

Center Point 3 Irodaház Részfalazás

SZAKDOLGOZAT

**OE-YBL
2024.**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Oroszi Attila Olivér

[REDACTED]



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Oroszi Attila Olivér

Szaktervezési szám: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Építőmérnöki

Specializáció: Geotechnika

A dolgozat címe: Center Point 3 Irodaház Részfalazás

A dolgozat címe angolul: Center Point 3 Office Building Partitioning

A feladat részletezése: Center Point 3 irodaház Részfalazás tervezés

Intézményi konzulens neve: Firgi Tibor

Külső konzulens neve: Gáspár Gergely

Munkahelye: Value 4 Real

A kiadott téma elévülési határideje: 2028. 12. 31.

Beadási határidő: 2024. 05. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2024. 03. 06.

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

Intézetigazgató

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

belső konzulens

külső konzulens

**SZAKDOLGOZAT
KONZULTÁCIÓS NAPLÓ**

Hallgató neve: **Oroszi Attila Olivér**

Dolgozat száma: [REDACTED]

Oktatási azonosítója: [REDACTED]

Szak, specializáció megnevezése:

Neptun azonosítója: [REDACTED]

Geotechnika szakirány

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

A dolgozat címe magyar nyelven: **Center Point 3 Irodaház Résfalazás**

A dolgozat címe angol nyelven: **Center Point 3 Building Partitioning**

Belső (kari) konzulens neve: **Dr. Firgi Tibor PHD**

Külső konzulens neve: **Gáspár Gergely**

Külső konzulens munkahelye: **Value 4 Real Group**

ALK.	DÁTUM	KONZULTÁCIÓ TÉMÁJA, TARTALMA	KONZULENS ALÁÍRÁSA
1.	2024.03.18	Szakdolgozat tartalmának egyeztetése.	[Signature]
2.	2024.04.04	Résfal Tervezés átbeszélése. Talajvizsgálati jelentés.	[Signature]
3.	2024.04.15	Résfal Tervezés átbeszélése. Talajvizsgálati jelentés.	[Signature]
4.	2024.04.29	Számítás egyeztetése. Geo5 tervezés véglegesítés.	[Signature]

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

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

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

Kelt: Budapest, 2024.05.22.



belső (kari) konzulens

* A megfelelő aláhúzendő.



Ybl Miklós Építéstudományi Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

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

Kelt: Budapest, 2024. 05. 23.

hallgató

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	5
I. Támszerkezetek.....	6
I.1 Támszerkezetek típusai	6
I.1.1 Támszerkezetek csoportosítása.....	7
I.2. Támfal szerkezet típusai	8
I.2.1 Súlytámfal	8
I.2.1.1 Súlytámfal szerkezet kialakításai	9
I.2.2 Szögtámfal	11
I.2.2.1 Szögtámfal szerkezet kialakításai	12
I.2.3 Máglyafalak	13
I.2.4 Gabionfalak.....	15
I.2.4.1 Gabionfalak alkalmazásának területei	16
I.2.4.2 Gabionfalak alkalmazásának előnyei.....	16
I.3 Befogott falak.....	17
I.3.1 Szádfalak.....	17
I.3.2 Cölöpfal.....	18
I.3.3 Résfal	20
I.4. Horgonyok	24
I.5. Támszerkezetek méretezése.....	26
I.5.1 Támszerkezetek ható erők.....	26
I.5.2 Vonatkozó szabványok	26
I.5.3 Vizsgálandó határállapotok.....	27
I.5.4 Erőtani követelmények	29
II. Helyszíni viszonyok és tervezett épület leírása	31
II.1.Geotechnikai kategória	33
II.2. Metró közelségének vizsgálata.....	35
II.3.Geológiai viszonyok, törések, vetők, bányaművelés, terület értékelése csúszásveszélyesség ill. barlangtani szempontok alapján.....	36

II.4.Talaj- és talajvízviszonyok	37
II.4.1.Talajfeltárási jellemzők	37
II.4.2.Talajviszonyok.....	41
II.4.3.Talajvíz viszonyok.....	45
II.4.4.Talajok fagyérzékenysége, tömöríthetősége, fejtési osztálya.....	47
II.4.5.Szeizmikus viszonyok	47
II.5.Összefoglalás	48
II.6.Alapozás	49
II.7.Szigetelés	50
II.8.Munkatérhatárolás, víztelenítés	50
II.9.Tervezésnél alkalmazható talajfizikai paraméterek.....	50
III. Számítás	53
III.1.Résfal beépítésének az indoklása	53
III.2.A szerkezethez felhasznált anyagok.....	53
III.2.1.Betonminőség.....	53
III.2.2.Betonacél	54
III.2.3.Horgony.....	54
III.3.Felhasznált szabványok és programok.....	55
III.3.1.Szabványok	55
III.3.2.Programok	55
III.4.Befogási hossz meghatározása	56
III.5. Tervezési állapotok	65
III.5.1. Első tervezési állapot.....	66
III.5.2. Második tervezési állapot.....	67
III.5.3. Harmadik tervezési állapot.....	68
III.5.4. Negyedik tervezési állapot	70
III.5.5. Ötödik tervezési állapot.....	71
III.5.6. Hatodik tervezési állapot.....	73
III.5.7. Hetedik tervezési állapot	74
III.6.Belső stabilitás vizsgálat	76
III.7.Külső stabilitás vizsgálat.....	77
III.8.Résfal befogási talajjellenállásának az ellenőrzése	78

III.9.HYD hidraulikus talajtörés ellenőrzése.....	79
III.10.Vasbeton szerkezetek.....	80
III.10.1.Résvezető gerenda.....	81
Rés oldalfalának állékonyság vizsgálata	84
Réstalp állékonyságának ellenőrzése	92
III.10.2.Fejgerenda	93
III.10.3.Réstábla vasalás.....	94
III.10.4.Repedéstágasság ellenőrzése.....	97
III.10.5.Résfal átszűrődés ellenőrzése.....	98
III.10.6.Horgonyszár szakadásának ellenőrzése	99
III.10.7.Az alakváltozás ellenőrzése	101
IV. Összefoglalás	101
V. Hivatkozások	103
VI. Ábra és táblázat jegyzék	104
VI.I. Ábrák	104
VI.II. Táblázatok	106
VII. Tervjegyzék	108

Bevezetés

A diplomamunkám témájának a részaltervezést választottam. A terület Budapest belvárosában a XIII. kerület Váci út 85. – Frangepán utca 1. - Lomb utca 10-16. számok alatt található. Itt egy irodaház fog épülni melynek a résfalait tervezem meg 3 irányból (északi, keleti és nyugati), a déli oldalon pedig az előző ütemben megépült szomszéd iroda résfalát fogják használatba venni.

A felszín alatti munkákhoz szükséges egy munkagödör kialakítása. Amennyiben a helyszín adottságai miatt nem lehetséges rézsűs munkagödör kialakítása, akkor függőleges megtámasztásra van szükség. Ehhez befogott fal vagy támfal szükséges, melyek képesek a felmerülő földnyomásokat elviselni. Ezért a szakdolgozatomban áttekintem a munkatérhatárolás különböző módszereit és alkalmazási területeiket. A tervezés részében pedig résfalas munkatérhatárolást fogok tervezni a befogott falakon belül.

Az első részben általános tanulmányt írtam a munkatérhatárolás különböző lehetőségeiről, melyben kitértem a támszerkezetek különböző típusaira, funkcióikra és a méretezéshez nélkülözhetetlen szabványokra.

A dolgozat további részében magával a műtárgy tervezésével és méretezésével foglalkoztam. Mellékeltem a szükséges műszaki leírást és a kiviteli terveket, beleértve a helyszínrajzot, a keresztmetszvényeket, melyek az építéshez elengedhetetlenek. Az AutoCAD program segítségével készítettem el a kiviteli terveket. A dolgozatomban részletesen tárgyaltam a vizsgált terület földtani és hidrogeológiai jellemzőit is, melyeket a konzulenseimtől kaptam.

A tervezés során mind kézi, mind pedig végelelemes számításokat végeztem, majd az eredményeket összehasonlítottam egymással.

I. Támszerkezetek

Alapvetően azért létesítünk támszerkezeteket hogy a földtömeget megtudjuk támasztani. Ezekre leggyakrabban akkor van szükség, ha közműveket, alapokat, partfalakat, felszín alatti nagyobb létesítményeket, függőleges vagy közel függőleges falakat kell kialakítani. Meredekebb határolásoknál olyan konstrukciókat kell használnunk, amik képesek megbirkózni a keletkező földnyomásokkal. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

Funkciójuk alapján lehetnek önálló szerkezetek, amik a földműveket, természetes lejtőket stabilizálják. Ezenkívül vannak még munkateret elhatároló szerkezetek ezek ideiglenesek szoktak lenni amíg nem töltik vissza a felszín alatti munkateret. Emellett vannak még olyan föld alatti építmények is, amelyek később funkcionálhatnak oldalfalként. Tehát ezek bent maradó szerkezetek. Az ilyen szerkezetek nagyon előnyösek abból a szempontból, hogy több funkciót is képesek ellátni nem csak oldalfalként, de akár a szélső falak alátámasztására is szolgálnak. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

Az ilyen típusú szerkezetek egyensúlyát különböző módon lehet biztosítani, attól függően, hogy milyen típusúak. A támfalaknál az egyensúlyt vagy a szerkezet saját súlya vagy a környező talaj nyomása biztosítja. A szádfal, résfal, illetve cölöpfalak egyensúlya a szerkezetek alsó részénél lévő befogástól függ, ami a talajban van. Bizonyos szerkezeteknél belső megtámasztást kell alkalmazni dúccokkal, mint például az előre gyártott dúctábláknál. Az egyensúlyt továbbá lehet biztosítani hátrahorgonyzással is, ami általában a résfalaknál történik. Tehát ha egy befogott szerkezetet még hátrahorgonyzunk, akkor létrejöhet egy kombinált szerkezet. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

I.1 Támszerkezetek típusai

Támfalak: Beton, kő vagy vasbeton anyagú, síkalapon nyugvó, hátra vagy előre nyúló talpszélesítéssel, merevítőbordákkal vagy azok nélkül készülő falak. A megtámasztásban meghatározó szerepe a fal önsúlyának van, amihez egyes típusok esetében a talaj vagy szilárd

kőzetstabilizáló tömege is hozzájárul. Az ilyen faltípusok közé tartoznak a változó vagy állandó keresztmetszetű beton súlytámfalak, a merevítőbordás falak, a síkalapozású vasbeton szögtámfalak.

Befogott falak: Acélból, vasbetonból vagy fából készült, viszonylag vékony falak, amelyeket horgonyok, dúcok és/vagy a passzív földnyomás biztosít. Az ilyen falak hajlítási teherviselő képessége kulcsszerepet játszik a megtámasztásban, míg a fal saját súlyának szerepe elhanyagolható. Példák ilyen falakra a szabadon álló, a kihorgonyzott vagy dúcokkal megtámasztott acél vagy beton szádfal és résfal.

Összetett támszerkezetek: Ezek olyan támszerkezetek, amelyek az előző két faltípus elemeiből állnak. Sokféle változatuk létezik, például a kettős falú zárógátak, a földszerkezeteket húzott betétekkel, geotextíliákkal vagy injektálással erősítő megoldások, valamint a többsorosán kihorgonyzott vagy szegezett szerkezetek.

I.1.1 Támszerkezetek csoportosítása

- Ideiglenes támszerkezetek:
 - Dúcolatok
- Ideiglenes vagy végleges, befogott és hátrahorgonyzott szerkezetek:
 - Szádfalak
 - Résfalak
 - Cölöpfalak
- Támfalak:
 - Súly és szögtámfalak
 - Máglya és gabionfalak
 - Vasalt-föld támfalak és szegezett falak
- Horgonyzott földmegtámasztó szerkezetek:
 - Fúrt, injektált horgonyok

I.2. Támfal szerkezet típusai

A támfalak alakját, lehetséges szerkezeti kialakítását különböző kritériumok befolyásolják.

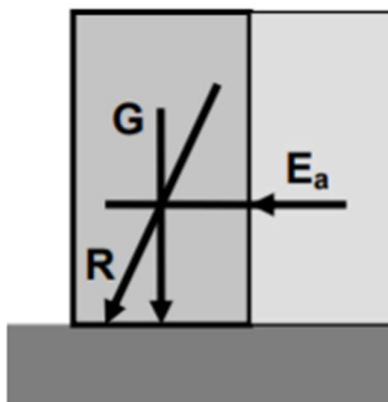
Ezek a következők:

- a megtámasztó földtömeg geometriája
- a talaj nyírószilárdsága
- az építkezés helyigénye
- a támfalra ható terhek nagysága és típusa
- a megengedhető alakváltozások mértéke, különös tekintettel a szomszédos épületekre
- a rendelkezésre álló építési idő
- a rendelkezésre álló építési anyag
- költségek

I.2.1 Súlytámfal

A súlytámfalak az egyik alaptípusa a támfalaknak, és régóta építenek ilyen típusú szerkezeteket. Az anyagukat tekintve lehet beton, vasbeton, illetve termésköből épültek. Az előnyük az, hogy nagyon jól illeszkednek a környezethez. Ugyanakkor, nagy hátrányuk a vízvezetési rendszer szükségessége, mivel ezeket a falakat nem érdemes olyan víznyomásnak kitenni, ami nagymértékben növelné a fal méreteit és emellett gazdaságtalanná tenné a szerkezetet. Tehát először a háttöltést kell gondosan vízteleníteni majd miután elkészült a szerkezet, kialakítani a szivárgó rendszert. A visszatöltést nem szabad túlzottan tömöríteni, mert ez további tömörítési nyomást eredményezhet. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

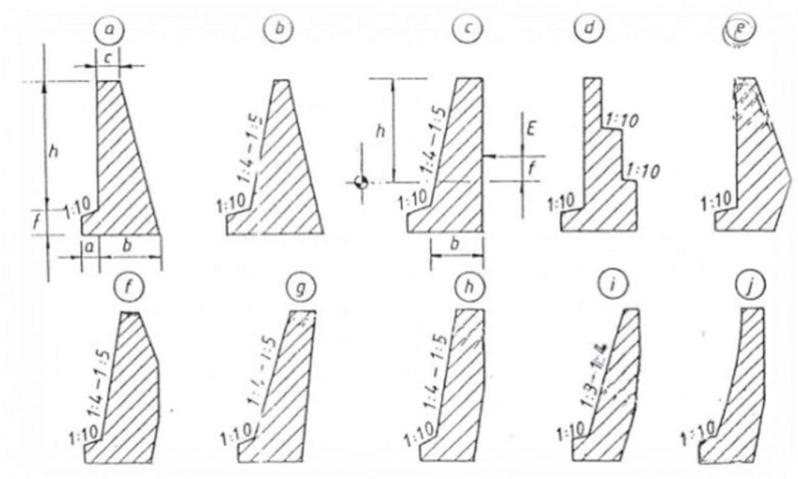
Az alapelve az, hogy a „megtámasztott föld "E" földnyomásához a fal a saját "G" súlyát adja, s így olyan "R" eredő keletkezik, mely nem "túlzottan" ferde, és a fal alapsíkján a sarokponttól elég távol hat. E két követelménynek kell teljesülnie ugyanis ahhoz, hogy a fal (és vele a háttöltés) állékony maradjon. „[1]



1. ábra: Súlytámfalak erőjátéka (dr. Szepesházi Róbert Geotechnika)

I.2.1.1 Súlytámfal szerkezet kialakításai

A támfalak keresztmetszetének formáját részben az alkalmazott anyag és részben az gazdasági szempontok befolyásolják. A leggazdaságosabb keresztmetszet az, ami nemcsak költséghatékony, hanem a legkevesebb anyagot is igényli, és egyszerű építést tesz lehetővé.



2. ábra: Súlytámfalak jellemző keresztmetszénei (Dr Bartos Sándor, Králik Béla - Mélyépítés II.)

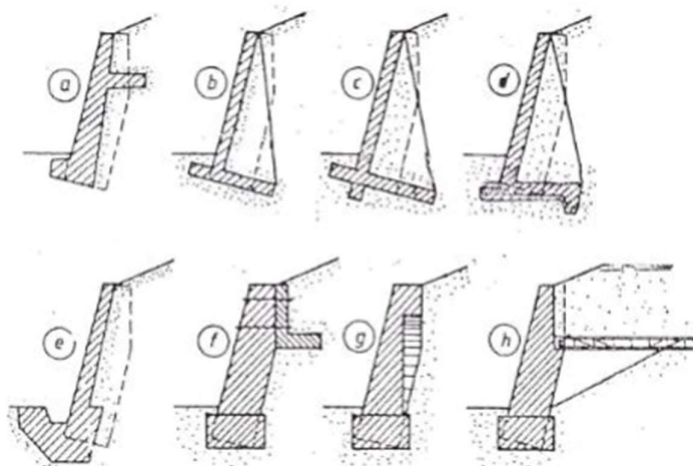
A terepadottságokból származó különböző szintek közötti földtömegek megtámasztására szolgáló támfal fejlődésében csak a vasbeton alkalmazása hozott változást. Korábban főként súlytámfalakat használtak a föld megtámasztására, de ezek általában túlméretezettek voltak a

tisztázatlan erőjáték miatt. Manapság az erők meghatározása és a terhelések felmérése már közelebb áll a valósághoz. Ma már az erőjáték és a mértékadó erők meghatározása megközelíti a valóságot. A helyes erőjáték ismeretében vasbetonból, az igénybevételeknek megfelelően gazdaságosan és lényegesen kevesebb anyagfelhasználással alakíthatók ki támfalak.

A támfal típusának kiválasztása attól függ, hogy milyenek a helyi körülmények és mennyibe kerül az építkezés. A súlytámfalak kevesebb zsámozást igényelnek, de magasabb falak esetén a vasbeton már gazdaságosabb lehet.

A súlytámfalak szerkezete nagyon egyszerű, mégis nagy hátránya az, hogy anyagának előnyös tulajdonságai közül főleg a tömegét hasznosítja, szilárdsága viszont csekély mértékben van kihasználva. Ebből a felismerésből született meg az a törekvés, hogy a támfalakat más szerkezeti megoldással, esetleg más anyagból alakítsák ki, amelyek a föld nyomás ellensúlyozására a nyomást kifejtő földtömeg erejét is bevonják a teherviselésbe. Így alakultak ki a 3. ábrán is látható szerkezeti megoldások.

Nézzük meg sorban a különböző módokat:



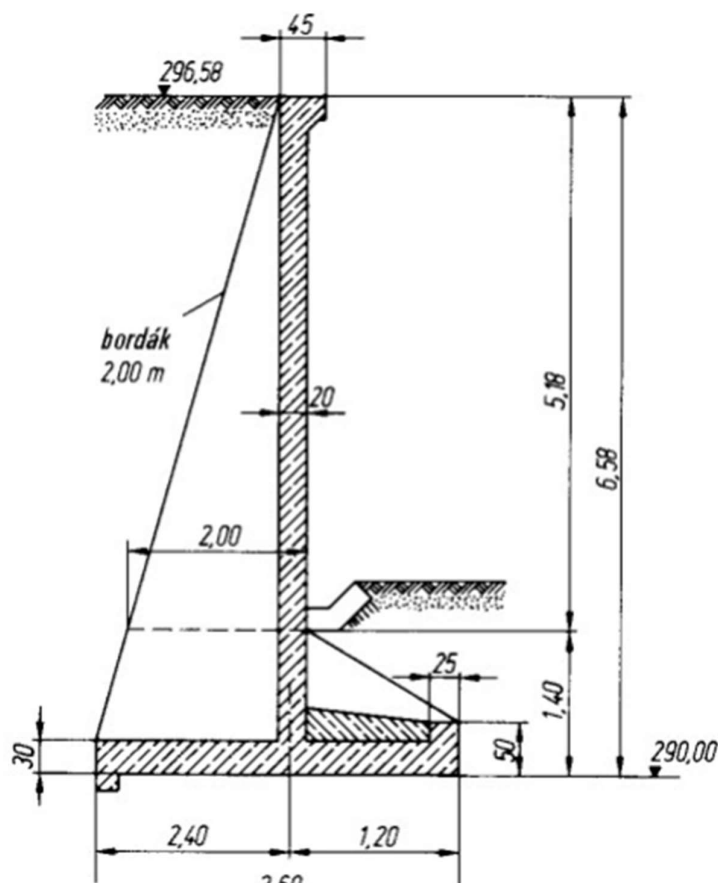
3. ábra: Támfal szerkezeti megoldások (Dr Bartos Sándor, Králik Béla - Mélyépítés II.)

- **a, ábra:** A fal hátlapjára egy konzolt építünk, amely a fölötté lévő földtömeg súlyát egyesíti a fal önsúlyával, ezért a fal vékonyabb lehet.

- **b, ábra:** Vasbeton lemezfal, a konzol a fal aljára kerül, ezáltal nemcsak földtömeg kerülhet fölé, hanem a konzol egyben a támfal alapja is lehet. Legelőnyösebb anyagkihasználás szempontjából, ha a talplemez egy része a homlokfal elé kinyúlik.
- **c, ábra:** A különbség az előzőhöz képest mindössze annyi, hogy a homloklemez a talplemez alá nyúlik, hogy ezáltal is jobban ellenállhasson a földnyomás elcsúsztató hatásának.
- **d, ábra:** Ebben az esetben az elcsúszást akadályozó „körmöt” a talplemez hátsó éléhez csatolják
- **e, ábra:** A fal és az alaptest összefüggő egészet alkot
- **f, ábra:** Ezt akkor alkalmazzák, ha a stabilitás nem kielégítő, ilyenkor egy L alakú vasbeton konzolt erősítenek a homlokfalhoz.
- **g, ábra:** Ritkán alkalmazott változat, a súlytámfal hátlapjába boltozatszerű takarékküregeket építenek, ezzel is csökkentve az anyagfelhasználást.
- **h, ábra:** Utólagos tehermentesítés, ilyenkor a fal hátlapjának egy részét levésik, a földet eltávolítják, és az így kialakult háromszög alakú üreget egy vasbetonlemezzel lefedik. Ez a fölötte lévő földtömeg kb. a felét a falra adja át, ezzel jelentősen javítva a kiborulási és elcsúszási biztonságot.

I.2.2 Szögtámfal

A szögtámfalakat régen is építették, ám napjainkban ezek elavultnak tekinthetők. Ezek viszonylag vékony, vasbeton szerkezetek, amelyek gyakorlatilag csak töltések megtámasztására szolgálnak. Stabilitásukat nagyrészt a talp fölé visszatöltött földtömeg biztosítja. A homlokfalat és a talplemezt merevítés céljából merőleges bordákkal kötik össze. Háttöltésüket szemcsés anyagból alakítják ki, így vízelvezetés céljából elegendő egy dréncövet elhelyezni a két falrész találkozásánál.



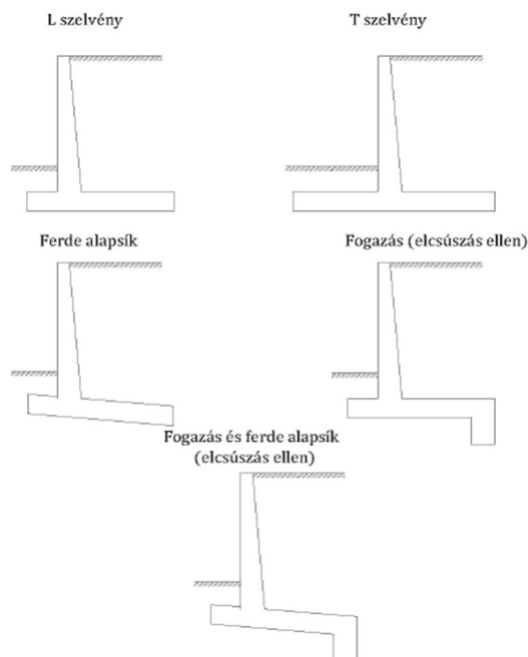
4. ábra: Vasbeton szögtámfal (dr. Szepesházi Róbert Geotechnika)

„A tervezésénél a külső stabilitást úgy kell vizsgálni, hogy a falat és a ráépített földtömeget együtt egy súlytámfalnak tekintjük. A belső stabilitásvizsgálat a vasbeton falelemek vasalásának méretezéséből áll, amihez a falsíkokra ténylegesen ható nyomásokat számíthatjuk.” (1)

I.2.2.1 Szögtámfal szerkezet kialakításai

Szerkezet kialakítás szerint lehet előregyártott vasbeton elemekből, vagy monolitikusan épített. A szögtámfalakat maximum 6-7 méter magas földfal megtámasztására lehet alkalmazni, falvastagsága minimum 20cm. Tervezése belső illetve külső stabilitásvizsgálatból áll.

A szögtámfalak szerkezeti kialakításait az 5. ábra mutatja:



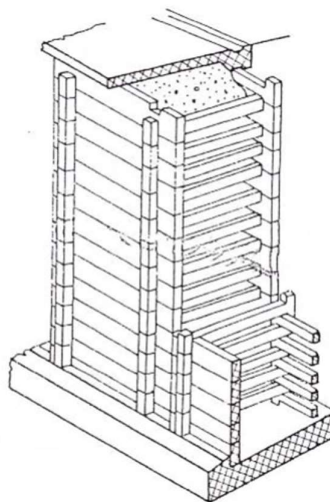
5. ábra : Szögtámfal típusok (Dr. Kovács Miklós – Földművek)

I.2.3 Máglyafalak

A máglyafalak elsősorban Ausztriában népszerűek, de néhányat már itthon is építettek. Ezeket a falakat nemcsak földmegtámasztó szerkezetként, hanem zajszigetelő falaként is alkalmazzák. Népszerűségük részben annak köszönhető, hogy környezetbarát és esztétikus megjelenésűek. Az építésükhöz előre gyártott vasbeton vagy fa elemeket használnak, amelyeket máglya szerűen raknak egymásra, majd összekapcsolnak csapolással vagy tüskézéssel. A létrejött térbeli rács szerkezetébe szemcsés töltőanyag kerül, és az elülső részére növényeket ültetnek.

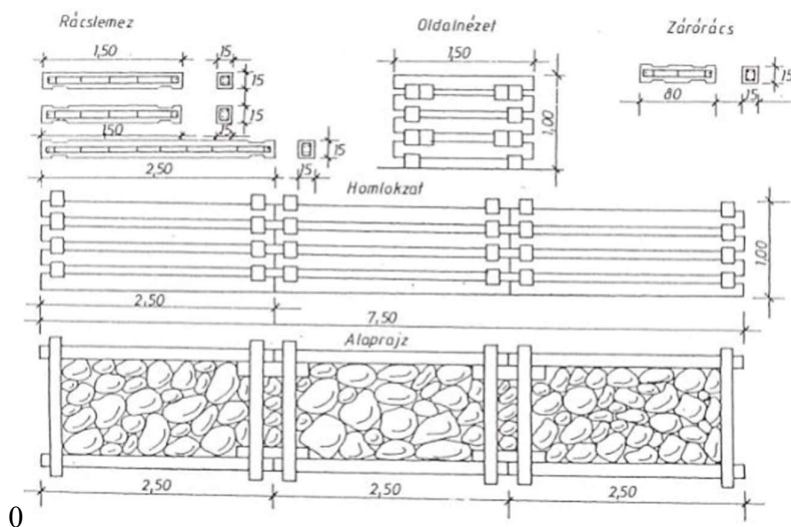
Rugalmasan alkalmazkodnak a terepadottságokhoz, és magas fal esetén akár két sorban is építhetők. Az építésük egyszerű és gyors, a háttöltés vízelvezetésére nincs szükség, mivel a víz

könnyen el tud távozni a szabad homlokfelületeken. Ideiglenes szerkezetek esetén könnyen szétszedhetők, és az elemek újra felhasználhatók a bontás után. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]



6. ábra: Máglyafal (Dr Bartos Sándor, Králik Béla - Mélyépítés II.)

Méretezésének az alapelve az, hogy a földdel kitöltött szerkezetet a külső stabilitásvizsgálat szempontjából egyetlen súlytámfalként vesszük figyelembe, a belső stabilitásvizsgálatnak pedig az elemek hajlítási vizsgálatára, illetve a kapcsolatok méretezésére, ellenőrzésére kell kiterjednie.



7. ábra: Máglyafal szerkezete (Dr Bartos Sándor, Králik Béla - Mélyépítés II.)

I.2.4 Gabionfalak

A gabionok kővel töltött sodronyfonatos szekrényekből összeállított megtámasztó szerkezetek. A gabionok ketrecét PVC-bevonatú sodronyfonatból készítik.

A kibontott gabiont sík talajon vagy szerelőpadon terítik ki, majd ketrec alakúra alakítják. Ezeket az üres ketrecek azután a beépítés helyén állítják fel, és terméskővel töltik meg. A tervezésük hasonló a máglyafaléhoz, csak ebben az esetben a háló szakadását kell ellenőrizni a gyártók által közölt adatok alapján. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A gabionok tetszőleges méretűek. A hasáb alakú gabionok szokásos méretei a következőképpen alakulnak:

- 0,50*1,00*2,00 m 1,00*1,00*2,00 m
- 0,50*1,00*3,00 m 1,00*1,00*3,00 m
- 0,50*1,00*4,00 m 1,00*1,00*4,00 m

A matrac alakúaké pedig:

- 0,15*2,00*2,40 m 0,23*2,00*2,40 m
- 0,15*2,00*3,00 m 0,23*2,00*3,00 m
- 0,15*2,00*3,60 m 0,23*2,00*3,60 m

Gabionfalak építése akkor kedvező, ha az építkezés közelében elérhető valamilyen hulladékkő, görgeteg vagy betonkő. Egyetlen követelményt kell biztosítani, mégpedig azt, hogy a kőanyag mállásra ne legyen hajlamos.

A gabionok kővel való megtöltéséhez puttonyos rakodó, kotró, gréder, szállítószalag vagy egyéb megfelelő munkagép használható. Az alkalmazott sodronyfonatnak elég erősnek kell lennie, nehogy az éles kővek átvágják. A gabionokat száraz munkaárokba alapozzuk, megfelelő teherbírású talajra.

I.2.4.1 Gabionfalak alkalmazásának területei

A gabion szerkezetek gazdaságosan és gyorsan építhetők minden körülmények között, és különösen alkalmasak a rézsűk stabilizálására a hegyes vidékeken és kedvezőtlen talajadottságú területeken. A gabion támfalak rugalmasak, és a talajmozgások nem vezetnek teherbírás csökkenéséhez a már elkészült támfalakban. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

Alkalmazási területei:

- súlytámfalak
- mechanikusan stabilizált talajtámfalak
- épületek kiegészítő elemei
- kertépítészeti elemek
- mederburkolatok
- vízsebesség csökkentő műtárgyak
- átereszek

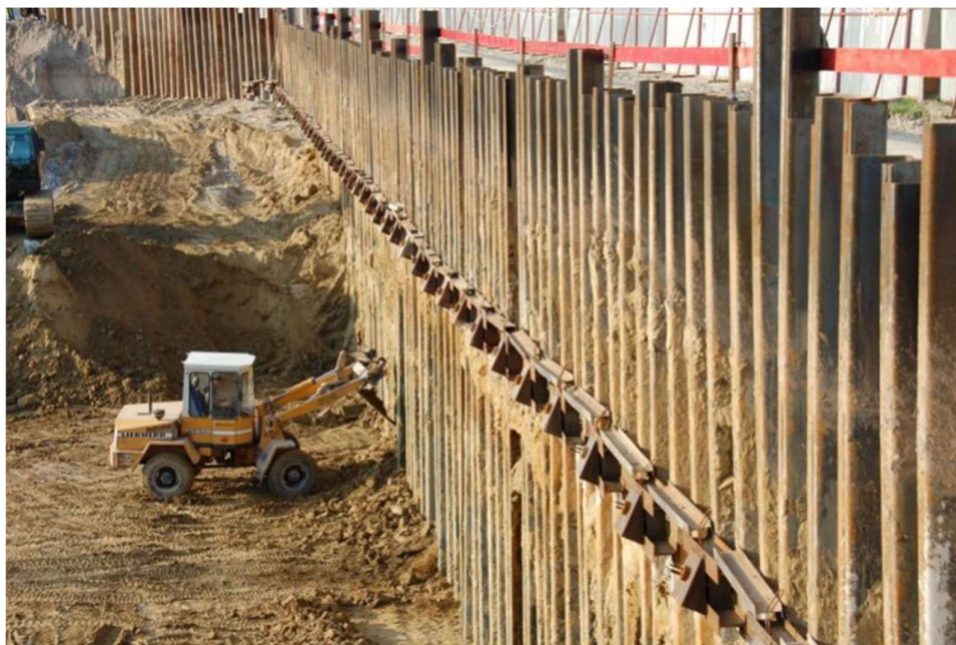
I.2.4.2 Gabionfalak alkalmazásának előnyei

A gabion dobozok változó méretű elemekből állnak, melyeket össze lehet illeszteni a kívánt geometria létrehozásához. A növényekkel beültetett gabionszerkezet jól illeszkedik a természetes környezetbe, és az acélháló felületét fa takaró elemekkel is kiegészíthetjük. Az acélháló korrózióvédelmi bevonattal ellátva akár 120 évig is tartós lehet. A gabionfalak építése acélhálóból gazdaságosabb lehet más típusú támfalakhoz képest, és nem igényel magasan képzett munkaerőt sem. A gabionfalak vízáteresztők, így nincs mindig szükség az általában szükséges hátszivárgó vagy drénrendszerek kialakítására. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

I.3 Befogott falak

I.3.1 Szádfalak

Általában az acélanyagú szádfalakat hornyos kapcsolattal rögzítik egymáshoz, ami garantálja a vízzáróságot. Ezeket a szádpallókat lejuttatják a földbe veréssel, vibrálással vagy sajtolással, hogy megfelelően beágyazódjanak. Ritkábban alkalmaznak fa vagy vasbeton pallókat. Ha szükséges, például a földnyomás miatt, horgonyokkal rögzítik vagy belülről kitémasztják őket. A két legelterjedtebb típus a Hoesch és a Larssen, melyek között az alapvető különbség az alakjukban rejlik: az előbbi Z alakú, míg az utóbbi U alakú. A hullámos forma növeli az elemek teherbírását azáltal, hogy javítja az inerciájukat, de vannak olyan szádfalak is, amelyek egyenesek. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]



8. ábra: Szádfal (Munkatérhatárolás tervezési kérdései-munkatér határoló szerkezetek)

Az, hogy milyen módszerrel vezetik be a pallókat a talajba, főleg a talaj típusától függ. Például szemcsés talaj esetén a vibrálás a leginkább hatékony módja a pallók beillesztésének a talajba. Ezeket általában előre összekapcsolva, 4-6 elemet egymásra rakva fokozatosan helyezik el a talajban, így nem szükséges vezetők vagy állványok felállítása.

Fontos, hogy a talajban ne legyenek épületmaradványok, mert azok gátolhatják a pallók beillesztését. Általában ideiglenes szerkezetként, munkaterület határolására használják, különösen olyan területeken, ahol a talajvízszint mély, és vízzárásra van szükség. Gyakran alkalmazzák maradandó szerkezetként is közlekedési útvonalak mellett, amelyeknél korrózióvédelemre és esztétikai szempontból színezésre is szükség van. Egyéb esetekben, például vízi projekteknél, általában mólók vagy kikötők közelében is előfordulhatnak. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

I.3.2 Cölöpfal

A cölöpfal tulajdonképpen egymás mellé sűrűn lefűrt cölöpöket takar. Végtelen spirálfúróval készítik, ami egy nagyon gyors technológia. A spirálfúróval lefűrnak a kívánt mélységig majd, amikor húzzák ki lassan a gödörből közben feltöltik betonnal és utána elhelyezik a betonban az armatúrát. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

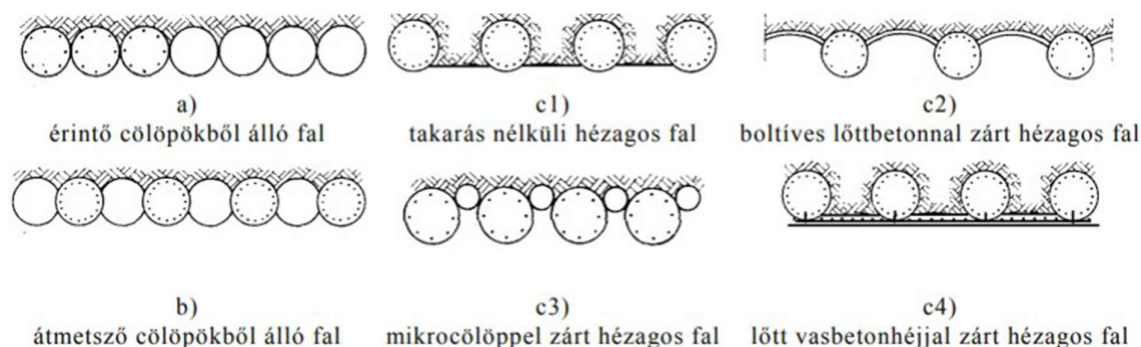
Alapvetően 3 fajta cölöpfalat különböztetünk meg egymástól. Vannak az egymást érintő cölöpök, ilyenkor szoktak alkalmazni, ha statikailag indokolt vagy hogyha a talaj nem állékony. Ilyenkor még a homokos szemcsés talajok se jönnek át a falon viszont a víz igen [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]



9. ábra: Cölöpfal (Munkatérhatárolás tervezési kérdései-munkatér határoló szerkezetek)

A második típus az egymást metsző cölöpök, ezeket úgy készítik, hogy először a vasalatlan cölöpöket készítik el. Aztán nagyjából 10 cm-es beharapással a meglévő cölöpök közé elkészítik a második sort, ami már vasalt cölöpökből áll, így azok képesek lesznek a keletkező nyomatékok felvételére. Az ilyen cölöpfalak már vízzáróak. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A harmadik pedig a hézagos cölöpsor, amit akkor alkalmaznak, ha a talaj kellően állékony és nincs vízzárósági igény. A cölöpök közötti földre több megoldás is létezik. Valamikor nem fedik el semmivel, de ha a talaj állékonysága megkívánja, akkor löttbetonból betonboltívet készítenek vagy a cölöpök belső síkjába betonhéjat, amit egybe vasalnak a cölöpökkel. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

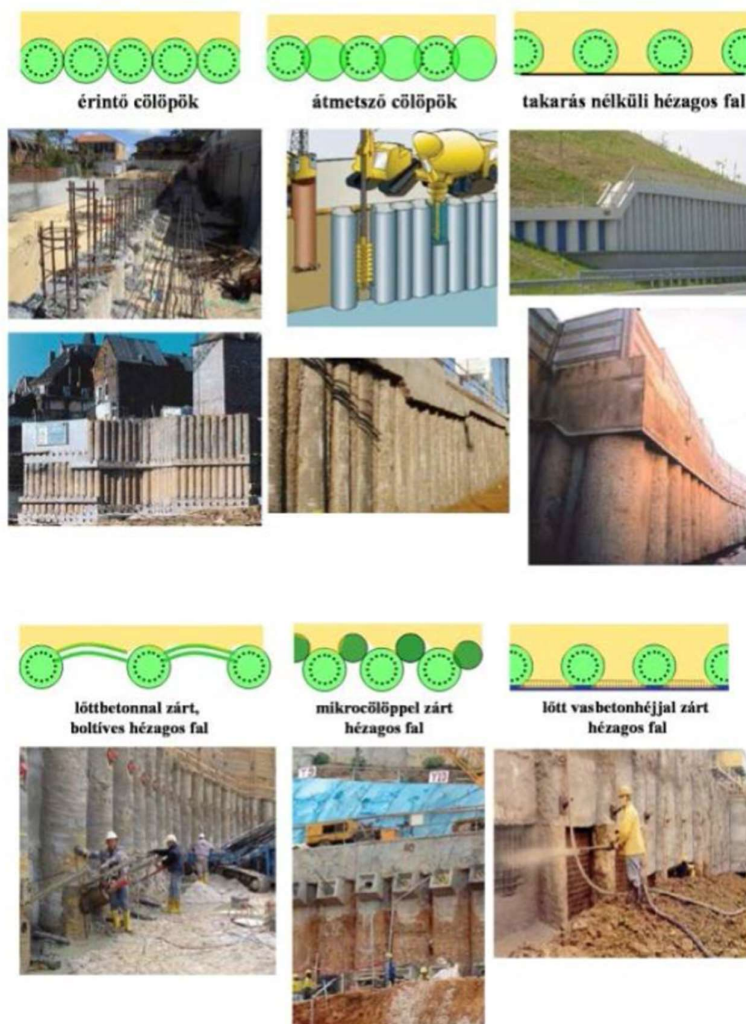


10. ábra: Cölöptípusok (dr. Szepesházi Róbert Geotechnika)

A cölöpfalakat szinte minden esetben talajhelyettesítési technológiával készítik. Az alkalmazott átmérő általában 50-80 cm. A legelőnyösebb furatbiztosítás ebben az esetben a bélésű használata. A cölöpfalakat általában hátra kell horgonyozni. A horgony elhelyezés lehetőségei a következők:

- a horgonyok a fejgerendához csatlakoznak
- mindegyik vasalt cölöpön átfúrnak egy horgonyt
- két-két cölöp közé kerül egy horgony, és ezeket hevedergerenda kapcsolja össze.
- a cölöpfal mögé egy horgonyzó cölöpsor kerül kialakításra, amely egy vasalt hevedergerendával csatlakozik a cölöpfalhoz

[1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]



11. ábra: Cölöpfalak (Faur Krisztina Beáta, Szabó Imre – Geotechnika 11)

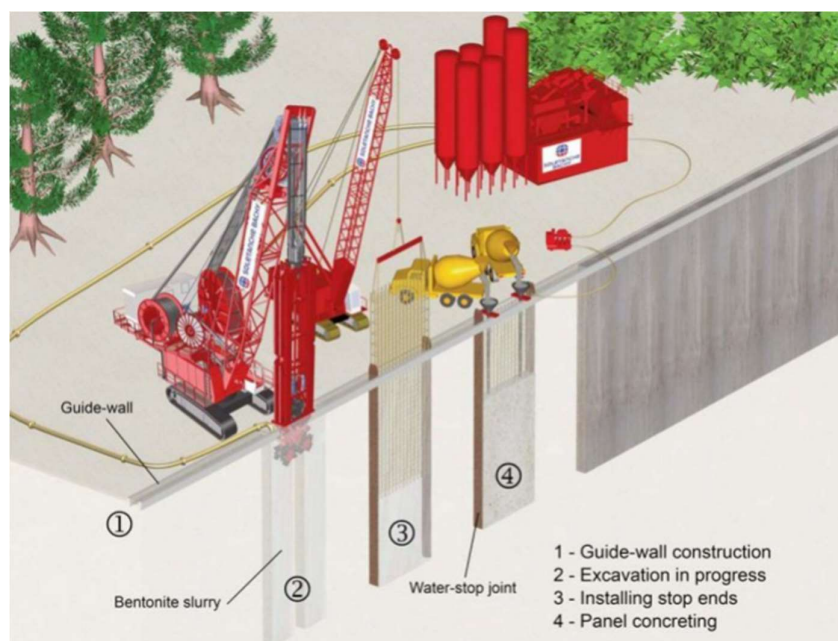
I.3.3 Résfal

A résfalak általában 40-120 cm vastag vasbeton táblákból készülnek, amiket nagy mélységig lehet készíteni bármilyen hosszan. A földkiemelésnél a betonitszuszpenció biztosítja a rést a földbeomlásától. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

Földmegtámasztó szerkezetként akkor szokták használni, ha meglévő épület mellé kell építeni és van vízzárási igény. A másik opció, hogy a felszín alatti szerkezetek végleges

oldalfala lesz, például egy mélygaráznál. Időnként használják lejtők stabilizálására vagy partfalaknál földmegtámasztóként. Alkalmazzák továbbá utólagos vízzárásra is, például gátak alatt, ahol szivárgást észlelnek, vagy a talajvíz szennyeződését akarják megakadályozni. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A résfalazás igen költséges megoldás, ezért fontos, hogy több funkciót is betöltsön. Hátránya még az is, hogy a felvonulási területe nagy helyet foglal és a hulladékként keletkezett betonitos zagy elhelyezése is problémás lehet. Ezenkívül megváltoztathatja a felszín alatti vizek áramlását is. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]



12. ábra: Résfalak építése (Munkatérhatárolás tervezési kérdései-munkatér határoló szerkezetek)

A résfal kialakításakor mindig alkalmazni kell résvezető gerendát. Ennek célja, hogy meghatározza a résfal helyét, irányítsa a résgépet, hogy függőleges maradjon, és biztosítsa a felső földréteg bizonytalan állékonyságát. Ezeket a gerendákat általában vasbetonból készítik, és 1-2 méter mélységig nyúlnak le. Általában téglalap vagy L alakúak szoktak lenni. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A rést speciális gépekkel készítik, aminek két fő típusa van. Az első típus a markolókanalas gépek. Ezek a gépek ciklikusan működnek. A markolót merev rúdon vagy kötélben engedik bele a résbe, majd a kiszedett földet a teherautóra helyezik. Az erőátvitel lehet mechanikus vagy hidraulikus. A mechanikus erőátvitel hagyományos fogaskerekek, tengelyek és hajtósíjak segítségével történik, míg a hidraulikus erőátvitel folyadéknyomás segítségével mozgatja a gép alkatrészeit. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A második típus a folyadékszállítású berendezések. Ennek nagy előnye, hogy folyamatos üzemmódban működik. Ezen belül két fő variáns található: a függőleges tengelyű gépek és a vízszintes tengelyű gépek. A függőleges tengelyű gépeknél a fogak és fűrőfejek a függőleges tengelyre vannak szerelve, míg a vízszintes tengelyű gépeknél a marótárcsa a vízszintes tengelyen található. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A résállékonyságot főként úgy biztosítják, hogy egyszerre nem lehet nyitva egy 5-6 méternél nagyobb tábla szakasz. Egy ilyen táblát három fogásból szoktak kivenni, hogy a kiemelő szerkezet szimmetrikusan kapja terhelést oldalról. A résűállékonyság másik biztosítója a résiszap, ami bentonit, vagyis montmorillonit típusú agyagfőleség kb. 1,10 kg/cm³ sűrűségű a szuszpenziója. Nyomással hat a földfalra, ellenállva a talajnyomásnak és a talajvíz nyomásnak. Ezenkívül vékony réteget képez a talajon, megakadályozva az apró szemcsék kipergését. A résiszap, ha nincs felkeverve akkor gélyszerű anyag lesz, viszont, ha felkavarják akkor folyadékszerűvé válik, hogy ne akadályozza a gépek munkáját. A létrehozásához egy keverőgépet használnak, amiben a már használt, rostán tisztított anyagot friss bentonittal dúsítják. Mára környezetvédelmi okokból gyakran szintetikus polimert használnak helyette, mert az le tud bomlani utólag. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

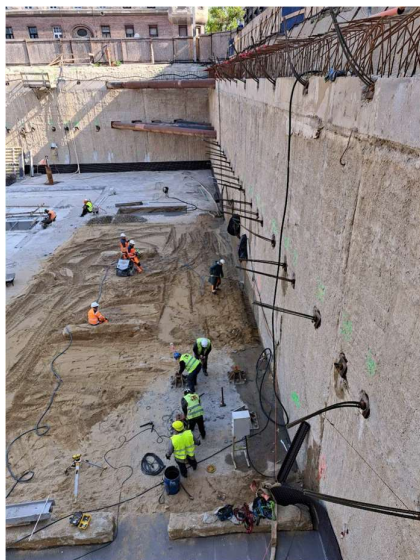
A markológéppel készült réseket célszerű szakaszolni annak érdekében, hogy megfelelő kapcsolat alakulhasson ki a táblák között. Erre két módszer létezik: az egyik általános módszer, amikor szakaszoló csöveket alkalmaznak, majd egy speciális géppel ezeket eltávolítják a betonból. Fontos, hogy ezt a műveletet a beton megkötése kezdetén végezzék el. A másik módszer viszonylag új technológián alapul, amelynek lényege, hogy a fal két végébe acélpallókat helyeznek el, amelyekhez a vízzárás fokozása érdekében két fugaszalagot is

rögzítenek. A pallókat a köztes táblák elkészítésekor távolítják el a megszilárdult falról. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A marótárcsás réselő gépnél nem szükséges a szakaszoló cső alkalmazása, mert a gép képes eltávolítani a megszilárdult falról a rajta maradt talajt. Amennyiben a fal csak vízzárásra készül, akkor nem szükséges a szakaszolás; ezeket zagyfának nevezik, amelyek bentonit és cement keverékéből készülnek. Az ilyen falak már az építés folyamán megszilárdulnak, és később elérik a megfelelő vízzáróságot. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A vasszerelés egy előre összeszerelt, kettős hálót alkotó szerkezet, amelyet andráskeresztekkel merevítenek. Ellentétben a CFA cölöpözéssel, itt először helyezik be az armatúrát, majd azt követően öntik ki betonnal. A már előre összeszerelt vasszerelésbe kerülnek az áttörések a horgonyoknak vagy a falhoz csatlakozó fenéklemez számára, amelyek fontosak a nyíróerő és a vízzáróság szempontjából. Emellett még olyan lemezeket is elhelyeznek rajta, amelyek megkönnyítik a fal felületképzését, valamint a csatlakozási pontokon lágy műanyagokat használnak. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A betonozáshoz folyós beton szükséges, hogy a vasszerelések között mindenhova eljusson a beton és hogy a résiszapban szét ne osztályozódjon. A nagyobb folyósság elérése érdekében több cementet kell használni. Ha hosszabb a rés akkor két betonozó tölcser kell. Betonozáskor úgy kell eljárni, mintha víz alatt betonoznánk, ami azt jelenti, hogy a betonozó csőnek mindig a betonfelszín alatt kell lennie. Ez kritikus fontosságú annak érdekében, hogy a beton csak a felszínén érintkezzen a zaggyal, és azt felfelé tolja, ne keveredjen össze vele. A betonozás sebességét megfelelően kell szabályozni, mert ha túl lassú, akkor a zagy nem tudja biztosítani a földfal stabilitását. Ha kellően lassú, akkor a beton még eltávolíthatja a vasszerelésről a rajta lévő zagyt. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]



13. ábra: Horgonyzott résfal (Munkatérhatárolás tervezési kérdései-munkatér határoló szerkezetek)

Ha a vízzáróság vagy a felület tekintetében különleges igények merülnek fel, akkor szoktak alkalmazni előregyártott táblákat. Ezeknek a tábláknak a vízzárási képességét a kapcsolódási pontoknál utólagosan injektálással érik el. A vízzáróság tovább javítható a munkahézagokba helyezett gumiprofillal vagy kemény, folytonos műanyagmembránnal. Ezekre a megoldásokra főként akkor van szükség, ha veszélyes szennyeződések kell megállítani, mivel ezek hatékonyan fokozzák a vízzáróságot. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

A résfal elkészülte után a fal tetején azt a részt, ahol a beton zaggyal keveredett elvésik majd ennek helyére egy fejgerenda készül, ami biztosítja a táblák együttdolgozását. Földkiemelésnél, ha szükséges akkor a táblák felületét elvésik majd kellősítik, ezután lőtt betonnal lefedik. Amennyiben a táblák közötti munkahézagokban vízszivárgás jelentkezik, azt a fal mögötti talajréteg injektálásával lehet megállítani. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

I.4. Horgonyok

Elsősorban munkatérhatároláshoz használják, különösen akkor, ha nincs lehetőség belső megtámasztásra.

Belső megtámasztással szemben nagy előnye, hogy a belső munkatér szabad marad. Emellett a feszített kialakításnak köszönhetően kis mértékű elmozdulást tesz lehetővé, így a szomszédos

épületekben nem okoz károkat. A horgonyokat legcélszerűbben szemcsés talajba rögzítik, mert ott tudnak a legnagyobb horgonyerőt kifejteni. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

Lejtő stabilizáló szerkezetekhez is alkalmazzák, azért nagyon előnyös mert fentről lefelé könnyedén ki lehet bontani, így nem marad építés közben egyszerre nagy földfal és csökkenhető a beomlás veszély. Emellett lehetőség van ellenőrizni a horgonyerőt, a talajterhelést és a szerkezet geometriáját is könnyen igazítani. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

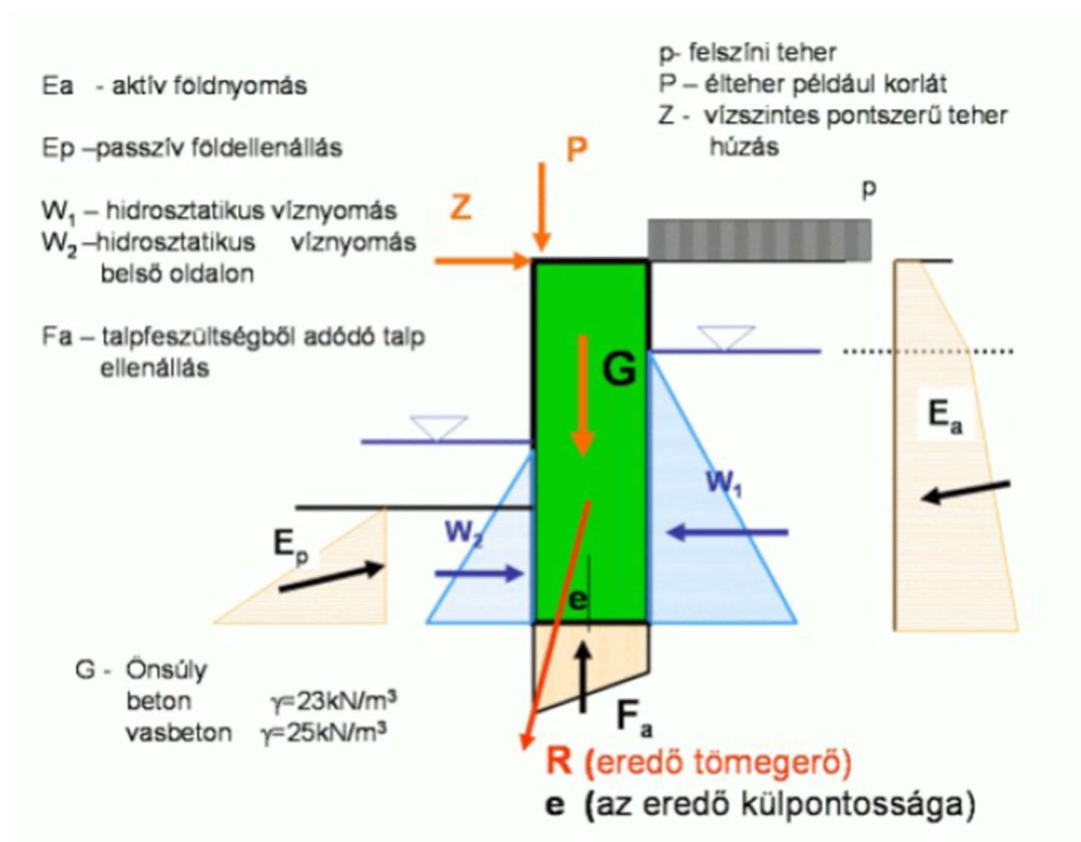
Meglévő épületek megerősítésére is lehet használni, például régi aláfalazott épületeknél, de szokták még partfalaknál, várfalaknál, támfalaknál, hídfőknél, de akár jetpilléreknél is. Szóval nagyon széles körben fel lehet használni. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15]

„A horgonyzott szerkezetek tervezésekor a felveendő horgonyerőből kell kiindulni, melyet a horgonyzott fal statikájából vagy a lejtőállékonyság vizsgálata alapján lehet meghatározni. A méretezés során biztosítani kell, hogy:

- a horgonyszár a húzóerő felvételére képes legyen, ehhez az acélszerkezeti szabványok alapján kell meghatározni a keresztmetszetét,*
- a befogási szakaszon a horgonyerő átadódhasson a talajra, ehhez ennek hosszát kell felvenni a tapasztalati fajlagos ellenállásadatok alapján,*
- a teljes (fal-horgony) rendszer (külső) stabilitása meglegyen, amihez a teljes horgonyhosszat kell megfelelő hosszúságúra választani” [1]*

I.5. Támszerkezetek méretezése

I.5.1 Támszerkezetek ható erők



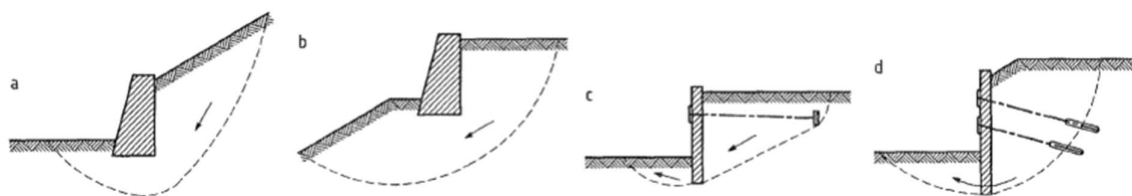
14. ábra: Támszerkezetekre ható erők

I.5.2 Vonatkozó szabványok

- MSZ EN 1990:2005: EUROCODE: A tartószerkezetek tervezésének alapjai
- MSZ EN 1997-1:2006: EUROCODE 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok.
- MSZ EN 1997-1:2006: EUROCODE 7: Geotechnikai tervezés. 2. rész: Tervezés laboratóriumi vizsgálatok alapján.
- MSZ EN 1997-1:2006: EUROCODE 7: Geotechnikai tervezés. 3. rész: Tervezés terepi vizsgálatok alapján.

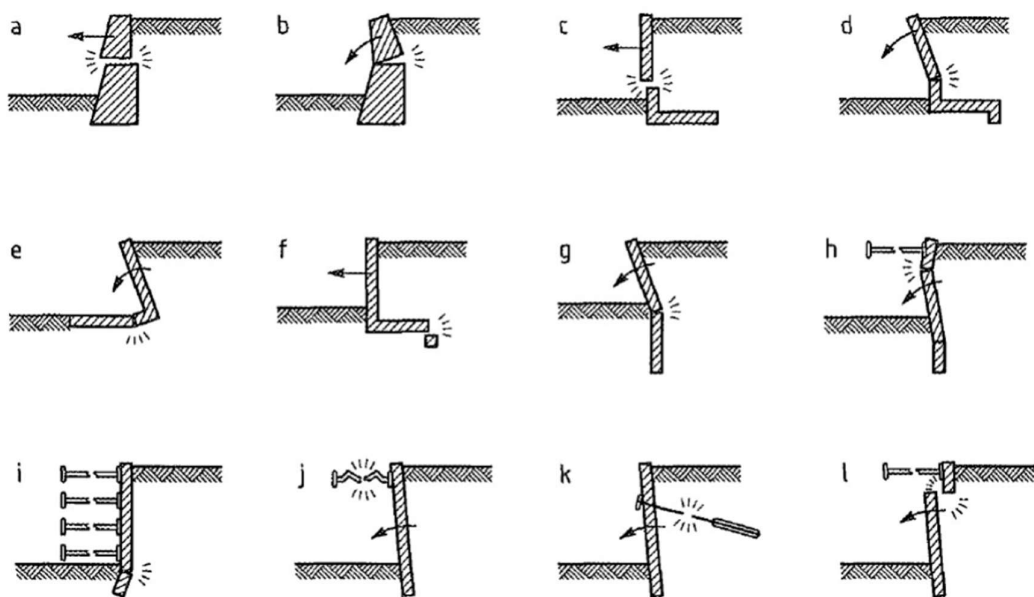
I.5.3 Vizsgálandó határállapotok

GEO határállapot: az általános állékonyság elvesztése.



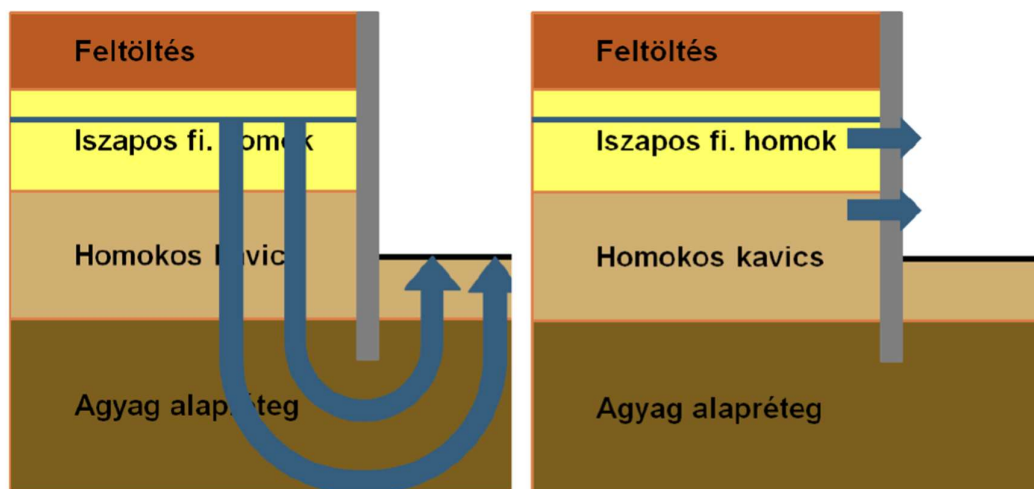
15. ábra: GEO határállapot (dr. Szepesházi Róbert-Geotechnikai tervezés)

STR határállapot: valamely szerkezeti elem, például fal, horgony, vagy ezek kapcsolatainak tönkremenetele.



16. ábra: STR határállapot (dr. Szepesházi Róbert - Geotechnikai tervezés)

HYD határállapot: : „hidraulikus talajtörés nagy hidraulikus gradiens által a talajban okozott felszakadás, belső erózió vagy buzgárosodás formájában.” [2]



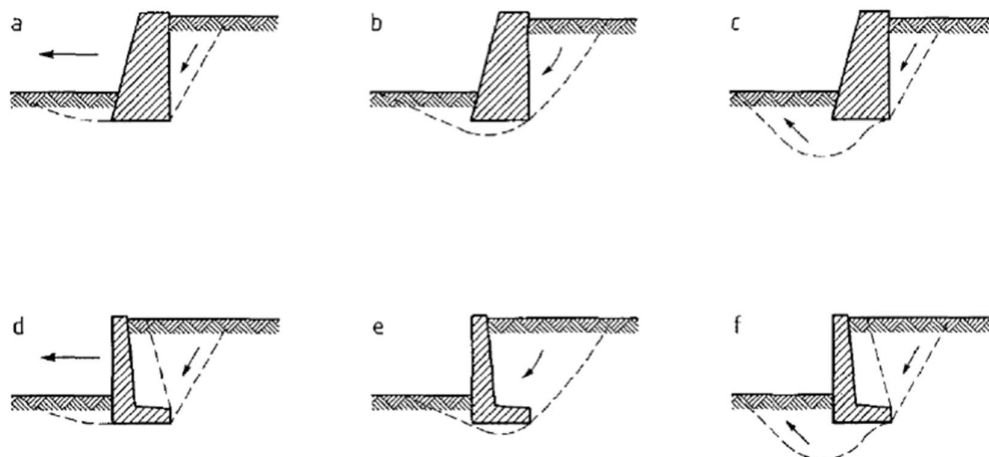
17. ábra: HYD határállapot (www.sze.hu)

„UPL határállapot: a tartószerkezet vagy a talaj felúszás folytán bekövetkező egyensúlyvesztése a víznyomás vagy más függőleges hatás miatt” [2]

„EQU határállapot: a helyzeti állékonyság elvesztése az egyetlen merev testnek tekintett tartószerkezet vagy talajtömb helyzetének olyan lényeges és gyors megváltozása, melynek bekövetkezésekor az ellenállást a szerkezeti anyagok és a talaj szilárdsága jelentősen befolyásolja.” [2]

A súlytámfalak, valamint az összetett támszerkezetek esetében a fentiekén kívül a következő határállapotokat is vizsgálni kell:

- talajtörés az alap alatt (GEO): a síkalapokra vonatkozó alapelveket kell alkalmazni.
- elcsúszás az alapfelületen (GEO): a síkalapokra vonatkozó alapelvek alapján
- a támfal felborulása (EQU): csak közeten álló alapok esetén.



18. ábra: GEO határállapot (dr. Szepesházi Róbert-Geotechnikai tervezés)

I.5.4 Erőtani követelmények

a, Teherbírési követelmény:

A szerkezet a ráháruló terheket tönkremenetelt okozó károsodások nélkül viselje el, illetve az alap alatti talajtöréssel szemben is megfelelő biztonsága legyen.

b, Helyzeti állékonysági követelmény:

A szerkezet ne boruljon fel, ne csússzon el és ne ússzon fel.

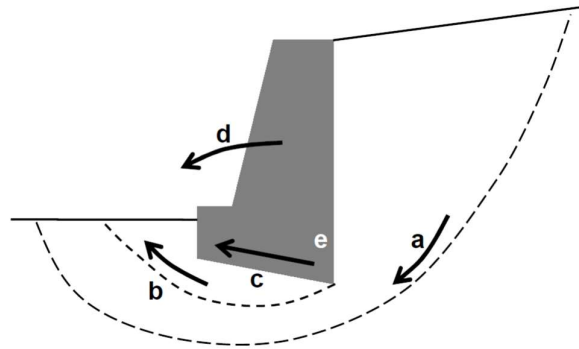
c, Alakváltozási követelmény:

A létrejövő alakváltozások ne okozzanak az építményre, illetve a szomszédos szerkezetekre nézve káros hatásokat.

A tervezés szempontjait a következő táblázat foglalja össze:

1. táblázat: Erőtani tervezés szempontjai (dr. Szepesházi Róbert-Geotechnikai tervezés)

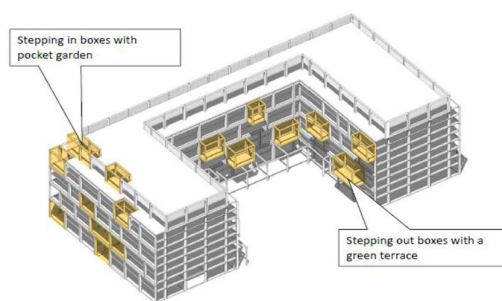
	károsodási veszély	vizsgálati módszer	szerkezeti változtatás
a	általános stabilitásvesztés	részűállékonyság	a fal mélyítése
b	alaptörés	síkalapteherbírás	alapszélesség növelése
c	elcsúszás	erők egyensúlya	alapsík hátradöntése
d	elbillenés	nyomatéki egyensúly	forgáspont előretolás
e	szerkezet repedése	feszültségeloszlás	szélesítés előre és lefelé



19. ábra: A statikai tervezés szempontjai (dr. Szepesházi Róbert- Geotechnika)

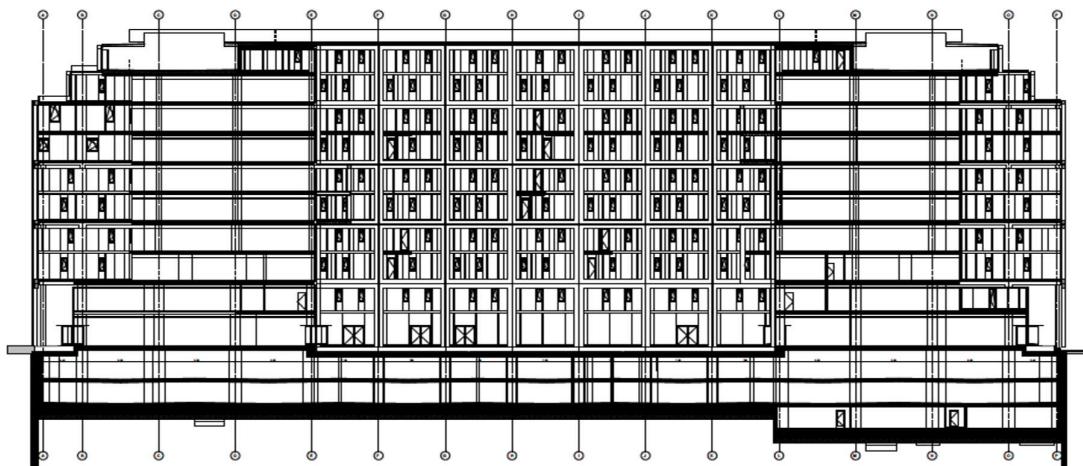
A területre tervezett új épület egy monolit vasbeton vázas irodaház lenne, ami 2 vagy részben 3 pinceszinttel és felfelé 10 szinttel rendelkezne, magassága körülbelül 37 méter lenne. A pinceszint teljes területén épülne, nagyjából 115 x 55 méteres alapterületen. A pinceszintek fölé "U" alakban felszerkezetet terveznek, azaz nem mindenhol lesz felszerkezet a pinceszintek felett. Az épület csatlakozna a szomszédos CP2 Irodaházhoz. [18]

Az épület tervezett $\pm 0,00$ szintje a 105,58 méteres magasságban lenne. A -2 pinceszint alaplemezének alsó síkja körülbelül -8,5 méteren lenne (~97,08 méteres magasságban), míg a -3 pinceszint alaplemezének alsó síkja körülbelül -11,3 méteren lenne (~94,28 méteres magasságban). [18]



22. ábra. Tervezett épület terepszint feletti modellje (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

Az új épület terepszint feletti modellje a 22. ábrán látható, míg egy jellemző hosszmetset a 23. ábrán, és egy jellemző keresztmetset az 24. ábrán található. [18]



23. ábra. Tervezett épület hosszmetsetrajza (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)



24. ábra. Tervezett épület keresztmetsetre, épület viszonya szomszédos beépítésekhez (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

II.1. Geotechnikai kategória

A tervezési feladat geotechnikai kategóriába történő besorolását az új, EC7 alapú geotechnikai dokumentációk tartalmi követelményeit betartó munkarészekhez, valamint a mérnöki és vizsgálati ráfordítások összeállításához, tervfázisonként című kiadványban szereplő

pontozásos rendszer alapján lett elvégezve, amelyet a Magyar Mérnöki Kamara Geotechnikai Tagozata állított össze. A következő táblázatban látszik a pontszámítás bemutatása, ami alapján meghatározzuk az épületek, építmények geotechnikai tervezési feladatainak kategóriába sorolását: [18]

2. táblázat: Pontszámítás bemutatása (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

	Szempont	Referencia érték			Pont
Geotechnikai adottságok	terephajlás	<10 % 0 pont	10-25 % 1 pont	>25 % 3 pont	0
	rétegződés változékonysága	homogén 0 pont	egyenletes 2 pont	változó 5 pont	2
	altalaj mechanikai tulajdonságai	jó 0 pont	átlagos 2 pont	gyenge 5 pont	2
	talaj- és rétegvíz viszonyok	>5 m 0 pont	2-5 m 2 pont	<2 m 5 pont	5
	mocsaras és bel- vagy árvízveszélyes terület 0 vagy 5 pont				0
	létesítményt befolyásoló vastagságban feltöltött terület, visszatöltött bányaterület 0 vagy 5 pont				0
Létesítmény adottságok	létesítmény alapterülete	<1000 m ² 0 pont	1000-10000 m ² 1 pont	>10 000 m ² 3 pont	1
	fesztáv	<6 m 0 pont	6-10 m 2 pont	>10 m 5 pont	2
	épületmagasság	<6 m 0 pont	6-20 m 2 pont	>20 m 5 pont	5
	munkagödör mélysége	<2 m 0 pont	2-5 m 2 pont	>5 m 5 pont	5
	létesítmény megvalósításához kapcsolódó tereprendezés (töltés, bevágás) mértéke	<5 m 0 pont	5-10 m 1 pont	>10 m 3 pont	0
	támfalak, befogott földmegtámasztó szerkezetek magassága	<2 m 0 pont	2-5 m 2 pont	>5 m 5 pont	0
	meglévő létesítményre közvetlenül gyakorolt hatás, zárt sorú épületcsatlakozás 0 vagy 5 pont				5
	süllyedésérzékenység vagy jelentősen változó terhelési viszonyok 0 vagy 5 pont				0
	speciális ipari műtárgyak, magas súlypontú létesítmények, tornyok, silók, földalatti és vízepítési műtárgyak 0 vagy 5 pont				0
	Összes pont				27

3. táblázat: Geotechnikai kategória (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

Pontszám alapján történő besorolás	
1. geotechnikai kategória	0 – 4 pont
2. geotechnikai kategória	5 – 20 pont
3. geotechnikai kategória	21 pont felett

A besorolás összpontszáma 27 pontra adódott, ami alapján a tervezési feladat az alkalmazásra kerülő geotechnikai megoldások és környezeti kölcsönhatások alapján a „3.” geotechnikai kategóriába sorolható. [18]

II.2. Metró közelségének vizsgálata

A telek közelében a 3-as metróvonal fut a Váci út alatt. Ezen a szakaszon a metró közvetlenül a föld alatt, négyszög alakú, résfalas technológiával épített alagútban halad. Az Árpád híd állomás alkalmas vonatfordításra és -tárolásra is. Az állomáson a terepszint 106,40-106,50 mBf, a peronszint pedig 101,60 mBf magasságban van. [18]



25. ábra. Fővárosi Szabályozási Keretterv részlet (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

A vizsgált terület az Árpád híd metrómegálló és a Forgách utca metrómegálló között található. A Fővárosi Szabályozási Keretterv érvényben lévő rendelkezései alapján, a beépítésre szánt terület a metróvédelmi zóna határán kívül helyezkedik el, azonban a metróvédelmi zóna határa a Váci út mentén fut (25. ábra). [18]

II.3. Geológiai viszonyok, törések, vetők, bányaművelés, terület értékelése csúszásveszélyesség ill. barlangtani szempontok alapján

Budapest földtani térképe és a geológiai szakirodalom alapján megállapítható, hogy a terület alapkőzetét középső-miocén kőzetlisztes agyag, foraminiferás agyagmárga, valamint felső-oligocén homok és homokos agyag alkotja. A két kőzetfajta határa a vizsgált terület alatt húzódik, de főleg a középső-miocén összlet dominál. A legközelebbi ismert törés vagy vetődés délre, a Dózsa György út vonalában található. Az alapkőzet felszíne a környékbeli, korábbi fúrási eredmények alapján közel sík, a terepszint alatt pedig körülbelül 13-14 méterrel található, a ~91,0-92,0 mBf szinteken. [18]



26. ábra. Budapest fedetlen földtani térképrészlet (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

Az alapkőzetre települt a Duna hordalékából keletkezett pleisztocén korú homokos kavics, kavicsos homok és homok talaj, ami a Dunaterasz anyaga. Ezt követik a pleisztocén összletre települt holocén korú ártéri üledékek, finom homok és iszap talajok. Ezeket a terület rendezése során idehordott, több méter vastagságú vegyes összetételű antropogén feltöltés takarja. [18]

Fontos megjegyezni, hogy a holocén rétegek között változó mélységben tőzeges, szerves rétegek és betelepülések is előfordulhatnak, amelyek a Duna szabályozása előtti vándorlása során keletkeztek. Például a környéken számos helyen feltárták tőzegmaradványokat, általában a felszín alatti 2-4 méteres mélységekben, mint például a József Attila színház területén egy kiterjedt mocsár tőzegmaradványait. Azonban a tárgyi területen végzett fúrások során nem találtak tőzeges betelepüléseket. [18]



27. ábra. Budapest fedett földtani térképrészlet (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

A terület geológiai és morfológiai felépítése alapján nincs számottevő csúszásveszély vagy barlangjelenség. [18]

A vizsgált terület elhelyezkedését ábrázolták Budapest fedetlen (26. ábra) és fedett (27. ábra) földtani térképén. [18]

II.4. Talaj- és talajvízviszonyok

II.4.1. Talajfeltárási jellemzők

A területen összesen 3 nagytérítési talajmechanikai gépi fúrást végeztek, hogy megismerjék az altalaj és talajvíz viszonyait, mindhárom fúrás 18-20 méteres talpmélységgel készült. Az 1F jelű fúrás a bontás után történt, ami kb. 2 méterrel mélyebben, 18 méteres mélységben a kemény agyagrétegben elakadt. [18]

Ezen kívül 2 nehéz dinamikus szondázást terveztek elvégezni a talaj állapotának és tömörségének vizsgálatára, mindkettő 18 méteres talpmélységgel. Az 1DSz jelű szondázás a felszín alatt 17,25 méter mélyen elakadt kemény agyag talajban. Az utolsó 5 cm-es behatoláshoz 200-as ütőszámot rögzítettek. A 2DSz szondázást több ponton próbáltuk meg elvégezni, de a felszín alatt 80-100 cm mélységben rendre elakadt. Ezeket a szondázásokat a szomszédos épület mellett is megkísérelték elvégezni. Később áthelyezték a szondát a már elkészült 2F fúrás környékére, ahol a felszín alatt 1,85 méter mélyen akadt el. Az utolsó 5 cm-

es behatoláshoz 100-as ütésszámot rögzítették. Valószínűleg ezek a szondázások feltöltésben vagy bennmaradt épületmaradványokban akadtak el. [18]

A bontás után 7 CPT szondát is mélyítették. Néhány szonda még a tömör kavicsos, homokos rétegben akadt el (4 CPT: 11,7 m; 7 CPT: 12,5 m), míg mások a kemény agyagban (2 CPT: 17,2 m; 3 CPT: 19,4 m) akadtak el, mielőtt elérték volna a tervezett 20 méteres mélységet. A feltérési pontok magasságát abszolút Balti rendszerben szintezés segítségével határozták meg. Szintezési alappontként a Lomb utcában található 104,81 mBf magasságú csatorna fedlapot használták fel. [18]

Az első körben végzett helyszíni munkákat 2019.07.15. és 22. között végezték, míg a talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok 2019.07.18. és 22. között. [18]

A helyszíni feltérásoknál használt eszközök:

„- Nagy átmérőjű fúrógép típusa: Comacchio

A nagyátmérőjű (180 mm) fúrásokat Mercedes teherautóra szerelt Comacchio fúróberendezéssel készítették, száraz technológiával. [18]

- DPH Nehéz dinamikus verőszonda típusa: Sedidril (Német gyártmány)

A nehéz dinamikus verőszondázást a szabványos 50 kg súlyú 50 cm magasságról ejtett verőkossal végezték. Az ütésszámokat a 20 cm behatoláshoz rögzítették. [18]

- CPTu szonda típusa: Geomil típusú 3 tengelyes tehergépjárműre szerelt berendezés, mely biztosítja mind a csúcsellenállás, mind a köpenysúrlódás, valamint a pórusvíznyomás rögzítését.” [18]

A talajmintákat meleg, száraz időben gyűjtötték össze, majd a zavart mintákat két rétegű műanyag zacskóba csomagolták. Ezek után a zavart mintákat pvc hengerekbe helyezték el, melyek végét lezárták, így vízzáróvá téve a hengereket. A hengereket rövid időn belül, a fúrás után, egy gépjárművel szállították el a laboratóriumba. Ott a vett mintákat a szabványoknak megfelelően kezelték és tárolták, amíg el nem kezdődtek rajtuk a vizsgálatok. A vizsgálatokat a jelenleg érvényben lévő szabványoknak megfelelően végezték el. [18]

4. táblázat: Talajmintavételi jegyzőkönyv (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

Feltárás jele	Terepszint (mBf)	Mélység (m)	EOV koordináta	Dátum
1F	104,74	20,0	651704-243582	2019.07.15.
2F	104,71	20,0	651685-243545	2019.07.15.
3F	102,81	18,0 (elakadt)	651603-243594	2020.10.30.
1DSz	104,69	17,25 (elakadt)	651647-243565	2019.07.22.
2DSz	104,71	1,85 (elakadt)	651688-243543	2019.07.22.
1CPT	102,91	20,3	651608-243611	2020.11.04.
2CPT	103,16	17,2 (elakadt)	651640-243602	2020.11.04.
3CPT	103,99	19,4 (elakadt)	651648-243581	2020.11.04.
4CPT	104,08	11,7 (elakadt)	651696-243563	2020.11.05.
5CPT	103,18	20,3	651598-243573	2020.11.05.
6CPT	104,24	20,3	651641-243554	2020.11.05.
7CPT	103,85	12,5 (elakadt)	651677-243591	2020.11.04.

5. táblázat: Mintavételek (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

<i>Mintavételezés kimutatása</i>	
zavart minta	60 db
zavartalan minta	5 db
víz minta	2 db

6. táblázat: Labor vizsgálatok (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

<i>Laboratóriumi vizsgálatok kimutatása</i>	
vizsgálat	darabszám
Víztartalom meghatározás	22 db
Atterberg-határok meghatározása	9 db
Szemeloszlási vizsgálat	12 db
Egyirányú nyomóvizsgálat	4 db
Közvetlen nyírókísérlet	3 db
Kompressziós vizsgálat	3 db
Vízáteresztő képesség vizsgálat	7 db

A CPTu szondadiagramok segítségével, a fajlagos csúcsellenállás nagyságából következtetni lehet a szemcsés talajok tömörségére, valamint a kötött talajok konzisztenciájára, tapasztalati diagramok alapján pedig azonosíthatók a talajfajták (pl. Robertson-féle talaj-osztályozás /módosított/). [18]

„Szemcsés talaj esetén, amennyiben a q_c (csúcsellenállás) $\geq 20,0 \text{ MN/m}^2$, akkor a talaj nagyon tömör állapotú. Kötött talaj esetén, ha a $q_c \geq 2,5 \text{ MN/m}^2$, akkor a talaj nagyon kemény konzisztenciájú.” [18]

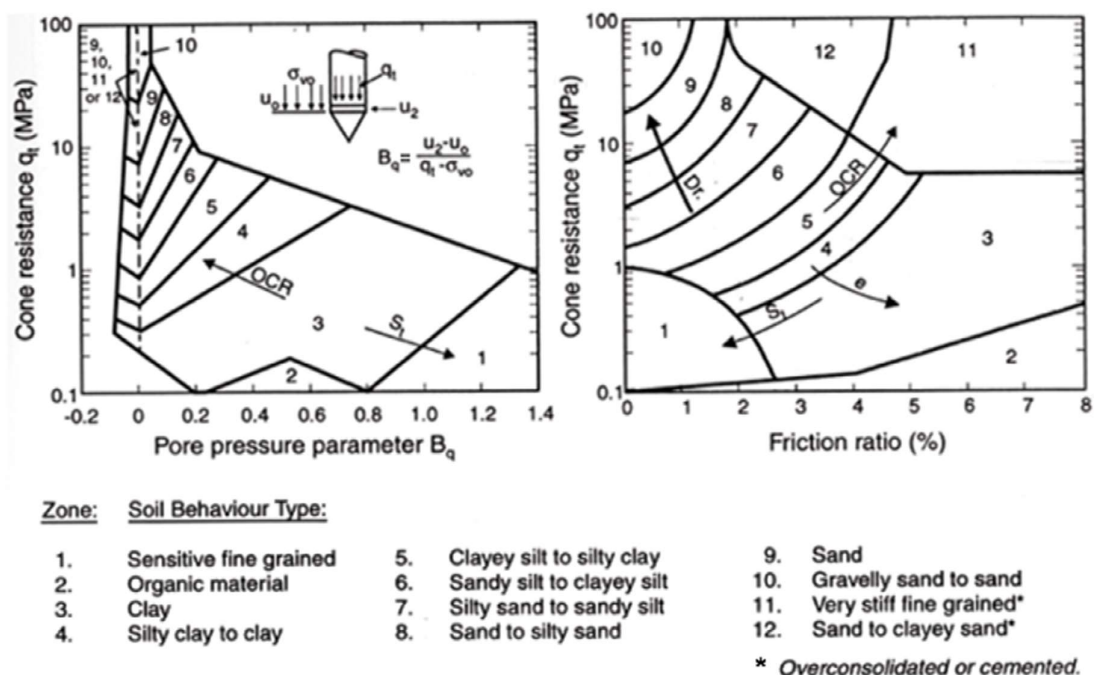


Fig. 3 – Proposed soil classification chart from piezocone data by Robertson et al. 1986.

28. ábra: Javasolt talajosztályok (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

„A dinamikus szondázások mért értékeiből számítható, illetve becsülhető talajfizikai jellemzők és levonható következtetések:” [18]

7. táblázat: Talajfizikai paraméterek dinamikus szondák alapján (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

N ₂₀	Finom homok (száraz)	Finom homok (telített)	Homok	Kavicsos homok
10	E _s =12 MPa	E _s =8 MPa	E _s =17 MPa	E _s =25 MPa
20	E _s =21 MPa	E _s =15 MPa	E _s =28 MPa	E _s =40 MPa
40	E _s =31 MPa	E _s =26 MPa	E _s =43 MPa	E _s =59 MPa
60	E _s =36 MPa	E _s =31 MPa	E _s =50 MPa	E _s =67 MPa

8. táblázat: Talajfizikai paraméterek dinamikus szondák alapján (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

	Homok	Kavicsos homok	Homokos kavics
laza	N ₂₀ =1 - 6	N ₂₀ =1 - 10	N ₂₀ =1 - 14
középtömör	N ₂₀ =7 - 40	N ₂₀ =11 - 45	N ₂₀ =15 - 50
tömör	N ₂₀ =41 - 100	N ₂₀ =46 - 100	N ₂₀ =51 - 100

9. táblázat: Talajfizikai paraméterek dinamikus szondák alapján (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

N ₂₀	Belső súrlódási szög
2	26°
10	30°
25	35°
70	40°

II.4.2. Talajviszonyok

A területet a bontás előtti állapotában ~20 cm vastag beton + aszfaltburkolat borította. A fúrások 0,8-1,2 méteres mélységéig világosbarna színű, homokos feltöltést tártak fel, amely salakos, építési törmelékes összetevőket is tartalmazhatott, és a fúrásokban tapasztaltaktól függően nagyobb vastagságban is előfordulhatott. A 2DSz jelű szondázás vélhetően építési törmelék vagy korábbról bennmaradt épületmaradvány miatt nem tudott 1,85 méternél mélyebbre hatolni. Ennek a feltöltésnek a nagy része a bontás során le lett szedve és elszállítva. [18]

A feltöltés alatt egységesen a Dunateraszt alkotó szemcsés talajok jelentkeztek. A felszín alatti 1,0-5,0 méteres mélységig sárgásbarna színű közepes homokot tártak fel a fúrások. A szondázások szerint a homok közepesen tömör állapotú volt. [18]

A közepes homok alatt, általában a 90,7-91,5 mBf szintig, szürkésbarna színű aprókavicsos homok-homokos aprókavics talaj jelentkezett. A laboratóriumi vizsgálatok alapján a rétegben helyenként az aprókavicsos frakció, helyenként a homokos frakció volt túlnyomó. A szondázások szerint a réteg jellemzően közepesen tömör volt az eredeti felszíntől ~6 méterig, majd ~6-9 méteres mélységek között a réteg tömör állapotú volt, és ez alatt ismét főleg közepesen tömör állapotú. [18]

A szemcsés talajrétegek alsó síkja, az alapkőzet felszíne, a terepszint alatt 11,5-13,8 méterrel helyezkedett el, ami a 90,7-91,5 mBf szintnek felelt meg. Az alapkőzet felszínét megközelítőleg vízszintesen elhelyezkedve lehetett számítani a területen. A miocén alapkőzetet főként közepes agyag alkotja. A miocén összletben a 2F fúrásban 18,80-19,15 méteres mélységek között kissé cementált, sovány agyag volt megfigyelhető, mely alatt a 20 méteres fúrási mélységig homok-iszapos homok betelepülést találtak. Az 1F fúrásban a felszín alatti 17,9 méteres mélységtől a fúrás 20 méteres mélységéig kövér agyag volt jelen. A 3F fúrásban az agyag kavicsos volt, 17,5

méter alatt pedig kavicsos, homokos talaj jelentkezett (kavics + homoktartalom ~42%!). Ebben az erősen kavicsos, nagyon tömör agyagban a fúrás elakadt. [18]

A miocén összlet a laboratóriumi vizsgálatok eredményei szerint kemény-nagyon kemény állapotú volt, ami a szondázások alapján is megfigyelhető volt. A végzett fúrások, laboratóriumi vizsgálatok és szondázások eredményei összhangban vannak a geológiai szakirodalommal. [18]

A feltárt talajok talajfizikai jellemzőit a végzett laboratóriumi vizsgálatok, szondázások, környéken végzett korábbi vizsgálatok és tapasztalatok alapján mutatják be a következő táblázatokban. [18]

10. táblázat: Homokos feltöltés talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

homokos feltöltés (Mg)	
alapozásra nem alkalmas	
<i>megbízhatatlan tömörségű és vélhetően inhomogén (építési törmelékes) összetételű</i>	
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,6 - 1,8 \text{ t/m}^3$
belső súrlódási szög	$\varphi = 26 - 29^\circ$
kohézió	$c = 0 \text{ kPa}$
összenyomódási modulus	$E_s = 6 - 9 \text{ MN/m}^2$
vízáteresztési tényező	$k = 10^{-1} - 10^{-2} \text{ cm/s}$

11. táblázat: Közepes homok talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

közepes homok (Sa)		
alapozásra alkalmas		
<i>közepesen tömör</i>		
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,7 - 1,9 \text{ t/m}^3$	
természetes víztartalom	$w_{\text{term}} = 5 - 8 \%$	
tömegszázalékos összetétel	kavics Gr	0-1 %
	homok Sa	95-97 %
	iszap Si	0-3 %
	agyag Cl	0 %
egyenlőtlenségi mutató	$C_u = 3 - 4$	
belső súrlódási szög	$\varphi = 30 - 32^\circ$	
kohézió	$c = 0 \text{ kPa}$	
összenyomódási modulus	$E_s = 15 - 25 \text{ MN/m}^2$	
vízáteresztési tényező	$k = 10^{-2} - 10^{-3} \text{ cm/s}$	

12. táblázat: Homokos kavics talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

aprókavicsos homok-homokos aprókavics (grSa-saGr)		
alapozásra alkalmas		
közepesen tömör-tömör		
nedves térfogatsűrűség		$\rho_n = 2,04-2,22 \text{ t/m}^3$
természetes víztartalom		$w_{term} = 3-4 \%$ (talajvíz felett) $w_{term} = 12-15 \%$ (talajvíz alatt)
tömegszázalékos összetétel	aprókavics Gr	27-62 %
	homok Sa	37-73 %
	iszap Si	0-3 %
	agyag Cl	0 %
egyenlőtlenségi mutató		$C_u = 3,3-24,4$
vízáteresztési tényező		$k = 10^{-2}-10^{-1} \text{ cm/s}$
közepesen tömör – eredeti terephez képest ~6 m felett, valamint ~9 m alatt		
belső súrlódási szög		$\varphi = 32-34^\circ$
kohézió		$c = 0 \text{ kPa}$
összenyomódási modulus		$E_s = 25-30 \text{ MN/m}^2$
tömör – eredeti terephez képest ~6-9 m között		
belső súrlódási szög		$\varphi = 36-40^\circ$
kohézió		$c = 0 \text{ kPa}$
összenyomódási modulus		$E_s = 40-55 \text{ MN/m}^2$

13. táblázat: Homokos kavics talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

közepes agyag (Cl)	
alapozásra alkalmas	
kemény állapotú	
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 2,11-2,24 \text{ t/m}^3$
természetes víztartalom	$w_{term} = 14-21 \%$
folyási határ	$w_L = 47,8-51,5 \%$
sodrasi határ	$w_p = 22,5-23,3 \%$
plasztikus index	$I_p = 25,3-28,2 \%$
konzisztencia index	$I_c = 1,09-1,34$
hézagtegyező	$e = 0,40-0,56$
egyirányú nyomószilárdság	$q_u = 251-593 \text{ kN/m}^2$
drénezetlen nyírószilárdság	$c_u = 125-300 \text{ kPa}$
belső súrlódási szög	$\varphi = 18,7-22,9^\circ$
kohézió	$c = 90,3-196,7 \text{ kPa}$
összenyomódási modulus	$E_s = 12,74-14,84 \text{ MN/m}^2$
vízáteresztési tényező	$k = 10^{-8}-10^{-7} \text{ cm/s}$

14. táblázat: Homokos kavics talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

kővér agyag (Cl)	
alapozásra alkalmas	
<i>meszes, kemény állapotú</i>	
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n=2,0-2,2 \text{ t/m}^3$
természetes víztartalom	$w_{\text{term}}= 14-17 \%$
folyási határ	$w_L=54-57 \%$
sodrési határ	$w_P= 24-25 \%$
plasztikus index	$I_P=31-33 \%$
konzisztencia index	$I_c=1,2-1,3$
belső súrlódási szög	$\varphi=14-18^\circ$
kohézió	$c=120-200 \text{ kPa}$
egyirányú nyomószilárdság	$q_u= 260-500 \text{ kPa}$
drénezetlen nyírószilárdság	$c_u= 130-250 \text{ kPa}$
összenyomódási modulus	$E_s=12-15 \text{ MN/m}^2$
vízáteresztési tényező	$k= 10^{-9}-10^{-8} \text{ cm/s}$

15. táblázat: Homokos kavicsos kövér agyag talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

homokos, kavicsos kövér agyag (sagrCl)		
alapozásra alkalmas		
<i>kemény állapotú</i>		
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n=2,0-2,2 \text{ t/m}^3$	
természetes víztartalom	$w_{\text{term}}= 14-17 \%$	
folyási határ	$w_L=54-57 \%$	
sodrési határ	$w_P= 24-25 \%$	
plasztikus index	$I_P=31-33 \%$	
konzisztencia index	$I_c=1,2-1,3$	
tömegszázalékos összetétel	aprókavics Gr	12-16 %
	homok Sa	25-30 %
	iszap Si	29-32 %
	agyag Cl	28-32 %
egyenlőtlenségi mutató	$C_u= 200-250$	
belső súrlódási szög	$\varphi=27-30^\circ$	
kohézió	$c=120-200 \text{ kPa}$	
egyirányú nyomószilárdság	$q_u= 400-500 \text{ kPa}$	
drénezetlen nyírószilárdság	$c_u= 200-250 \text{ kPa}$	
összenyomódási modulus	$E_s=20-25 \text{ MN/m}^2$	
vízáteresztési tényező	$k= 10^{-8}-10^{-7} \text{ cm/s}$	

16. táblázat: Kissé cementálódott sovány agyag talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

kissé cementálódott sovány agyag (Cl)	
alapozásra alkalmas	
kemény	
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 2,1-2,3 \text{ t/m}^3$
természetes víztartalom	$w_{\text{term}} = 13-14 \%$
folyási határ	$w_L = 38-40 \%$
sodrési határ	$w_P = 20-21 \%$
plasztikus index	$I_P = 17-19 \%$
konzisztencia index	$I_c = 1,3-1,4$
hézag tényező	$e = 0,40$
egyirányú nyomószilárdság	$q_u = 430-460 \text{ kN/m}^2$
drénezetlen nyírószilárdság	$c_u = 215-230 \text{ kPa}$
belső súrlódási szög	$\varphi = 24-26^\circ$
kohézió	$c = 120-160 \text{ kPa}$
összenyomódási modulus	$E_s = 17-19 \text{ MN/m}^2$
vízáteresztési tényező	$k = 10^{-6}-10^{-5} \text{ cm/s}$

17. táblázat: Homok - iszapos homok betelepülés talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálóati jelentés)

homok - iszapos homok betelepülés (Sa-siSa)		
alapozásra alkalmas		
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,9-2,1 \text{ t/m}^3$	
természetes víztartalom	$w_{\text{term}} = 13-15 \%$	
tömegszázalékos összetétel	kavics Gr	0 %
	homok Sa	70-90 %
	iszap Si	10-30 %
	agyag Cl	0-3 %
egyenlőtlenségi mutató	$C_u = 80-100$	
belső súrlódási szög	$\varphi = 29-32^\circ$	
kohézió	$c = 0-5 \text{ kPa}$	
összenyomódási modulus	$E_s = 20-30 \text{ MN/m}^2$	
vízáteresztési tényező	$k = 10^{-3}-10^{-2} \text{ cm/s}$	

II.4.3. Talajvíz viszonyok

A vizsgált területen 2019.07.15-én végzett nagyátmérőjű fúrások során a talajvízszint 4,40m és 4,80 m közötti mélységekben jelent meg a felszín alatt, majd rövid időn belül beállt, ami a 99,91-100,34 mBf szinteknek felelt meg. A 2020. október 30-án végzett mélyfúrás során a talajvíz a terepszint alatt 3,4 méteren, a 99,41 mBf szinten stabilizálódott. [18]

A Budapest Építéshidroológiai Atlasza szerint a területen a talajvíz becsült maximális szintjét az izobar vonalak alapján a 102,20 mBf szint környékén határozza meg (29. ábra).



29. ábra. Budapest Építéshidroológiai Atlasza – térképrészlet (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

A mértékadó talajvízszintet a becsült maximális vízszint felett 50 cm-rel, a 102,70 mBf szinten állapítják meg a területen. [18]

„A 2F fúrásból vett vízminta vízvegyvizsgálata az alábbi eredményeket adta:” [18]

18. táblázat. Vízvegyvizsgálat eredménye (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

Mért komponens	Mért érték
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	150
Cl ⁻ (mg/l)	268
pH	7,60

„A vegyvizsgálati eredmények alapján a talajvíz beton műtárgyakra nem agresszív, XA0 agresszivitási osztályba sorolható az MSZ 4798:2016 szerint.” [18]

II.4.4. Talajok fagyérzékenysége, tömöríthetősége, fejtési osztálya

19. táblázat: Fagyérzékenység (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

Fagyérzékenység	
talaj megnevezése	osztály
homokos feltöltés	Fagyérzékeny X-2
közepes homok	Fagyálló X-1
aprókavicsos homok-homokos aprókavics	Fagyálló X-1
közepes agyag	Fagyérzékeny X-2
kövér agyag	Fagyérzékeny X-2
kissé cementálódott sovány agyag	Fagyérzékeny X-2
homok-iszapos homok betelepülés	Fagyveszélyes X-3

20. táblázat: Tömöríthetőség szemeloszlás alapján (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

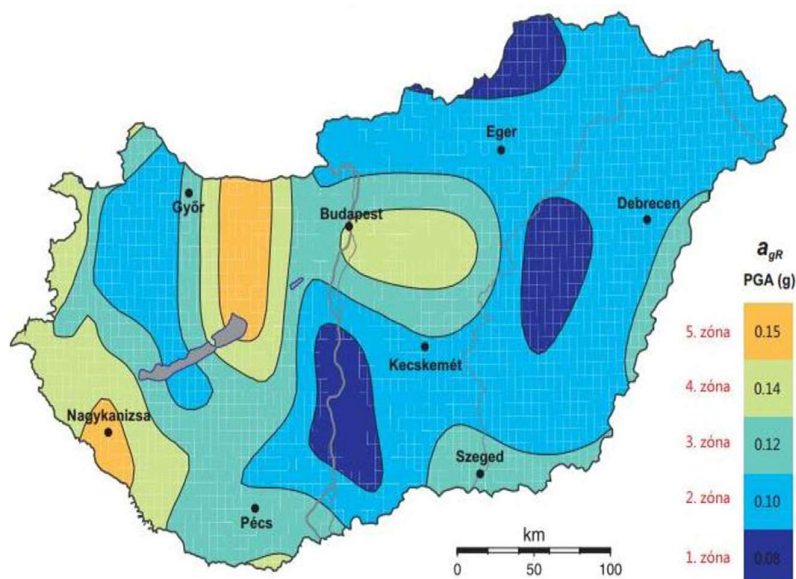
Tömöríthetőség szemeloszlás alapján	
talaj megnevezése	osztály
homokos feltöltés	Nehezen tömöríthető T-3
közepes homok	Nehezen tömöríthető T-3
aprókavicsos homok-homokos aprókavics	Jól tömöríthető T-1
közepes agyag	Nehezen tömöríthető T-3
kövér agyag	Nehezen tömöríthető T-3
kissé cementálódott sovány agyag	Nem tömöríthető T-4
homok-iszapos homok betelepülés	Közepesen tömöríthető T-2

21. táblázat: Fejtési osztály (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

Fejtési osztály	
talaj megnevezése	osztály
homokos feltöltés	F-I-II.
közepes homok	F-I-II.
aprókavicsos homok-homokos aprókavics	F-II-III.
közepes agyag	F-IV-V.
kövér agyag	F-IV-V.
kissé cementálódott sovány agyag	F-V.
homok-iszapos homok betelepülés	F-II.

II.4.5. Szeizmikus viszonyok

„Földrengés tekintetében, a vizsgált területen a szabvány szerint a figyelembe veendő csúcsgyorsulás értéke $ag_R = 0,14g = 0,14 \times 9,81 = 1,37 \text{ m/s}^2$ (10. ábra), míg az altalaj C osztályba sorolható.” [18]



30. ábra: Magyarország szeizmikus térképe (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

„(Az a_{gR} a horizontális gyorsulás relatív értéke az A típusú alapkőzeten, g egységben, az adott területen, 50 évre, 10% meghaladási valószínűség és 1/475 év gyakoriság – 475 éves „visszatérési periódus” – mellett. Magyarországon nem tilos ezen érték 70%-ával számolni, ami 10% helyett 30% meghaladási valószínűséget jelent. a_{gR} -t még meg kell szorozni a vizsgálandó objektum I fontossági tényezőjével is).” [18]

II.5.Összefoglalás

A talajvizsgálati jelentés legfontosabb megállapításait az alábbi rövid pontokban foglalható össze:

„- A tervezett létesítmény előzetesen „3.” geotechnikai kategóriába sorolásának változtatására (jelen vizsgálat során tett folyamatos felülvizsgálat mellett) sem egyes részeken, sem egészében nem merült fel indok. „[18]

„- A tervezett létesítmény megépítésének talajmechanikai akadálya nincs.” [18]

„- A felszín közelében a földmunkák során, korábbi épületmaradványok előkerülhetnek. „[18]

„- A nagytérű fúrások eredményei alapján, a feltöltés alatti termett homok, aprókavicsos homok-homokos aprókavics, valamint a Dunaterasz alatt jelentkező miocén összlet alapozásra alkalmas. „[18]

„- A mértékadó talajvízszint a 102,70 mBf szint. „[18]

„- A talajvíz a területen nem agresszív (XA0), ezért a talajvízzel érintkező beton és vasbeton szerkezetek talajvíz agresszivitás elleni védelme nem szükséges. „[18]

„- $agR=1,37 \text{ m/s}^2$, altalaj: C osztály.” [18]

II.6. Alapozás

A tenderterv alapján tervezik egy olyan létesítmény megvalósítását a területen, amely két, esetleg részben három pinceszinttel és tíz szinttel felfelé rendelkezik, monolit vasbeton pillérvázzal. Ez az épület a szomszédos CP2 Irodaházhoz kapcsolódva épül majd ki. [18]

A pinceszintek alaplemezeinek alsó síkjának várhatóan a munkagödör alsó síkjához kerül majd, ami a tömör aprókavicsos homok-homokos aprókavics alsó rétegébe helyezkedik el. Az átlagos terhelésű, felszerkezet nélküli épületrészek esetében a lemezalapozás is megfontolandó ebben a rétegben. A nagyobb terhelésű részek alatt valószínűleg kiegészítő cölöpalapozásra lesz szükség a jelentős terhek miatt. A cölöpök tervezése fűrt vagy CFA technológiával történhet. [18]

Ha az épület alatt kombinált cölöpalapozás és lemezalapozás kerül kialakításra, a süllyedésekre és süllyedéskülönbségekre kiemelt figyelmet kell fordítani. Bizonyos esetekben, a süllyedések csökkentése érdekében cölöpök alkalmazása lehet szükséges olyan területeken is, ahol egyébként a lemezalapozás is elegendő lenne teherbírás szempontjából. [18]

Az alapozás teherbírását és süllyedését a talajfizikai jellemzők alapján lehet méretezni. A cölöpalapozás tervezéséhez javasolt felhasználni a statikus CPT szondázások eredményeit. Az épület felúszás elleni biztonsága külön vizsgálendő, főleg a felszerkezet nélküli részeken, mivel magas talajvízszint esetén problémák merülhetnek fel. [18]

A felúszás elleni védekezés lehorgonyzó cölöpökkel vagy szivárgó rendszerrel történhet, amely a pinceszint körül a vízzáró határoláson belül összegyűlő vizet „állandóan” szivattyúzza ki. [18]

II.7.Szigetelés

Az épületet a mértékadó talajvízszintig víznyomás, a felette lévő részen pedig talajnedvesség és talajpára elleni szigeteléssel kell ellátni. A szigetelés kialakítását a lehetséges szivárgó rendszerrel és az épület felúszás elleni védelmi rendszerrel összhangban kell tervezni. [18]

II.8.Munkatérhatárolás, víztelenítés

A tervezett pince munkagödrét javasolom körbevenni három oldalról egy vízzáró résfallal, amelyet a nagy vastagságú, vízzárónak tekinthető agyagos alapkőzetbe fogtam be. Az agyagban a jó vízzáróság miatt legalább 1,5-2 m mélyen bele kell eresztetni a résfalat. A Váci úti 81-83. épület felőli oldalon lévő résfallal vízzáró módon kell csatlakoztatni az új résfalat. [18]

Az új résfal hosszát részben a statikai szükségletek, részben a vízzárás biztosítása határozza meg. A résfalat várhatóan horgonyzott szerkezetként kell kialakítani. A talajvízszint észlelő kutat 3CPT-nél létesítettük a terepszint alatt 5,0 méteres mélységig a kivitelezési vízszint becslése érdekében. Az itt mért talajvízszint mozgása alapján a kivitelezés időpontjára rendelkezésre állhat egy viszonylag hosszú adatsor, ami segít a résfal felső síkjának meghatározásában, ami gazdaságossági szempontból fontos lehet. A résfal felső síkja felett szabad, vagy szögezett lőtt betonnal biztosított rézsút lehet készíteni. [18]

Fontos megjegyezni, hogy a földmunkák során előfordulhat, hogy a meglévő szomszédos résfal horgonyai előkerülnek a tárgyi telekre nyúlva. [18]

Az új résfal esetleges horgonyai, amelyeket a Váci úttal párhuzamosan kell készíteni, a metróvédelmi zónán belülre kerülhetnek. [18]

II.9.Tervezésnél alkalmazható talajfizikai paraméterek

„A feltárt talajrétegek esetében az alábbi karakterisztikus értékek felvételét javasolják. A felvett értékek az adott talajzóna átlagára vonatkoznak.” [18]

22. táblázat: Homokos feltöltés vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgáló)

<i>homokos feltöltés (Mg)</i>	
Belső súrlódási szög	$\phi_k = 26^\circ$
Kohézió	$c_k = 0 \text{ kPa}$
Összenyomódási modulus	$E_{sk} = 6 \text{ MN/m}^2$

23. táblázat: Közepes homok vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgáló)

<i>közepes homok (Sa)</i>	
Belső súrlódási szög	$\phi_k = 30^\circ$
Kohézió	$c_k = 0 \text{ kPa}$
Összenyomódási modulus	$E_{sk} = 15 \text{ MN/m}^2$

24. táblázat: Aprókavicsos homok vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgáló)

<i>aprókavicsos homok-homokos aprókavics (grSa-saGr)</i>	
<i>eredeti terephez képest ~6 m felett, valamint ~9 m alatt</i>	
Belső súrlódási szög	$\phi_k = 32^\circ$
Kohézió	$c_k = 0 \text{ kPa}$
Összenyomódási modulus	$E_{sk} = 25 \text{ MN/m}^2$
<i>eredeti terephez képest ~6-9 m között</i>	
Belső súrlódási szög	$\phi_k = 36^\circ$
Kohézió	$c_k = 0 \text{ kPa}$
Összenyomódási modulus	$E_{sk} = 40 \text{ MN/m}^2$

25. táblázat: Közepes agyag vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgáló)

<i>közepes agyag (Cl)</i>	
Belső súrlódási szög	$\phi_k = 19^\circ$
Kohézió	$c_k = 90 \text{ kPa}$
Összenyomódási modulus	$E_{sk} = 12 \text{ MN/m}^2$
Drénezetlen nyírószilárdság	$c_{u,k} = 120 \text{ kN/m}^2$

26. táblázat: Kövér agyag vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgáló)

<i>kövér agyag (Cl)</i>	
Belső súrlódási szög	$\phi_k = 14^\circ$
Kohézió	$c_k = 120 \text{ kPa}$
Összenyomódási modulus	$E_{sk} = 11 \text{ MN/m}^2$
Drénezetlen nyírószilárdság	$c_{u,k} = 130 \text{ kN/m}^2$

27. táblázat: Homokos, kavicsos kövér agyag vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

<i>homokos, kavicsos kövér agyag (sagrCl)</i>	
Belső súrlódási szög	$\phi_k = 27^\circ$
Kohézió	$c_k = 110 \text{ kPa}$
Összenyomódási modulus	$E_{sk} = 20 \text{ MN/m}^2$
Drénezetlen nyírószilárdság	$c_{u,k} = 200 \text{ kN/m}^2$

28. táblázat: Kissé cementálódott sovány agyag vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

<i>kissé cementálódott sovány agyag (Cl)</i>	
Belső súrlódási szög	$\phi_k = 24^\circ$
Kohézió	$c_k = 110 \text{ kPa}$
Összenyomódási modulus	$E_{sk} = 17 \text{ MN/m}^2$
Drénezetlen nyírószilárdság	$c_{u,k} = 210 \text{ kN/m}^2$

29. táblázat: Homokos-iszapos homok vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)

<i>homok-iszapos homok betelepülés</i>	
Belső súrlódási szög	$\phi_k = 29^\circ$
Kohézió	$c_k = 0 \text{ kPa}$
Összenyomódási modulus	$E_{sk} = 20 \text{ MN/m}^2$

III. Számítás

III.1.Résfal beépítésének az indoklása

A résfalra esett a választás a munkaterület határolására, mivel a szád fal kiváló vízzáróságot biztosít, dinamikus hatás miatt nem használható. A cölöpfal nem alkalmas elsősorban a vízzárósága miatt, és bár végleges szerkezet lenne, nem lenne lehetőség használni a mélygarázs végleges oldalfalaként.

Ellenben a résfal biztosítja a vízzáróságot, és szolgálhat a két-három szintes mélygarázs oldalfalaként is. Ha a felszerkezet úgy kívánja, akár a földszint alaplemezt is részben terhelhetjük a résfallal egy síkban futó falakkal együtt.

III.2.A szerkezethez felhasznált anyagok

III.2.1.Betonminőség

A beton minőségét az MSZ EN 4798:2016 szabvány szerint határoztam meg. A résfalhoz alkalmazott nyomószilárdsági osztály C30/37.

A tervezés során azonban, a biztonság érdekében, C20/25-tel fogok számolni. A környezeti osztályba sorolásnál figyelembe kell venni, hogy a beton enyhén agresszív talajvíznek lesz kitéve, ezért az egyik környezeti osztály XA1. A másik környezeti osztályt a talajvíz által okozott nyomás miatt kell alkalmazni, ami miatt XV2-re is szükség van. Végül, mivel a szerkezet ritkán lesz száraz, inkább nedves környezetben helyezkedik el, az XC2 osztályba is be kell sorolni.

A beton maximális szemnagysága 24 mm lesz, a konzisztencia osztálya pedig F5, hogy megfelelően szét tudjon terülni mindenhol.

Alkalmazott betonminőség: C30/37-XC2-XA1-XV2-24-F5

A számítás során alkalmazott betonminőség: C20/25

A beton szilárdsági paraméterei:

- $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$
- $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$
- $f_{ctd} = 1,0 \text{ MPa}$
- $f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$
- $E_{cm} = 3000 \text{ MPa}$
- $E_{c \text{ eff}} = 9900 \text{ MPa}$

III.2.2.Betonacél

Az alkalmazott betonacél minőség: B500, B240

A B500 betonacél szilárdsági paraméterei:

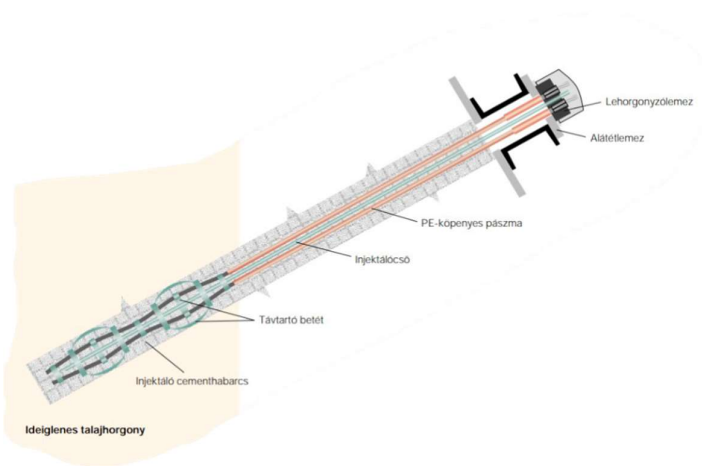
- $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
- $E_s = 200000 \text{ MPa}$

A B240 betonacél szilárdsági paraméterei:

- $f_{yk} = 240 \text{ MPa}$
- $f_{yd} = 209 \text{ MPa}$
- $E_s = 200000 \text{ MPa}$

III.2.3.Horgony

A horgony egy injektált, előfeszített ideiglenes megtámasztó szerkezetként fog funkcionálni addig, amíg a mélygarázsban helyet kapó födémek és az alaplemez beépítésre nem kerül.



31. ábra: Dywidag talajhorgony (Dywidag geotechnikai rendszerek)

III.3. Felhasznált szabványok és programok

III.3.1. Szabványok

- MSZ EN 4798:2016 Betonminőség meghatározása
- MSZ EN 10080 Betonacél
- MSZ EN 1990 A tervezés alapjai
- MSZ EN 1991 Terhek, hatások
- MSZ EN 1992-1 Vasbetonszerkezetek tervezése, általános szabályok
- MSZ EN 1997-1 Geotechnikai tervezés, általános szabályok
- MSZ EN 1997-2 Geotechnikai tervezés, vizsgálatok
- MSZ EN 1998 Tervezés földrengésre
- MSZ EN 1537 Talajhorgony építési előírások
- MSZ EN 1538 Résfal tervezésének speciális kérdései

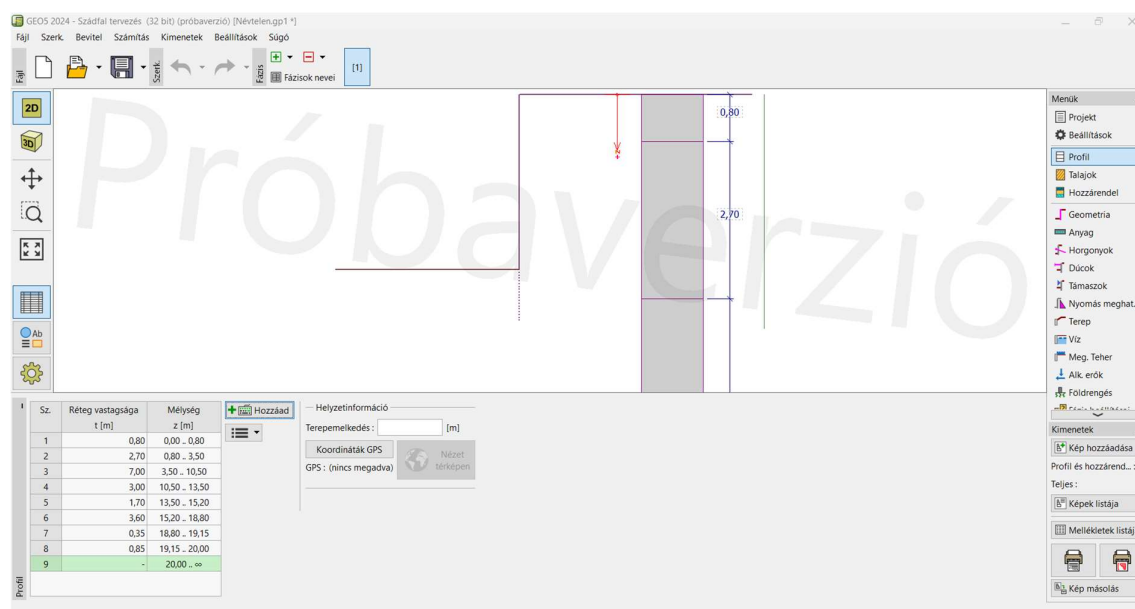
III.3.2. Programok

- Microsoft Office Word
- Microsoft Office Excel
- GEO5
- AutoCAD

III.4. Befogási hossz meghatározása

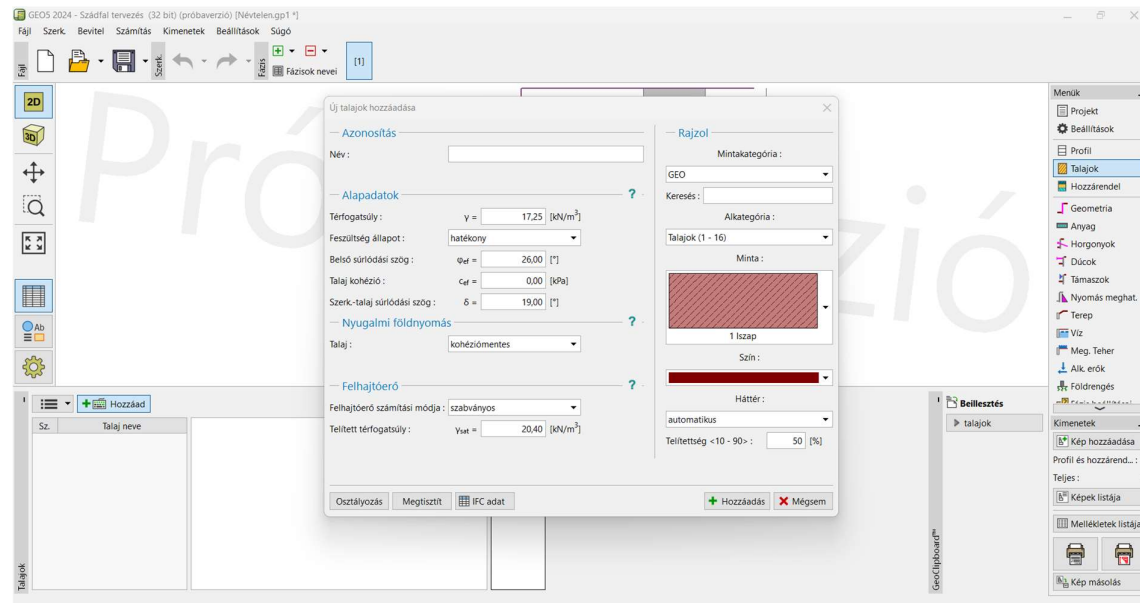
Először a talajvizsgálati jelentésből kapott adatok segítségével meghatározom a befogási mélységet GEO5 szoftver szádfal tervezés moduljával. Az összes rétegszelvényben vizsgálom, először a legmélyebbel kezdem.

Az első bemutatom részletesen, lépésről lépésre a többinek csak a végeredményét fogom bemutatni. Első lépésbe a profil menüpontban a talajrétegek vastagságát fogom megadni.

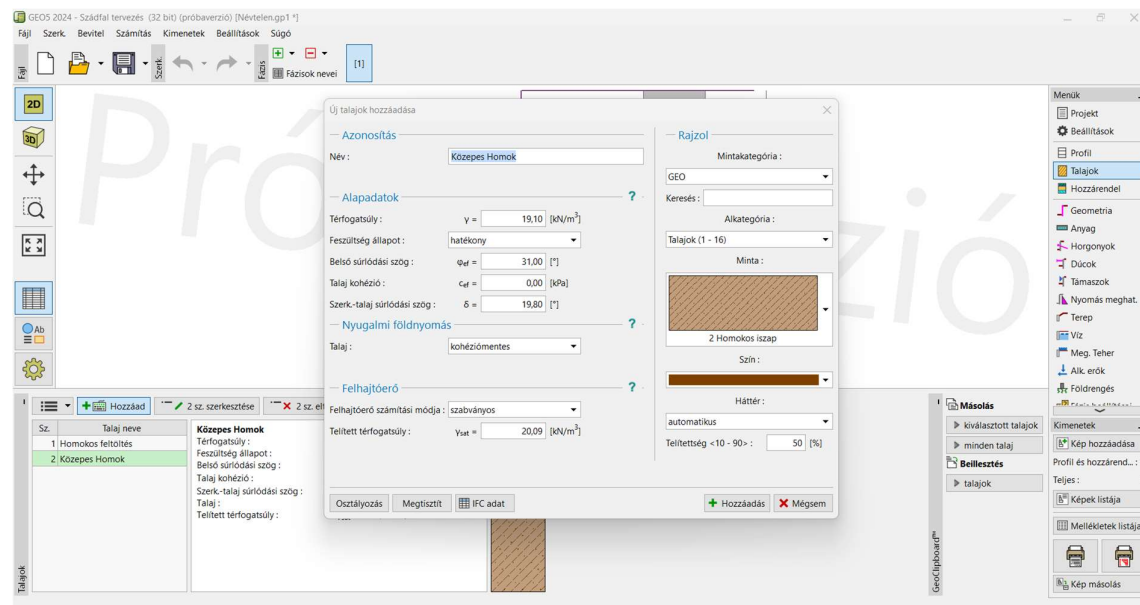


32. ábra: C rétegszelvény talajrétegek

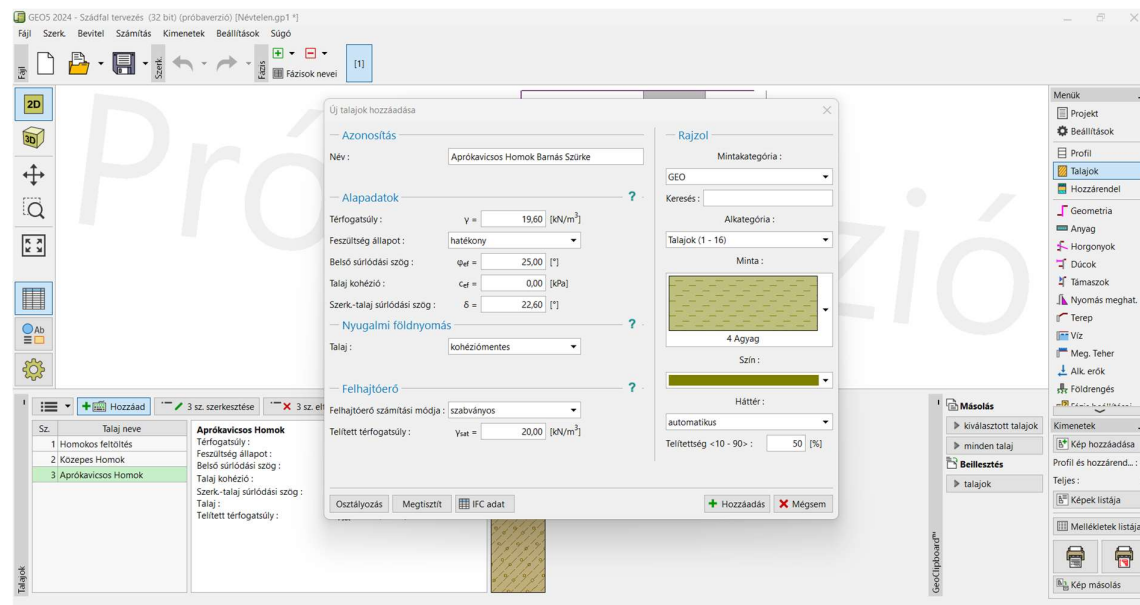
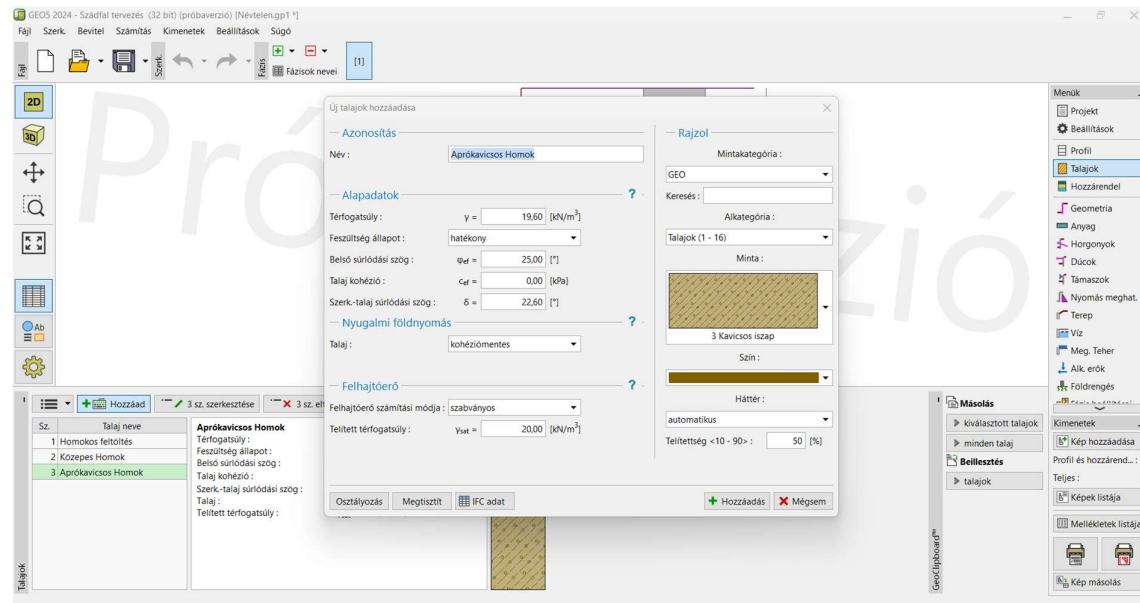
Ahogy a képen látszódik is 8 réteget különböztetünk meg. Második lépésben megadom a talajok jellemzőit.

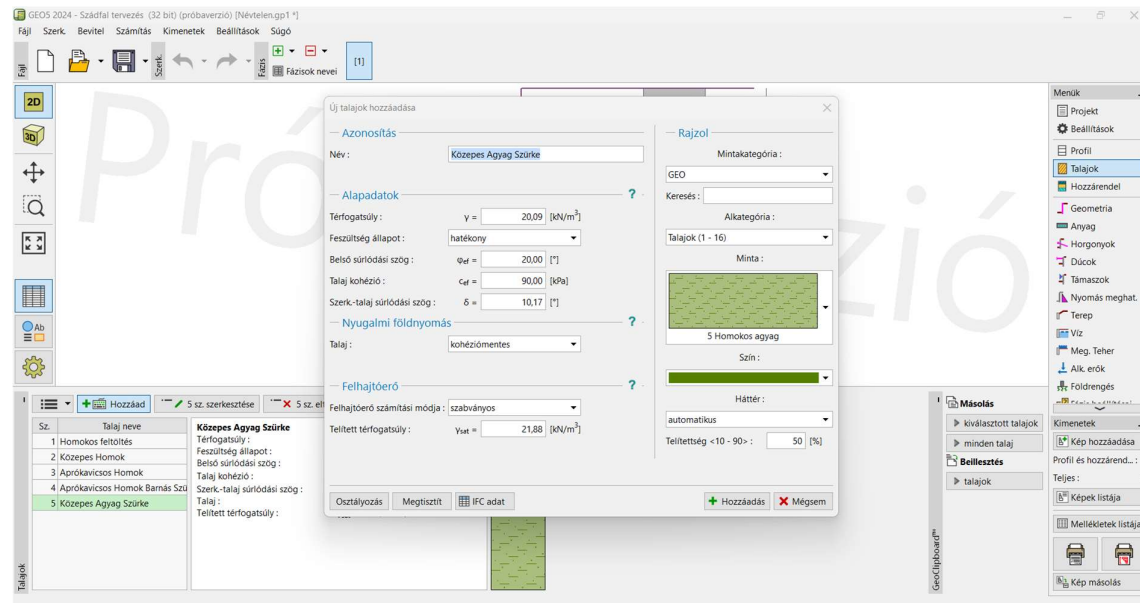


33. ábra: C rétegszelvény, Homokos Feltöltés

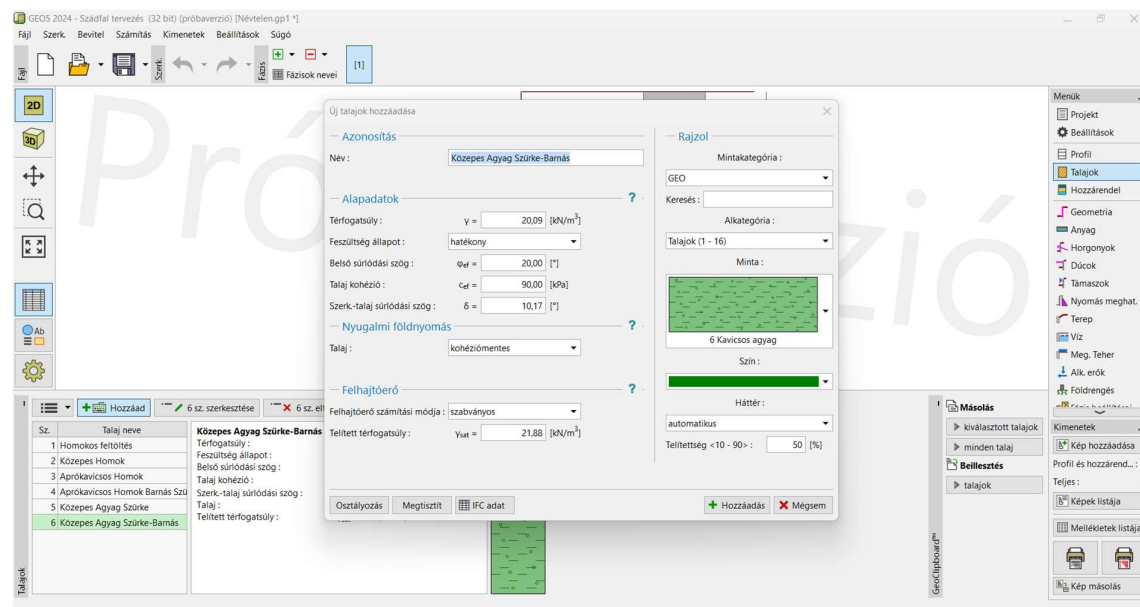


34. ábra: C rétegszelvény, Közepes Homok

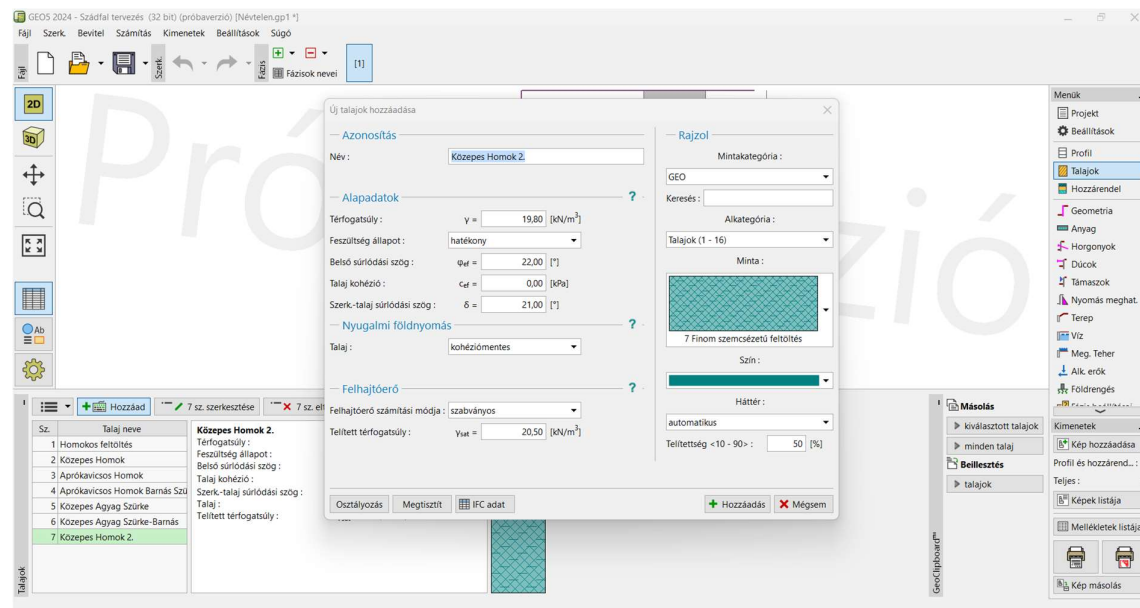




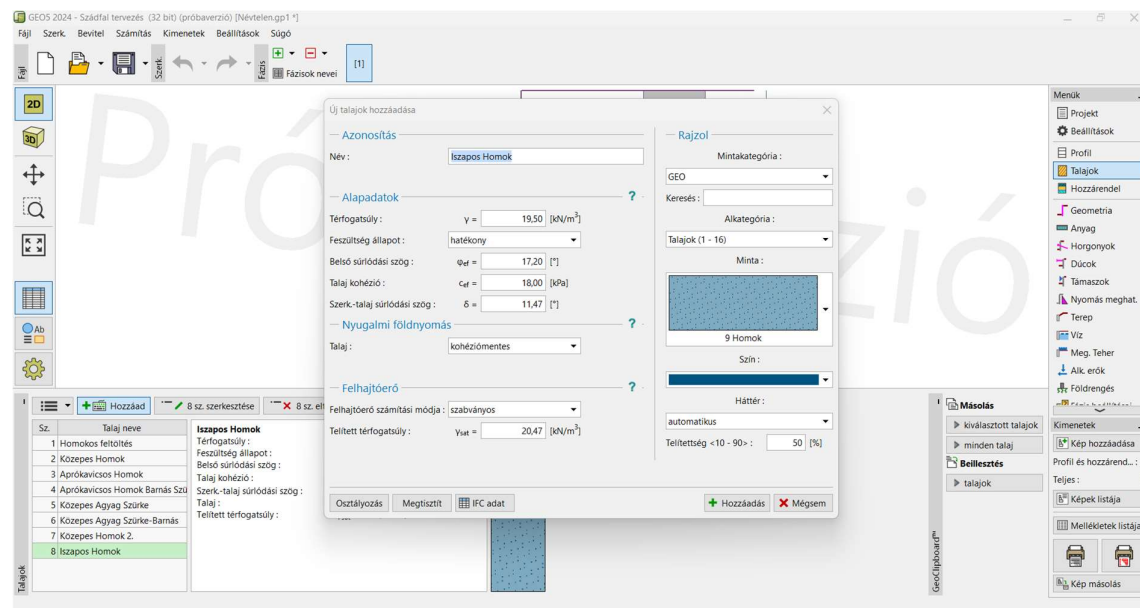
37. ábra: C rétegszelvény, Közepes Agyag Szürke



38. ábra: C rétegszelvény, Közepes Agyag, Szürkés-Barna

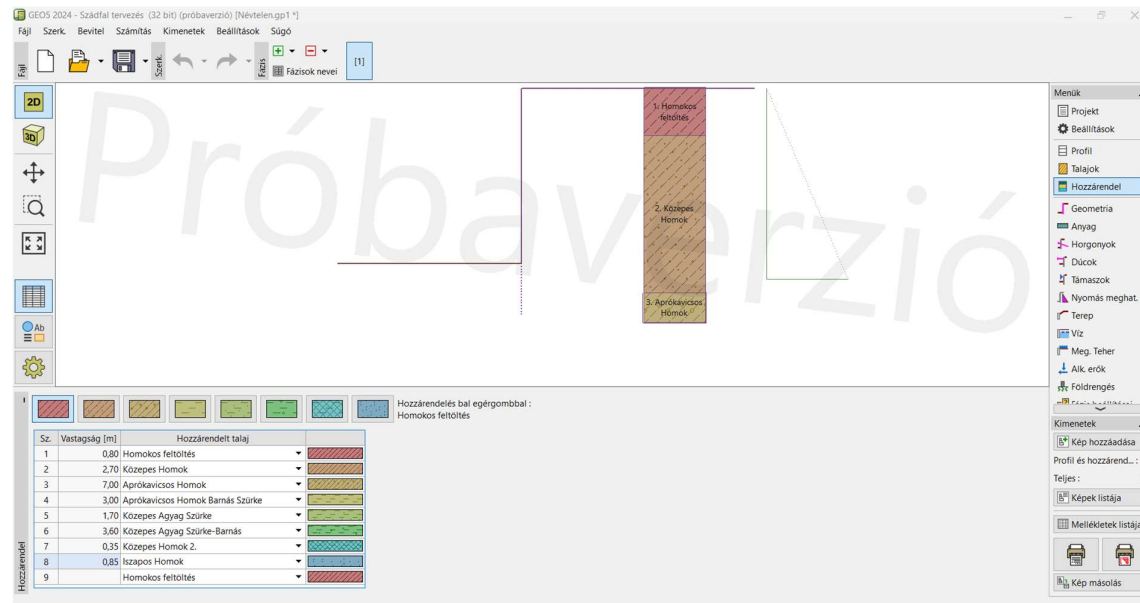


39. ábra: C rétegszelvény, Közepes Homok 2.



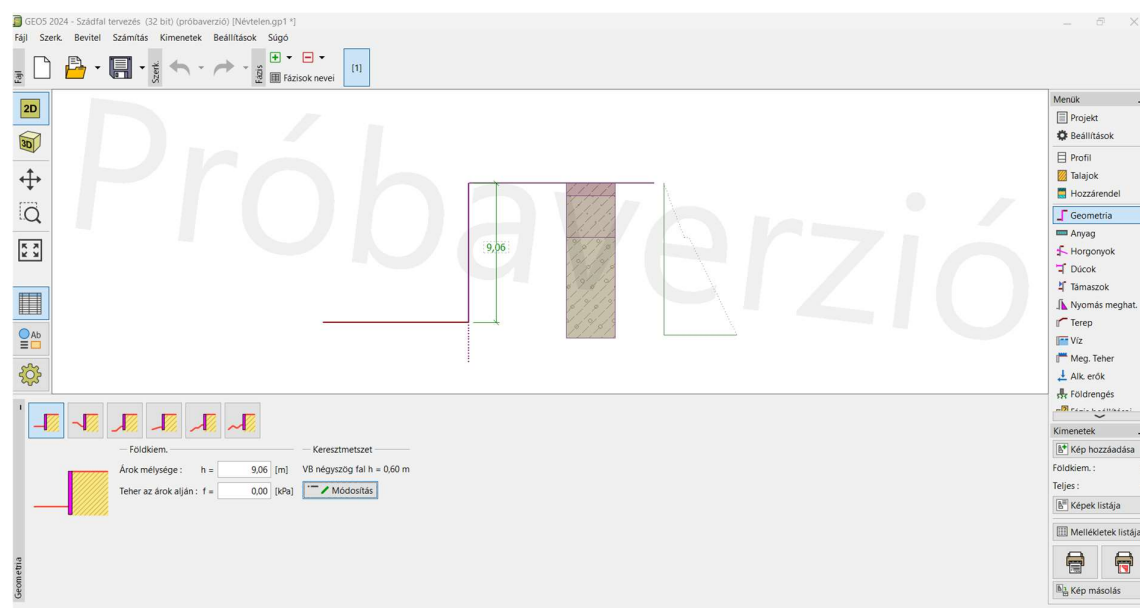
40. ábra: C rétegszelvény, Iszapos Homok

A talaj típusokat hozzárendelem a megfelelő réteghez.



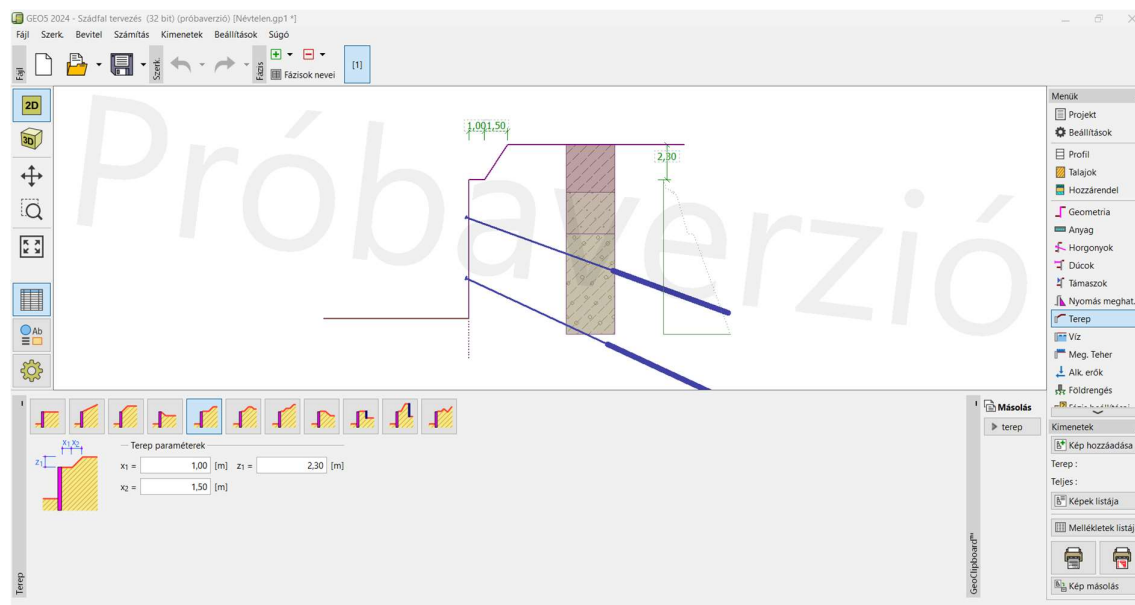
41. ábra: C rétegszelvény, Talajok hozzárendelés

A gödör alsó síkja -11,36 méteren lesz, azonban a résfal csak -2,3-ról indul mert van egy minimális rézsű. Ezért a 9,06 méter lesz a résfal földből kiemelkedő része. Itt megadtam a résfal vastagságát is, amit 0,6méterre vettem fel előzetesen.



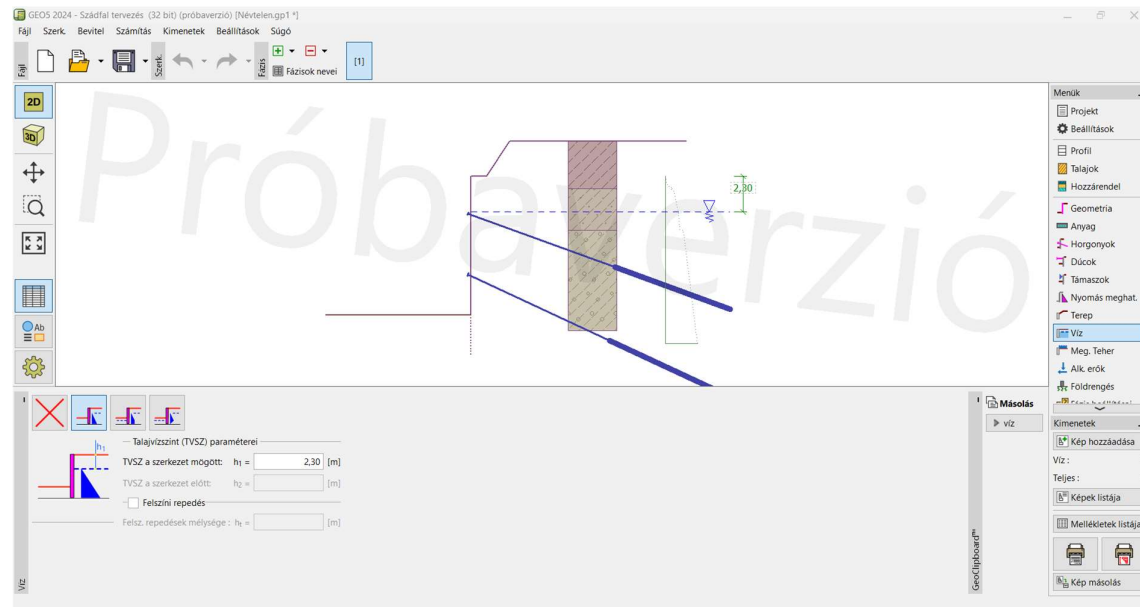
42. ábra: C rétegszelvény, Geometria

Itt felveszem a rézsút és a előírányzott horgonyokat is betettem amit majd később ellenőrizni fogok. Ahogy már előzőekben írtam 2,3 méter magas rézsú van kialakítva.



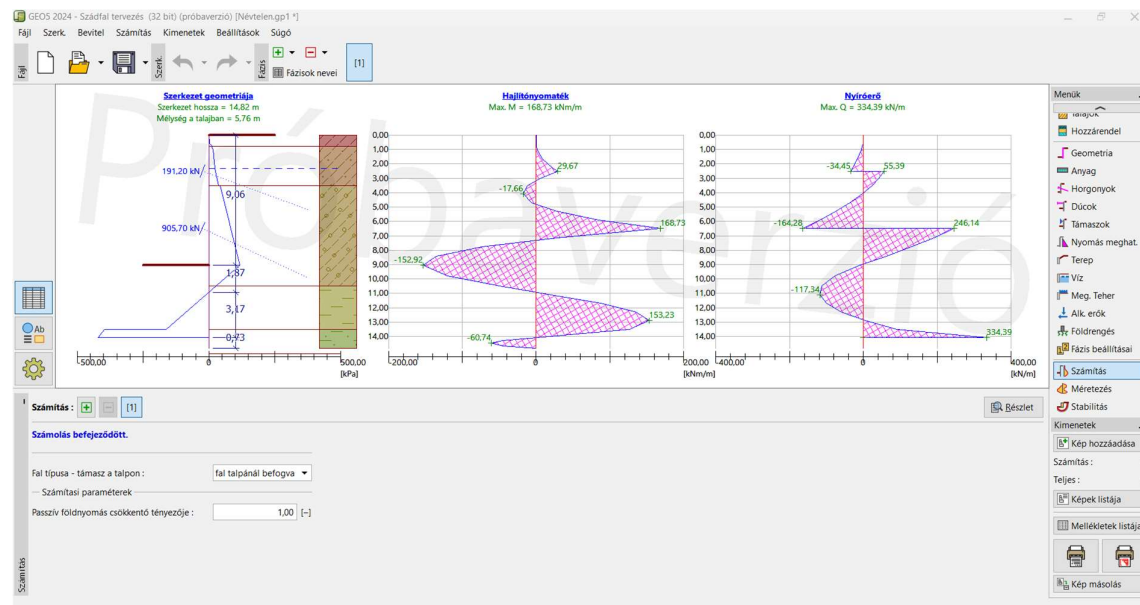
43. ábra: C rétegszelvény, Terep

A talajvízszint a területen 4,4-4,8 méter között ingadozik, ezért én az építési talajvízszintet egységesen 4,6 méterre vettem fel az összes helyen hogy egységes legyen . Ezt most fogom bevinni a programba. Azért 2,3 métert látunk a képen mert a föld felszínétől számítjuk a -4,6 métert és mivel 2,3 a rézsú így jön ki a 2,3 méter a résfal felső síkjától.



44. ábra: C rétegszelvény, Talajvízszint

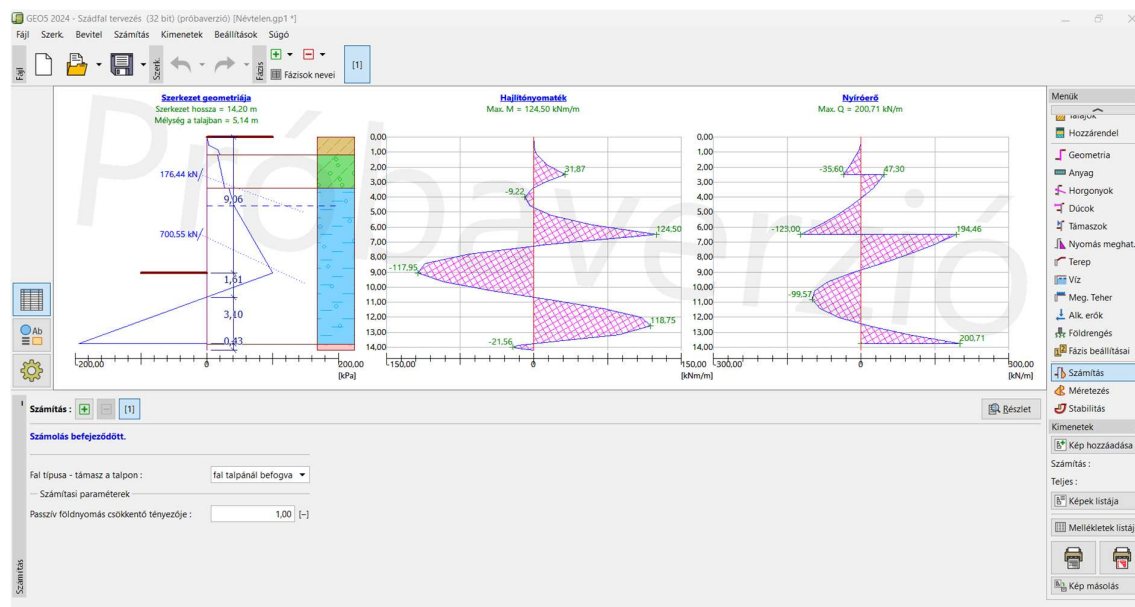
Végül a számítás fül alatt megkapom, hogy mekkora mélységbe kerül a résfal a földbe.



45. ábra: C rétegszelvény, 20m mély

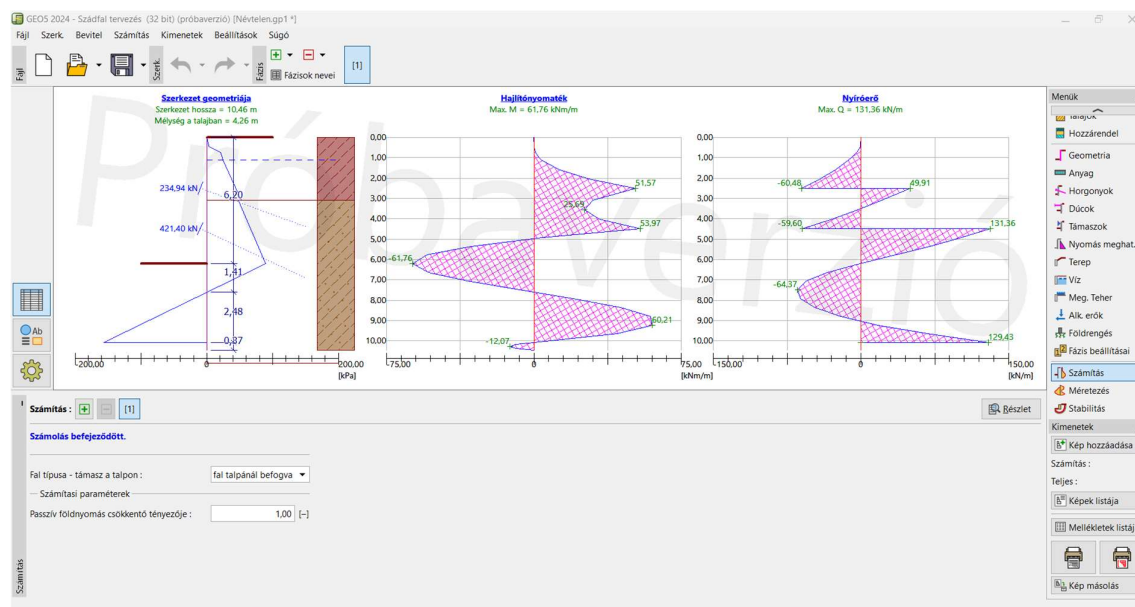
A szerkezetnek ebben a talajrétegződésben a befogási mélysége 5,76 m lesz összesen pedig 14,82 m hosszú lesz.

Végeztem az a C fúrasszelvény rövid számításával, ezt követően a többi rétegszelvényen elvégzem ugyan ezt a számítási menetet, melyeknek csak a végeredményét fogom prezentálni.



46. ábra: A rétegszelvény, 20 mély

Ennek a szerkezetnek ebben a talajrétegződésben a befogási mélysége 5,14 m lesz összesen pedig 14,20 m hosszú lesz.



47. ábra: B rétegszelvény, 18m mély elakadt

A 3F fúrás 18 méter mélyen elakadt, de ez nem is baj mert ezen a részen csak -2 szintig fog megvalósulni az épület ezért kisebb lesz a munkagödör is. Itt -8,5méteren lesz a munkagödör alsó síkja. Így a szerkezetnek ebben a talajrétegződésben a befogási mélység 4,26m lesz összesen pedig 10,46m hosszú lesz.

Az eredményeket összegzem egy táblázatban:

30. táblázat: Befogási mélységek

Fúrás	Befogási hossz	Teljes hossz
1F	5,14m	14,2m
2F	5,76m	14,82m
3F	4,26m	10,46m

III.5. Tervezési állapotok

Miután a GEO5 szád fal tervezési moduljával meghatároztam a szükséges befogási hosszt, a GEO5 szád fal ellenőrzési moduljával végzem el a különböző tervezési állapotok vizsgálatát. Ezek a tervezési állapotok gyakorlatilag az építés különböző szakaszainak ellenőrzését jelentik,

hogy az építés folyamatában és a végső állapotban is a szerkezet megőrizze az állékonyságát. Ennek célja egy pontosabb számítás elérése.

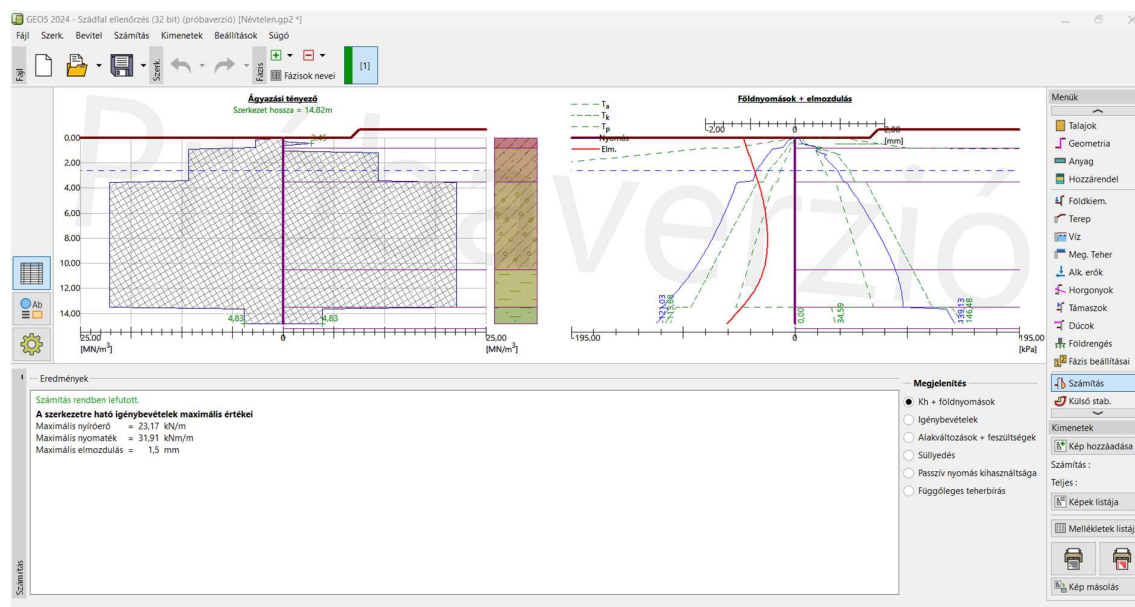
Első lépésként a talajrétegződés alapján vizsgálom meg a befogási hosszt, mely alapján kiderül, hogy a résfalhoz milyen hosszú befogást szükséges alkalmazni. Ezután a maradék kettő talajrétegződés alapján is vizsgálatot végezek.

III.5.1. Első tervezési állapot

Az első tervezési szakaszban a talajrétegződést határozom meg, és először azt a réteget veszem figyelembe, amelyre a legnagyobb befogási hossz jött ki. Bár kisebb eltérések lehetnek a talajrétegződésben, az összes rétegszelvény alapján ellenőrzöm a szerkezetet.

Mindenekelőtt ugyanazokon a lépéseken végigmegyek mint a tervezési modulban és ezek után fogok 10KN/m²-es terhelést helyezni a talajra. Amikor ezzel elkészültem, elhelyezem a résfalat a talajban, meghatározva annak hosszát, ami 14,80 méter lesz.

A résfal anyagát, ami jelen esetben C20/25-ös beton lesz, mint korábban említettem a biztonság javára ezzel a nyomószilárdsággal fogok számolni. Fontos az is, hogy a betonacél minősége B500-as legyen. Emellett meghatározzuk a talajvízszintet is a szerkezet körül, amely -4,6 méterrel lesz a résfal előtt és mögött.



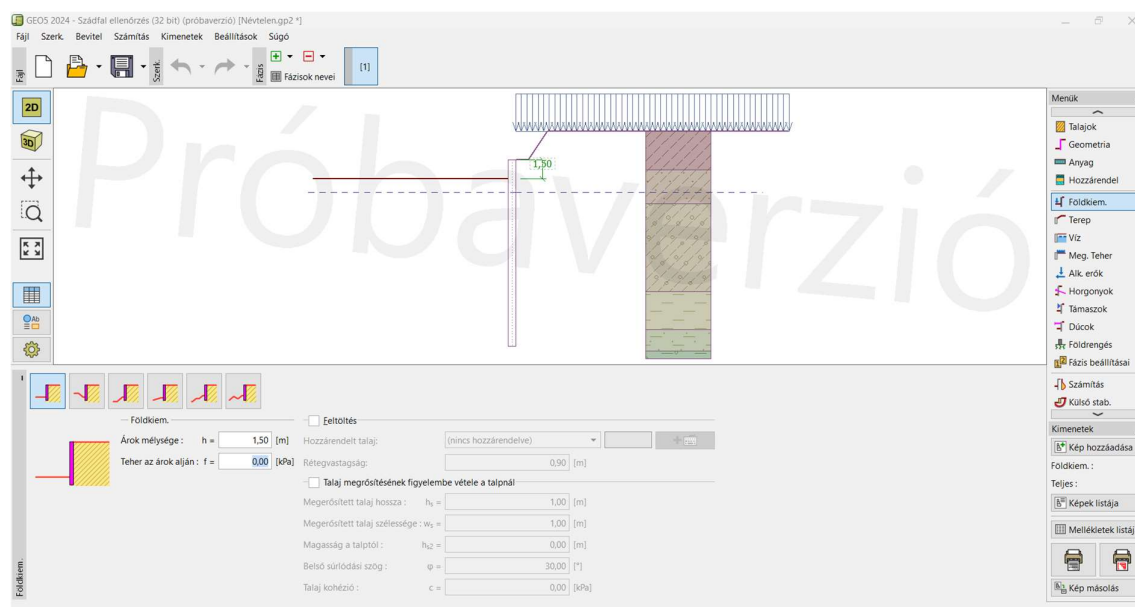
48. ábra: Első tervezési állapot

Az első fázis rendben lefutott kis nyomaték és nyíróerő keletkezett mert, ennél a fázisnál még nem történt földkiemelés. Tehát a fal mindkét oldala támasztva van még a föld által.

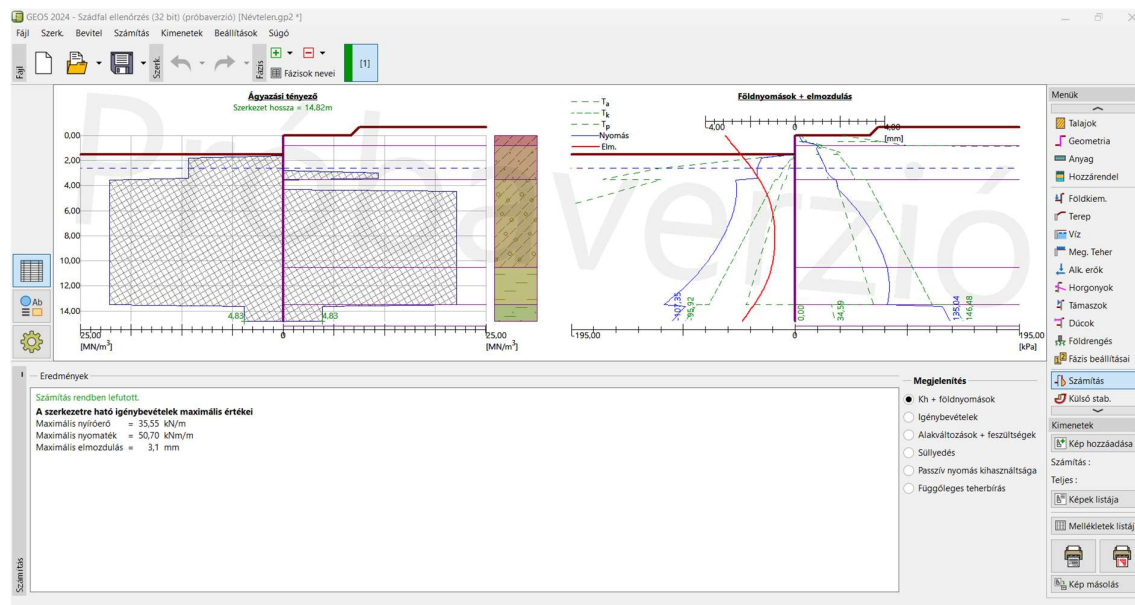
III.5.2. Második tervezési állapot

Az alap adatokat már az első tervezési fázisban bevittük, mivel ez elengedhetetlen annak előkészítéséhez, hogy lássuk, hogyan viselkedik a szerkezet nyugalmi állapotban.

Itt csak annyit változtatunk, hogy elvégezzük a földkiemelést, de csak a első horgonyzás szintjéig. Ez azt jelenti, hogy a munkagödör magasságának csak közel 20%-át emeljük ki, ami itt 1,5 méter lesz. Fontos, hogy csak a horgonyzás szintjéig emeljük ki a földet, mert a horgonyok biztosítják majd a résfal stabilitását a teljes földkiemelés során.



49. ábra: Második tervezési állapot földkiemelése

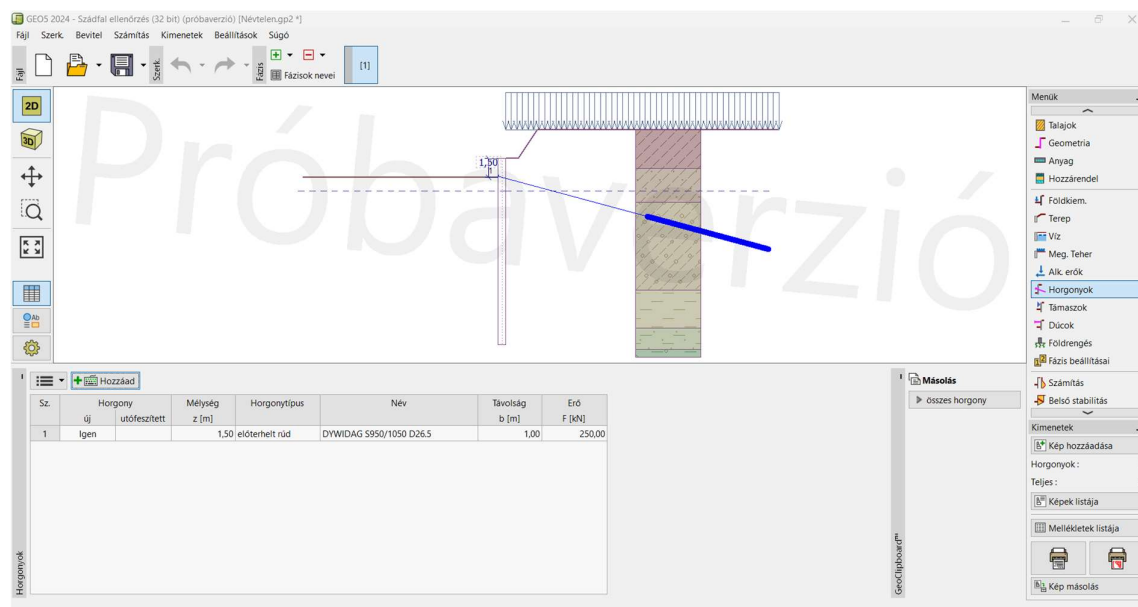


50. ábra: Második tervezési állapot

Itt már nőtt a maximális nyomaték (50,7 KNm/m) és nyíróerő is (35,55 KN/m). Van a szerkezetnek némi elmozdulása is alul 3,1 mm, ami a maximális a szerkezet tetején pedig kb 3,5 mm.

III.5.3. Harmadik tervezési állapot

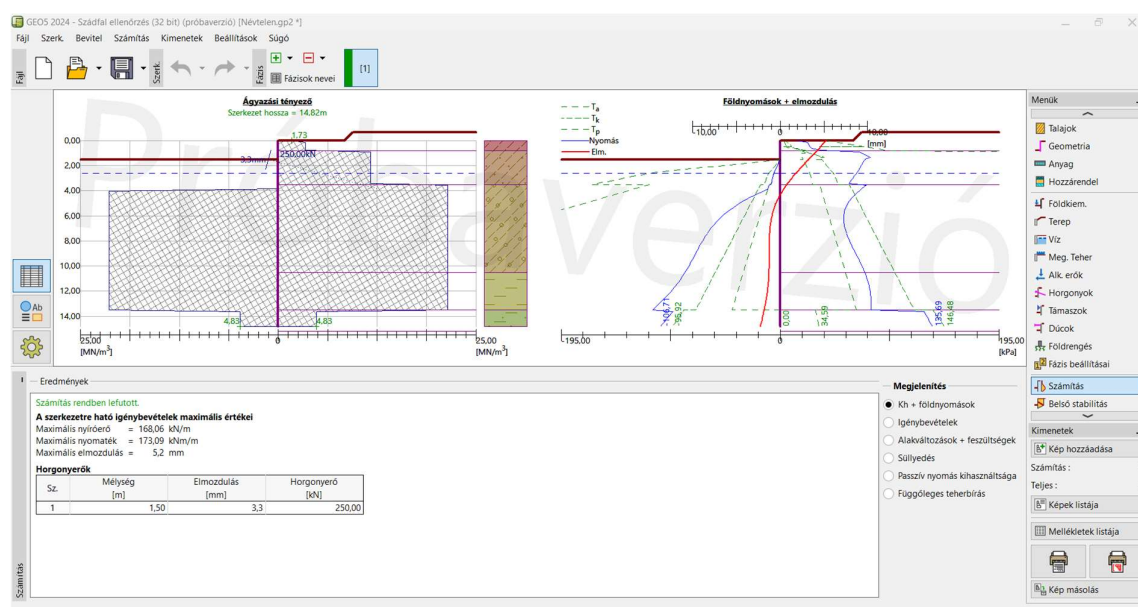
Ebben a szakaszban, miután elvégeztem a földkiemelést a horgonyzás szintjéig, telepítem a feszített horgonyt. Fontos, hogy a horgony átmenjen a szemcsés talajon a csúszó lapon keresztül, mert csak így lehet kiteve a terhelésnek.



51. ábra: Harmadik tervezési állapot, felső horgony

Eredetileg 25 fokos dőlésszöget terveztem a horgony számára, de ez nem adott volna elég stabilitást a műtárgyamnknak, ezt a tervezési modulban csináltam, ezért 15 fokra csökkentettem.

A horgony szára (szabad hossza) 12 méter lesz, míg a befogási hossza 10 méter. A horgony injektált lesz, ahogy korábban említettem, és az alaplemez és a mélygarázs födémeinek beépítése után levágják őket. Átmérőjét 100 mm-re állítottam, előfeszítésként pedig 250 kN-t alkalmaztam. A horgonyok egymástól való távolsága 1,0 méter.

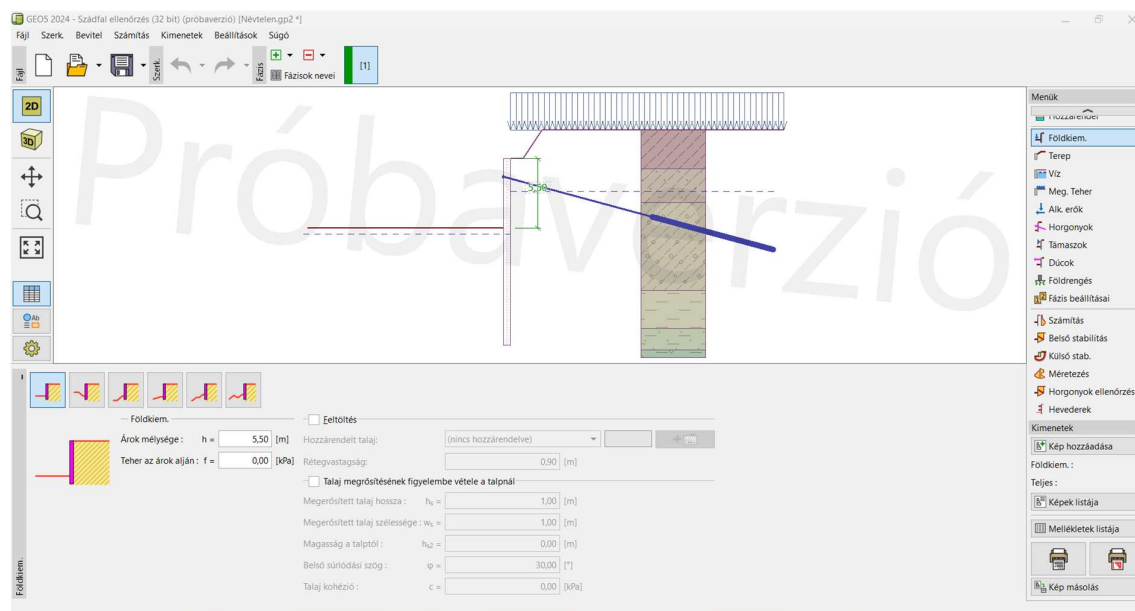


52. ábra: Harmadik tervezési állapot

Itt már nagyobb mértékben nőtt a maximális nyomaték (173,09 KNm/m) és nyíróerő is (168,06 KN/m) és a szerkezet elmozdulási is megváltozott, a szerkezet alsó síkjában 1mm körül mozdul ki, míg a tetejénél a horgony húzza a szerkezet felé és ott 5mm körül van az elmozdulás.

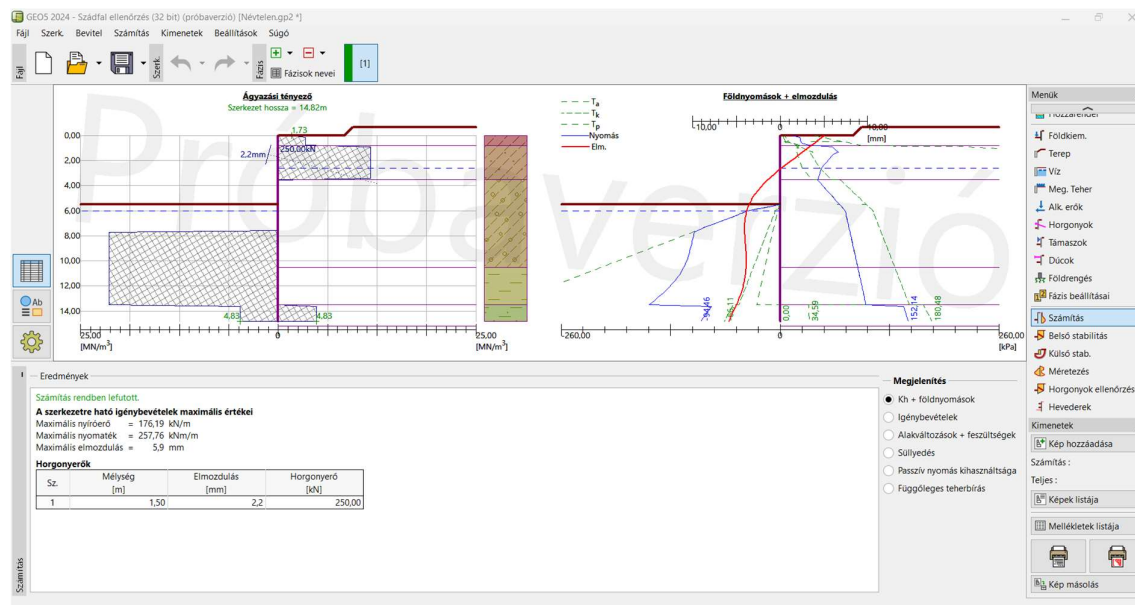
III.5.4. Negyedik tervezési állapot

Negyedik tervezési állapotban folytatjuk a földkiemelést. Ezúttal az alsó horgony szintjéig fogom kitermelni a földet. Ez a szint a résfal felső síkjától -5,5 méterre van körülbelül, ami azt jelenti a földtömeg több mint a 60-65%-át már kitermeltük így a szerkezetre már a végső nyomaték ugyan ekkora része fog hatni.



53. ábra: Negyedik tervezési állapot földkiemelése

Itt meg volt az első víztelenítési fázis, a depressziós görbe legfelső pontját úgy érdemes felvenni, hogy a munkagödör alsó síkja alá kerüljön legalább 0,5 méterrel. Tehát a talajvizet a belső oldalon 6,0 méterre viszem le.

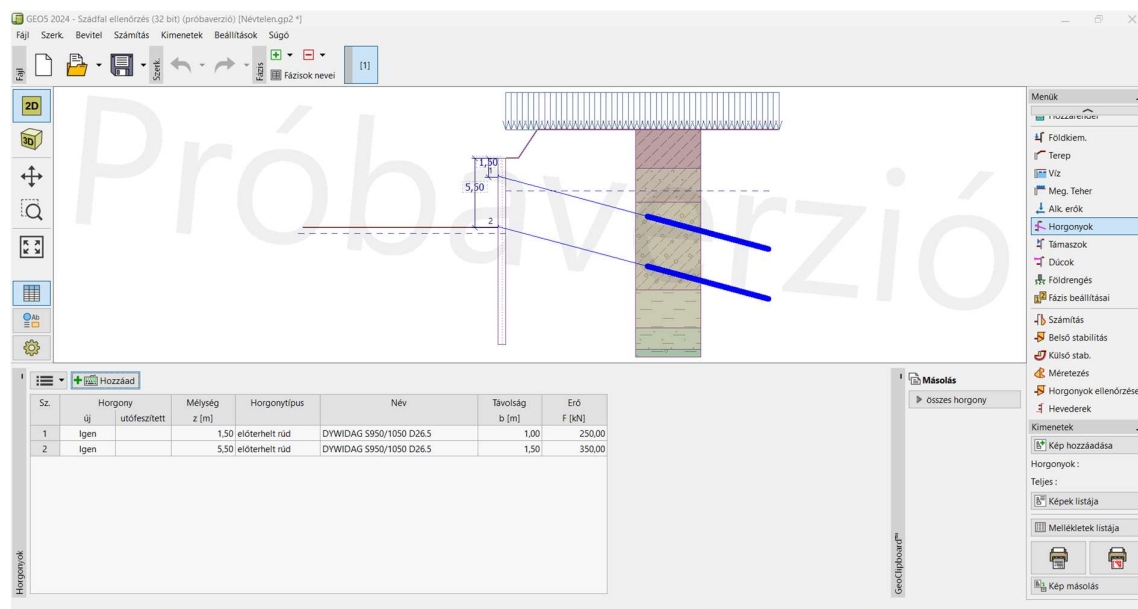


54. ábra: Negyedik tervezési állapot

A maximális nyomaték nagyobb mértékben emelkedett (50,7 kNm/m), de a nyíróerő (35,55 kN/m) csak alig 2-3%-kal nőtt. A szerkezetnek az elmozdulása alul 5,9mm, felül pedig 5,1mm.

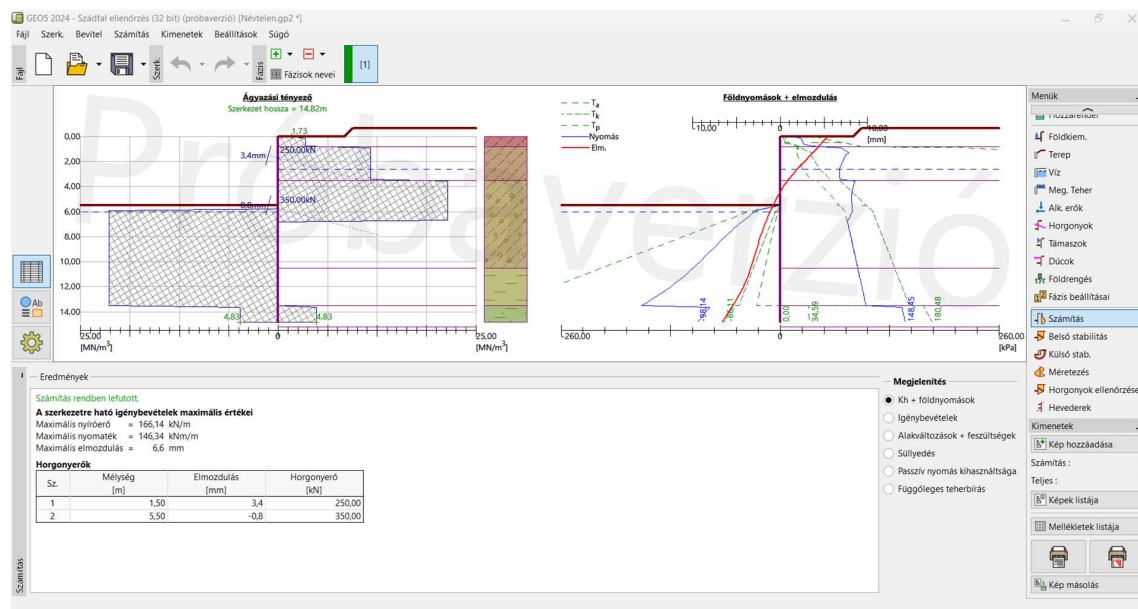
III.5.5. Ötödik tervezési állapot

Ebben a szakaszban, miután elvégeztem a földkiemelést a második horgonyzás szintjéig, telepíttem a második feszített horgonyt. Ugyan így fontosnak tartom hogy a horgony átmenjen a szemcsés talajon a csúszó lapon keresztül, mert csak így lehet kitéve a terhelésnek. A horgonyt 15 fokos szögben vettem fel mert így adta a legjobb nyomatékot. Ezt a tervező modulban véglegesítettem.



55. ábra: Ötödik tervezési állapot, alsó horgony

A horgony szára (szabad hossza) 12 méter lesz, míg a befogási hossza 10 méter. A horgony injektált lesz, ahogy korábban említettem, és az alaplemez és a mélygarázs födéme beépítése után levágják őket. Átmérőjét 100 mm-re állítottam, előfeszítésként pedig 350 kN-t alkalmaztam. A horgonyok egymástól való távolsága 1,5 méter.

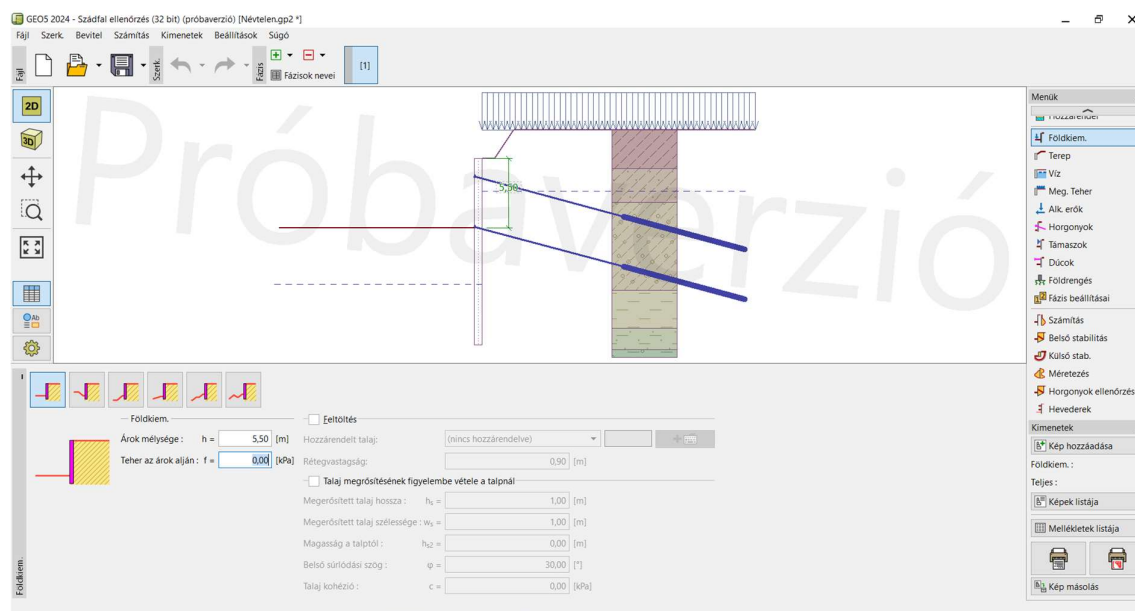


56. ábra: Ötödik tervezési állapot

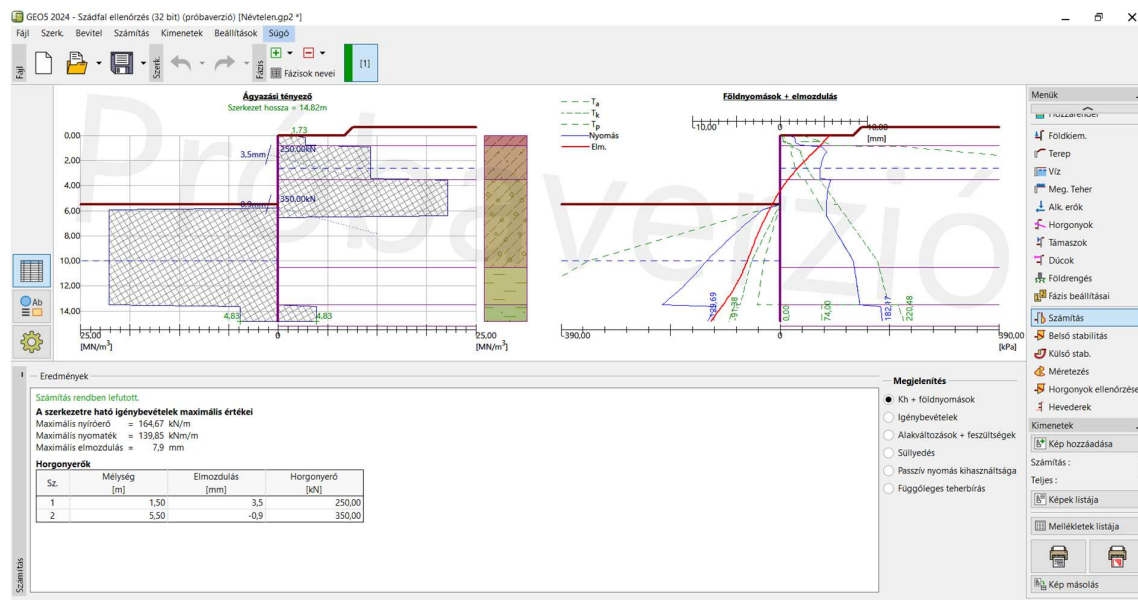
Jól látszik hogy a horgony a maximális nyomatékot nagy arányban egyenlíti ki. Maximális nyomaték 146,34 kNm/m, a maximális nyírás pedig 166,14 kN/m. Az elmozdulás minimálisan nőtt az alsó és a felső síkban is, kb 6,6mm.

III.5.6. Hatodik tervezési állapot

Ebben a tervezési állapotba fogjuk a teljes gödör mélységében elvégezni a víztelenítést. A depressziós görbe legfelső pontját úgy érdemes felvenni, hogy a munkagödör alsó síkja alá kerüljön legalább 0,5 méterrel. Tehát a talajvizet a belső oldalon -9,59 méterre viszem le.



57. ábra: Hatodik tervezési állapot, Víztelenítés

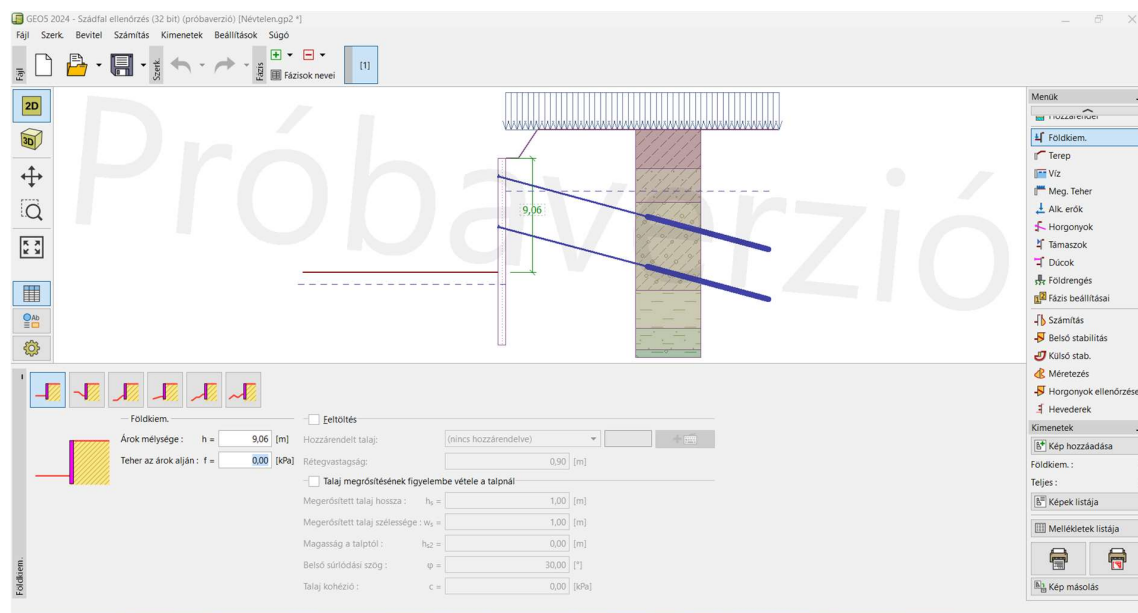


58. ábra: Hatodik tervezési állapot

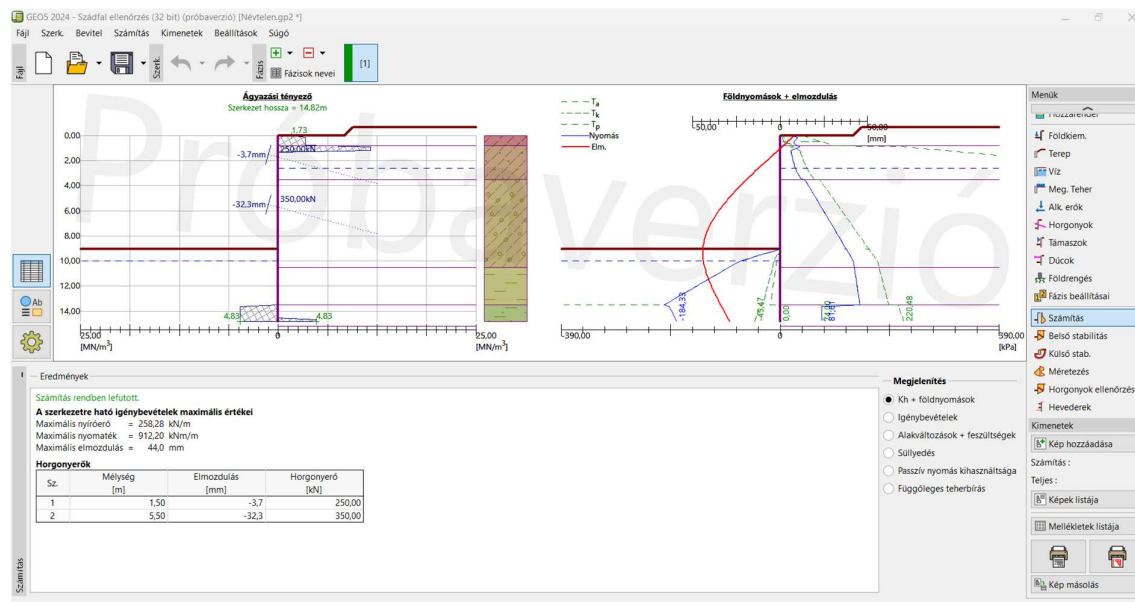
Az előző állapothoz képest nagy változás nem történt sem a nyomatékban, a nyíróerőben. Az elmozdulás nőtt minimális mértékben, de az se jelentősen, itt a maximális érték kb 7,9mm lesz.

III.5.7. Hetedik tervezési állapot

Várhatóan itt fogom kapni a legnagyobb értékeket, mert itt történik a teljes földkiemelés.



59. ábra: Hetedik tervezési állapot, teljes földkiemelés



60. ábra: Hetedik tervezési állapot

Ezt a talajrétegződést nézve az igénybevételek úgy alakultak hogy a maximális nyomaték (912,2 kNm/m) majdnem hatszorosára emelkedett, de megfelelő vasalással tudjuk ellensúlyozni ezt a hatalmas nyomatékot. A nyíróerő olyan nagy mértékben (258,28kN/m) nem változott. A maximális elmozdulás az előző állapotokhoz képest eléggé megnövekedett, 44,0mm lesz a szerkezet alsó harmadánál.

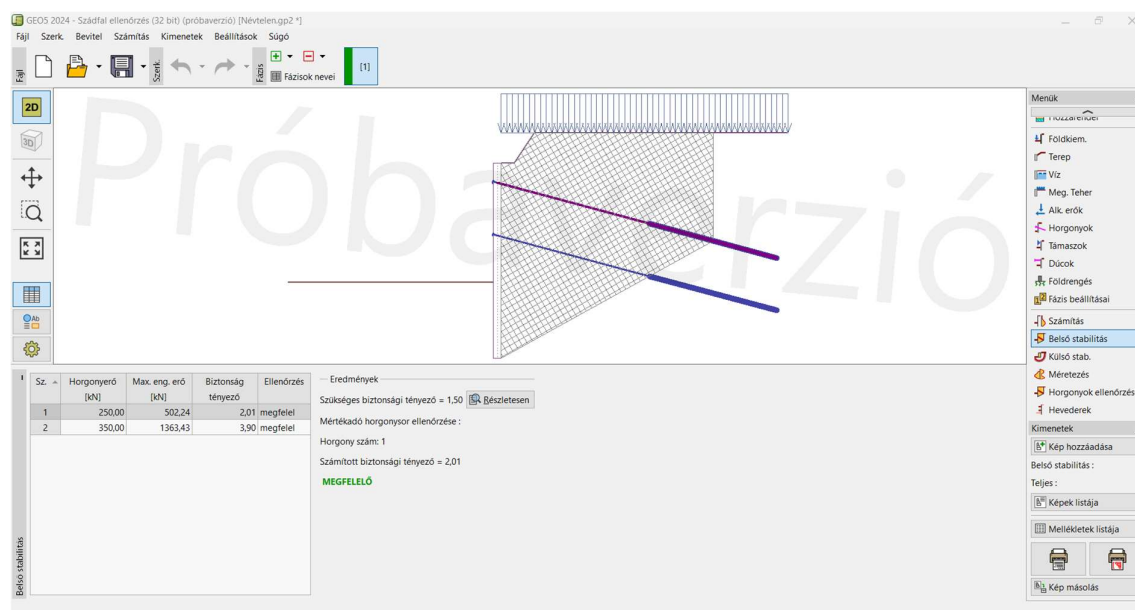
Minden fúrást megvizsgálva itt találtam elég nagy kiugrást, de az alsó táblázatban jól láthatók, hogy hogyan alakultak az igénybevételek. A 2F fúráshoz közel lévő talajrétegződés adatait fogom alapul venni a további számításokhoz. A biztonság javára ezekkel az igénybevételekkel fogom meghatározni a résfal további paramétereit például a vasalását.

31. táblázat: Igénybevételek, elmozdulások

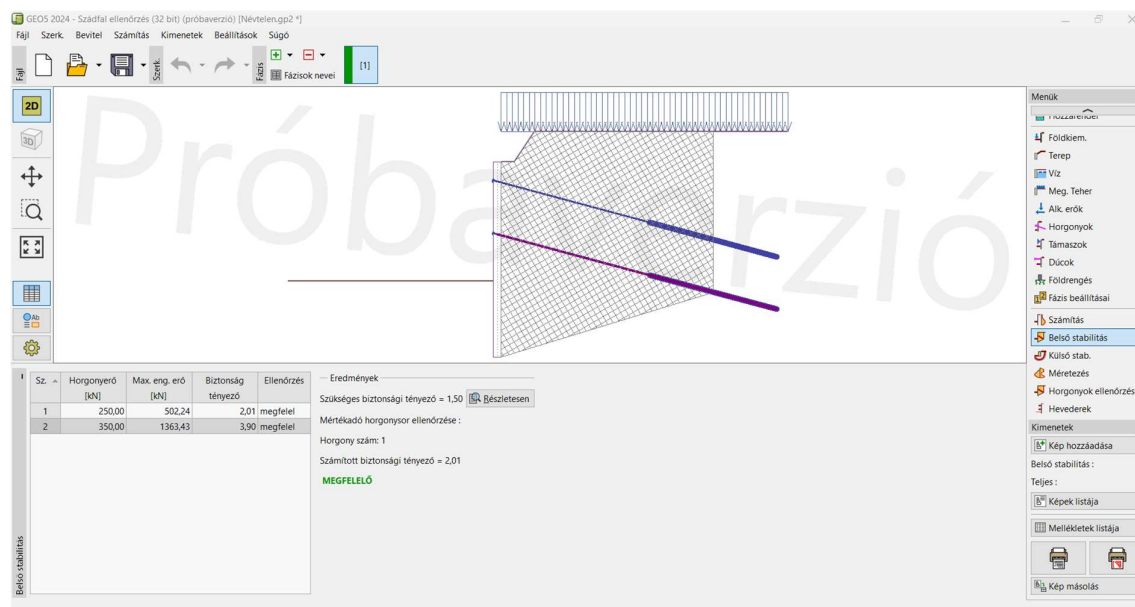
Fúrás	Nyomaték (kNm/m)	Nyíróerő (kN/m)	Elmozdulás (mm)
1F	468,4	197,45	30,2
2F	912,2	258,28	44
3F	295,4	175,54	26,8

III.6.Belső stabilitás vizsgálat

A belső stabilitás vizsgálatát a GEO5 szoftver segítségével végzem el, amely grafoanalitikus számításokat használ. Ennek a vizsgálatnak az a célja, hogy megállapítsa, megőrzi-e az egyensúlyát a résfal mögötti horgonyzott földtömeg. A stabilitásvesztés akkor következik be, ha a résfal mögötti földtömeg előre borul és elveszti a stabilitását. A grafoanalitikus módszer lényege, hogy vektorsokszöget hozunk létre a horgony befogott szakaszának közepétől a résfal aljáig, és az ebből származó lehetséges horgonyerőnek nagyobbnek kell lennie az igénybevételeknél. Ha ez nem teljesül, a probléma orvoslása érdekében növelni kell a horgony hosszát. [20]



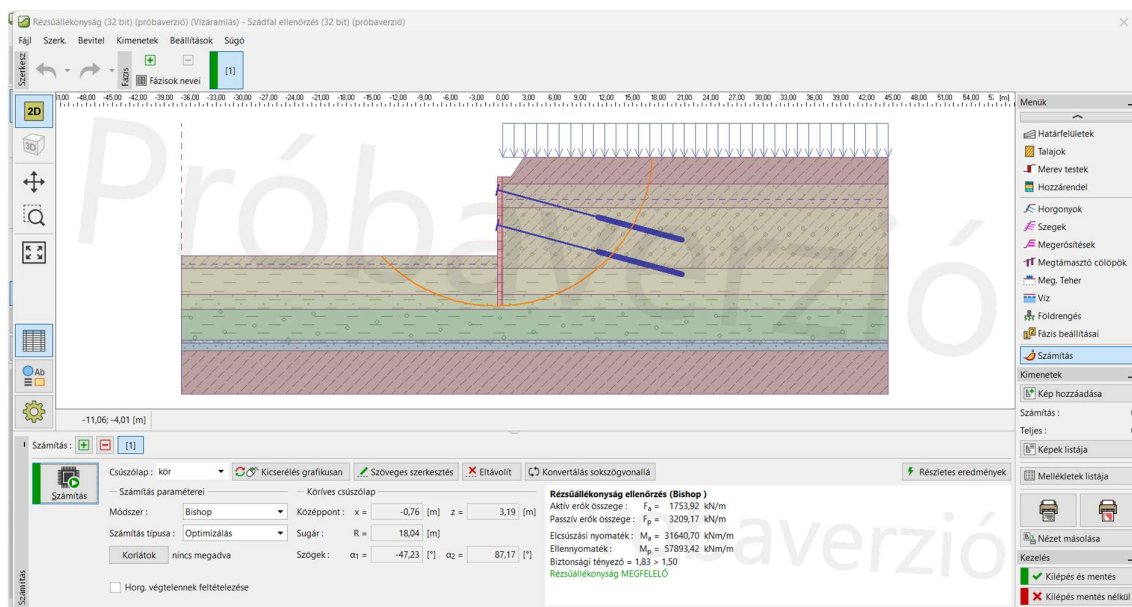
61. ábra: Belső Stabilitás vizsgálat, felső horgony



62. ábra: Belső Stabilitás vizsgálat, alsó horgony

III.7.Külső stabilitás vizsgálat

Ezt a vizsgálatot szintén a GEO5 szoftver segítségével végeztem el. A vizsgálat célja, hogy ellenőrizze a résfal és a körülötte lévő földtömeg stabilitását egy esetlegesen kialakuló körcsúszólap mellett. A szoftver a Bishop módszer alapján végzi el ezt az ellenőrzést, amelynek lényege, hogy a csúszólapon belüli földtömeget lamellákra osztja. Ezeknek a lamelláknak az alján számítja a csúszást okozó és a csúszásnak ellenálló erőkomponenseket, valamint a csúszólap felületén lévő nyomhatásokat. A GEO5 szoftver a különböző csúszólapok próbálgatásával keresi meg azt a csúszólapot, amelynek a törési biztonsága a legkisebb. [20]



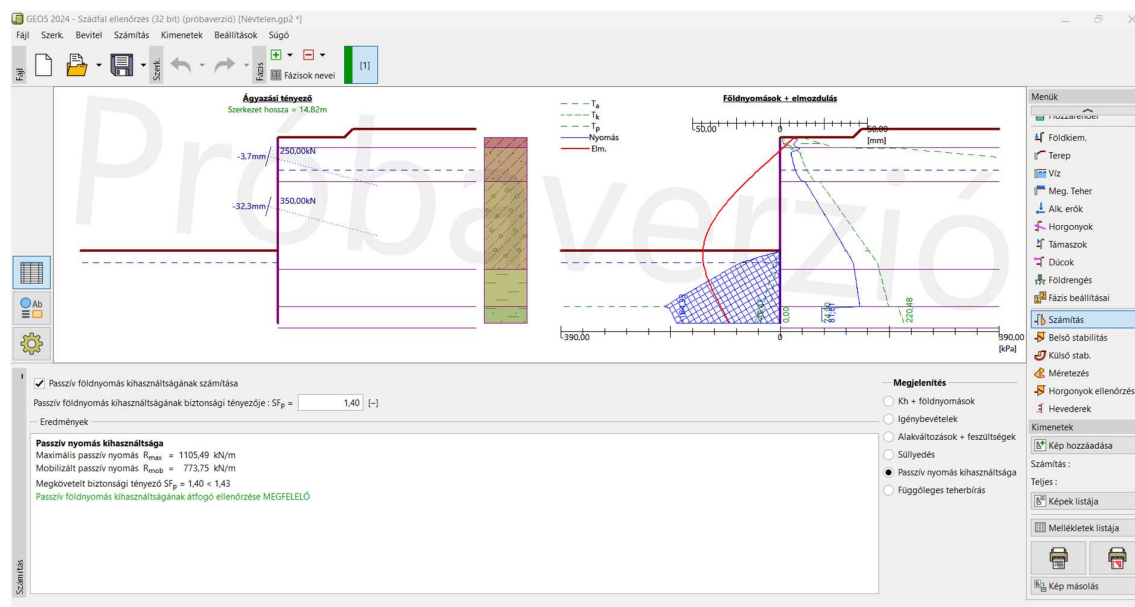
63. ábra: Külső stabilitás vizsgálat

III.8. Részfal befogási talajellenállásának az ellenőrzése

Ezen a ponton a GEO5 szoftver segítségével vizsgálom, hogy a részfal belső oldalán a földellenállás elegendő-e a talajtörés ellen. Alapvetően ellenőrizni kéne az összes tervezési fázisban, de gyakorlatban úgy is az lesz mértékadó, ha már megtörtént a teljes földkiemelés és bekerültek a horgonyok. Ebben az állapotban a földmegtámasztás reakciója a legnagyobb. [18]

Az ellenőrzés során fontos, hogy a mobilizált földellenállásnak és a lehetséges maximális földellenállásnak, vagyis a passzív földnyomásnak egymáshoz képest legalább 1,4-es biztonsági tényezővel kell rendelkeznie. [18]

$$S_{fp} = 1,4 < 1,43$$



64. ábra: Befogási talajellenállás

III.9.HYD hidraulikus talajtörés ellenőrzése

A vizsgálat célja, hogy megállapítsuk, hogy a résfal alatt keletkező vízszivárgás nem okoz-e károkat a szerkezetben. Bár az ott lévő agyag réteg általában vízzáró, mégis óvatosságnak kell lenni, mert ha a gödörfenék alján talajtörés keletkezik a szivárgás miatt, az a földmegtámasztás károsodásához vezethet.

A meghatározó tervezési állapot az, amikor a szerkezet kéttámaszú tartóként működik, azaz a horgony a felső, a föld befogása pedig az alsó támasz. Ha az egyik kiesik, az meggyengítheti a földmegtámasztást.

Fontos, hogy a stabilizáló erők nagyobbak legyenek az áramló víznyomás destabilizáló erejénél, azaz a talajvíz alatti nyomásnak nagyobbnak kell lennie. Az áramló víznyomás a legnagyobb a hidraulikus gradiens maximális pontjánál, vagyis a résfal felülete mentén.

Hidraulikus talajtörés képlete:

$$\gamma_G \times I_{\max} \times \rho V \leq \gamma G \times \rho'$$

γ_G : Destabilizáló erők parciális tényezője

I_{max} : Maximális áramlás gradiense

ρ_V : Víz térfogatsúly

ρ' : Talaj vízalatti térfogatsúlya

Amit ezek közül már ismerünk azt be is tudjuk helyettesíteni a képletbe:

$$1,35 \times I_{max} \times 10 \leq 0,9 \times \rho'$$

Ahhoz, hogy a maximális áramlás gradiensét megkapjuk először ki kell vonni az építési talajvízből a gödörfenékszintjét, ami 6,76 méter lesz így megkapjuk a h értéket. Utána a gödörfenékszintjéből kivonom a résfal talpszintjét, ami így $t=5,76m$ lesz.

Ezekkel az adatokkal már ki tudjuk számolni a hidraulikus gradienst.

$$I_{max}=h/(h+2t) = \mathbf{0,369}$$

Így most már minden értékünk megvan hogy meghatározzuk a hidraulikus talajtörés ellenőrzését.

$$1,35 \times I_{max} \times 10 \leq 0,9 \times \rho'$$

A talaj vízalatti térfogatsúlyánál kell kevesebbnek lennie a kapott eredmények, ami **11KN/m³**.

Az eredményem: **5,535** < 11KN/m³, így biztonságosan megfelel.

III.10.Vasbeton szerkezetek

A munkaterület határolásához 3 db vasbeton szerkezet szükséges.

Az egyikük a részvezető gerenda, mely ideiglenes és segíti a résfalak beépítését a földkiemelés során; ezt később elbontják. A másik szerkezet a fejgerenda, amely összeköti a réstáblákat, hogy hatékonyan működhessenek együtt. Az utolsó elem pedig maga a réstábla.

III.10.1. Résvezető gerenda

A résvezető gerenda megtervezéséhez először megállapítom a résiszap sűrűségét és összetételét.

A résiszap sűrűségének a meghatározásával kezdem.

$$\rho_r = 1,2 \times 0,05 \times 1g \times 1,5 \times 10^{-3} = 1,06 \text{ g/cm}^3$$

Majd meghatározom, hogy ennek a sűrűségnek az eléréséhez milyen mennyiségű bentonit szükséges.

$$m_b = (1,06 - 1,00 / 2,80 \times 1,00) \times 1,06 \times 1,00 = 35 \text{ kg/m}^3$$

Résvezető gerenda tervezése

Résiszap nyomásának megállapítása

$$Pr = (9,06 - 0,5) \times 1,06 \times 10 = 90,736 \text{ KN/m}^2$$

Itt a 0,5 méter az a résiszap felszínének feltételezhető szintje a 9,06 méter pedig a gödör fenékszintje.

Vízszintes feszültségek meghatározása

$$\delta a_h = \delta z \times Ka - 2 \times c \times \sqrt{Ka}$$

$$Ka_{hf} = tg^2(45 - \frac{26}{2}) = 0,39$$

$$Ka_{kh} = tg^2(45 - \frac{31}{2}) = 0,32$$

$$Ka_{akh} = tg^2(45 - \frac{25}{2}) = 0,405$$

$$Ka_{akhbsz} = tg^2(45 - \frac{25}{2}) = 0,405$$

$$Ka_{ka} = tg^2(45 - \frac{20}{2}) = 0,49$$

$$Ka_{kaszb} = tg^2(45 - \frac{20}{2}) = 0,49$$

$$Ka_{kh2} = tg^2(45 - \frac{22}{2}) = 0,455$$

$$Ka_{ig6h} = tg^2(45 - \frac{17,2}{2}) = 0,544$$

- a felszínen

$$\delta z1 = q = 10 \text{ KN /m}^2$$

- a talajvíz szintjén (-2,3m)

$$\delta z2 = 10 + 2,3 \times 2,0 \times 10 = 56 \text{ KN /m}^2$$

- 9,06 méter mélységben

$$\delta z3 = 56 + (9,06 - 2,3) \times (2,03 - 1) \times 10 = 125,01 \text{ KN /m}^2$$

Így a vízszintes feszültségek:

$$\delta ah1 = 10 \times 0,39 = 3,9 \text{ KN/m}^2$$

$$\delta ah2 = 56 \times 0,405 = 22,68 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah3 = 125,01 \times 0,405 - 38,18 = 12,45 \text{ KN /m}^2$$

Talajvíznyomás az adott szinten

$$u_1 = 0$$

$$u_2 = 0$$

$$u_3 = (9,06 - 2,3) \times 1,0 \times 10 = 67,6 \text{ KN /m}^2$$

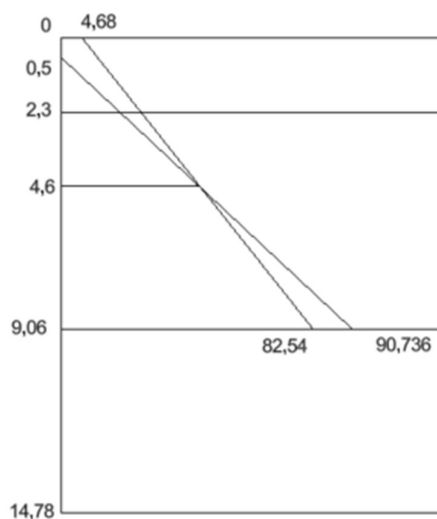
Tehát a résfelé ható vízszintes nyomások

Biztonsági tényezőt elég 1,2-re felvenni mert csak ideiglenes szerkezetről van szó.

$$\delta h_1 = 1,2 \times 3,9 = 4,68 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta h_2 = 1,2 \times 22,68 = 27,21 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta h_3 = 1,2 \times 12,45 + 67,6 = 82,54 \text{ KN /m}^2$$



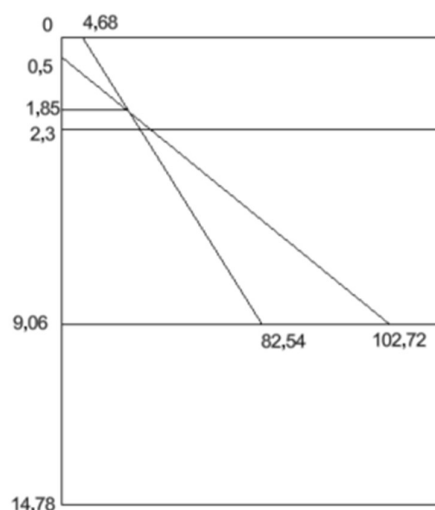
65. ábra: pkN/m²

A résvezető gerenda, ahogy az ábrán is látható, 4,6 méteres mélységnél teljesítette a $p_r > \delta h$ összefüggést. Azonban ez nem életszerű ezért emelem a résiszap sűrűség plusz polimerek hozzáadásával. Ezért 1,2-re veszem fel és újra elvégzem a számolási mentet.

$$\rho_r = 1,2 \text{ g/cm}^3$$

Résiszap nyomásának megállapítása

$$Pr = (9,06 - 0,5) \times 1,2 \times 10 = 102,72 \text{ kN/m}^2$$

66. ábra: pkN/m²

A résvezető gerenda, ahogy az ábrán is látható, így már 1,85 méteres mélységnél teljesítette a $p_r > \delta h$ összefüggést. Azonban a tapasztalatok alapján, egy 1,5 méter mély gerenda is elegendő lesz. A gerenda vasalása két hálós, 15x15 cm-es kiosztású vasalásból áll majd, ahol a vasak átmérője 8 mm lesz, ami megfelelőnek tűnik. A szerkezet mindkét oldalon megépül a résfal mentén, hogy irányítsa a réselő gépet. A gerenda tetejét U kengyellel kell lezárni, amelyhez szintén elegendő a 8 mm átmérőjű vas. A szükséges toldási hossz 49x8, azaz 39,2 cm.

Rés oldalfalának állékonyság vizsgálata

Aktív feszültségek:

$$\delta_z = \delta_{z0} \times e^{-A \times \frac{z}{L}} + \frac{L \times \varphi \times g}{A} \times (1 - e^{-A \times \frac{z}{L}})$$

A tényező talajokban:

- Homokos feltöltés

$$A = 2 \times \left(\frac{1 + \sin^2 26}{\cos^2 26 + 4 * \operatorname{tg}^2 26} \right) * \operatorname{tg} 26 = 0,66$$

- Közepes Homok

$$A = 2 \times \left(\frac{1 + \sin^2 31}{\cos^2 31 + 4 * \operatorname{tg}^2 31} \right) * \operatorname{tg} 31 = 0,70$$

- Aprókavicsos homok

$$A = 2 \times \left(\frac{1 + \sin^2 25}{\cos^2 25 + 4 * \operatorname{tg}^2 25} \right) * \operatorname{tg} 25 = 0,65$$

- Aprókavicsos homok barnás-szürke

$$A = 2 \times \left(\frac{1 + \sin^2 25}{\cos^2 25 + 4 * \operatorname{tg}^2 25} \right) * \operatorname{tg} 25 = 0,65$$

- Közepes agyag szürke

$$A = 2 \times \left(\frac{1 + \sin^2 20}{\cos^2 20 + 4 * \operatorname{tg}^2 20} \right) * \operatorname{tg} 20 = 0,575$$

- Közepes agyag szürke-barnás

$$A = 2 \times \left(\frac{1 + \sin^2 20}{\cos^2 20 + 4 * \operatorname{tg}^2 20} \right) * \operatorname{tg} 20 = 0,575$$

- Közepes homok 2.

$$A = 2 \times \left(\frac{1 + \sin^2 22}{\cos^2 22 + 4 * \operatorname{tg}^2 22} \right) * \operatorname{tg} 22 = 0,61$$

- Iszapos homok

$$A = 2 \times \left(\frac{1 + \sin^2 17,2}{\cos^2 17,2 + 4 * \operatorname{tg}^2 17,2} \right) * \operatorname{tg} 26 = 0,519$$

Jellemző feszültségértékek:

- Felszínen (h=0)

z=0m

$$\delta z = 10 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 10 \times 0,39 = 3,9 \text{ KN /m}^2$$

- h=0,8m (homokos feltöltés)

z= 0,8m

$$\delta z = 21,98 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 8,57 \text{ KN /m}^2$$

- h=0,8m (közepes homok)

z= 0m

$$\delta z = 10,0 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 3,9 \text{ KN /m}^2$$

- h=3,5m (közepes homok)

z= 2,7m

$$\delta z = 46,19 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 14,7 \text{ KN /m}^2$$

-h=3,5m (Aprókavicsos homok)

z= 0m

$$\delta z = 46,19 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 18,7 - 38,18 = -19,48 \text{ KN /m}^2$$

-h=10,5m (Aprókavicsos homok)

z= 7m

$$\delta z = 57,71 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 23,37 - 38,18 = -14,81 \text{ KN /m}^2$$

-h=10,5m (Aprókavicsos homok szürkés barna)

z= 0m

$$\delta z = 57,71 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 23,37 - 38,18 = -14,81 \text{ KN /m}^2$$

-h=13,5m (Aprókavicsos homok szürkés barna)

z= 3m

$$\delta z = 65,38 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 26,47 - 38,18 = -11,71 \text{ KN /m}^2$$

-h=13,5m (Közepes agyag szürke)

z= 0 m

$$\delta z = 65,38 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 32,05 - 38,18 = -6,13 \text{ KN /m}^2$$

-h=14,78m (Réstalp)

z= 1,28m

$$\delta z = 69,32 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 31,54 - 38,18 = -6,64 \text{ KN /m}^2$$

-h=15,2m (Közepes agyag szürke)

z= 1,7m

$$\delta z = 68,64 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 33,63 - 38,18 = -4,55 \text{ KN /m}^2$$

-h=15,2m (Közepes agyag szürkés-barna)

z= 0m

$$\delta z = 68,64 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 33,63 - 38,18 = -4,55 \text{ KN /m}^2$$

-h=18,8m (Közepes agyag szürkés-barna)

z= 3,6m

$$\delta z = 75,51 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 35,53 - 38,18 = -2,65 \text{ KN /m}^2$$

-h=18,8m (Közepes homok 2.)

z= 0m

$$\delta z = 75,51 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 32,99 - 38,18 = -5,19 \text{ KN /m}^2$$

-h=19,15m (Közepes homok 2.)

$z = 0,35\text{m}$

$$\delta z = 67,64 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 30,77 - 38,18 = -7,41 \text{ KN /m}^2$$

$-h = 19,15\text{m}$ (Iszapos homok)

$z = 0\text{m}$

$$\delta z = 67,64 \text{ KN /m}^2$$

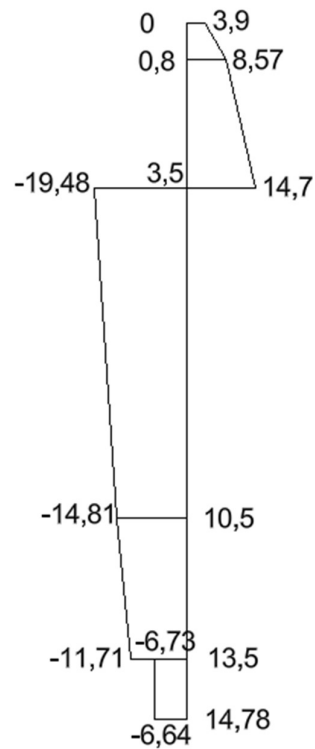
$$\delta ah = 30,77 - 38,18 = -7,41 \text{ KN /m}^2$$

$-h = 20,0\text{m}$ (Iszapos homok)

$z = 0,85\text{m}$

$$\delta z = 71,30 \text{ KN /m}^2$$

$$\delta ah = 32,44 - 38,18 = -5,74 \text{ KN /m}^2$$



67. ábra: δah kN/m²

Víznyomás $h=14,78\text{m}$ mélységben:

$$u=(14,78-2,3) \times 1,0 \times 10= 124,8 \text{ KN /m}^2$$

Résiszap nyomása:

$$Pr=(14,78-0,5) \times 1,2 \times 10=171,36 \text{ KN /m}^2$$

Réteghatárokon létre jövő nyomás:

Homokos feltöltés:

felszínen

$$3,9 \times 1,2 + 0 = 4,68 \text{ KN /m}^2$$

0,8m-en

$$8,57 \times 1,2 + 0 = 10,284 \text{ KN /m}^2$$

Közepes homok:

0,8m-en

$$3,9 \times 1,2 + 0 = 4,68 \text{ KN /m}^2$$

3,5m-en

$$14,7 \times 1,2 + 12 = 29,64 \text{ KN /m}^2$$

Aprókavicsos homok:

3,5m-en

$$-19,48 \times 1,2 + 12 = -11,38 \text{ KN /m}^2$$

10,5m-en

$$-14,81 \times 1,2 + 67,6 = 49,83 \text{ KN /m}^2$$

Aprókavicsos homok szürkés-barna:

10,5m-en

$$-14,81 \times 1,2 + 67,6 = 49,83 \text{ KN /m}^2$$

13,5m-en

$$-11,71 \times 1,2 + 67,6 = 53,55 \text{ KN /m}^2$$

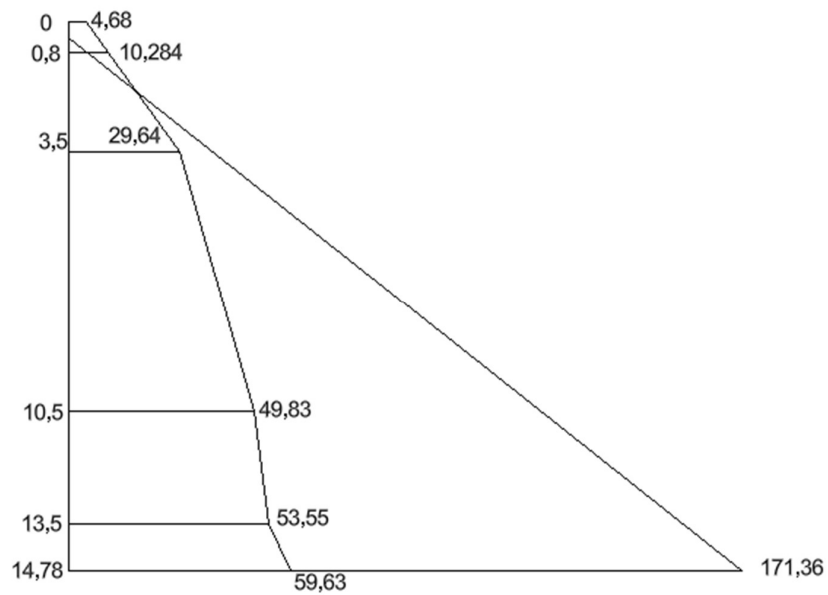
Közepes agyag szürke:

13,5m-en

$$-6,13 \times 1,2 + 67,6 = 60,24 \text{ KN /m}^2$$

14,78m-en

$$-6,64 \times 1,2 + 67,6 = 59,63 \text{ KN /m}^2$$

68. ábra: δah kN/m²

Réstalp állékonyságának ellenőrzése

Földfal itt keletkező hatékony aktív nyomása:

$$\delta ah = -6,64 \text{ KN /m}^2$$

Hatékony függőleges feszültség:

$$\delta z = Pr - u = 111,36 - 124,8 = -13,44 \text{ KN /m}^2$$

Passzív földnyomás szorzója

$$K p = \operatorname{tg}^2(45 + 17,2/2) = 1,84$$

Hatékony földellenállás

$$\delta p_h = -13,44 \times 1,84 + 2 \times 60 \times \sqrt{1,84} = 138,05 \text{ KN /m}^2$$

$$1,5 \times (-6,64) = -9,96 < 0,5 \times 138,05 = 69,025$$

A követelmény teljesül a réstalp állékonysága nincs veszélyben.

III.10.2.Fejgerenda

Ebben az esetben a fejgerenda szerepe kizárólag az lesz, hogy összetartsa a réstáblákat, elősegítse azok együttes működését és korrigálja az apróbb mozgásokat. Mivel csak ilyen feladatokat lát el, nincs szükség túl bonyolult vasalásra. Természetesen az alapvető szerkesztési szabályokat, mint például a minimális vashányad és a minimális toldási hossz, be kell tartani.

A fejgerenda méretei megegyeznek a réstábla szélességével, tehát egy 60×60 cm-es fejgerendát fogunk készíteni. A beton nyomószilárdsága szintén megegyezik a réstáblákéval, így C30/37-es minőségű betont használunk. A betonacél minősége is azonos lesz a réstáblákhoz használtakkal, B500-as minőségű acélt alkalmazunk. A szerkezet betontakarásának vastagsága pedig 7,5 cm lesz.

Minimális vashányad számolása:

$$A_s, \min = 0,26 \times (2,9/500) \times 600 \times 552 = 499 \text{ mm}^2 < 1539 \text{ mm}^2$$

Minimális toldási hossz:

$$36 \times 14 = 504, \text{ ezt felkerekítem } 550 \text{ mm} - re$$

A gerendában három különböző típusú vasalás lesz. Az egyik egy Ø14-es szálvas, amelyből alul és felül öt darab fog végigfutni. Emellett két darab Ø8-as szálvas is beépítésre kerül a középső részben, ezek a kampós anker vasakat fogják tartani. Az anker vasak feladata a szerkezet belső részében a távolság megtartása és a merevség növelése. A harmadik elem egy zárt kengyel lesz, amelyet 10 mm átmérőjű vasból készítenek, és 300 mm-es távolságban helyeznek el. Az ankerek elhelyezése tekintetében elegendő, ha minden harmadik kengyelnél jelen vannak.

III.10.3.Réstábla vasalás

A réstábla vasalását kézi számítással fogom elvégezni, majd ellenőrzöm a GEO5 szoftverben is.

A vasalás két részből áll:

- a függőlegesek hosszú szálvasakból
- kengyelekből

A kengyel betontakarása 75 mm lesz. A távtartás az armatúrára hegesztett vasakkal történik majd. Mivel a résfal teljes hossza 14,8 méter, biztosan szükség lesz toldásra, ami a helyszínen kötélbékával (U-bolt) fog megtörténni. A toldási hosszt később határozom meg. A kengyelezés átfedéssel fog történni 2 darabbal. Az armatúra felső 0,5-1 méterénél már nem lesz szükség kengyelezésre, mivel ezt a részt le kell majd vésni a betonba keveredett résiszap miatt. A hajlításra szolgáló szálvasaknak és a nyírásra szolgáló kengyeleknek a betonacél minősége B500-as lesz.

Az emelő kampó vasak, amelyeket az armatúra tetejéhez rögzítünk, B240-es minőségűek lesznek. Ez azért fontos, mert a két féle vasnak különböző a duktilitása: a B500-as betonacél merevebb, mivel kevesebb a szén tartalma, így könnyebben megreped és eltörik, míg a B240-es lágyabb minőségű, mivel magasabb a szén tartalma, így szakadás előtt jobban meg tud nyúlni.

Emellett szükség lesz andráskeresztre is az armatúrában, hogy a beemeléskor stabil maradjon. A későbbi horgony átvezetéséhez ki kell rekeszteni az armatúrában azt a részt, ahol a horgony kábelel átfutnak majd. Ezt egy csőszerű elemmel kell megoldani, amelyet pontosan 15 fokos szögben kell elhelyezni. A mértékadó igénybevételek, amelyek meghatározzák a fal burkoló ábráját, a következő ábrán láthatók.



69. ábra: Burkoló ábra

A fal kéttámaszú tartóként fog működni, az alsó támasz a föld által befogott terület a felső pedig a 2 darab horgony.

Maximális igénybevételekre fogom megtervezni a résfal szükséges vasmenyiségét. A fal végleges betomminőségének a nyomószilárdsága C30/37 lesz, de ahogy eddig is a biztonság javára fogok tervezni így C20/25-ös betonnal számolok. A réstáblák 2,7m szélesek lesznek, de az armatúrák 1,35m-esek tehát egy részbe két armatúra fog kerülni.

Hajlítás

Alapháló vasalásával kezdem a számítást

A maximális nyomaték kívül:

$$M_{ek} = 0,9 \times 32,67 = 29,403 \text{ KNm/m}$$

$$M_{ed} = 1,35 \times 29,403 = 39,69 \text{ KNm/m}$$

b=2,7m-en

$$M_{ed} = 2,7 \times 39,69 = 107,17 \text{ KNm}$$

Kengyeleken a betonfedés: 75mm

Hasznos magasság: 525mm

Nyomott betonzóna magasságának a meghatározása:

$$107,17 \times 106 = 2700 \times x_c \times 13,3 \times \left(525 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$x_c = 11,5 \text{ mm}$$

$$x_{c0} = 0,49 \times 525 = 257,25 \text{ mm}$$

Mivel az x_c nagyobb, mint az x_{c0} a vasak képlékenyen fognak működni.

Szükséges vasmennyiség meghatározása:

$$A_{s, req} = (2700 \times 11,5 \times 13,3) / 435 = 949,35 \text{ mm}^2$$

Minimális vashányad:

$$A_{s, min} = 0,0015 \times 2700 \times 525 = 2126,25 \text{ mm}^2$$

Tehát Ø16-es betonacélból fog készülni armatúra 6db 30cm-es kiosztással. Így az

$$A_{sprov} = 1206 \text{ mm}^2.$$

Ellenőrzés:

$$2700 \times x_c \times 13,3 = 1206 \times 435$$

$$x_c = 14,60 \text{ mm}$$

Tehát így is megfelel.

$$M_{rd} = 2700 \times 14,6 \times 13,3 \times \left(525 - \frac{14,6}{2}\right) = 271,42 \text{ KNm}$$

Kihasználtság: 92%

Minimális toldási hossz:

$47 \times 25 = 1175 \text{ mm}$ ezt fel lehet kerekíteni 1,2m toldási hosszra.

Pótvasak belül

A pótvasakkal azt a többlet nyomatékot fogom ellensúlyozni, ami a belső oldalon keletkezett.

Ehhez először a már tervezett alapháló vasalásának a nyomatékát ki fogom belőle vonni.

$$M_{ek} = 903,55 - 39,69 = 863,86 \text{ KNm}$$

$$M_{ed} = 1,35 \times 863,86 = 1166,21 \text{ KNm}$$

$$b = 2,7 \text{ m-en}$$

$$M_{ed} = 2,7 \times 1166 = 3148,78 \text{ KNm}$$

Nyomott betonzóna magasságának meghatározása

$$3148 \times 106 = 2700 \times x_c \times 13,3 \times \left(525 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$x_c = 208,37 \text{ mm}$$

$$x_{c0} = 0,49 \times 525 = 257,25 \text{ mm}$$

Mivel az x_c nagyobb, mint az x_{c0} a vasak képlékenyen fognak működni.

Szükséges vasmenyiség meghatározása:

$$A_{s, req} = (2700 \times 208,37 \times 13,3) / 435 = 17201 \text{ mm}^2$$

Minimális vashányad:

$$A_{s, min} = 0,0015 \times 2700 \times 525 = 2126,25 \text{ mm}^2$$

Tehát Ø40-as betonacélból fog készülni armatúra 14db fog kelleni 18cm-es kiosztással.

Így az $A_{sprov} = 17593 \text{ mm}^2$.

Ellenőrzés:

$$2700 \times x_c \times 13,3 = 17593 \times 435$$

$$x_c = 213,11 \text{ mm}$$

Tehát így is megfelel.

$$M_{rd} = 2700 \times 213,11 \times 13,3 \times (525 - 213,11/2) = 3202 \text{ KNm}$$

Kihasználtság: 98,3%

Minimális toldási hossz:

$47 \times 40 = 1880 \text{ mm}$ ezt fel lehet kerekíteni 1,9m toldási hosszra, ami egyben a lehorgonyzási hossz is.

III.10.4. Repedéstágasság ellenőrzése

A résfal repedéstágasság ellenőrzését GEO5 szoftverben végeztem el. Mivel nem tudtam a programban kettő külön vasalást felvenni ezért a vashányadot vettem figyelembe ami jelen esetben elég magas.

Eredményül az kaptam, hogy 1 méteren belül 10 darab Ø28-as vas került, ami $A_s=6158 \text{ mm}^2$. A résfal vasalását ezért így fogom elvégezni. Tehát 26 darab Ø28-as vasat teszek be 10cm-ként. A repedéstágasság szempontjából a kisebb és sűrűbb vasalás jobb ezért ezt fogom alapul venni a vasalási terv elkészítésénél.

Nyírás

Maximális nyíróerő: $259,81 \text{ KN/m}$

$V_{ek}=0,8 \times 259,81 = 207,85 \text{ KN/m}$

$V_{ed}=1,35 \times 207,85 = 280,6 \text{ KN/m}$

Kengyel átmérője: Ø14

$c=0,315$

Beton nyírási teherbírása:

$V_{rdc}=0,315 \times 2700 \times 525 \times 1 = 446,5 \text{ KN}$

Kengyelek teherbírása:

$V_{rdmax}=0,5 \times 2700 \times 0,9 \times 525 \times 0,552 \times 13,3 = 468 \text{ KN}$

Kengyel távolság:

$S_s = (0,9 \times 525 \times 804 \times 435) / (280,6 \times 103) = 588,92 \text{ mm}$

De a minimális kengyel távolság 300 mm így Ø14/30 lesz.

III.10.5. Résfal átszúródás ellenőrzése

Átszúródási vonal kerülete

$$U_1 = 2 \times (30 + 40) + 4 \times 52,5 \times \pi = 799,73 \text{ cm}$$

Talpreakció a kúpon

$$q = 100 \text{ KN/m}^2$$

Átszűrőerő tervezési értéke

$$V_{ed} = (1,15 \times 1175 \times \cos 15^\circ) - 4,7 \times 100 = 835,2 \text{ KN}$$

Fajl. átszűr. teherbír. min.

$$V_{rdc, \min} = 0,03 \text{ KN/cm}^2$$

Átszűrődási teherbírás

$$V_{rd} = 799,73 \times 52,5 \times 0,03 = 1259,6 \text{ KN} > 835,2 \text{ Megfelel!}$$

III.10.6.Horgonyszár szakadásának ellenőrzése

Horgonyerő

$$P_{ek} = 250,0 \text{ KN/m}$$

$$P_{ed} = 1,35 \times 250,0 = 337,5 \text{ KN/m}$$

$$B = 2,7 \text{ m}$$

$$P_{ed} = 2,7 \times 337,5 = 911,25 \text{ KN}$$

Maximális próbaerő

$$P_p = 1,15 \times 911,25 = 1047,94 \text{ KN}$$

Acéltest teherbírása:

Alkalmazott acéltest: 10 db Fp 139/1770 kábel ($f_{pd} = 137,0 \text{ kN/cm}^2$, $A = 1,39 \text{ cm}^2/\text{db}$)

$$NRd = 10 \times 1,39 \times 137 = 1904 \text{ KN} > 1047,94 \text{ Megfelel !}$$

Biztonság szakadásra

$$FS = \frac{\frac{911,25}{1,35}}{10 \times 1,39 \times 177} = 0,275 < 0,6 \text{ Megfelel !}$$

Horgonyerő

$$P_{ek} = 350,0 \text{ KN/m}$$

$$P_{ed} = 1,35 \times 350,0 = 472,5 \text{ KN/m}$$

$$B = 2,7 \text{ m}$$

$$P_{ed} = 2,7 \times 472,5 = 1275,75 \text{ KN}$$

Maximális próbaerő

$$P_p = 1,15 \times 1275,75 = 1467,11 \text{ KN}$$

Acéltest teherbírása

Alkalmazott acéltest: 10 db Fp 139/1770 kábel ($f_{pd} = 137,0 \text{ kN/cm}^2$, $A = 1,39 \text{ cm}^2/\text{db}$)

$$N_{Rd} = 10 \times 1,39 \times 137 = 1904 \text{ KN} > 1467,11 \text{ Megfelel !}$$

Biztonság szakadásra

$$FS = \frac{\frac{1275,75}{1,35}}{10 \times 1,39 \times 177} = 0,385 < 0,6 \text{ Megfelel !}$$

III.10.7. Az alakváltozás ellenőrzése

Maximális elmozdulás: 1,87 cm

Résfal teljes hossza: 44 m

Kéttámaszúnak tekinthető hossz: 13,3 m kb

Relatív elmozdulás: $1330/4,4 = 302,27 > 200$

Megfelel!

IV. Összefoglalás

A diplomamunkám fő témái közé tartozott a támszerkezetek és egy résfalas munkatérhatárolás tervezése. A munka kezdetén részletesen bemutattam a különböző támszerkezet típusokat, hogy világos képet kapjunk arról, melyik milyen feladatokra alkalmas. Az irodalomkutatás során meghatároztam, melyik támszerkezet típus a legmegfelelőbb az adott területhez, figyelembe véve az egyes típusok jellemzőit, előnyeit és hátrányait.

A dolgozat második részében technikai leírást készítettem az épületről, valamint talajvizsgálati jelentést, amely alapvető a munkatérhatárolás tervezéséhez. Részletesen tárgyaltam az épület szerkezetét és funkcióját, valamint az építendő résfal elhelyezkedését és jellemzőit. A talajvizsgálati jelentés tartalmazta a különböző talajok fizikai jellemzőit és a talajvízre vonatkozó információkat, amelyek alapján meghatároztam a munkatérhatárolás tervezésének szükséges paramétereit.

A diplomamunka utolsó részében a résfal megtervezését ismertettem. A számítási mellékletben felsoroltam az anyagokat és azok paramétereit, majd a GEO5 szádfal tervezési moduljával meghatároztam a résfal befogási hosszát, figyelembe véve a különböző talajrétegződéseket. Az építés különböző tervezési állapotait a GEO5 szádfal ellenőrzési moduljával vizsgáltam, hogy meghatározzam az igénybevételeket és elmozdulásokat. A tervezés során külső és belső stabilitási vizsgálatokat végeztem, ellenőriztem a befogási talajjellenállást és a hidraulikus talajtörést. Minden vizsgálat megfelelő eredményeket hozott, és igazolta a tervezett résfal stabilitását.

A tervezés végső szakaszában a mértékadó igénybevételek alapján elkészítettem a résfal, fejgerenda és résvezető gerenda vasalását. Ezeket a számításokat kézzel végeztem el, majd ellenőriztem őket a GEO5 szoftverrel, beleértve a repedéstágasságot is. Összességében hangsúlyoztam, hogy az adott terület talajjellemzőit alaposan ismerni kell. Még a kis változások is befolyásolhatják a tervezést, ezért fontos a folyamatos szerkezetellenőrzés a fűrésok során, valamint a tervezés során figyelembe kell venni a környezeti feltételeket és az építészeti követelményeket.

V. Hivatkozások

- [1] Szepesházi Róbert: Támszerkezetek I.-II.-III. előadás
- [2] Szepesházi Róbert: Geotechnika, Egyetemi jegyzet, 2008 Győr
- [3] Szepesházi Róbert: Geotechnikai tervezés (Tervezés az Eurocode 7 és kapcsolódó európai geotechnikai szabványok alapján)
- [4] Dr. Takács Attila – BME Geotechnikai Tanszék
- [5] DYWIDAG geotechnikai rendszerek
- [6] Szepesházi Attila: Munkatérhatárolások tervezési kérdései
- [7] FAP-2019/103-GT kiadvány - Munkatérhatároló szerkezetek
- [8] Szilvágyi Zsolt: Munkagödör tervezése
- [9] CemBeton az építés alapja: Az MSZ 4798:2016 SZERINTI BETON 2020
- [10] Dr. Takács Attila: Geotechnika-Gyakorlati segédlet a BME Építőmérnöki Kar nappali tagozatos BSc hallgatói részére
- [11] Dr. Mihalik András: Támfalak alapozási szélességének optimális számítása
- [12] Deák György-Draskóczy András-Dulácska-Kollár László-Visnovitz György: Vasbeton szerkezetek (Tervezés az Eurocode alapján-4. bővített kiadás)
- [13] Dr. Bartos Sándor-Králik Béla: Mélyépítés I. Budapest 1983
- [14] Dr. Bartos Sándor-Králik Béla: Mélyépítés II. Budapest 1983
- [15] Dr. Bartos Sándor-Králik Béla: Mélyépítés III. Budapest 1983
- [16] Manninger Marcell-Wolf Ákos: Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az Eurocode7 (MSZ EN 1997) szerint
- [17] Bak Edina-Meszlényi Zsolt: Horgonyzott Részfalszerkezetek 4. fejezet (Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az Eurocode7 (MSZ EN 1997) szerint)
- [18] Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés

VI. Ábra és táblázat jegyzék

VI.I. Ábrák

1. ábra: Súlytámfalak erőjátéka (dr. Szepesházi Róbert Geotechnika)	9
2. ábra: Súlytámfalak jellemző keresztelvényei (Dr Bartos Sándor, Králik Béla - Mélyépítés II.)	9
3. ábra: Támfal szerkezeti megoldások (Dr Bartos Sándor, Králik Béla - Mélyépítés II.)	10
4. ábra: Vasbeton szögtámfal (dr. Szepesházi Róbert Geotechnika)	12
5. ábra : Szögtámfal típusok (Dr. Kovács Miklós – Földművek)	13
6. ábra: Máglyafal (Dr Bartos Sándor, Králik Béla - Mélyépítés II.)	14
7. ábra: Máglyafal szerkezete (Dr Bartos Sándor, Králik Béla - Mélyépítés II.)	14
8. ábra: Szádfal (Munkatérhatárolás tervezési kérdései-munkatér határoló szerkezetek)	17
9. ábra: Cölöpfal (Munkatérhatárolás tervezési kérdései-munkatér határoló szerkezetek)	18
10. ábra: Cölöptípusok (dr. Szepesházi Róbert Geotechnika)	19
11. ábra: Cölöpfalak (Faur Krisztina Beáta, Szabó Imre – Geotechnika 11)	20
12. ábra: Résfalak építése (Munkatérhatárolás tervezési kérdései-munkatér határoló szerkezetek)	21
13. ábra: Horgonyzott résfal (Munkatérhatárolás tervezési kérdései-munkatér határoló szerkezetek)	24
14. ábra: Támszerkezetekre ható erők	26
15. ábra: GEO határállapot (dr. Szepesházi Róbert-Geotechnikai tervezés)	27
16. ábra: STR határállapot (dr. Szepesházi Róbert - Geotechnikai tervezés)	27
17. ábra: HYD határállapot (www.sze.hu)	28
18. ábra: GEO határállapot (dr. Szepesházi Róbert-Geotechnikai tervezés)	29
19. ábra: A statikai tervezés szempontjai (dr. Szepesházi Róbert- Geotechnika)	30
20. ábra: Vizsgált terület térképrészleten jelölve. (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	31
21. ábra. A tárgyi területen korábban meglévő épületek vezérszinti alaprajza (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	31
22. ábra. Tervezett épület terepszint feletti modellje (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	32
23. ábra. Tervezett épület hosszmetsetrajza (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	33

24. ábra. Tervezett épület keresztmetszete, épület viszonya szomszédos beépítésekhez (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	33
25. ábra. Fővárosi Szabályozási Keretterv részlet (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	35
26. ábra. Budapest fedetlen földtani térképrészlet (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	36
27. ábra. Budapest fedett földtani térképrészlet (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	37
28. ábra: Javasolt talajosztályok (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	40
29. ábra. Budapest Építéshidrológiai Atlasza – térképrészlet (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	46
30. ábra: Magyarország szeizmikus térképe (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	48
31. ábra: Dywidag talajhorgony (Dywidag geotechnikai rendszerek).....	55
32. ábra: C rétegszelvény talajrétegek.....	56
33. ábra: C rétegszelvény, Homokos Feltöltés	57
34. ábra: C rétegszelvény, Közepes Homok	57
35. ábra: C rétegszelvény, Aprókavicsos Homok	58
36. ábra: C rétegszelvény, Aprókavicsos Homok, Barnás-Szürke.....	58
37. ábra: C rétegszelvény, Közepes Agyag Szürke.....	59
38. ábra: C rétegszelvény, Közepes Agyag, Szürkés-Barna	59
39. ábra: C rétegszelvény, Közepes Homok 2.	60
40. ábra: C rétegszelvény, Iszapos Homok	60
41. ábra: C rétegszelvény, Talajok hozzárendelés	61
42. ábra: C rétegszelvény, Geometria	61
43. ábra: C rétegszelvény, Terep	62
44. ábra: C rétegszelvény, Talajvízszint.....	63
45. ábra: C rétegszelvény, 20m mély	63
46. ábra: A rétegszelvény, 20 mély	64
47. ábra: B rétegszelvény, 18m mély elakadt.....	65
48. ábra: Első tervezési állapot.....	66
49. ábra: Második tervezési állapot földkiemelése	67
50. ábra: Második tervezési állapot.....	68
51. ábra: Harmadik tervezési állapot, felső horgony.....	69
52. ábra: Harmadik tervezési állapot.....	69
53. ábra: Negyedik tervezési állapot földkiemelése.....	70

54. ábra: Negyedik tervezési állapot	71
55. ábra: Ötödik tervezési állapot, alsó horgony	72
56. ábra: Ötödik tervezési állapot.....	72
57. ábra: Hatodik tervezési állapot, Víztelenítés	73
58. ábra: Hatodik tervezési állapot.....	74
59. ábra: Hetedik tervezési állapot, teljes földkiemelés	74
60. ábra: Hetedik tervezési állapot	75
61. ábra: Belső Stabilitás vizsgálat, felső horgony.....	76
62. ábra: Belső Stabilitás vizsgálat, alsó horgony	77
63. ábra: Külső stabilitás vizsgálat.....	78
64. ábra: Befogási talajjellenállás.....	79
65. ábra: pkN/m ²	83
66. ábra: pkN/m ²	84
67. ábra: δ_{ah} kN/m ²	89
68. ábra: δ_{ah} kN/m ²	92
69. ábra: Burkoló ábra	95

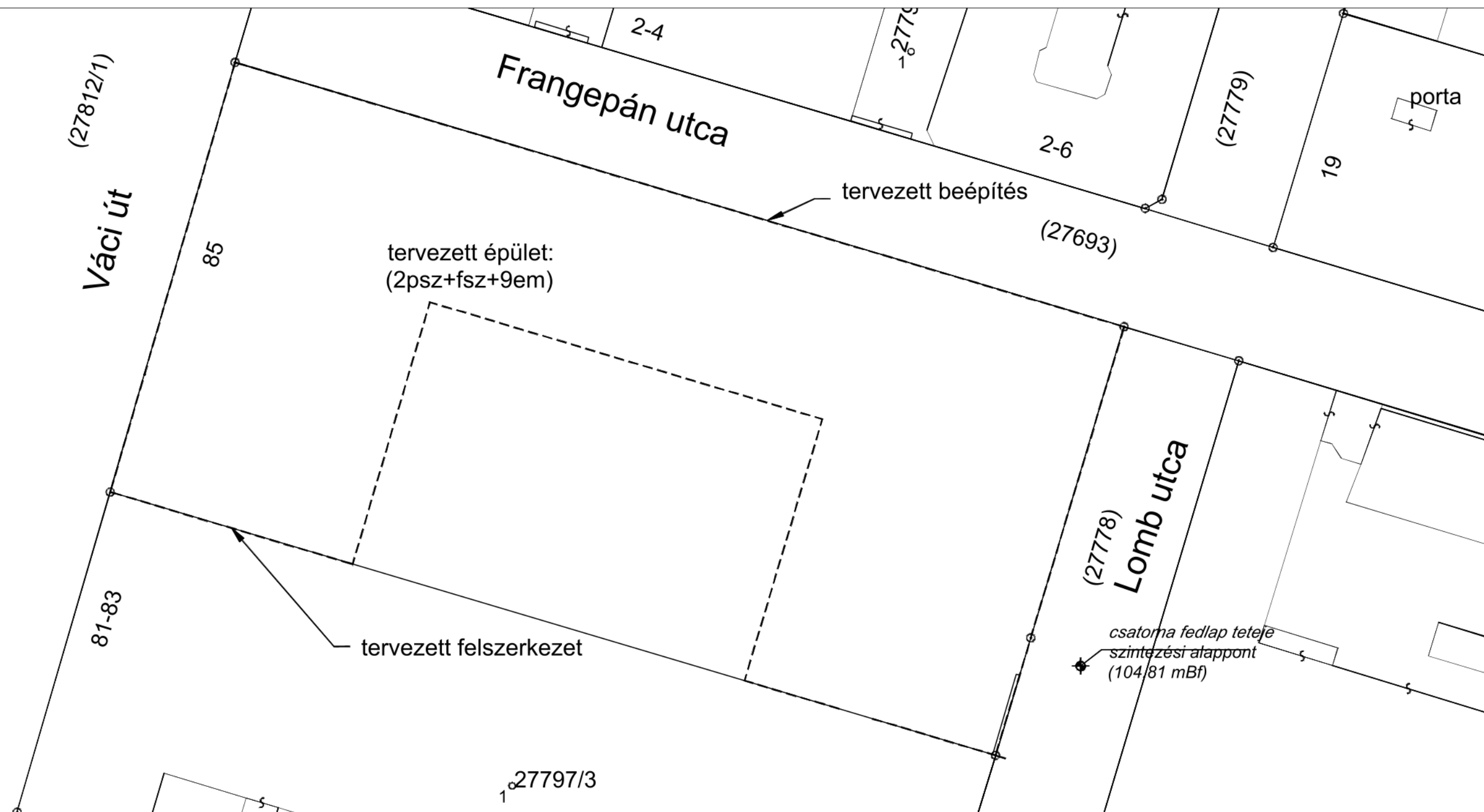
VI.II. Táblázatok

1. táblázat: Erőtani tervezés szempontjai (dr. Szepesházi Róbert-Geotechnikai tervezés).....	29
2. táblázat: Pontszámítás bemutatása (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	34
3. táblázat: Geotechnikai kategória (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	35
4. táblázat: Talajmintavételi jegyzőkönyv (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	39
5. táblázat: Mintavételek (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	39
6. táblázat: Labor vizsgálatok (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	39
7. táblázat: Talajfizikai paraméterek dinamikus szondák alapján (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	40
8. táblázat: Talajfizikai paraméterek dinamikus szondák alapján (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	40
9. táblázat: Talajfizikai paraméterek dinamikus szondák alapján (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	41

10. táblázat: Homokos feltöltés talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	42
11. táblázat: Közepes homok talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	42
12. táblázat: Homokos kavics talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	43
13. táblázat: Homokos kavics talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	43
14. táblázat: Homokos kavics talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	44
15. táblázat: Homokos kavicsos kövér agyag talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	44
16. táblázat: Kissé cementálódott sovány agyag talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	45
17. táblázat: Homok - iszapos homok betelepülés talajfizikai jellemzői (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	45
18. táblázat: Vízvegyvizsgálat eredménye (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	46
19. táblázat: Fagyérzékenység (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	47
20. táblázat: Tömöríthetőség szemeloszlás alapján (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	47
21. táblázat: Fejtési osztály (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés)	47
22. táblázat: Homokos feltöltés vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati)	51
23. táblázat: Közepes homok vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati)	51
24. táblázat: Aprókavicsos homok vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati)	51
25. táblázat: Közepes agyag vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati) .	51
26. táblázat: Kövér agyag vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati).....	51
27. táblázat: Homokos, kavicsos kövér agyag vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	52
28. táblázat: Kissé cementálódott sovány agyag vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	52
29. táblázat: Homokos-iszapos homok vonatkozó mértékadó paraméterek (Petik Kft. Talajvizsgálati jelentés).....	52
30. táblázat: Befogási mélységek	65
31. táblázat: Igénybevételek, elmozdulások.....	75

VII. Tervjegyzék

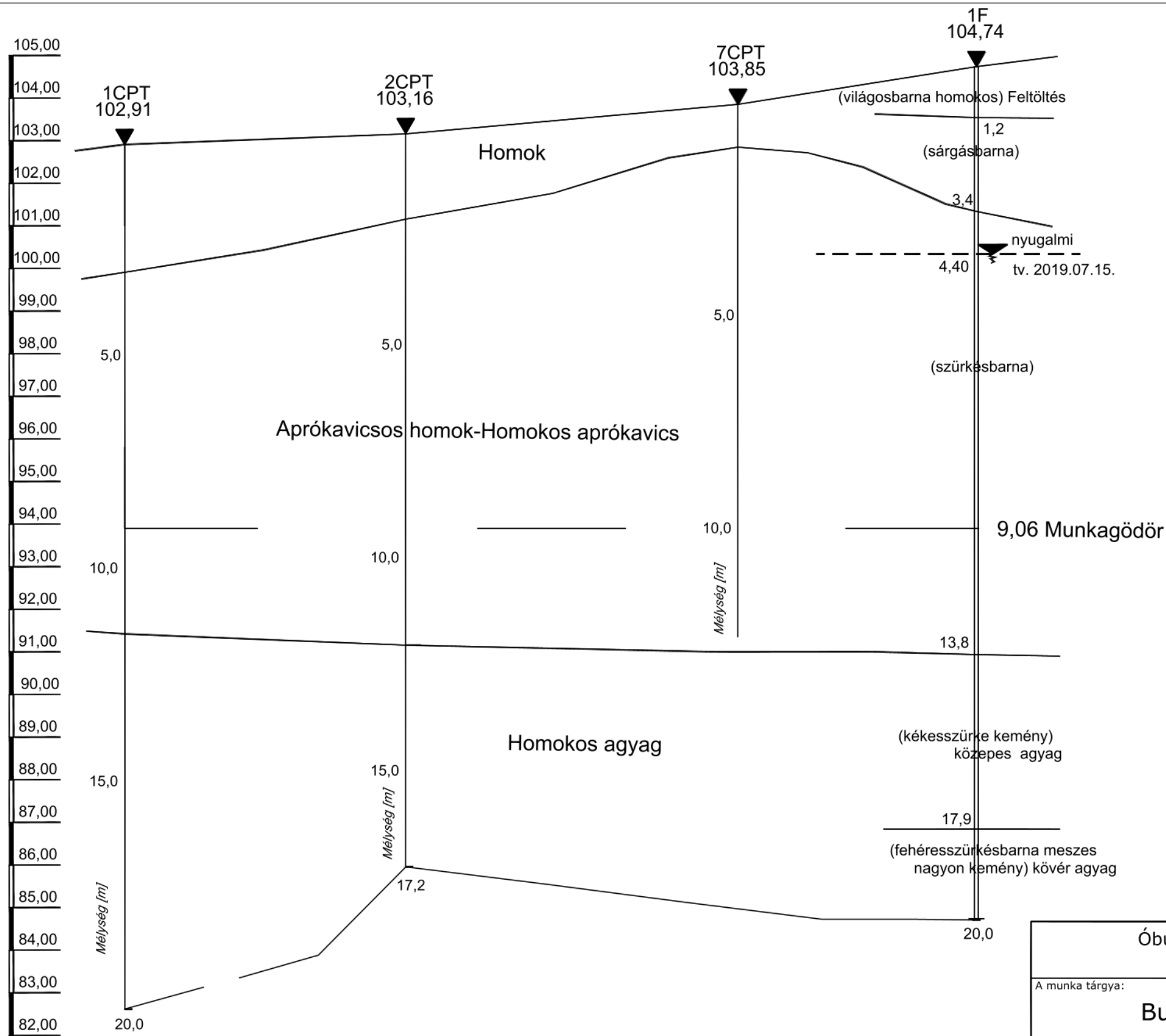
- G-1: Átnézeti helyszínrajz
- G-2: Geotechnikai helyszínrajz
- G-3: A-Rétegszelvény
- G-4: B-Rétegszelvény
- G-5: C-Rétegszelvény
- G-6: Mintakereszt-szelvény
- G-7: Tábla és felső horgony kiosztás
- G-8: Tábla és alsó horgony kiosztás
- G-9: Vasalási terv



Jelmagyarázat

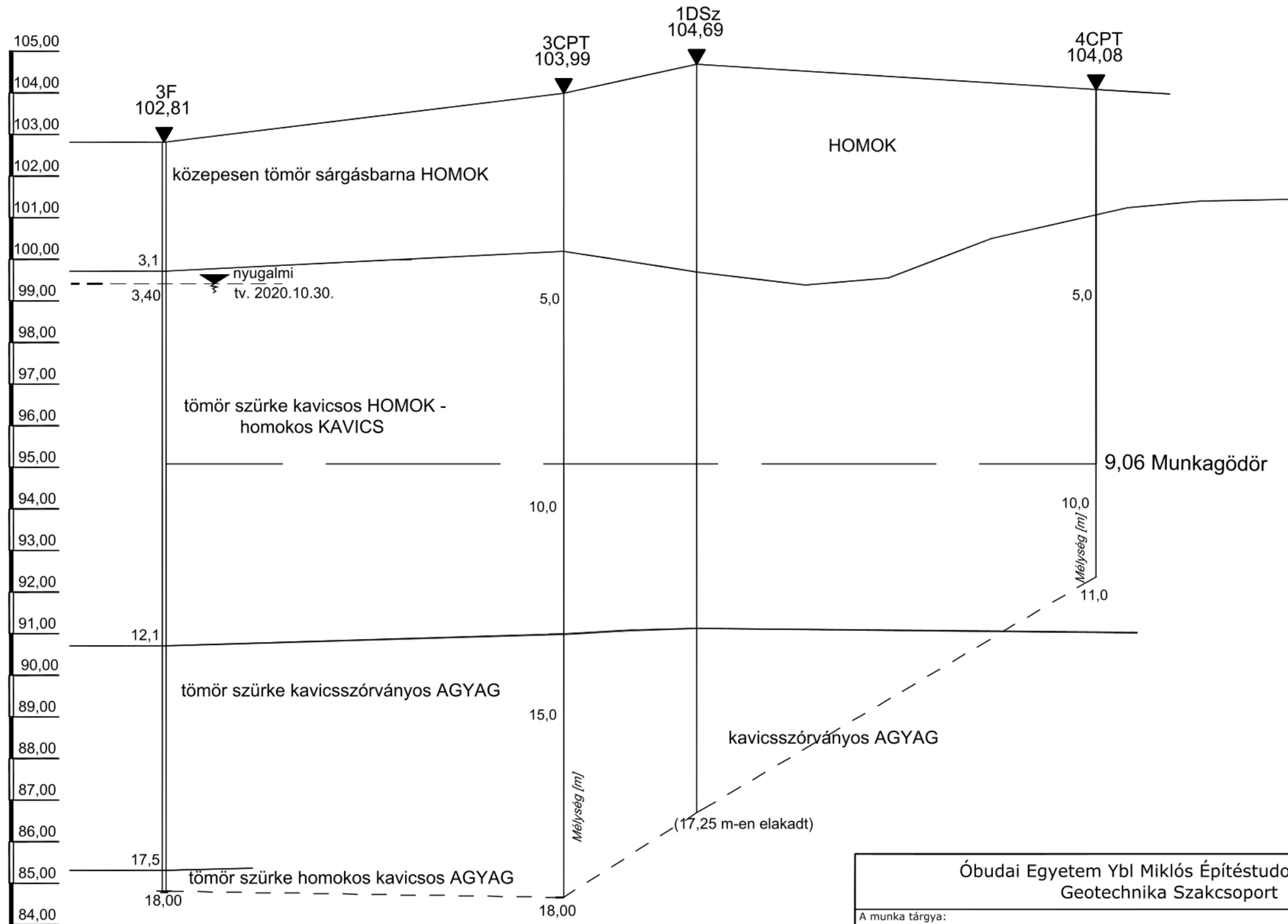
A magasságok Balti rendszerben értendők!

Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport			
A munka tárgya:		Rajzszám:	
Budapest. XIII. Váci út 85.		001/2024	
CP3 Irodaház talajvizsgálati jelentés		Dátum:	
		2024.05.	
Rajz megnevezése:		Lépték:	
Átnézeti helyszínrajz		1:500	
Belső Konzulens:	Külső Konzulens:	Szerkesztő-rajzoló:	Neptun:
Dr. Firgi Tibor PHD	Gáspár Gergely	Oroszi Attila Olivér	



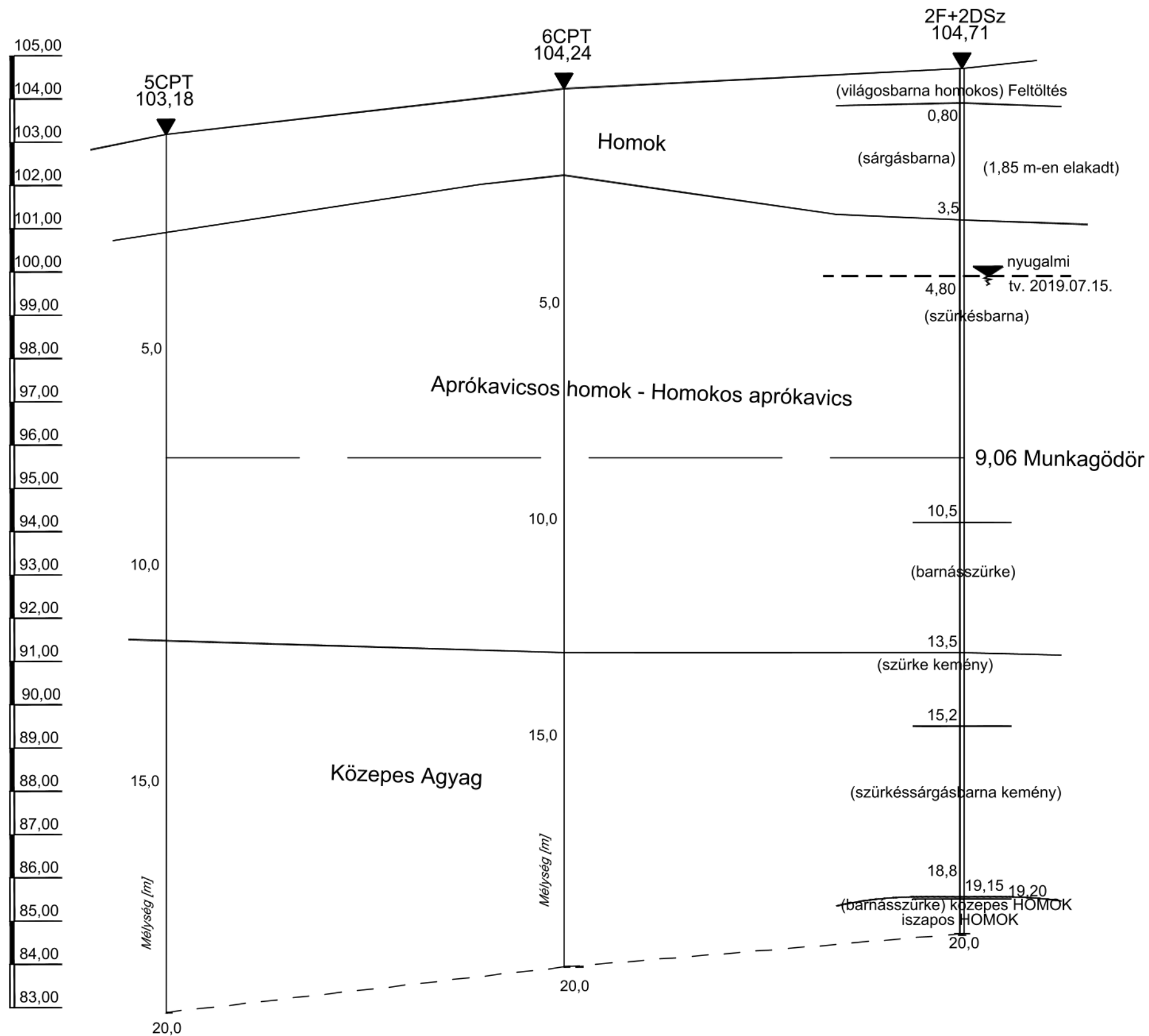
A magasságok Balti rendszerben értendők!
A rétegződések csak a fúrás szelvényekre igazak, a
rétegszelvényre interpolálással valószínűsítettük.

Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport			
A munka tárgya: Budapest. XIII. Váci út 85.			Rajzszám: 003/2024
CP3 Irodaház talajvizsgálati jelentés			Dátum: 2024.05.
Rajz megnevezése: A-A rétegszelvény			Lépték: 1:500
Belső Konzulens: Dr. Firgi Tibor PHD	Külső Konzulens: Gáspár Gergely	Szerkesztő-rajzoló: Oroszi Attila Olivér	Neptun: [REDACTED]



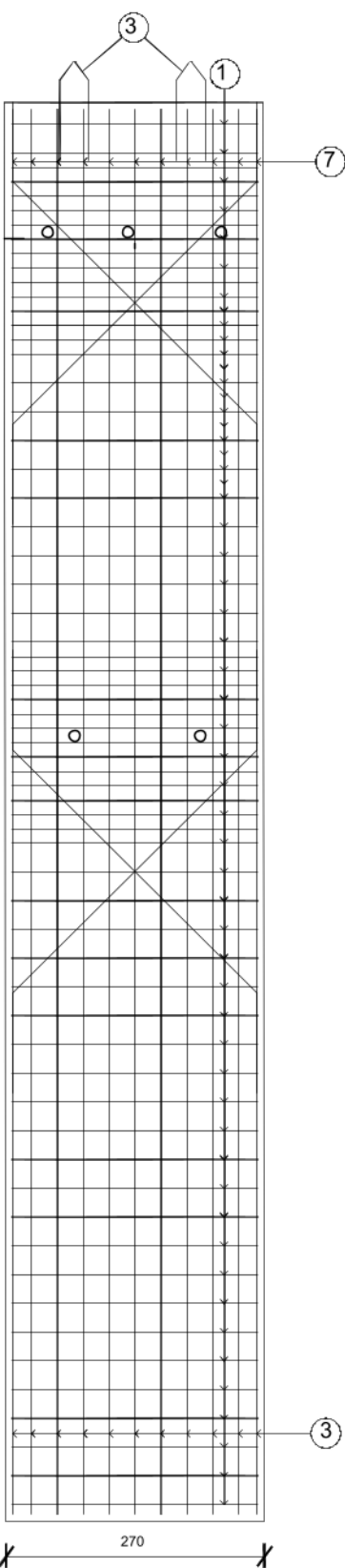
A magasságok Balti rendszerben értendők!
A rétegződések csak a fúrás szelvényekre igazak, a
rétegszelvényre interpolálással valószínűsítettük.

Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport			
A munka tárgya: Budapest. XIII. Váci út 85.			Rajzszám: 004/2024
CP3 Irodaház talajvizsgálati jelentés			Dátum: 2024.05.
Rajz megnevezése: B-B rétegszelvény			Lépték: 1:500
Belső Konzulens: Dr. Firgi Tibor PHD	Külső Konzulens: Gáspár Gergely	Szerkesztő-rajzoló: Oroszi Attila Olivér	Neptun: [REDACTED]

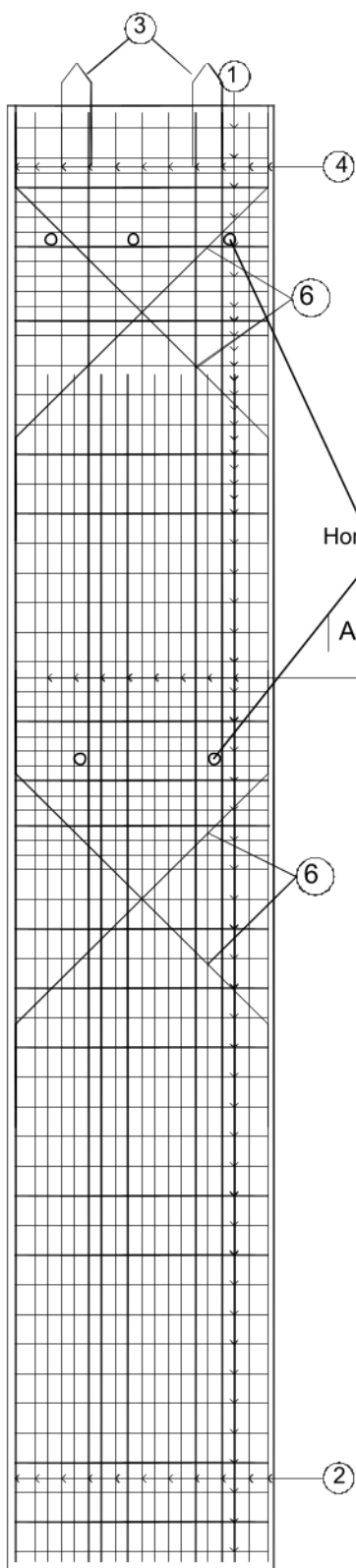


Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnika Szakcsoport		Rajzszám:	005/2024	Dátum:	2024.05.	Lepték:	1:500	Neptun:		
A munka tárgya:		Budapest. XIII. Váci út 85.		CP3 Irodaház talajvizsgálati jelentés		C-C rétegszelvény		Szerkesztő-rajzoló:		Oroszi Attila Olivér
Rajz megnevezése:								Külső Konzulens:		Gáspár Gergely
Belső Konzulens:		Dr. Firgi Tibor PHD								

Talaj felőli oldal



Munkagödör felőli oldal



Horgonyátvezető

A

A

A-A Metszet

M=1:20

Munkagödör felőli oldal



Talaj felőli oldal



Megjegyzések:

A terven jelöl A terven jelölt jellemző kiemelési sík statikai paraméter, földmunka szempontjából tájékoztató jellegű, ez alapján kizárólag a durva földmunka készíthető!

A résiszap sűrűségének 1,20 g/m³-nek kell lennie, hogy biztosítsa a rés állékonyságát. Toldásoknál a vasakat kötélbakkal kell összekötni egy toldásnál 2 helyen.

A kivitelezés során a megadott sorrend szerint kell haladni. Horgonynak 15°-os kizárást kell biztosítani az armatúrában. A kizárás fölött és alatt is 1 méteren kengyel sűrítést kell alkalmazni 15cm.

Az armatúrákból összesen 80db fog kelleni.

Résvezető: C16/20-XC1-24-F3
Fejgerenda: C30/37-XC2-XA1-XV2-24-F5
Résfal: C30/37-XC2-XA1-XV2-24-F5

Betonacél minőségek:

Minden szerkezetnek a vasalása: B500

Emelő kampók: B240

Betontakarások:

Résfal: 75mm
Részvezető: 25mm
Fejgerenda: 40mm

Betonacél Kimutatás

Jel	db	Ø	Hosszátmérőként			Minőség
			Hossz	14 Ø	28 Ø	
1	50	14	3,80	190		B500
2	27	28	4,00		108	B500
3	50	14	2,02	101		B240
4	27	28	12,00		324	B500
5	6	14	4,52	27,12		B500
6	8	14	6,60	52,8		B500
7	10	28	12,00		120	B500
Összhossz				370,92	552	
Folyóméter (kg/m)				0,395	0,888	
Összsúly Ø-ként (kg)				146,51	490,18	
Összsúly (kg)				636,69		

Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Geotechnika Szakcsoport

Budapest. XIII. Váci út 85.

CP3 Irodaház Kiviteli terv

Résfal - Vasalási terv

Belső Konzulens:
Dr. Firgi Tibor PHD

Külső Konzulens:
Gáspár Gergely

Szerkesztő-rajzoló:
Oroszi Attila Olivér

Neptun: