



**SZENT ISTVÁN
EGYETEM**



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

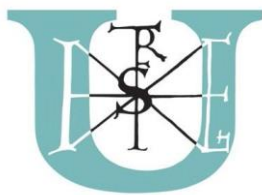
Résfalas munkatérhatárolás és alapozás

Szabó József

Belső konzulens: Prof. Dr. Telekes Gábor

Külső konzulens: Bakó Gyula ügyvezető igazgató

Budapest, 2015



**SZENT ISTVÁN
EGYETEM**



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani **Dr. Telekes Gábor** tanár Úrnak, aki elvállalta a belső konzulensi felkérésemet és szakmai észrevételeivel, hasznos tanácsaival látott el szakdolgozatom írása közben.

Nagy köszönettel tartozom **Bakó Gyula** Úrnak, aki elvállalta külső konzulensi felkérésemet és munkaideje egy részét rám áldozta. Az ő szakmai tudása, útmutatásai és az általa kapott segédanyagok nagy segítséget nyújtottak a szakdolgozatom elkészítésében.

Budapest, 2015. Június

Tartalomjegyzék

Bevezetés	4
1.Mélyalapok.....	4
1.1 A mélyalapozás fajtái:	4
1.2 Mélyalapok alkalmazása	4
2. Részfal.....	5
2.1 Definíciók.....	5
2.2 A technológia ismertetése	6
2.3 A technológia előnyei.....	6
2.4 A technológia hátrányai	7
2.5 A szerkezetek osztályozása	7
2.5.1 Alakjuk szerint	8
2.5.2 Anyaguk szerint	10
2.5.3 Rendeltetésük szerint	10
2.6 Munkamódszerek.....	11
2.7. A réseléshez használt anyagok.....	13
2.7.1. A résiszap	13
2.7.2. A résiszap készítéséhez használt anyagok	14
2.7.3. A réskitöltő anyagok.....	17
3. A részfal építés főbb lépési	18
4. Résvezető gerenda	19
5. A talaj kiemelése	20
6. Szakaszzolás	21
7. Réstáblák.....	22
8. A részfal vasalása	23
8.1 Függőleges vasalás	24
8.2 Vízszintes vasalás	24
9. Betonozás.....	24
9.1 Friss beton.....	25
9.2 A vízzáró beton.....	25
9.4 A betonozás eszközei	30
10. Horgonyzás	31
10.1 Horgonyok felhasználási lehetőségei:.....	32
10.2 Talajhorgonyok osztályozása:	33

10.3 Horgonyok tervezése - osztályba sorolása	35
10.4 DYWIDAG geotechnikai rendszerek	39
11. Jet Grouting technológia	40
12. Hidrofrézer	41
13. Számítási módszer, alkalmas szoftverek	42
14. Megbízás ismertetése	43
15. Alapadatok	43
16. Előzmények	43
17. Helyszíni adottságok	44
18. Építésföldtani viszonyok.....	44
19. Tervezett terület szeizmikus adottságai, földrengés érzékenysége	45
20. Geotechnikai kategória	46
21. Terepi vizsgálatok.....	46
22. Laboratóriumi vizsgálatok	48
23. A vizsgálati eredmények feldolgozása	48
24. A feltárt rétegek részletes ismertetése	49
25. Meteorológiai, hidrológiai és hidrogeológiai információk.....	50
26. Lokális jelenségek.....	52
27. Összefoglalás.....	52
Hivatkozások	54
Számítási mellékletek.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Rajzi mellékletek	55

Bevezetés

Szakdolgozatom témája a Budapest VIII. kerület Salétrom utca 7. szám alatt található 4.szintes lakóépület alapozásának újratervezése résfalas technológiával. A meglévő épület alapozási technológiája általam ismeretlen. A teljes terület alatt 2 szintes pince is készül. A szakdolgozatomban részletesen ismertetem a résfalakat, majd a már meglévő épület alapozását újratervezem.

1.Mélyalapok

Ha a terepszint közelében nincs megfelelő teherbírású talajréteg vagy síkalapozás nem alkalmazható, akkor az építmény terheit a mélyebben fekvő, kellő teherbírású talajrétegre le kell juttatnunk. A terhek közvetítő közegét mélyalapozásnak nevezzük.

1.1 A mélyalapozás fajtái:

- Cölöp alapozás
- Résfalas alapozás
- Kút- és szekrény alapozás
- Jet grouting

1.2 Mélyalapok alkalmazása

- Az alapozásra alkalmas talajréteg mélyen helyezkedik el.
- A magas talajvízállás miatt a síkalapozás nem vagy csak magas költséggel kivitelezhető.
- Síkalap esetén fenn áll a kimosás, kiüregelődés veszélye (pl: hidak).
- Síkalap esetén fenn áll az elcsúszás veszélye.
- A süllyedések túllépnék a megengedett mértéket.
- Amennyiben gazdaságosabb a síkalapozásnál.

2. Részfal

2.1 Definíciók

Részfal: A rés kitöltésével létrehozott, mélybe nyúló fal, amely alapozási, vízzárási, munkagödör-határolási és egyéb műszaki célokat szolgál. Az alaptestek az építmény teherhordó szerkezetének kontúrjával megegyező vonalazású részfal, vagy hosszabb-rövidebb réspillérek. Alkalmazása annál indokoltabb, minél nehezebbek a beépítési körülmények. Előtérbe kerül az alkalmazásuk, ha a részfalakat nemcsak az építmény terheit viselő alapként, hanem az építmény alatti teret kihasználó, térhatároló, teherviselő támszerkezetként is fel kívánjuk használni. Ugyancsak előnyös az alkalmazásuk a foghíjak beépítésénél. Jelentős alkalmazási területe a részfalaknak a környezetvédelem területén a szennyezett területek környezettől való elszigetelése. Itt már nem teherviselő szerkezetként, hanem vízzáró tömítő falként alkalmazzák. Szilárd közetek kivételével gyakorlatilag bármely talajban kivitelezhetők.

Rés: Résiszap védelme alatt készített munkaárok, amelynek szélessége kicsi a mélységéhez képest.

Résoldal: A rés hosszabb, függőleges határoló fala.

Réshomlok: A rés rövidebb, függőleges határoló fala.

Réstalp: A rés talpfelülete.

Réstábla: Egy munkaciklusban (réskiemelés-réskitöltés) elkészített részfal, amelynek hosszúságát – rendeltetése mellett – technológiai és állékonysági követelmények szabják meg.

Folytonos fal: Vízzáróan csatlakozó réstáblák folytonos összekapcsolásával készített zárt szerkezet.

Szakaszos fal: Önálló, vagy nem folytonos összekapcsolt réstáblákból álló építmény.

Réspillér: Teherviselési célokat szolgáló önálló réstábla (vagy több tábla kombinációjából készített pillérszerű alakzat).

Réscölöp: Réseléssel készített kör, vagy derékszögű négyszög lakú cölöp.

Résfüggöny: Vízzárásra, vagy szivárgás csökkentésére réseléssel készített fal.

Munkaszint: A réselőgépek mozgási síkja.

Résvezető gerenda: A réselés megkezdése előtt a munkaszintről lemélyített vezetőfal, amely technológiai és állékonysági célokat szolgál.

Szakaszolócső: A szomszédos réstáblák vízzáró kapcsolatát biztosító „zsaluzat”.

Réselőszerszám: A talaj, vagy közet kitermelésére szolgáló, az alapgépről vezérelt fűdarab.

Résiszap: A réseléshez használt, meghatározott tulajdonságú szuszpenzió.

Zagy: A résből kitermelt föld és résiszap keveréke.

2.2 A technológia ismertetése

Résfalat akkor alkalmazunk, ha a szerkezetet a térszín alatt kedvezőtlen talajviszonyok között, vagy szűk területen sűrű felszíni beépítettség mellett szeretnénk megépíteni, ahol a hagyományos technológiák alkalmazása nagy nehézségekbe ütközik vagy nem lehetséges. Ezen módszer munkagödör-határolási, alapozási és víztelenítési feladatok megoldására szolgál. Mivel a technológia gépesített, ezért az élő munka ráfordítás minimalizálható. A résfalakat a felszínről építik, oly módon, hogy a megépítendő szerkezetet (fal vagy pillér) a tervezett mélységben nem dúcolattal, hanem résiszap megtámasztása alatt, függőleges falú rést készítenek, majd ebben elkészítik a szerkezetet, miközben a résiszapot folyamatosan kiszorítják. A réselés 2 fő műveletből áll, a földkiemelésből és a réskitöltésből. A réskiemelést réselőgéppel végzik. Fontos megemlíteni, hogy a réselőszerszám a résiszap védelme alatt kell hogy dolgozzon, a kiemelt talaj helyére azonnal résiszapot kell juttatni. A résfalat munkaciklusokban építjük meg réstáblánként. A réstáblák kibetonozását betonozó cső segítségével végzik. A beton folyamatosan szorítja ki a bentonitos zagyot, amelyet a felszínen összegyűjtenek, majd elszállítanak.

2.3 A technológia előnyei

- Elvileg bármilyen talajban, talajvíz szintjétől függetlenül, bármilyen mélységben elkészíthető. Valójában a mélységet a gépek adottságai szabályozzák.

- A résfal egyszerre tölthet be vízzárási és teherbírási valamint munkagödör határolási szerepet. Ez költségmegtakarítást jelenthet.
- A munkaciklusok szinte teljesen gépesíthetőek, így az élő munka ráfordítás minimalizálható, ez a teljesítményre nézve pozitív hatást fejt ki.
- A rezonancia és a zajszint más eljárásokhoz képest kisebb.
- Belterületi illetve foghíj beépítések esetében a teljes építési helyszín hasznosítható, hiszen a résfalakat a telekhatárookra is építhetjük, a szomszédos épületek mellé. Valamint a szabálytalan alakzatok is kivitelezhetőek.
- Anyaga széles határok között változhat, a szerkezet rendeltetésétől függően.
- Támpillérekkel valamint horgonyokkal is merevíthető, melyek a nagyobb nyomaték felvételét teszik lehetővé. Mélysége változtatható akár a műtárgyon belül is, ezáltal változó terhelés felvételére képes.
- A réselés előtt nem kell végrehajtanunk nagyobb földmunkákat.
- A munkaterület nincs dúccokkal zsúfolva, így áttekinthetőbb.

2.4 A technológia hátrányai

- A résfal felületi minősége az alkalmazott gépek és a kitermelendő talaj függvénye. Ez alól kivétel az előregyártott résfal.
- A menet közbeni ellenőrzés, sokszor csak közvetett módon kivitelezhető.
- Nyílt víztükör alatt, nyomás alatti vízáadó rétegek jelenlétében, rosszul tömörített feltöltésekben feltáratlan csatornák, földalatti üregek, pincék, közművek harántolásakor valamint olyan talajban, ahol a résiszap gyorsan illetve nagymértékben elszivároghat ott csak a megfelelő előkészítő munkálatok után építhetők résfalak.
- A környezetre nézve szennyező hatású, emellett nagyon költséges technológia.

2.5 A szerkezetek osztályozása

A réseléssel készíthető szerkezeteket alakjuk, anyaguk, rendeltetésük és készítési módjuk szerint osztályozzuk. Széles körű lehetőségünk van arra, hogy a réselemek kiosztását, alakját, keresztmetszetét és mélységét a felszerkezet sajátosságainak, a

terhelések nagyságának és a réselőgép adottságainak figyelembevételével, optimális célszerűséggel válasszuk meg.

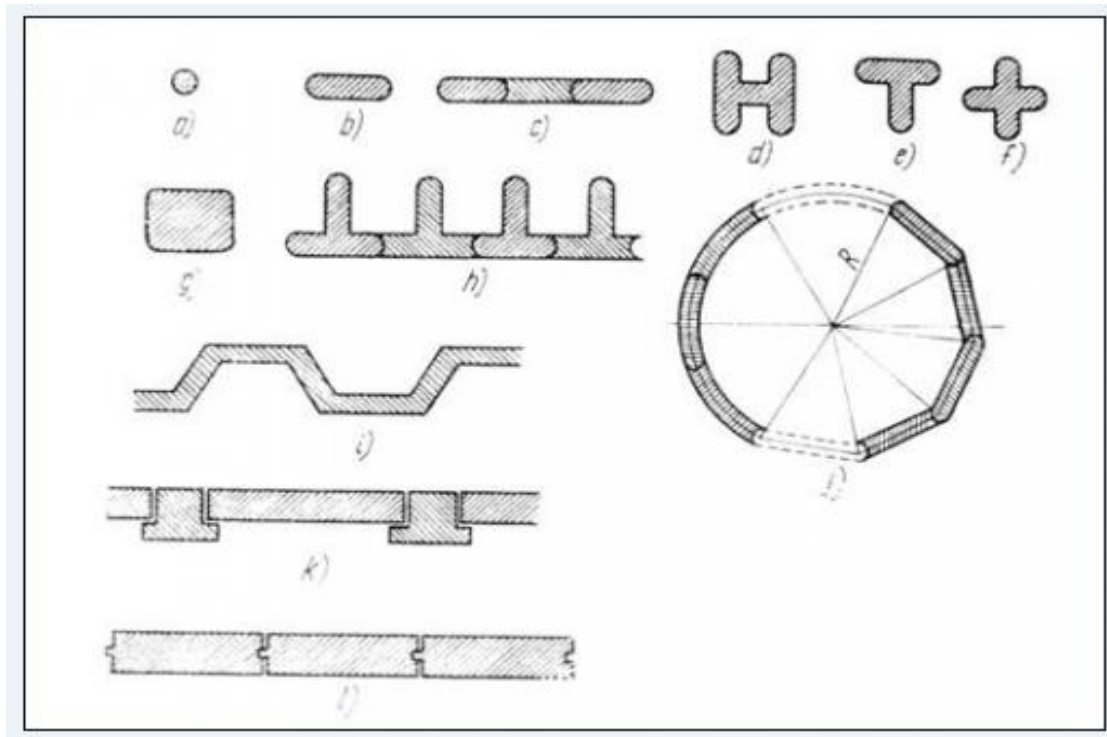
2.5.1 Alakjuk szerint

- Részölöp
- Réstábla
- Folytonos vagy szakaszos résfal
- Réspillérek
- Bordázott folytonos résfal
- Meander profil

A 2.1. ábrán a gyakorlatban leginkább elterjedt alaprajzi elrendezések láthatóak. A kör alaprajzú részölöp a) iszapöblítéssel eljárásal működő kör alakú réselőszerszámmal készíthető. A b) ábrán látható réstábla, vagy az előző eljárással, vagy markolósos, ill. kotrásos eljárással készíthető. Az ábrán szereplő íves végződésű réstábla az alkalmazott géptípustól és csatlakozási igénytől függően lehet derékszögű, négyszög alakú is. Ebből a két elemi formából származtatható le az ábrán szereplő c – j alakzat. Réstáblák összekapcsolásából állítható elő folytonos, vagy szakaszos fal c). A részölöpök, önálló réstáblák és szakaszos falak – mint teherhordó szerkezetek – épületek alapozásához terjedtek el, ahol utcaszint alatti terek kialakításának igénye nem merül fel. Ilyen igény esetén viszont folytonos falakat alkalmaznak. A részölöpök szokásos elrendezése hálós, míg a réspilléreké vonalas, hálós vagy sugárirányú kiosztás lehet.

A 2.1 d), e), f), g) ábrákon szereplő réspillérek a b) elemből állíthatóak elő. Ezek az alakzatok kitűnnek nagy merevségükkel, ezért különösen ott van jelentőségük, ahol a pillér környezetéből a talaj később kibontásra kerül. Készítésükkel kapcsolatban megjegyzendő, hogy a markolós eljárás alkalmazása esetén egyes, nem kötött pályán mozgó géptípusoknál a markoló 90°-os elfordítása is lehetséges, a gép átállítása nélkül, így az említett formák egy munkaállásból is készíthetők. A kötött pályán mozgó gépek esetében – mint általában az iszapöblítéssel eljárásal működő berendezések – a keresztalakzatok elkészítése nehezebb. Folytonos falak merevítésére is alkalmazhatunk ilyen nagy hajlító ellenállással bíró elemeket. Az alakzat folytonos összekapcsolásából bordázott folytonos fal állítható elő (h). Ezt a megoldást támfalak,

ill. végleges szerkezetként is szolgáló munkagödör-elhatárolások létesítésekor több helyen alkalmazták. Hasonló céllal készül az ún. Meander profil (i), amely az acél szádfalak keresztmetszetét utánozza. Az évek során az elterjedt kihorgonyzási eljárás azonban ezt a szerkezetípust fokozatosan kiszorította.



1.ábra: Réseléssel készíthető alakzatok

A zárt sorú folytonos falaknál a kör, ellipszis vagy sokszög alakzat, aknák és munkagödör-határolások készítéséhez gazdaságos megoldás (j). Ezeknek nagy előnye, hogy a szerkezetben a földnyomás vízszintes értelemben csak normálerőket ébreszt, és így a falak belső kitámasztása elmaradhat. Kivitelezésükkel kapcsolatosan megjegyezzük, hogy a sokszög alakzatot általában nem kötött pályán mozgó markolós réselő berendezéssel, a kör alakzatot pedig kötött pályán mozgó réselő berendezéssel szokás készíteni, amely utóbbinál kialakítható olyan körpálya, amely változó sugarú kör készítésére alkalmas.

Előregyártott elemekből is építhető résfal (k és l). Az elemek szokásos vastagsága 35-45cm, szélessége 120-150 cm, hosszúsága 6-15 m. Az elemek méreteit a statikai követelmények mellett a rendelkezésre álló emelő berendezés kapacitása szabja meg. Az előregyártott elemeket különleges (lassan szilárduló) réskitöltő anyagba helyezik el,

kapcsolatukra számos megoldást dolgoztak ki. Az előregyártott résfal különösen alkalmas kihorgonyzásra, a horgonyokat a teherviselő elemekbe előre elkészített szelvényen keresztül rögzítik.

2.5.2 Anyaguk szerint

Az anyagok alkalmazását a szerkezet rendeltetése szabja meg. Olyan építményeknél, ahol csak vízzárásra illetve szivárgásgátlásra törekszünk ott lassan szilárduló réskitöltő anyagokat használunk: agyag, bentonit, cement, víz és különböző vegyszerek. Résfüggöny esetében nem csak a szilárdsági és vízzárási követelményeket kell figyelembe vennünk, hanem az elkészített szerkezet rugalmasságát is biztosítanunk kell.

Azoknál az építményeknél, ahol a résfal teherviselési funkciót tölt be, ott a beton illetve vasbeton alkalmazása a leggyakoribb. Ilyenkor a beton minőségi és reológiai tulajdonságait megköveteljük. Az armatúránál olyan kapcsolatokat és merevítéseket alkalmazunk, amelyek a vasszerelés beemelését a különböző deformációktól megóvják.

A teherviselő és vízzáró szerkezetek anyaga beton, vasbeton, előregyártott vasbeton.

2.5.3 Rendeltetésük szerint

Vízzáró szerkezetek (résfüggöny) feladata a vízzárás vagy szivárgásgátlás. Vízzárásról akkor van szó, ha a résfüggöny elrendezése zárt illetve más csatlakozási lehetősége van (műtárgyhoz vagy vízzáró talajréteghez csatlakozik), továbbá a résfüggöny alapozási síkja vízzáró rétegbe nyúlik. Szivárgásgátlás esetén a résfüggöny nem zárt, feladata a szivárgási áramkép megváltoztatása, és ezáltal a kritikus helyeken az áramlási sebesség lecsökkentése illetve a szivárgó víz mennyiségének csökkentése. A résfüggönyök vízzárósága függ attól, hogy milyen anyagból készítik, másrészt attól hogy milyen vízzáró rendszerrel csatlakozik. A résfüggöny anyaga vízzáró, de nem vízhatlan. A résfüggönyöknek a vízzáráson kívül, a teherelosztó és rugalmas tulajdonságokat is teljesíteniük kell. A víznyomásból, terhelésekből illetve a hőmérséklet változásból adódó mozgásokat rugalmasan kell hogy elviselje.

- A teherviselő résfalak a felszerkezetből, illetve a földnyomásból származó terheket veszik föl és adják át a teherbíró talajrétegre. A függőleges és vízszintes terheket viselő résfalak alapozás jellegűek, míg a földnyomást fölvevő résfalak a szádfalhoz

hasznosítanak a leginkább. Előfordul a két eset kombinációja is. Az alapozás jellegű résfalak alkalmazása süllyedésre érzékeny építményeknél, nagy terhelések esetén, valamint olyan körülmények között ahol más technológia nem gazdaságos. A földnyomásból származó terhek felvételére szolgáló résfalakat munkagödör határolásoknál alkalmazzák leginkább. Az ilyen szerkezeteket általában végleges szerkezetként építik be. Vannak olyan megoldások, amikor a résfal a falszerkezet és a földnyomás terheit együtt viseli. Ilyet alkalmazhatnak mélygarázsoknál és pincéknél, valamint felszín alatti műtárgyak esetében, alagutaknál aluljáróknál.

- Vízáró és teherviselő résfalak előnye, hogy megoldható a munkagödör határolás és vízkizárás egyszerre. Az építmény alapozása biztosítva van és a felszín alatti építmények oldalfalai elkészíthetőek. A falak vastagsága lecsökkenthető a kihorgonyzás esetében. Manapság a minőségük kiváló. A kihorgonyzással a résfal vastagság lecsökkenthető, illetve a dúcolatokat sem kell alkalmaznunk.

2.6 Munkamódszerek

- Markolós módszer
- Fúrásos módszer
- Egyéb módszerek

A markolós munkamódszernél a réselőszerszám fellazítja a talajt, majd a réselőszerszám függőleges mozgásával kiemelik a talajt a térszínre, amit szállító eszközre, konténerbe vagy depóniába töltenek. A szerszám mozgása közben a résiszap keveredik a talajjal. A résiszap biztosítja a rés számára a megfelelő megtámasztást.

A markolófej felerősítését illetően lehet:

- kötélfelfüggesztésű (Icos, Titania T.100 stb..)
- merev rudazatra erősített (Kelly, Poclain, Yumbo stb..)

Napjainkban már több hazai cég is rendelkezik saját réselőgéppel.



2.ábra: Markolós munkagépek

A markoló szírmainak mozgása lehet:

- mechanikus erőátvitelű (Icos, Kelly K stb..)
- hidraulikus erőátvitelű (Kelly H, Titania T-100, Poclain, Yumbo stb..)

A munkaszinten való helyváltoztatás lehet:

- kötőtpályás (Icos, Titania T-100 stb..)
- önjáró (Kelly, Poclain Yumbo stb..)

A fúrásos módszer: a réselőszerszám bontófejből és bontókésekből áll, ami a föld fellazítására szolgál. A fellazított talajt résiszappal keveredve zagyszivattyúval szivattyúzzák a felszínre. A zagyt, ami résiszap és a talaj keveréke, ülepítik, majd tisztítják, ezután pedig visszavezetik a réstbe. Ezen módszer előnye h a résiszap nem csak megtámasztja a rést, de a kitermelendő talaj is a felszínre kerül.

Fúrőszerszámmal felszerelt gép: A kör keresztmetszetű furatból a földet forgatva működtetett dobfúró, vagy spirálfúró fejt ki és emeli a felszínre.

Ütvefúró réselőgép: A kör keresztmetszetű fúrószár végén lévő utolsó tag teleszkópos kiképzésű és az alján vésőfejben végződik, ez bontja meg a talajt. Nagyon kemény talajok estén használják. A réstáblát vízszintes marással alakítják ki (Soletance Cis, Caldwell stb..).

Forgatva fúró réselőgépek: Rudazatát forgatóasztal mozgatja. A talajt a marókések bontják meg, melyek a fúrórudazatra körkörösén vannak elhelyezve. Függőleges marással alakítható ki a réstábla. A föld és résiszap keveréket (zagy) nagy teljesítményű zagyszivattyú szállítja rudazaton keresztül a felszínre. (Titania, T-150, Salzgitter 150, SF 20 stb..)

Ütve-forgatva működő fúróberendezés: Nem csak ütve, hanem forgatva is lazítja a talajt. (Soletance Cis 61 R, 68 R stb..)

Egyéb módszerekről akkor beszélünk, amikor a talajt tömörítik vagy átkeverik de nem szállítják a felszínre. Ilyen módszerek a talajfűrészeléses eljárás és az I profilú injektált függöny. A talajfűrészelés során a föld anyagot nem termelik ki, hanem a rés oldalába tömörítik. Ily módon keskeny résfal állítható elő. Az „ETF” eljárásnál I profilú acéltartókat vernek egymás után a talajba, amelyek vagy talpukkal érintkeznek, vagy átfedik egymást. A tartókra beverés előtt injektáló csöveket erősítenek. Az I tartókat visszahúzzák, és az injektáló csöveken keresztül bentonit szuszpenzióval vagy egyéb anyaggal töltik ki a helyüket.

2.7. A réseléshez használt anyagok

2.7.1. A résiszap

A résiszap vízből és az abban diszpergált szilárd alkotóelemből áll. A jobb és gyorsabb diszpergálhatóság érdekében, illetve az iszap minőségének javítására az említett két alkotóelemhez még további egyéb anyagokat is adhatnak. Figyelembe kell vennünk a talajadottságokat, a rétegek vízáteresztő képességét, a hézagterefogatot, a talajvíz nyomását stb. Csak kifogástalan résiszappal tudunk megfelelő minőségű rést készíteni. Nagyon lényeges tulajdonsága a tixotróp viselkedés, nyugalomban megdermed, azonban rázás, keverés hatására ismét folyadékszerű lesz a viselkedése, miközben a térfogata állandó. Ez a változás akárhányszor megismétlődhet. A tixotrópia teszi lehetővé, hogy a vízben diszpergált bentonit nem ülepedik ki, vagyis a szuszpenzió stabil, ill. térfogatsúlya időben és állandó. Elsősorban az Na-bentonitok alkalmasak a résiszap anyagául az uralkodó Na-montmorillonit agyagásvány nagy duzzadóképessége

miatt. Az előírt részbe kerülő szuszpenzió azonnal elkezd kiszivárogni, és eközben a földfal felületén, ill. ennek közelében néhány mm vastag vízzáró film, kéreg alakul ki, amely azután megakadályozza a további folyadékvesztést. Erre a vízzáró kéregre támaszkodik a résiszap, és ha felszínét megfelelő szinten tartják, akkor képes ellensúlyozni a kívülről befelé irányuló föld- és víznyomást. Ehhez az kell, hogy a benne uralkodó hidrosztatikus nyomás bármely mélységben nagyobb – vagy legalábbis ugyanakkora – legyen, mint a földnyomás és külső víznyomás összege. A résiszap térfogatsűrűsége $1,03\text{--}1,12\text{ g/cm}^3$, jellemzően $1,10\text{ g/cm}^3$. A résiszapok duzzadóképesége, viszkozitása polimerekkel növelhető, alkalmazásuk terjedőben van.

2.7.2. A résiszap készítéséhez használt anyagok

-A víz: a résiszap készítéséhez csak tiszta, az iszap és a beton minőségére káros elemeket nem tartalmazó víz használható. Vízvezetési víz, kutak, folyók, tavak vize iszapkészítésre általában alkalmas. A réselés megkezdése előtt érdemes keverési próbát végezni. Ha valamilyen rendellenességet észlelünk, akkor a vizet meg kell vizsgáltatni. E vizsgálatok többértékűek, melyek kiterjednek: a hidrogén-koncentráció, a szulfát, a szénsav, a klorid, nitrát, kalcium- és magnézium-tartalom meghatározására.

-A szilárd alkotórészek: A résiszap készítéséhez használt anyagok: agyag, bentonit kolloidális szerkezetből állnak. Agyagnak nevezzük azokat a talajszemcséket, amelyeknek átmérője $0,002\text{ mm}$ -nél kisebb. E szemcséket mindig egy-egy ásvány, azaz egységes rendszer szerint felépített, határozott kémiai tulajdonságú és összetételű vegyület egy-egy darabkája alkotja. A természetben előforduló agyakok túlnyomó többsége néhány ásványi anyagból áll. Ezeket agyagásványoknak nevezzük. Az agyagásványok kaolinit szerű, montmorillonit szerű és hidrocillám ásványokra oszthatók fel. Az egyes agyagásványok által alkotott kicsiny szemcsék –a vízburok sajátosságainak megfelelően- a felszínen fellépő erők által megszabott módon halmazokká egyesülnek. Ezek a halmazok kialakulhatnak a vízből való leülepedés után a vízfenéken, így képződik az úgynevezett sejt szerkezet. Ha a szemcsék felületén működő elektromos erők a leülepedés során változnak meg, a vonzóerők hatására az aggregálódás – pelyhesedés, csomósodás – már a vízben lebegő szemcsék között is megindulhat, s a továbbiakban már nem egyes szemcsék, hanem szemcsehalmazok ülepednek le. Így alakul ki az úgynevezett pelyhszerkezet. Ha az agyagban az agyagszemcséken kívül durvább homok- és iszapszemcsék is vannak, a kapcsolatok

ezek felületén is létrejöhetnek. Kialakul egy nagy pórusú, homok- és iszapszemcsékből álló vázszerkezet, amelynek hézagait agyagváz tölti ki. A sokféle agyag közül nem mindegyikből készíthető résiszap, és ha alkalmasak is iszap készítésére, az eltérő minőségük miatt az iszapok különböző tulajdonságúak lesznek. Ha tehát megfelelő minőségű agyag áll rendelkezésre és alkalmazása gazdaságosnak tűnik, akkor is laboratóriumi kísérletekkel és próbakeveréssel kell meghatározni az összetételét és résiszapként való alkalmazás módját. Stabil résiszap diszperzió agyagból, csak nagy körülményekkel és nagy költséggel készíthető. Ezért az agyagot csak ritkán használják. Több országban is tilos az alkalmazása.

Bentonit. Az nevezését az USA egyik államának helyiségéről kapta, nevezetesen Fort Bentonról. A bentonit a legváltozatosabb formában fordul elő: némelykor a bánya nedvességétől plastikus, gyúrható, máskor keményebb, jellegzetesen kagylós törésű, rögös, sokszor morzsásan széteső. A bentonitok az agyagféleségek csoportjába tartozó kőzetek. Az agyagásványok kőzetek mállásakor, többnyire eruptív kőzetek földpátjainak elbomlásából jönnek létre. Három nagy csoportjukat különböztetjük meg: kaolinit, illit, montmorillonit. Kristályaik lemezes szerkezetűek. A kaolinit nem rendelkezik szabad töltéssel, ionokat nem tud abszorbeálni, legfeljebb az egyes kristálylapok élein. A bentonit legjellemzőbb ásványi alkotórésze a montmorillonit, amelynek kristályában az oktaéderes alumínium-hidroxid réteg – amelynek alumíniumját néha vas vagy mangán helyettesíti – két szilíciumháló között helyezkedik el. Bentonitnak azokat a kőzeteket nevezzük, amelyeknek a montmorillonid agyagásvány tartalma legalább 50%. A montmorillonid csoport ásványai tipikus kolloid anyagok, és ezért a bentonitok is a kolloid testrendszerek sorába tartoznak. Kolloid rendszernek, röviden kolloidoknak nevezzük azokat az anyagrendszereket, amelyek szubmikroszkopikus nagyságrendű diszkontinuitásokat tartalmaznak. A kaolinit szemcsék 2μ -tól kezdve fokozatosan csökkennek, és $0,2\mu$ -nál kisebb szemcséket csak kis mennyiségben tartalmaz, ugyanakkor a montmorillonit szemcséinek 80%-a kisebb mint $0,2\mu$. A szemcsék rácsávolságának harmonikaszzerű változása nagy térfogatváltozást tesz lehetővé. Ezenkívül a nedves montmorillonit erősen képlékeny, belső súrlódása kicsi. A montmorillonitnak erős báziscserélő képessége van, jelentős a negatív töltésfeleslege. A bentonit minőségének meghatározására a röntgenfelvétel alkalmas. Azonban a felvételek alapján csak meglehetősen nagy hibával vonhatók le mennyiségi következtetések. Ugyanez a helyzet a differenciális termikus vizsgálattal

is (DTA). A bentonitok montmorillonit-tartalmának mennyiségi meghatározására Buzágh és Szepesi dolgozott ki kolloid. analitikai eljárást. Előkészítés szerint megkülönböztethetünk: tiszta őrleményt, keverék őrleményt, szódázott és őrölt bentonitokat. Felhasználás szerint általánosságban, vízben duzzadó és gyengén duzzadó bentonitokat különböztetünk meg. Gyengén duzzadóak a Ca-bentonitok. Kalcium bentonitoknak nevezzük azokat, amelyek kicserélhető kationokként legnagyobb mennyiségben Ca-kationokat tartalmaznak. Hazánk bentonit ásvány vagyona a világon második, az USA után következik. A főbb hazai bentonit lelőhelyek:

CaMg bentonitok: Istenmezeje, Nagytétény, Bánd, Várpalota, Ódörögd puszta, Gyöngyöspata, Göncz, Kismaros, Hajmáskér, Rány, Gánt-Bagolyhegy.

MgCa bentonitok: Komló, Monostorapáti, Eger, Bükkösd, Nagymányok, Tarnaszentmária, Nagybélverő.

Na bentonitok: Salgótarján, Ond.

A bentonitnak számos régi magyar elnevezése van: derítőföld, csapóföld, kallóföld, kővelő, fullerföld). A bentonit montmorillonit tartalmával magyarázzák a más anyagoktól eltérő tulajdonságait (nagyfokú vízfelvétel, duzzadás, viszkozitás, tixotrópia, víztartó képesség, kolloid diszpergálhatóság, plaszticitás, kötőképesség..stb.), amelyek a bentonitot alkotó ásványok különleges szerkezetével, valamint a kicserélhető Ca, Mg, Li, Na, Fe, H stb. kationok mennyiségével és minőségével függnek össze. A természetben található bentonitok legnagyobb része földalkáli, azaz Ca- és Mg-bentonit. Ezzel szemben építési felhasználásra leginkább csak a nátrium-bentonit alkalmas. Ezért a kalcium-, ill. a magnézium-bentonitok Ca illetve Mg-ionjait Na-ionokra kell cserélni. Ezt a folyamatot nevezik aktiválásnak. Az aktiválás következtében a bentonit vízben teljes mértékben diszpergálható és így kolloidoldat keletkezik.

A résiszap készítéséhez használt egyéb anyagok:

- Szóda (nátrium-karbonát)
- CMC (Karboxid-metil-cellulóz)
- Besűrített szulfitlúg

2.7.3. A réskitöltő anyagok

- A beton, mely adalékanyag, cement, víz és estenként adalékszer keverékéből áll. A betonban lévő alkotóknak más-más a feladata. Az adalékanyag tölti ki a beton térfogatának legnagyobb részét, és alkotja annak szilárd vázát. A cement, vízzel keverve ragasztóanyagot alkot, amely biztosítja a beton kohézióját.

A helyben betonozott vagy az előre gyártott beton résfalakhoz használt beton feleljen meg az ENV 206 szerinti előírásoknak, hacsak nincs más előírva. A betont úgy kell megtervezni, hogy bejuttatása közben ne osztályozódjék szét, az acélbetéteket könnyen folyja körül, megkötése után pedig tömör és vízzáró anyaggá váljék. A megszilárdult beton előírt szilárdsági és tartóssági tulajdonságai legyenek összeegyeztethetők a bedolgozhatóság követelményeivel.

- Adalékanyag: gömbölyű szemű, folyami eredetű, természetes aprózódású adalékanyagra van szükség, melyben az 5 mm Ø-nél nagyobb szemcsék felülete gömbölyű, vagy legömbölyített.

A szétosztályozódás elkerülésére az adalékanyagok legyenek folytonos szemeloszlásúak. A legnagyobb szemcseméret ne haladja meg sem a 32 mm-t, sem a hosszbetétek közötti szabad távolság 1/4-ét.

Ha az adalékanyag legnagyobb szemcsemérete 32 mm, akkor a betonkeverék jellemzői legyenek a következők:

- a homoktartalom legyen nagyobb az egész adalékmennyiség súlyának 40 százalékánál;
- a betonkeverékben 400 és 550 kg/m³ között legyenek az iszapméretű szemcsék (beleértve a cementet és az egyéb finom anyagokat). Ezek a 2 µm és 63 µm közötti szemcsék, és ide számítanak a cement- és más finomszemcsés anyagok.

Zúzott adalékanyag nem alkalmazható. Illetve kikötés még az adalékanyagra vonatkozóan, hogy 70 cm Ø-ű cölöpöknél a maximális szemnagyság 20 mm, míg 60 cm vastag réstáblánál 30 mm lehet. (Ettől 60 cm vastag résfal esetén el lehet térni, de ekkor sem célszerű túllépni a maximális 40 mm-es szemnagyságot.)

- **Cement:** A gyakorlatban azt a cementet tekintjük őrlési finomság szempontjából megfelelőnek, amelynek szitamaradéka a 4900-as szitán nem több mint 3 – 5 tömeg %. Ha a kötési idő hosszabítása válik szükségessé, akkor nem növelhetjük a vízmennyiséget, mert ennek szilárdságcsökkenés lenne a következménye. A víz-cement tényező általában nem lehet nagyobb 0,6-nál. Rendszerint a hőmérséklet sem változtatható. Ilyen feltételek mellett a cement minőségét és a kötésslassító anyagot kell választani.

Legnagyobb szemcseméret (mm)	Minimális cementtartalom (kg/m³)
32	350
25	370
20	385
16	400

3. ábra: Minimális cementmennyiségek

A cement egy része helyettesíthető kiegészítő anyagokkal, például pernyével (PFA) vagy őrölt kohósalakkal (GGBFS).

- **Adalékszerek:** azért, hogy a betonnak meglegyenek a betonozócsővel való lejuttatásához szükséges tulajdonságai, szabad a következő adalékszereket használni:
 - vízigény csökkentő és plasztifikáló szerek, ideértve a folyósítószereket, a bizonyos helyzetekben előforduló vízkiválás vagy szétosztályozódás elkerülésére.
 - kötéssleltető szerek a bedolgozhatóság meghosszabbítására, amint azt a betonozási folyamat időtartama megkívánja, illetve bármely munkamegszakítás kezelhetőségére.

3. A résfal építés főbb lépései

1, Munkaterület kialakítása

2, Résvezető gerendapár elkészítése

3, Föld kiemelése bentonit szuszpenzió védelme mellett

4, Rés kitisztítása, zagycsere**5, Acélbetétek (armatúra) beépítése****6, Betonozás (víz alatti betonozás szabályai)****7, Résvezető szerkezet lefejtése, kiemelése****8, Visszabontás, azaz a zavart szennyezett rész visszavésése****4. Résvezető gerenda**

A résvezető gerendák a leendő résfal két oldalán, a falszélességnek megfelelő távolságban készített vasbeton falak, amelyek 1-2 m mélységig nyúlnak le. A résvezető gerenda szerepe: kijelöli a résfal helyét, függőlegesen megvezeti a réselőgépet, megtámasztja azt, valamint a felső talajzónát, amelynek az állékonyságát a bentonitos résiszap még nem biztosítja, a szakaszolópanel rögzítéséhez támaszul szolgál, és rendezett felszínt biztosít. Keresztmetszetük téglalap, esetleg álló vagy fordított L betű.



4.ábra: Résvezető gerenda

A résvezető gerenda rendeltetése technológiai szempontból:

- Biztosítja a réselőszerszám vezetését.
- Biztosítja a falak előírt vízszintes helyzetét
- Kitűzési bázisul szolgál.

- Vezetékként szolgál a réseléshez szükséges résiszap bevezetésére és kivezetésére.

A résvezető gerenda szerepe a rés állékonysága szempontjából:

- Megvédi a rés peremét a munkagépektől származó károsító hatásoktól.
- Megakadályozza a résiszap káros mértékű elszívárgását a felső, nagy hézagterefogatú talajban.
- Mint dúcolat támasztja a rés felső szakaszát – ahol a résiszap nyomása esetleg még nem elég az állékonyság biztosításához.
- Szükség esetén a munkaszint fölé magasítva, lehetővé teszi a résiszap szintjének emelését.
- Merevségével a felső talajréteg vízszintes értelmű elmozdulását gátolja, és bizonyos mértékű boltozati hatás kialakításával csökkenti a határoló földtömegben kialakuló függőleges feszültségeket.

5. A talaj kiemelése

A föld kiemelése mindig az állandó szintű résiszap védelme alatt megy végbe. A résiszap utánpótlásáról a talaj kiemelés ütemének megfelelően folyamatosan kell gondoskodni. Feladata a rés készítésekor a résfalak megtámasztása, a talajvíz kizárása a résből és a fal mentén elhelyezkedő járatok, üregek kitöltése. Résiszap készítésénél az egyik legfontosabb szempont, hogy mindig elegendő legyen belőle. Nem vízáteresztő talajok esetén a réstábla térfogatának megfelelő mennyiségű, vízáteresztő talajoknál pedig ennek a kétszeresét kell tartalékként a helyszínen tárolni. A szükséges mennyiség két részből tevődik össze: a résfal térfogatából, és a veszteségekből. A veszteségek közt vannak természetes és váratlan veszteségek. A természetes veszteségek közé soroljuk az iszap keverésénél bekövetkező veszteséget, mely a réselő-berendezéstől és a harántolt talajréteg szerkezetétől függ. Ide tartozik ezen kívül a már meg nem tisztítható, elszennyeződött zagy is. Váratlanok azok a veszteségek, amikor a résiszap rendellenesen rövid idő alatt szivárog el.

6. Szakaszolás

Csak abban az esetben építhető összefüggő vízzáró és teherviselő résfal, ha az egyes táblák csatlakozása szakaszolóelemekkel, szakszerűen megoldott. A szakaszolóelemeket a réstáblák két végében helyezik el. A szakaszolócsövek átmérője minden esetben azonos a markoló szíromnak a krokodilfogak síkjában mért szélességével, illetve fűrórendszerű berendezésnél a bontófej alsó síkjában mért átmérőjével. Az egyes szakaszolócső-tagok elterjedt hossz mérete 1, 2, 3, 4, 5, ritkábban 10 m. Minden szakaszolócső vágóélben végződik. A réstábla homlokfelületéhez simuló szakaszoló csőtagok összeszerelése és behelyezése a következő: A vágóéllel egybeépített első tagot az emelősapkával a helyére emelik és a csövet a csőbilinccsel rögzítik, majd kismértékű (10 - 20cm) emeléssel meggyőződnek arról, hogy a cső szilárdan meg van-e fogva. Ha igen, úgy elkezdhető a következő tag beemelése és összeillesztése. Ezt a műveletet mindaddig végzik, amíg a teljes szakaszoló csőszakaszt össze szerelése meg nem történik. A szakaszolócső elhelyezése után annak beállítása az alábbi módon végezhető: Az emelősapkát fogó daruval a teljes csőszakaszt 4 – 5-ször meg kell emelni és vissza kell ejteni, hogy a cső függőleges helyzetbe kerüljön és a csőszakaszt végén elhelyezett vágóél a kívánt mértékig behatoljon a talajba. (A szakaszolócső elhelyezésére tehát csak ejtő csőrlővel ellátott emelő berendezés alkalmas.) Ezután a cső felső, szabadon lévő végén – a réstengely irányában és arra merőlegesen – függővel ellenőrizni kell a cső függőlegességét. Tehát a szakaszolócsövet és minden más szakaszolóelemet függőleges helyzetbe kell beállítani, utána minden esetben rögzíteni kell őket a résvezető gerendák közé. A rögzítést követően az emelőkeretet rá kell helyezni a csőre úgy, hogy a két áthidaló gerenda a résvezető gerendákkal derékszögöt zárjon be. Azokon a helyeken, ahol a harántolt agyag duzzadásra hajlamos, a réselés befejezését követően rövid időn belül el kell helyezni a szakaszolóelemeket, mert ha ez valamilyen ok miatt elmarad, akkor az agyag beduzzadása miatt esetleg újra kell kezdeni a réselést. A szakaszolócső beszorulása akkor is bekövetkezhet, ha követ harántolnak át, vagy ha valamilyen ok miatt késik a betonozás. Ez esetben a szakaszolócső kihúzására külön gondot kell fordítani.

A kör keresztmetszetű szakaszolócsőről meg kell említeni, hogy markolóval készített réstáblánál, ahol a résfeneket nem lehet vagy nem kell vízszintesre kialakítani, előfordulhat, hogy a szakaszolócső vágóéle az ejtetetés ellenére se hatol be a rés alatti

talajba. Ez viszont azzal a veszéllyel jár, hogy a szakaszolócső alul nyitott marad, és így betonozáskor a beton nem csak a rést tölti ki, hanem a szakaszolócsövet is. Ennek elkerülésére több megoldást is alkalmaznak. Ha a szakaszolócső alsó vége (szája) nyitva marad, annak elzárása két lépésben biztosítható. Első lépésben homokkal töltött műanyag, vagy jutazsákokat kell a csőbe süllyeszteni azért, hogy a nyitást a lehető legjobban eltömje. Ezután a szakaszolócsövet 2 – 3 m magasan kavicsal fel kell tölteni. Az így elkészített csővég lezárásával meg lehet akadályozni a betonnak csőbe való behatolását. Szakaszolócső kihúzása: A szakaszolócsöveket keretek segítségével lehet kihúzni. A keret elhelyezésekor vigyázni kell, hogy szakaszolócső lehetőleg centrikusan helyezkedjék el az áthidalás nyílásán. Ezt követően gondoskodni kell arról, hogy az alépítmény vízszintes legyen.

A szakaszolócső kihúzó berendezésének részei:

- kiváltó híd szerkezet
- belső fordított kúpos kialakítású öntöttvas gyűrű
- a fordított kúpban elhelyezett ékekből álló megfogó rész
- a két hidraulikahengert működtető szivattyúaggregátor

7. Réstáblák

A résfal a réstáblák sorozatából tevődik össze. A táblák hosszúságát többek között az alábbi szempontok határozzák meg: A táblára vonatkozó állékonysági feltételek, és a szomszédos létesítmények stabilitására vonatkozó követelmények kielégítése. Ezeket a körülményeket lényegileg a helyi geotechnikai és hidraulikai viszonyok, továbbá a közelben ható statikus, vagy dinamikus terhek határozzák meg. Az egyes táblák elkészítésének sorrendjét a munkahelyi szervezés körülményei, vagy a stabilitási követelmények szabják meg. A tervezéskor meg kell határozni a rés alakját, alaprajzi méreteit, mélységét, valamint az egyszerre kiemelendő tábla méretét. Ezen adatok meghatározásánál mindig figyelembe kell venni az alkalmazásra kerülő géptípus műszaki jellemzőit és az előírt technológiát. Fúrással készülő réstáblák: Fúrórendszerű berendezéssel egyaránt lehet furatot és réstáblát készíteni. A fúróberendezéssel készülő saroktábla hosszát segédszerkezetként alkalmazott szakaszolócső kihúzóeszköz méretei határozzák meg. A réselés befejezése után néhányszor a tábla fenekén a

bontófej ütögetése nélkül végig kell haladni, hogy a rés alján leülepedett anyagot ki lehessen tisztítani. (Ezt a technológiát ma már nem alkalmazzák.)

A markolóval készülő réstáblák méretét a markoló hossz mérete (fogástávolsága nyitott állapotban) határozza meg. A szakaszos réselési módszernél először minden második tábla készül el, és utánuk kerül sor a közbenső, táblák építésére.

8. A résfal vasalása

A résfalakat, statikailag szükséges, acélbetétekkel kell ellátni. A résfal építés szakaszosságának következménye, hogy az armatúrát nem lehet végigvezetni, ezért minden szakaszt külön kell vasalni. Az armatúrák szerelését általában a munkahelyen végzik. Az összeszerelt hálókra távtartó elemeket kell szerelni, legcélszerűbb a távtartó görgők alkalmazása amiket 2-3 m-enként kell elhelyezni. Az egyes vasalatok merevítését úgy kell megoldani, hogy a betonozó cső elférjen megakadás nélkül. Az armatúra alsó síkjának a résfenék szintje fölött minimum 30 cm-rel kell elhelyezkednie. Az acélarmatúrának a résbe való beemelését beemelő fülek segítségével végzik, majd rögzítik függőleges és vízszintes síkban is. Az armatúra elhelyezése után jön a kibetonozás. Alapvető követelmény, hogy a betonozást a réselési munka befejezése után legrövidebb időn belül, de legkésőbb 4-5 óra múlva úgy kell megkezdeni, hogy 6-10 óra alatt be is lehessen fejezni. A betonozás időszükségletét a tábla mérete, térfogata, a betonellátás és a betonozó cső átmérője határozza meg.



A vasalás beépítése résfalaknál



5.ábra: Armatúra beemelése

8.1 Függőleges vasalás

Az acélbetétek legalább 12 mm átmérőjűek legyenek, és legyen méterenként legalább 3 szál a kosár mindkét oldalán. A fal síkjával párhuzamos acélbetétek vagy acélbetét kötégek közötti szabad vízszintes távolság legalább 100 mm legyen. Ez 80 mm-re csökkenthető az átfedéssel toldások hosszán, vagy a nagyon erősen vasalt réstáblák esetében, feltéve, hogy az adalékanyagok legnagyobb szemcsemérete legfeljebb 20 mm. Ahol a kosár függőleges irányban több elemből készül, ott a betétek toldását átfedéssel vagy kapcsolóidomokkal kell megoldani. Ha átfedéssel toldás készül, akkor az emelés közbeni szétcsúszást szerelővarrattal vagy más alkalmas módon meg kell akadályozni.

8.2 Vízszintes vasalás

A vízszintes vasalást úgy kell elrendezni, hogy akadályozza meg a függőleges betétek elmozdulását, és kellő hely maradjon a betonozócső (-csövek) számára. Az egyes betétek közötti szabad függőleges távolság legyen legalább 200 mm, ez 150 mm-re csökkenthető, ha az adalékanyagok legnagyobb szemcsemérete legfeljebb 20 mm. Az átlós helyzetű betétek között vízszintesen mért szabad távolság legyen legalább 150 mm. A beton szabad folyása végett ajánlott legkisebb távolság 200 mm.

9. Betonozás

Ahhoz, hogy a betonozást műszakilag és minőségileg is kifogástalanul el lehessen végezni, gondoskodni kell a megfelelő szállító és bedolgozóeszközökről.

Ezek az alábbiak:

- Betonozócső és tölcser.
- A betonozócső tartását és függőleges mozgását biztosító daru.
- Eszközök a beton szállítására.

A réselés befejeztével, de legkésőbb 6 óra múlva kell megkezdeni a rés kibetonozását. Előzőleg ki kell tisztítani a rés alját, és meg kell győződni arról, hogy nincs-e ott a falból véletlenül leomlott laza törmelék. A betonozás betonozótölcserrel történik, alulról

fölfelé a víz alatti betonozás szabályai szerint (a csőnek mindenkor a betonfelszín alatt kell lennie), miközben a zaggy kiszorul a résből. Ha a teherbírás mellett a vízzáróság is feltétel, akkor vízzáróan kapcsolható, előregyártott táblák is szóba jöhetnek, és ezek kapcsolatának vízzáróságát utólagos injektálással érik el. A vízzáróság javítható a munkahézagba betett gumiprofillal is, ez a megoldás 15-20 m mélységig használható. Szennyezett területek körbezárására, izolálására ún. kombinált résfalat építenek, de ott teherbírás általában nem feltétel, így a résfal anyaga, szerkezete különbözik az eddigiekben leírtaktól. A betontáblák tetején a zaggyal keveredett betont le kell vésni és a táblák együttdolgozását is biztosító fejgerendát kell készíteni.

9.1 Friss beton

Friss betonnak azt a betont tekintjük, amely még tömöríthető. A beton konzisztenciája közvetlenül a betonozás előtt feleljen meg a 160 mm és 220 mm közötti roskadási értéknek. Ajánlatos a 180 mm és 210 mm közötti érték.

A roskadási vizsgálat helyett szabad területi vizsgálatot végezni. Ebben az esetben a friss beton konzisztenciája közvetlenül a betonozás előtt az 520 mm és 630 mm közötti területi értéknek feleljen meg. Ajánlatos az 550 mm és 600 mm közötti érték.³ A vízzáró beton

9.2 A vízzáró beton

Vízzáró beton: A vízzáró beton kivitelezése során sok speciális előírást kell betartani. Ilyen előírás a folyamatos betonozás, a friss beton kötésének megkezdődésével azonos időben elindított utókezelés. A vízzáró beton tulajdonságai közül a legfontosabb a repedésmentesség, és ezt csak folyamatos utókezeléssel lehet biztosítani. Az utókezelést általában 28 napos korrig kell biztosítani. Nem engedhető meg a betonfelület kiszáradása, ezért a nyári időszakban különösen óvni kell a szerkezetet a napsütéstől, és minden évszakban el kell hárítani a szél szárító hatását. A betonösszetétel is különbözik a normál kavicsbetontól. A legfontosabb az adalékanyag folyamatos szemmegoszlása, azaz a szemcseméretnek mindegyikének jelenléte az adalékanyagban. Ez biztosítja ugyanis a minimális pórusmennyiséget. A vízzáró betonokhoz képlékenyítő, folyósító szereket is adagolnak a jobb bedolgozhatóság érdekében. Vasalt szerkezeteknél különösen fontos, hogy a vasalást körülölelje a beton. Nem maradhatnak fészkek, üregek, hiszen a vízzáróság követelményének való megfelelést lehetetlenné tenné.

9.3 Beton korrózió

A szakszerűen előállított vasbeton rendkívül hosszú élettartammal rendelkezik, a beton erősen lúgos tulajdonságainak köszönhetően a betonacél megfelelő korrózióvédelemmel van ellátva. De a helytelen kivitelezés, a túlterhelés és egyéb külső környezeti hatások komoly károsodást okozhatnak. A talajban lévő szerkezeteknél különös figyelmet kell fordítanunk a korrózióra.

A beton korrózióvédelmének lehetséges módjai: a szerkezetben történő korrózió védelem biztosítása, ezt nevezzük elsődleges/primer védelemnek vagy a már meglévő vasbeton korrózió védelmének biztosítását oldjuk meg, ezt másodlagos/szekunder védelemnek nevezzük.

A gyengén agresszív környezetben a betont **primer** védelemmel látjuk el, az alábbiak szerint:

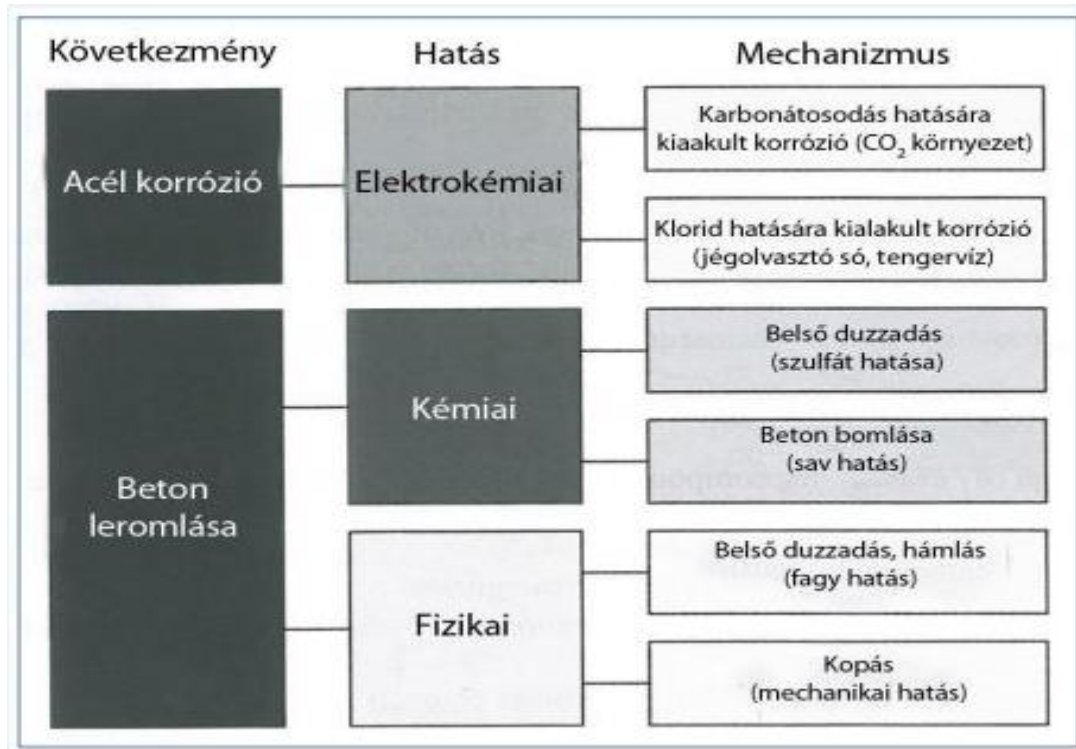
- Cementfajta megfelelő megválasztása: a kohósalak- és a pernyetartalmú cementek korrózióállósága jobb, valamint szulfátkorrózió esetén **CEM II/A-V 32,5 R-S** jelű cementeket kell alkalmazni. Ez a cementfajta, bizonyos agresszív vegyi hatásoknak is ellenáll.
- A beton szilárdság növelése, a porozitás csökkentése képlékenyítő szerekkel.
- A beton vízzáróságának növelése.
- A szerkezet vastagságának növelése.
- A beton maximális légpórus tartalmának előírása.
- Enyhén túltelített beton alkalmazása (Jobb bedolgozhatóság, kis víz-cement tényező, kis porozitás).

Közepesen és erősen agresszív környezetében már a **szekunder** védelmet alkalmazzuk a beton korrózió védelem érdekében:

- Vízhatlanságot nem biztosító felületi réteg kialakítása: felületkezelés, gázkezelés
- Impregnálás
- Vízhatlanságot biztosító védőréteg kialakítása

- Korrózióálló burkolat. hézagmentes burkolat

A vasbeton szerkezet állapota a különféle hatások miatt elkezd romlani. Többféle leromlási folyamatot is megkülönböztethetünk.



6.Ábra: Beton és acélkorrózió

Vasbeton szerkezeteknél nem csak a beton leromlása okozhat problémát, hanem a betonban található acélbetétek, feszítőhuzalok korróziója is. Az acélbetétek, illetve feszítőhuzalok korróziója során a fémes állapotból a nem fémes vegyületekké való átalakulást értjük, mely kémiai, vagy elektrokémiai folyamatokon keresztül megy végbe. Kémiai korrózió során a fémion és az elektrolit kilépése 0,4 nm-nél kisebb távolságban következik be, míg az elektrokémiai korrózió során a két részfolyamat térben elkülönülve, elektrolit (pl:víz) jelenlétében következik be. A vasbeton szerkezeteknél néhány speciális példától eltekintve, elektrokémiai korrózió alakul ki. Az elektrokémiai korrózió esetén szükség van arra, hogy az anód és a katód között kapcsolat legyen mind elektrolit oldalon keresztül, mind a vasaláson keresztül.

Az acélbetétek korróziójához 3 feltétel szükséges:

- Beton pH értéke 9 alá csökkenjen, mely bekövetkezik a beton karbonátosodása, vagy a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kioldódása által.

A beton szükséges elektromos vezetőképességének biztosítása, melyet a betonban lévő, illetve a kapilláris pórusok által felvett víz (pórusoldat) biztosít. Szakirodalmi adatok alapján korrózióval akkor kell számolni, ha a beton fajlagos ellenállása $5\text{--}10\text{k}\Omega\text{cm}$ alá csökken.

Valamint az oxigén acélbetéthez, illetve feszítőhuzalhoz jutása is fontos, mely függ a betonfedés mértékétől, a beton pórusrendszerétől (tömörségétől), és a környező víztartalomtól.

Ha a 3 feltétel közül mindegyik teljesül, akkor az acél elkezd rozsdásodni a betonban.

Karbonátosodás okozta acél korrózió:

A portlandcement hidratációja során le nem kötött kalcium –hidroxid keletkezik, melynek hatására a beton lúgos kémhatásúvá (≈ 13 pH) válik. A 12,5–13,5 pH értékű lúgos közeg hatására az acél felületén mikroszkópikus vastagságú oxid-réteg keletkezik, mely passzív réteget hoz létre. Az acélbetétek mindig passzívan viselkednek, amíg az erősen lúgos kémhatású környezet az oxidréteget stabilan tartja. Beton karbonátosodásáról akkor beszélünk, ha a beton pórusaiba bediffundálódó széndioxid (CO_2) reakcióba lép a betonban lévő $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -dal. Ez a folyamat a beton, vagy cementhabarcs esetén a kapillárisok elzáródása és a szilárdság növekedése szempontjából kedvező, azonban vasbeton, illetve feszített vasbeton esetén a beton pH értékének csökkenése a korrózió veszély miatt kedvezőtlen. A karbonátosodás mértékét úgy szokás értelmezni, mint azt a távolságot a betonszerkezet külső felületén, melyben 8,3 alá csökkent a beton pH értéke.

Kloridion-tartalom okozta acélkorrózió:

A kloridionok az a korrózió mechanizmust lényegesen megváltoztatják. A lyukkorrózió jellegzetessége, hogy a lyuk átmérője lényegesen kisebb, mint a mélysége. Emellett a lyukkorrózió nem jár térfogat-növekedéssel, ami különösen veszélyessé teszi a nehéz észlelhetősége miatt. Ennek hatására az acélbetét belseje megszűnhet, miközben látszólag a betonfelületen semmilyen jele nincs hibának. Kis betonfedés esetén, illetve a szabadban lévő betonacélon teknő alakú, rozsdabarna korróziót is okozhatnak. A kloridion jelenlétében a korrózió akkor is kialakulhat, ha a karbonátosodás mélysége nem érte el az acélbetéteket. Ha a beton pH értéke nagyobb, mint 9, akkor a korrózió-, vagy lyukkorrózió formájában következik be. A korrózióhoz kloridion mellett ebben az

esetben is szükség van oxigénre és vízre. A betonban a kloridion okoz korróziót, amelyik a cement alkotói által nincs megkötve, tehát a betonban oldott állapotban van.

Savas és lágú víz okozta korrózió:

Oldódásos betonkorrózióról akkor beszélünk, amikor a szilárd betont savak vagy savas vizek érik. A savak hatására a cementkő, illetve a finomszemű karbonátos adalékanyagok kioldódhatnak. A cementkő fázisait a savak vízzoldható fázisokká alakítják át, így vizes és atmoszférikus hatásokra lebomlanak, oldódnak. Esővíz és lágú víz hatására is lassan kioldódhatnak a cementkő vízzoldható összetevői. A lágú víz kilúgozó hatására a betonban lévő szabad $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kioldódása a cementkő többi alkotórészének felbomlásához vezethet, melynek hatására a beton elveszíti szilárdságát és szétesik. A betont környezeti osztályokba kell sorolni a természetes talajvíz, illetve a talaj kémiai agresszivitásának függvényében.

A következő agresszív kémiai hatások 5 °C és 25 °C közötti hőmérsékletű természetes talajokra és talajvizekre vonatkoznak, a nyugalmi állapotban lévőhöz közeli, illetve lassú vízáramlás esetén. Minden egyes kémiai jellemzőre a legveszélyesebb érték határozza meg az osztályt. Ha két vagy több agresszív jellemző ugyanahhoz az osztályhoz vezet, akkor a betont a következő magasabb környezeti osztályba kell sorolni, hacsak az adott esetre vonatkozó egyedi vizsgálat nem bizonyítja ezt szükségtelenné.				
Kémiai jellemző	Vizsgálati módszer	Környezeti osztály		
		XA1	XA2	XA3
Talajvíz				
SO ₄ ²⁻ , mg/liter (Duzzadási korróziót okoz)	MSZ EN 196-2:2005	≥ 200 és ≤ 600	> 600 és ≤ 3000	> 3000 és ≤ 6000
pH (Oldódási korróziót okoz)	ISO 4316:1977	≤ 6,5 és ≥ 5,5	< 5,5 és ≥ 4,5	< 4,5 és ≥ 4,0
Agresszív CO ₂ , mg/liter (Oldódási korróziót okoz) ^{a)}	MSZ EN 13577:2007	≥ 15 és ≤ 40	> 40 és ≤ 100	> 100 telítésig
NH ₄ ⁺ , mg/liter (Oldódási korróziót okoz) ^{b)}	MSZ ISO 7150-1:1992 vagy ISO 7150-2:1986	≥ 15 és ≤ 30	> 30 és ≤ 60	> 60 és ≤ 100
Mg ²⁺ , mg/liter (Oldódási korróziót okoz)	MSZ EN ISO 7980:2000	≥ 300 és ≤ 1000	> 1000 és ≤ 3000	> 3000 telítésig
nk ^o = °dH német vízkeménység (Oldódási korróziót okoz) ^{c)}	MSZ EN 13577:2007	0 – 3 azaz nagyon lágy víz	–	–
Talaj				
SO ₄ ²⁻ összes, mg/kg ^{d)} (Duzzadási korróziót okoz)	MSZ EN 196-2:2005 ^{e)}	≥ 2000 és ≤ 3000 ^{f)}	> 3000 ^{g)} és ≤ 12000	> 12000 és ≤ 24000
Savasság, mliter/kg (Oldódási korróziót okoz)	DIN 4030-2:2008	> 200 Baumann-Gully	A gyakorlatban nem fordul elő	

7.ábra: Környezeti osztályok

Szulfátos víz és gáz okozta korrózió:

Szulfátot tartalmazó vizek, illetve gázok duzzadásos betonkorróziót okozhatnak. A szulfát szilárd betonba való behatolásával, a cementkövel reakcióba lép, így új ásványok (pl:másodlagos ettringit, illetve taumazit) keletkeznek. A másodlagos ettringit képződés során a térfogata 2,5-szeresére növekszik, melynek hatására a beton megrepedhet. Minél több a cementekben a trikálcium-aluminát-hidrát fázis, annál inkább hajlamos a szulfátduzzadásra. Az aluminát-modulus és vas-oxid összetevőinek hányadosának csökkenésével, a cement szulfátállósága nő. A szulfátálló cementek aluminát-modulusa legfeljebb 0,7, a mérsékelten szulfátálló cementeké legfeljebb 1,0.

9.4 A betonozás eszközei

Ahhoz, hogy a betonozást műszakilag és minőségileg is kifogástalanul el lehessen végezni, gondoskodni kell a megfelelő szállító és bedolgozóeszközökről.

Ezek az alábbiak:

- Betonozócső és tölcser
- A betonozócső tartását és függőleges mozgatását biztosító daru és
- Eszközök a beton szállítására

A betonozócső egy, vagy több csőelem, amelynek végén adagolásra alkalmas rész, vagy egyszerű adagolótölcser helyezhető el. Az alkalmazott betonozás az ismert Contraktor – eljárás. A tölcser lehet kétrészes, felül a kúpos részhez csatlakozó henger, vagy csak kúpos kiképzésű. A tölcser térfogata általában 0,3-0,6 m³ között változik. A betonozó csőtagok rendszerint belül sima karmantyús kötéseik, tompa csatlakozással. A cső belső átmérőjét az időegység alatt bedolgozandó beton mennyisége határozza meg. A kialakult gyakorlat szerint a belső átmérő 180 – 275 mm között változik. Az általánosan használt cső átmérője 230 mm. Az egyes csőtagok összeszereléséhez egyszerű csőörögítő elemeket használnak. A betonozásra előkészített réstáblába helyezik el a betonozócsövet úgy, hogy azta rés fenekére ültetik. Ezután kezdődik a betonozás. Az eddigi tapasztalatok alapján 5 – 6 m körüli réstábla hosszúságig egy betonozócsövet használnak. E fölött, szükség szerint, két vagy több darab szükséges

A tölcsertagok összeszerelésére, a részbe való helyezésükre, a betonozás közben a cső mozgatására, illetve a betonozás befejezése után a cső kihúzására olyan daruzó szerkezeteket kell használni, amelynek gémhosszúsága és emelőképessége minden, a betonozás alatti igényt kielégíti. A daruk mozoghatnak a terepen vagy kötött pályán.

Úgy kell a betont a beépítés helyére juttatni, hogy a szállítás folyamán ne osztályozódjék szét. Ha csak úgy lehet megoldani a szállítást, hogy útközben a beton szétosztályozódhat, akkor azt a helyszínen, a beépítés előtt újra meg kell keverni. Ennek elkerülése megfelelő szállítóeszközzel biztosítható. A legalkalmasabb és általánosan használt szállítóeszköz a mixerkocsi. A mixerkocsival szállított beton, csúszdán keresztül jut a tölcserbe. Betonszivattyúval is lehet a betont a beépítés helyére szállítani. Ennek különböző típusai ismertek. A betonszivattyúkkal a betonkeverék a beépítés helyére vízszintes és függőleges irányban egyaránt szállítható.

Egy réselő, betonozó géplánc nélkülözhetetlen eszközei a különböző felszerelésű műhelyek, raktárak, szivattyúk, daruk stb. Iszapmozgatásra, szállításra, eltávolításra legjobban a különböző Bibo – rendszerű szivattyúk váltak be. Daruként minden olyan eszköz megfelelő, amely önjáró.

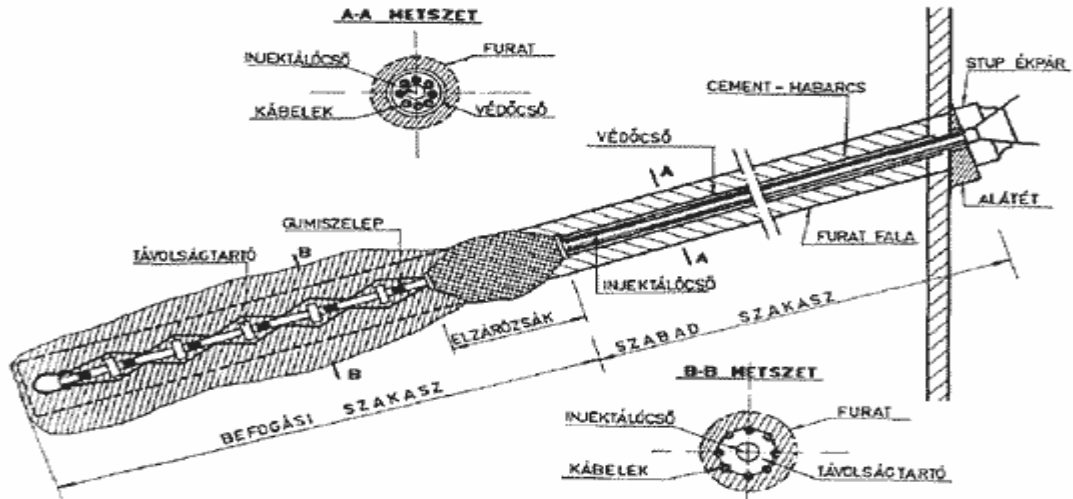
10. Horgonyzás

A horgony egy olyan szerkezet, amely reakcióerőt visz át a gyámolított szerkezetről a talajra vagy kőzetre. A horgonyzás célja, hogy a szerkezet biztosított legyen a mögötte fellépő aktív és passzív földnyomással, illetve a víznyomással szemben.

A horgonyok részei:

- Horgonyfej: erőátadást biztosítja a szerkezetre (átvezetés, feszíthetőség, rögzítés).
- Szabad szakasz (horgony szár): rugalmas erőátviteli hossz (elmozdulást biztosít, nincs erőátadás).
- Befogott szakasz (horgony test): az erőátadást biztosítja a talajra (szakadólapon kívül kell elhelyezni, meghatározó a stabilitás szempontjából.)

Résfal szerkezet esetében, egy jó helyen elhelyezett horgonnyal csökkenthetjük a nyomatékot.



8.ábra: A horgony részei

10.1 Horgonyok felhasználási lehetőségei:

- Támszerkezetek reakcióerőinek felvétele.
- Alagútfalazat és külső közzetömeg együtt dogoztatása.
- Vasbeton résfal kihorgonyozása.
- Hídfők ferde húzóerőinek felvétele (függesztett és hárfahidak).
- Felúszni akaró szerkezet lehorgonyozása.
- Víz alatti alaplemez kivitelezése.
- Magas súlypontú szerkezet alapozásának rögzítése (torony, kémény stabilizálása felborulás ellen).
- Rézsű felszín stabilizálása.
- Kikötői partfalak hátrahorgonyozása.
- Stabilizálás vízáramlás okozta erők ellen.

10.2 Talajhorgonyok osztályozása:

Élettartama szerint:

- **Ideiglenes**, $T \leq 2$ év (pl dúcolás)
- **Tartós**, mint a szerkezet (pl. hídfő)

Befogás módja szerint:

- Injektált szakasszal (köpenymenti nyírás)
- Mechanikus szerkezettel
- Expandált testtel

Teherviselő elem szerint:

- Acél feszítőkábeles (általános, nagy erőre)
- Acél magrúd (csavarbordás, kisebb erőre)
- Üveg ill. szénszálas rúd (FRP, korrózió)

Szerkezet készítése szerint:

- Gyártmány üzemben készítése
- Helyszíni szerelés (csak ideiglenes)

Injektált szakasszal befogott horgonyok:

A megfelelő befogást az injektált szakaszon a talajban „befeszítve” érhetjük el. Az erőátadás a talaj és a befogási rész közti nyírás által történik. Magyarországon ez a legelterjedtebb módszer, kedvezően alkalmazható tömör szemcsés talajokban ($e \leq 0,6$) és kemény agyagban ($I_c > 1,0$) egyaránt.

Mechanikus befogású horgonyok:

A befogás mechanikus szerkezettel történik, veréssel hajtják le a horgonyt, majd feszítéssel meghúzzák és a szárnyak kihúzódás közben kinyílnak. A befogás a passzív földellenállás mobilizálódásával jön létre. Előnye a mechanikus befogású

horgonyoknak, hogy nagy feszítési hosszal rendelkezik (speciális sajtó), kis erőkre van szükség, valamint szükség esetén eltávolítható, ideiglenes szerkezetként alkalmazható.

Expandált befogású horgony:

A befogás a lehajtott horgony fejének „felfújásával” történik. Az erőátadás a passzív földellenállás mobilizálásával jön létre. Az expandált befogású horgonyok előnye, hogy kedvezően alkalmazható puha agyagokban.

Építési fázisok:

- Fúrás, horgonytest beépítése a furatba
- Befogási szakasz kiinjektálása cement habarccsal
- Horgonyfej felszerelés, korrózióvédelem
- Feszítés ellenőrzés, lehorgonyzás

Injektált horgonyrúd:

- Ideiglenes és állandó szerkezetként is alkalmazható.
- A furatba cementhabarcsot injektálva építik be.
- A szabad szakaszon PVC csövet alkalmaznak a rúdon (a habarcsban való csúszáshoz)
- Állandó szerkezetként a befogást is PVC bordáscsővel védik a korrózió ellen és a belső részt feltöltik habarccsal.

Injektált kábelhorgony:

- Ideiglenes és állandó szerkezetként is alkalmazható
- A furatba cementhabarcsot injektálnak be.
- Ideiglenes szerkezetként a kábel szabad szakaszát PVC-vel borítják.
- Állandó szerkezetként az egész kábelt PVC csőben helyezik el, valamint a belső részt a befogásnál feltöltik cementhabarccsal.
- A horgonyfej anyaga alátétlemez.

Különleges talajhorgonyok:

- Visszabontható horgonyok. Gyengített keresztmetszetet alkalmaznak és a kábelek egyenként „kitéphetők” a befogási szakaszból.
- Elektromosan szigetelt horgonyok (kóboráram korrózió ellen esetében)
- Nem fémes horgonyok (FRP szálas rudakkal)

Talajhorgonyok tervezése:

A megfelelő megbízhatóság biztosítandó (EC0 alapelvek):

- Megelőzéssel (pl: korrózióvédelem).
- Minőségbiztosítással az építéskor.
- Megfelelő fenntartással a kész szerkezetnél.

Teljesítendő alapelvek (EC0).

- Megfelelő teherbírás ($E_d < R_d$, törés, talaj tönkremenetel).
- Tartósság (pl. kúszás).
- Használhatóság (pl. túlzott elmozdulás).
- Tűzállóság (általában nem probléma).
- Katasztrófáknál ne károsodjon túlzottan (életmentési idő).

10.3 Horgonyok tervezése - osztályba sorolása

A teljes tervezett szerkezetet (horgonnyal együtt) be kell sorolni az EC0 és EC7 szerint. A kárhányadi osztályok után a megbízhatósági osztály és a geotechnikai kategória kiválasztására kerül sor. A szabványok parciális (biztonsági) tényezői az átlagos esetre a „2” kategóriára lettek meghatározva megbízhatósági módszerrel, ahol $\beta=3,7$ (megbízhatósági index, törési kockázat, vagy tönkremeneteli valószínűség: $P(R \leq E) = 10^{-4}$). Ha nem a „2” kategóriába esik, akkor az igénybevétel tervezési értékét módosítani kell egy „ K_{FI} ” tényezővel (a parciális tényezők hatását módosítja) vagy statisztikai

módszereket kell használni. ($E_d = K_{FI} \cdot E_{d2}$ és $K_{FI} = 0,9/1,0/1,1$, ahol E_{d2} jelölésben a 2-es szám a 2-es kategóriára utal.)

A horgonyoknak minden tervezési állapotban az összes határállapotra meg kell felelnie.

Tervezési állapotok (helyzetek)

- Tartós (normál)
- Ideiglenes (pl. építési)
- Rendkívüli (pl. túlfeszítés)
- Szeizmikus (földrengés)

Határállapotok (tönkremenetelek)

Teherbírási határállapot

- **EQU** (stabilitás vesztes)
- **UPL** (felúszás)
- **STR** (fej vagy szár törése)
- **GEO** (kihúzóadás a talajból)
- **FAT** (kúszás)

Használhatósági határállapot

Alapvetően az ellenállásnak nagyobbnak kell lennie a hatásokkal szemben, vagy a maximális megengedett értéket nem szabad elérni.

- **EQU, UPL** $E_{dstb} < E_{stb} (+R_d)$
- **STR, GEO** $E_d (M, N, T, V) < R_d (M, N, T, V)$
- **FAT** $D_d < 1,0$
- Használhat. $y_{ser} < y_{adm}$

A horgonyfejnek lehetőleg a talajvíz szintje felett kell elhelyezkednie. Budapestre jellemző, hogy a felső feltöltés alatt szemcsés talajréteg található, ahol a horgonyokat

alkalmazni szokták. A talajvízszint alatt elhelyezett horgony vízkivezetést biztosít a támszerkezet mögül, ezzel nehezítve a munkatérben dolgozókat.

A hajlásszög lehetőleg 15-30° között legyen. Jó teherbíró talajba kell befogni a horgonyt, és ügyelni kell rá, hogy a szakadólap mögé kerüljön (aktív lap+ nyíróerő nullponttól 45°). Ellenőrizni kell a belső stabilitást, ahol a földék egyensúlyát kell ellenőrizni előreborulásra. A befogás hosszát a fajlagos teherbírás alapján kell megállapítani. A tapasztalat általában 6,0-8,0 m-es hosszt mutat. A talajfelderítést kellő sűrűséggel és megfelelő mélységig kell végrehajtani a térbeli változások ismeretéhez. A telekhatár befolyásolja a felderítés mértékét, de lehetőség szerint a támszerkezeten kívül is minél nagyobb területet le kell fedni.

Horgony kiosztása elrendezése:

A horgonyok kiosztásánál nagy figyelmet kell fordítani arra, hogy a befogások nem eshetnek túl közel egymáshoz, a minimális távolság 1,5-2,0 m lehet. A horgonyokat széthúzhatjuk egymástól, legyezőszerűen kiosztjuk őket vagy változó horgonyhosszt alkalmazva „fésűs” a alakzatba rendezzük őket. A munkagödrök változatos alaprajzából adódóan előfordulhat, hogy pozitív sarok alakul ki. Ebben az esetben egymást fedő keresztező horgonyrendszer alakul ki, amely külön vizsgálandó, de ha lehet el kell kerülni. E probléma kiküszöbölésére kézenfekvő megoldást kínálhatnak az acéltámok. Általában a horgonyok helyét tapasztalat alapján osztják ki, majd utána azt erőtanilag ellenőrzik és szükség esetén módosítják.

Horgony igénybevétel-számítási módszerek:

Mindig a teljes szerkezettel együttesen kell modellezni a horgonyokat. Alapértékekkel kell számítani, utána pedig a parciális tényezőkkel kell növelni ahhoz, hogy reális elmozdulás értéket kaphassunk.

Síkbeli modellezésnél (2D) korrekciókat kell alkalmazni a térbeli hatások figyelembevételére. A determinisztikus módszerek egyszerű esetekre, közelítő számításhoz, bonyolult szerkezetek „kézi ellenőrzés”-hez használhatóak. A szerkezetet rúdszerkezetként kezelik. A földnyomást mind-két oldalon felvesszük az elmozdulás függvényében (pl. Rankine szerint). A víznyomást a szokásos összefüggés ($h \gamma_v$) alapján

építjük be a számításokba. A horgony igénybevételei a támasz reakcióerőiből származnak.

A rugalmasan ágyazott rúdmodellel, vagyis a Winkler rugó elvén működő modellel az igénybevételeket jól közelíti, de az elmozdulásokat rosszul kezeli. A szerkezet a modellben egy rúdszerkezet (EI), amely hajlító merevséggel rendelkezik, a földnyomás pedig Winkler rugó reakciója, amely az elmozdulástól függ. Alulról az aktív, felülről a passzív földnyomás korlátozza. A víznyomást a szokásos összefüggés ($h \gamma_v$) alapján építjük be a számításokba. A horgony reakcióereje megegyezik a rugó merevség és az előfeszítő erő összegével. A horgonyerő szintén függ az elmozdulástól. Ez a módszer hozzávetőlegesen 8-10 m mélységig jó. síkbeli tárcsamodell esetében (FEM, 2D) jól számítható az elmozdulás is és az igénybevétel is. A szerkezetet rúdszerkezetként (EI) modellezzük és a talajhoz kontaktelemeket rendelünk hozzá, hogy a szerkezet és a talaj közötti súrlódás létrejöhessen. A földnyomást FEM analízissel számítjuk. A program felhasználója maga választja ki, hogy az adott talajkörnyezethez melyik talajmodell illeszthető a legjobban (Mohr-Coulomb: lineárisan rugalmas, Hardening Soil: felkeményedő). A víznyomásnál figyelembe vehetjük a talaj drénezett vagy drénezetlen állapotát, illetve lehetőség van a konszolidációs fázisok követésére is. A horgonyhoz hozzárendelhetünk húzómerevséget (EA) és előfeszítő erőt egyaránt. Ahogy az előző módszernél is, itt is függ a horgonyerő az elmozdulástól.

A térbeli modellnél (FEM, 3D) nincs szükség korrigálásra, bonyolult szerkezetek és különböző áthatások esetén is gyors és megfelelő eredményeket szolgáltat a módszer.

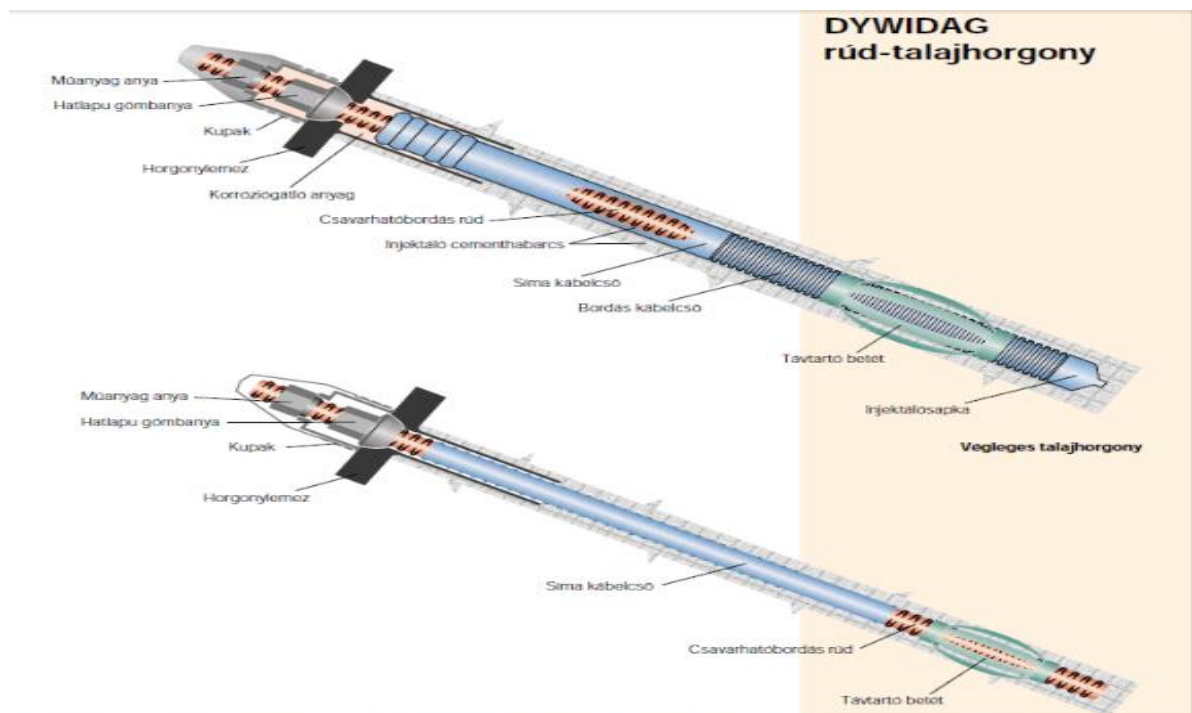
Horgony igénybevétel (erő) tervezési értéke

A számítási modellben az erők reprezentatív (karakterisztikus) értékkel, talajjellemzők karakterisztikus értékkel, a geometria nominális értékkel szerepelnek. Az így kapott karakterisztikus értékű igénybevételt a parciális tényezőkkel (EC7: $\gamma_G = 1,35$, $\gamma_Q = 1,5$) növelni kell. Nem szabad elfeledkezni arról, hogy az előbb említett parciális tényező értékei RC2 megbízhatósági és 2. geotechnikai kategóriára igazak. Más esetben korrekció szükséges. Nem tiszta síkbeli állapotnál is szükséges a korrekció, pl. alaprajzi saroknál vízszintes átboltozódást tapasztalhatunk, amelynek hatására csökken a földnyomás és a horgonyerő.

10.4 DYWIDAG geotecnikai rendszerek

Előnyeik és jellegzetes tulajdonságaik:

- A nagy szállítási hosszak miatt nincs szükség toldásokra
- Csekély helyigény a szállítás, tárolás és beépítés során
- A jó hajlékonysága miatt kiváló ellenálló képesség sérülések ellen
- A talajhorgony a helyszínen vágással a szükséges hosszra rövidíthető
- Tartós talajhorgony kettős korrózióvédelemmel számítható
- Az elektromosan szigetelt talajhorgony korrózióvédelmének bármikor ellenőrizhető
- Kis súlyuk miatt a talajhorgonyok könnyen beépíthetők
- A talajhorgonyok hasznos teherbírása a pászmaszám növelésével gyakorlatilag korlátlan.
- Az állandó belső- és külső minőség-ellenőrzés folyamatosan kiváló minőséget eredményez



8.ábra: DYWIDAG rúd-talajhorgony

További előnye, hogy a DYWIDAG széles választékot kínál:

- Rúd-talajhorgonyok
- Pászma-talajhorgonyok
- Eltávolítható talajhorgonyok

Tartozékok: A DYWIDAG-SYSTEM INTERNATIONAL a szokványos rendszerei mellett, a megrendelői kívánságoknak megfelelően, egyedi rendszereket is szállít: Sokféle különleges tartozékon túl különleges talajhorgony rendszereket, pl. elektromosan szigetelt végleges talajhorgonyokat, epxi-bevonatos SN-talajhorgonyokat. A szükséges berendezések, pl. injektáló pumpák, feszítősajtók vagy hidraulikus szivattyúk bérelhetők vagy megvásárolhatók.

11. Jet Grouting technológia

A JET GROUTING eljárás megjelenésével kiszélesedett a cölöpökkel megoldható feladatok palettája. Kezdetekben csak kisebb rekonstrukciós, alátámasztási munkákat oldottak meg vele, míg napjainkban már alagútépítési alkalmazásra is van lehetőség. Az eljárás lényege, hogy a talaj szerkezetét megváltoztatva egy új teherviselő „talajbeton” oszlopot hozunk létre. A széles körben elterjedt mélyépítési eljárás nagy kinetikus energiájú folyadéksugarat alkalmaz a talaj felaprítására és kötőanyaggal való összekeverésére. Az esetek többségében a felaprítást végző folyadék egyben a kötőanyag, ami általában víz-cement keverék (szimpla jet módszer). Az eljárás alkalmazásakor a helyszínen található talaj szerkezetét roncsolják szét és keverik össze az injektáló habarccsal annak érdekében, hogy egy kedvezőbb tulajdonságokkal bíró szerkezeti anyagot hozzanak létre. Az így keletkezett résekbe behatoló cementszuszpenzió a talajjal megkötve „talajbetont” hoz létre. A fúvókán keresztül érkező cementszuszpenzió sebességét szabályozva az erodálódó talajtömeg méretét befolyásolni lehet.

A jet grouting technológia két egymástól jól elkülöníthető fázisból áll, a fúrásból és az injektálásból. Először 100-200 mm átmérőjű lyukat fúrnak a kívánt mélységig, fúrófolyadék segítségével. A talaj minőségétől függ a fúrófej (monitor) kialakítása és a nyomás nagysága. Injektáláskor a fúrás talpától kezdve, a monitoron található 2-5 mm

átmérőjű fúvókákon keresztül, 400-600 bar nyomással kötőanyagot juttatnak a talajba, a fúrórúd lassú forgatása és visszahúzása mellett. Az így kialakult hengeres talajhabarcs oszlopot hívják jetcölöpnek. Az injektálás közben figyelni kell a többletanyag akadálytalan kiáramlására, ellenkező esetben hidraulikus talajtörés alakulhat ki. Szélsőséges esetben az épület vagy a környezet megemelkedhet a többletcementtől.

12. Hidrofrézer

Ez a technológia 1985 óta van jelen az építőiparban. A gép francia szabadalom, ezért a hidrofrézerek kezelését csak franciák végezhetik. Ezt a technológiát világszerte alkalmazzák, hazánkban főként metróépítés kapcsán. A hidrofrézer lehetővé teszi hogy különböző talajokban készítsünk résfalat (kohézió nélküli szemcsés talajban vagy akár kemény sziklás talajban is). Előnye, hogy nem kell szakaszoló panelt alkalmaznunk, a vízzárás is megoldott két egymás melletti panel között, a csekély rezgések miatt lakóövezetben is alkalmazható. Egy átlagos hidrofrézer kiemelési mélysége 60méter, de Japánban használtak már 150 méter-mélységig leásni képes hidrofrézert. Magyarországon ezt a technológiát a 4-es metró építésénél használták. A Szent Gellért téren 40 méter, a Fővám téren 48,3 méter mély résfal kiemelése során alkalmazták ezt az eljárást.



9.ábra: Hidrofrézer

13. Számítási módszer, alkalmas szoftverek

Az általam tervezett szerkezet estén a számításokat a mai kor színvonalán nem lehet elvégezni hagyományos, un. „kézi módszerekkel”. Azok használata becsléshez, előtervezéshez ill. közelítő ellenőrzéshez hasznos, de tervezéshez nem elegendő.

-A számításokat legelterjedtebb módon rugalmasan ágyazott gerenda modellen alapuló, e célra fejlesztett geotechnikai szoftverekkel szokás végezni. A szoftverek alkalmasak a földnyomások és elmozdulások egymással összefüggő számítására a talajok megadott ágyazási tényezői alapján, és figyelembe veszik a szerkezet egymás utáni tervezési állapotait mint kiinduló elmozdult állapotot. A horgonyokat ill. támoikat külső erővel előfeszített rugóként veszik figyelembe. Az igénybevételek (nyomaték és nyíróerő, horgonyerő, talajjellenállás) az elmozdulásból és a szerkezet EI merevségéből számíthatók az egyes tervezési állapotokban. A tapasztalatok szerint kb. 8-10 m gödörmélységig ez a módszer jól közelíti mind a tényleges elmozdulásokat, mind a tényleges igénybevételeket (Geo5 szoftver, szádfal ellenőrzés modul).

- A másik szokásos számításmód a végeselemes síkbeli tárcsamodell (FEM 2D szoftverek, pl. (PLAXIS) alkalmazása, különösen mélyebb ill. többsoros megtámasztású szerkezeteknél. A földnyomás itt a FEM analízisből származik, mód van többféle talajmodell (Mohr-Coulomb, Hardening Soil stb.) felhasználására is, amivel kezelhető az elsődleges terhelés ill. dekompresszió és újratelhelés reális – nem azonos elmozdulású – viselkedésének figyelembevétele. Az egymás utáni tervezési állapotoknál az időbeli folyamatokat is követhetjük a talajok drénezett ill. drénezetlen állapotának és a konszolidációnak a figyelembevételével, ami főleg az agyagtalajok rövid idejű, nagy terhelésű állapotainál jelent komoly előnyt. Ez a módszer az egész talajtömb alakváltozásával számol (nem csak a résfaléval), így nagy gödörmélységeknél is realisabb elmozdulásokat adhat. Alkalmazásának nehézsége a nagyobb számú bemenő paraméter, amelyeket több munkával és költséggel kell meghatározni ill. mérni, a reális számítási eredmények döntően ezen ill. az alkalmazó gyakorlatán múlnak.

Ezen szoftverek használatával tiszta, síkbeli állapotot vizsgálhatunk (végtelen féltér), így gondolnunk kell a speciális helyeknél a szükséges korrekciókra (pl. alaprajzi saroknál vízszintes átboltozódás, kisebb földnyomás stb.). Ezek a helyek vizsgálhatóak

térbeli végeselemes módszerekkel (FEM 3D) is, de általában elegendő a síkbeli eredmények tapasztalati korrekciója. Általában elmondható, hogy a geotechnikai FEM szoftverek használatához kellő óvatosság és összehasonlító tapasztalat szükséges, mert a sok talajréteg sok paraméterében ill. a számos egymásra halmozott tervezési állapotban elkövetett kisebb bemenő hibák és pontatlanságok irreális eredményekhez is vezethetnek, amiknek a felismerése sem mindig egyszerű.

Tervezési Feladat

14. Megbízás ismertetése

A Szent István Egyetem Ybl Miklós építéstudományi kara megbízást adott a Budapest VIII. Salétrom u. 7. szám alatti telken lévő épület alapozásának újratervezésére. A tervezéshez felhasználtam az adott területről 2005 márciusában készült geotechnikai szakvéleményt.

15. Alapadatok

A megbízó adatszolgáltatásként átadta a beépítési terület M 1:500 méretarányú helyszínrajzát, metszetét valamint a területről készült, magassági adatokat tartalmazó M 1:200 méretarányú helyszínrajzát. A megbízó adatszolgáltatása szerint a tervezett épület alapterülete kb. 1000 m². A telek teljes területe alatt 2 szintes pince készül. Az épület földszint+4 emeletes lesz tetőtér beépítéssel. Az épület földszinti padlószintje Bmf 103,82m. A legalsó szint padlószintje Bmf 94,0 m szinten lesz kialakítva. A pincetömb körülzárását résfalakkal szeretném megoldani.

16. Előzmények

A tervezéshez felhasználtam az FTV ZRt által 2004 januárjában készített, a Budapest VIII Salétrom utca 7 számú (Hrsz:34890/1) ingatlan beépítésének tervezéséhez készült részletes geotechnikai szakvéleményt (Tsz:2003/341-2), valamint egy később készített geotechnikai szakvéleményt (Tsz:04/2005). Emellett figyelembe vettem a GOVIL Kft

2000 áprilisában a Budapest 4 számú metróvonal, I. szakasz építésére vonatkozó Összefoglaló geotechnikai-,mérnökgeológiai és hidrológiai jelentést is.

17. Helyszíni adottságok

A vizsgált terület Budapest VIII. kerületében, Salétrom u.-József u.-József krt.-Kissalétrom u.-Nyár u. által határolt épülettömbben helyezkedik el. Az épülettömb zárt sorú beépítésű, csak a tervezett épület helyén korábban álló épületeket bontották el. Az elbontott épületek pince+fszt, ill földszintes épületek voltak. A vizsgált épülethez csatlakozó épületek közül a Salétrom u 5.szám alatti épület pince+földszintes,a József krt 40. és 42.számú épületek pince+fszt+2 emeletesek. A József u 6. sz. alatti épület pince+fszt+1 emeletes, a József u 8.sz-épület csatlakozó része földszintes kialakítású. A környéken álló épületeket az 1890-es évek végén, az 1900-as évek elején emelték. A csatlakozó épületek avult állapotúak, de alapozási hibákra vagy geotechnikai okokra visszavezethető károsodás általában nem észlelhető. A Salétrom u 5. szám alatti épület loggiáját pillérekkel támasztották alá, a loggia és az épületfőfala között markáns repedés észlelhető. Részletes vizsgálatok hiányában nem dönthető el egyértelműen, hogy a repedés rossz szerkezeti kialakítás, vagy a pillérek helytelenül megválasztott alapozási síkja miatt alakult ki. A környéken álló épületek alappincézettek. A lakók illetve az épületek gondnokai szerint a pincékben talajvíz nem jelent meg. A vizsgált terület felszíne sík felszínű, közel vízszintes. A vizsgált terület jelenlegi terepfelszíne 103,4-102,3 Bmf között változik.

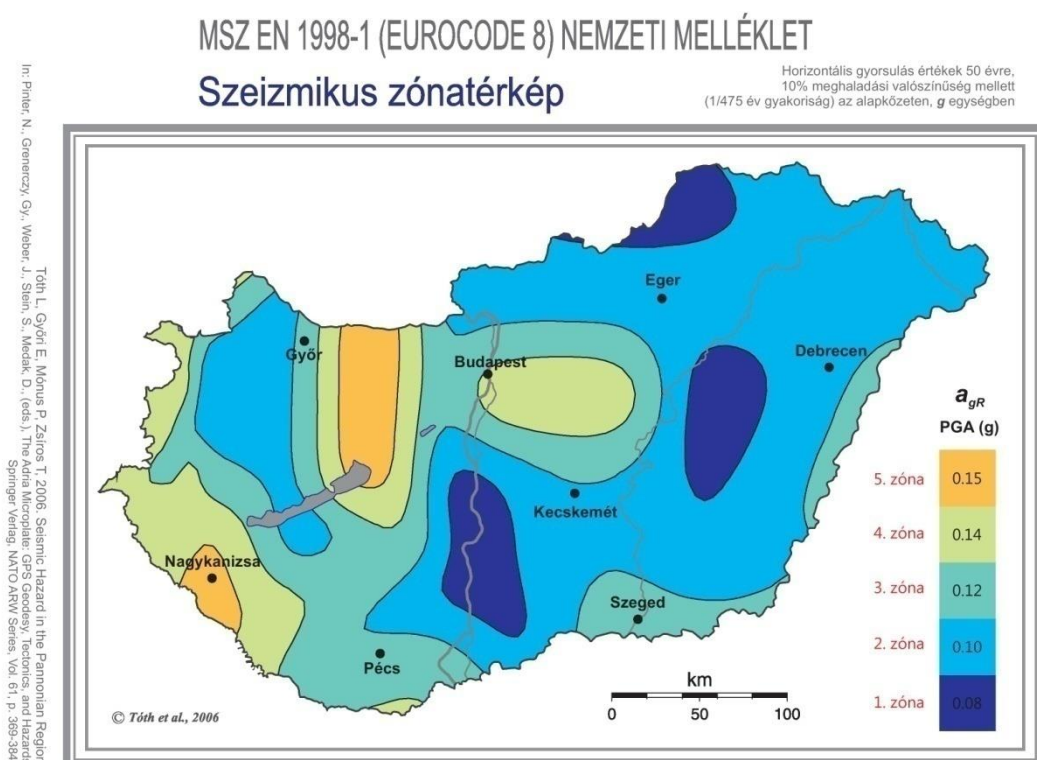
18. Építésföldtani viszonyok

A terület tágabb környezetének geológiai és hidrológiai adottságairól Horusitzky Henrik: Budapest dunabalparti részének talajvize és a talajának geológiai vázlata c. munkája ad tájékoztatást. A hivatkozott szakirodalom szerint a térség alapkőzetét a harmadkori üledékek alkotják. Ezek közül döntő jelentőségűek a miocén kori üledékek. A miocén kori üledékek általában homokos agyag és agyagos homok illetve agyag formációban fordulnak elő. A harmadidőszaki üledékekre negyedkori pleisztocén és holocén üledékek települtek. Ezek közül legjelentősebb a Duna pleisztocén kavics terasza, mely jellegzetes szemeloszlású homokos kavics illetve kavicsos homok talajból

áll. A holocén kori üledékek már lényegesen finomabb szemcse összetételűek, az összlet felső réteghatára felé egyre nagyobb iszap-agyag tartalommal. A holocén Duna völgyben a talajvíz a Duna teraszban folyik le a Duna felé.

19. Tervezett terület szeizmikus adottságai, földrengés érzékenysége

A Magyarországon alkalmazott szeizmikus zónatérkép alapján a vizsgált terület a 4. zónába tartozik, azaz közepesen veszélyeztetett térségben található. Az MSZ EN 1998-1 (EUROCODE 8) szerint definiált földrengésből származó maximális horizontális gyorsulást az alapkőzeten $a_{gR} = 0,14 \cdot g = 0,14 \cdot 9,81 = 1,3734 \text{ m/s}^2$ értékkel lehet figyelembe venni. A tervezéshez speciális szeizmicitási vizsgálatokra nincs szükség, hiszen az építmény 2. geotechnikai kategóriába tartozik. Helyi talajkategória besorolás a szabvány táblázata alapján: „C” típus. Az átlagos nyíróhullám sebességét erre a talaj típusra $v_{s30} = 180\text{-}360 \text{ m/s}$ között adja meg a szabvány táblázata.



10.ábra: szeizmikus zónatérkép

20. Geotechnikai kategória

Az építmény jellege, a talajkörnyezet, a természeti hatás, a kockázat, a szükséges tervezési eljárások és geotechnikai vizsgálati, felügyeleti, megfigyelési igény, valamint az alkalmazandó mélyépítési technológiákat figyelembe véve a tervezett létesítmény az MSZ EN 1997-1:2006 szerint a 2. geotechnikai kategóriába sorolható. A kategóriába sorolás a tervezés további fázisában felülvizsgálandó, szükség esetén módosítható.

geotechnikai kategória	1	2	3
építmény	kisméretű, egyszerű	hagyományos, átlagos	nagy, szokatlan
talajkörnyezet	nem kedvezőtlen	szokványos	kedvezőtlen
épített és természeti környezet	nincs veszélyeztetve	veszélyeztetése vélelmezhető, vizsgálandó	védelme külön intézkedéseket kíván
természeti hatás	jelentéktelen	szokványos	nagy
kockázat	kicsi	közepes	nagy
vizsgálatok	egyszerű (azonosító)	rutin labor és terepi	speciális, kiegészítő
tervezés	rutin módszerek	szokásos eljárások	speciális módszerek
speciális mélyépítési technológiák	nem alkalmaznak	alkalmaznak	alkalmaznak újszerűeket is
felügyelet, megfigyelés	szemrevételezéssel	szokványos mérések is	speciális mérések is
példák	1-2 emeletes épület 250 kN...100 kN/m teher gödör és támfal 2 m-ig	sík- és cölöpalap támfal, gödör, horgony földmunka	magas súlypontú épület nagy tereplépcső alagút, felszínalatti műtárgy víztelenítés, talajjavítás

11.ábra: Geotechnikai kategóriák

21. Terepi vizsgálatok

A vizsgált területen 2005. február 07.-én 2 db nagyátmérőjű gépi fúrást mélyítettek 6,0 méter illetve 11,0 méter mélységig az altalaj és talajvíz viszonyok feltárására. A terület részletesebb feltárása érdekében 2005.február 23-24-én újabb 2 db 16,5 méter illetve 16,6 méter mélységű fúrást mélyítettek. Később 2006.05. 18-20-án újabb két nagyátmérőjű gépi fúrást készítettek 14 méter mélységig. Az elvégzett helyszíni feltárások szintadatait a területről készült geodéziai felmérés felhasználásával határoztuk meg. A helyszíni feltárások szintadatait a területről készült geodéziai felmérés felhasználásával határozták meg. A fúrások és feltárások helyszínrajzi elrendezését az 1. számú helyszínrajz ábrázolja. A fúrásokból a laboratóriumi vizsgálatokhoz talajmintákat vettek az MSZ 4484-76 előírásainak figyelembevételével. A talajból vett mintákat az MSZ 14043 szerint vizsgálták. A laboratóriumi vizsgálatok

eredményei a mellékelt fúrásszelvényeken és szemeloszlási görbéken láthatóak. A fúrásszelvények szerkesztését az MSZ 14043/12 szerint végezték. A fúrások alapján valószínűsíthető talajrétegződést mellékelt rétegszelvények ábrázolják.

Alapfeltárások

- Salétrom u. 9 sz.

Pincepadló szint:	B 101,33 m
Alapozási sík:	B 100,68 m
Alaptest anyaga:	Tégla
Alapozási sík alatti talaj:	Sárga, tömör homok

- Salétrom u. 5. sz.

Pince padlószint:	B 101,39 m
Alapozási sík:	B 100,54 m
Alaptest anyaga:	Beton és terméskő
Alapozási sík alatti talaj:	Szürkéssárga homok feltöltés

- József krt. 40. sz.

Pince padlószint:	B 101,07 m
Alapozási sík:	B 100,07 m
Alaptest anyaga:	Tégla
Alapozási sík alatti talaj:	Szürkéssárga homokfeltöltés

- József krt. 42. sz.

Pince padlószint:	B 101,20 m
Alapozási sík:	B 100,20 m
Alaptest anyaga:	Tégla
Alapozási sík alatti talaj:	Sárgásbarna iszapos homok feltöltés

- József u. 6. sz.

Alapozási sík:	B 101,26 m
Alaptest anyaga:	Terméskő
Alapozási sík alatti talaj:	Vegyes törmelékes feltöltés

22. Laboratóriumi vizsgálatok

A fúrásokból a laboratóriumi vizsgálatokhoz talajmintákat vettek az MSZ 4484-76 előírásainak figyelembevételével. A talajból vett mintákat az MSZ 14043 szerint vizsgálták. A laboratóriumi vizsgálatok eredményei a mellékelt fúrásszelvényeken és szemeloszlási görbéken láthatóak. A fúrásszelvények szerkesztését az MSZ 14043/12 szerint végezték. A fúrások alapján valószínűsíthető talajrétegződést mellékelt rétegszelvények ábrázolják.

23. A vizsgálati eredmények feldolgozása

A fúrás a geológiai felépítésnek megfelelő rétegződést tárta fel. A fúrásban a termett talajt fedő nagyvastagságú (1,2-2,2 m) épülettörmelékes feltöltés alatt a holocén kori öntéstalajokat tárták fel 3,1-4,1 méter mélységig. A holocén összlet anyaga homoklisztes iszapnak, iszapos homoklisztnak illetve finom homoknak minősült. A holocén összlet alatt 9,5-10,0 méter mélységig kavicsos homok réteg helyezkedik el, mely a pleisztocén kavicssterasz anyagát alkotja. A harmadkori miocén –kori üledékösszlet felszínét ebben a mélységben értük el, mely a laboratóriumi vizsgálatok szerint homokos agyag és agyagos homok illetve agyag. Ez a réteg 14,0 méter illetve 16,5-16,6 méter mélységig, vagyis a fúrások aljáig tart. A 4.számú metróvonal tervezéséhez készített 50-60 méter mély fúrások a kavicsos homok anyagú Duna-terasz alatt a fúrások aljáig a miocén összletben haladtak (a tervezett Rákóczi téri állomás közelében végzett fúrások alapján). Az épülettörmelékes feltöltés túlnyomórészt laza állapotú, megbízhatatlan tömörségű réteg. A holocén rétegösszlet, mely iszapnak, homokos iszapnak, iszapos homoklisztnak illetve finom homoknak minősült, általában puha illetve finom homoknak minősült, általában puha illetve még sodorható állapotú, közepesen tömör réteg. A pleisztocén összlet, mely kavicsos homoknak minősült, tömör, jól teherviselő réteg. A szürke miocén korú agyag réteg nem homogén, vékonyabb-vastagabb homok erek fordulnak elő benne. A miocén réteg állapota az előforduló homok illetve finom homok erektől függően inhomogén, általában tömör illetve nagyon tömör állapotú, de keményebb, sodorható állapotú részek is előfordulnak.

24. A feltárt rétegek részletes ismertetése

Feltöltés:

Térfogat sűrűség	$[\rho_n]$	1.9	g/cm^3
Összenyomódási modulus	$[E_s]$	5,0	MN/m^2
Belső súrlódási szög	$[\varphi]$	24	°
Kohézió	$[c]$	0	kN/m^2

Szürkésbarna iszapos homok:

Térfogat sűrűség	$[\rho_n]$	1.9	g/cm^3
Összenyomódási modulus	$[E_s]$	25.0	MN/m^2
Belső súrlódási szög	$[\varphi]$	28	°
Kohézió	$[c]$	0	kN/m^2

Sárgásbarna iszapos homok

Térfogat sűrűség	$[\rho_n]$	1.8	g/cm^3
Összenyomódási modulus	$[E_s]$	30.0	MN/m^2
Belső súrlódási szög	$[\varphi]$	30	°
Kohézió	$[c]$	0	kN/m^2

Kavicsos homok (pleisztocén összlet)

Sárga kavicsos homok és homokos kavics

Térfogat sűrűség	$[\rho_n]$	1.9	g/cm^3
Összenyomódási modulus	$[E_s]$	40	MN/m^2
Belső súrlódási szög	$[\varphi]$	34	°
Kohézió	$[c]$	0	kN/m^2

Miocén agyag

Térfogat sűrűség	$[\rho_n]$	2	g/cm^3
Belső súrlódási szög	$[\varphi]$	32	°
Kohézió	$[c]$	45	kN/m^2
Összenyomódási modulus	$[E_s]$	14	MN/m^2

A réteg fontosságára való tekintettel (ebbe a rétegbe mélyülnek a résfalak) a réteg részletes vizsgálatára került sor. A fúrásokból vett zavartalan magmintákon triaxiális és összenyomódási (ödometriás) és vízáteresztő-képességi vizsgálatokat végeztek. A laboratóriumi vizsgálatok szerint anyaga homokos agyagnak, agyagos homoknak ill. sovány-, közepes- és kövér agyagnak minősült.

25. Meteorológiai, hidrológiai és hidrogeológiai információk

Talajvíz: A 2006 májusában mélyített 5. és 6.-számú fúrásokban a talajvíz nyugalmi szintjét a terepszint alatt 3,47 méter illetve 3,338 méter mélységben észlelték, a B 99,10 méter illetve a B99,5 méter szinten. A megütött és a nyugalmi talajvízszint nem tért el egymástól. A fúrásokat magas talajvízállású időszakban mélyítették. A korábbi fúrásokban (2005.február) a nyugalmi talajvízszintet a terepszint alatt 3,27-4,40 méter mélységben, a B 98,82-99,02 méter szinten észlelték. A megütött és nyugalmi

talajvízszint itt sem tért el egymástól. A 2004-es FTV ZRt által készített szakvélemény a talajvíz nyugalmi szintjét a terepszint illetve a pinceszint alatt 2,73-4,40 méter mélységben, a B 98,45-98,62 méter szinten adja meg. A holocén Duna völgyben a talajvíz a Duna teraszban folyik le a Duna felé. A vizsgált terület talajvíz viszonyairól illetve a várható vízszintingadozás mértékéről a FŐMTERV gondozásában lévő P IX jelű (BP. Mátyás tér) vízszintészlelő kút adataiból lehet következtetni.

A vízszintészlelő kút adatai:

Észlelési idő	1944-59 1968 óta folyamatos	
Terepszint	B 105,77 m	
Csőperem szint	B 105,49 m	
LNv	B 101,97 m	
LKV	B 99,86 m	
Tv. szint	B 101,18 m	431 cm, 2005.II.01.
Tv. szint	B 101,36 m	413 cm, 2006.V.17.

1.Táblázat: vízszint észlelő kút adatai

Budapest Építéshidrológiai atlasza (FTV 1988) alapján a tervezési terület 1%-os valószínűségű becsült maximális talajvízszintje B 101,50 méter. A mértékadó talajvízszint teljes szárazsági követelmény esetén a B 102,0 méter. A talajvízből a vegyészeti vizsgálatokat az MSZ 448-13:1983, 448-15:1982, ill. az MSZ 448-22:1985 szerint végezte a VITUKI akkreditált (501/0688) vizsgáló laboratóriuma. A talajvíz a vegyészeti vizsgálatok eredménye szerint beton műtárgyakra az MI 17215/2-86 szerint nem agresszív hatású.

Rétegvíz: A miocén rétegösszletben a rétegvíz előfordulása lehetséges. A pesti oldalon jelentkező, sok homokos rétegcsoporthoz tartozó miocén összletben a víz nyugalmi nyomása a Dunától 1,5-2,0 km-re lényegében megegyezik a talajvíz szintjével, azaz hidrosztatikus rendszerrel van dolgunk.

26. Lokális jelenségek

A 4F. jelű fúrásból kikerülő talaj-és vízminták érzékszervi vizsgálata alapján szénhidrogén szennyeződést tételeztek fel. A 3,0-4,5 méter mélységből vett minták vegyszeti vizsgálata szerint, a talaj összes szénhidrogén szennyezése 642-1763 mg/kg között változott, a talajvíz szénhidrogén szennyezettsége 130 mg/l volt. A kémiai oxigén igény (KOI) minden esetben meghaladta a 0,5 mg KOI l/g értéket. Ennek megfelelően, az MI 17215/2-86 szerint, mind a talajvíz, mind a talaj IV.-erősen agresszív kategóriába sorolható betonkorrózió szempontjából.

27. Összefoglalás

A tervezett épület megépítésének geotechnikai akadály nincs. Kedvezőtlen körülményt teremt, hogy a 4.F fúrásban észlelt szennyezettség olyan mértékű, hogy a beton műtárgyakra erősen agresszív hatású, viszont a szennyezés csak lokális, kis területet érint. Kedvező körülményt teremt, hogy az alapkőzetet alkotó szürke, miocén összletben nyomás alatt lévő rétegvizek előfordulását nem tapasztalták. A tervezett épület alapozása résfalas alapozással megoldható. A kétszintes pince a terv szerint kialakítható. A teherviselő vízzáró résfalak a jó teherbírású harmadidőszaki miocén összletbe nyúlnak, mely az alapozás szempontjából jó teherbírású rétegek. Az alapozási sík a miocén réteg felső réteghatára alatt min. 1,5 méter mélységben a B 91,3 méter szinten vehető fel. A pleisztocén teraszban a résfal és a harántolt földtömeg között fellépő súrlódás a résfalak teherbírását növeli. A résfalas alapozás illetve a pincetömb kiemelése során fejtési nehézségekre, bent maradt épületalapokra kell számítani. A megmaradó épületek állagvédelmére különös gondot kell fordítani. Javaslom az utólagos viták elkerülése érdekében a megmaradó épületek állagfelvételét, az építkezés megkezdése előtt. A munkagödör illetve réselési munkaszint kialakítása előtt a szomszédos megmaradó épületek alapozását meg kell erősíteni. Az alapozások megerősítését jet-grouting eljárással javaslom megoldani. A munkatér határolás kialakításánál ügyelni kell arra, hogy a forgalom alatt lévő utca burkolata ne károsodjon. A résfalas körülzárás után történhet meg a pincetömb kiemelése. A földkiemelés megkezdése előtt a résfalakkal közbezárt talajvizet ki kell szivattyúzni, illetve a földkiemeléssel párhuzamosan le kell süllyeszteni. A szennyezett talajvíz jobb

hígulása érdekében vízszintsüllyesztő kutakat célszerű a szennyezett résztől minél távolabb telepíteni. A talajvíz kb. háromszoros hígítással már bevezethető a közcatornába (204/2001.26) minisztérium rendelet – ha a szénhidrogén szennyezés 50 mg/l alatt van, a víz közcatornába vezethető. A földkiemelés közben kell a résfalak horgonyzását is megoldani. Figyelembe véve a résfalak által harántolt földfal magasságát előzetes durva számítások szerint legalább két sorban kell a kb. 15 m hosszú horgonyokat elhelyezni. Javaslom, hogy a kivitelezés megkezdése előtt ellenőrző feltárásokat végezzenek a talaj illetve talajvíz-szennyezettség aktuális meghatározásához. A résfalak horgonyzásának tervezésénél a megmaradó épületek pincepadló szintjét figyelembe kell venni. A horgonyok injektálási nyomását úgy kell megválasztani, hogy az ne szakítsa fel a pincék padlóját. A földkiemelés előtt célszerű víztelenítő kutakat építeni, hogy a közbezárt víz illetve a résfalakon átszivárgó víz eltávolítható legyen. A víztelenítő kutak fenékszíntje min. 1,5 m-rel legyen mélyebben a fenéklemez alsó síkjánál. A résfalakkal közbezárt térbe beszivárgó víz mennyisége a kísérletekkel meghatározott vízáteresztő-képességi együtthatónak alapján jó közelítéssel becsülhető. A gravitációs víztelenítés ill. a víztelenítéshez szükséges kutak száma ennek alapján meghatározható. Így elkerülhető, hogy az alaplemezt víznyomásra is méretezni kelljen. A pincén belüli pilléreket a körítő résfalhoz hasonlóan kell alapozni, vagy a padlólemezt a terhelésüknek megfelelően kell méretezni. A kiemelésre kerülő talajok fejtései osztálya II.-III., tömöríthetőség szempontjából J (jól tömöríthető) ill. K (közepesen tömöríthető) kategóriába tartoznak. A feltöltés nem tömöríthető.

Hivatkozások

- Hajnal-Márton-Regele Részfalak építése
- Alapozások és Földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint
- dr. Szepesházi Róbert – Geotechnika, Egyetemi jegyzet
- dr. Bartos Sándor– Králik Béla- Mélyépítés II., I. kötet
- MSZ EN 1997-1:2006, Eurocode 7: Geotechnikai tervezés
- MSZ ENV 1997-2:2006, Eurocode 7: Geotechnikai tervezés

Rajzi mellékletek

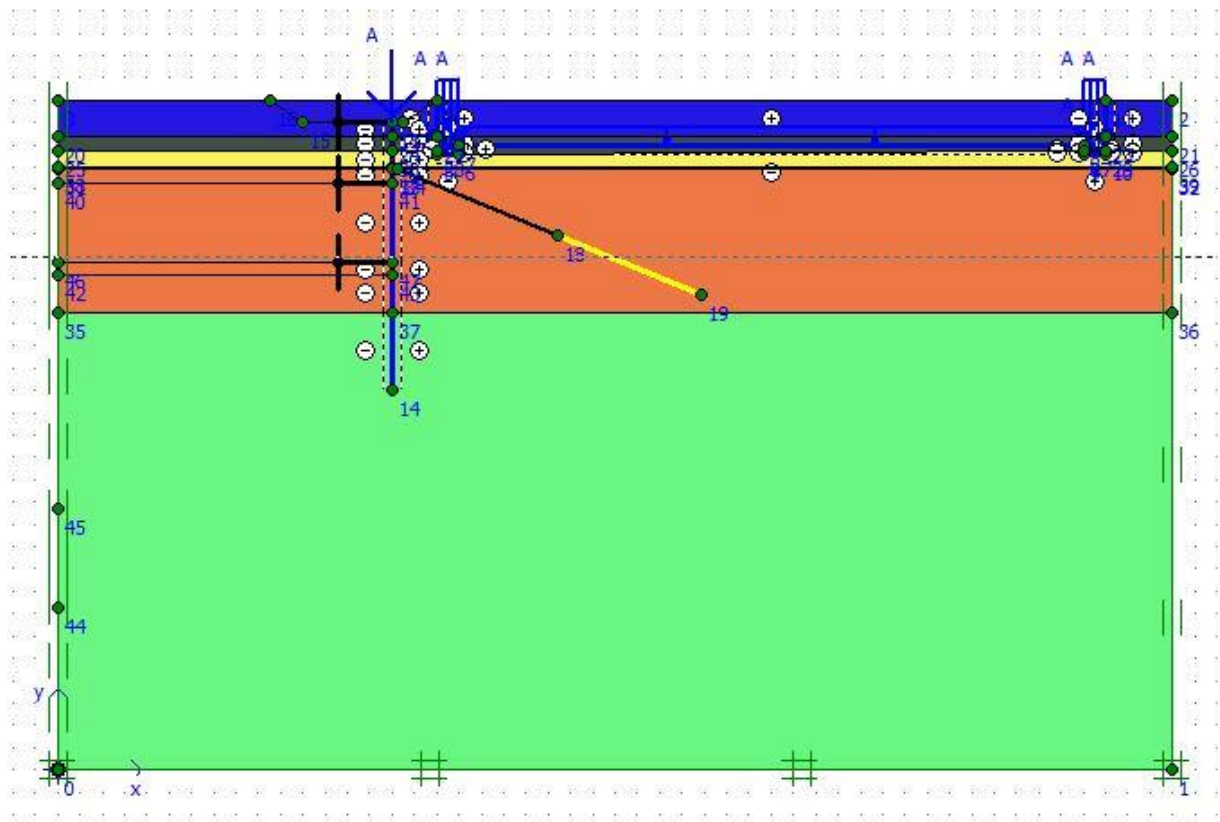
Mellékletek

Igénybevételek és alakváltozások számítása

Az általam tervezett résfal méretezését Plaxis 8.2-es programmal végeztem. Ellenőrzésképpen a Geo5 program 19-es verzióját használtam (Szádfal ellenőrzés modul). Mivel a Geo 5 programban nem volt lehetséges lemodellezni a résfalra jutó függőleges terhelést, ezért a teljes ellenőrzést nem tudtam végigvezetni. A számításokat a mértékadó keresztmetszetre végeztem. A talajrétegek talajfizikai jellemzőit azok karakterisztikus értékével vettem figyelembe. A tervezett épület felszerkezetének terhelései adottak voltak. A szomszédos épületek terheit külön nem számítottam, hanem szintenkénti 100 kN/m/m-es terhelést vettem figyelembe. A horgonykiosztást 1,5 m-es távolságra terveztem.

Az egyes, egymást követő tervezési állapotokban sorban elvégeztem a karakterisztikus igénybevételek számítását. A sorban következő állapotnál a számítás mindig az előző állapot elmozdulási és ennek megfelelő földnyomási adataiból indul ki. A következőkben bemutatom a tervezési állapotok eredményeit. Az egyes állapotoknál feltüntettem azok lényeges adatait (gödörfenékszint, talajvízszintek, felszíni terhelés).

Alapmodell (Plaxis program):



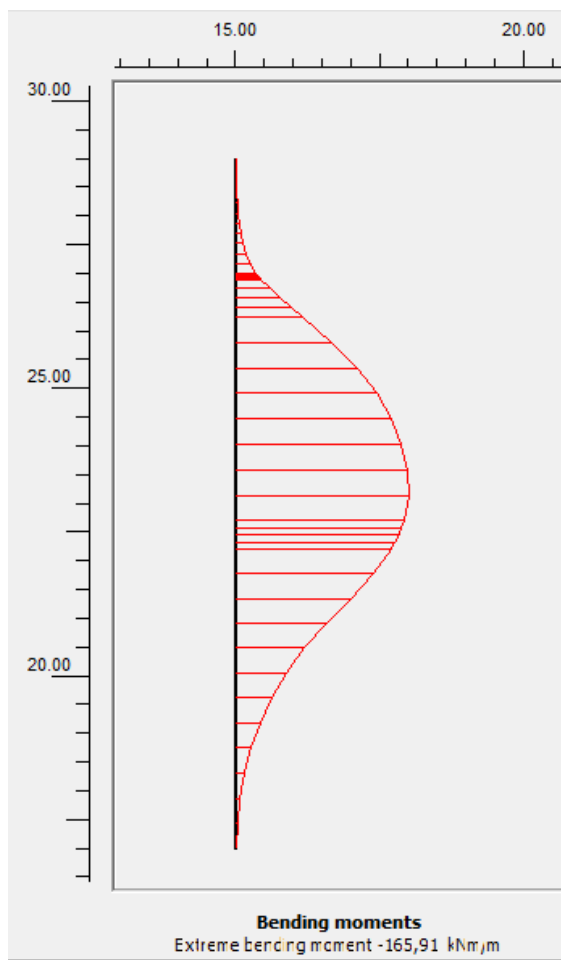
Tervezési állapotok

1.tervezési állapot:

Fejtés horgonyzási munkaszintig(ideiglenes állapot)

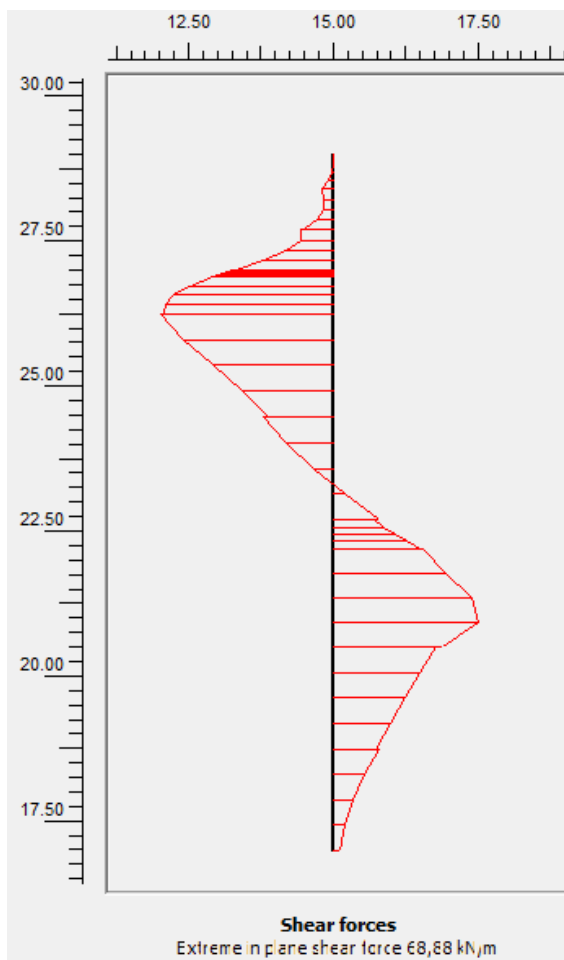
- Gödörfenékszint: -4,00 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -4,5m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Plaxis nyomatéki ábra



Maximális nyomaték: -165,91 kN/m

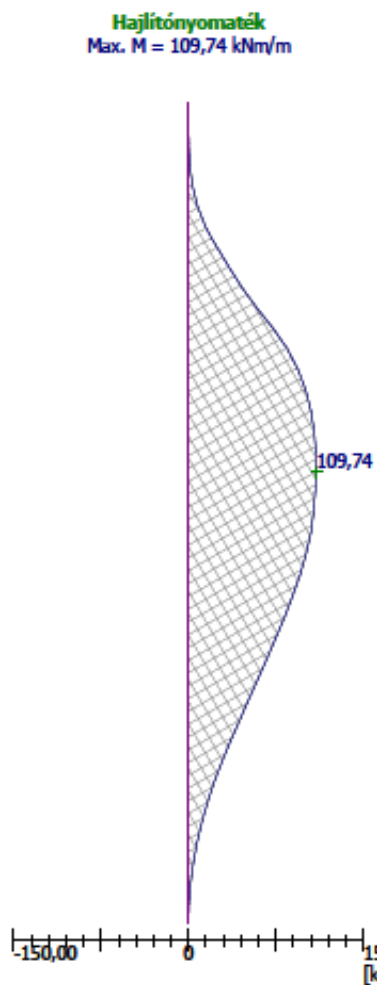
Plaxis nyíró erő ábra



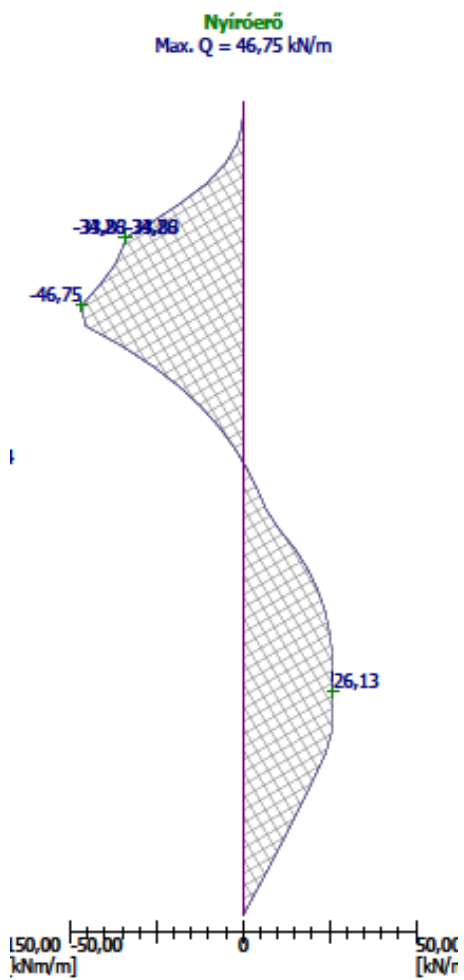
Maximális nyíró erő: 68,88 kN/m

Fejtés horgonyzási munkaszintig(ideiglenes állapot)

- Gödörfenékszint: -3,50 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -4,00 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Geo5 nyomatékáb

Maximális nyomaték: 109,74 kN/m

Geo5 nyíró erő ábra

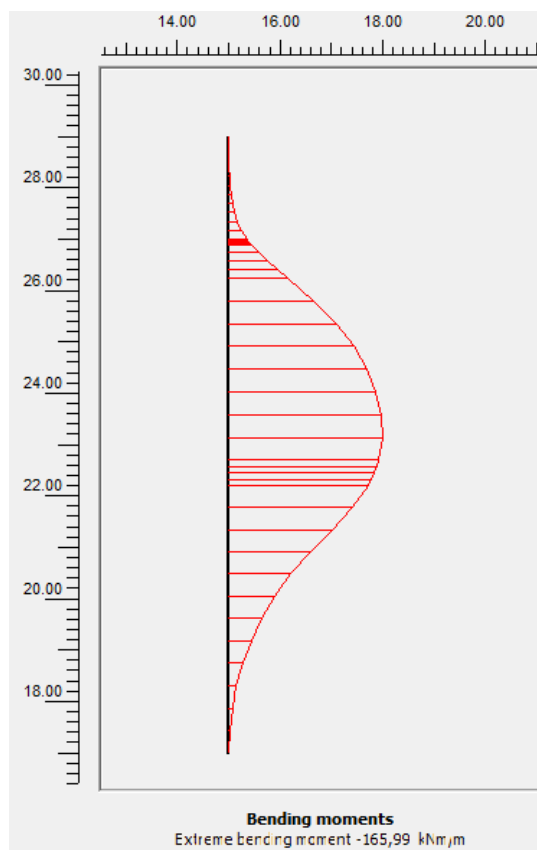
Maximális nyíróerő: 46,75 kN/m

2.tervezési állapot:

Talajhorgony beépítése (ideiglenes állapot)

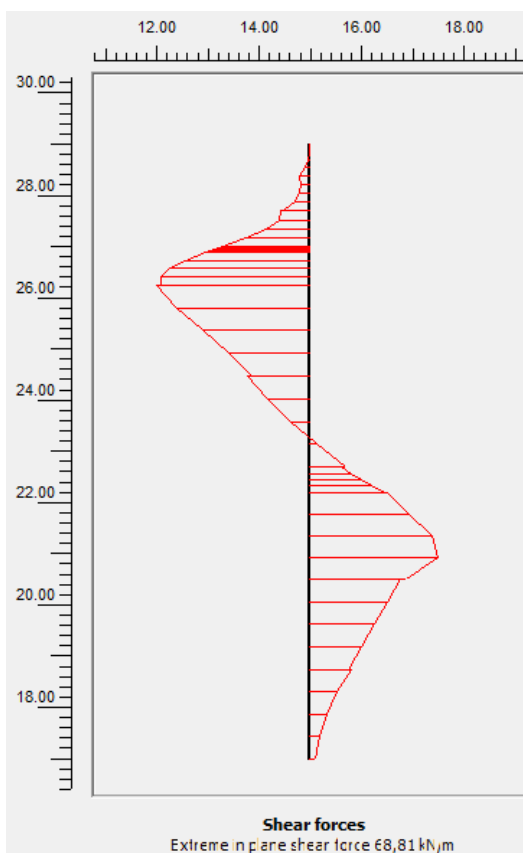
- Gödörfenékszint: -4,00 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -4,50 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Plaxis nyomatéki ábra



Maximális nyomaték: -165,99 kN/m

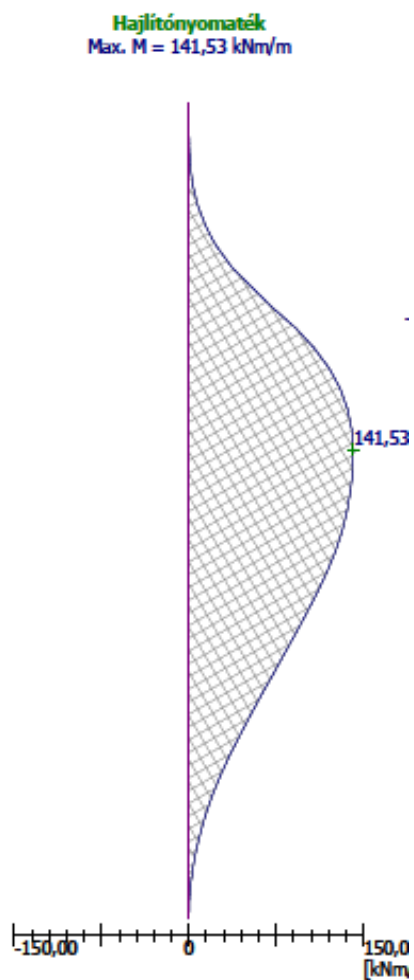
Plaxis nyíró erő ábra



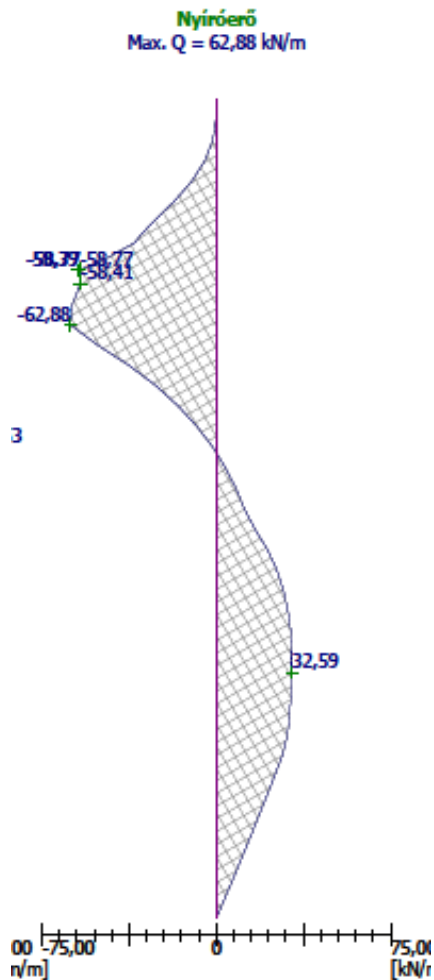
Maximális nyíróerő: 68,81 kN/m

Talajhorgoby beépítése (ideiglenes állapot)

- Gödörfenékszint: -4,00 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -4,00 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Geo5 nyomatékíábra

Maximális nyomaték: 141,53 kN/m

Geo5 nyíró erő ábra

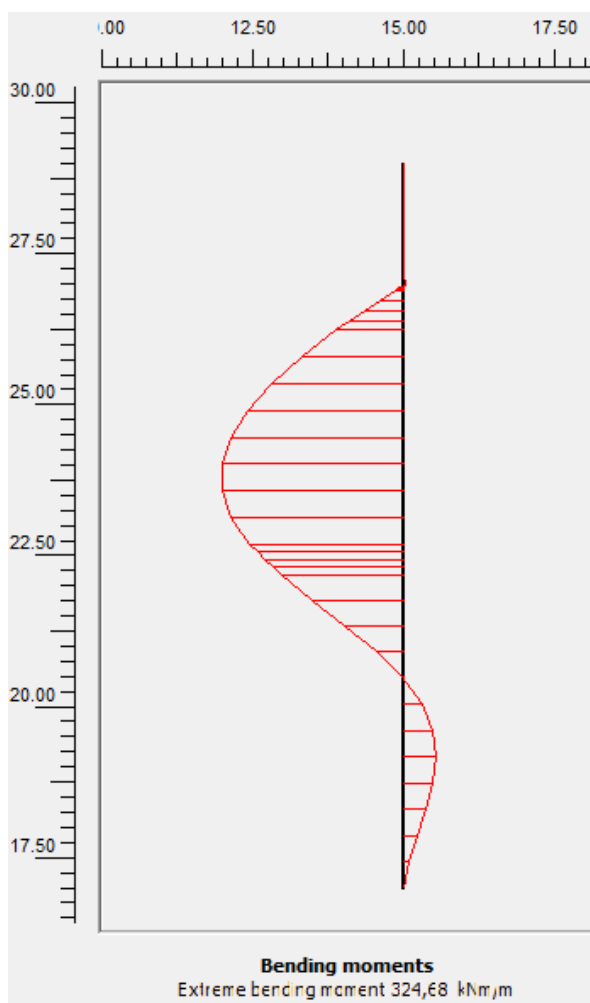
Maximális nyíróerő: -62,88 kN/m

3.tervezési állapot:

Teljes mélységű földkiemelés talajhorgony működik (ideiglenes állapot)

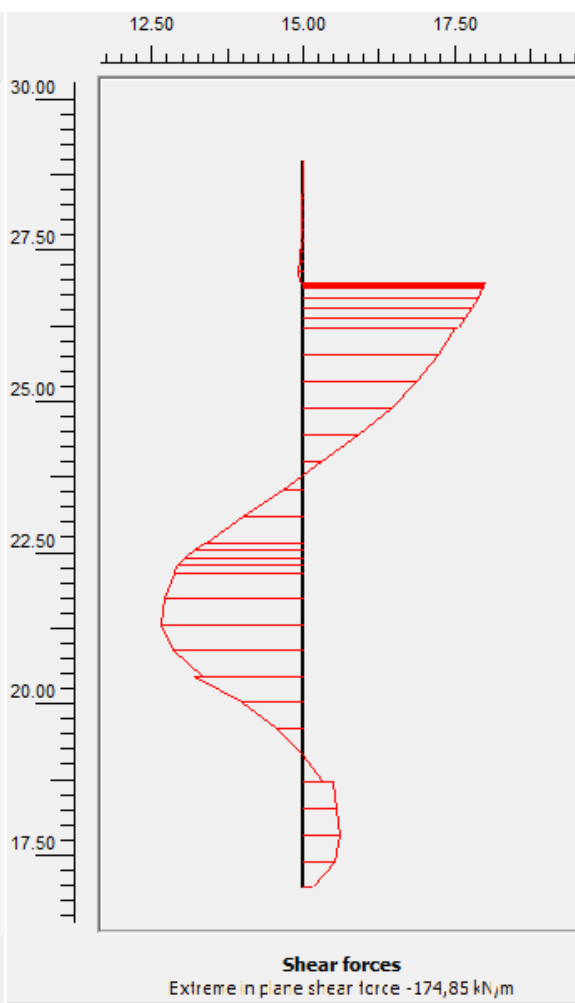
- Gödörfenékszint: -7,80 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -8,50 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Plaxis nyomatéki ábra



Maximális nyomaték: 324,68 kN/m

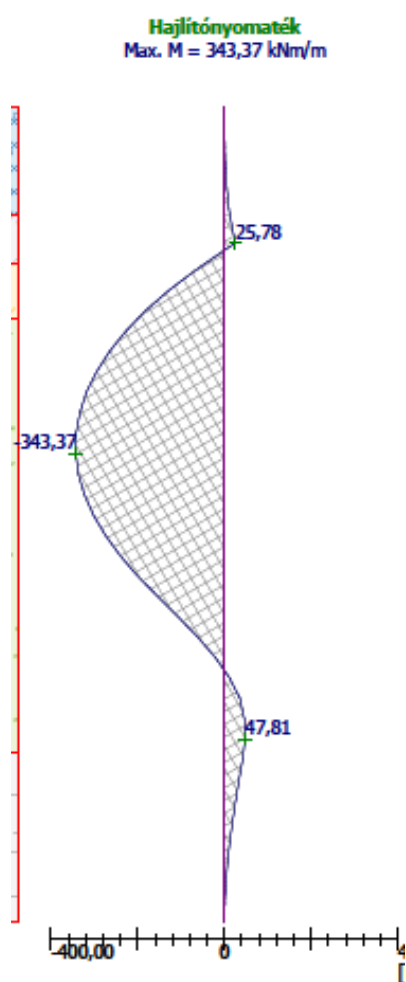
Plaxis nyíró erő ábra



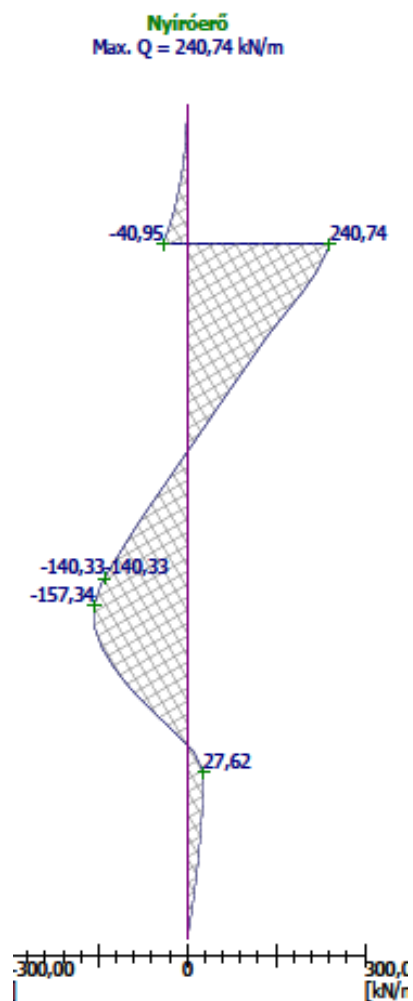
Maximális nyíróerő: -174,85 kN/m

Teljes mélységű földkiemelés talajhorgony működik (ideiglenes állapot)

- Gödörfenékszint: -7,80 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -8,50 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Geo5 nyomatékiábra

Maximális nyomaték: 343,37 kNm/m

Geo5 nyíró erő ábra

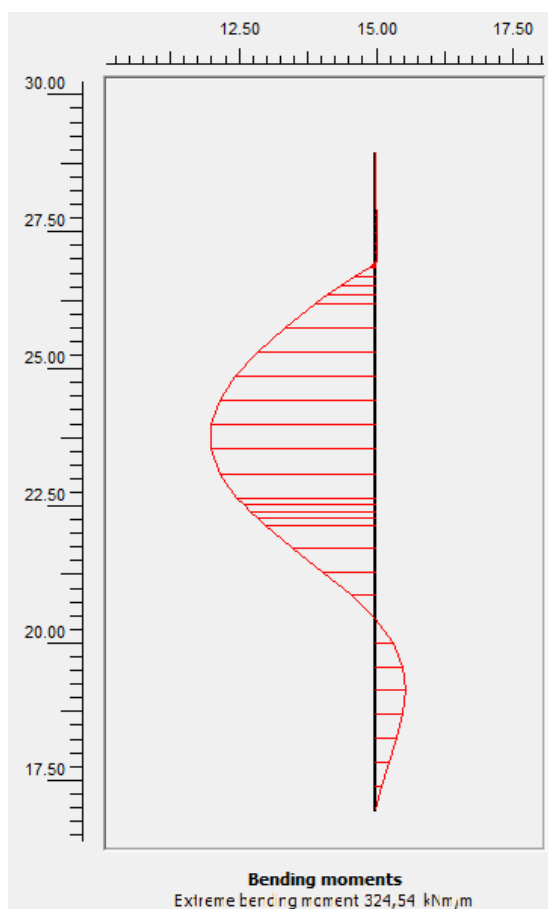
Maximális nyíróerő: 240,74 kN/m

4.tervezési állapot:

Alaplemez és a felette lévő földem beépült (ideiglenes állapot)

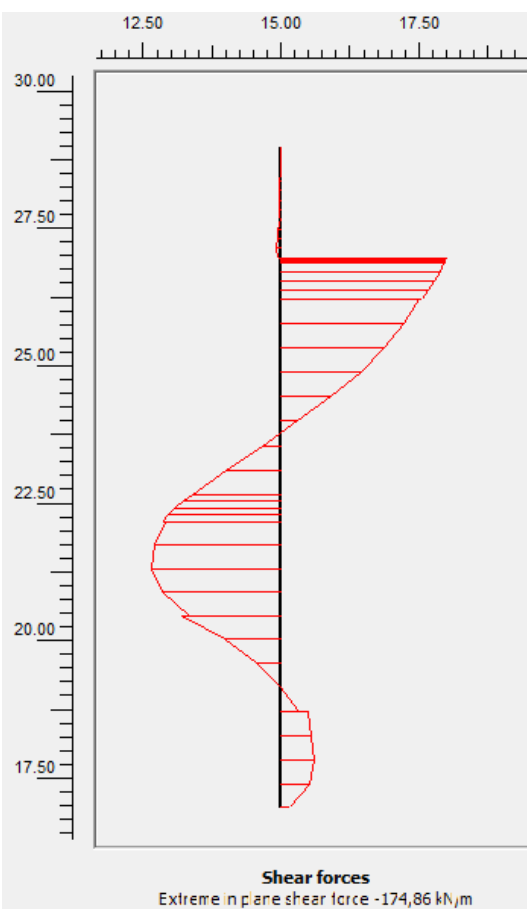
- Gödörfenékszint: -7,80 m
- Talajvíz kívül: -3,00 m, belül: -8,50 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Plaxis nyomatéki ábra



Maximális nyomaték: 324,54 kN/m

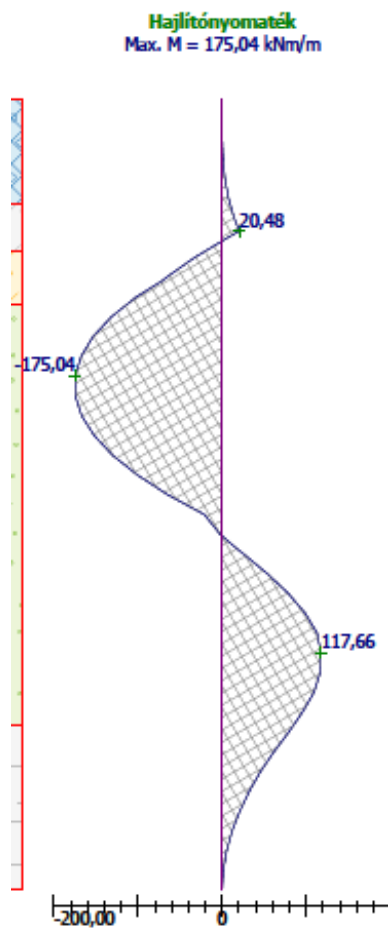
Plaxis nyíró erő ábra



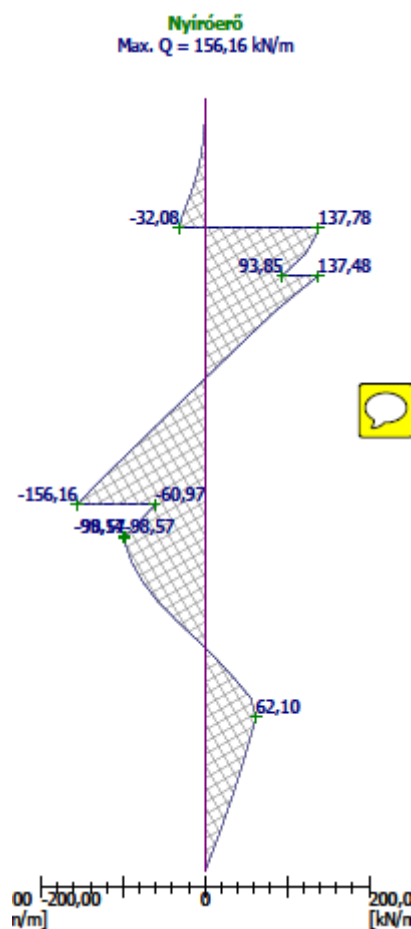
Maximális nyíróerő: -174,86 kN/m

Alaplemez és a felette lévő földem beépült (ideiglenes állapot)

- Gödörfenékszint: -7,80 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -850 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Geo5 nyomatékiábra

Maximális nyomaték: -175,04 kN/m

Geo5 nyíró erő ábra

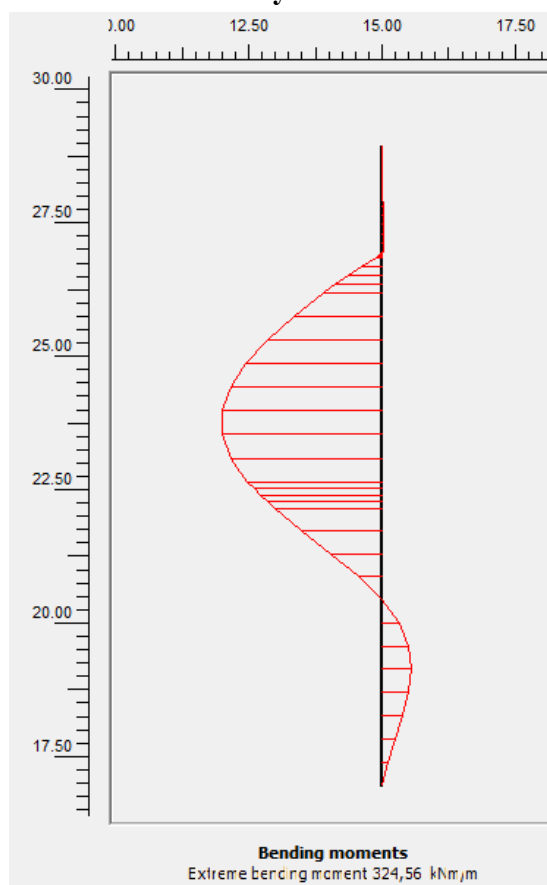
Maximális nyíróerő: -156,16 kN/m

5.tervezési állapot:

Alaplemez és a felette lévő földem beépült (ideiglenes állapot)

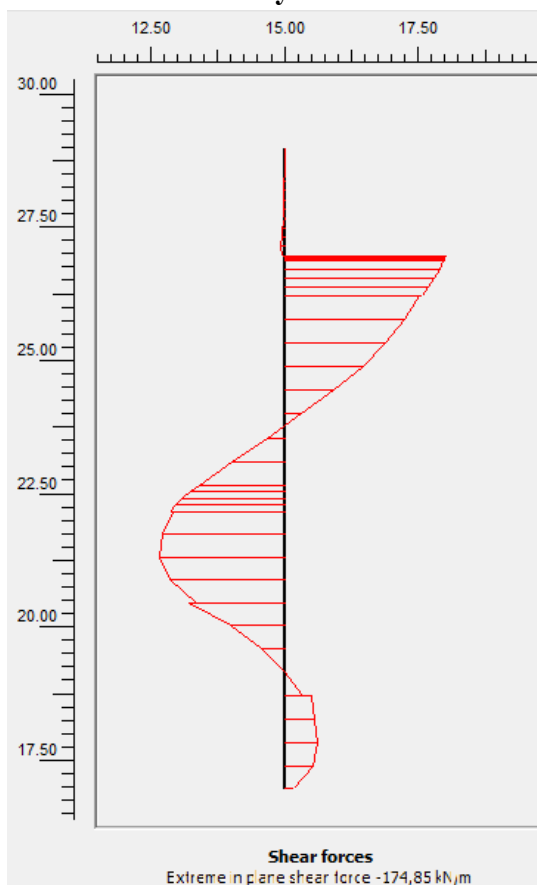
- Gödörfenékszint: -7,80 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -8,50 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Plaxis nyomatékai ábra



Maximális nyomaték: 324,56 kN/m

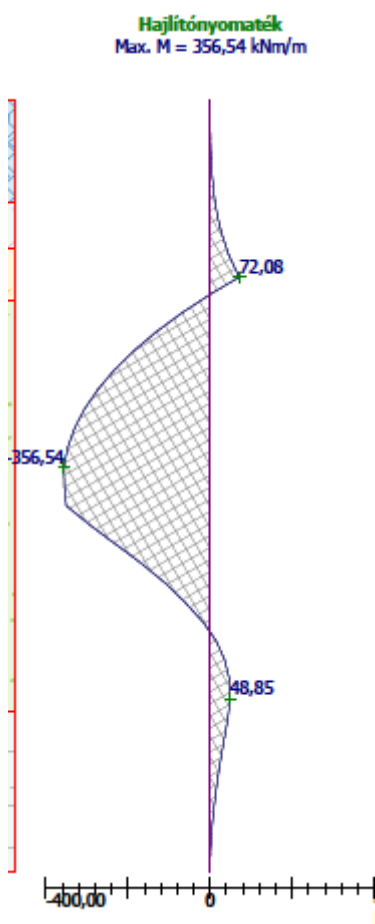
Plaxis nyíró erő ábra



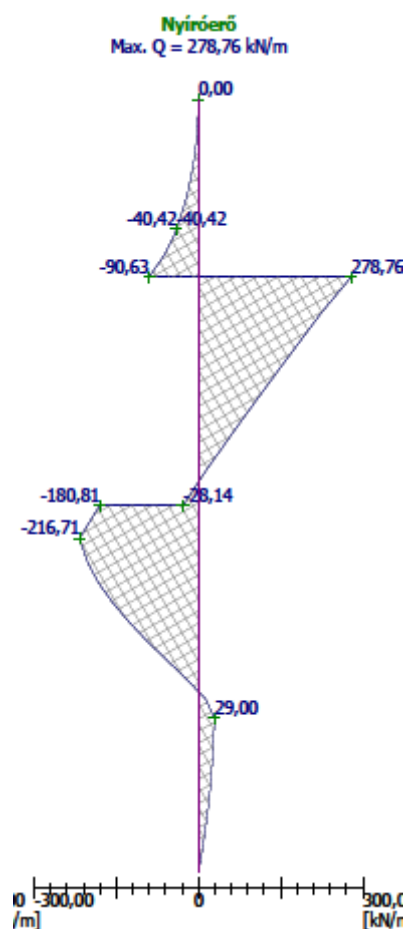
Maximális nyíróerő: -174,85 kN/m

Alaplemez és a felette lévő földem beépült (ideiglenes állapot)

- Gödörfenékszint: -7,80 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -8,50 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Geo5 nyomatékiábra

Maximális nyomaték: -356,54 kN/m

Geo5 nyíró erő ábra

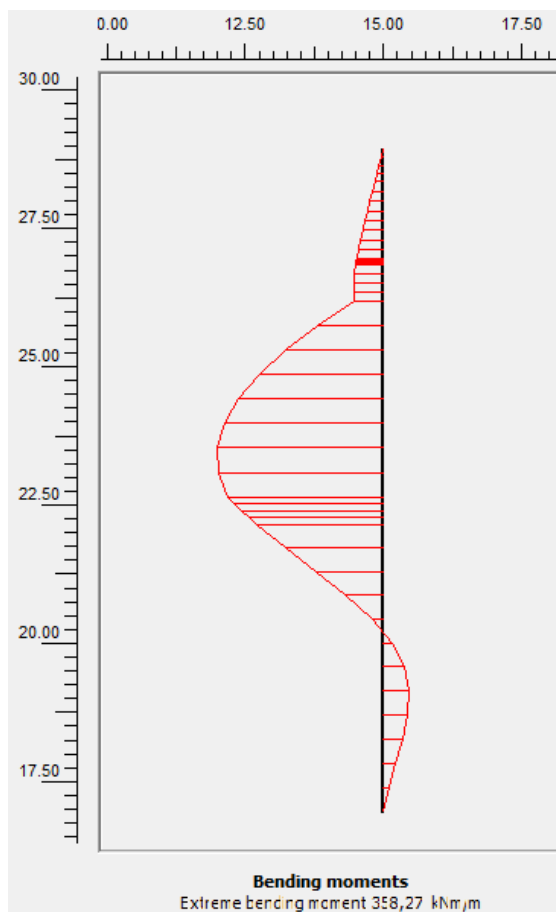
Maximális nyíróerő: 278,76 kN/m

6.tervezési állapot:

Horgony elvág (ideiglenes állapot)

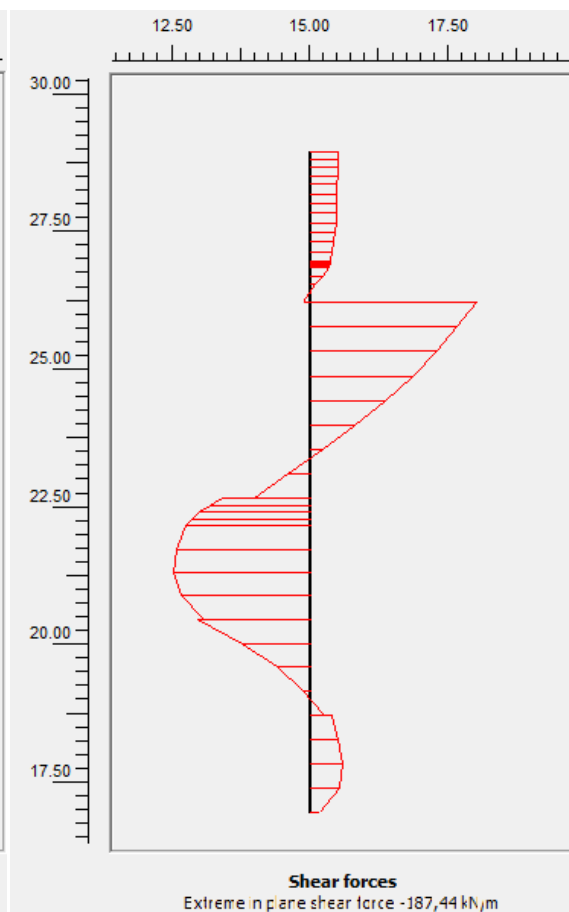
- Gödörfenékszint: -7,80 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -8,50 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Plaxis nyomatéki ábra



Maximális nyomaték: 358,27 kN/m

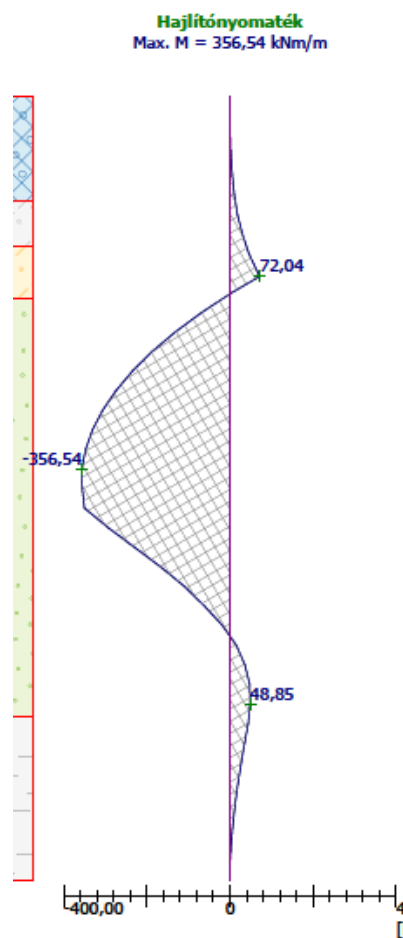
Plaxis nyíró erő ábra



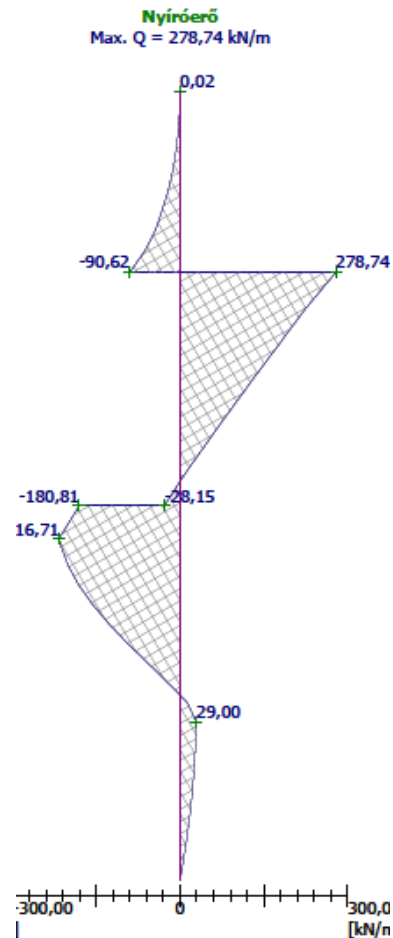
Maximális nyíróerő: -187,44 kN/m

Horgony elvág (ideiglenes állapot)

- Gödörfenékszint: -7,80 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -8,50 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$

Geo5 nyomatékíábra

Maximális nyomaték: -356,54 kN/m

Geo5 nyíró erő ábra

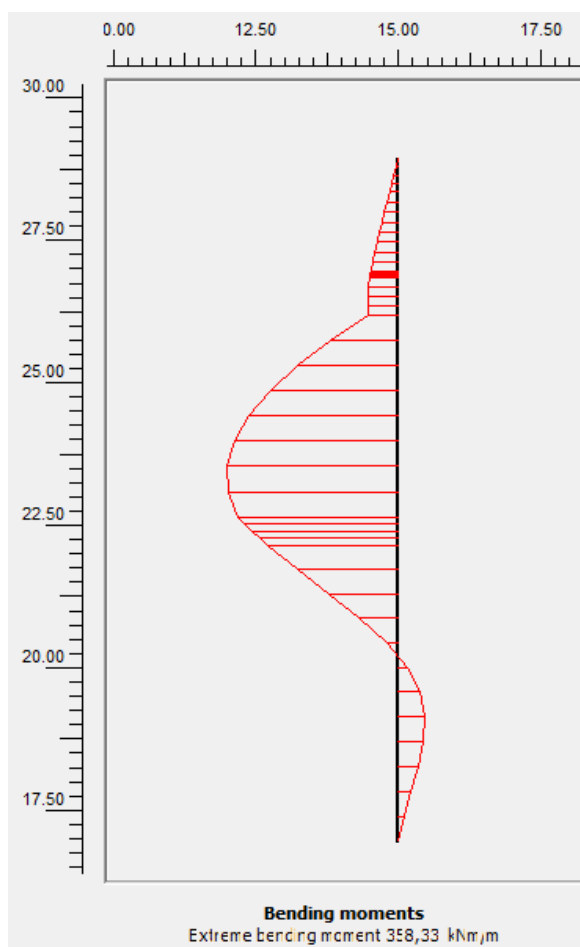
Maximális nyíróerő: 278,74 kN/m

7.tervezési állapot:

A függőleges terhelés hat az épületre (végleges állapot)

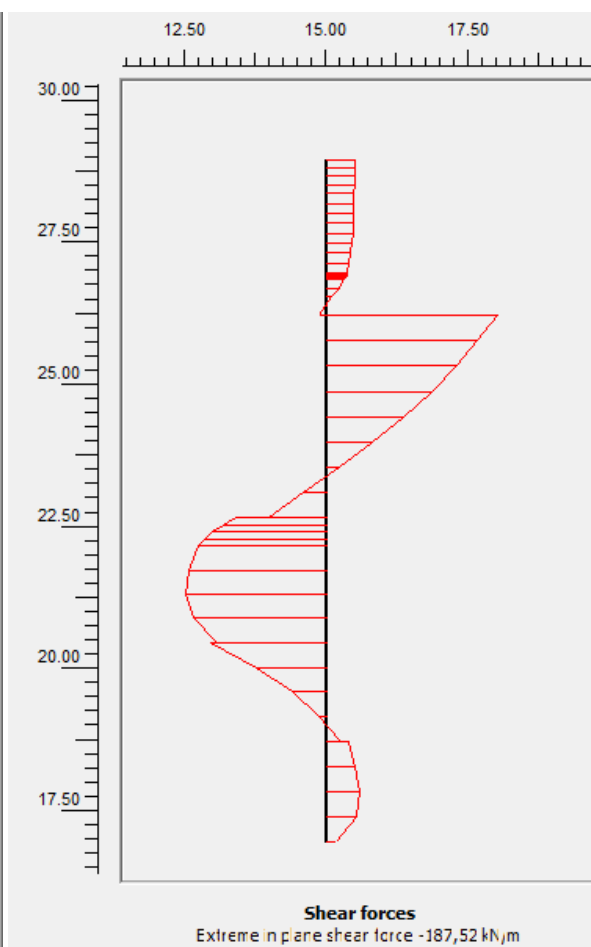
- Gödörfenékszint: -7,80 m
- Talajvíz kívül: -3 m, belül: -8,50 m
- Felszíni teher: $q = 400 \text{ KPa}$
- Földnyomás: $\sigma_x \geq 0,2 \sigma'_z$
- Függőleges teher: 400 kN

Plaxis nyomatéki ábra

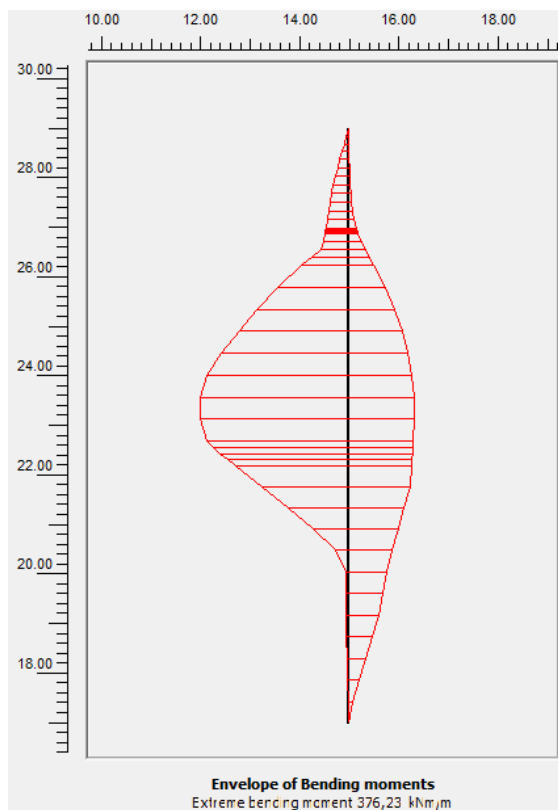


Maximális nyomaték: 358,33 kN/m

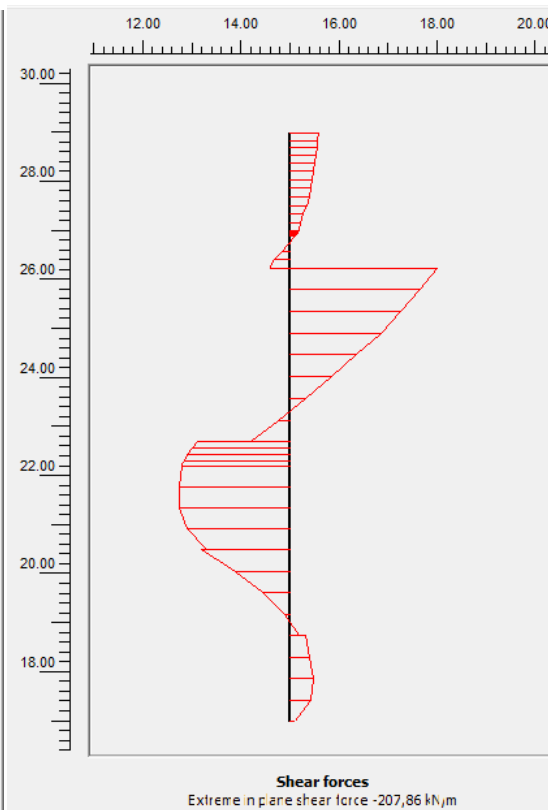
Plaxis nyíró erő ábra



Maximális nyíróerő: -187,52 kN/m

Palxis nyomatóéki burkoló ábra

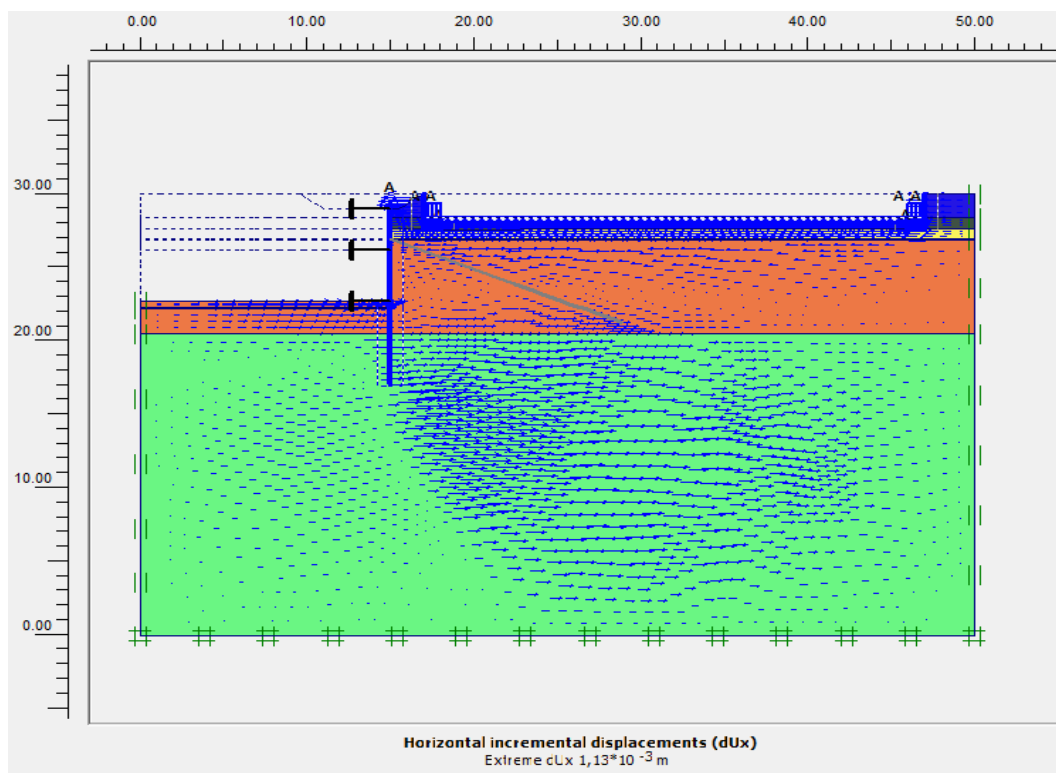
Maximális nyomatóék: 376,23 kN/m

Palxis nyíróerő burkoló ábra

Maximális nyíróerő: -20,86 kN/m

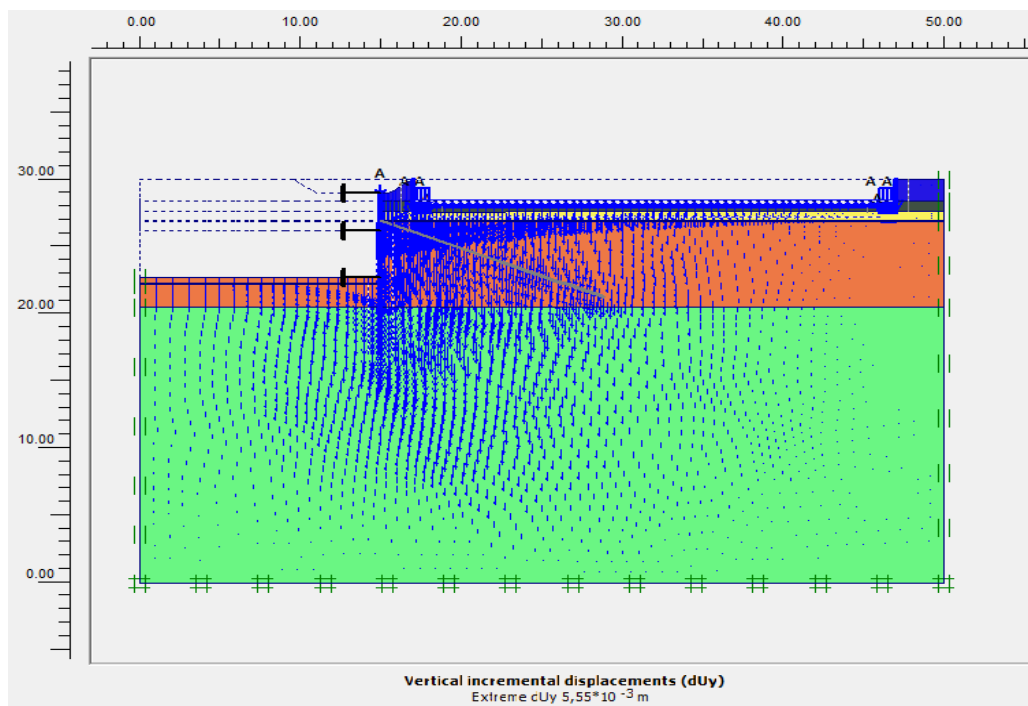
A szerkezet hajlításra való méretezését a Plaxis 8.2 programból vett nyomatóéki maximumára, míg a nyírásra való méretezést a Geo 5 programból vett nyíró erő maximumára végeztem (ez volt a mértékadó). A PHC redukció (állékonyság vizsgálat) során megfelelt a szerkezet, 1,66-os biztonsággal. A vízszintes irányú eltolódás mértéke 11mm, a függőleges irányú eltolódás pedig 6 mm.

Vízszintes irányú eltolódás



$$11,13 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Függőleges irányú eltolódás



$$5,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Statikai számítási melléklet

Hajlítás:

A résfal paramétereit:

Lemezvastagság: $h = 60 \text{ cm}$

$h = 600 \text{ mm}$

Betonminőség: C 30/37 – XC1 – 16 – F4

$f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$

$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

Betonacél minőség: B 500 B

$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$

$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Hajlító nyomaték tervezési értéke:

Belső oldal: $M_{Ed} = 507,91 \text{ kNm}$

Külső oldal: $M_{Ed} = 165,91 \text{ kNm}$

Külső oldal:

Főacél betétek: Ø20

Kengyel: Ø16

$$c_{nom, főacélbetét} = 10 + \max \left\{ \begin{matrix} 20 \\ 20 \\ 10 \end{matrix} \right\} \rightarrow c_{nom, főacélbetét} = 10 + 20 = 30 \text{ mm}$$

$$c_{nom, kengyel} = 10 + \max \left\{ \begin{matrix} 16 \\ 20 \\ 10 \end{matrix} \right\} \rightarrow c_{nom, kengyel} = 10 + 20 + 16 = 46 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 46 - 10 = 544 \text{ mm}$$

$$\Sigma N = 0 \quad N_c - N_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b - A_s \cdot f_{yd}$$

$$\Sigma M = 0 \quad M_{Ed} = M_{Rd} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$507,91 \cdot 10^6 = 20 \cdot x_c \cdot 1000 \cdot \left(544 - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$507,91 \cdot 10^6 = 20 \cdot x_c \cdot 1000 \cdot 544 - 20 \cdot x_c^2 \cdot 1000 \cdot 0,5$$

$$\underline{x_c = 51,256 \text{ mm}}$$

$$x_c = 51,156 \text{ mm} < x_{c0} \rightarrow \xi_{co} \cdot d = 0,49 \cdot 520 = 274,44 \text{ mm} \rightarrow \text{Megfelel!}$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 544 = 840 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 600 \cdot 1000 = 24000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Sigma N = 0 \rightarrow A_{s,\text{requ}}$$

$$f_{cd} \cdot x_c \cdot b - A_{s,\text{requ}} \cdot f_{yd} = 0$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{f_{cd} \cdot x_c \cdot b}{f_{yd}} = \frac{20 \cdot 51,2 \cdot 1000}{435} = 2356,59 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\text{prov}} = 2513 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow \emptyset 20/125$$

$$A_{s,\text{prov}} \rightarrow x_c$$

$$x_c = \frac{2513 \cdot 435}{20 \cdot 1000} = 54,58 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 20 \cdot 54,48 \cdot 1000 \cdot \left(544 - \frac{54,58}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 581,5 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$547,8 \text{ kNm} < 581,5 \text{ kNm}$$

Megfelel!

Föld felőli oldalon:

Főacél betétek: Ø16

Kengyel: Ø16

$$c_{\text{nom}, \text{főacélbetét}} = 10 + \max \begin{Bmatrix} 20 \\ 20 \\ 10 \end{Bmatrix} \rightarrow c_{\text{nom}, \text{főacélbetét}} = 10 + 20 = 30 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}, \text{kengyel}} = 10 + \max \begin{Bmatrix} 16 \\ 20 \\ 10 \end{Bmatrix} \rightarrow c_{\text{nom}, \text{kengyel}} = 10 + 20 + 16 = 46 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 46 - 10 = 544 \text{ mm}$$

$$\Sigma N = 0 \quad N_c - N_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b - A_s \cdot f_{yd}$$

$$\Sigma M = 0 \quad M_{Ed} = M_{Rd} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$165,91 \cdot 10^6 = 20 \cdot x_c \cdot 1000 \cdot \left(544 - \frac{x_c}{2} \right)$$

$$165,91 \cdot 10^6 = 20 \cdot x_c \cdot 1000 \cdot 544 - 20 \cdot x_c^2 \cdot 1000 \cdot 0,5$$

$$x_c = 21,65 \text{ mm}$$

$$x_c = 21,65 \text{ mm} < x_{c0} \rightarrow \xi_{c0} \cdot d = 0,49 \cdot 560 = 274,40 \text{ mm} \rightarrow \text{Megfelel!}$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 544 = 840 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 600 \cdot 1000 = 24000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Sigma N = 0 \rightarrow A_{s,\text{requ}}$$

$$f_{cd} \cdot x_c \cdot b - A_{s,\text{requ}} \cdot f_{yd} = 0$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{f_{cd} \cdot x_c \cdot b}{f_{yd}} = \frac{20 \cdot 21,65 \cdot 1000}{435} = 995,4 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\text{prov}} = 1257 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow \emptyset 20/250$$

$$A_{s,\text{prov}} \rightarrow x_c$$

$$x_c = \frac{1257 \cdot 435}{20 \cdot 1000} = 27,34 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 20 \cdot 27,34 \cdot 1000 \cdot \left(544 - \frac{27,34}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 298,73 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$165,91 \text{ kNm} < 298,73 \text{ kNm}$$

A föld felőli oldal vasalása Ø16-os vasalással is megfelelt volna, de a biztonság javára, mindkét oldalon ugyanazt a Ø20/125-ös vasalást alkalmazom!

Megfelel!

Nyírás

A maximális nyíróerő karakterisztikus értékét a Geo 5-programból vettem számításba, mivel ez az érték nagyobb volt, mint amit a Plaxis számított.

Külső oldal:

$$V_{Ed} = 278,76 \text{ kN}$$

Kengyel: Ø16

A keresztmetszet nyírási teherbírásának maximuma:

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot b_w \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 600 \cdot 489,6 \cdot 0,528 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \\ = 1596,672 \text{ kN}$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 544 = 489,6 \text{ mm}$$

$$\nu = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

Méretezett nyírási vasalást nem tartalmazó keresztmetszet nyírási teherbírása:

$$V_{Rd,c} = c \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} = 0,283 \cdot 600 \cdot 544 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} = 133,12 \text{ kN}$$

„c” meghatározása lineáris interpolációval:

c	→	d:	500	560	600
			0,296	„c”	0,281

$$c = 0,283$$

Minimális kengyeltávolság:

$$S_{max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 544 = 420 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad S_{max} = 400 \text{ mm}$$

Szükséges kengyeltávolság:

$$S_s = \frac{0,9 \cdot d \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd}}{V_{Rd,s}} = \frac{0,9 \cdot 520 \cdot 402 \cdot 435}{136,9845} = 643,39 \text{ mm}$$

Alkalmazott kengyeltávolság: 160 mm

Kengyelek által felvett nyíróerő:

$$V_{Rd,s\emptyset 12} = \frac{z}{S} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} = \frac{504}{200} \cdot 544 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = 440,67 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

$$278,76 \text{ kN} < 440,67 \text{ kN}$$

Megfelel!

Alkalmazott nyírási vasalás a külső oldalon: **Ø16/160**

Teherbírási határállapotok ellenőrzése

STR - Résfal átszúródás ellenőrzése horgonyfejnél:

Az átszúródás mértékadó állapota az lesz, amikor a horgonyt túlfeszítéssel ellenőrizzük.

A próbaerő értéke: $P_p = 1175 \text{ kN}$ a horgony hajlása: 20 fok, ennek résfalra merőleges komponense akarja átszúrnia résfalat.

Alátétek alaprajzi mérete: $a/b = 30/40 \text{ cm}$

A résfal adatai: $v = 60 \text{ cm}$, $d = 52,0 \text{ cm}$, a beton C30/37, betonacél: B500

Alátétek alaprajzi mérete: $a/b = 30/40 \text{ cm}$

Átszúródási vonal kerülete: $U_1 = 2(a+b) + 4d\pi = 2(30+40) + (4 \cdot 52,0 \cdot \pi) = 793,12 \text{ cm}$

Átszúródó kúp talpfelülete: $A_1 = (a/4 + b/4 + 2d)^2 \cdot \pi = (0,075+0,10+1,04)^2 \cdot \pi = 4,6 \text{ m}^2$

Átszúródás tervezési értéke: $V_{Ed} = (1,15 \cdot P_p \cdot \cos \alpha) - A_1 \cdot q = (1,15 \cdot 1175 \cos 20) - 4,6 \cdot 100 = 809,76 \text{ kN}$

Fajlagos átszúródási teherbírási minimum: $V_{Rdc} = U_1 \cdot d \cdot V_{Rdc,min} = 793,12 \cdot 52 \cdot 0,03 = 1237,27 \text{ kN} \geq 809,76 \text{ kN}$ **Megfelel!**

STR horgonyszár szakadás ellenőrzése:

Maximális próbaerő: $P_p = 1,15 \cdot 1175 = 1351,25 \text{ kN}$

Alkalmazott acéltest: 8 db Fp 139/1770 kábel ($f_{pd} = 137,0 \text{ kN/cm}^2$, $A = 1,39 \text{ cm}^2/\text{db}$). Az acél kábelköteg teherbírását az MSZ EN 1992-1 szerint számítjuk.

Acéltest teherbírása: $N_{Rd} = 8 \cdot 1,39 \cdot 137,0 = 1523,44 \text{ kN} > 1351,15 \text{ kN}$ **Megfelel!**

$$FS = (1175/1,35) / (8 \cdot 1,39 \cdot 137,0) = 0,56 < 0,6 \quad \textbf{Megfelel!}$$

HYD-hidraulikus talajtörés ellenőrzés

$$I_{\max} = h / (h + 2 \times t) = 4,5 / (4,5 + 2 \times 4,2) = 0,35$$

$$h = \text{ÉTV} - \text{GF} = 4,5\text{m}$$

$$t = \text{GF} - \text{AS} = 4,2\text{m}$$

$$0,9 \times \gamma_t = (1,35 \times 0,35 \times 10) + (0,9 \times 10) = 13,75 \text{ kN/m}^3 \quad 0,9 \cdot 19,5 = 17,55 > 13,7575 \text{ kN/m}^3$$

Megfelel!

Külső stabilitás vizsgálat:

General | Parameters | **Multipliers** | Preview

Show
☒ Input values
☐ Reached values

Incremental multipliers		Total multipliers	
Mdisp:	N/A	Σ -Mdisp:	1,0000
MloadA:	N/A	Σ -MloadA:	1,0000
MloadB:	N/A	Σ -MloadB:	1,0000
Mweight:	N/A	Σ -Mweight:	1,0000
Maccel:	N/A	Σ -Maccel:	0,0000
Msf:	0,1000	Σ -Msf:	1,6660

Next Insert Delete..

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time	Water
✓ <Horgony beépül>	5	4	Plastic	Staged construction	0,00 ...	5
✓ <Földkiemelés az...>	6	5	Plastic	Staged construction	0,00 ...	6
✓ <Alaplemez beép...>	7	6	Plastic	Staged construction	0,00 ...	7
✓ <Födém beépül>	8	7	Plastic	Staged construction	0,00 ...	8
✓ <Záró födém>	9	8	Plastic	Staged construction	0,00 ...	9
✓ <Horgony elvég>	10	9	Plastic	Staged construction	0,00 ...	10
✓ <Erő hat>	11	10	Plastic	Staged construction	0,00 ...	11
✓ <PHc redukció>	12	11	Phi/c reduction	Incremental multipliers	0,00 ...	11

A résfal 1,66-os biztonsággal állékony. ($1,66 > 1,5$)

Megfelel!

Használhatósági határállapotok:**Repedéstágasság:**

$$\sigma = f_{yd} \cdot (P_{qp} / P_{ed}) = 435 \cdot (2356,58 / 2513) = 302 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{ashányad} = \rho = (A_s / b \cdot d) = 2513 / (544 \cdot 600) = 0,75\%$$

$$w_k = 0,2 \text{ mm} < 0,3$$

Megfelel!**Alakváltozás ellenőrzése**

Max vízszintes elmozdulás:

$$e_{x,k} = 11 \text{ mm}$$

$$L = 12,00 \text{ m}$$

$$L' = 7,80 \text{ m}$$

$$\text{Relatív elmozdulás: } 780 / 1,1 = 709,1 \geq 200$$

Megfelel!

Műszaki leírás

- A tervezett mélygarázs alapterülete 887m^2 . A terepszint $+103,40\text{ mBf}$ helyezkedik el. A lavírsík $-1,00\text{ m}$. A mértékadó talajvízszint $-3,10\text{ m}$. Az alapozási sík a miocén agyag réteghatára alatt $3,50\text{ m}$ -el helyezkedik el. A horgonyzási szint $-3,00\text{ m}$. A horgonyok vízszintessel bezárt szöge 20° . A földemek egymástól való távolsága $2,70\text{ m}$. A résfal megépülte után a horgonyok elvágásra kerülnek, tehát ideiglenes szerepet töltenek be. A horgonyok hossza $15,0\text{ m}$. A kiinjektált rész $7,0\text{ m}$. A résfal vastagsága: $0,60\text{ m}$. A betonminőség: C30/37-XC3-16_F3. A réskiosztás során 3 különböző hosszúságú réstábla került megtervezésre, 39db $2,60\text{ m}$ -es , valamint 1db $1,90\text{ m}$ -es és 1db $1,20\text{ m}$ -es . A résfal vasalását $\varnothing 20$ –as fővasakkal, valamint $\varnothing 16$ -os kengyelekkel oldottam meg. A betonacélok anyagminősége: B500, kivéve az emelőkampókat, ami csak sima B240-es acélból készülhet.
- Ügyelni kell arra, hogy a résiszap a legkevésbé szennyezze a környezetet, megfelelően kell tárolni és a munka végeztével elszállítani. Erről pontosabban az „1995. évi LIII. A környezetvédelmének általános szabályairól” szóló törvény rendelkezik.
- A munkavédelmi és baleset megelőzési előírásokat a vonatkozó törvényeknek, előírásoknak, rendeleteknek megfelelően be kell tartani, ami az „1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről” szóló törvény rendelkezik

Rajzi mellékletek:

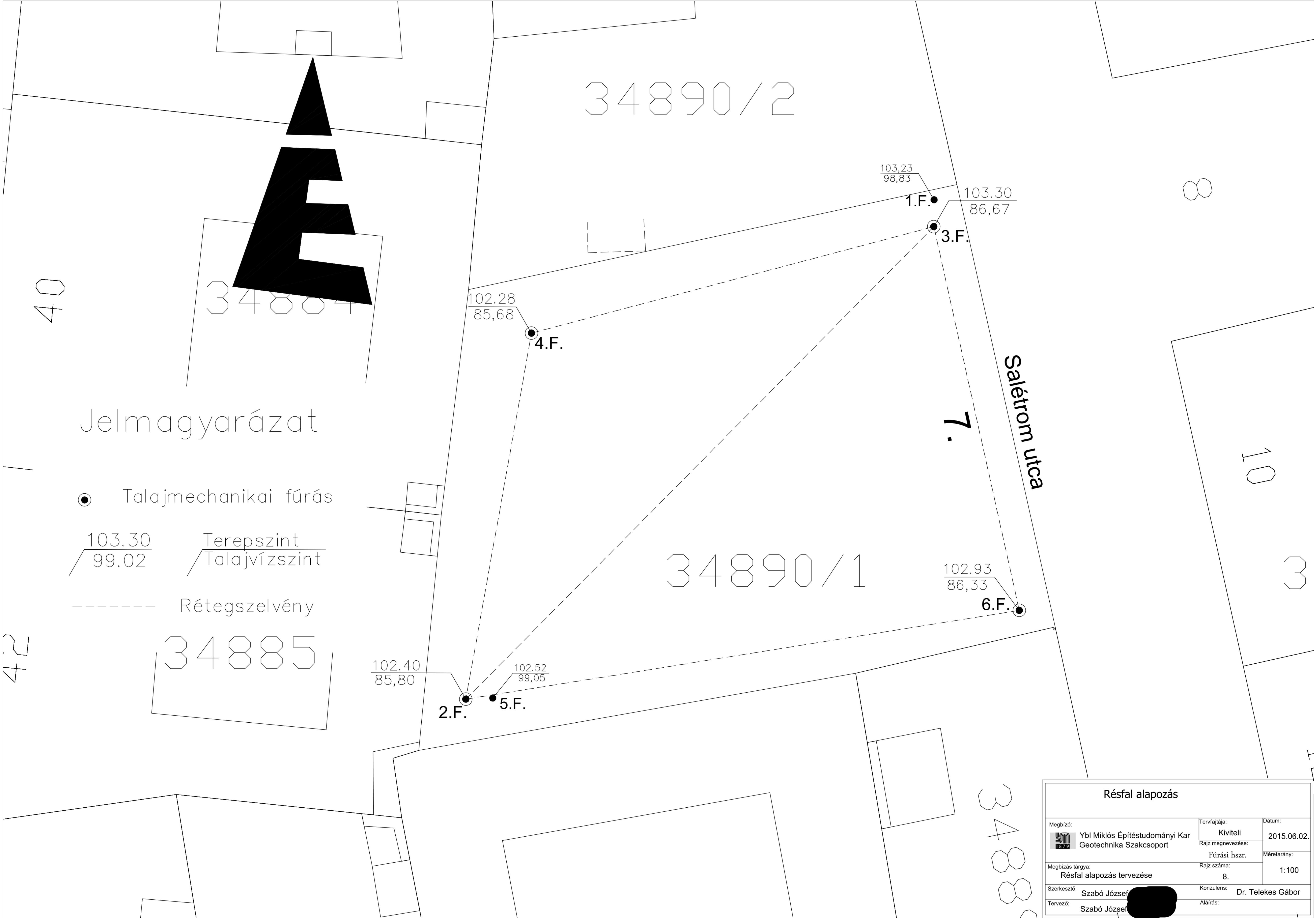
- **1. Helyszínrajz M=1:200**
- **2. Réstábla kiosztási terv M=1:100**
- **3. Vasalási terv (1) M=1:50**
- **4. Vasalási terv (2) M=1:50**
- **5. Vasalási terv (3) M=1:50**
- **6. Keresztshelvény (A-A) M=1:100**
- **7. Keresztshelvény (B-B) M=1:100**
- **8. Fúrás helyszínrajz M= 1:100**
- **9. Réteghelvény M=1:100**
- **10. Fúrás shelvények**

Bakó Gyula & Tsa. Kft. Mérnöki Tanácsadó és Oktatási Szolgáltató Iroda Geotechnika			Fúrásszelvény 5. F.										Bp.VIII.Salétrom utca 7.					Törzsszám: 13/2006				
													Feltárás ideje: 2006.05.20.					Rajzszám: 10.				
SO₄²⁻=166 mg/l Cl⁻=196 mg/l pH=6,7		1:100	Természetes víztartalom (W %) Folyási és plasztikus határ (W_L % W_p %) Plasztikus index (I_p %)										D_m	D₁₀	U	e	n	S_r	ρ	q_n	E_s	k
magø 110 mm		B 102,57 m	10	20	30	40	50	60	70	80	90	mm	mm		%		g/cm³	kN/m²	MN/m²	cm/s		
1	1.1	Szürke ép.törm. homok feltöltés																				
		(világosbarna, iszapos)																				
2	2.0	Szürke iszapos homokliszt										0,0049	0,0095	5,1								
	2.6																					
3		S.barna kavicsos iszapos homok										0,017	0,016	18,1								
	3.47	Nyitv. 2006.05.20.																				
4	3.8	(rozsdabarna)																				
	4.2											0,26	0,17	3,9								
	4.5	(szürke)																				
5	5.0																					
6		Sárgászürke kavicsos homok										-	0,19	29,5								
7	7.2	(rozsdás)																				
8	7.8											-	0,17	25,3								
		(szürke, homokosabb)																				
9																						
	9.6	(sárgásszürke)										0,13	-	-								
10	9.9	(kéesszürke)										0,125	-	-								
	10.3																					
11		(finom homokos iszap)										0,10	-	-	0,5	33,3	0,92	2,10			5,8*10⁻⁷	
		● Miocén összlet																				
12	12.0																					
															0,52	34,2	0,78	2,09			1,1*10⁻⁸	
13		● (közepes agyag)																				
14	(14.0)																					
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						
33																						
EOV koordináták:			E (x):									N (y):										

Bakó Gyula & Tsa. Kft. Mérnöki Tanácsadó és Oktatási Szolgáltató Iroda Geotechnika			Fúrásszelvény 6. F.										Bp.VIII.Salétrom utca 7.					Törzsszám: 13/2006				
													Feltárás ideje: 2006.05.18.					Rajzszám: 11.				
SO ₄ ²⁻ =146 mg/l Cl ⁻ =172 mg/l pH=7,0		1:100	Természetes víztartalom (W %) Folyási és plasztikus határ (W _L % W _p %) Plasztikus index (Ip %)										D _m	D ₁₀	U	e	n	S _r	ρ	q _n	E _s	k
magø 110 mm		B 102,93 m	10	20	30	40	50	60	70	80	90	mm	mm			%		g/cm ³	kN/m ²	MN/m ²	cm/s	
0.2		vasbeton																				
1		Barnásszürke ép.törm. homok feltöltés																				
1.2		B.szürke finom homok										0,2	0,066	3,5								
2		Vszürke iszapos homok																				
2.3		Szürke kavicszorz. homok																				
2.6		Sz.sárga iszapos hl.										0,087	0,0099	10,6								
3		Sz.sárga finom homok										0,125	0,04	3,4								
4																						
5																						
6		Sárgászürke kavicsos homok																				
7																						
8																						
8.2		(szürke)																				
9		(agyagcsomós)																				
9.2																						
9.6		(homokos sovány agyag)										0,125	-	-								
10																						
10.5																						
11	●	(sárgásszürke)										0,17	-	-	0,48	32,4	0,98	2,12			8,2*10 ⁻⁷	
11.2		Miocén összlet																				
12		(homoklisztes agyag)										0,17	-	-								
12.6	●																					
12.9		(agyagos finom homok)										0,13	-	-	0,6	37,5	0,86	1,99			3,9*10 ⁻⁶	
13												0,15	-	-								
13.7												0,17	-	-								
14	(14.0)											0,17	-	-								
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						
33																						
EOV koordináták:			E (x):										N (y):									

Bakó Gyula & Tsa. Kft. Mérnöki Tanácsadó és Oktatási Szolgáltató Iroda Geotechnika			Fúrásszelvény 1. F.									Budapest, VIII. Salétrom u. 7. Hrsz.:34890/1 - Lakóépület					Törzsszám: 04/2005						
SO₄²⁻=83 mg/l Cl⁻=152 mg/l pH=7,3			1:100		Természetes víztartalom (W %) Folyási és plastikus határ (W_L % W_p %) Plasztikus index (I_p %)									Feltárás ideje: 2005.02.07.					Rajzszám: 6.				
magr 110 mm		B 103,23 m		10	20	30	40	50	60	70	80	90	D_m mm	D₁₀ mm	U	e	n %	S_r	ρ g/cm³	φ °	q_u kN/m²	I_{zz} %	
1	0.7	(kavicsos homok)	FELTÖLTÉS																				
	1.2	(törmelékes beton)																					
	1.6	(törmelékes homok)																					
2	2.2	(törmelékes isz. homok)																					
			0.7	1.2																			
			1.6	2.2																			
3		Sárgásbarna finom homok	0.7	1.2									0,20	0,080	2,9							11	
	3.6		0.7	1.2																			
4	4.1	(kavicszórványos)	0.7	1.2									0,20	0,075	3,5								
			0.7	1.2																			
5		Szürkésbarna kavicsos homok	0.7	1.2									0,27	0,245	2,8								
6			0.7	1.2																			
7			0.7	1.2																			
8	(8.0)		0.7	1.2																			
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
EOV koordináták:			E (x):									N (y):											

Bakó Gyula & Tsa. Kft. Mérnöki Tanácsadó és Oktatási Szolgáltató Iroda Geotechnika			Fúrásszelvény 2. F.										Budapest, VIII. Salétrom u. 7. Hrsz:34890/1 - Lakóépület			Törzsszám: 04/2005							
SO ₄ ²⁻ =83 mg/l Cl ⁻ =152 mg/l pH=7,3			1:100		Természetes víztartalom (W %) Folyási és plasztikus határ (W _L % W _p %) Plasztikus index (I _p %)										Feltárás ideje: 2005.02.07.			Rajzszám: 7.					
magr 110 mm		B 102,40 m		10	20	30	40	50	60	70	80	90	D _m mm	D ₁₀ mm	U	e	n %	S _r	ρ g/cm ³	φ °	q _u kN/m ²	I _{zz} %	
1	0.7	(kavicsos homok) FELTÖLTÉS (törmelékes homok)																					
2	1.7	Szürkésbarna iszapos homokliszt											0,048	0,0098	5,5							11	
3	2.7	S.barna kavicsos iszapos homok											0,19	0,0115	23,5								
4	3.6	3.58 ▽ Nytv. 2005.02.07.																					
5		Szürkésbarna kavicsos homok																					
6													0,32	0,19	17,4								
7																							
8																							
9																							
10	10.0	Homoklisztes finom homok																					
11	10.2 (11.0)	Szürke, rozsdafoltos sovány agyag																					
12																							
13																							
EOV koordináták:				E (x):										N (y):									





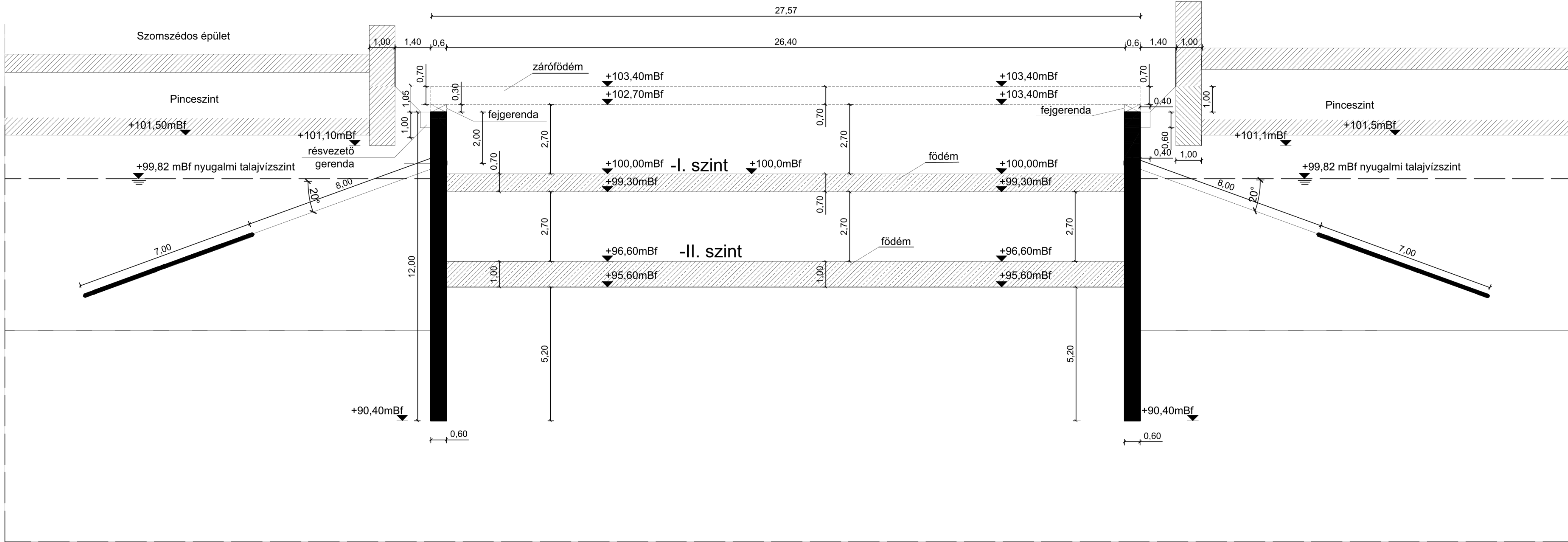
József Krt.



Résfal alapozás

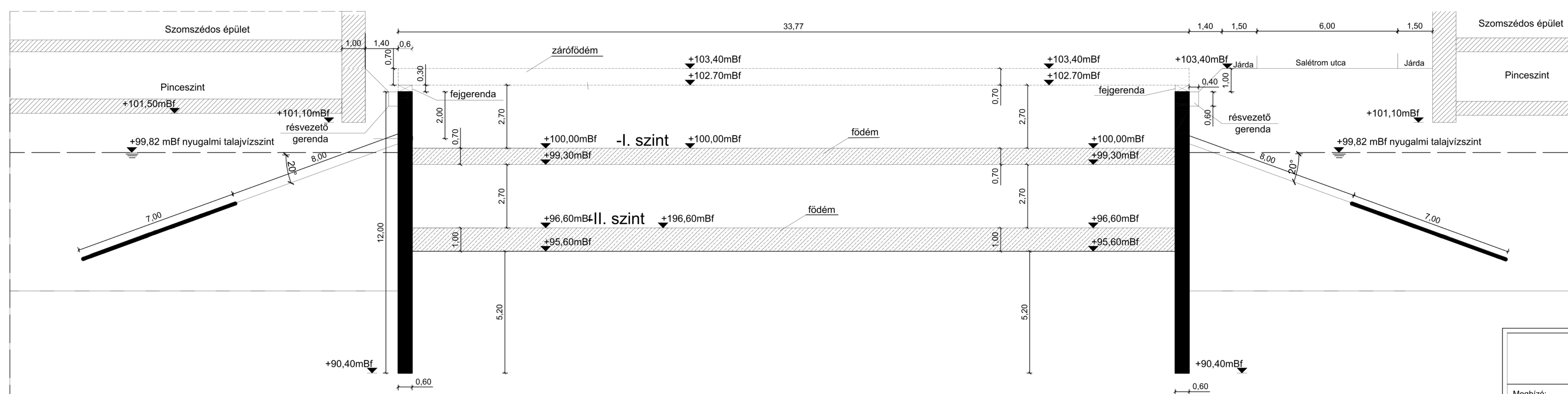
Megbízó:		Tervfajtája:	Dátum:
 Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport		Kiviteli	2015.06.02.
Megbízás tárgya:		Rajz megnevezése:	Méretarány:
Résfal alapozás tervezése		Helyszínrajz	
Szerkesztő:		Rajz száma:	
Szabó József		1.	1:200
Tervező:		Konzulens:	
Szabó József		Dr. Telekes Gábor	
		Aláírás:	

A-A kereszt metszet



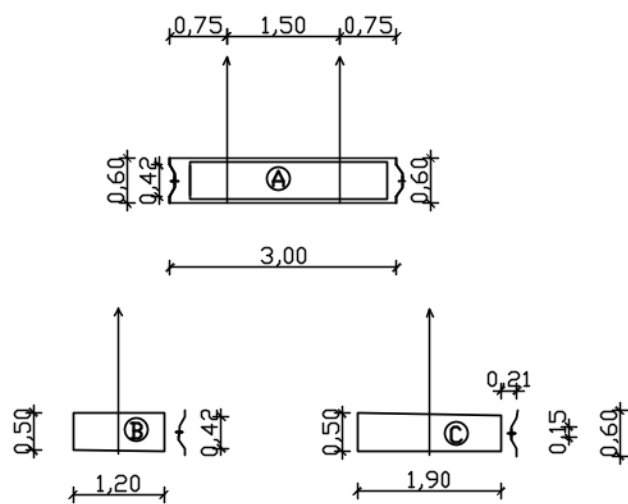
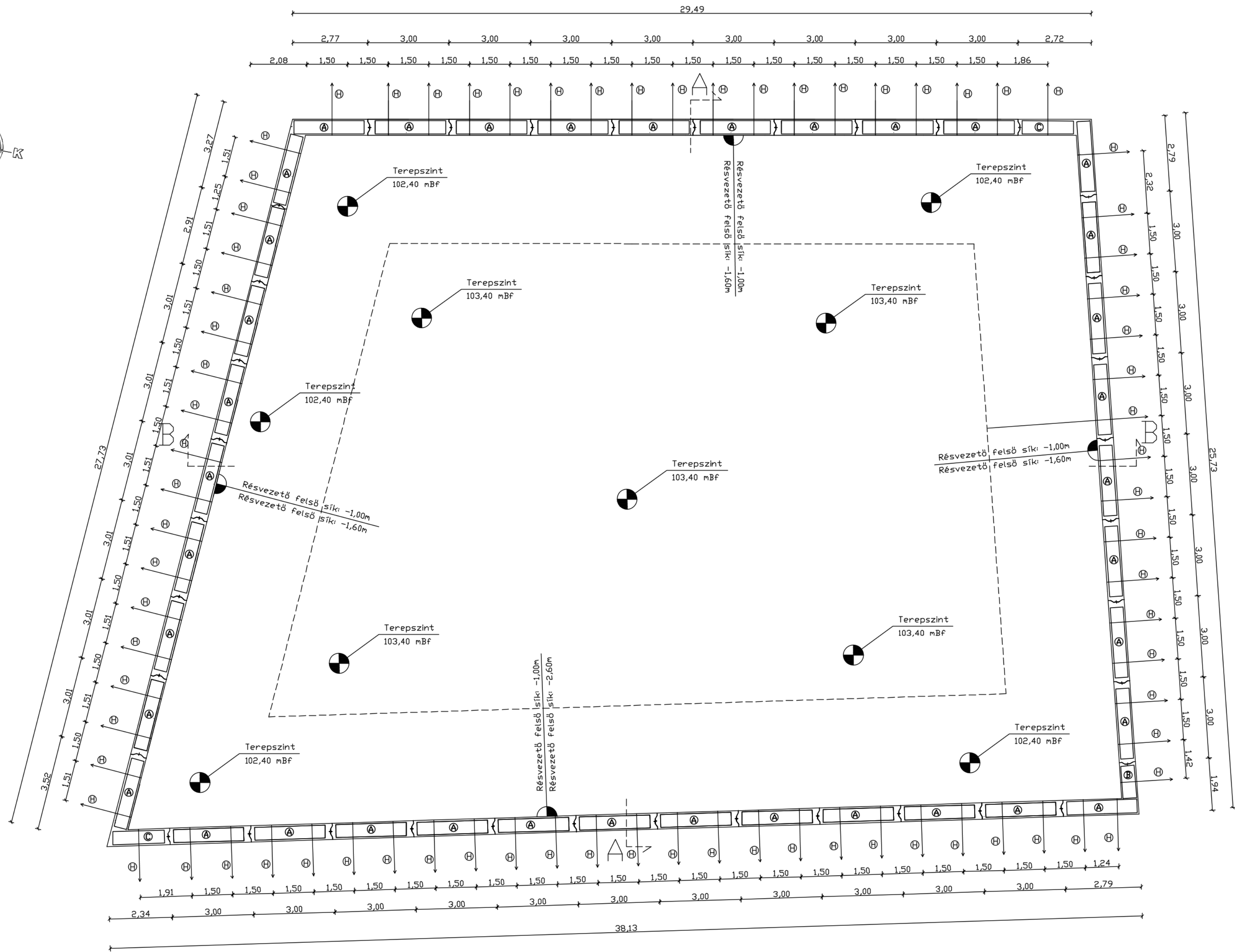
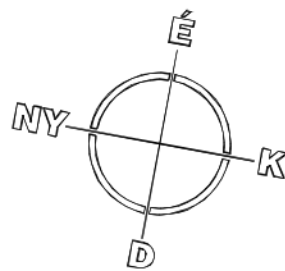
Résfal alapozás		
Megbízó:	Tervfajtája:	Dátum:
 Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport	Kiviteli	2015.06.02.
	Rajz megnevezése:	
Megbízás tárgya:	Keresztszelvény	1:100
	Rajz száma:	
Résfal alapozás tervezése	6.	
Szerkesztő:	Konzulens:	
Szabó József	Dr. Telekes Gábor	
Tervező:	Aláírás:	
Szabó József		

B-B kereszt metszet



Résfal alapozás

Megbízó:  Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport	Tervfajtája: Kiviteli	Dátum: 2015.06.02.
	Rajz megnevezése: Keresztszelvény	Méretarány:
Megbízás tárgya: Részfal alapozás tervezése	Rajz száma: 7.	1:100
Szerkesztő: Szabó József	Konzulens: Dr. Telekes Gábor	
Tervező: Szabó József	Aláírás:	



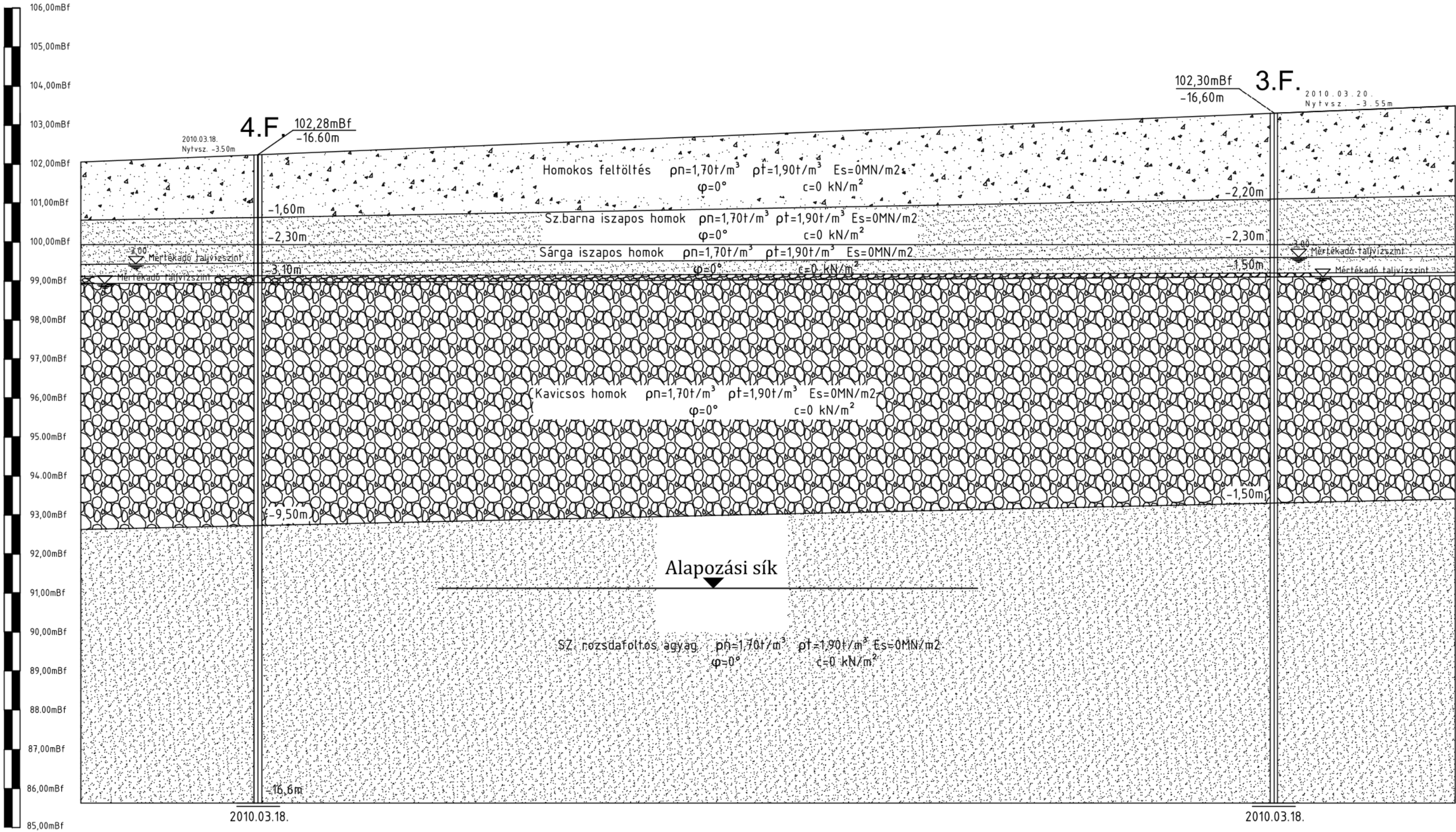
Anyagnövségek:
Részfal: C 30/37-XC3-16-F3
Fajgerenda: C 25/30-XC3-16-F3
Részvezető gerenda: C 16/20-XC1-24-F3

Megjegyzések:
A környező terepszintet a munkálatok megkezdése előtt mérésekkel ellenőrizni kell.
A földmunka szelvényébe kerülő közműveket a földkiemelés megkezdése előtt a közmű teljes hosszában fel kell tánni, a szükséges közműkiváltásokat el kell végezni.
A munka megkezdése előtt a szomszédos épületeken süllyedésmérő pontokat kell elhelyezni, és el kell végezni a nullmérést.
A részvezető gerendapár szakaszosan készül, belső dúcolással. A gerendák között tömörített talajjal kell kitölteni, ezután vehető munkába a következő szakasz.
A részfogások készítésének sorrendjét a kivitelező választja meg a tervszóval történő egyeztetés után.

Jelmagyarázat:
H: horgony
A,B,C: azonos réstáblák jelölése

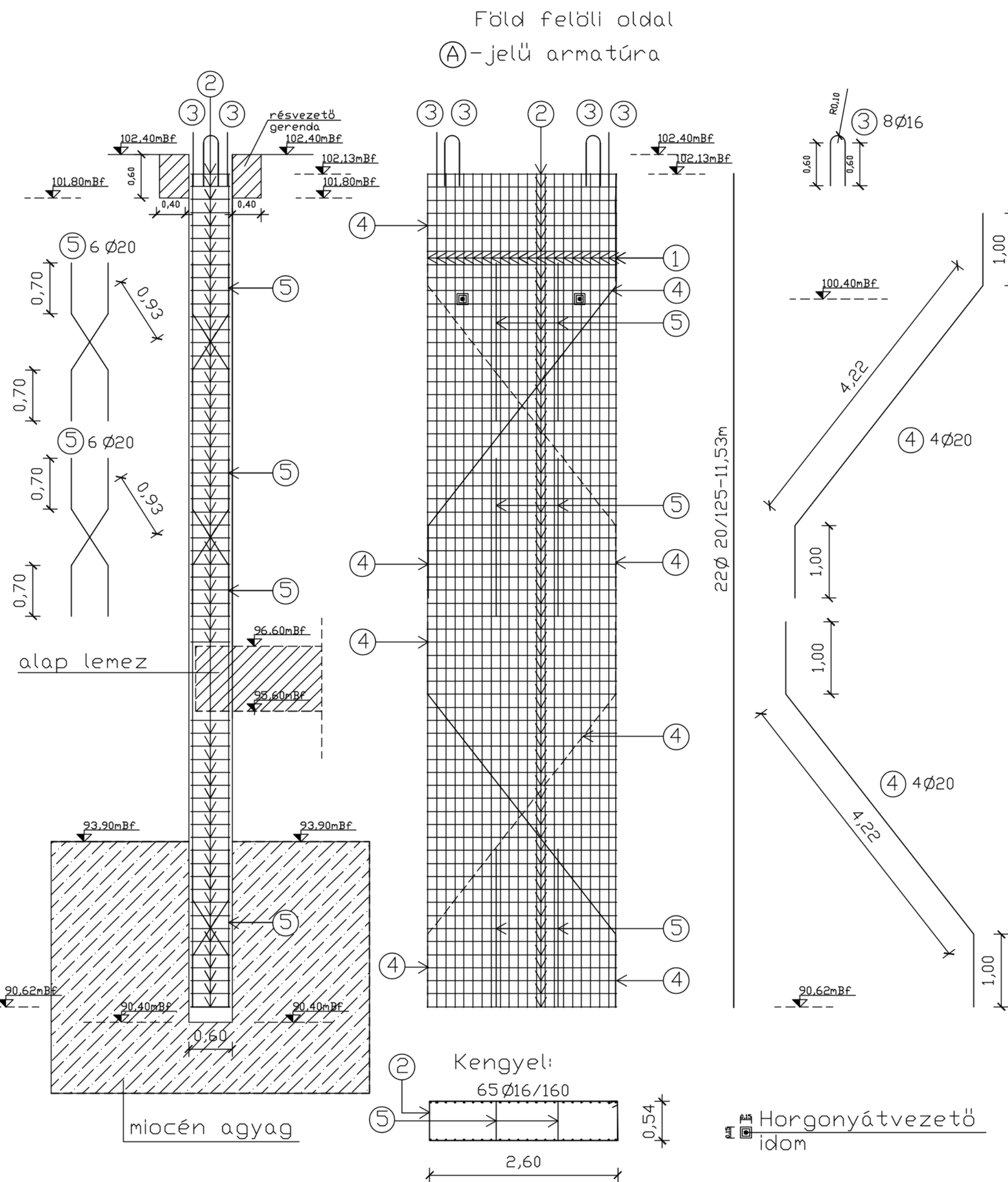
Résfal alapozás

Megbízó:  Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport		Tervfajtája: Kiviteli Rajz megnevezése: Résziosztás	Dátum: 2015.06.02.
Megbízás tárgya: Résfal alapozás tervezése		Rajz száma: 2.	Méretarány: 1:100
Szerkesztő: Szabó József		Konzulens: Dr. Telekes Gábor	
Tervező: Szabó József		Aláírás:	



Résfal alapozás

Megbízó:		Tervfajtája:	Dátum:	
	Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport	Kiviteli	2015.06.02.	
		Rajz megnevezése:		
Megbízás tárgya:		Rétegszelvény	Méretarány:	
		Rajz száma:	1:100	
Résfal alapozás tervezése		9.		
Szerkesztő: Szabó József		Konzulens:	Dr. Telekes Gábor	
Tervező: Szabó József		Aláírás:		

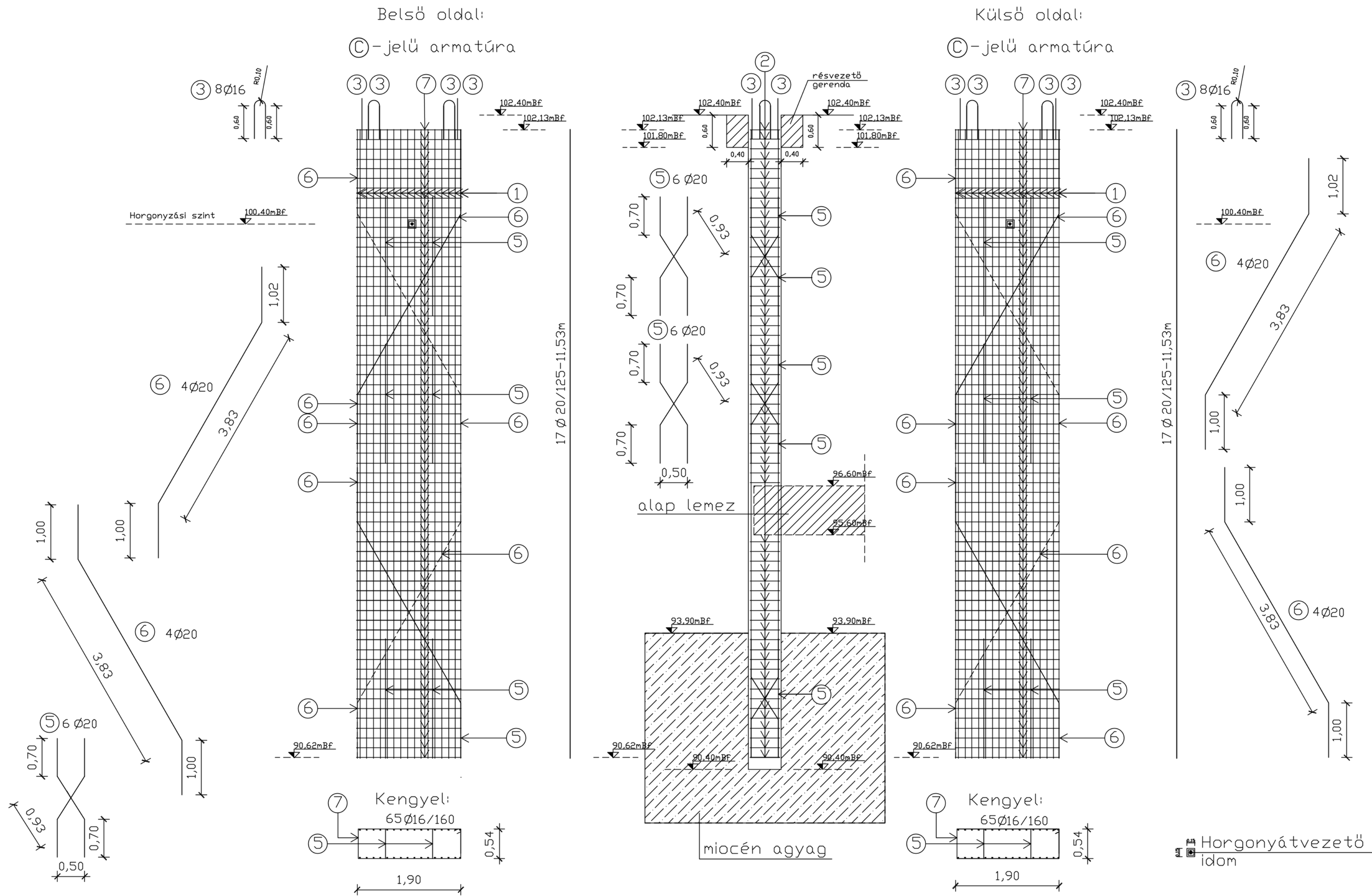


Armatúra megnevezése	Készlet helye	Anyag előírás	betonkészítés	szabvány	Armatúra	Ár	Ár egysége	Összes	Összes
A	39 db	R500	1	db	44	1716	11,53		19785,48
		R500	2	db	65	2525	6,28	15919,8	
		R240	3	db	8	312	1,54	472,34	
		R500	4	db	4	156	6,22		978,32
		R500	5	db	6	156	8,33		363,49
					Darab összesen (db)			16392,2	21119,28
					Ft Járda tömeg (kg)			1,98	2,47
					Betonmennyiség (m³)			25899,68	32164,62
					Darabok összesen (db)				78064,3

Az alpzási síknak a vízzáró agyagban kell lennie.

Beton: C 30/37-XC3-16-F3
Betonacél minőség: B 500

Résfal alapozás			
 Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport	Tervfajtája: Kiviteli	Dátum: 2015.06.02	
	Rajz megnevezése: Vasalási terv 1.	Méretarány: 1:50	
Megbízás tárgya: Résfal alapozás tervezése		Rajz száma: 3.	
Szerkesztő: Szabó József	Konzulens: Dr. Telekes Gábor		
Tervező: Szabó József	Aláírás:		



1Armatúra tömege:1579,27 kg

Armatúra megnevezése	Készlet helye	Anyag minőség	Betonacél min.	Átmérő	1 Armatúra	Besz.	Hossz (m)	Ø16	Ø20	
B	1 db	B500	1	Ø20	34	34	11,53		392,01	
		B500	7	Ø16	65	65	4,88	317,2		
		B240	3	Ø16	8	8	1,514	12,11		
		B500	5	Ø20	4	6	2,33		13,98	
		B500	6	Ø20	4	4	5,83		23,32	
		Besz. Hossz (m)							328,4	429,31
		Fajlagos tömeg (kg/m)							1,58	2,47
		Besz. tömeg (kg)							518,87	1060,40
		Besz. tömeg (kg)							1579,27	

Megjegyzések:

Emelőkampó csak B 240-es acélból készülhet.

A horgonyelemek helyét előre ki kell hagyni.

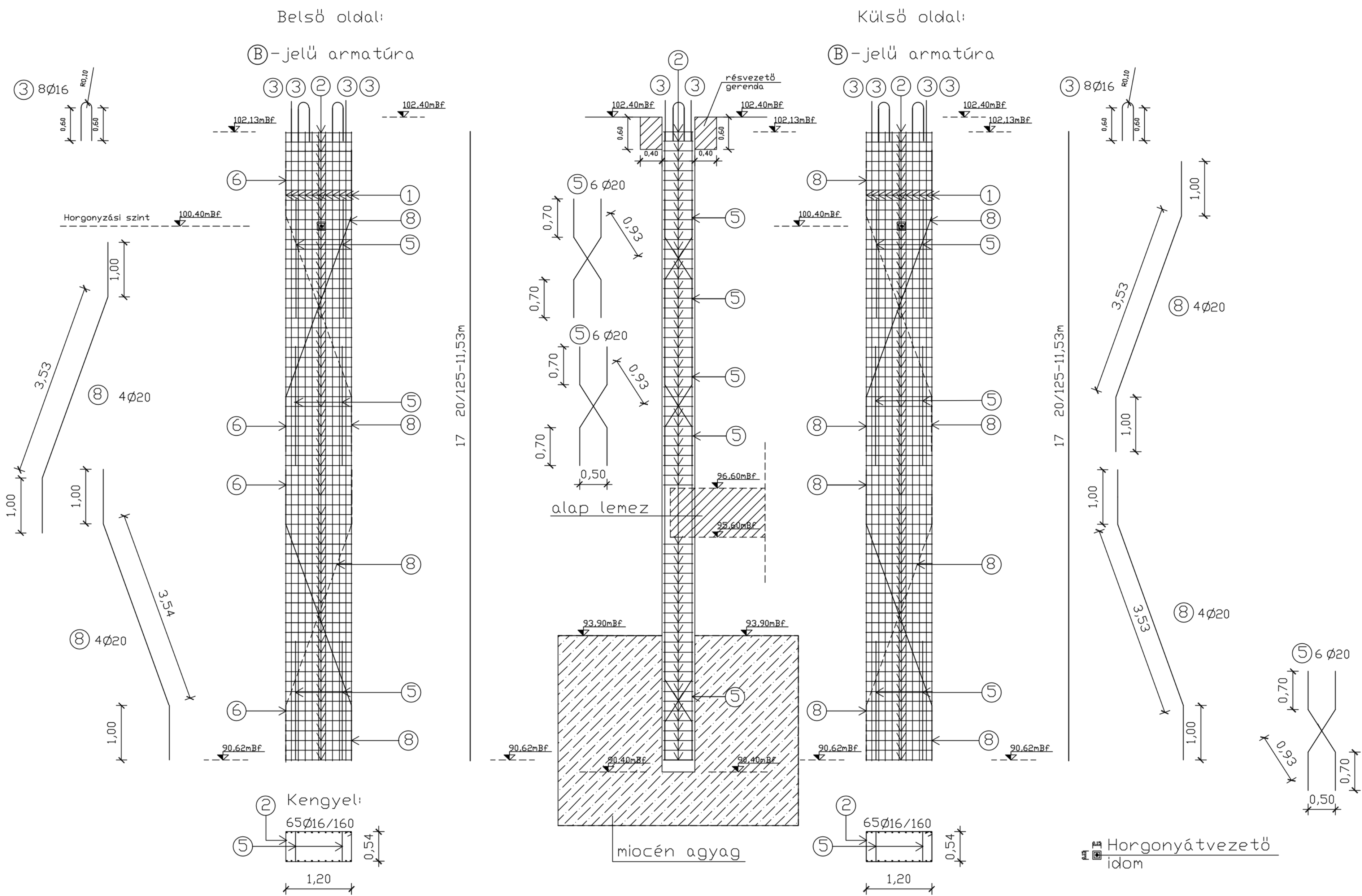
Az armatúrákat a behelyezés előtt ellenőrizni kell, hogy nem sérültek-e meg szállítás közben, a beemeléskor is figyelni kell hogy ne sérüljenek meg.

Az alapzati síknak a vízzáró agyagban kell lennie.

Anyagjellemzők:

Beton: C 30/37-XC3-16-F3
Betonacél minőség: B 500

Részfal alapozás			
Megbízó:  Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport	Tervfajtája: Kiviteli Rajz megnevezése: Vasalási terv 2.		Dátum: 2015.06.02. Méretarány: 1:50
	Megbízás tárgya: Részfal alapozás tervezése		
Szerkesztő: Szabó József	Konzulens: Dr. Telekes Gábor		
Tervező: Szabó József	Aláírás:		



1 Armatúra tömege: 1397,3 kg

Armatúra megnevezése	Készít. helye	Anyag minőség	Betonacél, jel.	Átmérő	1 Armatúra	Darab	Hossza	Ø16	Ø20
C	1 db	B500	1	Ø16	22	22	11,53		253,66
		B500	2	Ø16	65	65	6,28	402,8	
		B240	3	Ø16	8	8	1,514	12,11	
		B500	4	Ø20	6	6	6,28		37,32
		B500	5	Ø20	4	4	2,33		9,32
Darab összesen (db)							414,91	300,3	
Fajlagos tömeg (kg/m³)							1,58	2,47	
Össztömeg (kg)							655,56	714,74	
Összes vasalás (kg)								1397,3	

Megjegyzések:

Emelőkampó csak B 240-es acélból készülhet.

A horgonyelemek helyét előre ki kell hagyni.

Az armatúrákat a behelyezés előtt ellenőrizni kell, hogy nem sérültek-e meg szállítás közben, a beemelésnél is figyelni kell hogy ne sérüljenek meg.

Az alpszási síknak a vízzáró agyagban kell lennie.

Anyagjellemzők:

Beton: C 30/37-XC3-16-F3

Betonacél minőség: B 500

Résfal alapozás			
Megbízó:  Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport	Tervfajtája: Kiviteli	Dátum: 2015.06.02.	
	Rajz megnevezése: Vasalási terv 3.	Méretarány: 1:50	
Megbízás tárgya: Résfal alapozás tervezése	Rajz száma: 5.	Konzulens: Dr. Telekes Gábor	
Szerkesztő: Szabó József	Tervező: Szabó József	Aláírás:	