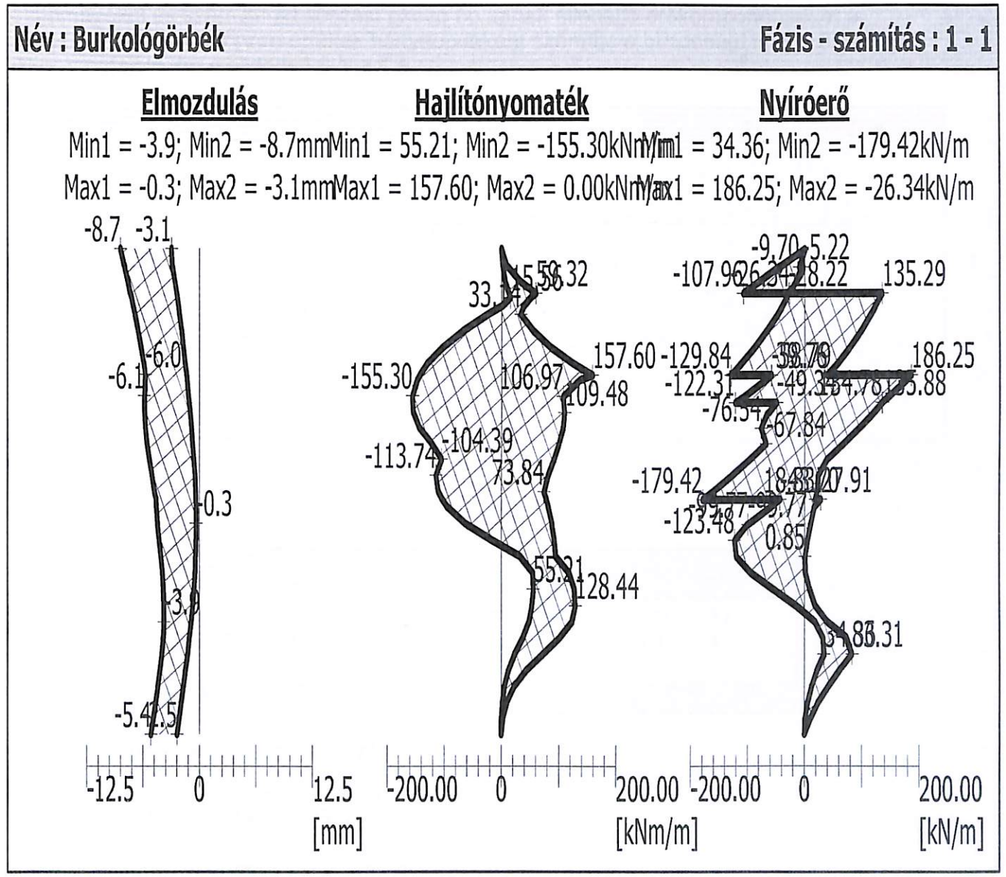
Kiemelés: -10,32 m Teher: 82,1 kPa
TV. a fal előtt: -3,5 m TV. a fal mögött: -10,92 m (60 cm-rel a gödörfenék alatt)
Alaplemez, középső födém és a felső födém is beépült és támaszt



Maximális nyíróerő = 186.25 kN/m
Maximális nyomaték = 157.60 kNm/m
Maximális elmozdulás = 8.7 mm

Burkolóábrák

Az összes építési fázis modelljének kiszámítása után a következő burkolóábrákat kaptam.

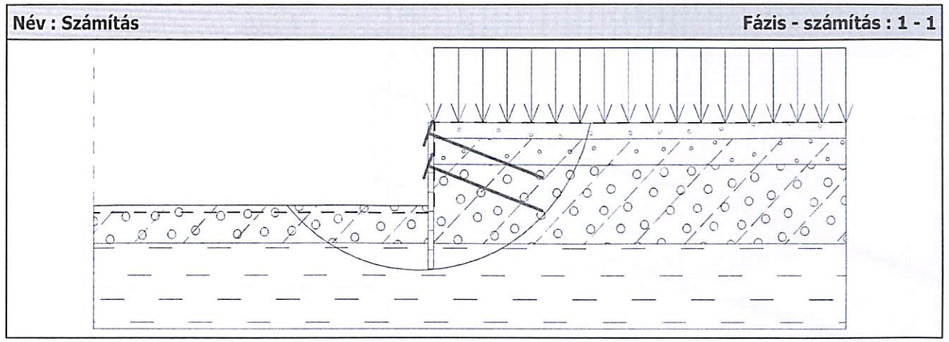


Maximális elmozdulás	=	-8.7	mm
Minimális elmozdulás	=	-0.3	mm
Maximális hajlítónyomaték	=	157.60	kNm/m
Minimális hajlítónyomaték	=	-155.30	kNm/m
Maximális nyíróerő	=	186.25	kN/m

3. Külső stabilitás vizsgálat

A külső stabilitás vizsgálatot a Kivitelezés 5. fázisára végeztem, amikor a munkagödör a tervezett legnagyobb mélységig, -10,32 m-ig ki van emelve és a felső és alsó horgonyok működnek, mert ebben az állapotban a legkisebb a külső talajtörés elleni biztonság.

Kőrcsúszólapot feltételezve a GEO 5 szoftver próbálgatásos optimalizálással határozza meg a kritikus csúszólapot. A program lamellákra osztja a csúszólapon belüli földtömegeket és számítja a csúszást okozó és annak ellenálló erőkomponenseket a csúszólap felületén és ezen értékek hányadosaként számítja a biztonsági tényezőt, amely akkor megfelelő, ha a biztonság, N ≥ 1,5.



Köríves csúszólap

Csúszólap paraméterei							
Középpont :	x =	-1,36	[m]	Szögek :	α1 =	-48,90	[°]
	z =	105,29	[m]		α2 =	77,78	[°]
Sugár :	R =	15,30	[m]				
Csúszólap az optimalizálás után.							

Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)

Aktív erők összege : Fa = 1376,74 kN/m
Passzív erők összege : Fp = 3391,10 kN/m

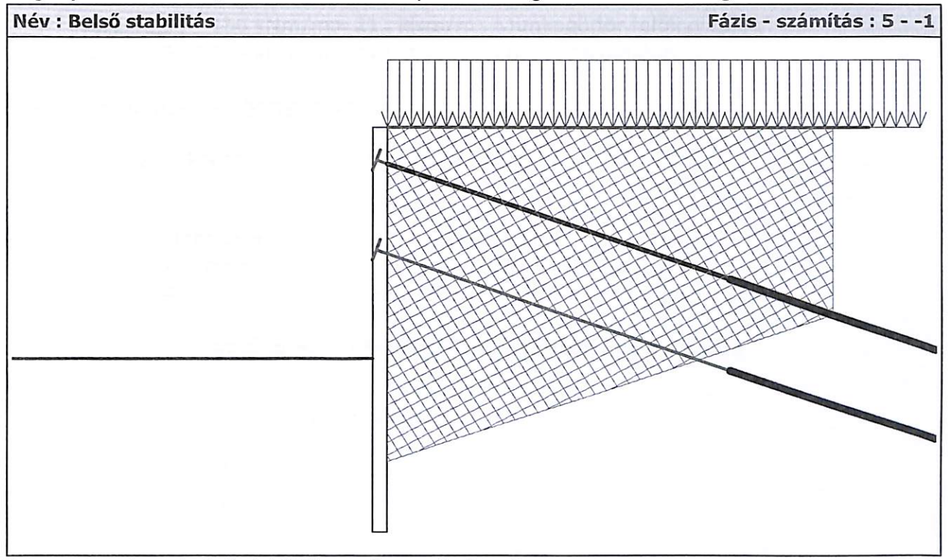
Elcsúszási nyomaték : Ma = 21064,05 kNm/m
Ellennyomaték : Mp = 51883,86 kNm/m

Biztonsági tényező = 2,46 > 1,50 , Megfelel!

4. Belső stabilitás vizsgálat

A GEO 5 szoftver a belső stabilitást a Kranz – Ostermayer grafoanalitikus módszerrel végzi úgy, hogy a horgony injektált fejéhez szerkesztett földék egyensúlyát vizsgálja. A lehetséges horgonyerőnek kell nagyobbnak lenni az igénybevétel számítás szerinti szükséges horgonyerőnél. Itt a biztonsági tényezőnek, N > 1,5.

A belső stabilitás vizsgálatot is a Kivitelezés 5. fázisára végeztem, amikor a munkagödör a tervezett legnagyobb mélységig, -10,32 m-ig ki van emelve és a felső és alsó horgonyok működnek, mert ebben az állapotban a legkisebb a biztonság.



Horgony rendszer belső stabilitása - részeredmények

E_A = 290.36 kN/m δ = 23.26 °

Horgony sor	EA1 [kN/m]	□1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	□ [°]	Figyelembevett horgonysorok	Q [kN/m]	F [kN/m]	FKMAX [kN]
1	156.68	32.49	996.69	18.11	16.95		899.75	484.09	484.09

Horgony rendszer belső stabilitásának vizsgálata

Sz.	Horgonyerő [kN]	Max. megeng. horgonyerő [kN]	Tényező biztonsága
1	230.02	484.09	2.105

Mértékadó horgonysor: 1

Szükséges biztonsági tényező BT= 1.50 < 2.10 = BT_{minim} , **MEGFELEL!**

A többi kivitelezési fázisban kedvezőbb a belső stabilitás!

5. Résfal vasalásának tervezése

Mértékadó igénybevételek meghatározása

A Burkolóábráról leolvasott legnagyobb értékeket *karakterisztikus* értéknek vettem figyelembe, ezért a *mértékadó* igénybevétel meghatározásához **γ=1,35** biztonsági tényezővel szoroztam a karakterisztikus értékeket.

Résfalra ható mértékadó nyomatékok:

M_{ed1} = 1,35 * 156 kNm/m = 211 kNm/m - Munkagödör felöli oldalon
M_{ed2} = 1,35 * 158 kNm/m = 214 kNm/m - Föld felöli oldalon

Horgony legnagyobb igénybevétele:

n_{kar} = 216 kN/m n_M = 292 kN/m

Támaszerők:
Legfölső lemezre: n_{kar} = 6,11 kN/m
Középső lemezre: n_{kar} = 317 kN/m
Alaplemezre: n_{kar} = 208 kN/m

Vasalás számítása a Munkagödör felöli oldalra

M_{ed} = 1,35 * 156 kNm/m = **211 kNm/m**

Kengyel: ϕ14
Fővas: ϕ20

Betonfedés: $c_{nom} \geq 10\ mm + \max\begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10\ mm \end{cases}$

c_{nom} = 50 mm (kengyelen)

Dolgozó magasság: $d = 600 - (c_{nom} + \phi_{kengyel} + \phi_{fővas}/2)$
$d = 600 - (50 + 14 + 20/2)$
$d = 526$ mm

Nyomott betonöv számítása:

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

x_c = 24,646 mm

Nyomott betonzóna magasság határhelyzete:

$$x_{c0} = \xi_{c0} * d$$
$$x_{c0} = 0{,}49 * 526$$
$$\mathbf{x_{c0} = 257{,}74\ mm > x_c\ ,\ Megfelel!}$$

Fajlagos vasalás számítás:

$$N_c = N_s$$
$$b * x_c * f_{cd} = A_s * f_{yd}$$
A_s = 944,757 mm^2/m

A1 armatúra vasalása a Munkagödör felöli oldalon

Terhelő mező: T_m = 2,8 m
Nyomaték: $M_{ed} * T_m$ = 590,8 kNm
Szükséges vasmennyiség:

$$A_s * T_m = 2645{,}319 \text{ mm}^2$$
$$A_{s,prov} = 3142 \text{ mm}^2 \rightarrow 10\phi 20$$

Ellenőrzés:

$$b * x_c * f_{cd} = A_{s,prov} * f_{yd}$$
$$2800 * x_c * 13{,}3 = 3142 * 435$$
$$x_c = 29{,}269 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = b * x_c * f_{cd} * \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$
$$\mathbf{M_{Rd} = 698{,}479\ kNm > M_{ed}}\text{, Megfelel!}$$

A2 armatúra vasalása a Munkagödör felöli oldalon

Terhelő mező: T_m = 2,23 m
Nyomaték: $M_{ed} * T_m$ = 470,53 kNm
Szükséges vasmennyiség:

$$A_s * T_m = 2106{,}808 \text{ mm}^2$$
$$A_{s,prov} = 2513 \text{ mm}^2 \rightarrow 8\phi 20$$

Ellenőrzés:

$$b * x_c * f_{cd} = A_{s,prov} * f_{yd}$$
$$2230 * x_c * 13{,}3 = 5027 * 435$$
$$x_c = 29{,}401 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = b * x_c * f_{cd} * \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$
$$\mathbf{M_{Rd} = 558{,}711\ kNm > M_{ed}}\text{, Megfelel!}$$

Vasalás számítása a Föld felöli oldalra

M_{ed} = 1,35 * 158 kNm/m = **214 kNm/m**

Kengyel: ϕ14
Fővas: ϕ20

Betonfedés: $c_{nom} \geq 10\ mm + \max\begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10\ mm \end{cases}$

c_{nom} = 50 mm (kengyelen)

Dolgozó magasság: $d = 600 - (c_{nom} + \phi_{kengyel} + \phi_{fővas}/2)$
$d = 600 - (50 + 14 + 20/2)$
$d = 526$ mm

Nyomott betonöv számítása:

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

x_c = 25,005 mm

$$x_{c0} = \xi_{c0} * d$$
$$x_{c0} = 0{,}49 * 526$$
$$\mathbf{x_{c0} = 257{,}74\ mm > x_c,\ Megfelel!}$$

Fajlagos vasalás számítás:

$$N_c = N_s$$
$$b * x_c * f_{cd} = A_s * f_{yd}$$

A_s = 958,525 mm²/m

A1 armatúra vasalásának számítása a Föld felöli oldalon

Terhelő mező: T_m = 2,8 m
Nyomaték: $M_{ed} * T_m$ = 599,2 kNm
Szükséges vasmennyiség:

$A_s * T_m$ = 2683,869 mm²

$A_{s,prov} = 3142\ mm^2 \rightarrow 10\phi20$

Ellenőrzés:

$$b * x_c * f_{cd} = A_{s,prov} * f_{yd}$$
$$2800 * x_c * 13{,}3 = 6283 * 435$$
$$x_c = 29{,}269\ mm$$

$$M_{Rd} = b * x_c * f_{cd} * \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$
$$\mathbf{M_{Rd} = 698{,}479\ kNm > M_{ed},\ Megfelel!}$$

A2 armatúra vasalásának számítása a Föld felöli oldalon

Terhelő mező: $T_m = 2{,}23$ m
Nyomaték: $M_{ed} * T_m = 477{,}220$ kNm
Szükséges vasmennyiség:

$A_s * T_m = 2137{,}51\ mm^2$

$A_{s,prov} = 2513\ mm^2 \rightarrow 8\phi 20$

Ellenőrzés:

$$b * x_c * f_{cd} = A_{s,prov} * f_{yd}$$

$$2230 * x_c * 13{,}3 = 2513 * 435$$

$$x_c = 29{,}401\ mm$$

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

$$\mathbf{M_{Rd} = 558{,}711\ kNm > M_{ed}\text{, Megfelel!}}$$

6.Repedéstágasság ellenőrzése

Repedéstágasságot a nyomatékok karakterisztikus értékére ellenőrizzük a fajlagos vasalás alapján.

Betonminőség: C 20/25 – XC1 – 32 – F5
Betonacél minőség: B 500

Repedéstágasság ellenőrzése A1/A2 armatúrára belül

Repedéstágasság karakterisztikus értéke:

$$w_k = \max\begin{cases} s_{r,max}\,(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \\ 0{,}6\; s_{r,max}\;\sigma_s/E_s \end{cases}$$

A repedések maximális távolsága:

$$s_{r,max} = 3{,}4c + 0{,}425\; k_1 k_2 \phi_s A_{c,eff}/A_s$$

$$s_{r,max} = 3{,}4 * 50 + 0{,}425 * 0{,}8 * 0{,}5 * 20 * \frac{185000}{1885}$$

$$s_{r,max} = 333{,}777\ \text{mm}$$

Acélbetét feszültségének becsült értéke:

$$\sigma_s \approx \frac{M}{z * A_s}, \text{ahol } z = \frac{7}{8}d$$

$$\sigma_s \approx \frac{211\ \text{kNm}}{0{,}46\ \text{m} * 0{,}001885\ \text{m}^2}, \text{ahol } z = \frac{7}{8} * 526 = 460{,}25\ \text{mm}$$

$$\sigma_s \approx 243{,}21\ \text{N/mm}^2$$

A húzott átlagos acélbetét nyúlása a repedések között a húzott betonöv együttműködésével:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0{,}4 f_{ctm}\, A_{c,eff}/A_s}{E_s}$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{243{,}21 - 0{,}4 * 2{,}2 * 185000/1885}{206000}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0{,}0007614$$

A húzott beton átlagos nyúlása a repedések között:

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}4 f_{ctm}\,/E_{cm}$$

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}4 * 2{,}2\ /30000$$

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}0000293$$

Repedéstágasság karakterisztikus értéke:

$$w_k = \max\begin{cases} s_{r,max}\,(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \\ 0{,}6\; s_{r,max}\;\sigma_s/E_s \end{cases}$$

$$w_k = \max\begin{cases} 333{,}777\,(0{,}0007614 - 0{,}0000293) \\ 0{,}6 * 333{,}777 * 243{,}21/206000 \end{cases}$$

$$w_k = \max\begin{cases} 0{,}24434 \\ 0{,}23644 \end{cases}$$

$$\mathbf{w_k = 0{,}24434} < 0{,}3 = \mathbf{w_{k,eng}}\text{, Megfelel!}$$

Repedéstágasság ellenőrzése A1/A2 armatúrára kívül

Repedéstágasság karakterisztikus értéke:

$$w_k = \max\begin{cases} s_{r,max}\,(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \\ 0{,}6\; s_{r,max}\;\sigma_s/E_s \end{cases}$$

A repedések maximális távolsága:

$$s_{r,max} = 3{,}4c + 0{,}425\; k_1 k_2 \phi_s A_{c,eff}/A_s$$

$$s_{r,max} = 3{,}4 * 50 + 0{,}425 * 0{,}8 * 0{,}5 * 20 * \frac{185000}{1885}$$

$$s_{r,max} = 333{,}777\ \text{mm}$$

Acélbetét feszültségének becsült értéke:

$$\sigma_s \approx \frac{M}{z * A_s}\text{, ahol } z = \frac{7}{8}d$$

$$\sigma_s \approx \frac{214\ \text{kNm}}{0{,}46\ \text{m} * 0{,}001885\ \text{m}^2}\text{, ahol } z = \frac{7}{8} * 526 = 460{,}25\ \text{mm}$$

$$\sigma_s \approx 246{,}67\ \text{N/mm}^2$$

A húzott átlagos acélbetét nyúlása a repedések között a húzott betonöv együttműködésével:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0{,}4 f_{ctm}\, A_{c,eff}/A_s}{E_s}$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{246{,}67 - 0{,}4 * 2{,}2 * 185000/1885}{206000}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0{,}0007782$$

A húzott beton átlagos nyúlása a repedések között:

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}4 f_{ctm} / E_{cm}$$

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}4 * 2{,}2 / 30000$$

$$\varepsilon_{cm} = 0{,}0000293$$

Repedéstágasság karakterisztikus értéke:

$$w_k = \max \begin{cases} s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \\ 0{,}6\, s_{r,max}\, \sigma_s / E_s \end{cases}$$

$$w_k = \max \begin{cases} 333{,}777\ (0{,}0007782 - 0{,}0000293) \\ 0{,}6 * 333{,}777 * 246{,}67 / 206000 \end{cases}$$

$$w_k = \max \begin{cases} 0{,}24995 \\ 0{,}2398 \end{cases}$$

$$\mathbf{w_k = 0{,}2499} < 0{,}3 = \mathbf{w_{k,eng}},\ \mathbf{Megfelel!}$$

7. Résfal ellenőrzése nyírásra

Mértékadó nyíróerő számítása:

V_{ed} = 1,35 * 187 kN/m = 252,45 kN/m

Beton húzószilárdságának tervezési értéke:

f_{ctd} = 1,0 N/mm^2

Dolgozó magasság:

d = 526 mm

Kengyelek maximális távolsága:

0,75 * d = 0,75* 526 = 394,5 mm

Betonfedés: c_{nom} = 50 mm (kengyelen)

c értékének meghatározása:

C 20/25 sziládsági jelű beton esetén
d = 500 mm → c = 0,316
d = 600 mm → c = 0,301
Lineáris interpolációval
d = 526 mm → c = 0,3121

A beton nyírási teherbírása:

$V_{Rdc} = c * b_w * d * f_{ctd}$
$V_{Rdc} = 0{,}3121 * 1000 * 526 * 1$
V_{Rdc} = 164,165 kN/m < V_{ed}, ezért méretezett nyírási vas szükséges!

A belső erők karja: z = 0,9 * d = 0,9 * 526 = 473,4 mm

A ferde, nyomott beton rácsrúdban megengedett feszültség:

$v * f_{cd}$

$$v = 0{,}6 * (1 - \frac{f_{ck}}{250})$$

$$v = 0{,}6 * (1 - \frac{20}{250})$$

$$v = 0{,}552$$

A fajlagos nyírási teherbírás maximuma:

$$V_{Rd,max} = 0{,}5 * b_w * z * v * f_{cd}$$

$$V_{Rd,max} = 0{,}5 * 1000 * 473{,}4 * 0{,}552 * 13{,}33$$

$$\mathbf{V_{Rd,max} = 1742{,}112\ kN/m > V_{ed}\ , Megfelel!}$$

A nyírási acél keresztmetszeti területe:

A_{sw} = 616 mm^2 4ϕ14

Kengyelek távolsága:

$$S = \frac{z * A_{sw} * f_{yd}}{V_{ed}}$$

$$S = \frac{473{,}4 * 616 * 435}{252{,}45 * 10^3}$$

$$S = 502{,}234\ mm \rightarrow S_{alk} = 350\ mm$$

A méretezett nyírási vasalást tartalmazó keresztmetszet nyírási teherbírása:

$$V_{Rds}^{(350)} = \frac{z}{S_{alk}} * A_{sw} * f_{yd}$$

$$V_{Rds}^{(350)} = \frac{473{,}4}{350} * 616 * 435$$

$$\mathbf{V_{Rds}^{(350)} = 362{,}254\ kN/m > V_{Ed}\ ,\ Megfelel!}$$

8. Talajhorgonyok számítása

Minden horgony 18,00 m hosszú, injektált szakasz 8,00 m, hajlás 20°,
beépítés -4,40 m és -7,21 m.

HORGONYERŐ TERVEZÉSI ÉRTÉKE

Maximális terhelő mező egy horgonyra:
b = 3,30 m
Fajlagos támerő: n_M = 1,35 * 216 kN/m = 292 kN/m

Mértékadó horgonyerő:
N_M = b * n_M = 3,30 * 292 = 964 kN

ACÉLTEST TEHERBÍRÁS

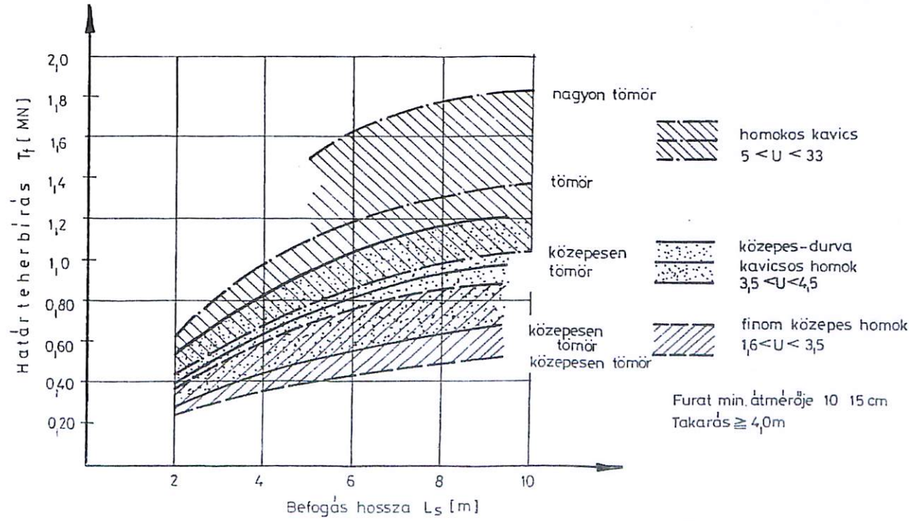
Alkalmazott acéltest:
7 db Fp 139/1770 kábel (σ_{aH} = 1770 N/mm^2, A = 139 mm^2/db)
$N_{H,acél}$ = 7 * 139 * 1770 = 1722,21 kN > N_M = 964 kN

Biztonság szakadásra::
n = 7 * 139 * 1770 / (964 / 1,35) = 2,412 > 1,7 , Megfelel!

INJEKTÁLT FEJ TEHERBÍRÁSA

Injektált szakasz hossza 8,00 m, furatátmérő 180 mm, talaj: kavicsos homok, homokos kavics, takarás > 5,00 m

Az MI 04-194-82 szerint: $N_{H,inj}$ = 1400 – 1600 kN > N_M = 1030 kN Megfelel!



FESZÍTÉSI ADATOK

Szükséges maradó előfeszítő erő (horgonyerő alapérték kb. 80%-a):

$N_{ef} = 0{,}80 * (N_M / 1{,}35) = 0{,}80 * (964 / 1{,}35) = 572$ kN

Relaxációs veszteség (R1 osztály, $\frac{\sigma_0}{\sigma_0} < 0{,}75$, élettartam max. 6 hónap, feszültségveszteség kb. 3 %):

$N_R = 0{,}03 * (N_M / 1{,}35) = 0{,}03 * (964 / 1{,}35) = 21{,}422$ kN ≈ 22 kN

Ékcsúszási veszteség (max. é = 6 mm tapasztalat alapján, mérve lesz, szabad kábelhossz l_{SZ} = 10,00 m, előtét kábelhossz l_e = 1,20 m)

$N_É = é * E * A / (l_{SZ} + l_e) = 6 * 195000 * 7 * 139 / (10000 + 1200) = 101{,}644$ kN

Blokkoló erő:

$\mathbf{N_B} = N_{ef} + N_R + N_É = 610{,}37 + 23 + 101{,}644 =$ **696 kN**

Feszítési adatok egységesen:

Ellenőrző erő:	1109	kN	(kb. 1,15 * N_M)
Blokkoló erő:	696	kN	
Szüks. maradó előfesz.:	572	kN	
Horgony merevség kb.:	20000	kN/m	

9. Résfalra ható függőleges erők ellenőrzése

Mértékadó lefelé ható erő: N_{ed} = 4300 kN
Terhelő mező: T_m = 5,70 m

Megoszló falteher: P_{Ed} = 215 kN/m

Összes mértékadó teher: N_{Ed} = (4300/5,70) + 215 = 970 kN/m ↓

Közelítő teherbírás: Résfal v = 50 (55) cm Talpfelület: A = 0,5 m^2/m

Talp alatti törőfeszültség: $\sigma_{talaj} \geq 4$ MPa (kemény agyag, min. 1,5 m-t beleáll)

Biztonsági tényező közelítőleg: γ = 0,5

Résfal határereje: N_{Rd} = 0,5 * 0,5 * 4000 = 1000 kN/m

N_{Rd} = 1000 kN/m > N_{Ed} = 970 kN/m Megfelel!

(a számításban a köpeny menti ellenállás a biztonság javára elhanyagoljuk)

VIII. Összehasonlító elemzés

Ebben a részben táblázatosan, különböző szempontok alapján fogom összehasonlítani az általam tervezett 60 cm névleges vastagságú, 1 horgonysorral gyámolított vasbeton résfalat az 50 cm névleges vastagságú, 2 horgonysorral gyámolított vasbeton résfallal. Az összehasonlítást a következő táblázat szemlélteti:

Szempontok	60 cm vasbeton résfal 1 horgonysorral	50 cm vasbeton résfal 2 horgonysorral	Eltérés	Kedvezőbb megoldás
Külső stabilitás biztonsága	2,47	2,46	0,01	60
Belső stabilitás biztonsága	2,1	2,1	0	-
Mértékadó nyomaték Munkagödör felöli oldalon [kNm/m]:	466	211	255	50
Mértékadó nyomaték Föld felöli oldalon [kNm/m]:	230	214	16	50
Horgonyban keletkező legnagyobb fajlagos erő [kN/m]:	312	292	20	50
Fajlagos vasalás Munkagödör felöli oldalon [mm^2/m]:	2153	945	1208	50
Fajlagos vasalás Föld felöli oldalon [mm^2/m]:	1033	959	74	50
Résfalra ható mértékadó nyíróerő [kN/m]:	355	253	102	50
Mértékadó horgonyerő [kN]:	1030	954	76	50
Szükséges horgonyok száma [db]:	82	164	-82	60
Horgonyok becsült összköltsége [Ft]:	30 500 000 Ft	61 008 000 Ft	-30 508 000 Ft	60
Armatúrákhoz szükséges összes vasmennyiség [t]:	125	92	33	50
Összes vasmennyiség becsült költsége [Ft]:	25 000 000 Ft	18 400 000 Ft	6 600 000 Ft	50
Építési fázisok száma [db]:	6	9	-3	60
Résfalhoz szükséges összes betonmennyiség [m^3]:	2090	1800	290	50
Beton becsült összköltsége [Ft]:	44 300 000 Ft	38 200 000 Ft	6 100 000 Ft	50

A táblázatban feltüntettem az egyes szempontok esetén a két megoldás közötti eltérést, valamint az utolsó oszlopban, hogy melyik a kedvezőbb megoldás az adott szempontból.

Az összehasonlítást a statikai számításban számolt igénybevételek eredményeinek összevetésével kezdtem. A táblázatban látható, hogy szinte az összes igénybevétel szempontjából kedvezőbb az 50 cm vastagságú résfal.

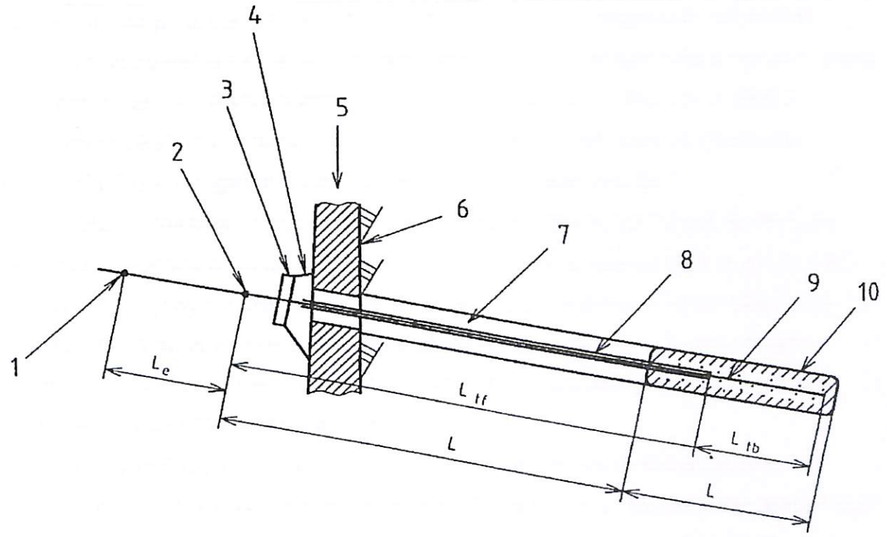
Feltűntettem a két, összehasonlított megoldás megvalósításához szükséges, becsült anyagmennyiségeket és a becsült költségüket. A feltűntetett árak tájékoztató jellegűek, csak a nagyságrendi különbségek szemléltetésé céljából használtam fel.

A táblázatból jól látszik, hogy a második horgonysor többletköltsége sokkal nagyobb, mint amennyivel több az anyagköltsége a 60 cm vastag résfalnak. A műszaki gazdaságosság elvének figyelembe vételével ezért azt állapítottam meg, hogy a **60 cm névleges vastagságú vasbeton résfal kedvezőbb megoldás** az épület munkatér határolására az itt felsorolt szempontok alapján.

IX. Ideiglenes és végleges horgonyok teherbírásának meghatározása terhelési vizsgálatok alapján

Tartós és ideiglenes talajhorgonyok teherbírását is meg lehet határozni terhelési vizsgálatok alapján.

A horgony a horgonyfejből, a szabad horgonyhosszból és a befogási horgonyhosszból áll, melyet habarcs köt a talajhoz vagy szilárd kőzethez.



Jelmagyarázat

1	Megfogási pont a puskánál a feszítés alatt	6	Talaj/szilárd kőzet
2	Megfogási pont a horgonyfejnél működés közben	7	Furat
3	Alátétlemez	8	A kötést kizáró védőhüvely
4	Teherátadó tömb	9	Horgonyszár
5	Szerkezeti elem	10	Habarcstest

Talajhorgony vázlata[1]

Talajhorgonyok alkalmazásához és tervezéséhez ezen szakterületen szerzett tapasztalat és tudás, a vizsgálatok elvégzéséhez pedig gyakorlott, szakszerű munka, valamint felügyelet szükséges.

A horgony az a szerkezet, amely az alkalmazott húzóerőt a teherviselő közegre átadja[1]

[1] MSZ EN 1537:2002

A horgonyfej a talajhorgonynak az a része, amely a horgonyszárról az alátétlemezre vagy a szerkezetre adja át a terhet.

Ahhoz, hogy megfelelő horgonyt tervezzünk, ismernünk kell a horgony szerkezeti követelményeit, valamint az altalaj geotechnikai tulajdonságait.

A horgony beépítése előtt meg kell ismerni a horgonyzási munkák részleteit, valamint az építkezés fázisait. Ezen felül szükséges információ a talaj geotechnikai tulajdonságai, illetve a felszín alatt lévő közműveknek, műtárgyaknak, szomszédos épületek alapozásainak, esetleg más horgonyok helyének ismerete. Mivel a horgony nagy valószínűséggel a szomszéd telek alá fog benyúlni, a szomszédos terület tulajdonjogi részleteivel is tisztában kell lennünk. Továbbá át kell nézni minden olyan megegyezést, amely szükséges ahhoz, hogy hozzá lehessen férni a területhez, ahova a horgonyokat kell építeni. Természetesen minél több bonyolultabb egy projekt, annál több a vizsgálati és a tervezési munka mennyisége.[1]

Alapvető fontosságú, hogy a talajról, amelybe a horgonyt fogjuk építeni, jó minőségű talajmechanikai vizsgálatok készüljenek, mert a tapasztalatok szerint a legtöbb egyedi horgony tönkremenetelét a elsősorban a talajviszonyok elégtelen ismerete okozta. A talajmechanikai fúrásokat érdemes úgy felvenni, amennyire lehetséges, hogy a talaj oldalirányú változásaira is tudjunk következtetni, mivel a horgony oldalirányban fog elhelyezkedni.

A horgonyokat olyan anyagból kell készíteni, amelyek tartósak, fizikai tulajdonságai nem változnak meg olyan mértékben a horgony élettartama alatt, hogy a horgony elveszítse alkalmasságát. Az ideiglenes talajhorgony acélelemein olyan védelmet kell alkalmazni, hogy az gátolja vagy előzze meg a korróziót legalább a két éves tervezési élettartam lejártáig. Tartós talajhorgony esetén a horgonyszárat körülvevő minimális korrózióvédelem egyetlen összefüggő réteget alkotva olyan korrózióvédő anyagból készüljön, amely nem romlik le a horgony tervezési élettartama alatt.

Horgonyzott szerkezetek lehetnek:

– támszerkezetek;
– rézsű- és lejtőstabilizáló szerkezetek;
– felszín alatti terek;
– a talajvíz felhajtó erejének kitett föld alatti szerkezetek és pincék;

[1] MSZ EN 1537:2002

– olyan szerkezetek, amelyek a felszerkezetből vagy a felszerkezetre működő hatásokból származó húzóerőket a talajra továbbítják.

Vizsgálatok

Az ENV 1997-1 a horgonyvizsgálat két típusát ismeri el, nevezetesen az alkalmassági vizsgálatot és az elfogadási vizsgálatot.

Az MSZ EN 1537-2002 szabvány a helyszíni próbaterhelés három fajtáját különbözteti meg.[1] Ezek a következők:

– *elővizsgálat;*
– *megfelelőségi vizsgálat;*
– *elfogadási vizsgálat.*

Az első kettő az alkalmassági vizsgálatok két fajtájának tekinthető.

Elővizsgálatokkal állapítható meg a horgony beépítése előtt:

- a horgony külső ellenállását (R_a) a habarcs/talaj érintkezési felületén
- a horgonyrendszer kritikus kúszási terhét vagy
- a horgonyrendszer kúszási jellemzőit a törésig terjedő terheknél vagy
- a horgonyrendszer ernyedési jellemzőit a horgony záró terhének (P_0) használhatósági határállapotában
- a horgonyszár szabadon elmozduló hosszának L_{app} elméleti értékét.

Megfelelőségi vizsgálatok igazolják egy bizonyos tervezési állapotra vonatkozóan:

- a képességet a Pp vizsgálati teher viselésére
- a horgonyrendszer kúszási vagy ernyedési jellemzőit a vizsgálati teherig
- a horgonyszár szabadon elmozduló hosszának L_{app} elméleti értékét.

Elfogadási vizsgálatok igazolják minden egyedi horgonyra:

- a horgony képességét a vizsgálati teher viselésére
- a kúszás vagy az ernyedés jellemzőit a használhatósági határállapotban, ha szükséges;
- a horgonyszár szabadon elmozduló hosszának L_{app} elméleti értékét.

[1] MSZ EN 1537:2002

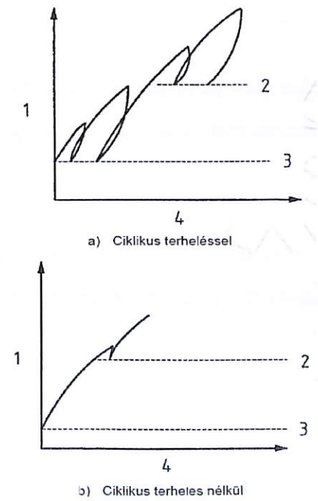
Mérési pontosság

Ha egy vizsgálat során mérni kell az állandó erőre bekövetkező kúszást, akkor az elmozdulás mérési eredmények pontossága 0,05 mm legyen. Ha nem szükséges a kúszás mérése, akkor az alakváltozást mérjük. Ebben az esetben a pontosság 0,5 mm legyen. A szabvány előírja, hogy a mérésre használt műszernek alkalmasnak kell lennie 0,01 mm elmozdulás kimutatására.

A horgonyokban keletkező terhek mérésére olyan eszközt kell használni, amely alkalmas a vizsgálatok során alkalmazott legnagyobb teher 2%-ának érzékelésére és kimutatására. Ernyedési vizsgálatok esetén a mérőműszer legyen alkalmas a vizsgálati teher 0,5%-át kitevő felbontással mérni.[1]

Kezdeti teher

Az alkalmazott kezdeti teher (P_a), amely értéktől a mérés indul, általában a vizsgálati teher 10%-a. Abban az esetben lehet nagyobb kezdeti terheket alkalmazni, ha a ciklikus terhelések meg van engedve az olyan ciklusok után, amelyekben a horgonyszár megnyúlásai szokatlanul nagyok. A két esetre példa a következő ábra.



a) Ciklikus terheléssel

b) Ciklikus terheles nélkül

Jelmagyarázat

1 Horgonyerő
2 Szabadon választott nagyobb kezdeti teher
3 P_a kezdeti teher
4 A horgony elmozdulása

Terhelési eljárások megnövelt kezdeti teher esetén[1]

[1] MSZ EN 1537:2002

Vizsgálati módszerek

Minden esetben a megbízó műszaki képviselőjével kell elfogadtatni a vizsgálati módszert és a hozzá kapcsolódó értékelési rendszert, amelyet az összes vizsgálatfajta esetében használni kell. A különböző vizsgálatfajtákban a hogonyt mindig szakaszosan kell terhelni összhangban az arra a vizsgálati fajtára kötelező műveletekkel összhangban.[1]

1. vizsgálati módszer

A horgonyt lépcsőzetesen egy vagy több ciklusban terheljük meg a kezdeti tehertől a vizsgálati teherig. Mérjük a horgonyfej elmozdulását minden ciklusban a maximális terhelés alatt, meghatározott ideig.[1]

2. vizsgálati módszer

A horgonyt lépcsőzetesen, ciklusokban terheljük a kezdeti tehertől a vizsgálati teherig vagy a törésig. Ebben az esetben a horgonyfejnél kialakuló ernyedést mérjük minden ciklusban a maximális terhelés alatt, meghatározott ideig.[1]

3. vizsgálati módszer

A horgonyt növekvő lépcsőkben terheljük a kezdeti tehertől a maximális teherig. A horgonyfej elmozdulását mérjük minden terhelési lépcsőben az állandó értéken tartott teher alatt.[1]

Fontos megjegyezni, hogy vizsgálat közben a terhet növelni vagy csökkenteni óvatosan kell, hogy ne tegyük ki dinamikus hatásnak vagy ütődésnek a horgony szerkezetét.

[1] MSZ EN 1537:2002

Elővizsgálat

Elővizsgálatokra akkor lehet szükség, ha a tervező számára a horgonyok megépítése előtt, a habarcs és a talaj érintkezési felületén törési állapotot létrehozva meghatározható az alkalmazott anyag és a helyszíni talajviszonyok közötti törőellenállás. Ezzel a vizsgálattal felmérhető a kivitelező alkalmassága vagy egy esetleges új típusú horgony alkalmassága.[1]

Az elővizsgálat elvégzése ajánlott, ha a horgonyokat olyan talajviszonyok között alkalmazzuk, mely talajokra korábban ilyen vizsgálat még nem készült, illetve akkor is, ha a mértékadó terhek nagyobbak, mint amiket hasonló talajkörnyezet esetén eddig alkalmaztak. A törésig terhelt horgonyokat nem szabad végleges szerkezetekhez.! Az elővizsgálatnál célszerű a furat átmérőjét és az egyéb szerkezeti elemek méreteit, a horgonyszár kivételével a szerkezeti horgonyokéval azonos méretűre felvenni. A horgonyt a törésig (R_a) kell terhelni, vagy a vizsgálati teherig (P_p), amit a 0,80 P_{tk} vagy a 0,95 $P_{t0,1k}$ közül a kisebb értékre kell korlátozni.[1]

Megfelelőségi vizsgálat

A megfelelőségi vizsgálat elvégzése előtt érdemes az elővizsgálat összes tapasztalatát figyelembe venni és a kapott értékeket kiértékelni. A megfelelőségi vizsgálatok céljai a következők:

- abban az esetben, ha készültek elővizsgálatok, akkor a megfelelőségi vizsgálattal igazolható vagy az elfogadható kúszás, vagy az ernyedési jellemzők a vizsgálati és a záróteher szintjén a későbbi elfogadó vizsgálatok számára, vagy a kritikus csúszási tényező

- abban az esetben, ha nem készültek elővizsgálatok, és nem állnak rendelkezésre hasonló talajviszonyok közt hasonló horgonyokon korábban végzett elővizsgálatok eredményei sem, akkor a megfelelőségi vizsgálatok mutatják ki az előző pont szerinti jellemzőket, és adják meg az elfogadási vizsgálathoz a kúszás vagy ernyedés elfogadási feltételeit a vizsgálati teher szintjére, vagy adják meg a kritikus kúszási terhet

- a megfelelőségi vizsgálatokkal meghatározható a horgonyszár szabadon elmozduló hosszának elméleti értéke is.[1]

[1] MSZ EN 1537:2002

Legalább három megfelelőségi vizsgálatot kell végezni azokon a horgonyokon, amelyek a szerkezeti horgonyokkal azonos körülmények között készültek. Ahol nem végeztek elővizsgálatokat, ott a megfelelőségi vizsgálatokhoz használt horgonyszárak lehetnek nagyobb teherbírásúak, mint a szerkezeti horgonyok horgonyszárai.

Elfogadási vizsgálat

Az elfogadási vizsgálatot minden horgonyon el kell végezni, melynek céljai a következők:

- igazolni kell, hogy a horgony képes megtartani a vizsgálati terhet, amely a vizsgálati módszertől függ
- meghatározni a horgonyszár szabadon elmozduló hosszának elméleti értékét
- biztosítani, hogy a záróteher a tervezési teher legyen, kizárva a súrlódást
- meghatározni a kúszási vagy az ernyedési jellemzőket a használhatósági határállapotban, ha szükséges.[1]

Maximális záróteher

Abban au esetben, ha a kúszási vagy ernyedési határt nem léptük túl, a maximális záróterhet (P_0) a horgonyszár teherbírás karakterisztikus értékének (P_{tk}) 60%-ára kell korlátozni. Ha akár a megfelelőségi, akár az elfogadási vizsgálat esetén túlléptük a kúszási vagy az ernyedési határt, akkor a záróterhet olyan szintre kell csökkenteni, amely megfelel az ernyedési és kúszási követelményeknek.[1]

[1] MSZ EN 1537:2002

Példák horgonyvizsgálati módszerekre

Az előbbiekben már említettem a három vizsgálati fajtát, amelyeket rendszeresen alkalmaznak a horgonyok esetében. Ezek a következők:

1. vizsgálati módszer: A horgonyt lépcsőzetesen növekvő ciklusokban terheljük a kezdeti tehertől a maximális vizsgálati teherig. Mérjük a horgonyfej elmozdulását minden ciklusban a maximális terhelés alatt, meghatározott ideig.

2. vizsgálati módszer: A horgonyt lépcsőzetesen növekvő ciklusokban terheljük a kezdeti tehertől a maximális vizsgálati teherig vagy a törésig. A horgonyfejnél kialakuló ernyedést a zárótehernél és minden ciklusban a maximális terhelés alatt, meghatározott ideig mérjük.

3. vizsgálati módszer: A horgonyt növekvő lépcsőkben terheljük a kezdeti tehertől a maximális vizsgálati teherig. A horgonyfej elmozdulását minden terhelési lépcsőben az állandó értéken tartott teher alatt mérjük.[1]

Az 1. vizsgálati módszer

Elővizsgálat

A horgonyt törésig (R_a) vagy a vizsgálati teherig (P_p) kell terhelni. A vizsgálati teher felső határa 0,80 Ptk vagy a 0,95 Pt0,1k értékek közül a kisebbik adja.

A horgonyt legalább 6 ciklusban kell terhelni a maximális erőig, mint ahogy ez látszik az „1. vizsgálati módszer terhelési eljárása” című ábrán.

A terhelési ciklusokat és az észlelések minimális időtartamát a következő táblázat foglalja össze:

Terhelési szintek a P_p %-ában						Az észlelés minimális időtartama (perc) (Csak az 1. módszer)
1. ciklus	2. ciklus	3. ciklus	4. ciklus	5. ciklus	6. ciklus	
10	10	10	10	10	10	1
	25	40	55	70	85	1
25	40	55	70	85	100*	15 (60 vagy 180 [1)])
	25	40	55	70	85	1
10	10	10	10	10	10	1

[1)] A 2. vizsgálati módszer esetén, ahol a teher csúcsértéke a P_0 záróteher, az észlelési időtartam meghosszabbodik, lásd az E2. táblázatot.

Terhelési ciklusok és az észlelés minimális időtartama a horgonyok elő- és megfelelőségi vizsgálatához az 1. és 2. vizsgálati módszer esetén[1]

[1] MSZ EN 1537:2002

Abban az esetben, ha mérik a kúszási elmozdulást, minden ciklus maximális terhét ajánlatos a következő időtartamokig fenntartani:

- ha a teher *P*p-nél kisebb, legalább 15 percig
- ha a teher *P*p, kohézió nélküli talajokban 60 percig
- kohéziós talajban pedig 180 percig.

Érdemes meghosszabbítani a legutóbbi időtartamot mindaddig, amíg az adott teher alatti kúszási elmozdulás mértéke megközelítőleg állandó nem lesz.

Megfelelőségi vizsgálat

A szerkezeti horgony megkövetelt vizsgálati terhe a

$$P_p \geq 1{,}25\ P_0 \text{ vagy } P_p \geq R_d$$

érték közül a nagyobbik legyen.[1]

Ajánlatos, hogy a horgonyszár terhe ne legyen nagyobb mint 0,95 *P*t0,1k.

A terhelési ciklusok és az észlelés minimális időtartamát a következő táblázat szemlélteti:

Terhelési szintek a P_p %-ában						Az észlelés minimális időtartama (perc) (Csak az 1. módszer)
1. ciklus	2. ciklus	3. ciklus	4. ciklus	5. ciklus	6. ciklus	
10	10	10	10	10	10	1
	25	40	55	70	85	1
25	40	55	70	85	100*	15 (60 vagy 180 [1)])
	25	40	55	70	85	1
10	10	10	10	10	10	1

[1)] A 2. vizsgálati módszer esetén, ahol a teher csúcsértéke a P_0 záróteher, az észlelési időtartam meghosszabbodik, lásd az E2. táblázatot.

Terhelési ciklusok és az észlelés minimális időtartama a horgonyok elő- és megfelelőségi vizsgálatához az 1. és 2. vizsgálati módszer esetén[1]

A horgonyt a maximális erőig az előbbi táblázat 1. ciklusának figyelembe vétele nélkül, legalább öt terhelési ciklusban kell terhelni.

Ha készült elővizsgálat, akkor érdemes a k_s kúszási viszonyszám úgy felvenni, hogy a vizsgálati tehernél ne legyen 1 mm-nél nagyobb. Ha nem készült olyan elővizsgálat, amelyik igazolta volna a törést, akkor a k_s kúszási viszonyszám értéke a vizsgálati tehernél ne legyen nagyobb, mint 0,8 mm.

[1] MSZ EN 1537:2002

Elfogadási vizsgálat

A horgonyt a vizsgálati teherig (P_p) legalább három, azonos lépcsőben terheljük. Ezután a horgonyt a kezdeti teherig (P_a) tehermentesítjük, majd a záróteherig (P_0) újra terheljük. A vizsgálati teher értéke legyen legalább 1,25 P_0, de ne legyen nagyobb, mint 0,9 $P_{t0,1k}$.

Az észlelés időtartama a vizsgálati tehernél ne legyen 5 percnél kevesebb.

Célszerű betartani, hogy a kúszási viszonyszám (k_s) értéke a vizsgálati tehernél a 0,8 mm-t, a zárótehernél pedig a 0,5 mm-t ne haladja meg. Ezeket az értékeket akkor szabad átlépni, hogyha a nagyobb értékek megfelelőségét előzőleg, elővizsgálattal bizonyítva lett.

A kúszási jellemzők mérése

A horgonyfej elmozdulásának növekedését a szabványban előírt időszakok végén kell mérni. Kúszási viszonyszámot (k_s) akkor állapítunk meg, ha két egymást követő időközben ugyan azt az értéket mértük.

ks számítása:

$$k\text{s} = (s2 - s1) / \lg (t2 / t1)$$

$s1$ a fej elmozdulása a $t1$ idő elteltével;

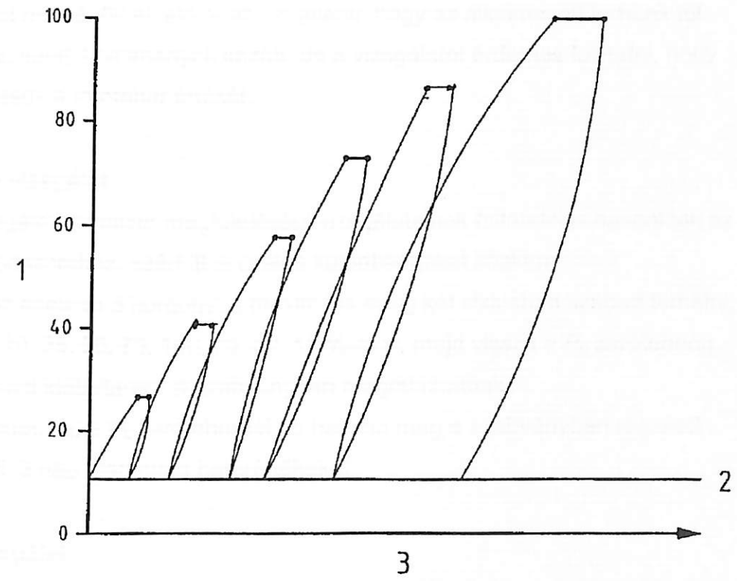
$s2$ a fej elmozdulása a $t2$ idő elteltével;

t a tehernövekmény kezdetétől eltelt idő.

A kúszási határ a kúszási viszonyszámnak az adott terhelési szintre megengedett legnagyobb értéke.

A horgonyfej elmozdulását állandó teher fenntartása mellett a szabványban rögzített táblázat alapján kell mérni.

[1] MSZ EN 1537:2002



Jelmagyarázat

1 Alkalmazott teher a P_p %-ában
2 Kezdeti teher
3 A horgony elmozdulása

1. vizsgálati módszer terhelési eljárása[1]

2. vizsgálati módszer

Elővizsgálat

A 2. vizsgálati módszer elővizsgálata nagy részben megegyezik az 1. vizsgálati módszerben ismertetett elővizsgálattal. Ebben a részben csak a különbségekre térek ki.

Ha az összegzett ernyedés a javasolt zárótehernél 3 nap után nem haladja meg a megengedettet, és az időközökre eső ernyedés állandó vagy csökken, akkor a vizsgálat befejezhető, és a horgony terhelési ciklusa a P_p-ig vagy a törésig folytatható.

Ha a megengedettnél nagyobb az ernyedés és/vagy az időközökre eső ernyedés is növekszik, az észlelési időtartam meghosszabbítható 10 napra vagy, ha szükséges, akkor még tovább, egészen addig, amíg a stabilizálódást el nem érik. Ha

[1] MSZ EN 1537:2002

a stabilizálódást nem érjük el, akkor az azt jelenti, hogy az alkalmazott terhünk túl nagy lenne használati körülmények között, de a vizsgálatot érdemes folytatni, hogy meghatározhassuk a törőteher értékét.

Megfelelőségi vizsgálat

A 2. vizsgálati módszer megfelelőségi vizsgálatainak feltételei is hasonlóak az 1. vizsgálati módszeréhez, ezért itt is csak a különbségeket közlöm.

Ebben az esetben a horgonyt a maximális erőig két ciklusban szabad terhelni, körülbelül a P_p 10, 25, 50, 75, 100, 75, 50, 10 %-ával, majd vissza a P_0 záróteherig.

Az észlelési időtartamok a szabványban megtalálhatóak.

Az ernyedés (k_l) a P_0 zárótehernél ne haladja meg a szabványban rögzített táblázat szerinti, 3 nap után előírt határértékeket.

Elfogadási vizsgálat

A vizsgált horgonyt a vizsgálati teherig (Pp) legalább három azonos lépcsőben kell terhelni. Ezt követően a P_a kezdeti teherig tehermentesítem a horgonyt, majd ismét megterhelem a P_0 záróteherig. A vizsgálati tehernek legalább 1,25 P_0 értéknek kell lennie., de nem haladhatja meg a 0,9 $P_{t0,1k}$ értéket.

A horgony viselkedését 50 percig kell észlelni és fontos szempont az is, hogy az értékek ne haladják meg a szabványban található összegzett értékeket. Abban az esetben, ha a horgony ernyedése a határértéknél nagyobb, akkor folytatni kell a vizsgálatot addig, amíg a horgony nem stabilizálódik.

Fontos betartani, hogy a záróteher esetén a az ernyedés 50 perc alatt ne haladja meg a P_0 erő 3%-át, elletve a 24 óra alatt ne lépje át a P_0 erő 6%-át.

Az ernyedés jellemzőinek mérése

Záróteher esetén a horgonyfejnek a szerkezethez viszonyított elmozdulását egy állandó értéken kell tartani és azt is rögzíteni kell, hogy ehhez mekkora erő volt szükséges. Ahhoz, hogy meghatározhassuk az ernyedés %-os értékét 10 napig, bizonyos időközönként meg kell mérni az ernyedést.

Az ernyedési határ az a legnagyobb összegzett ernyedés, amely az előírt terhelési szinthez az időtartamok végére elő van írva.

[1] MSZ EN 1537:2002

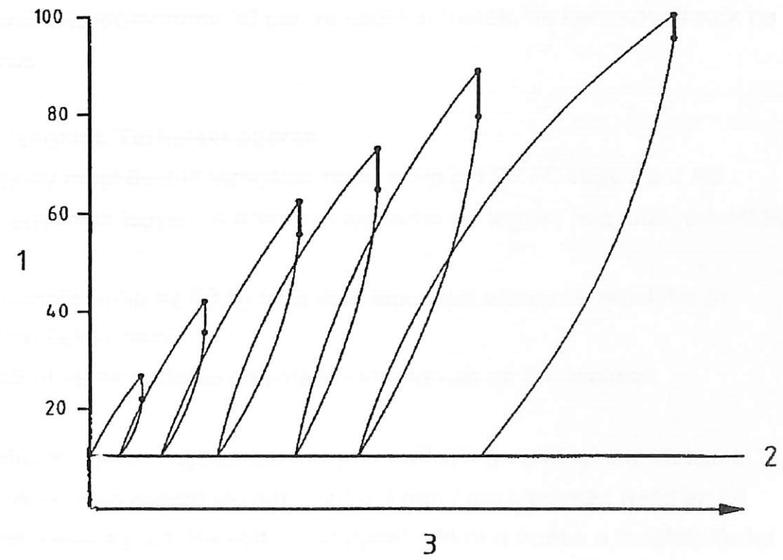
Az ernyedéseket a szabványban található módon és időtartamokon keresztül kell mérni. A minimális időtartamok a következők:

– elővizsgálat 3 nap

– megfelelőségi vizsgálat 3 nap

– elfogadási vizsgálat a 50 perc.[1]

Ha az ernyedési jellemzőkkel szeretnénk meghatározni a befogott horgony kúszásának elmozdulását, akkor figyelembe kell venni a szabad horgonyhossz nagyságát, mert ugyan akkora kúszás esetén annál kisebb az ernyedés, minél nagyobb a szabad horgonyszár hossza.



Jelmagyarázat

1 Alkalmazott teher a P_p %-ában

2 Kezdeti teher P_a

3 A horgony elmozdulása

2. vizsgálati módszer terhelési eljárása[1]

[1] MSZ EN 1537:2002

A 3. vizsgálati módszer

Elővizsgálat

Az itt közölt feltételekAz elővizsgálat szerint a horgonyt törésig (R_a) vagy a vizsgálati teherig (P_p) kell terhelni, amelynek határa a 0,80 *P*tk vagy a 0,90 *P*t0,1k közül a kisebbik érték.

A horgonyt a maximális erőig legalább 6 terhelési lépcsőben kell terhelni, lásd az E3.a) ábrát.

A terhelési lépcsőket és az észlelések minimális időtartamát az E3. táblázat tartalmazza.

Az észlelések minimális időtartamai 30 percre csökkenthetők, ha nem következik be számottevő kúszás.

Megfelelőségi vizsgálat. Terhelési eljárás

A szerkezeti horgony megkövetelt vizsgálati terhe a *P*p ≥ 1,25 *P*0 vagy *P*p ≥ *R*d értékek közül a nagyobbik legyen. A horgonyszár terhe ne legyen nagyobb, mint 0,90 *P*t0,1k.

A horgonyt a maximális erőig az E3.b) ábra első lépcsőjét elhagyva, legalább öt terhelési lépcsőben kell terhelni.

A terhelési lépcsőket és az észlelés minimális időtartamait az E4. táblázat tartalmazza.

A kúszási alakváltozási görbe hajlásának maximuma (α) a megfelelőségi vizsgálat vizsgálati terhének szintjén kisebb legyen, mint 0,8 mm / log időtekád (lásd az E4. ábrát), ha nem volt elővizsgálat. Ha volt elővizsgálat, akkor α értéke a megfelelőségi vizsgálat vizsgálati terhének szintjén legyen kisebb, mint:

– 1,2 mm/log időtekád ideiglenes horgony esetén;

– 1,0 mm/log időtekád tartós horgony esetén.

A megfelelőségi vizsgálat vizsgálati terhének értéke a szerkezeti horgonyoknál sehol ne legyen nagyobb, mint *P*c.

[1] MSZ EN 1537:2002

Elfogadási vizsgálat. Terhelési eljárás

A horgonyt a *P*a kezdeti tehertől az 1,25 *P*0 vagy *R*d értékű vizsgálati teherig (Pp) legalább négy lépcsőben kell megterhelni. Ezután a vizsgálati terhet legalább 15 percen át állandó értéken kell tartani.

A kivitelező miután a vizsgálati terhet a kívánt ideig fenntartotta, beiktathat egy részleges vagy teljes tehermentesítési- terhelési ciklust, lásd az E3.c) ábrát.

MEGJEGYZÉS: A teher-megnyúlás görbe további információkat adhat a talajról és a talajban levő horgonyelemek viselkedéséről.

Ha a 3. vizsgálati módszert a 9.4. szakasz szerint végezzük, a horgonyszár szabadon elmozduló hosszának elméleti értékét szabad a kezdeti tehertől a vizsgálati teherig terjedő görbéből számítani az E3.c) ábrán bemutatott módszer alkalmazásával. Ha a szabad horgonyhosszon jelentős a súrlódás, akkor beiktatható egy részleges terhelési ciklus, és a horgonyszár szabadon elmozduló hosszának elméleti értékét szabad a súrlódással korrigált görbéből számítani a ΔP és Δs meghatározása céljából.

A vizsgálati tehernél a kúszásból eredő elmozdulást célszerű a 3. és 15. perc között mérni.

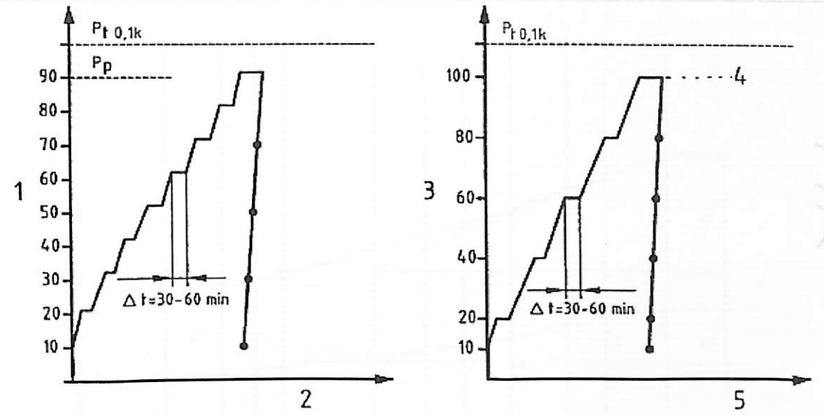
Kívánatos, hogy az ehhez tartozó α kisebb legyen, mint:

– 1,2 mm tartós és ideiglenes horgonyok esetén, ha nem volt elővizsgálat;

– 1,5 mm tartós horgonyok esetén, ha volt elővizsgálat;

– 1,8 mm ideiglenes horgonyok esetén, ha volt elővizsgálat.

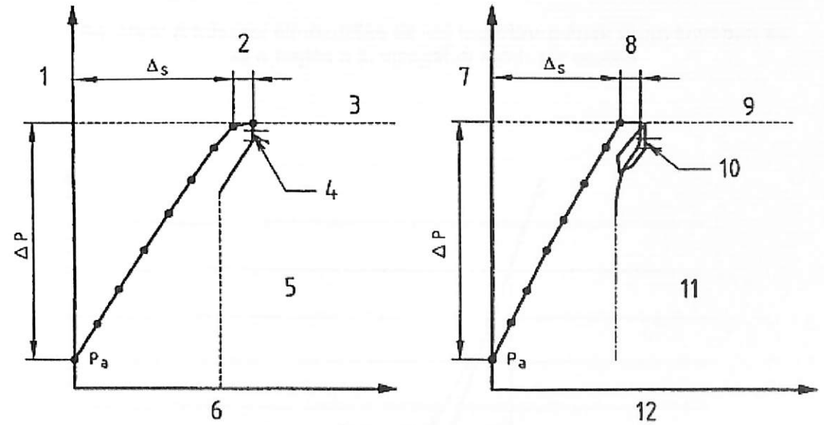
[1] MSZ EN 1537:2002



a) Elővizsgálat b) Megfelelőségi vizsgálat

Jelmagyarázat

1 Alkalmazott teher a $P_{t0,1k}$ %-ában
2 A horgony elmozdulása
3 Alkalmazott teher a P_p %-ában
4 Vizsgálati teher
5 A horgony elmozdulása



c) Elfogadási vizsgálat

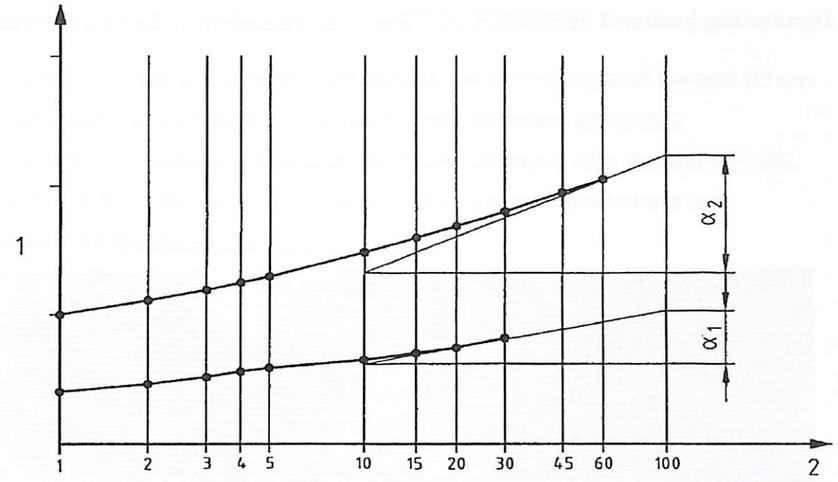
Jelmagyarázat

1 Alkalmazott teher
2 Kúszás
3 Vizsgálati teher
4 Súrlódás (f) a $p_t P_p$ arányában
5 Ciklus nélkül
6 A horgony elmozdulása
7 Alkalmazott teher
8 Kúszás
9 Vizsgálati teher
10 Súrlódás (f) a $p_t P_p$ arányában
11 Részleges ciklussal
12 A horgony elmozdulása

$$L_{app} = (A_t \cdot E_t \cdot \Delta s) / [\Delta P\,(1 - f)]$$

E3. ábra: A 3. vizsgálati módszer terhelési eljárása

[1] MSZ EN 1537:2002

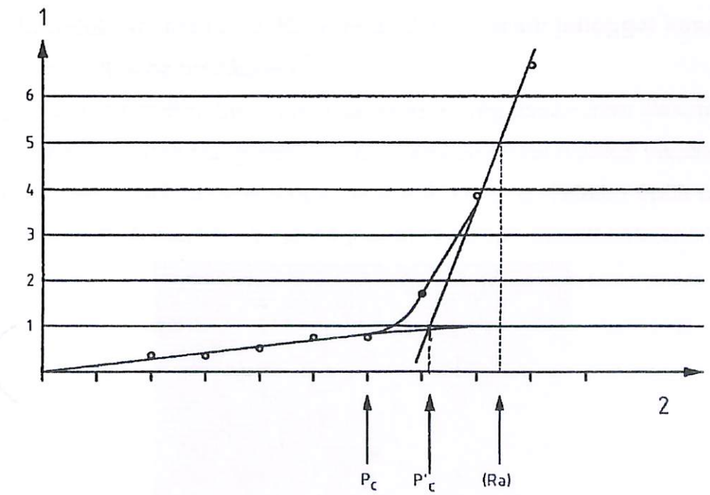


Jelmagyarázat

1 Kúszási elmozdulás

2 Log idő

E4. ábra: A kúszási elmozdulás az idő logaritmusának függvényében és az α hajlás a 3. vizsgálati módszer esetén



Jelmagyarázat

1 Hajlás (α)

2 Alkalmazott teher

A kúszási arány az alkalmazott teher függvényében a 3. vizsgálati módszer esetén

[1] MSZ EN 1537:2002

X. Passzív hűtési rendszer a GREEN HOUSE Irodaépületnél

A Green House Irodaépület alapozása résfalas technológiával készült 60 cm névleges vastagságú vasbeton résfal. Az armatúrák azonban eltérnek a megszokottól. A hosszvasakkal párhuzamosan KPE anyagú, 25 × 2,3 mm méretű cső van erősítve, amely több hurokban, az armatúra közel teljes hosszában kapcsolódik a föld felöli oldal vasalásához.



A becsövezett armatúrák az építési területen – Green House[1]

Végállapotban az armatúrák csöveit a szomszédos armatúrák csöveivel összekötik, így kialakítva egy nagy csőrendszert, melynek feladata az épületben keringtetett folyadék lehűtése lesz. Ez a megoldás **kísérleti jelleggel készült**, eddig hasonlót nem építettek az országban.[1]

Az elkészült pincetömbbe vannak vezetve a még össze nem illesztett csövek, amelyek alkalmasak voltak vizsgálatok, illetve hőelnyeletési tesztek végzésére. A vizsgálatok és a teszt célja az volt, hogy meghatározzák a résfalba épült csőrendszer hűtési teljesítményét. A méréseket az A1 jelű armatúrába épített csöveken végezték.



A pincetömbbe kivezetett csövek – Green House[1]

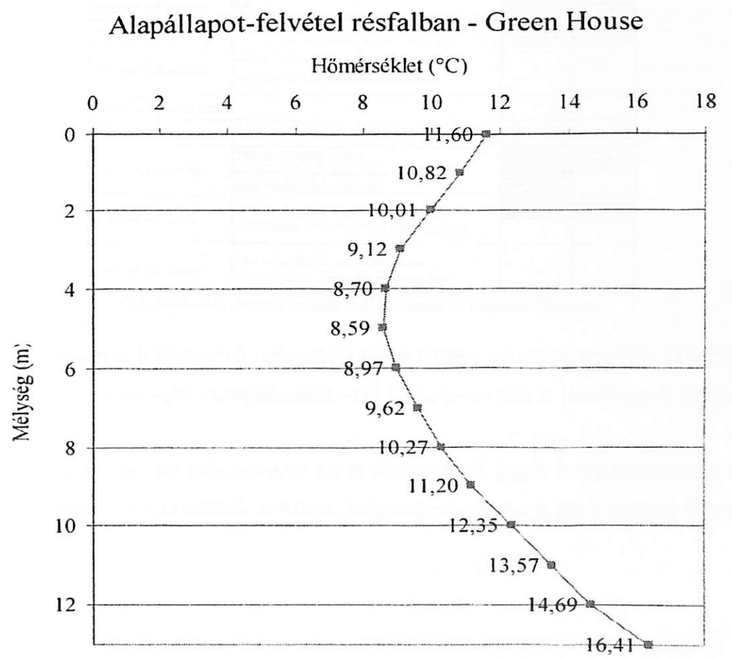
[1] Green House, Bp. XIII. Kassák Lajos u. 19-25. Mérési jelentés, HGD Kft.

A következő vizsgálatokat készültek[1]:

- résfal armatúrába épített csővezeték *in situ* hőmérséklet mérése
- 60 órás hőelnyeletési teszt
- hővisszaállási mérések
- 24 óra „üzemi körülmény" modellezése

Hőmérsékleti alapállapot felvétel:

A hőterhelési teszt elvégzése előtt hőmérsékleti állapotfelvétel történt. Ezt a vizsgálatot az A1 jelű résfal armatúrába épített 67 m tripla U hurokkal beépített csőben végezték. A cső anyaga PE-Xa, mérete 25×2,3 mm. A hőmérséklet mérő műszer percenként regisztrálta a mért hőmérsékleteket.[1] A mérés eredményét a következő diagram szemlélteti:



Hőmérséklet alapállapota – Green House[1]

[1] Green House, Bp. XIII. Kassák Lajos u. 19-25. Mérési jelentés, HGD Kft.

A diagramon jól látszik, hogy 5 m-ig a hőmérséklet csökken, majd onnantól folyamatosan emelkedik. A talphőmérséklet 16,41℃ volt.

Hőelnyeletési teszt

Ez a teszt több mérésből tevődik össze. A következő táblázat foglalja össze, hogy mikor és milyen mérések történtek a már említett A1 jelű armatúrába épített csőrendszeren:

Dátum	Mérés lépései	Keringető szivattyú	Fűtés
2012.03.23. péntek	Hőmérséklet-profil (13m). TRT I. indítása	■	■
2012.03.24. szombat	TRT I.	■	■
2012.03.25. vasárnap	TRT I.	■	■
2012.03.26. hétfő	TRT I. leállítása, csak keringetés	■	
2012.03.27. kedd	A stacioner hőmérséklet beállása után fűtőbetét indítása, TRT II.	■	■
2012.03.28. szerda	TRT II.	■	■
2012.03.29. csütörtök	TRT II.	■	■
2012.03.30. péntek	TRT II. leállítása, keringtető szivattyú kikapcsolása		
2012.03.31. szombat	Pihentetés		
2012.04.01. vasárnap			
2012.04.02. hétfő	TRT III. Reggel fűtés, keringetés bekapcsolása Este fűtés kikapcsolása	■ ■	■
2012.04.03. kedd	TRT IV. Reggel fűtés bekapcsolása Este fűtés és keringetés kikapcsolása	■	■
2012.04.04. szerda	TRT berendezés szétszerelése, hőmérséklet-profil felvétele (13 m)		

Résfalteszt méréseinek folyamatai – Green House[1]

A táblázatban a Keringető szivattyú és a Fűtés oszlopokban a sötétített kockák jelentik, hogy melyik vizsgálatnál volt bekapcsolva a Keringető szivattyú vagy a Fűtés.

A mérések során az előremenő és a visszatérő ágak hőmérsékletét mérték és rögzítették, valamint regisztrálták a fűtési teljesítményt és a keringetett folyadék tömegáramát is.[1]

[1] Green House, Bp. XIII. Kassák Lajos u. 19-25. Mérési jelentés, HGD Kft.



A hőelnyeletési tesztet végző berendezés – Green House[1]

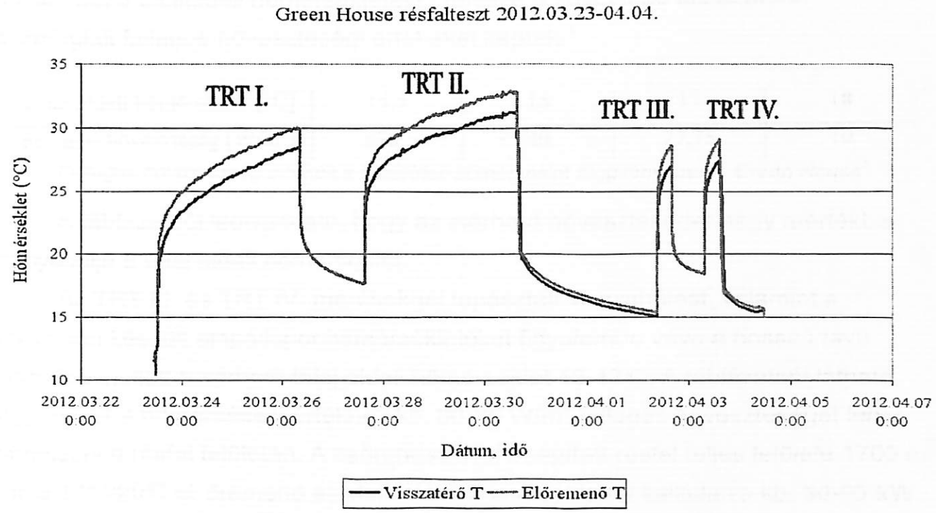
A kiválasztott A1 jelű armatúrába telepített csőrendszeren 4 alkalommal végeztek hőterhelést. A „Résfalteszt méréseinek folyamatai" című táblázatban ezek a TRT I. és a TRT II. jelzésű mérések. A TRT a Thermal Response Test rövidítése, ami a hőterhelési tesztet jelenti. Ezeket a teszteket a földtani közeg hővezető-képességének meghatározására használják.[1]

A Résfalteszt méréseinek összefoglalását szemlélteti a következő táblázat és a diagram:

	Mérési idő (óra, perc)	Max. előremenő T (°C)	dT átlag (°C)	Tömegáram (m3/sec)	Teljesítmény (W)
TRT I.	68 óra 57 perc	30,068	1,59	0,000372	2600,74
TRT II.	71 óra 43 perc	32,898	1,59	0,000374	2603,55
TRT III.	6 óra 50 perc	28,657	1,56	0,000369	2582,09
TRT IV.	7 óra 45 perc	29,196	1,57	0,000367	2586,97

Résfalteszt méréseinek összefoglalása – Green House[1]

[1] Green House, Bp. XIII. Kassák Lajos u. 19-25. Mérési jelentés, HGD Kft.



Előremenő és visszatérő ágak hőmérsékleteinek alakulása – Green House[1]

A rendszer modellezése

A résfal armatúráiba épített csőrendszer modelljét egy speciális körülmények között működő padlófűtésnek lehet feltételezni, amely 50 cm vastag vasbeton padlóba épített DN25 KPE csővel jellemezhető, amely cső a hőleadó oldal közvetlen közelében helyezkedik el. A modellezés során a padlófűtés modell hőleadását arra az értékre veszik fel, amit a résfal hőleadási mérésénél ténylegesen mértek. Ezt követően az előremenő és a visszatérő ág hőmérsékleteit módosítjuk, amivel a különböző környezeti hatásokat elemezve kapjuk meg a várható passzív hűtés teljesítményét.[1]

A mérést az A1 jelű armatúrába telepített csővezetéken végezték, melynek a hatásos felülete 20 m^2. A hőterhelésre alkalmazott fűtőpatron 2,5 kW teljesítményű. A fajlagos hőterhelés a felület és a teljesítmény arányából számolva 125 W/m^2. A TRT I. és a TRT II. mérések végére az előremenő és visszatérő ágakban mért hőmérséklet elérte a 30℃/28,4℃-ot. [1]

A modellezésnél a mért mérési eredményeket paraméteresen vették figyelembe. Állandó, 17℃/20℃ el őremenő és visszatérő hőmérsékletet feltételezve

[1] Green House, Bp. XIII. Kassák Lajos u. 19-25. Mérési jelentés, HGD Kft.

és különböző talajoldali hőmérsékleteket felvéve a következő táblázatban összefoglalt fajlagos hőveszteségi értékeket kapták.[1]

Talaj oldali hőmérséklet [°C]	14,5	16	17	18
Fajlagos hőveszteség [W/m^2]	70	40	27,75	10

Fajlagos hőveszteség értékek a talajoldali hőmérséklet függvényében – Green House[1]

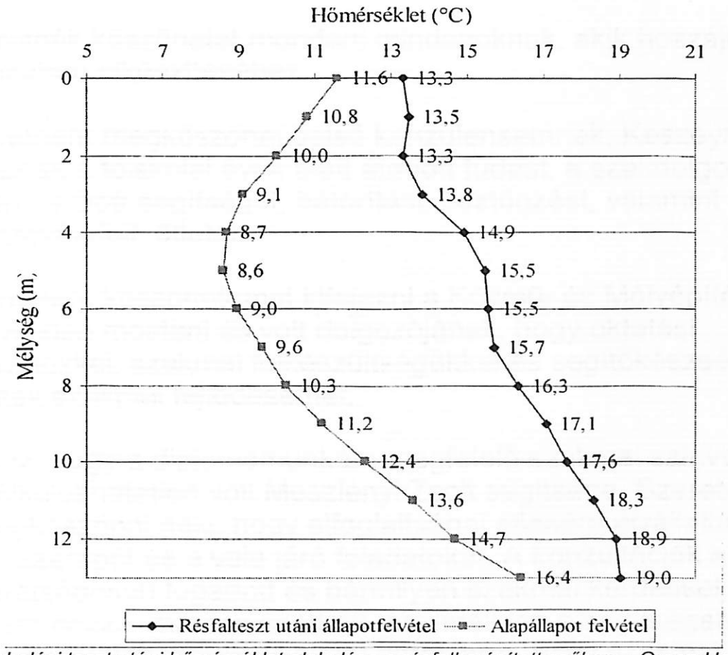
A táblázatból leolvasható, hogy az elérhető hőveszteséget nagy mértékben befolyásolja a talaj oldali hőmérséklet.

Az TRT III. és TRT IV. méréseknél tapasztalt visszahűlést, valamint a helyszínen készült alapállapot hőmérsékleteket figyelembe véve a hosszú távú üzemelés mellett a várható talaj oldali hőmérséklet 16-17℃. A táblázatból látható, hogy ehhez a hőmérsékleti értékhez kb. 30-35 W/m^2 fajlagos hőveszteséget lehet feltételezni a résfal felületén. A csőrendszerrel beépített résfal teljes felülete 1700 m^2, amit a 17℃/20℃ el őremenő és visszatérő hőmérséklettel kalkulálva kb. **50-60 kW passzív hűtési teljesítmény** várható. A modell számításánál figyelembe lett véve a munkaidőben történő üzemelés utáni üzemszünet, amely idő alatt a rendszerben keringő folyadék hőmérséklete és a talajoldali hőmérséklet is csökken. Folyamatos üzemelés esetén a talajoldali hőmérséklet tovább emelkedik, ami a passzív hűtési rendszer teljesítményének csökkenését okozza.

A hőterhelési teszt után mért hőmérsékletek

Ennek a vizsgálatnak az eredményeiből következtetni lehet a rétegek vízadó képességére és a résfal környezetében léve, felszín alatti vizek áramlására, hogy megállapítható legyen a valószínűsége jelentősebb vízáramlás jelenlétének a talajban, amely elősegíti a talaj oldali hőmérséklet csökkenését, ezáltal a passzív hűtés teljesítményének növelését.[1]

[1] Green House, Bp. XIII. Kassák Lajos u. 19-25. Mérési jelentés, HGD Kft.



Hőterhelési teszt utáni hőmérséklet alakulása a résfalba épített csőben – Green House[1]

Összefoglalás

A hővezetési képesség irodalmi adatok alapján, a talajmechanikai rétegeknek megfelelően számítva 1,92 W/mK. A tényleges mérések eredményeiből analitikus úton számítva ez az érték 1,93-1,94 W/mK. A gépészeti modellezés eredményeképpen 17℃/20℃ h őfoklépcső esetén a várható passzív hűtési teljesítmény 50-60 kW.

[1] Green House, Bp. XIII. Kassák Lajos u. 19-25. Mérési jelentés, HGD Kft.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik hozzájárultak a szakdolgozatom elkészítéséhez.

Szeretném megköszönni belső konzulensemnek, Keszeyné Dr. Say Emmának a főiskolai évek alatt átadott tudást, a szakdolgozatom írása során nyújtott segítséget, bátorítást, ösztönzést, valamint építő jellegű észrevételeit, ötleteit.

Szeretném köszönetemet kifejezni a Közmű- és Mélyépítési Tanszék minden mostani és volt dolgozójának, hogy oktatási tevékenységükkel, szakmai felkészültségükkel és segítőkészségükkel elősegítették szakmai fejlődésemet.

Ahhoz, hogy a diplomamunkám megfelelő szakmai színvonalú legyen, nélkülözhetetlen volt Meszlényi Zsolt segítsége. Szeretném ez úton is megköszönni neki, hogy elfoglaltságai ellenére elvállalta a külső konzulens szerepét és a vele járó feladatokat. A konzultációk alkalmával mindig barátságosan fogadott és bármilyen szakmai kérdéssel fordulhattam hozzá, minden esetben maximálisan a segítségemre tudott lenni. A konzultációk remek alkalmat adtak arra, hogy szakmai ismereteimet tovább fejlesszem és tapasztalatokat szerezzek a gyakorlati tervezésben. Remélem, hogy a jövőben is lesz alkalmam arra, hogy megtiszteljen szakmai támogatásával!

Szeretném megköszönni szüleimnek az odaadó szeretetüket, bíztatásukat és támogatásukat, mely nélkül nem tudtam volna elkészíteni a szakdolgozatomat.

Köszönöm!

aszfalt

aszf.j.

díszburk.

D=20

D=40

25-23

aszf.j.

D=10

aszf.j.

D=10

Lőportár utc

aszfalt

D=10 D=10 D=10 D=10 D=10 D=10

aszfalt járda

díszburk.

D=20

díszburk.

D=20

R3

R4

22

R5

R2

R1

beton

25

beton

105,29 mBf

80,29 mBf

100,64 mBf

2010.06.11.

105,44 mBf

91,44 mBf

100,95 mBf

2010.06.11.

II.DSZ

1.NF

beton

díszburkolat

D=10

D=10

D=20

D=20

aszf.j.

Lajos utca

16-18

díszburkolat

Ø=10

Ø=20

Ø=20

Ø=20

aszfalt

Kassa

Ø=80

Ø=40

Ø=60

Ø=40

aszf.j.

Ø=20

Ø=30

aszf.j.

Ø=50

Ø=40

19-23

R16

2.NF

105,65 mBf

80,65 mBf

100,95 mBf

2010.06.11.

R14

R15

R13

R12

Ø=50

Ø=20

beton

Ø=30

Ø=30

Ø=30

Ø=30

Ø=10

beton

Ø=20

Ø=30

Ø=10

R11

R10

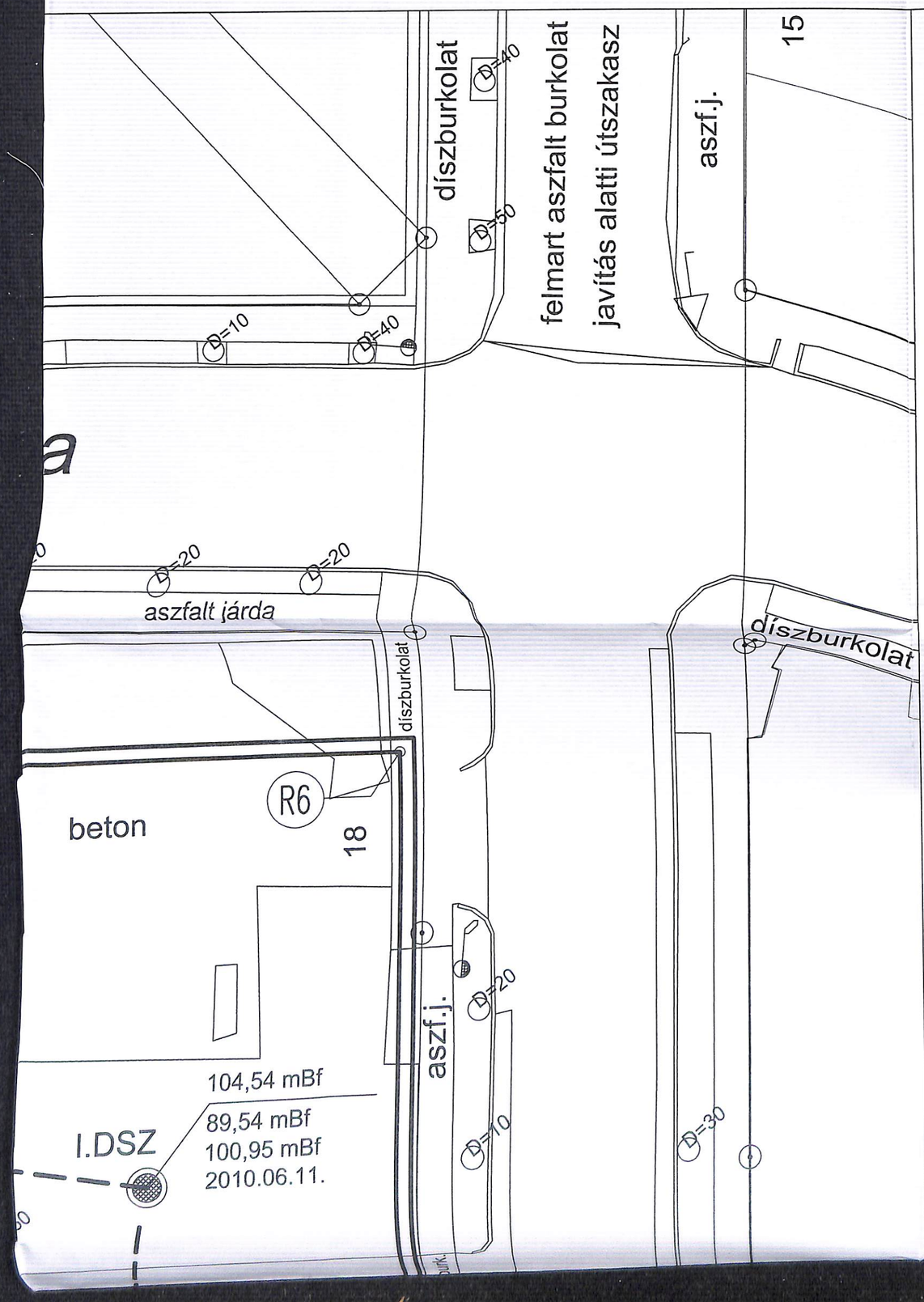
Ø=70

Felhagyott szökőkút

Ø=60

Ø=60

Ø=60



Jelmagyarázat:

fúrás száma

Terepszint

Fúrás mélysége
Megütött TVSZ
fúrás dátuma

szondázás száma

Terepszint

Szondázás mélysége
Megütött TVSZ
szondázás dátuma

Résfal kontúr

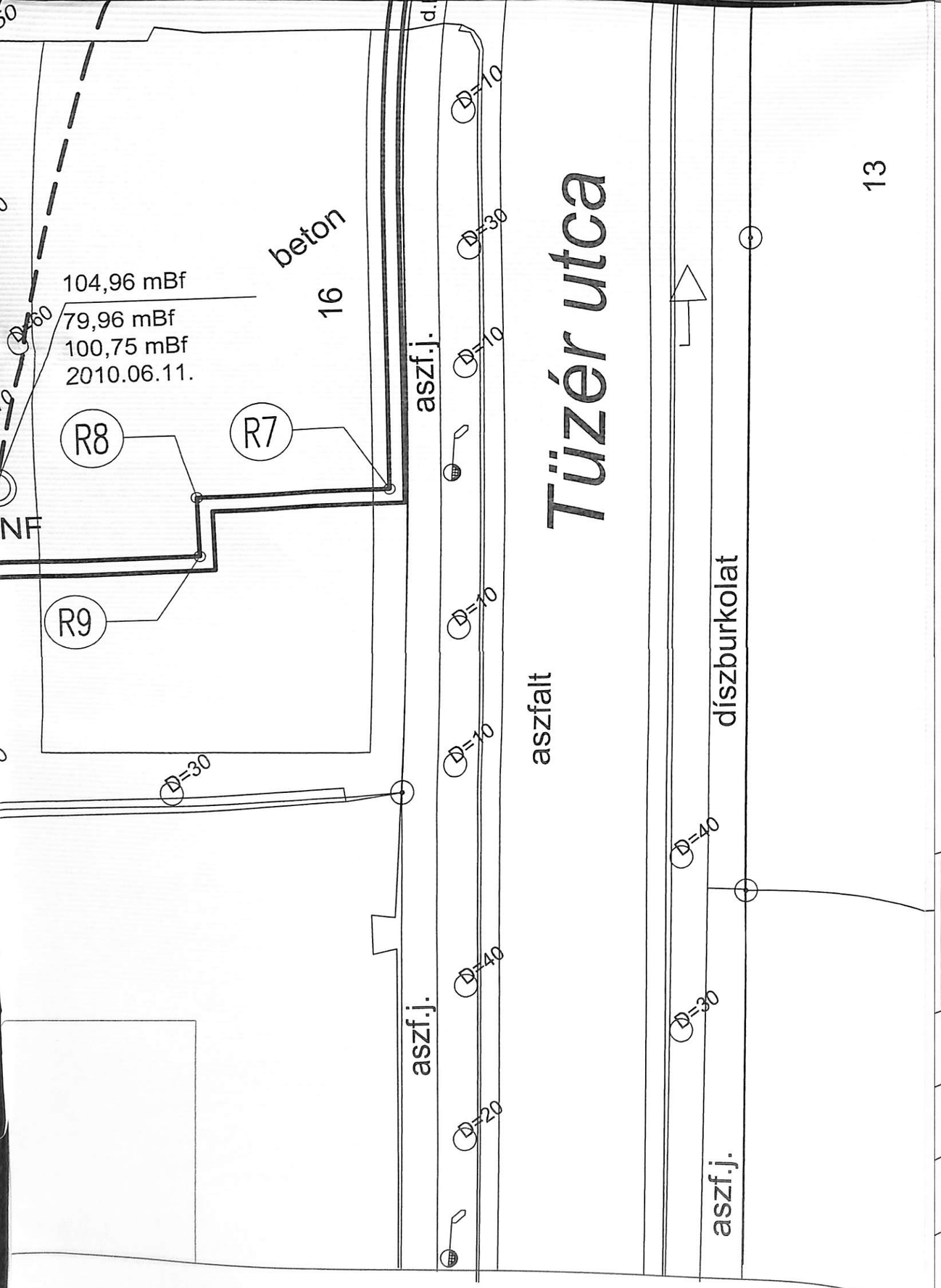
Közvilágítási oszlop

D=30 Lombos fa, törzs átmérő

Kresz tábla

KITŰZÉSI KOORDINÁTÁK
a vasbeton résfal belső
sarokpontjainak EOV koordinátái

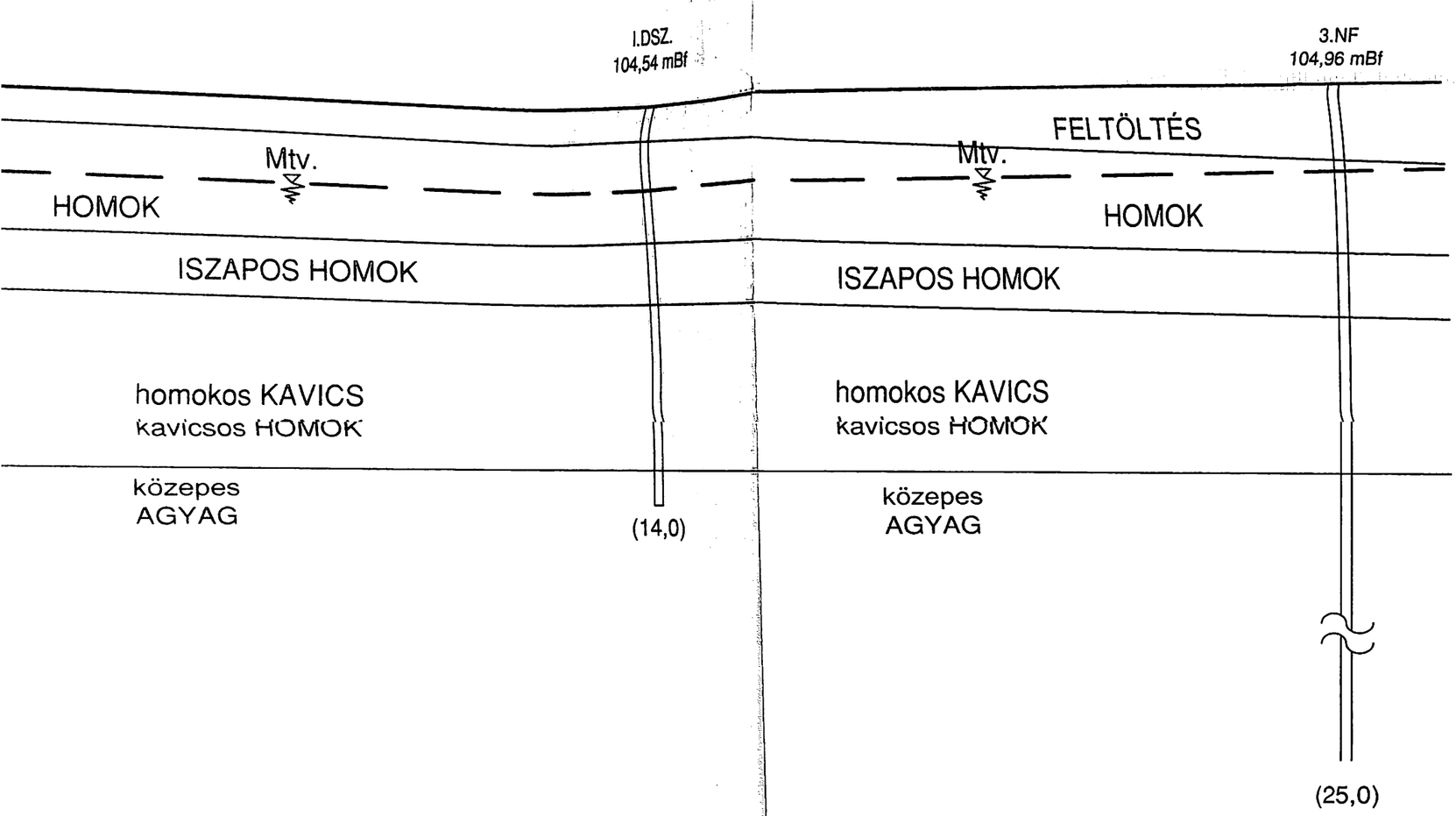
Pont	X [m]	Y [m]
R1	241872,241	651283,843
R2	241861,234	651298,821
R3	241863,531	651300,509
R4	241860,037	651305,263
R5	241857,741	651303,575
R6	241827,422	651344,834
R7	241790,677	651317,831
R8	241795,473	651311,304
R9	241793,297	651309,705
R10	241799,514	651301,242
R11	241802,737	651303,611
R12	241823,642	651275,167
R13	241818,042	651271,633
R14	241824,051	651262,109
R15	241826,335	651263,552
R16	241830,251	651257,343



Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi kar
Közmű és Mélyépítési Tanszék

YBL

Szakdolgozat			Rajz mérete: A1
Projekt: GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET			Dátum: 2012.05.31.
Cím: Helyszínrajz			Méretarány: M = 1 : 200
Készítette: Nagy Vilmos	Belső konzulensek: Keszeyné Dr. Say Emma	Külső konzulens: Meszlényi Zsolt	Rajz száma: SZH - 01



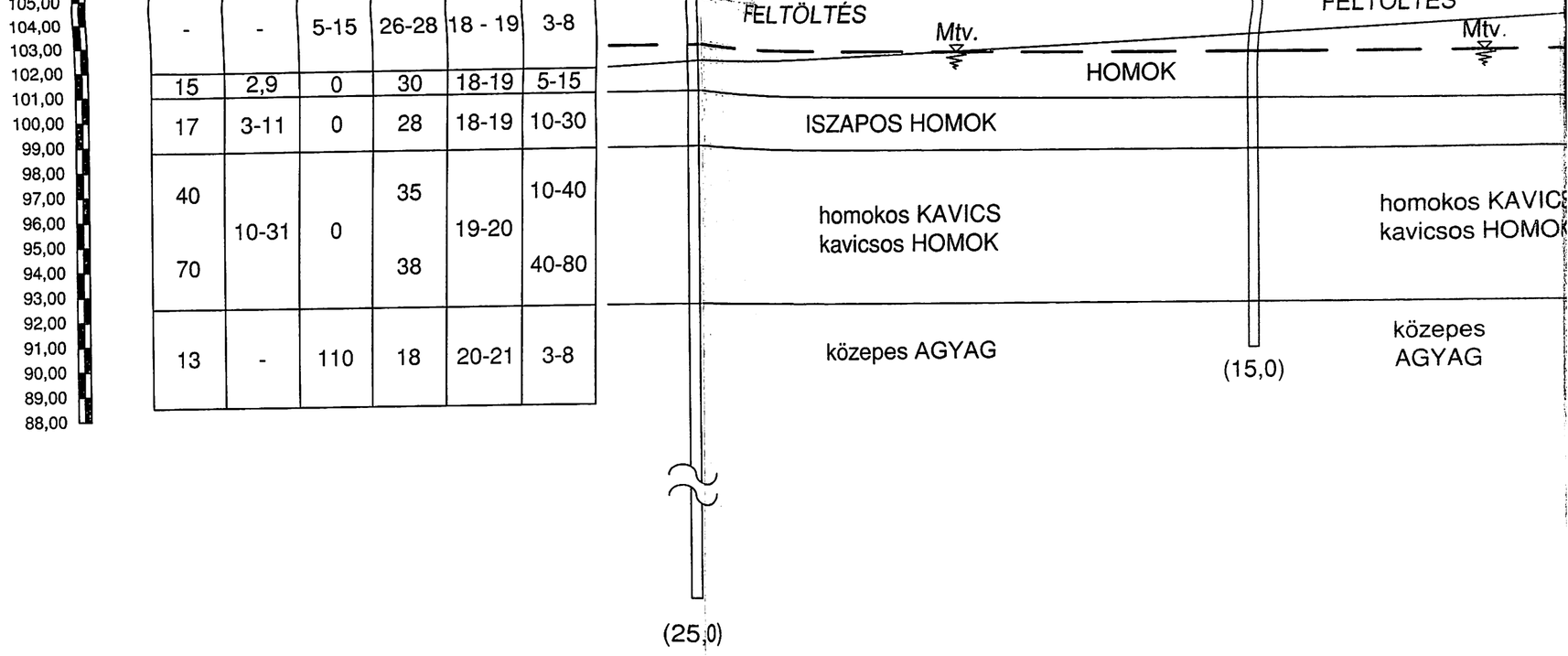
Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi kar
Közmű és Mélyépítési Tanszék

YBL

Szakdolgozat	Rajz mérete: 750x420
Projekt: GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET	Dátum: 2012.05.31.
Cím: Rétegszelvény	Méretarány: M = 1 : 200

Készítette:	Belső konzulensek:	Külső konzulens:	Rajz száma:
Nagy Vilmos	Keszeyné Dr. Say Emma	Meszlényi Zsolt	SZR - 01

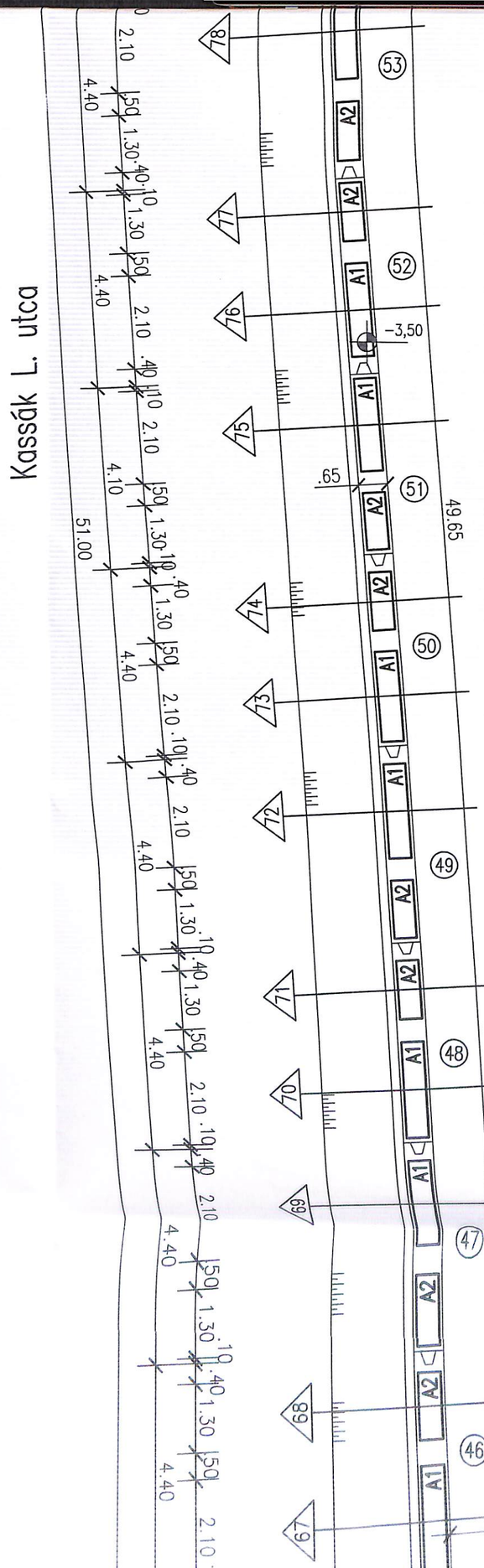
E_s [MN/m2]	C_u	c [kPa]	φ [°]	γ_n [t/m3]	N_{20} [t/m3]
-	-	5-15	26-28	18 - 19	3-8
15	2,9	0	30	18-19	5-15
17	3-11	0	28	18-19	10-30
40 70	10-31	0	35 38	19-20	10-40 40-80
13	-	110	18	20-21	3-8

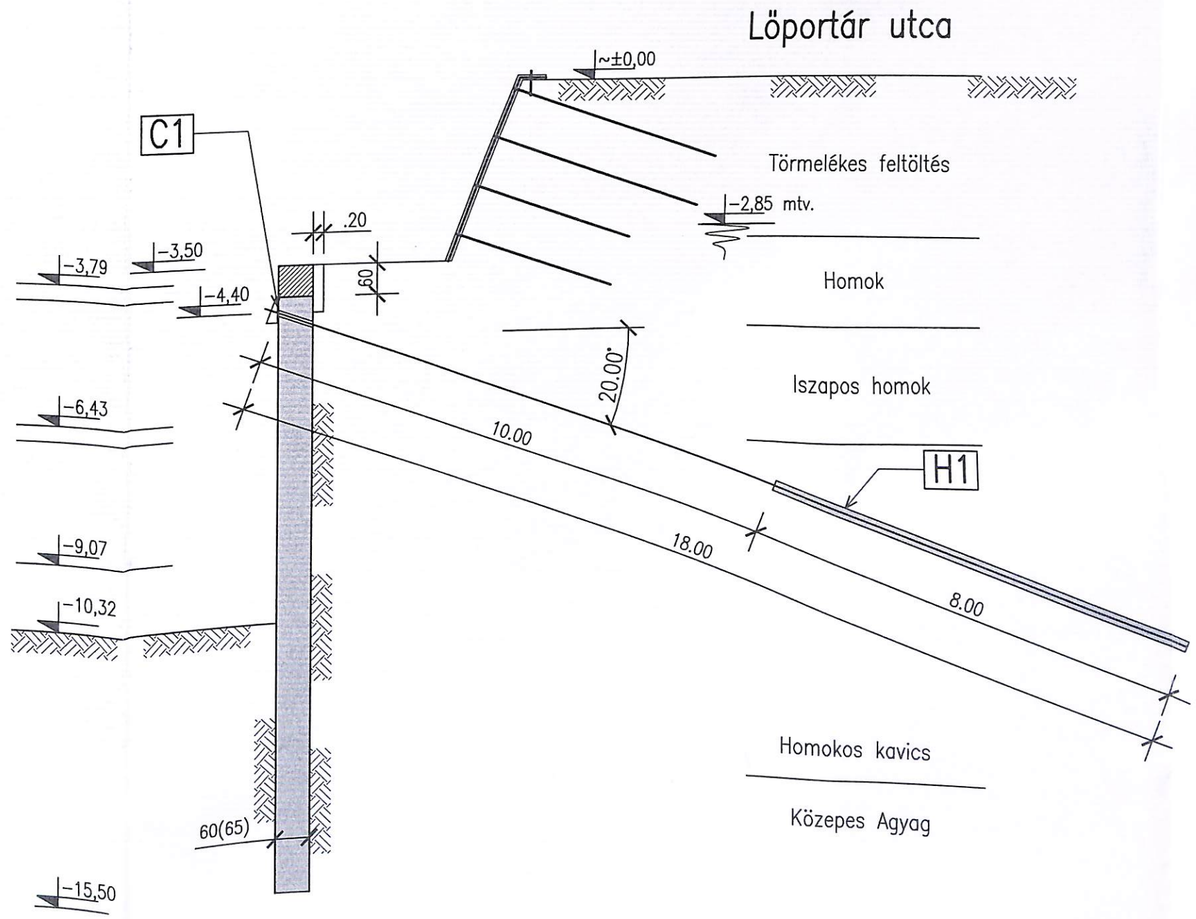


A Metszet M=1:100

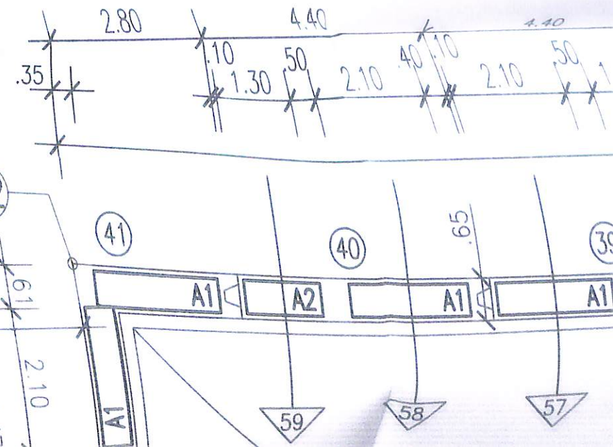
Löportár utca

A Metszet M=1:100



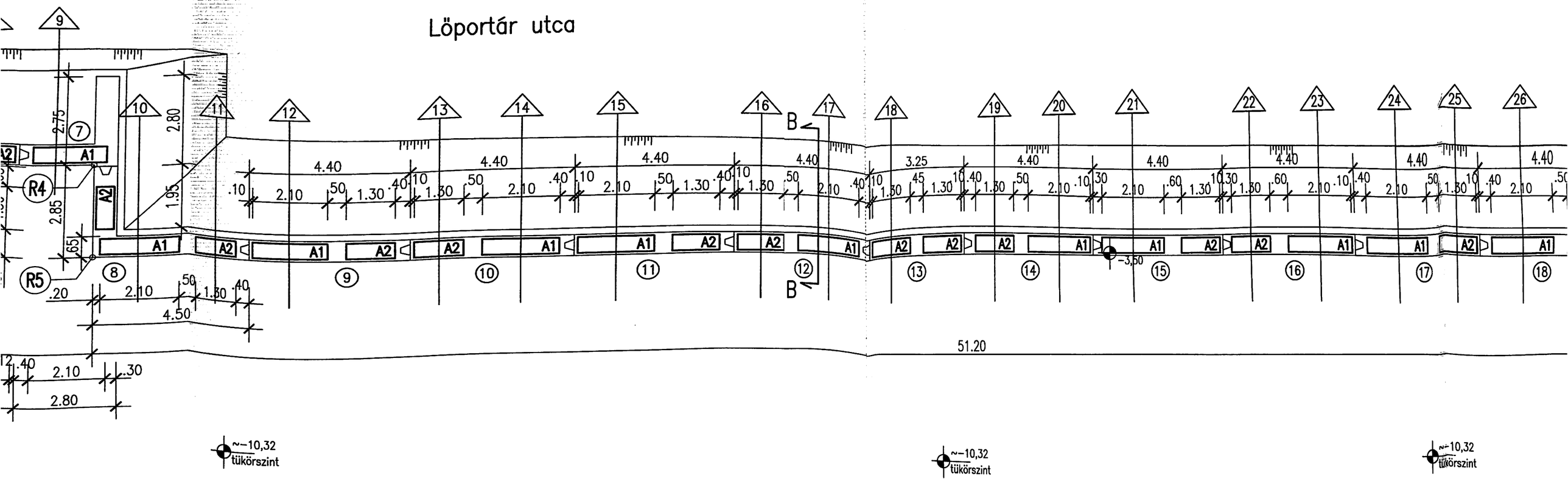






FELÜLNÉZET M=1:100

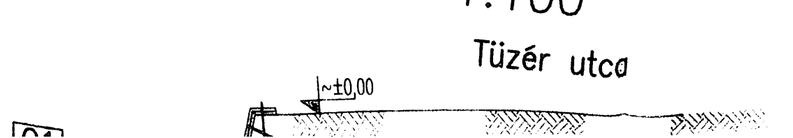
Löportár utca

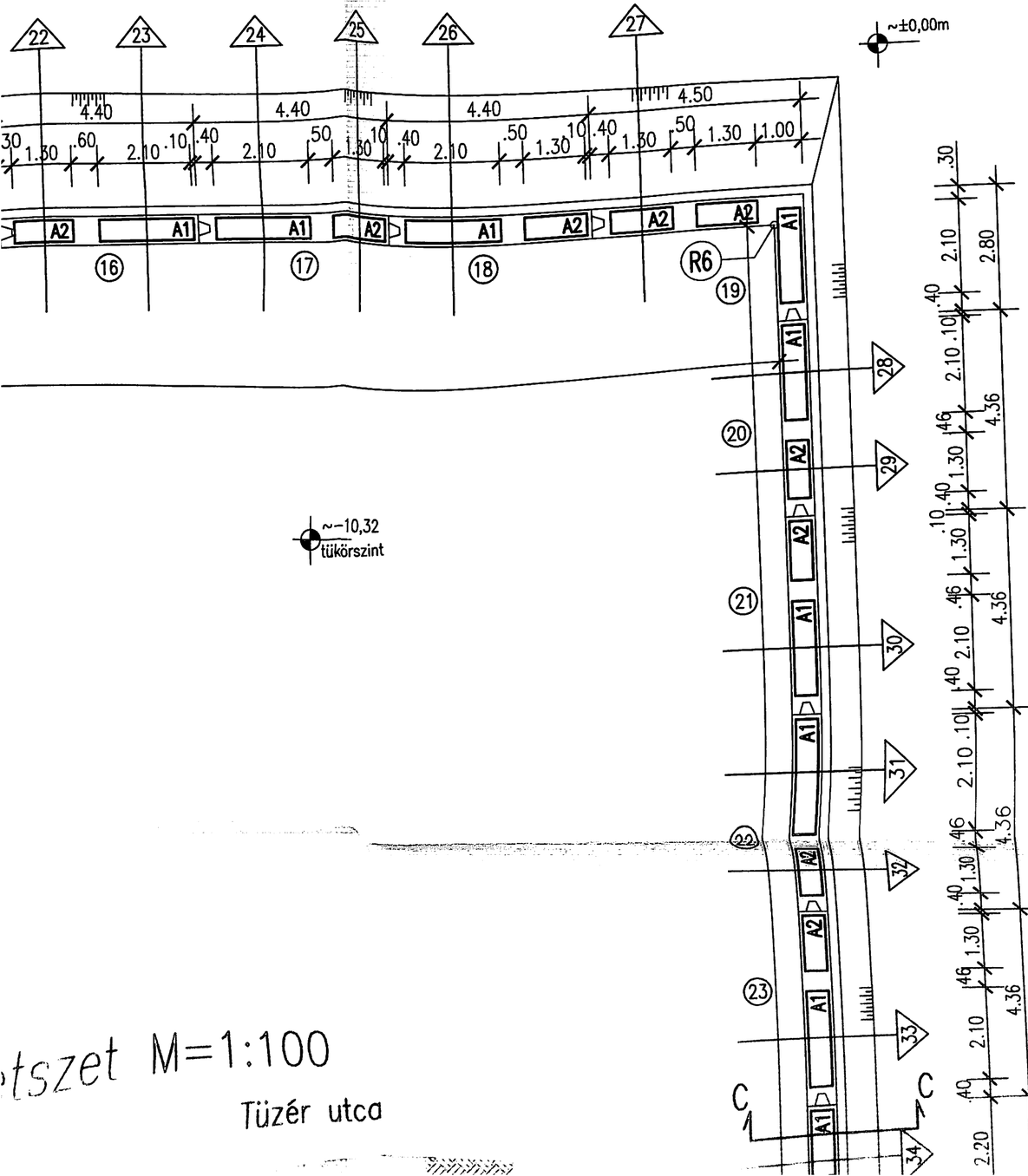


B Metszet M=1:100



C Metszet M=1:100





tszet M=1:100

Tüzér utca

JELMAGYARÁZAT:

A1 jelű betonacél armatúra

A2 jelű betonacél armatúra

Szakaszoló palló

H1 jelű horgony

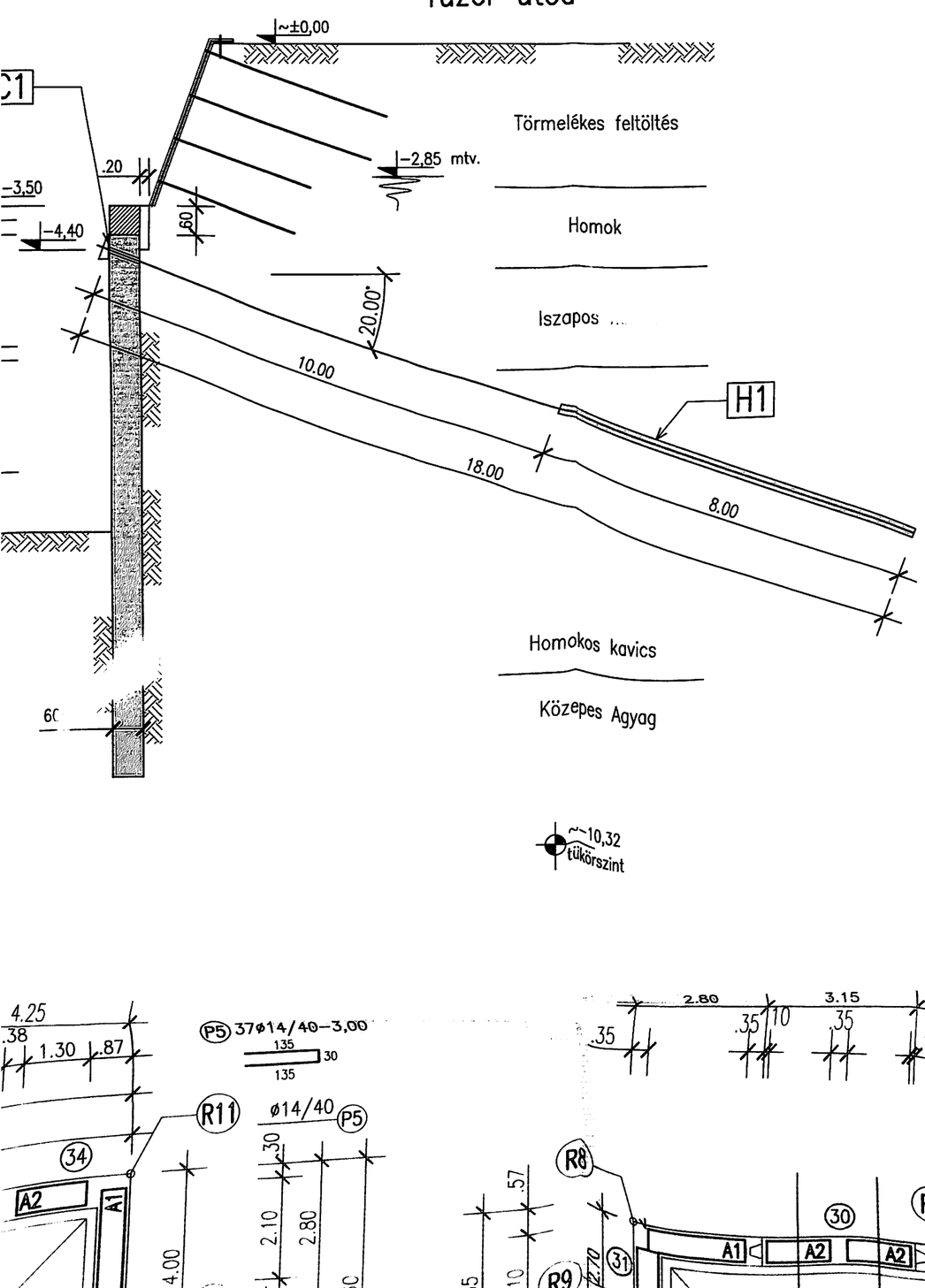
Résfal kontúr

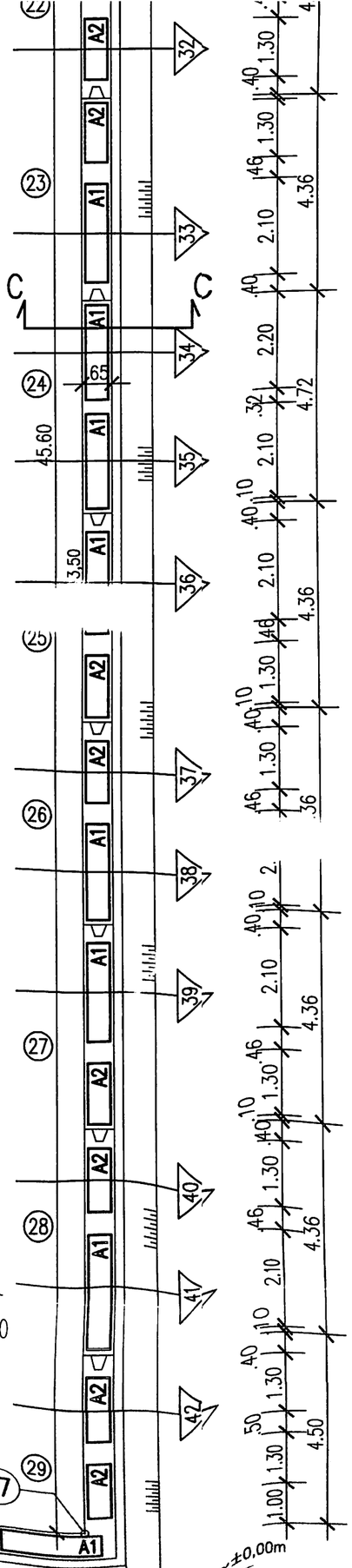
KITŰZÉSI KOORDINÁTÁK

a vasbeton résfal belső sarokpontjainak EOV koordinátái

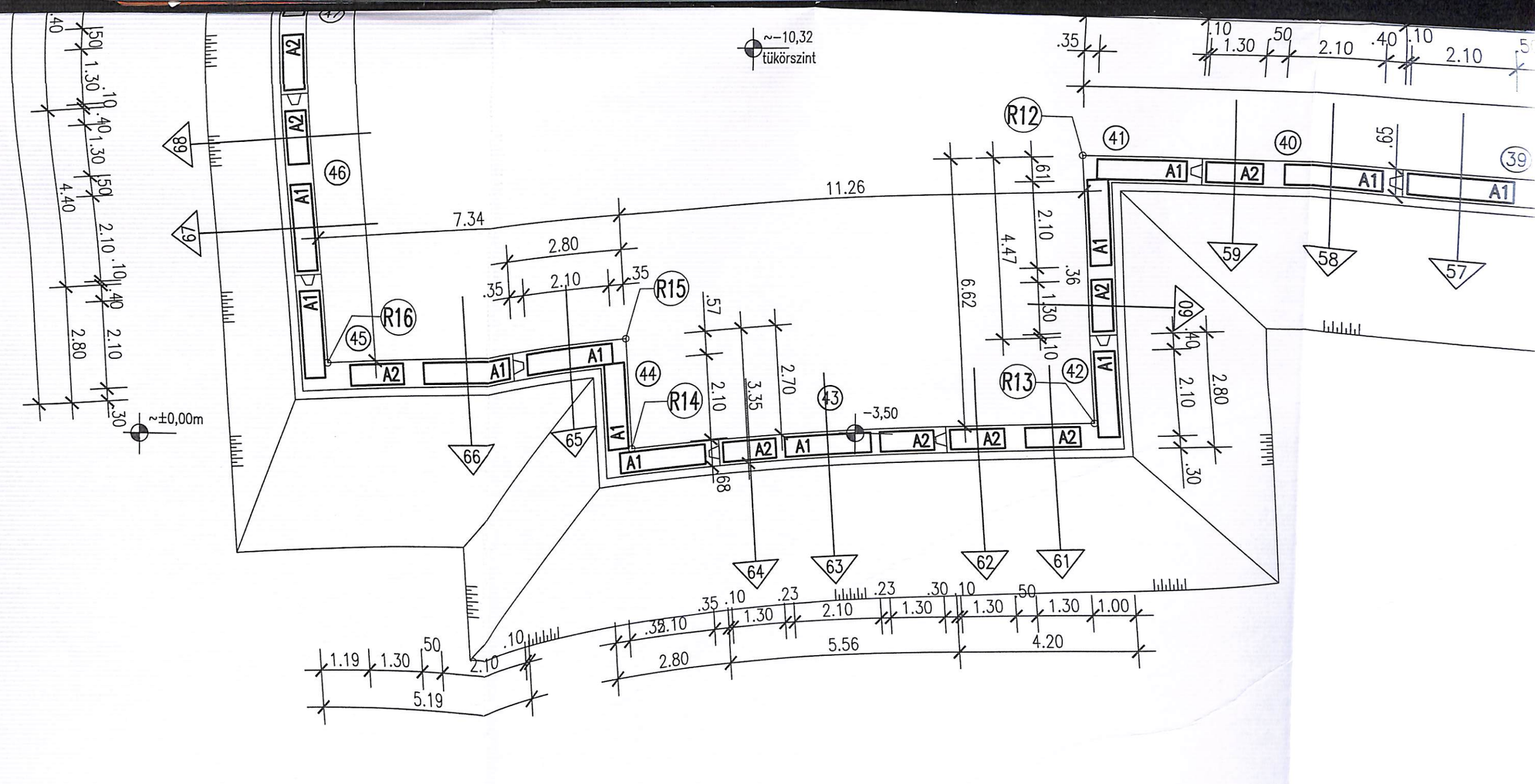
Pont	X [m]	Y [m]
R1	241872,241	651283,843
R2	241861,234	651298,821
R3	241863,531	651300,509
R4	241860,037	651305,263
R5	241857,741	651303,575
R6	241827,422	651344,834
R7	241790,677	651317,831
R8	241795,473	651311,304
R9	241793,297	651309,705
R10	241799,514	651301,242
R11	241802,737	651303,611
R12	241823,642	651275,167
R13	241818,042	651271,633

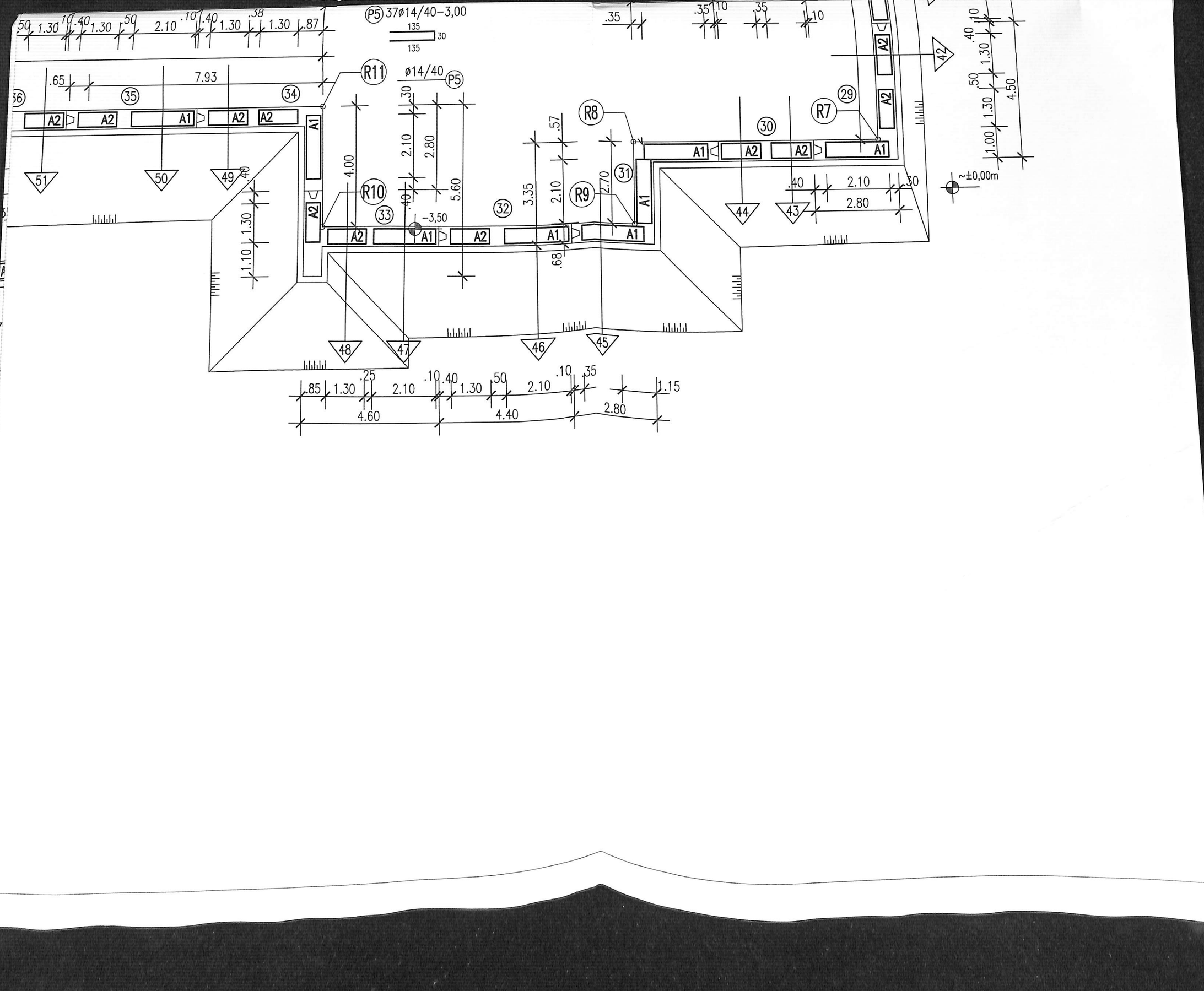
C Metszet M=1:100





Pont	X [m]	Y [m]
R1	241872,241	651283,843
R2	241861,234	651298,821
R3	241863,531	651300,509
R4	241860,037	651305,263
R5	241857,741	651303,575
R6	241827,422	651344,834
R7	241790,677	651317,831
R8	241795,473	651311,304
R9	241793,297	651309,705
R10	241799,514	651301,242
R11	241802,737	651303,611
R12	241823,642	651275,167
R13	241818,042	651271,633
R14	241824,051	651262,109
R15	241826,335	651263,552
R16	241830,251	651257,343


~−10,32
tükörszint
~±0,00m
−3,50
R12
R13
R14
R15
R16
A1
A2
11.26
7.34
2.80
6.62
4.47
2.70
3.35
5.56
4.20
5.19


P5 37ø14/40–3,00
135
30
135
R11
ø14/40
P5
R8
R7
R10
R9
A2
A1
-3,50
≈±0,00m
.50 1.30 .10 .40 1.30 .50 2.10 .10 .40 1.30 .38 1.30 .87
.65 7.93
.35 .35 .10 .35 .10
.40 .10 1.30 .50 1.30 4.50 1.00
4.00 2.10 2.80 .30 5.60 .40 1.30 1.10
3.35 2.10 .57 2.70 .68
.40 2.10 .30 2.80
.85 1.30 .25 2.10 .10 .40 1.30 .50 2.10 .10 .35 1.15
4.60 4.40 2.80
35 34 33 32 31 30 29 42 51 50 49 48 47 46 45 44 43

Szent István Egyetem

Ybl Miklós Építéstudományi kar

Közmű és Mélyépítési Tanszék

YBL

Szakdolgozat

Rajz mérete: A0

Projekt: GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET

Dátum: 2012.05.31.

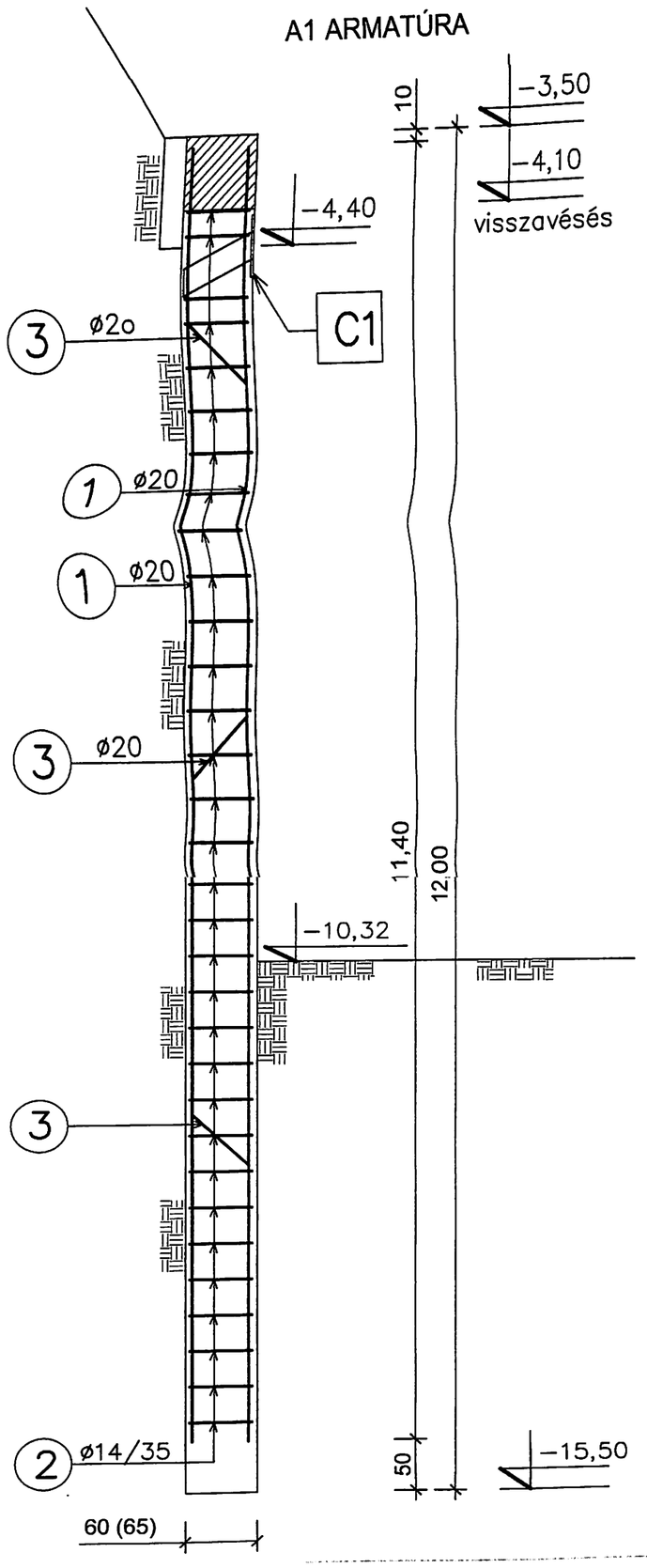
Cím: 65 cm vastag résfal armatúra kiosztási terv

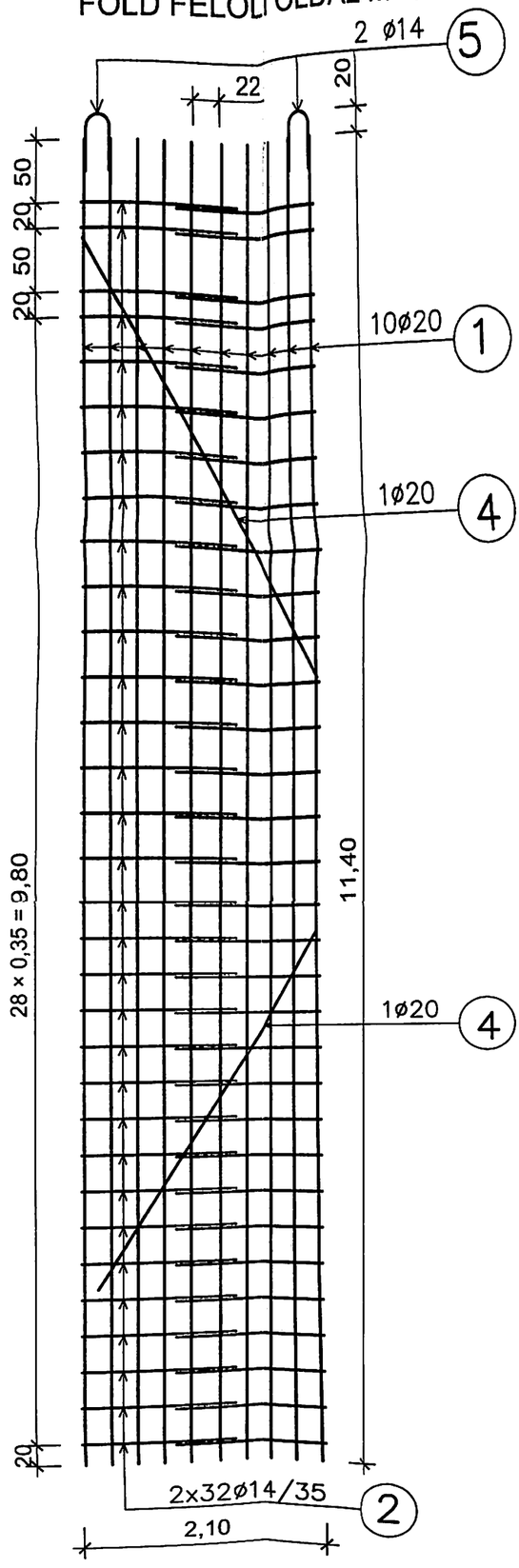
Méretarány: M = 1 : 100

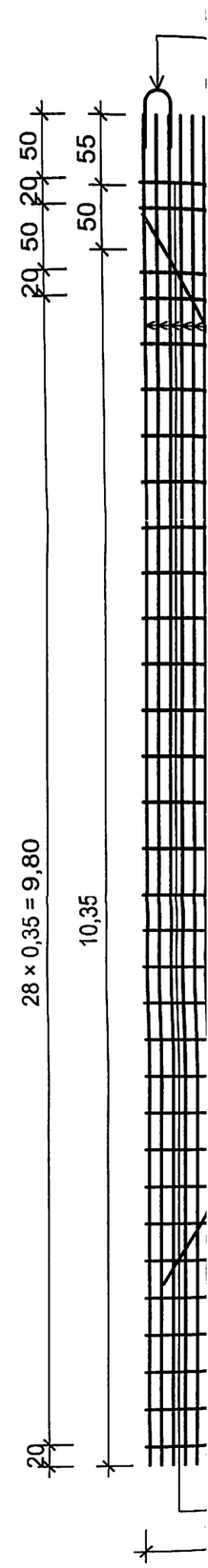
Készítette:	Belső konzulensek:	Külső konzulens:	Rajz száma:
Nagy Vilmos	Keszeyné Dr. Say Emma	Meszlényi Zsolt	SZA - 01

A1 ARM

HOSSZMETSZET M=1:50



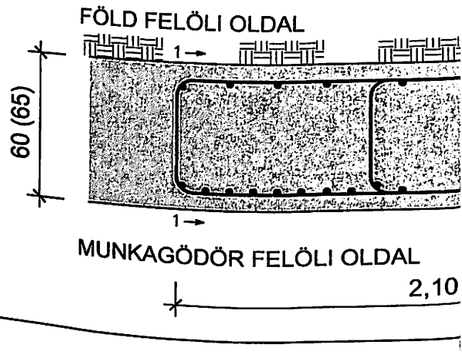




A1 armatúra Készül : 58 db

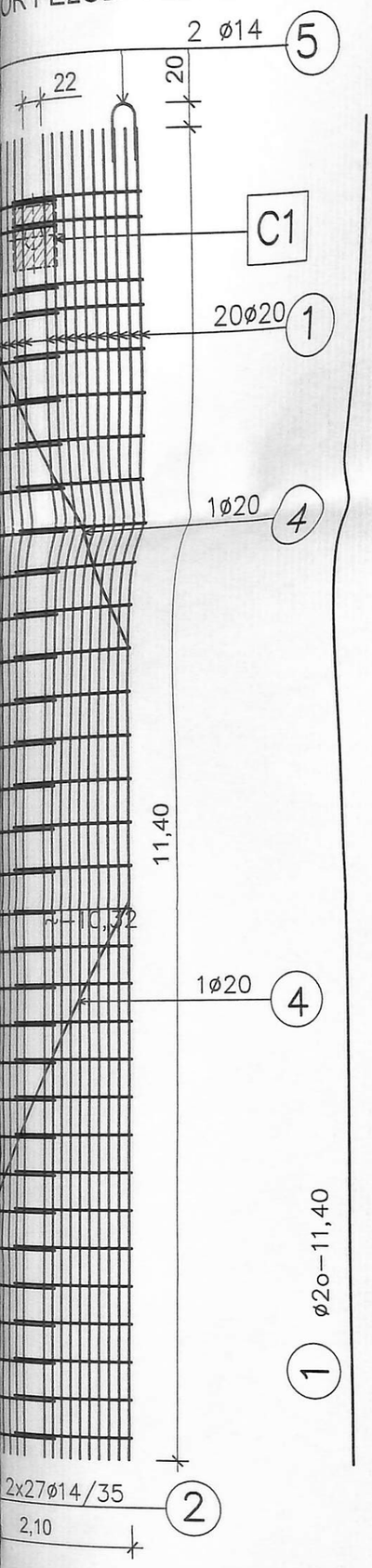
Jel	Db	Átmérő	hossz	B 500		
-	-	(mm)	(m)	Ø14	Ø20	Ø25
1	30	20	11,40		342	
2	64	14	4,00	256		
3	9	20	1,20		11	
4	4	20	4,00		16,00	
5	4	14	1,20	5		
Ø szerinti hossz			[m]	260,80	368,80	
fajlagos tömeg Ø szerint			[kg/m]	1,210	2,460	3,850
össztömeg Ø szerint			[kg]	315,57	907,25	
össztömeg minőség szerint			[kg]	**1 222,82**		

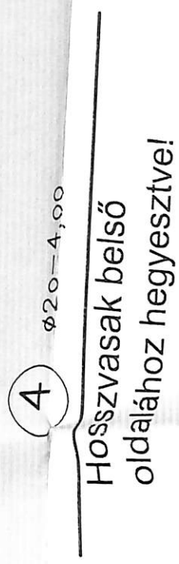
A1 ARMATÚR KERESZTME

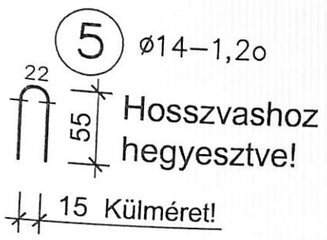


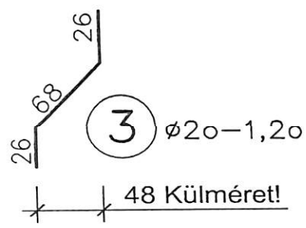
ATÚRA

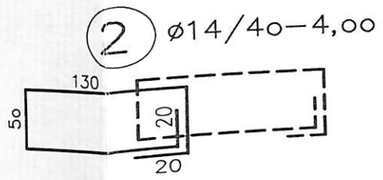
ÖR FELÖLI OLDAL M=1:50





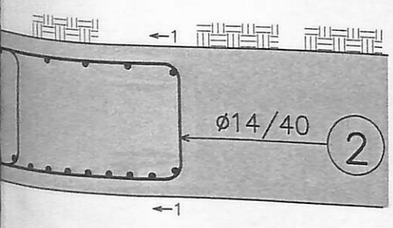






RA

TSZETE M=1:25

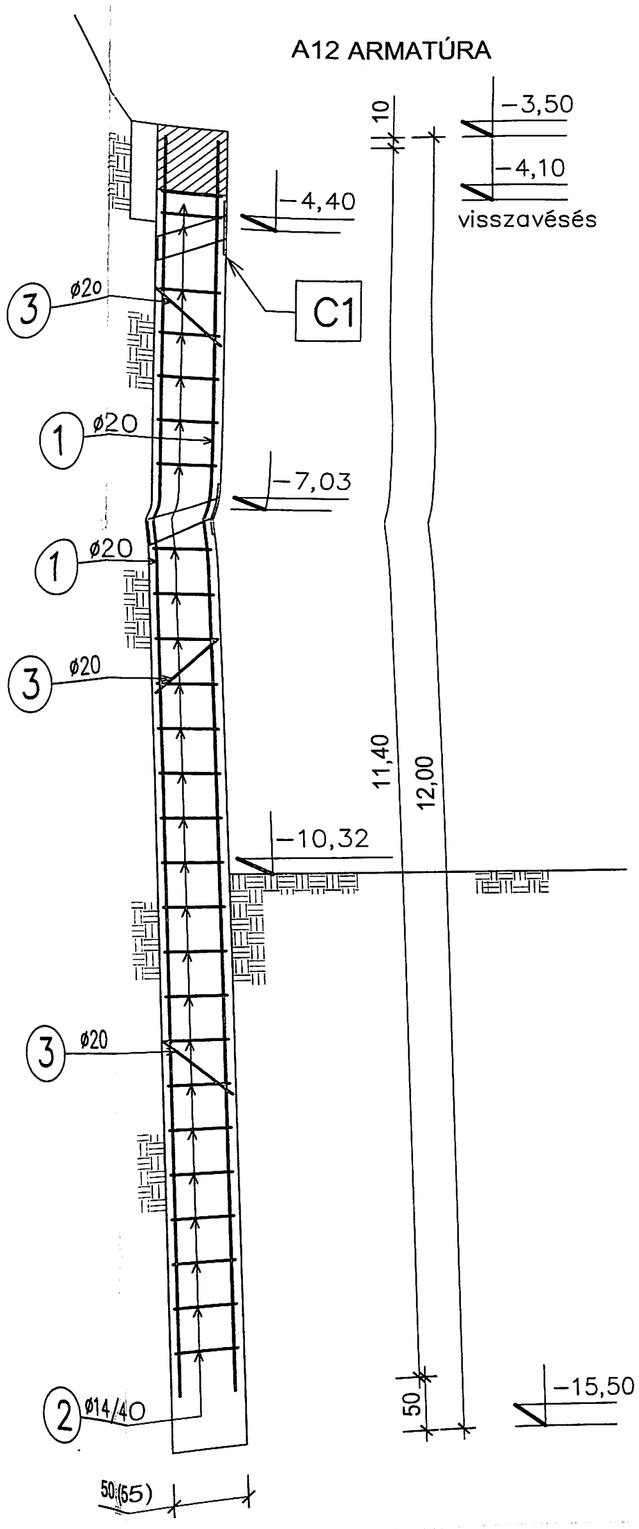


Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar Közmű és Mélyépítési Tanszék			YBL
Szakdolgozat			Rajz mérete: A2
Projekt: GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET			Dátum: 2012.05.31.
Cím: A1 armatúra vasalása			Méretarány: M = 1 : 50 M = 1 : 25
Készítette: Nagy Vilmos	Belső konzulensek: Keszeyné Dr. Say Emma	Külső konzulens: Meszlényi Zsolt	Rajz száma: SZT - 01

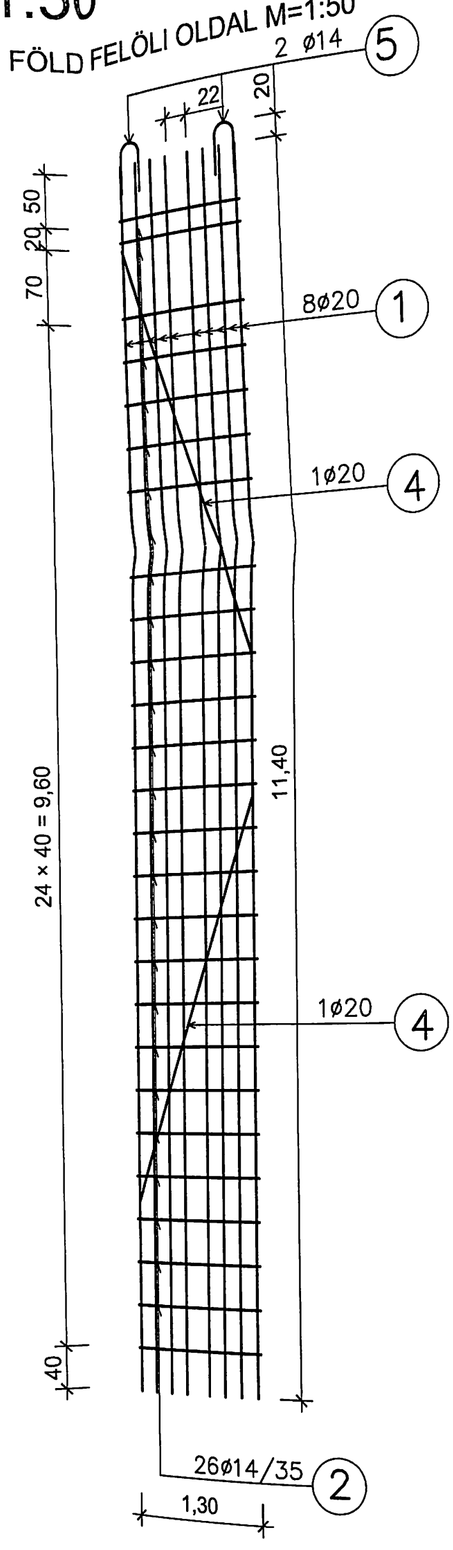
HOSSZMETSZET M=1:50

A12 ARM

A12 ARMATÚRA



FÖLD FELÖLI OLDAL M=1:50



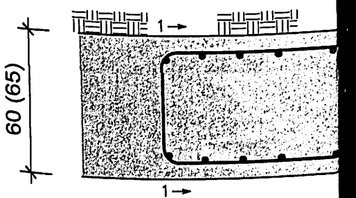
A12 armatúra

Készül : 64 db

Jel	Db	Átmérő (mm)	hossz (m)	B 500 Ø14	Ø20	Ø25
-	16	20	11,40		182	
1	26	14	3,80	99		
2	9	20	0,97		9	
3	4	20	4,00		16,00	
4	4	14	1,20	5		
5			[m]	103,60	207,13	
Ø szerinti hossz			[kg/m]	1,210	2,460	3,850
fajlagos tömeg Ø szerint			[kg]	125,36	509,54	
összes meg Ø szerint			[kg]		**634,90**	
összes meg minőség szerint			[kg]			

A12 ARM
KERESZT

FÖLD FELÖLI OLDAL

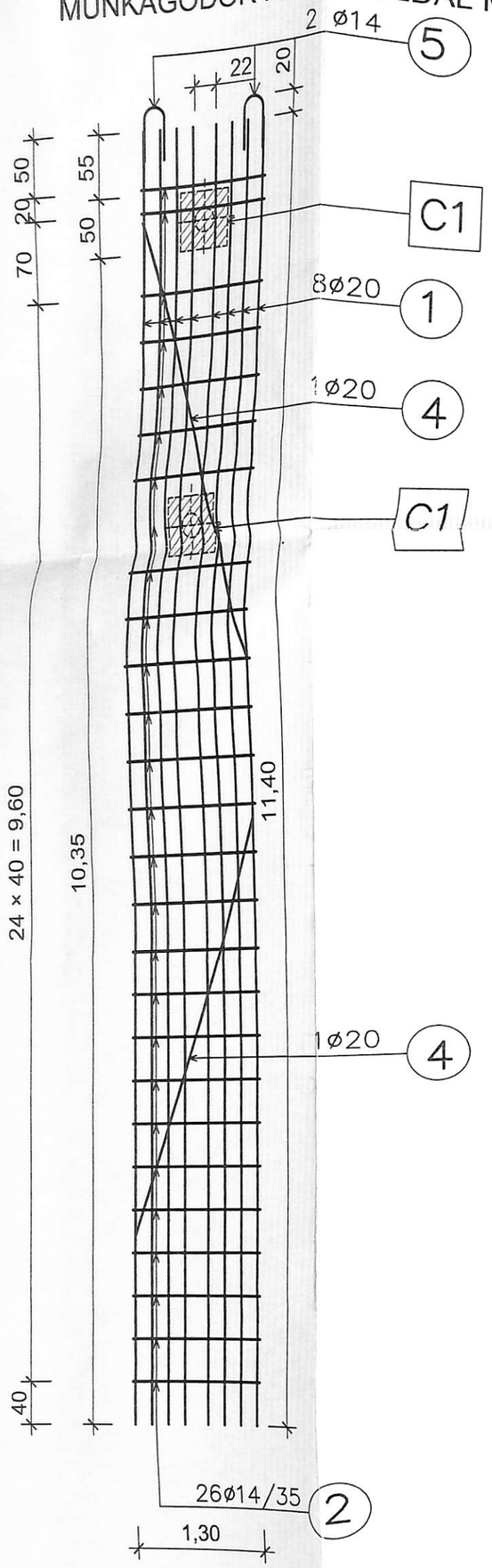


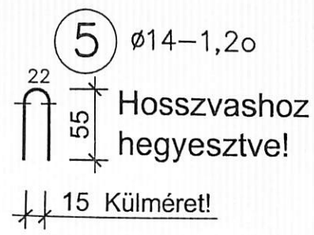
MUNKAGÖDÖR FELÖL

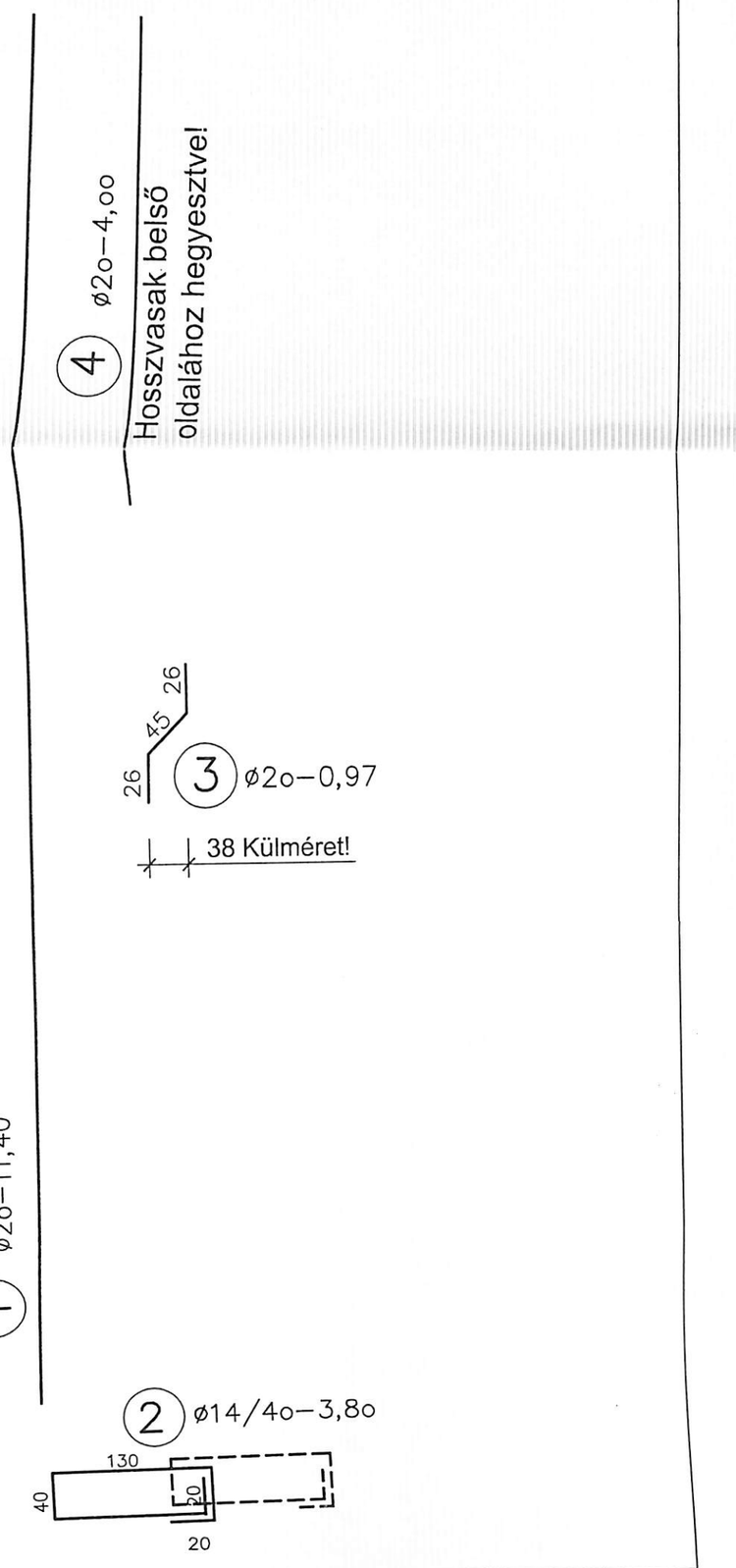
1,30

ATÚRA

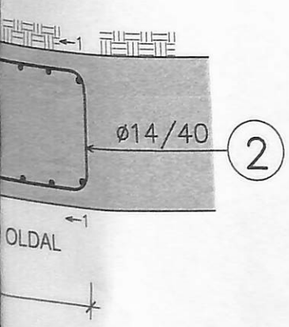
MUNKAGÖDÖR FELÖLI OLDAL M=1:50







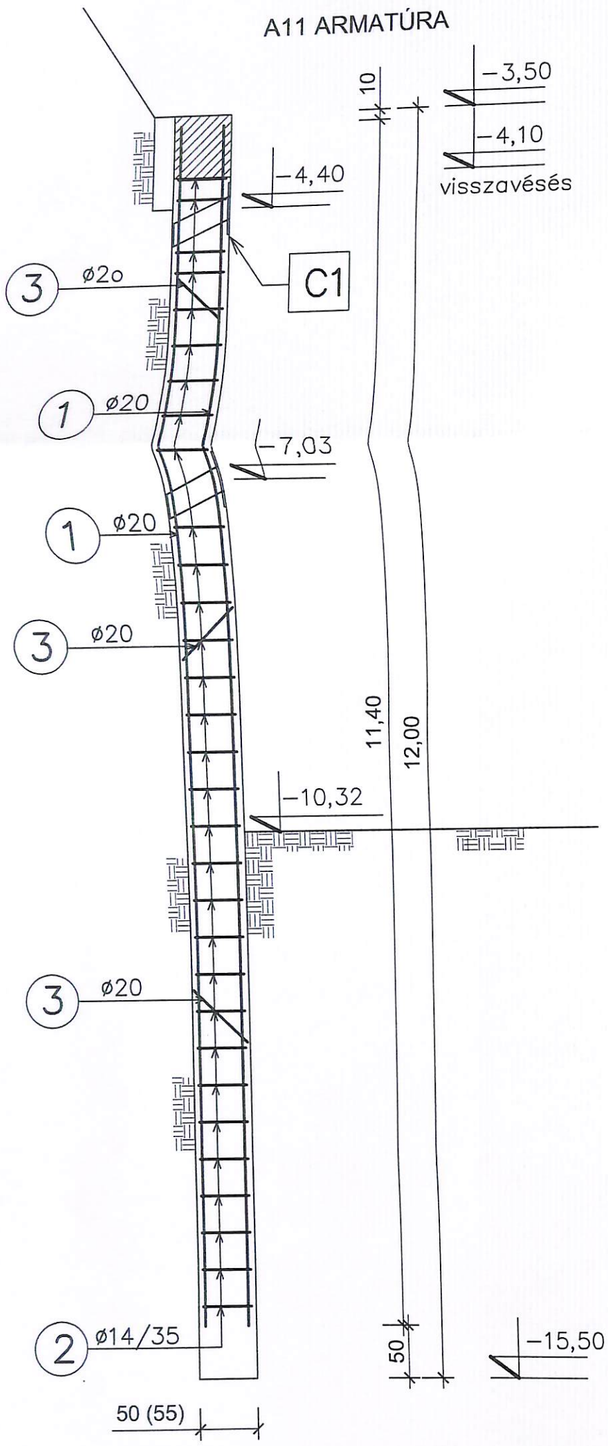
ATÚRA
TMETSZETE M=1:25



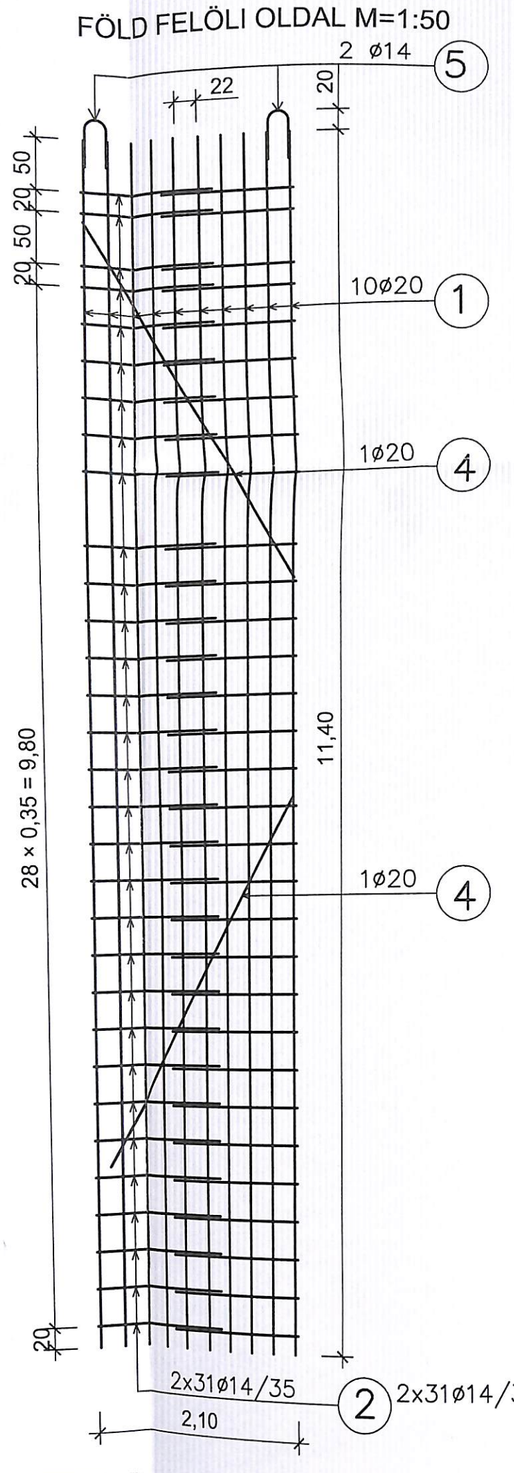
Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar Közmű és Mélyépítési Tanszék			YBL
Szakdolgozat			Rajz mérete: A2
Projekt: GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET			Dátum: 2012.05.31.
Cím: A12 armatúra vasalása			Méretarány: M = 1 : 50 M = 1 : 25
Készítette: Nagy Vilmos	Belső konzulensek: Keszeyné Dr. Say Emma	Külső konzulens: Meszlényi Zsolt	Rajz száma: SZT - 04

A11 ARM

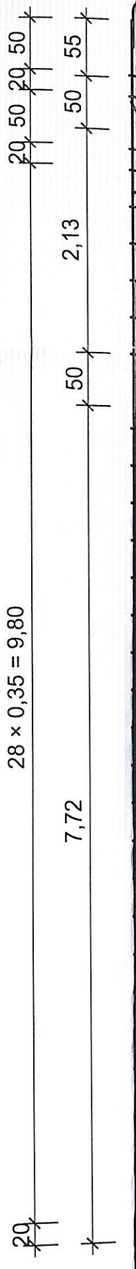
HOSSZMETSZET M=1:50



FÖLD FELÖLI OLDAL M=1:50

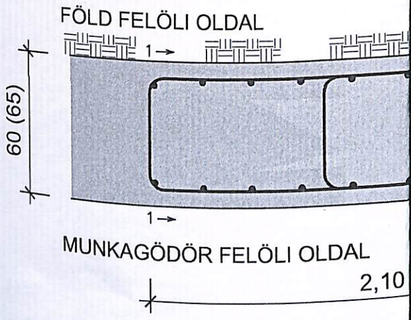


MUN



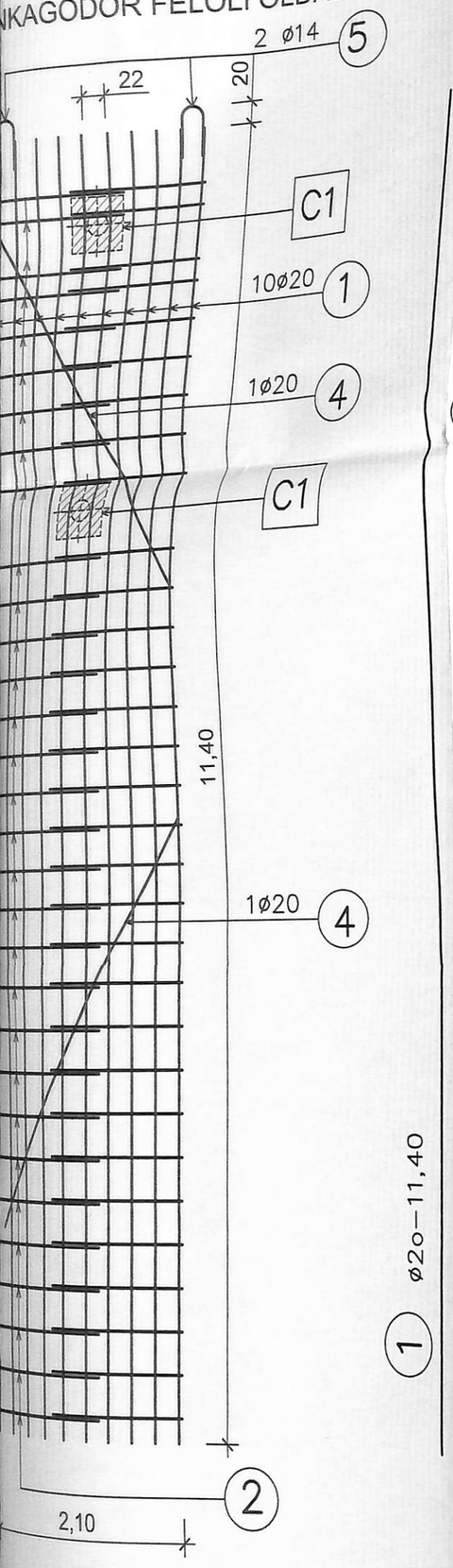
A11 armatúra				Készül : 58 db		
Jel	**Db**	**Átmérő**	**hossz**	**B 500**		
-	-	(mm)	(m)	**Ø14**	**Ø20**	**Ø25**
1	20	20	11,40		228	
2	62	14	3,80	236		
3	9	20	0,97		9	
4	4	20	4,00		16,00	
5	4	14	1,20	5		
Ø szerinti hossz			[m]	240,40	252,73	
fajlagos tömeg Ø szerint			[kg/m]	1,210	2,460	3,850
össztömeg Ø szerint			[kg]	290,88	621,72	
össztömeg minőség szerint			[kg]	**912,60**		

A11 ARMATÚ
KERESZTME



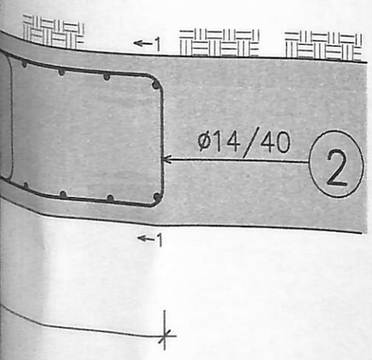
ATÚRA

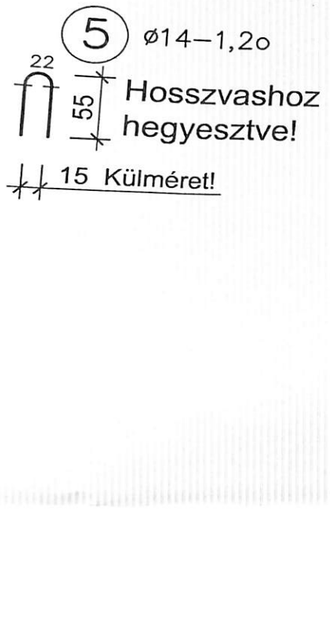
NKAGÖDÖR FELÖLI OLDAL M=1:50

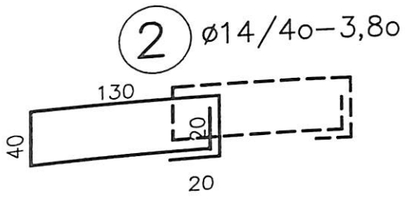


RA

TSZETE M=1:25





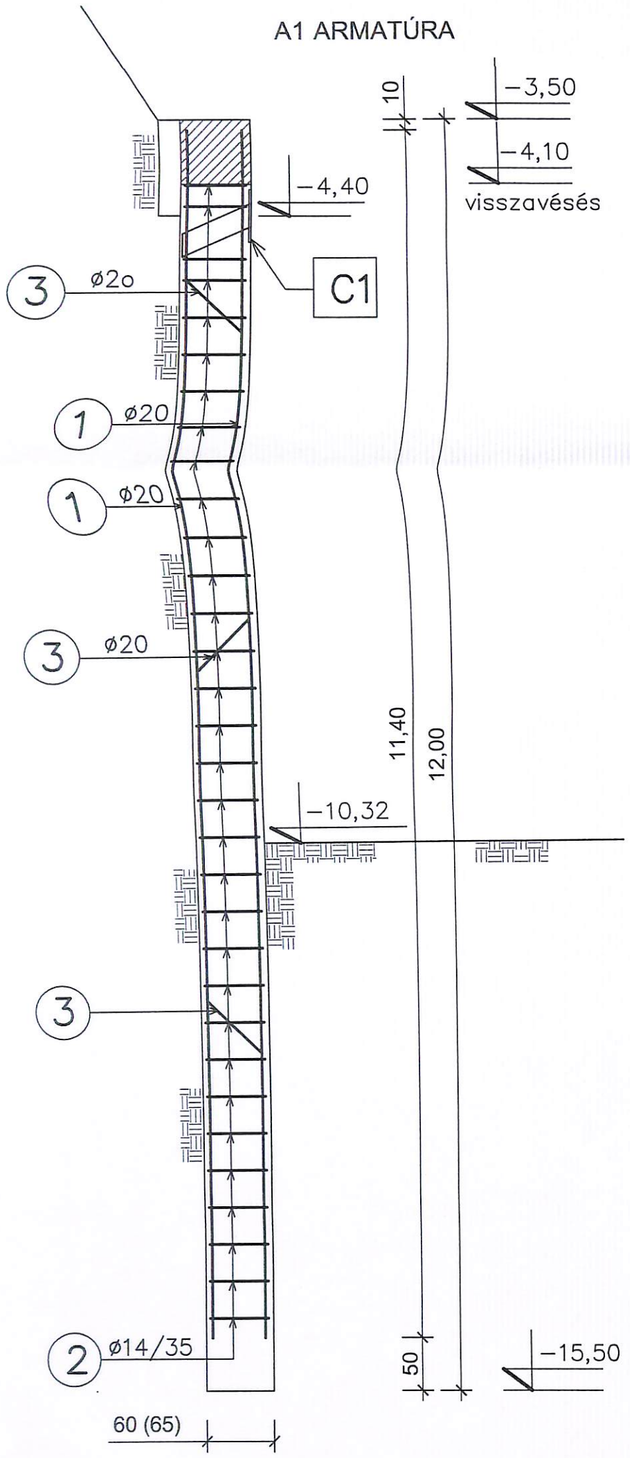


Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar Közmű és Mélyépítési Tanszék		YBL
Szakdolgozat		Rajz mérete: A2
Projekt: GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET		Dátum: 2012.05.31.
Cím: A11 armatúra vasalása		Méretarány: M = 1 : 50 M = 1 : 25
Készítette: Nagy Vilmos	Belső konzulensek: Keszeyné Dr. Say Emma Külső konzulens: Meszlényi Zsolt	Rajz száma: SZT - 03

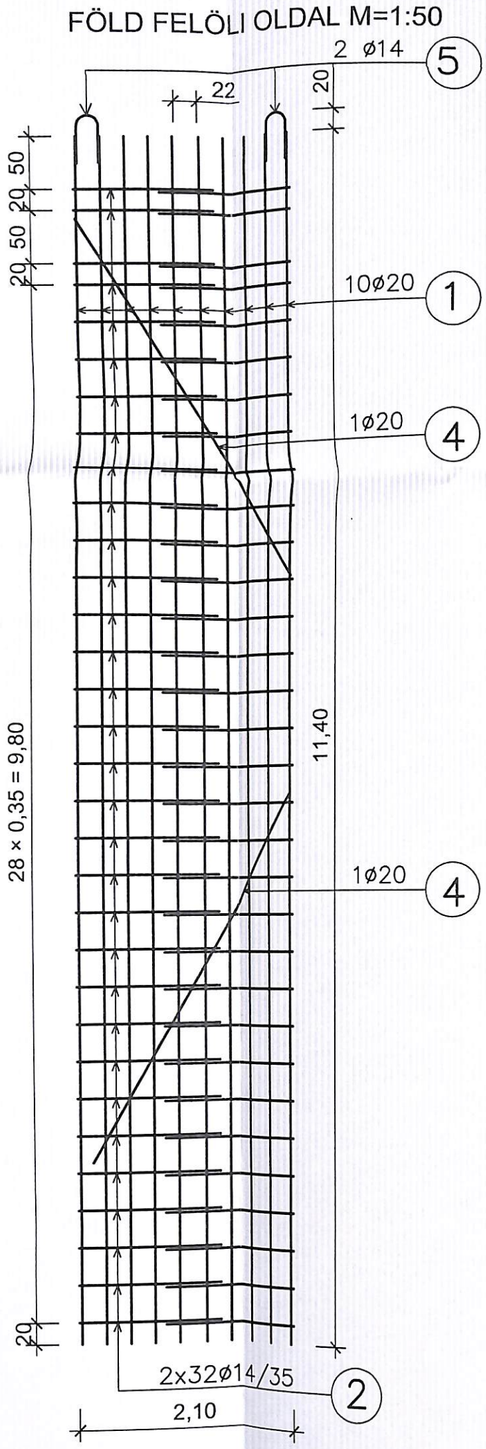
A1 ARM

HOSSZMETSZET M=1:50

A1 ARMATÚRA



FÖLD FELÖLI OLDAL M=1:50



MUNKAGÖD

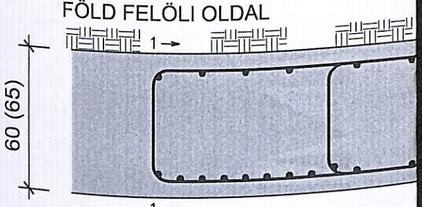


A1 armatúra — Készül : 58 db

Jel -	Db -	Átmérő (mm)	hossz (m)	B 500 Ø14	B 500 Ø20	B 500 Ø25
1	30	20	11,40		342	
2	64	14	4,00	256		
3	9	20	1,20		11	
4	4	20	4,00		16,00	
5	4	14	1,20	5		
Ø szerinti hossz			[m]	260,80	368,80	
fajlagos tömeg Ø szerint			[kg/m]	1,210	2,460	3,850
össztömeg Ø szerint			[kg]	315,57	907,25	
össztömeg minőség szerint			[kg]		**1 222,82**	

A1 ARMATÚR KERESZTME

FÖLD FELÖLI OLDAL

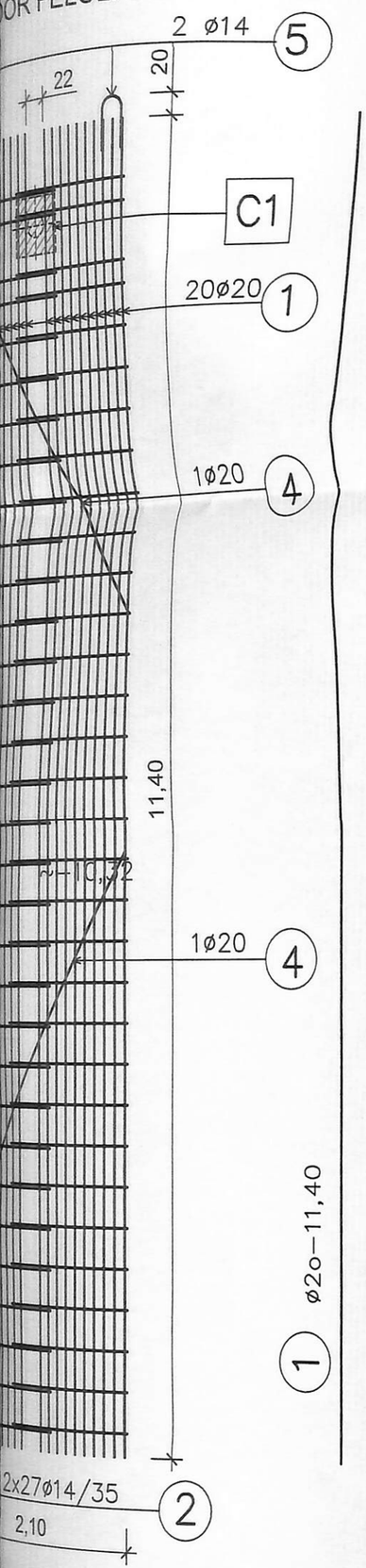


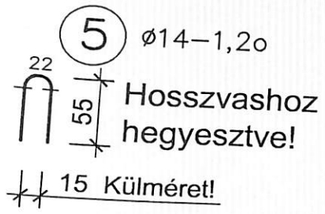
MUNKAGÖDÖR FELÖLI OLDAL

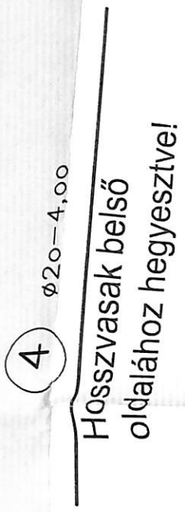
2,10

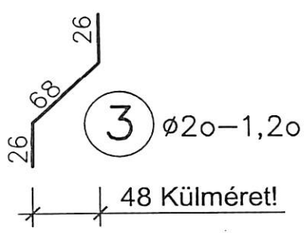
ATÚRA

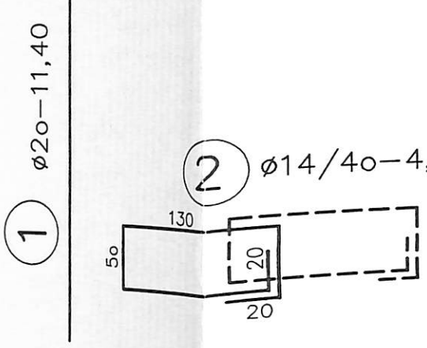
ÖR FELÖLI OLDAL M=1:50





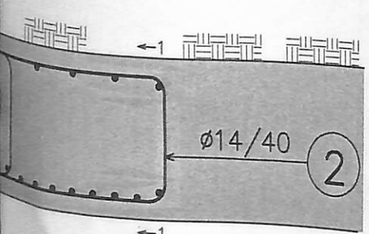






A

TSZETE M=1:25



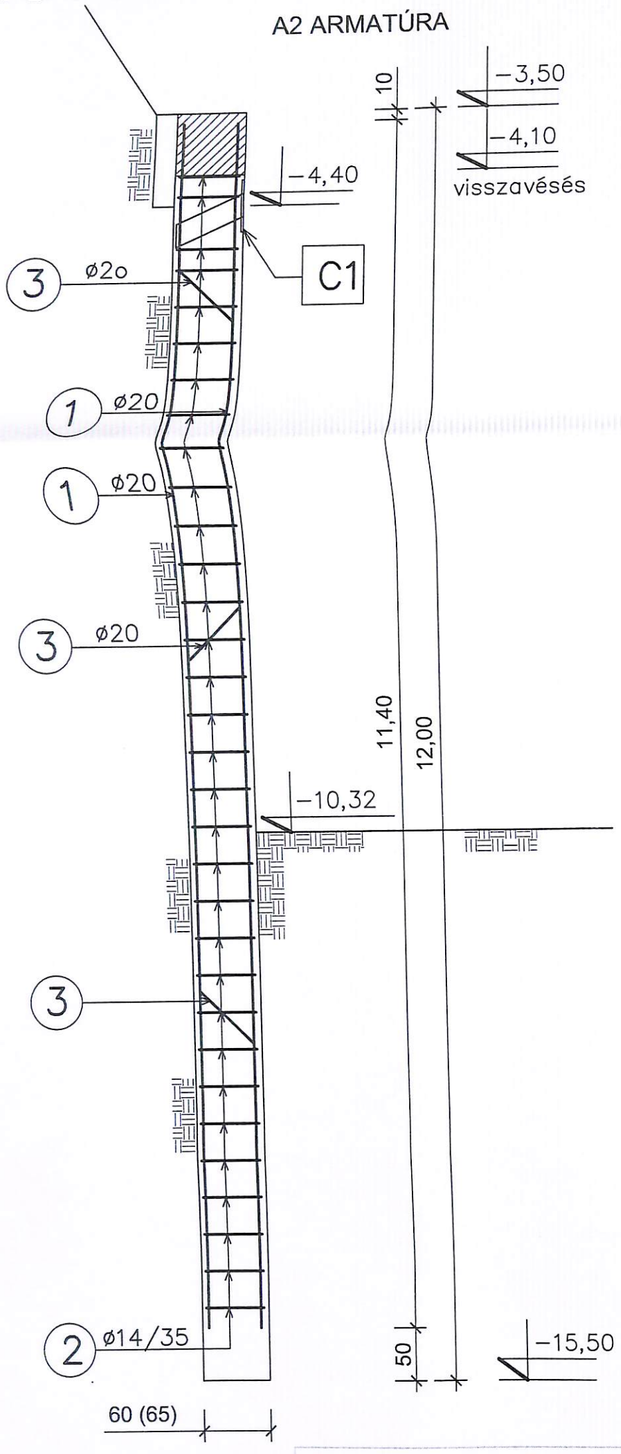
Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi kar
Közmű és Mélyépítési Tanszék

YBL

Szakdolgozat			Rajz mérete: A2
Projekt: GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET			Dátum: 2012.05.31.
Cím: A1 armatúra vasalása			Méretarány: M = 1 : 50 M = 1 : 25
Készítette: Nagy Vilmos	Belső konzulensek: Keszeyné Dr. Say Emma	Külső konzulens: Meszlényi Zsolt	Rajz száma: SZT - 01

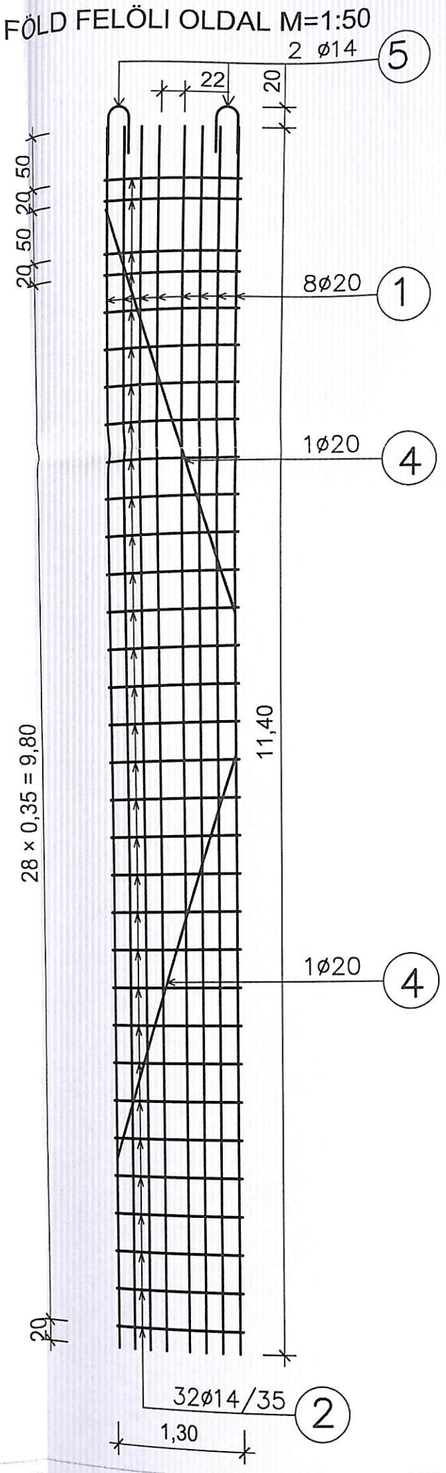
HOSSZMETSZET M=1:50

A2 ARMATÚRA



A2 ARM

FÖLD FELÖLI OLDAL M=1:50



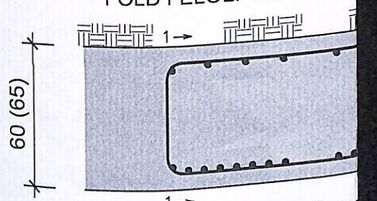
A2 armatúra — Készül : 64 db

Jel	Db	Átmérő	hossz	B 500		
-	-	(mm)	(m)	Ø14	Ø20	Ø25
1	24	20	11,40		274	
2	32	14	4,00	128		
3	9	20	1,20		11	
4	4	20	4,00		16,00	
5	4	14	1,20	5		
Ø szerinti hossz			[m]	132,80	300,40	
fajlagos tömeg Ø szerint			[kg/m]	1,210	2,460	3,850
össztömeg Ø szerint			[kg]	160,69	738,98	
össztömeg minőség szerint			[kg]		**899,67**	

A2 ARMA

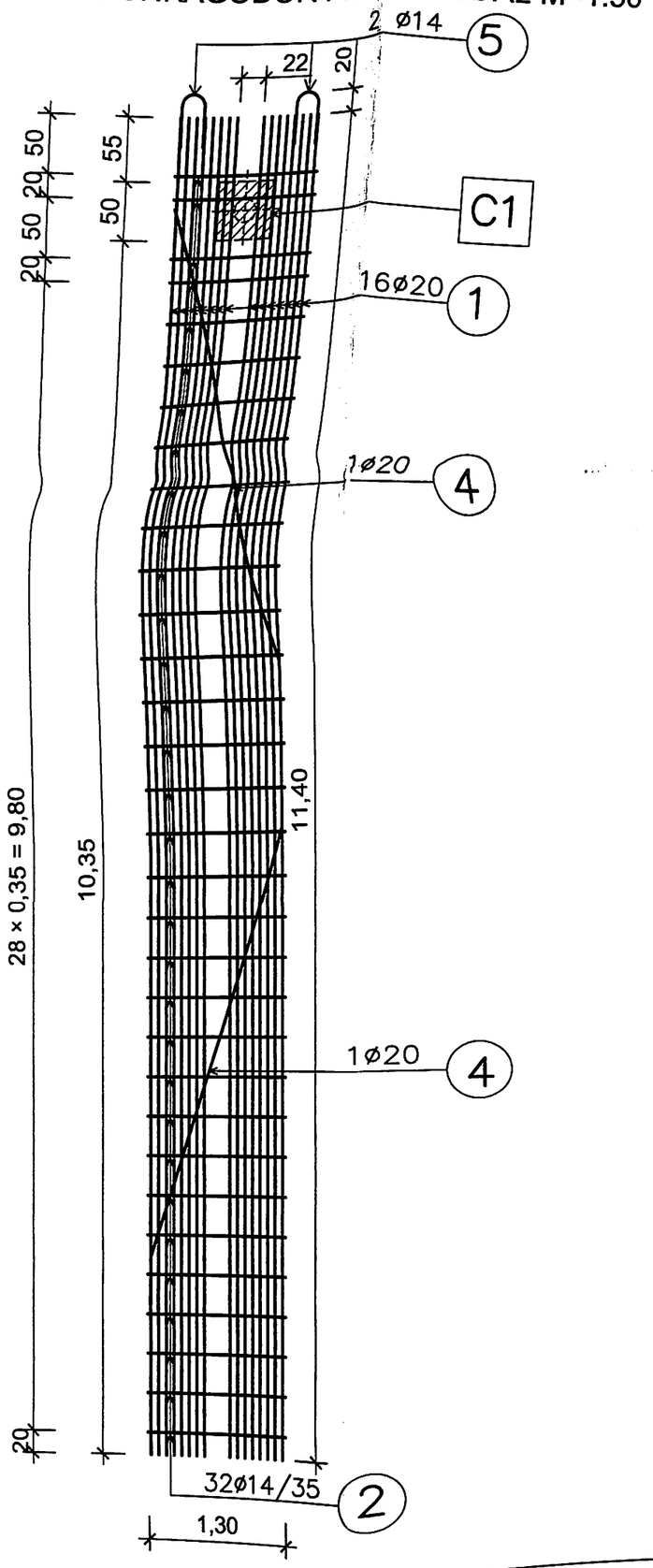
KERESZT

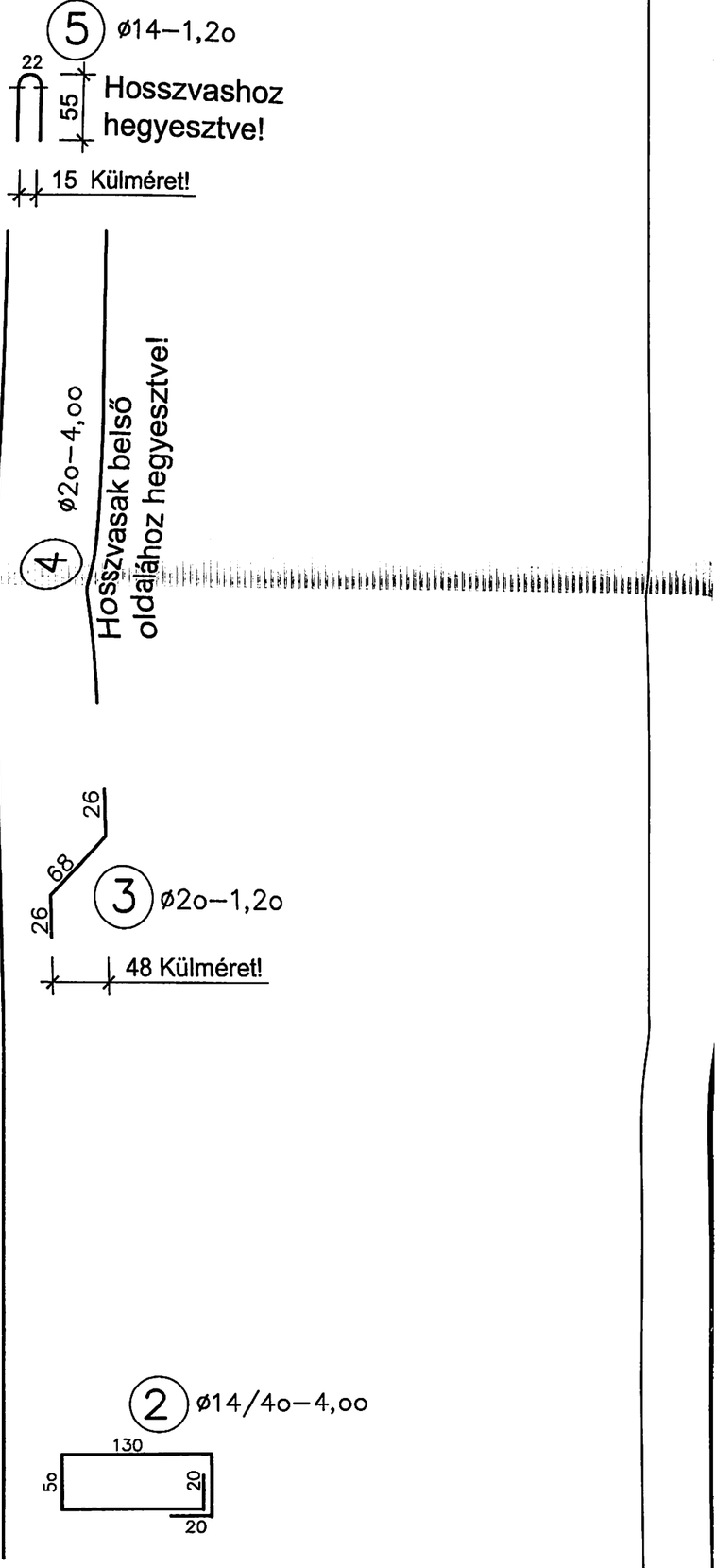
FÖLD FELÖLI OLDAL



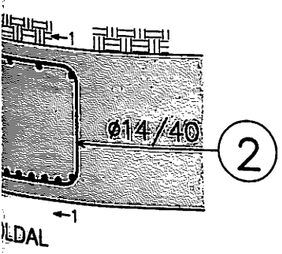
ATÚRA

MUNKAGÖDÖR FELŐLI OLDAL M=1:50

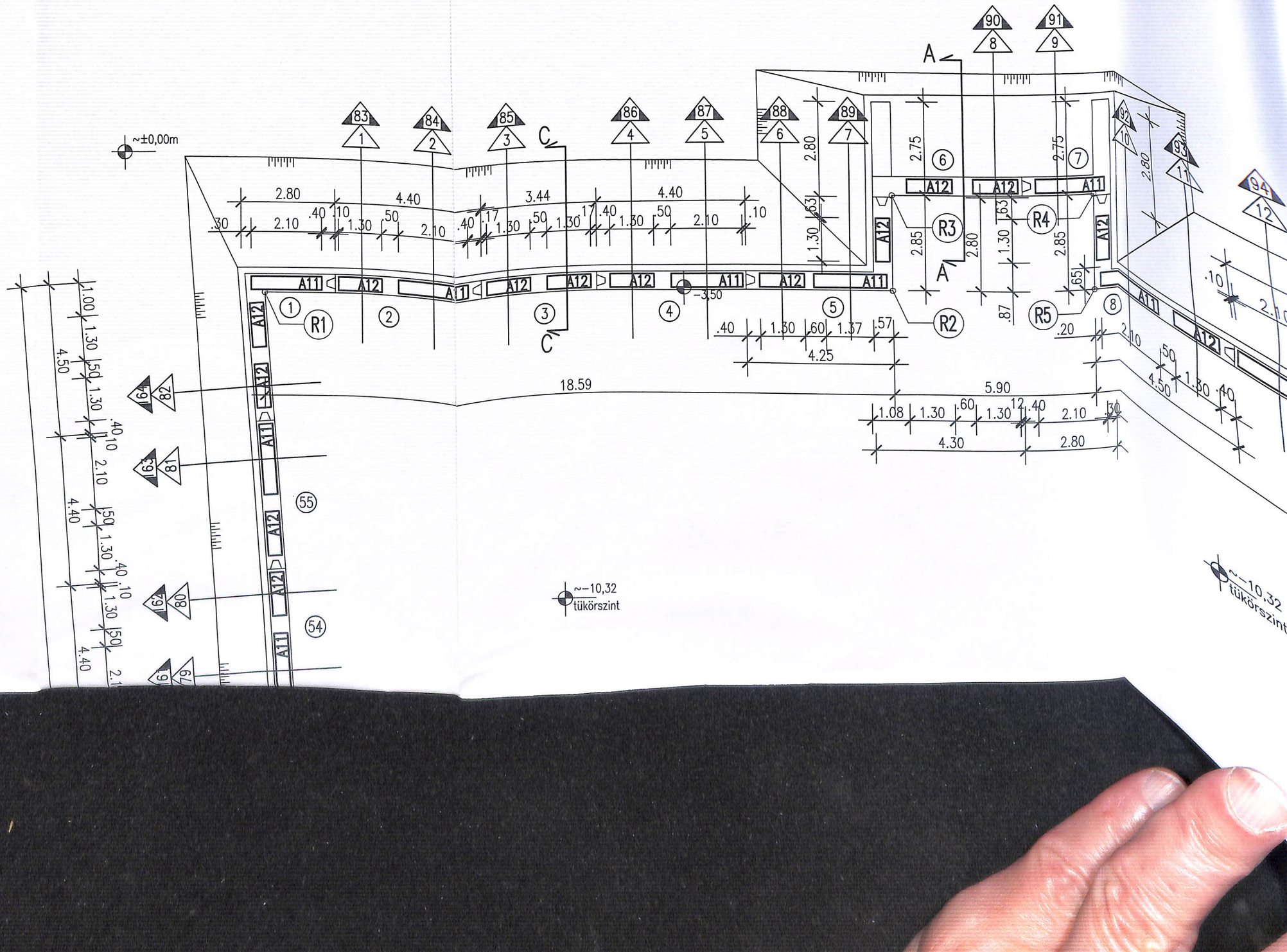




TÚRA METSZETE M=1:25

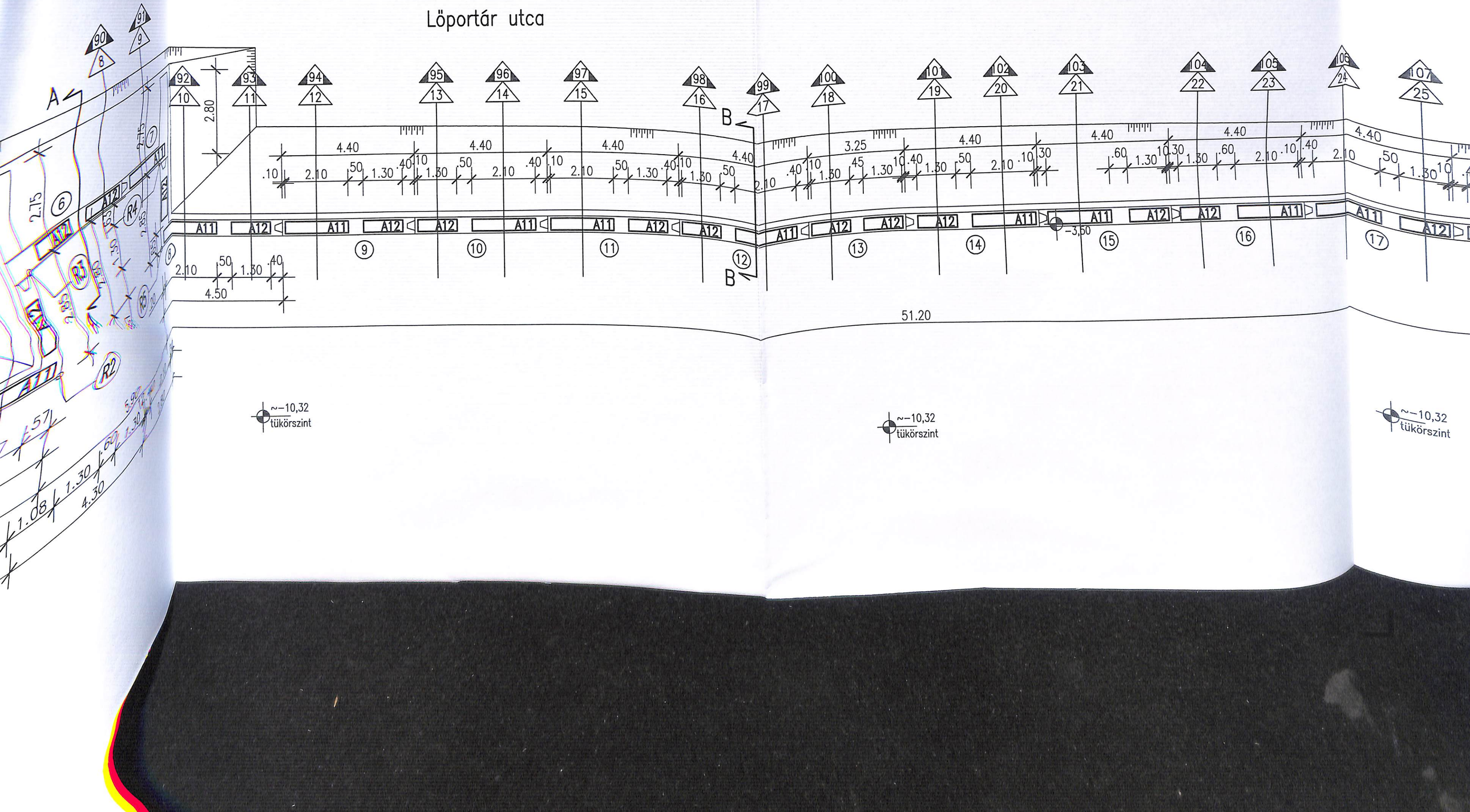


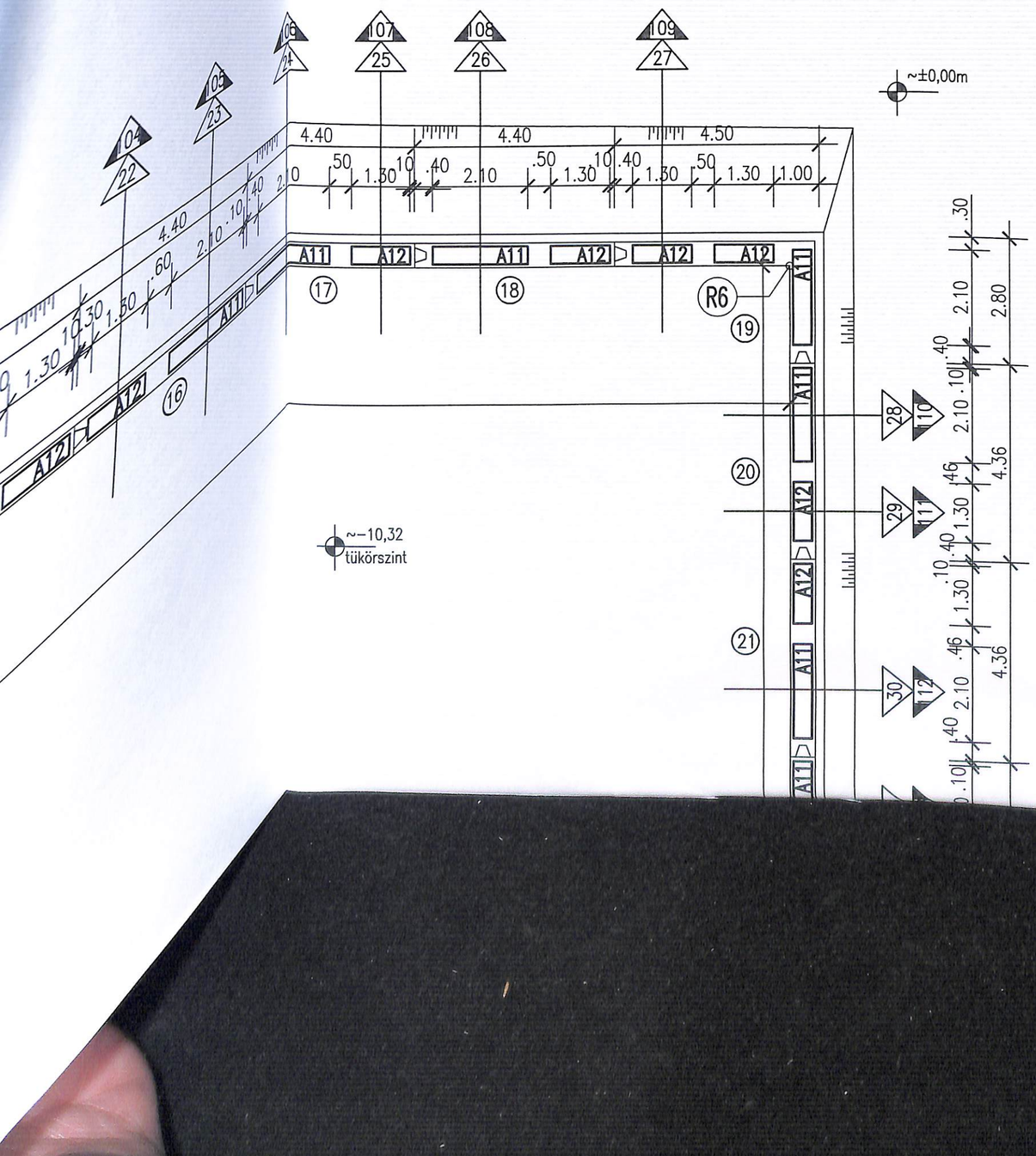
Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar Közmű és Mélyépítési Tanszék			YBL
Szakdolgozat			Rajz mérete: A2
Projekt: GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET			Dátum: 2012.05.31.
Cím: A2 armatúra vasalása			Méretarány: M = 1 : 50 M = 1 : 25
Készítette: Nagy Vilmos	Belső konzulensek: Keszeyné Dr. Say Emma	Külső konzulens: Meszlényi Zsolt	Rajz száma: SZT - 02


~±0,00m
~-10,32
tükörszint
A
C
R1
R2
R3
R4
R5
A11
A12
18.59
5.90
4.25
4.30
2.80
4.50
4.40
2.10
1.30
2.75
2.85
1.65
.87
.20
.40
.60
1.37
.57
1.08
1.12
3.44
4.40
2.80
.30
.50
.17
.63
.10
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
54
55
6
7
8
9
10
11
12

FELÜLNÉZET M=1:100

Löportár utca





JELMAGYARÁZAT:

A11 — A1 jelű betonacél armatúra

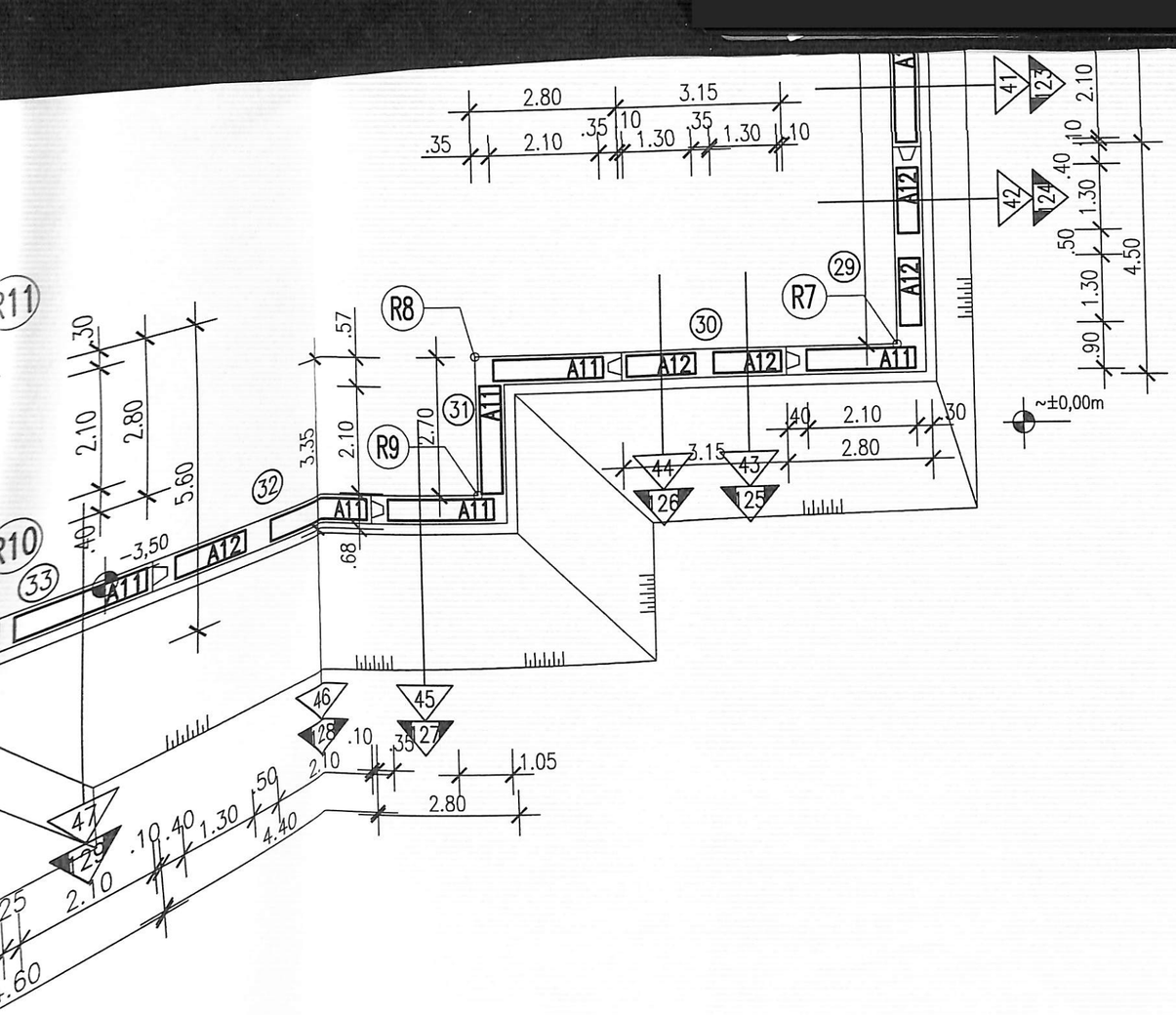
A12 — A2 jelű betonacél armatúra

Szakaszoló palló

40 — H1 jelű horgony a felső horgonysorban

24 — H1 jelű horgony az alsó horgonysorban

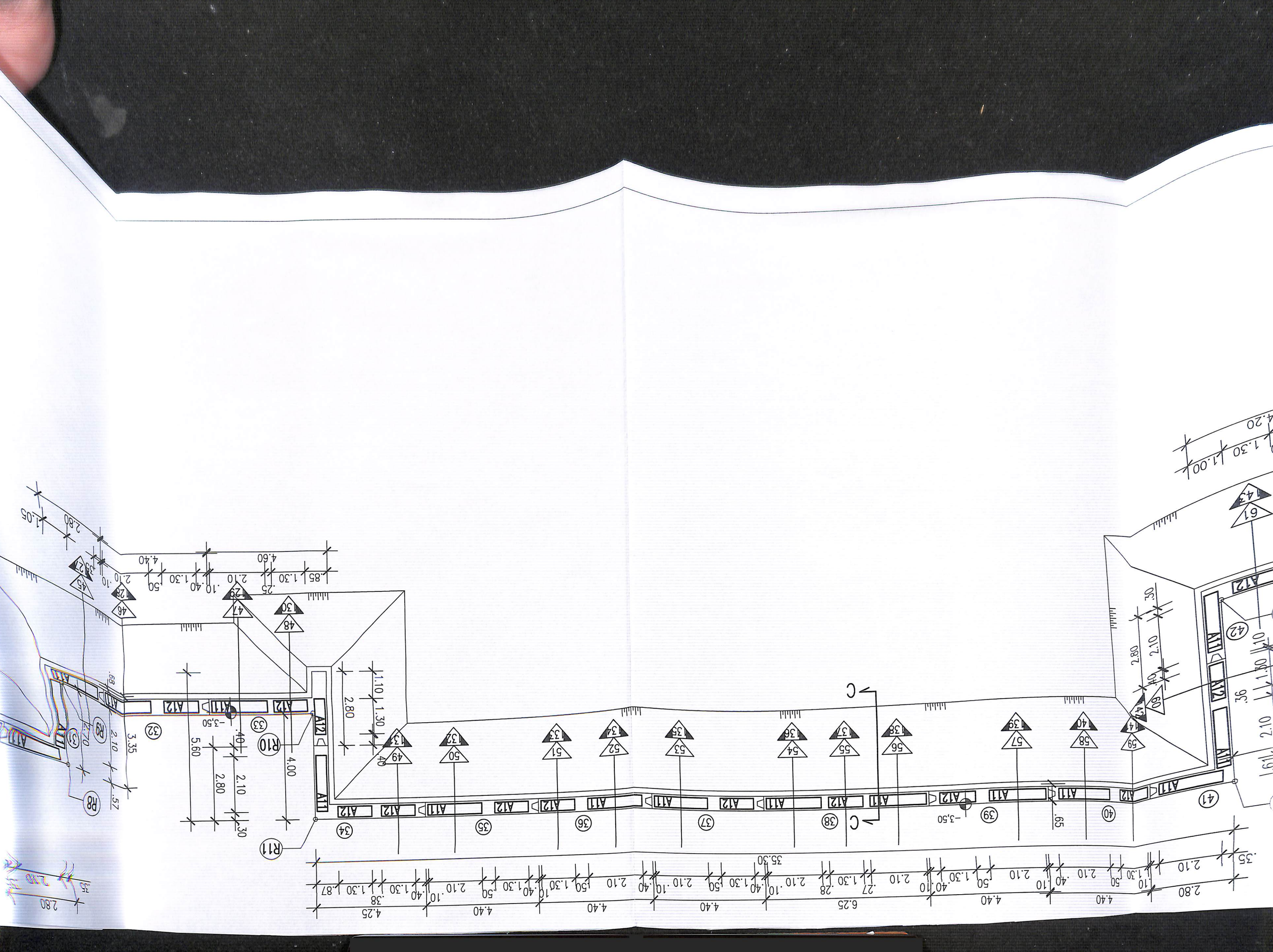
Résfal kontúr

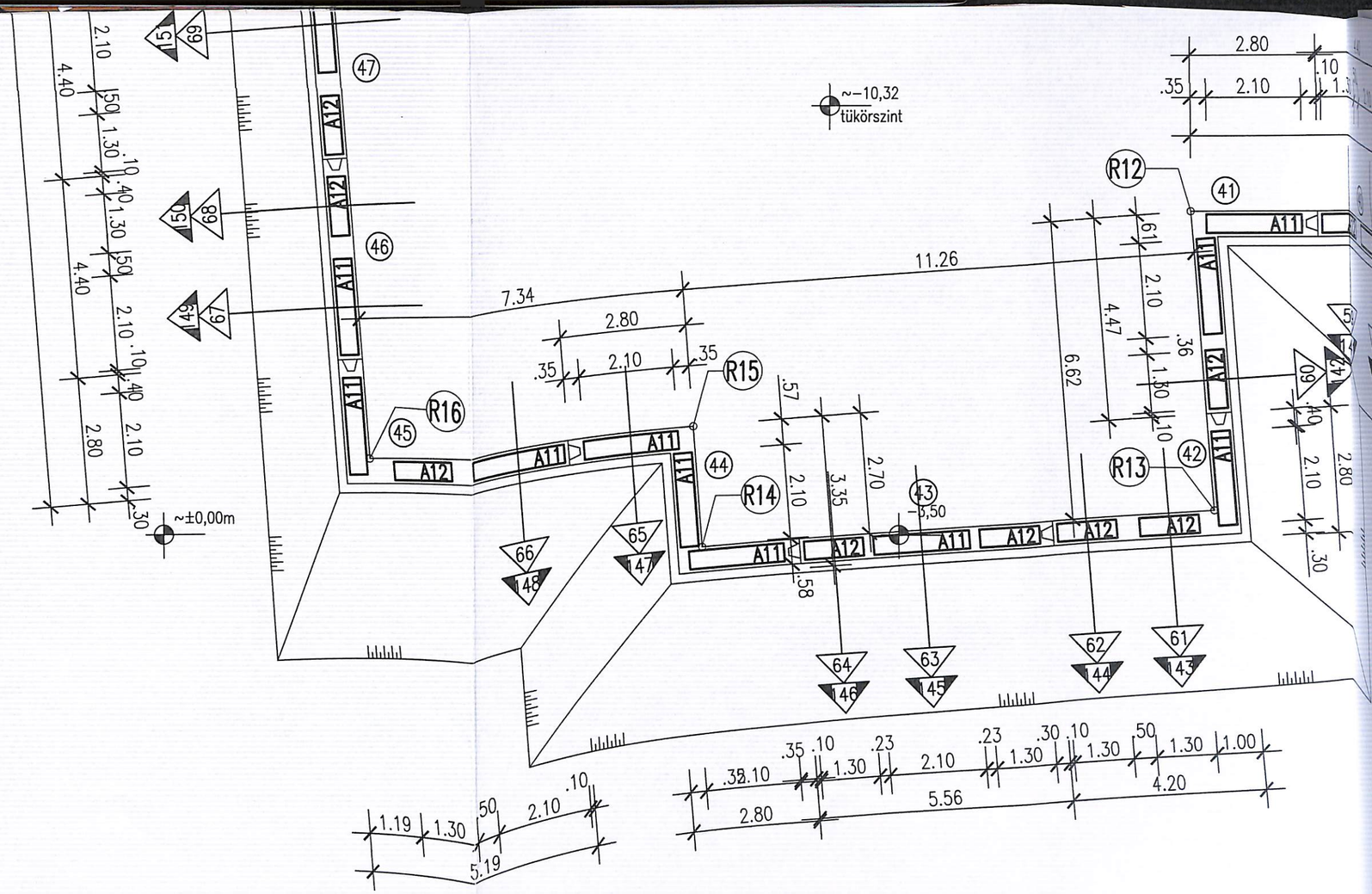


Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi kar
Közmű és Mélyépítési Tanszék

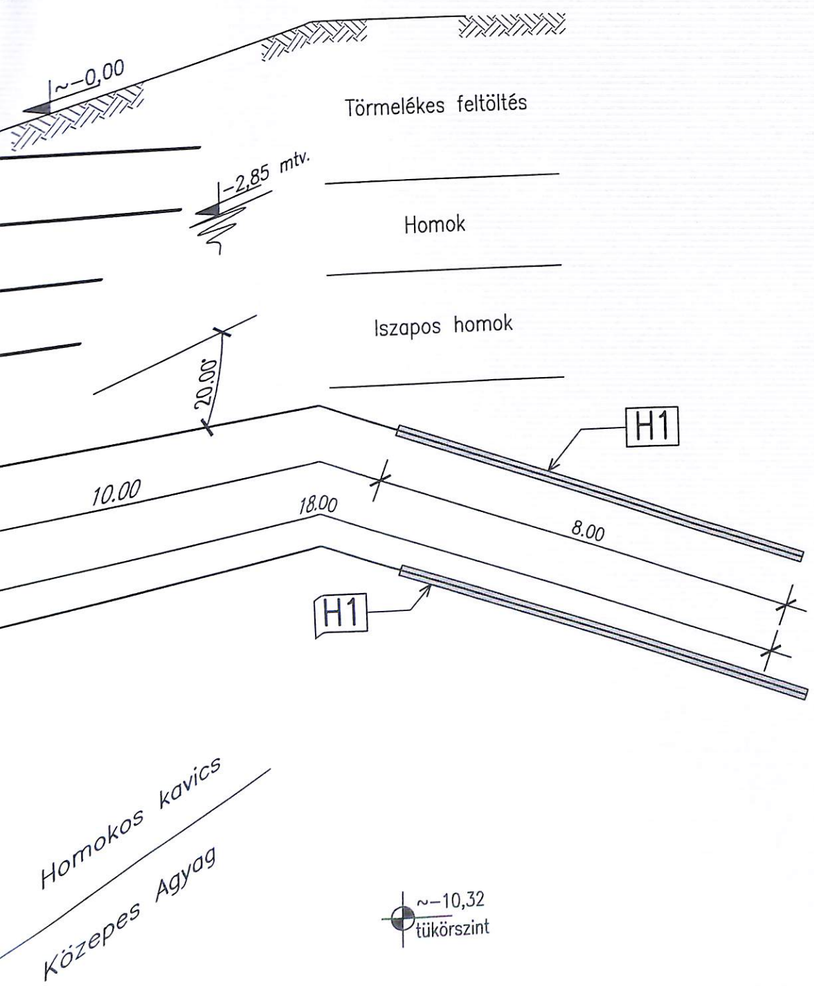
YBL

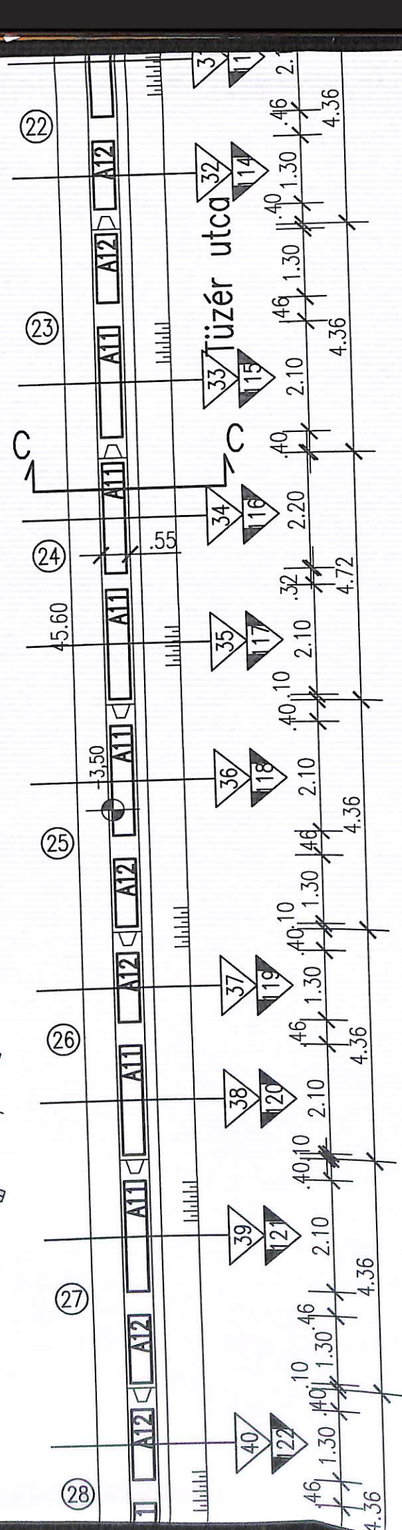
Szakdolgozat			Rajz mérete: A0
Projekt: GREEN HOUSE IRODAÉPÜLET			Dátum: 2012.05.31.
Cím: 55 cm vastag résfal armatúra kiosztási terv			Méretarány: M = 1 : 100
Készítette: Nagy Vilmos	Belső konzulensek: Keszeyné Dr. Say Emma	Külső konzulens: Meszlényi Zsolt	Rajz száma: SZA - 02


A11
A12
R8
R9
R10
R11
C
-3.50
2.80
2.10
1.30
1.10
4.00
5.60
3.35
4.60
4.40
2.85
1.30
2.10
1.40
1.50
2.10
1.40
1.50
2.10
1.40
1.50


~−10,32
tükörszint
~±0,00m
R12
R13
R14
R15
R16
A11
A12
11.26
7.34
6.62
5.19
5.56
4.20
2.80
4.47
4.40
3.35
2.70
2.10
1.30
1.19
1.00
.57
.58
.36
.35
.30
.23
.10
.50
3.50

szet M=1:100





KITŰZÉSI KOORDINÁTÁK a vasbeton résfal belső sarokpontjainak EOV koordinátái		
Pont	**X [m]**	**Y [m]**
R1	241872,241	651283,843
R2	241861,234	651298,821
R3	241863,531	651300,509
R4	241860,037	651305,263
R5	241857,741	651303,575
R6	241827,422	651344,834
R7	241790,677	651317,831
R8	241795,473	651311,304
R9	241793,297	651309,705
R10	241799,514	651301,242
R11	241802,737	651303,611
R12	241823,642	651275,167
R13	241818,042	651271,633
R14	241824,051	651262,109
R15	241826,335	651263,552
R16	241830,251	651257,343

rtár utca

elékes feltöltés

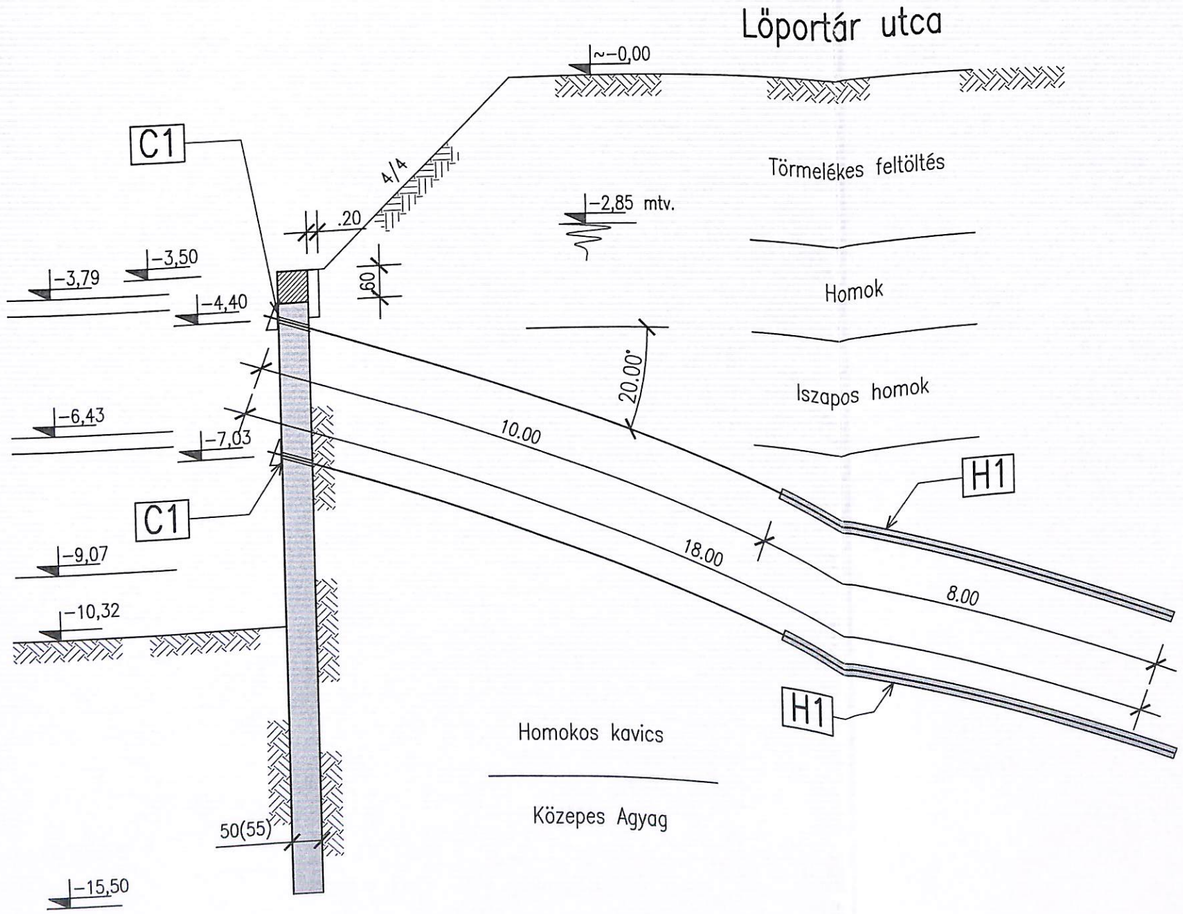
Homok

pos homok

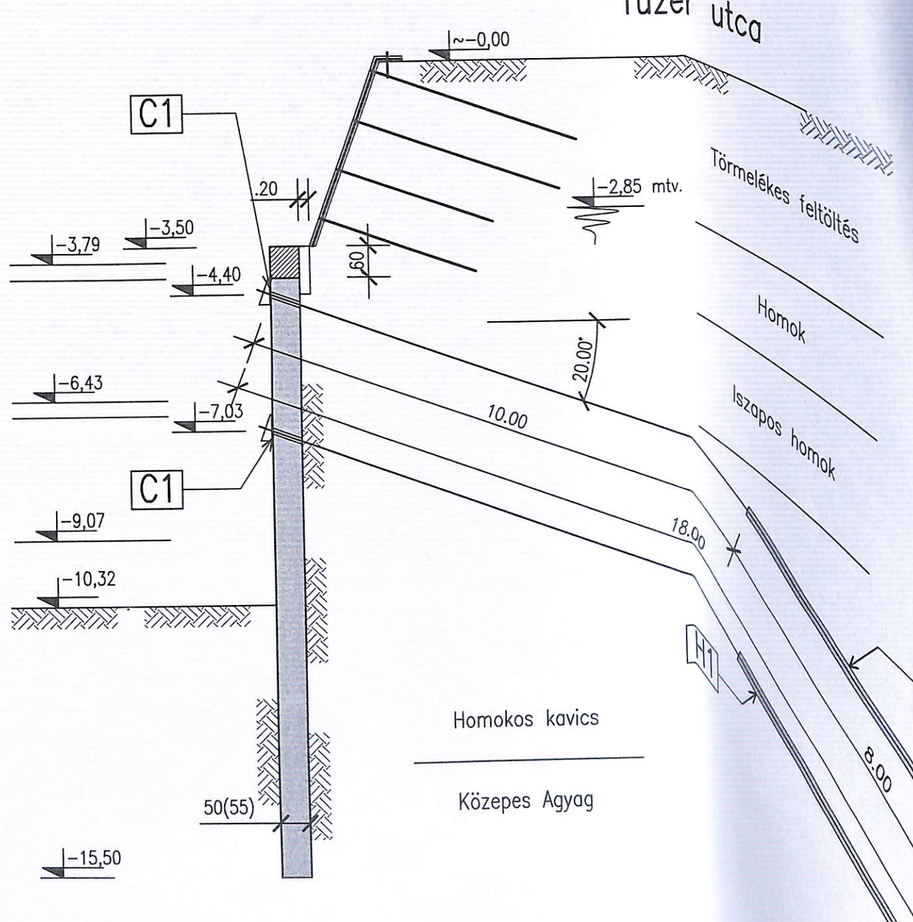
H1

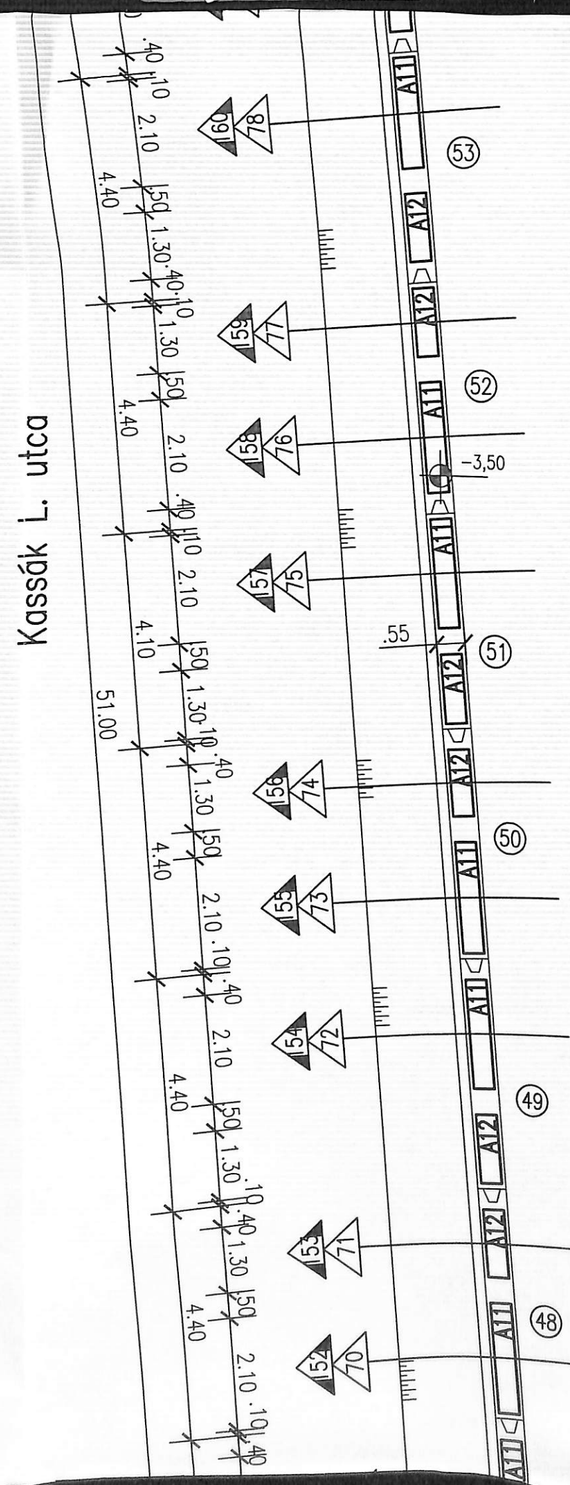
8.00

B Metszet M=1:100



C Metszet M=1:100





A Metszet M=1:100

