

SZAKDOLGOZAT

**OE-YBL
2024.**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

Huber Georgina Tünde



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITYÓbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Huber Georgina Tünde

Szakdolgozat száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Építőmérnöki

Specializáció: Geotechnika

A dolgozat címe: Alapozás tervezése

A dolgozat címe angolul: Foundation design

A feladat részletezése: Alapozás tervezése

Intézményi konzulens neve: Firgi Tibor

Külső konzulens neve: Petik Csaba

Munkahelye: Petik Mérnöki Szolgáltató Kft.

A kiadott téma elévülési határideje: 2029. 12. 31.

Beadási határidő: 2024. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2024. 10. 21.

Óbudai Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet
1446 Budapest, Thököly út 14.
1442 Budapest, 70., Pf. 117.

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2024. 12. 15.

belső konzulens
külső konzulens



Ybl Miklós Építéstudományi Kar

SZAKDOLGOZAT
KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve: Huber Georgina Tünde

Dolgozat száma: [REDACTED]

Oktatási azonosítója: [REDACTED]

Szak, specializáció megnevezése: Építőmérnök, Geoteknika

Neptun azonosítója: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

A dolgozat címe magyar nyelven: Alapítás tervezése

A dolgozat címe angol nyelven: Foundation design

Belső (kari) konzulens neve: Firgi Tibor

Külső konzulens neve: Petik Csaba

Külső konzulens munkahelye: Petik Mérnöki Szolgáltató Kft.

ALK.	DÁTUM	KONZULTÁCIÓ TÉMÁJA, TARTALMA	KONZULENS ALÁÍRÁSA
1.	Dátum 2024. 09. 20.	Feladat ismertetése, szakirodalom átnézése	[Signature]
2.	Dátum 2024. 10. 25.	terhelési adatok megbeszélése szondázási adatok felolgozása	[Signature]
3.	Dátum 2024. 11. 22.	számítások készítése GTS szoftverrel	[Signature]
4.	Dátum 2024. 12. 13.	cölöp vasalása, cölöp készítése	[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 (hely), 2024. 12. 13. (dátum)

* A megfelelő aláhúzendő.

belső (kari) konzulens



Ybl Miklós Építéstudományi Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Huber Georgina 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 (hely), 2024.12.19 (dátum)

Huber Georgina
hallgató

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Firgi Tibor tanár úrnak a sok segítségért, kitüntető bizalmáért, amelyek hozzájárultak ennek a szakdolgozatnak a létrejöttéhez, és tanulmányom ideje alatt kapott tanácsokért, folyamatos figyelmességért.

Külön szeretném megköszönni Petik Csabának - akinek szintén elvülhetetlen érdemei vannak ennek a szakdolgozatnak a megteremtésében - a beszélgetéseket a témáról, az ötletadó gondolatokat és persze mindkettőjüknek a tömérdék türelmükért.

Végül szeretnék köszönetet mondani a családomnak, különösképpen a férjemnek a türelemért, a támogatásért, hogy lehetővé tették ennek a tanulmányoknak a folytatását.

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS.....	8
2.	ELMÉLETI ÁTTEKINTÉS	9
2.1.	Alapozás.....	9
2.2.	Síkalapok.....	10
2.2.1.	Sávalap	10
2.2.2.	Pillér-, Tömbalapok	11
2.2.3.	Gerendarács alap	12
2.3.	Mélyalapok.....	14
2.3.1.	Cölöpalapok	14
2.3.2.	Szekrény és kútalapok.....	16
2.3.3.	Résfalak	18
3.	ALAPADATOK.....	19
3.1.	Helyszín ismertetése.....	19
3.2.	Építésföldtan	19
3.3.	Szeizmicitás	20
3.4.	Geotechnikai feltárások	21
3.5.	Talajvíz	22
3.5.1.	Felszínközeli talajvíz.....	22
3.5.2.	Nyomás alatti rétegvíz a pannon agyagban	25
3.5.3.	Karsztvíz	25
3.5.4.	Laboratóriumi vizsgálatok	26
3.6.	Rétegződés.....	26
4.	ALAPOZÁS TERVEZÉSE	27
4.1.	Cölöpökre jutó terhek	27
4.2.	Cölöpteherbírás Ferrandon módszerével	44
4.3.	Cölöpteherbírás Caquot-Kerisel módszerével.....	45
4.4.	Egyedi cölöpök teherbírásának meghatározása (EC 7 szerint)	47
4.4	Cölöpcsoport teherbírása	67
5.	CÖLÖP VASALÁSA	79
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	81
7.	SUMMARY	81
8.	HIVATKOZÁSOK	82
9.	SZABVÁNYOK.....	82

10. ÁBRAJEGYZÉK	83
11. TÁBLÁZATJEGYZÉK	84
MELLÉKLETEK	85

1. BEVEZETÉS

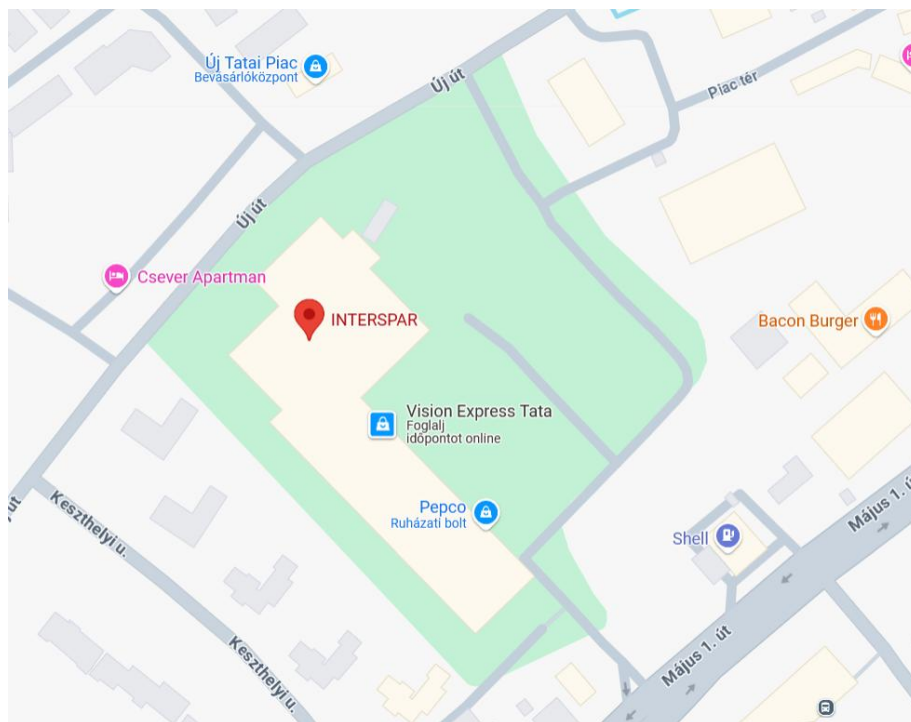
A szakdolgozatom témája a Tatai Interspar alapozásának tervezése. Ez az alapozás lehet mély- és sicalapozás is, melyeket a szakdolgozatom szakirodalom részén bemutatok.

Az alapozás az építmények egyik legfontosabb része, egy stabil alap elengedhetetlen az épületnél, hogy a tervezett épültartam végéig biztosítsa a biztonságos teherátadást az altalajra. A megfelelő alapozáshoz szükség van tervezés előtt a talaj vizsgálatára. Ezt a talajvizsgálati jelentés tartalmazza a talaj és talajvíz szükséges információit például szilárdságát, konzisztenciáját, valamint a talajnedvességét.

A helyszín ismertetése során kifog derülni, hogy a helyszínen érdemesebb cölöpalapozást alkalmazni. A cölöpalapoknak az alkalmazása nem ritka Magyarországon. Ha az építmény mérete nagy, illetve süllyedésérzékeny az épület általában cölöpalapozást használunk, de ugyancsak igaz, például, ha mélyen helyezkedik el a teherbíró talaj vagy magas a talajvízállás.

Ezt a fajta alapozást egyszerű gépesíteni, az időjárás sem befolyásolja nem mellesleg a cölöpözéssel növelni tudjuk a talaj fajlagos ellenállását.

A tervezés során kézi számítással és a GEO5 programmal is végig viszem a számítást. Ezeket majd összehasonlítom hasonlóan mekkora eltérés lesz különböző számítási módszerek között.



1.ábra Alapozás helyszíne

forrás: Google maps

2. ELMÉLETI ÁTTEKINTÉS

2.1. Alapozás

Az alapozás feladata, hogy az épület összes terhét felvegye, majd azokat továbbítsa a teherhordó talajnak. Úgy is mondhatjuk, hogy teherközvetítő szerepet tölt be. Az épület összes terhébe az épület súlya és a szerkezetre ható erőhatások tartoznak bele.

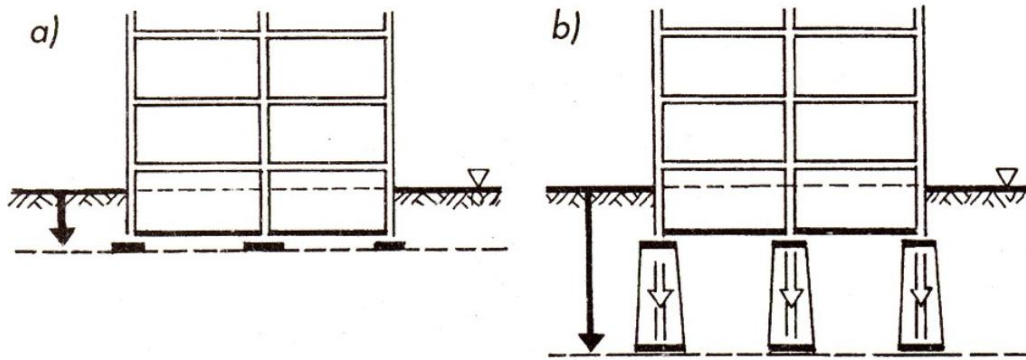
Az alapozás tervezése geotechnikai feladat. Típusát és kiválasztását az épületre ható állandó és esetleges terhek, talajviszonyok, talajvízszint, a teherhordó talaj mélysége, valamint az anyag- és munkadíj határozza meg.

Az épület állandó terhei lényegében az épület szerkezetének önsúlya, míg az esetleges terhek a funkció szerinti használat során fellépő terheket jelenti.

Az alapozás mélysége szerint lehet egy alapozás síkalapozás vagy mélyalapozás. A síkalapok esetén a teherbíró talaj a terep közelében van. A síkalap lehet sáv-, lemez-, héj-, pont, és tömbalapok. Mélyalapozásra akkor van szükség, ha a teherbíró talaj túl mélyen van, ha az épület süllyedésre érzékeny, illetve, ha a talajvízszint magas. Mélyalapozás lehet cölöp-, szekrény-, kútalap, és résfalas alapozás.

Fontos figyelembe venni néhány szempontot az alapozás tervezésekor. Ezek a szempontok segítenek eldönteni, hogy nekünk tervezéskor sík- vagy inkább mélyalapozásra van szükségünk. Kiemelten oda kell figyelni arra, hogy a alapozásisík megfelelő teherbírású talajra kerüljön, hogy káros süllyedés, talajtörés ne következzen be, illetve, hogy ez a sík ne különböző rétegeken helyezkedjen el. Az is egy szempont, hogy a sík a talajvízszintje felett helyezkedjen el, mert így elkerülhetőek a víztelenítési munkálatok (melyek igen költségesek), emellett a későbbi talajvízszint kedvezőtlen mozgását is figyelembe kell venni. Ha a területnek vannak szomszédos épületei, esetleg zárt sorú beépítés történik, akkor figyelembe kell venni ezeknek az épületeknek az alapozási mélységét, terheléseiket, és az alaptestek anyagait.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf JEGYZET ALAPOZÁS Dr. Mecszi Zoltán, 2009. március



a) síkalapozás; b) mélyalapozás

2. ábra alapozási módok

forrás: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/a-kulonfele-alapozasi-modok-bemutatasa-a-sikalapozas-es-melyalapozas-eltero-alkalmazasi-korulmenyeinek-es-felteteleinek-ismertetese/alapozas>

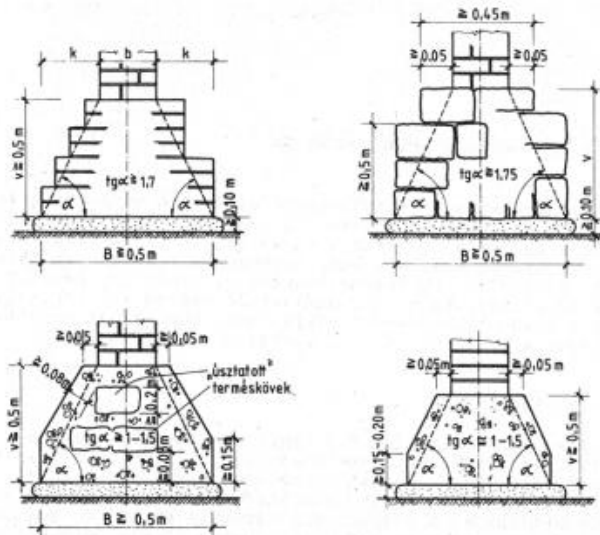
2.2. Síkalapok

Síkalapot akkor alkalmazunk, ha a teherbíró talaj a terepszint közelében helyezkedik el, illetve kis mélységben.

2.2.1. Sávalap

A falak folytonos alátámasztására szolgálnak a sávalapok. Talpszélességük akár azonos is lehet a felmenő faléval, azonban ez ritka és általában konzolosan kinyúlnak a falak alól, így a talajra áthárított feszültségek nem haladják meg annak teherbírását. A válaszfalak alatti alapozások tekintetében sok esetben előfordul, hogy a szerkezetek kialakítására kisebb figyelem összpontosul, így ebből a későbbiekben jelentős károk keletkezhetnek, melyek a padozat alatti feltöltések esetén gyakoribbá válhatnak. A válaszfalak gondos alapozása, és ezek csatlakoztatása a kapcsolódó egyéb szerkezetekhez így különösen nagy jelentőséggel bír.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf JEGYZET ALAPOZÁS Dr. Mecszi Zoltán, 2009. március



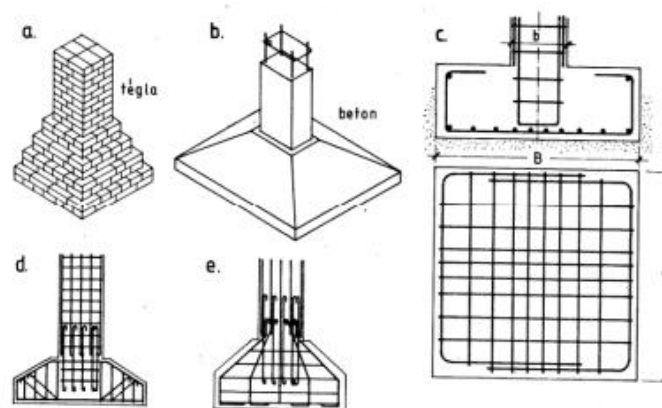
3. ábra. Sávalapok téglából, terméskőből, úsztatott betonból, csömöszölt betonból.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf

2.2.2. Pillér-, Tömbalapok

Az alapozások ezen típusát általában oszlopok vagy pillérek alátámasztásánál alkalmazzuk. Az esetek legnagyobb százalékában alaprajzuk négyzet, de előfordulhat sokszög, kör, esetleg téglalap is. Pontszerű szerkezeti elemek esetén a sávalapokhoz viszonyítottan kevesebb földmunka és kisebb anyagfelhasználás érhető el alkalmazásukkal.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf JEGYZET ALAPOZÁS Dr. Mecszi Zoltán, 2009. március



4. ábra Pilléralapok. Az acélbetétek lehetséges elrendezése és a pillérekhez való csatlakozási megoldásokkal

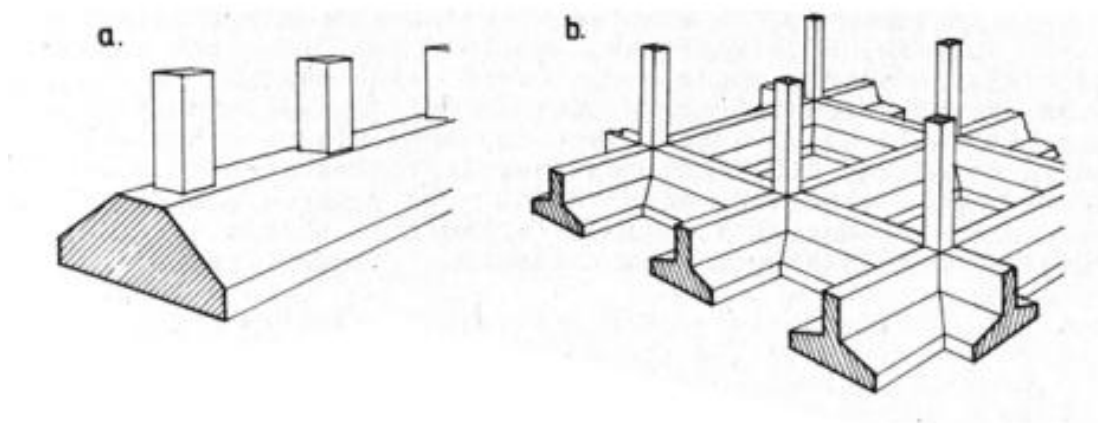
forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf

2.2.3. Gerendarács alap

Egymást metsző szalagalapok, amelyeket a csomópontokban terhelnek a pillérek. Ha a terhelés és az altalajviszonyok eredményeképpen a pont- vagy sávalapok nagyon közel kerülnek egymáshoz, gazdaságosabb lehet a gerenda- vagy gerendarács alapozás.

Az épületnek bizonyos mértékig hosszirányú merevítést ad a gerenda alap. Gerendarács kialakítása ajánlott, ha az altalaj kevésbé teherbíró vagy mindkét irányban nagy merevség szükséges. Kizárólag vasbetonból építhetőek, mert egyes keresztmetszeteiben jelentős hajlító és nyíró igénybevételek keletkeznek.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf JEGYZET ALAPOZÁS Dr. Mecszi Zoltán, 2009. március



5.ábra a) Sáv és pilléralap kombinációja, b) gerendarács alap

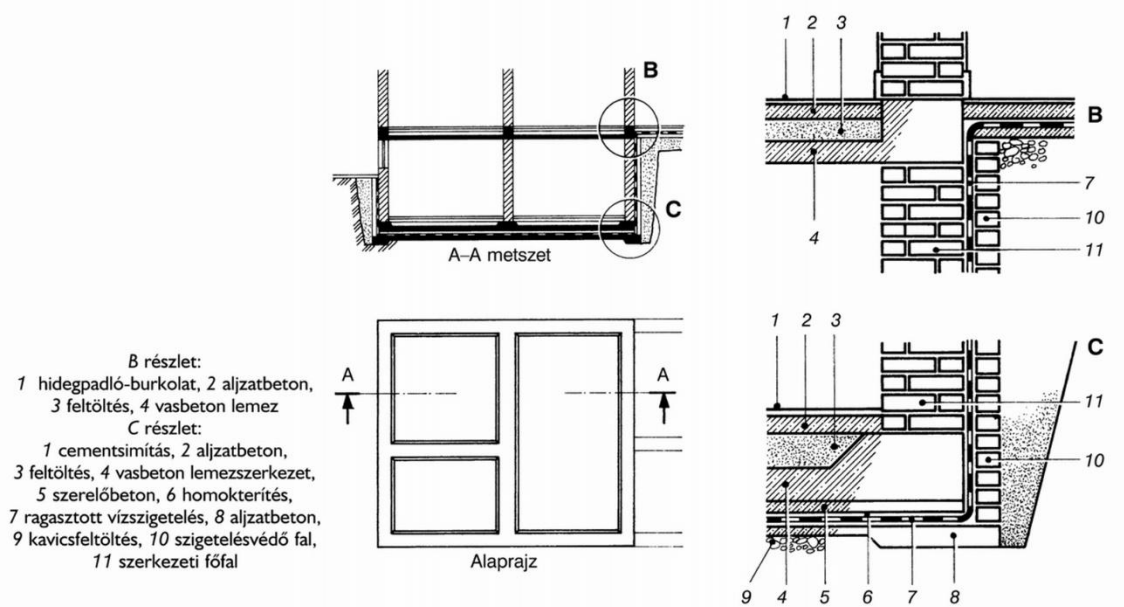
forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf

2.2.4. Lemezalapok

Az egész építmény alatt átmenő, összefüggő szerkezet, amely általában vasbetonból készül. Pilléreket, falakat egyaránt alátámasztanak. Rendszerint akkor alkalmazunk lemezalapot, amikor az építmény terheit csak a teljes alapterületen lehet átadni. A nagy méretük miatt, illetve a nagy alátámasztási távolságok miatt a lemezek hajlékonyak.

A lemezalapok legtöbbször vasbetonból készülnek. A lemezalapok vízszigetelése a vízzel támadott oldalon a vasbetonlemez síkja alatt készül. A földmunka elvégzése, a szigetelés elkészítése és az ellennyomást biztosító szerkezet megszilárdulási időtartama alatt a víznyomás ideiglenes megszüntetése szükséges. Ez lehet talajvízszintsüllyesztéssel.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf JEGYZET ALAPOZÁS Dr. Mecszi Zoltán, 2009. március



6. ábra lemezalapot

forrás: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/lemezalapozas-alkalmazasa-kialakitasa/lemezalapot-jellemzoi>

2.3. Mélyalapok

Ha az építmény mérete nagy, illetve süllyedésérzékeny az épület általában mélyalapozást használunk, de ugyancsak igaz, például, ha mélyen helyezkedik el a teherbíró talaj vagy magas a talajvízállás.

2.3.1. Cölöpalapok

Két fő szerkezeti elemből áll a cölöpalap. Cölöpökből, illetve az ezek fejrészeit összefogó "cölöprács"-ból. Feladata, hogy a létesítmény terheit mélyebben fekvő talajrétegre továbbítsa, emellett tömöríti a talajt, így növeli a talaj teherbírását.

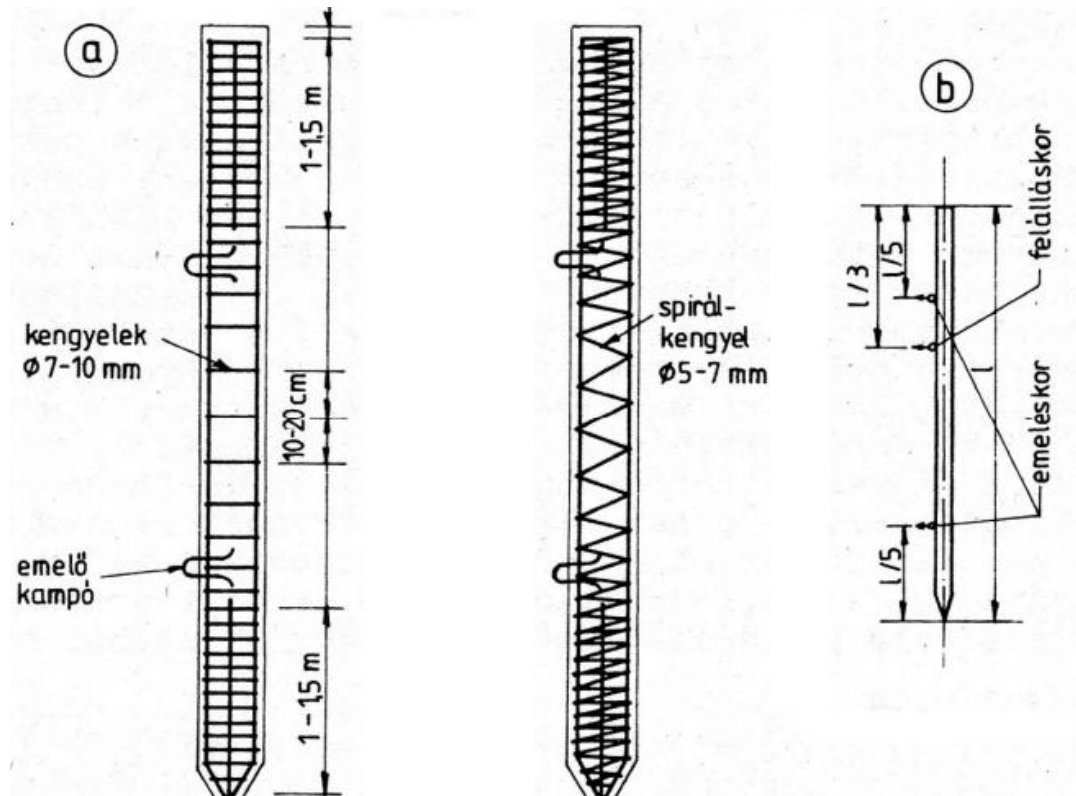
Számos esetben előnyös ez a fajta alapozás, mint például, ha a síkalapozás esetén meg nem engedhető mértékű süllyedések keletkeznének, vagy például műszakilag, gazdaságilag jobb vagy biztonságosabb a többi alapozási módnál, illetve az építése jobban gépesíthető, így függetleníthető az időjárási és egyéb körülményektől.

A cölöpöket különböző módok alapján csoportosíthatjuk. Ezek lehetnek; teherátadás, anyag, készítésimód, méret, rendeltetés szerinti csoportosítások.

Ha a teherátadás szerint nézzük akkor ez függőleges, illetve vízszintes terhet felvevő cölöp lehet. Anyaguk szerint előfordul fa, beton, vasbeton, acél és műanyag. A cölöpök lehetnek helyben készülők továbbá előregyártottak. Az előregyártott cölöpök talajba való juttatását elérhetjük veréssel, csavarással, vibrálással sajtolással, valamint ezeknek a kombinációjával. A helyszínen készülő cölöpök ugyancsak lehet veréssel, vibrálással, de ezeken felül lehet robbantással is, itt ezekkel lyukat állítanak elő majd ezt betonozzák be.

A cölöp lehet rövid, ami 3-5 méter hosszúságú, illetve a cölöpök átmérője lehet normális (30-40 cm átmérő), nagy átmérőjű (1-2 m is lehet), illetve mikrocölöp (80-250mm átmérőjű). Egy cölöp lehet keskenyedő is, a fa-cölöpök maguktól is ilyenek, ennek a lényege, hogy az oldalfelület teherviselése így növelhető. A cölöpök teherviselésre készülnek, új építmények alapozásánál alkalmazzuk a cölöpöket, de alkalmazhatjuk meglévő építmények aláfogására, megerősítésére is. Vannak talajtömörítő cölöpök is ennek a feladata a talaj hézagterfogatának csökkentése, ez csak előregyártott vert cölöpökkel lehetséges.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf JEGYZET ALAPOZÁS Dr. Mecsi Zoltán, 2009. március



7.ábra Előregyártott vert cölöpök kialakítása

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf

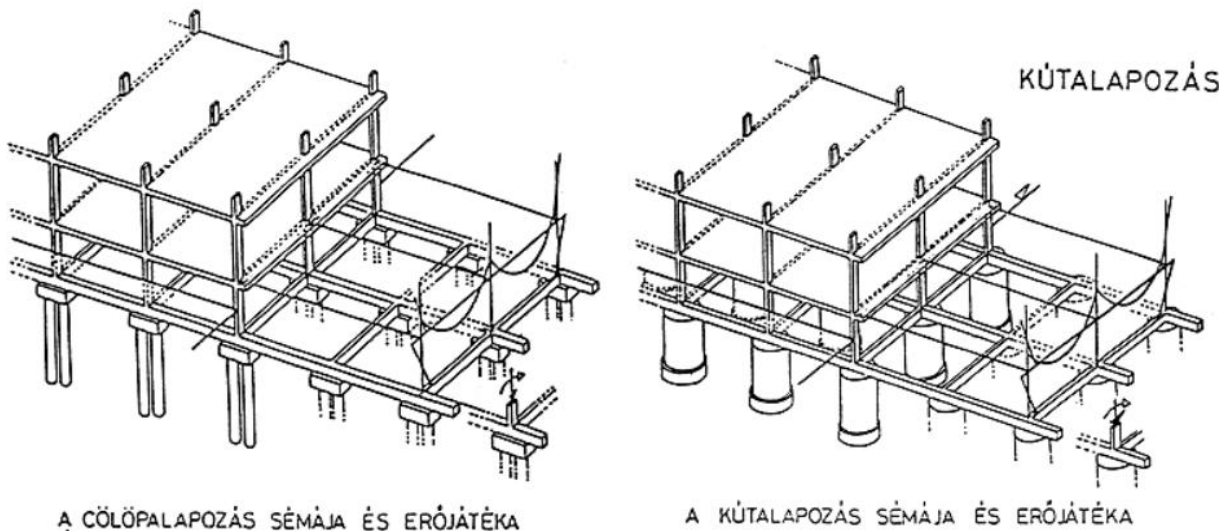
A szakdolgozatomban CFA cölöp tervezés lesz így erre külön kitérnék. A CFA (Contiguous Flight Auger) lényege a „végtelen” spirálfúró, amely egyúttal betonozó csőként is funkcionál. A fúró leeresztése során a spirál élei és a bent maradó talajdugó biztosítják a furat megtámasztását. Miután eléri a kívánt mélységet, a fúrószáron keresztül egy betonszivattyú túlnyomással juttatja be a betont. Ez a folyamat feltolja a spirált és a talajdugót, amit a spirál kihúzása tovább segít. A vasalást utólag vibrálják be a folyékony betonba. A cölöp átmérője 30-80 (esetenként akár 100) cm, míg a hossza 12-25 méter között mozog. Az eljárás során alkalmazott monitoring megbízható információt nyújt a talaj ellenállásáról és a betonozási nyomásokról, így alapos ellenőrzéssel tanúsítható a cölöp minősége.

A CFA módszer előnye, hogy a vibrációs zajhatása minimális és időtakarékos. A számítógépes ellenőrző programokkal a cölöpkészítés szakaszai jól ellenőrizhető és kézben tartható.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf JEGYZET ALAPOZÁS Dr. Mecszi Zoltán, 2009. március

2.3.2. Szekrény és kútalapok

A szekrények és a kútalapok két fő szerkezeti elemből állnak. Az egyik a vágóél, a másik fő elem pedig a köpenyfal. Kivitelezésnél fontos, hogy a súly mindenkor elégséges legyen a köpenyfalban ébredő ellenállások legyőzésére. Fontos, hogy a szekrény egyenletesen süllyedjen, különben a befeszülés, amit az elferdülés okoz nagy gondokat okozhat.



8.ábra Kútalapozás

forrás: <http://arc.sze.hu/epszerkea/8.htm>

A kútalapok kivitelezési módját két csoportba sorolhatjuk, az előregyártott elemekből készülő és a helyszínen készített kútalapozás. Az első módszernél az elemeket földkiemeléses módszerrel lesüllyesztik a kívánt mélységbe, viszont a helyszínen készített szerkezet esetében a munkagödröt kiemelik, elkészítik a vágóélt és a kút zsaluzását, majd ezután folyamatos betonozással a kutat is.

A kútalap kialakítása közben a talaj felszínére állított, rendszerint kör keresztmetszetű beton vagy vasbeton anyagú köpenyfal belsejéből a talaj folyamatos kitermelés alatt áll. Ennek következtében a gyűrű formájú szerkezet fokozatosan süllyed. A süllyesztéssel párhuzamosan tovább növelik a köpenyfal magasságát, hogy lehetővé váljon a mélyítés a teherbíró altalaj szintjéig. A vízzáró köpenyfal védelmében a talajvízszint alatt is egyszerű az alapozási síkot kialakítani. Ekkor víz alatti gépi kotrással, vagy szivattyúzás mellett kézi földmunkával kiemelik a talajt.

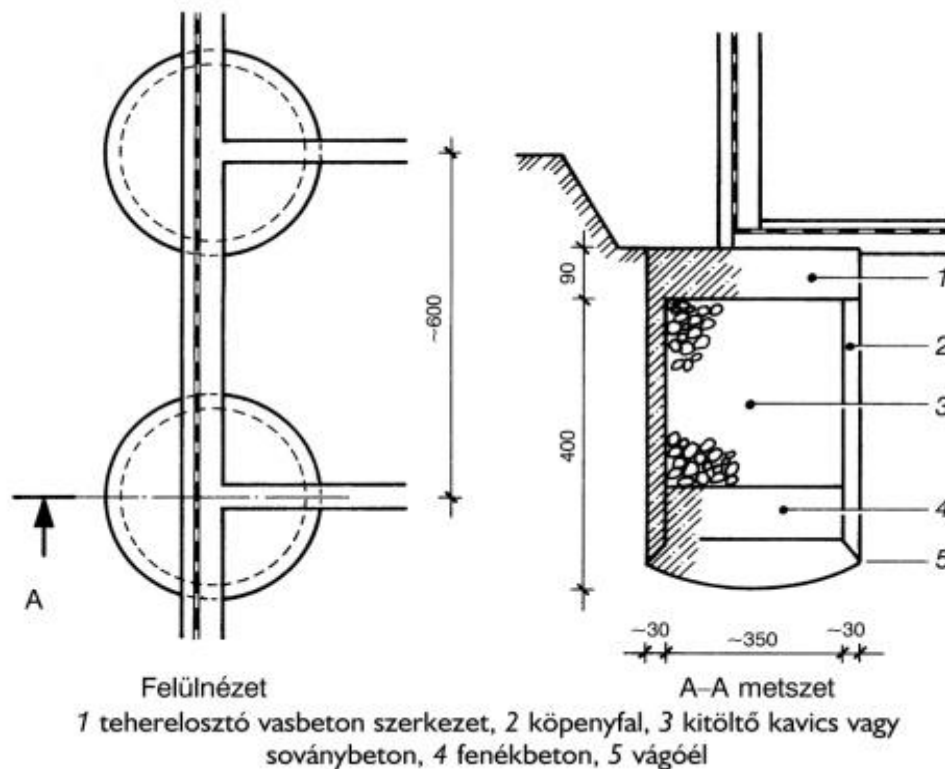
A kútsüllyesztés megkönnyített végrehajtás érdekében, annak alsó peremére idomacélból hajlított vágóélt installálnak. A köpenyfal megvalósítása során odafigyelnek arra, hogy a

súrlódási ellenállás minél kisebb legyen. Ez elérhető úgy, hogy a külső átmérőt csökkentve kúposan vagy vállkiugrásosan alakítják ki a köpenyfalat. Az így adódó hézagokba gördülő kavicsot vagy bentonitos szuszpenziót, azaz súrlódás csökkentő anyagot töltenek.

Miután a köpenyt a szükséges mélységig lesüllyesztették, alját víz alatti betonozással lezárják, majd a benne maradt vizet kiszivattyúzzák. Ezt követően a köpenyt soványbetonnal kitöltik, és a tetejét teherelosztó betontömbbel zárják le. Amennyiben több kútalapból álló alapozási rendszert alkalmaznak, a kutakra támaszkodó gerendarácsot alakítanak ki, amelynek szerepe megegyezik a cölöpráccsával.

forrás: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/kut-es-szekrenyalapok-alkalmazasa-kialakitasa/kivitelezes-modjai>

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf JEGYZET ALAPOZÁS Dr. Mecszi Zoltán, 2009. március



9. ábra Kútalap kialakítások

forrás: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/kut-es-szekrenyalapok-alkalmazasa-kialakitasa/kivitelezes-modjai>

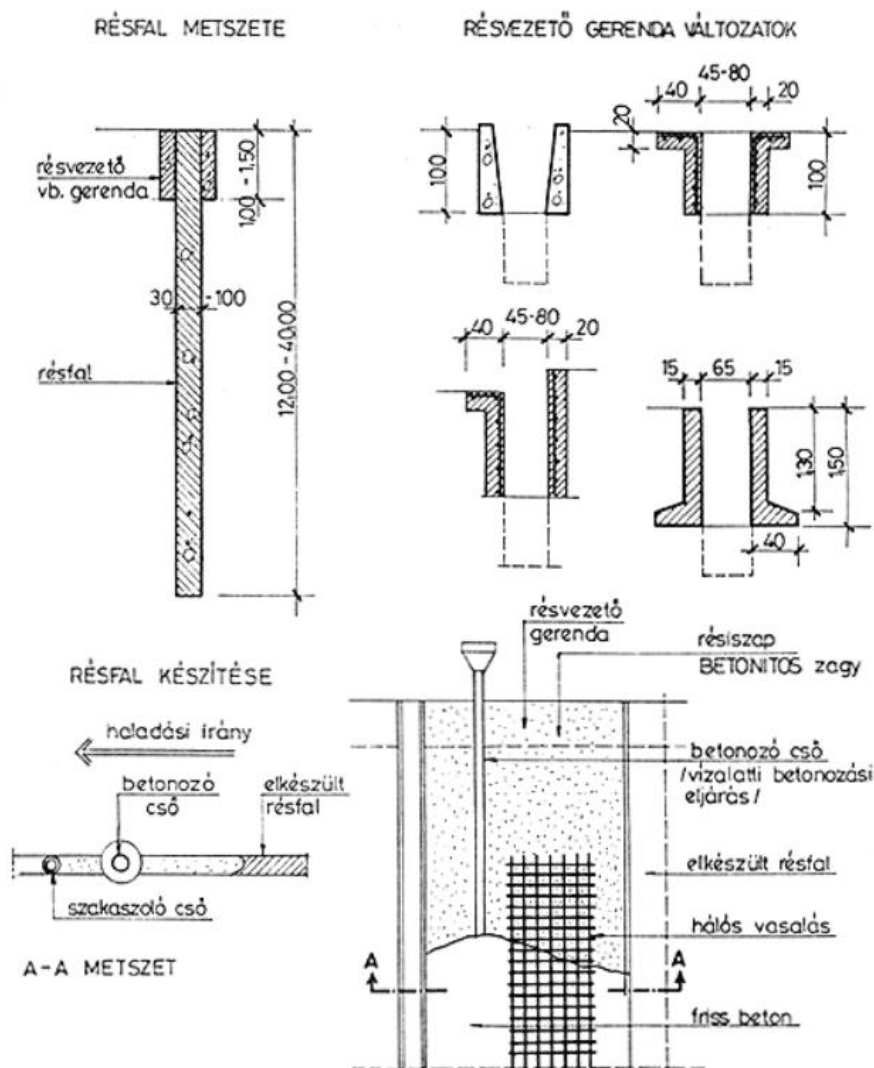
2.3.3. Rénfalak

Ezek olyan mélyépítési szerkezetek, amelyek vízzárásra, és/vagy függőleges, illetve vízszintes terhek viselésére szolgálnak. A talajba mélyített, viszonylag keskeny, ellenben többnyire hosszú és mély rés bebetonozásával hozzák létre őket. A résfal készülhet végleges, vagy ideiglenes szerkezetként. A két fő típus fordul elő megtámasztó falak vagy megszakító résfalak.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf

RÉSFAL ALAPOZÁS

A munkagödör megtámasztására és vízzárási feladatokra kifejlesztett résfal alapozási célra is felhasználható.



10.ábra Rénfal alapozás

forrás: <http://arc.sze.hu/epszerkea/24.htm>

3. ALAPADATOK

3.1. Helyszín ismertetése

A tervezett terület Tata város északnyugati részén, két tó között, a piactól délre található. Régi feltöltés található itt, ami m-es vastagságú és egy részén nem lehatárolt.

A térszín sík becsült maximális abszolút magassága +120,00-122,00 mBf, egy olyan terület, amelyről köztudott, hogy magas a talajvízállása. Ezen a területen a magas talajvízállás miatt a felszín felett is vízborítás jellemző. Felső néhány métere általában szerves, tőzeges. A rendelkezésemre bocsátott adatok alapján 20-30 évvel ezelőtt 1,0-1,5 méter vastagságban feltöltötték.

Ez a projekt két magasépítményt foglal magába, az Interspar áruházat, és a Family Center létesítményt. Az épületek egyszintesek, és a kapott előzetes adatok alapján vasbeton pillérvázás szerkezetű létesítmény lesz.

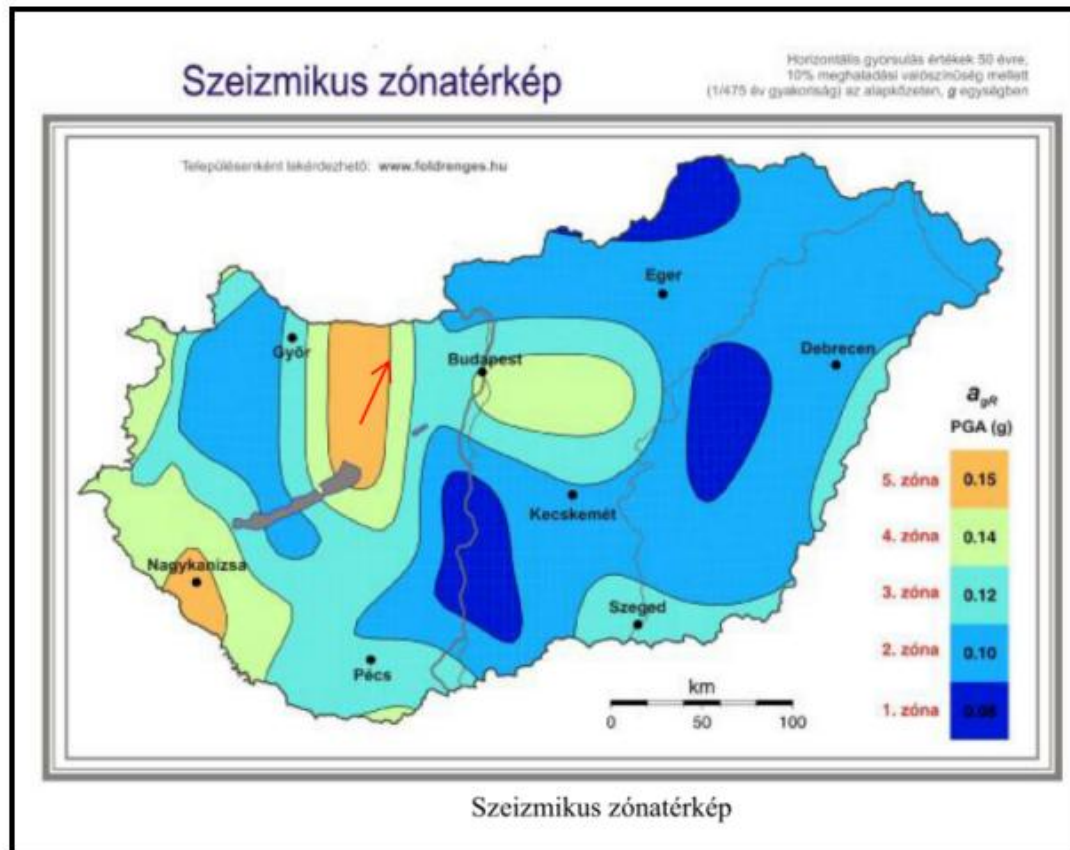
3.2. Építésföldtan

A rendelkezésre álló anyagok alapján, a két tó között holocén folyóvízi-tavi üledék fekszik, ami lehet szemcsés, illetve kötött, de a korábbi tapasztalatok és mérések szerint laza állapotú és vízzel telített.

A pannonban kiédesedő vizű medencében főleg agyagos, homokos üledékek képződtek, azonban helyenként kavics is előfordul. Az É-ÉNy-i irányban lejtő agyagrétegnek a felszínén egy igen kompresszibilis, alapozásra alkalmatlan tőzegréteget találhatunk, vastagsága 0,8-1,0 méter, helyenként 2,0 métert is eléri. Az előbb említett réteg meghatározta a környék építési lehetőségeit, főként lemezalapozást alkalmaztak, de helyenként mélyalapozás is előfordult.

3.3. Szeizmicitás

A MSZ 1998-1:2008 szabvány a (TNCR = 475 év visszatérési periódusú és PNCR = 10% túllépési valószínűség értékhez tartozó) szeizmikus zónatérképének értékelése szerint a vizsgált településre megadott talajgyorsulási referenciaérték: $a_{gR}=0,15 \cdot g$



11. ábra Szeizmikus zónatérkép

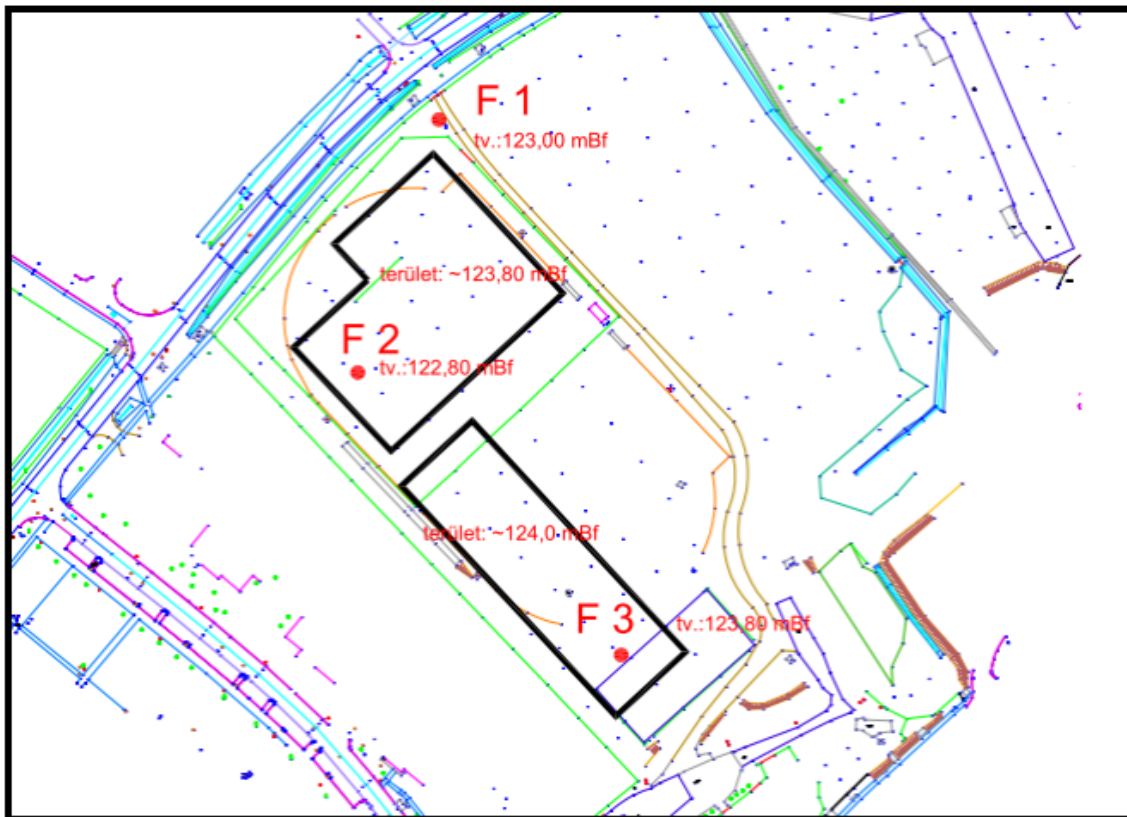
forrás: (Terraexpert, 2017, p. 6)

3.4. Geotechnikai feltárások

A területen előzetes talajmechanikai feltáró vizsgálatot végeztek, melynek keretében 3 db nagytérű fúrás készült, 8-15 m mélységekkel.

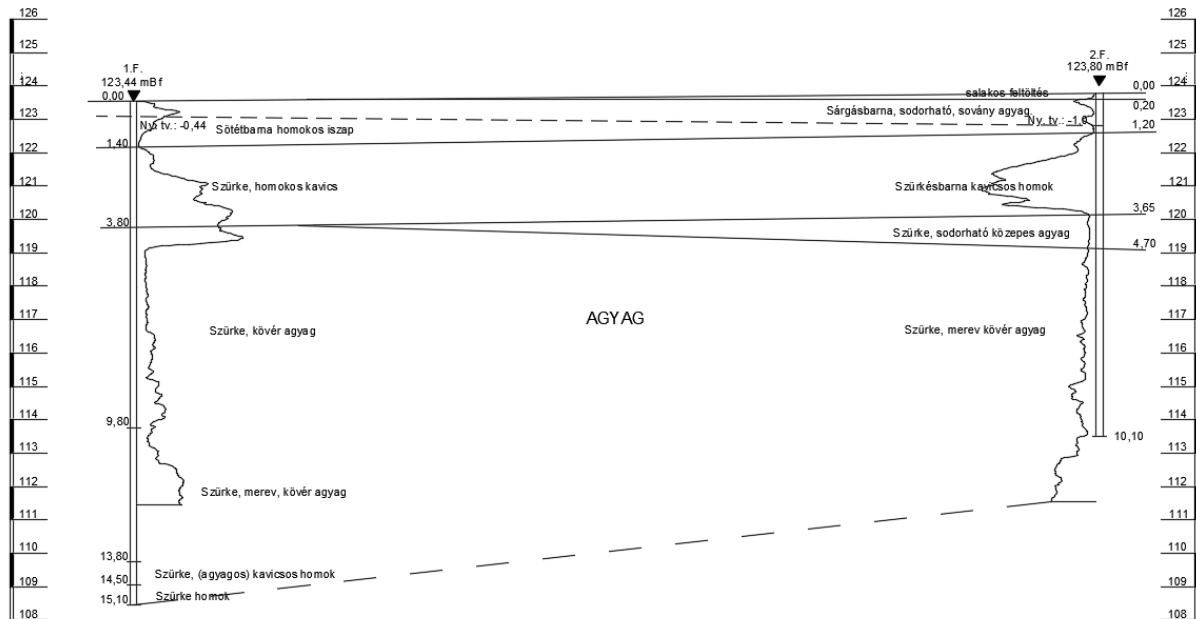
Az 1. jelű fúrás mélysége 15 méter volt, mely a térszín alatti talajvíz, illetve karsztvíz viszonyok felderítése miatt készítették. A fúrások helyeit a lenti helyszínrajzon ábrázoltam. A további fúrások során nyert minták alapján az altalaji agyag merev vagy kemény, alapozás szempontjából kedvező altalaj. A fúrás során nyert talajminták vizsgálata során megállapítható, hogy a rétegződés azonos a földtani térképen szereplő adatokkal.

A fúrásszelvényeket az 1.melléklet tartalmazza.



12. ábra Feltáró fúrások

forrás: (Terraexpert, 2017, p. 7)



13. ábra Rétegszelvény

3.5. Talajvíz

A terület vízföldtani helyzete összetett, a mindenkori vízszintet több tényező együtthatása határozza meg. A terület már korábban is magas vízállású rész volt, erre utal a közeli Fényes-rét elnevezés is. A vízszint ugyanakkor függ az Által-ér mindenkori vízszintjétől is.

3.5.1. Felszínközelbeli talajvíz

Az év közbeni talajvízszint viszonyok több esetben elérik vagy megközelítik a terület terepszintjét, azaz a 124,00 mBf szintet. A terület déli része téli időszak végén, tavasz elején nagyobb részt vízzel borított, egyéb részeken a talajvíz a felszín közvetlen közelében mérhető. A talajfúrások vízszint eredményei alább részletezve:

1. sz. fűrés

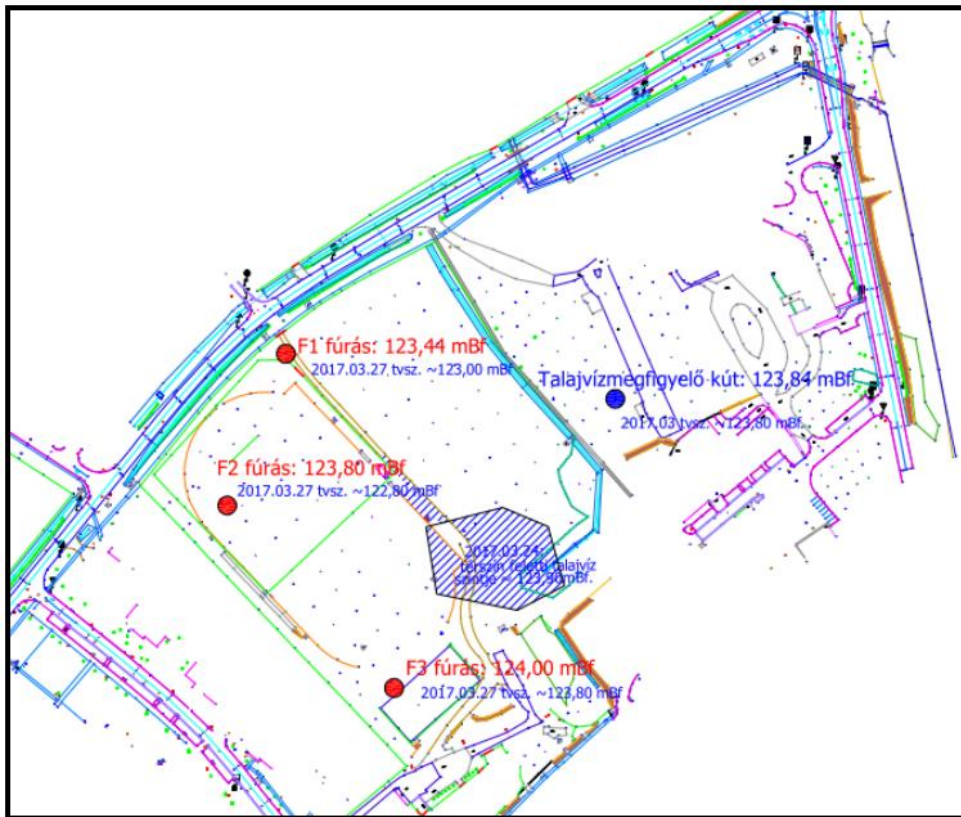
- tsz.: 123,44 mBf
- tv. sz.: -0,44m, 123,00 mBf

2. sz. fűrés

- tsz.: 123,80 mBf
- tv. sz.: -1,0, 122,80 mBf

3. sz. fúrás

- tsz.: 124,00 mBf
- tv. sz.: -0,20, 123,80 mBf



14.ábra Észlelt talajvízszintek a vizsgált területen

forrás: (Terraexpert, 2017, p. 9)

Az északi irányban, az Új út felé a talajvíz szintje követi a talajszintjét. Ennek értéke a feltárások alapján 0,8-0,9 m.

A maximális talajvízszintek a vizsgált területen

- déli oldalon 124,00 mBf
- az északi telekoldalon az Új út mentén 123,10 mBf

A mértékadó talajvízszintek, amelyre méretezni kell, ennél magasabb, déli oldal 124,20 mBf, illetve északi oldal 123,30 mBf.

A feltárásból vett talajvízminta vízvizsgálati eredménye:

Minták származási helye: Tata, Interpar THAC pálya, 2.fúrás

Vizsgálat ideje: 2017.05.04-2017.05.08

Vizsgálati eredmények:

1.táblázat Talajvízminta vízvizsgálati eredménye

forrás: (Terraexpert,2017, p. 9)

Vizsgált jellemző	Vizsgálati módszer	Mért értékek
		2F
pH	MSZ 1484-22	6,7
Kloridion tartalom, mg/dm ³	MSZ 1484-15	105
Szulfátion tartalom, mg/dm ³	MSZ 448-13	1076

Vizsgálati eredmények értékelése:

„A jelenleg hatályos MSZ EN 206:2014 szabvány 1. táblázata (3. pont: A nem a tengervízből származó kloridok által okozott korrózió) nem ír elő határértékeket a vasbetonnal érintkező vizek kloridion tartalmára, hanem kloridion jelenlétében egyéb környezeti hatásokat vesz figyelembe, s ettől függ a besorolás és az elkészítendő beton minősége. A mért szulfátion tartalom alapján a minták besorolása a következő: 2F..... XA2 környezeti osztályú (határérték: ≥ 600 és ≤ 3000 m/l).”

(Terraexpert,2017, p. 10)

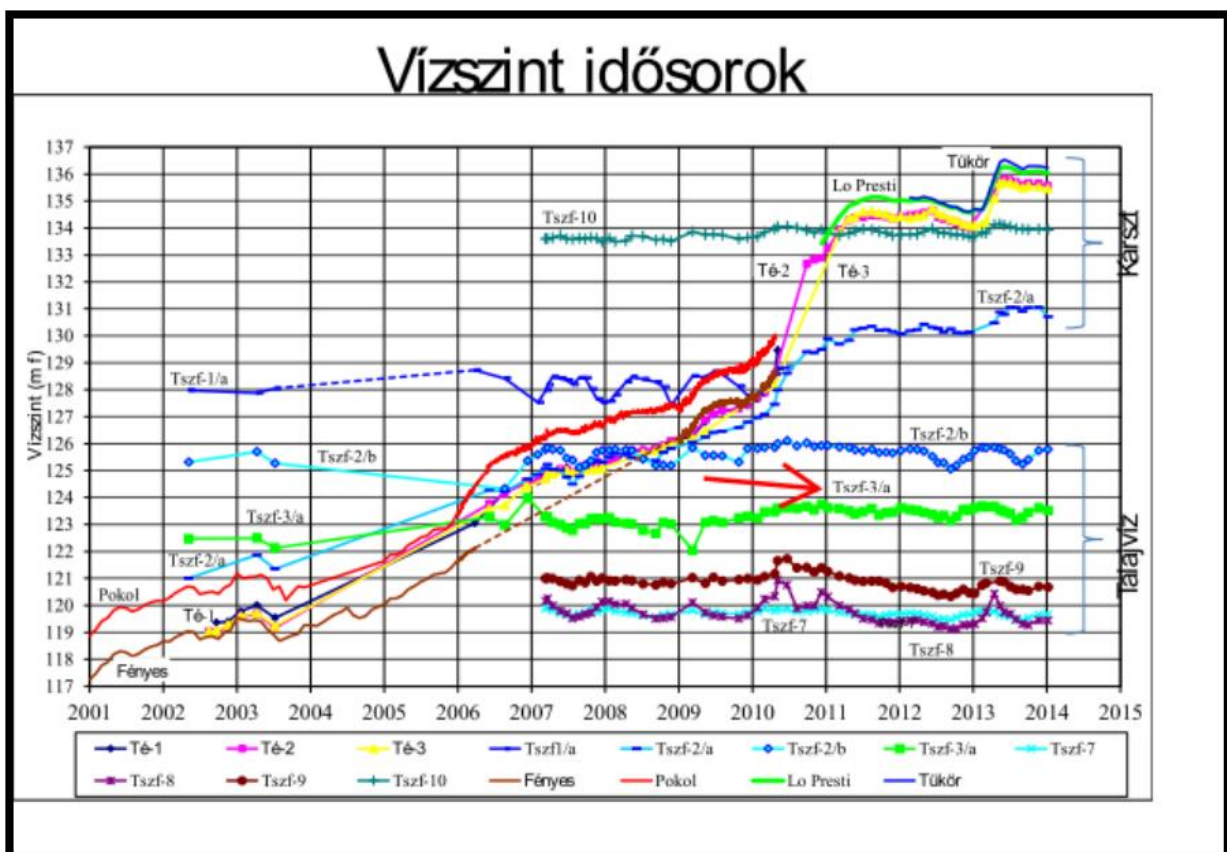
3.5.2. Nyomás alatti rétegvíz a pannon agyagban

Az INTERSPAR kérése alapján az 1. speciálisan kiképzett béléscsővezetett fúrás 15 m mélységű volt.

„A fúrás 13,8 m mélyen a pannon agyagba települt szemcsés réteget harántolt. A szemcsés rétegben nyomás alatti víz van, piezometrikus szintje $\sim +3,0\text{m}$. A vízhozam cca. 200l/perc volt.” (Terraexpert, 2017, p. 10)

3.5.3. Karsztvíz

„A Tatai visszatérő források hidrogeológiai vizsgálata (Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék 2016.04.06., m RAVA Konferencia, Siófok) című előadás anyaga a tatai karsztvizeket is elemzi. A T_é jelű idősorok a bányászati vízleszívás utáni visszatérő karsztvizek emelkedő nyomását mutatják.” (Terraexpert, 2017, p. 10)



15. ábra Karsztvizek emelkedő nyomása

forrás: (Terraexpert, 2017, p. 10)

3.5.4. Laboratóriumi vizsgálatok

Az alapozás tervezéséhez a várható alapozási sík alatti kötött réteg laboratóriumi vizsgálatainak eredménye:

Szürke kövér agyagok (3,6-13,8 m között)

$I_p = 34-45 \%$

$I_c = 0,76-0,91$

$\rho_n = 1,86-1,95 \text{ g/cm}^3$

$e = 0,83 - 0,99$

$\varphi = 6,5-15^\circ$ (UU vizsgálat)

$c = 35,3-77,7 \text{ kN/m}^2$ (UU vizsgálat)

3.6. Rétegződés

A két létesítmény alapozási módját a terület talajrétegződése, annak fizikai jellemzői, a talajvízszintek és a tervezés jelenlegi fázisában ismert épületterhek határozzák meg.

A felszínen vékony, alapozásra alkalmatlan, átázott, laza közepesen kötött réteg fekszik 1,2-1,4 méter mélységig.

Ez alatt vízzel telített, viszonylag lazán települt, kavicsos homok alkotja a rétegződést, melynek mélysége 3,6-3,8 méternél található. Terhelés hatására gyorsan konszolidálódik, tömörödik.

A következő rétegződés kövér, esetleg közepes agyag, merev konzisztencia állapottal. A homokos kavics alsó síkja alatt 0,8-1,0 m vastag sodorható az agyag állapota a talajvíz miatt. 4,5-5, 0 m mélységtől az agyag merev állapotú, alapozásra már alkalmas.

4. ALAPOZÁS TERVEZÉSE

A területen elvégzett fúrások által észrevehettük, hogy jellemzően magas a vízállás. Illetve aki a területet jól ismeri annak már közismert a terület gyakori magas vízállása. A magas talajvízszint miatt, szükséges síkalapozásnál a víztelenítés, de ez egy cölöpalapozás esetén elkerülhető. Emellett a szondázásokból kiderült az is, hogy a teherbíró talaj mélyebben van. Így ezeknek a tudatában cölöpalapozást fogok tervezni a helyszínre.

4.1. Cölöpökre jutó terhek

A cölöpök méretezéséhez a cölöpökre jutó erők maximális értékével egyidejűleg fellépő függőleges- és vízszintes erők, valamint nyomatékok adott kombinációit kell előállítani. A mértékadó cölöperővel folytatom majd a számításom.

Az adott terhek a Terhelési adatok – S02-es tervlapon található meg, a megfelelő jelöléssel.

Csoport	Jelölés	Terhelési adatok									
		Függőleges erő Rz (kN)		Y irányú erő Ry(kNm)		X irányú erő Rx(kNm)		Y irányú nyomaték Ryy (kNm)		X irányú nyomaték Rxx (kNm)	
1	1	-5	-67	4	-4	9	-16	28	-49	23	-23
	2	-8	-78	6	-5	4	-7	23	-39	14	-14
	3	-9	-93	16	-14	1	-1	4	-4	32	-36
	4	-11	-53	14	-14	0	0	2	-2	32	-33
	5	1	-128	4	-4	12	-14	16	-18	23	-23
	7	-33	-195	14	-13	4	-4	23	-23	87	-99
	8	-34	-136	13	-13	4	-4	23	-23	87	-90
	10	-34	-86	19	-27	3	-3	22	-22	118	-84
	11	-34	-86	19	-27	3	-3	22	-22	118	-84
	13	-34	-86	19	-27	3	-3	22	-22	118	-84
	14	-34	-86	19	-27	3	-3	22	-22	118	-84
	15	-56	-96	30	-27	12	-12	92	-92	120	-135
	16	0	-147	4	-4	28	-32	106	-121	23	-23
	17	-71	-199	8	-8	29	-26	229	-229	57	-57
	18	0	-147	4	-4	28	-30	106	-114	23	-23
	19	-74	-199	8	-8	29	-29	247	-247	58	-58
	20	0	-146	4	-4	12	-8	18	-14	23	-23
	24	-74	-199	8	-8	14	-22	89	-89	58	-58
	25	0	-147	4	-4	28	-20	106	-75	23	-23
	26	-74	-199	8	-8	30	-30	260	-260	60	-60
	27	0	-147	4	-4	28	-20	106	-75	23	-23

	28	-74	-199	8	-8	30	-30	256	-256	62	-62
	29	0	-146	4	-4	12	-8	17	-14	23	-23
	34	-38	-88	31	-28	3	-3	21	-21	122	-140
	35	-34	-88	34	-28	3	-3	21	-21	122	-153
	36	-54	-96	23	-14	13	-21	91	-91	61	-105
	37	0	-147	4	-4	28	-20	104	-75	23	-23
	38	-57	-205	9	-9	30	-30	256	-256	71	-71
	39	-4	-174	5	-5	25	-15	67	-50	23	-23
	41	-57	-203	10	-10	23	-25	198	-199	79	-79
	45	-57	-201	9	-9	14	-21	98	-98	68	-68
	46	-4	-175	4	-4	26	-16	72	-56	22	-22
	48	-57	-203	8	-8	26	-30	222	-222	64	-64
	49	0	-147	4	-4	28	-31	104	-117	20	-20
	50	-57	-203	8	-8	31	-35	265	-264	63	-63
	51	-1	-143	4	-4	11	-12	15	-14	20	-20
	58	1	-140	4	-4	26	-33	98	-123	20	-20
	65	-5	-77	7	-13	6	-9	15	-14	20	-20
	66	-59	-276	18	-20	12	-11	96	-93	94	-94
	67	-30	-84	27	-30	3	-3	23	-22	135	-118
	68	-30	-84	27	-28	3	-3	23	-22	123	-118
	69	-62	-242	19	-15	12	-12	98	-94	134	-134
	70	-30	-84	27	-19	3	-3	23	-22	84	-118
	71	-35	-91	27	-19	3	-3	19	-18	108	-151
	75	-92	-223	13	-21	12	-13	51	-53	98	-80
2	6	-86	-508	12	-12	13	-13	96	-96	94	-94
	9	-101	-380	16	-19	12	-12	93	-93	134	-134
	12	-101	-380	12	-19	12	-12	92	-92	52	-54
	33	-121	-486	13	-16	11	-11	92	-92	133	-107
	52	-100	-590	17	-16	12	-11	89	-85	95	-95
	56	-240	-501	34	-22	12	-12	48	-47	107	-134
	57	-213	-455	92	-91	76	-72	265	-254	321	-323
	60	-122	-587	50	-50	39	-33	104	-93	150	-151
	61	-156	-452	58	-57	34	-36	95	-98	169	-171
	62	-174	-517	68	-67	36	-34	98	-95	198	-200
	63	-256	-643	44	-44	18	-21	63	-69	156	-157
	64	-250	-462	75	-75	78	-49	276	-210	286	-286
	72	-180	-610	44	-44	81	-83	286	-292	153	-154
	73	-129	-577	9	-17	13	-13	52	-53	76	-58
	74	-159	-538	10	-19	13	-13	52	-53	86	-67
	76	-288	-608	31	-45	40	-39	198	-196	198	-166
	77	-169	-354	48	-50	46	-44	211	-204	229	-225
2	21	-139	-878	12	-12	11	-11	90	-90	96	-96
	22	-190	-850	16	-16	11	-11	89	-89	134	-134
	23	-190	-850	7	-7	11	-11	89	-89	52	-53
	30	-126	-744	17	-16	12	-12	93	-93	96	-95
	31	-191	-849	16	-16	11	-11	93	-93	134	-134

	32	-191	-850	7	-6	11	-11	92	-92	52	-53
	40	-126	-699	18	-15	103	-84	884	-747	135	-156
	42	-192	-851	17	-17	12	-12	101	-92	143	-143
	43	-207	-875	7	-6	12	-12	99	-99	51	-52
	44	-193	-889	13	-16	12	-12	98	-98	133	-107
	47	-129	-703	15	-17	113	-97	-974	-864	140	-140
	53	-143	-708	15	-15	11	-10	88	-83	134	-134
	59	-322	-699	84	-84	102	-137	340	-401	236	-239
4	54	-369	-1029	79	-78	128	-135	374	-388	226	-230
	55	-575	-1330	75	-45	140	-134	398	-385	202	-255

2.táblázat Terhelési adatok

Egy cölöpre jutó terhek meghatározása volt a következő feladatomban, ezeknek az eredménye a következő táblázatokban található.

Két cölöp					
	Cölöpök tengelytávolsága				
	a	1,5			
	b	1,5			
	Fejtömb magassága		Fejtömb+kehelynyak magassága:		
	h	0,6		h	1,5
	Egyes cölöpökre ható erő	Függőleges erőből	Nyomatékból	Vízszintes erőből	Összesen
Húzás	P1	0,5	10,667	1	12,167
	P2	-64	-10,667	-1	-75,667
Nyomás	P1	-29,5	64	12	46,50
	P2	-138	-64	-12	-214,00
X nyomaték	P1	-15	15,333	-30	-29,67
	P2	-42	-15,333	30	-27,33
Y nyomaték	P1	-28,5	176,667	31,000	179,167
	P2	-101,5	-176,667	-31,000	-309,167
				min.	-309,167
				max.	179,167

Négy cölöp					
	Cölöpök tengelytávolsága				
	a	1,5			
	b	1,5			
	Fejtömb magassága		Fejtömb+kehelynyak magassága:		
	h	0,6		h	1,5
	Egyes cölöpökre ható erő	Függőleges erőből	Nyomatékból	Vízszintes erőből	Összesen
Húzás	P1	-21,5	63,333	12,5	54,333
	P2				
	P3				
	P4	-127	-63,333	-12,5	-202,833
Nyomás	P1	-72	132,000	35,5	95,500
	P2				
	P3				
	P4	-152	-132,000	-35,5	-319,500
X nyomaték	P1	-53,25	195,333	84	226,083
	P2				
	P3				
	P4	-113,75	-195,333	-84	-393,083
Y nyomaték	P1	-45	146,333	62,5	163,833
	P2				
	P3				
	P4	-152,50	-146,33	-62,50	-361,33
				min.	-393,08
				max.	226,08

Négy cölöp					
	Cölöpök tengelytávolsága				
	a	1,5			
	b	1,5			
	Fejtömb magassága		Fejtömb+kehelynyak magassága:		
	h	0,6		h	1,5
	Egyes cölöpökre ható erő	Függőleges erőből	Nyomatékból	Vízszintes erőből	Összesen
Húzás	P1	-31,5	63,000	14,5	46,000
	P2				
	P3				
	P4	-186	-63,000	-14,5	-263,500
Nyomás	P1	-48,25	77,000	12,5	41,250
	P2				
	P3				
	P4	-222,25	-77,000	-12,5	-311,750
X nyomaték	P1	-80,5	192,000	93	204,500
	P2				
	P3				
	P4	-174,75	-192,000	-93	-459,750
Y nyomaték	P1	-31,5	339,667	60,5	368,667
	P2				
	P3				
	P4	-174,75	-339,67	-60,50	-574,92
				min.	-574,92
				max.	368,67

Öt cölöp					
	Cölöpök tengelytávolsága				
	a	1,5			
	b	1,5			
	Fejtömb magassága		Fejtömb+kehelynyak magassága:		
	h	0,6		h	1,5
	Egyes cölöpökre ható erő	Függőleges erőből	Nyomatékból	Vízszintes erőből	Összesen
Húzás	P1	-73,8	200,000	103,5	229,700
	P2				
	P3				
	P4	-205,8	-200,000	-103,5	-509,300
Nyomás	P1	-115	200,000	107,5	192,500
	P2				
	P3				
	P4	-266	-200,000	-107,5	-573,500
X nyomaték	P1				
	P2				
	P3				
	P4				
Y nyomaték	P1				
	P2				
	P3				
	P4				
				min.	-573,50
				max.	229,70

Az egyedi cölöpök tervezése, ellenőrzése GEO5 programmal. Használva az előzőleg kiszámított adatokat.

CPT cölöp számítás

Adatbev.

Projekt : Cölöp

Szerző : Huber Georgina Tünde

Dátum : 2024. 11. 19.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

CPT cölöp

Ellenőrzési módszer : EN 1997-2

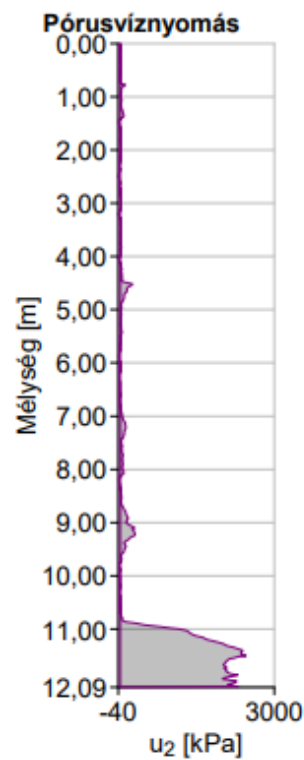
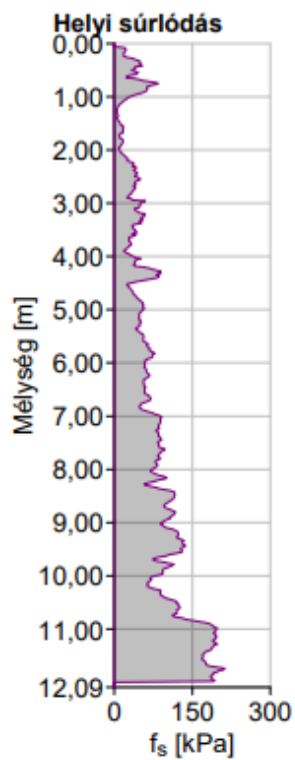
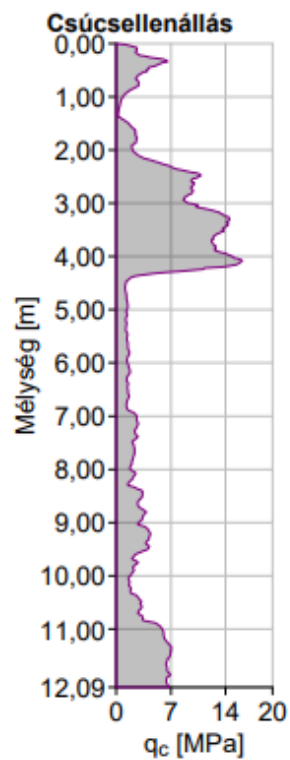
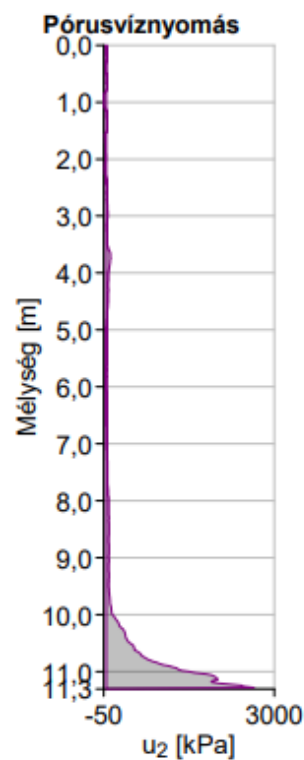
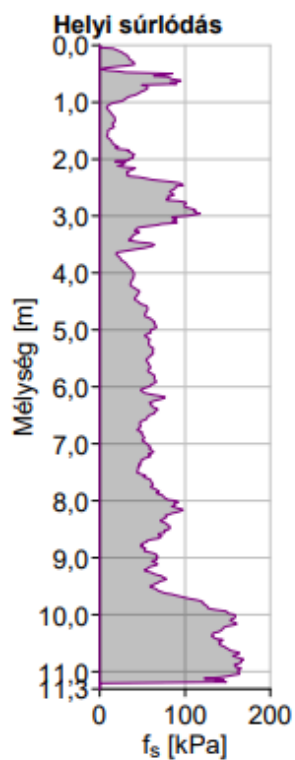
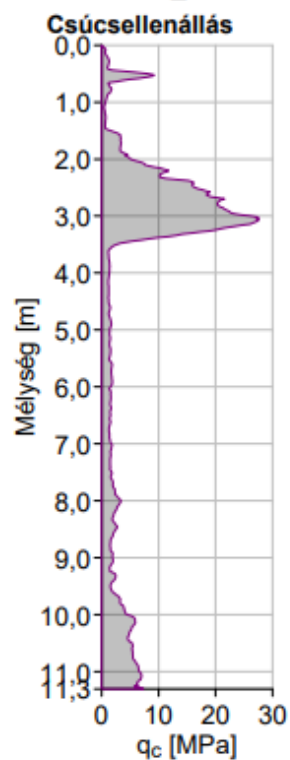
Számítás típusa : EN 1997-2

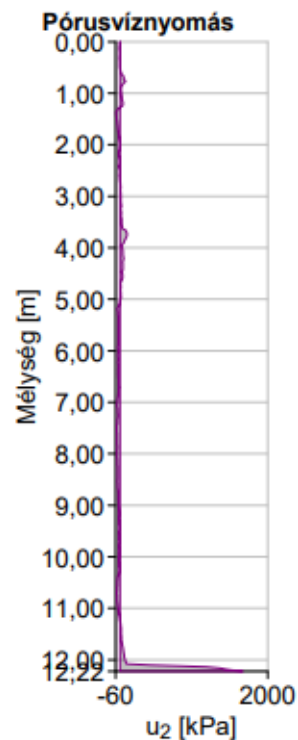
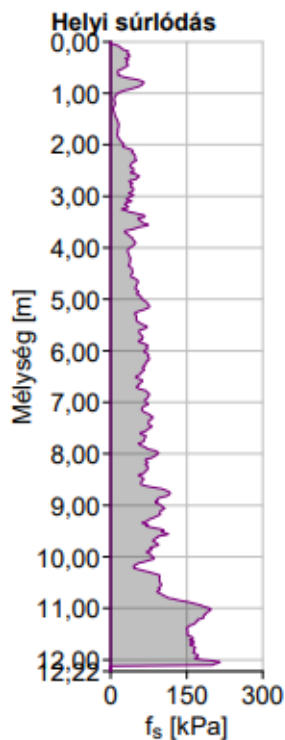
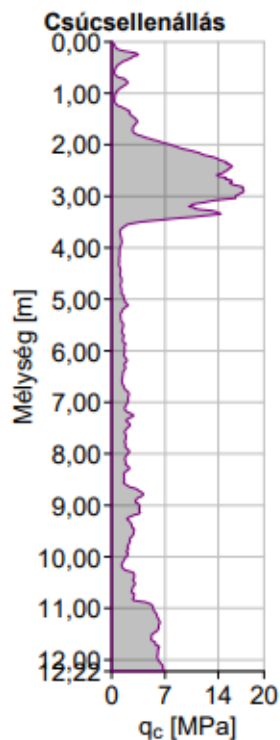
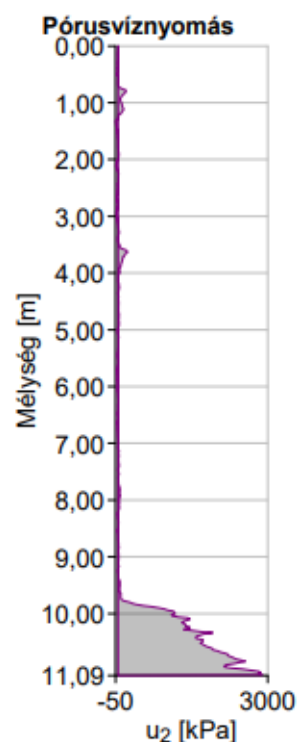
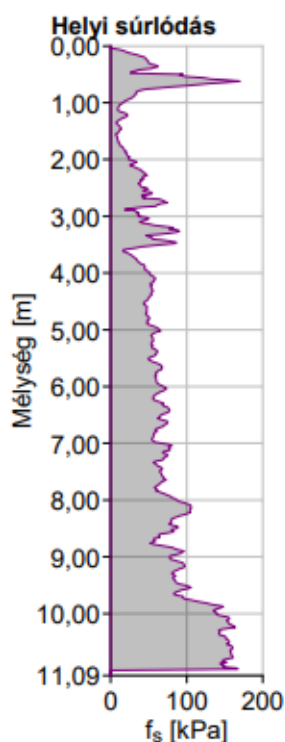
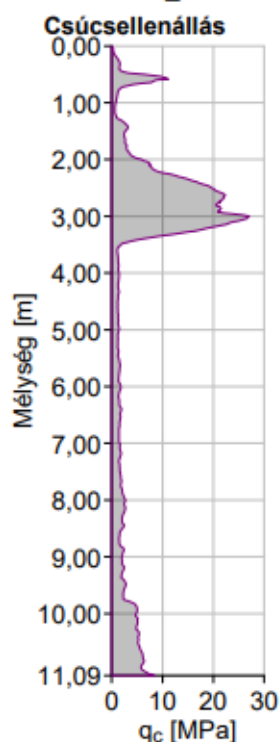
Ellenállások (R) parciális tényezői			
Talpellénállás parciális tényezője :	$\gamma_b =$	1,00	[-]
Palástellenállás parciális tényezője :	$\gamma_s =$	1,00	[-]

Csökkentő tényezők			
Terhelési-süllyedési görbe csökk. tényezője :	$k =$	1,00	[-]

Tesztek

Sz.	Vizsgálat neve	Eltolás a kezdőponttól d_h [m]	Teljes mélység d_{tot} [m]
1	CPTu_1	0,00	12,09
2	CPTu_2	0,00	11,30
3	CPTu_3	0,00	12,22
4	CPTu_4	0,00	11,09

Teszt : CPTu_1**Teszt : CPTu_2**

Teszt : CPTu_3**Teszt : CPTu_4****Osztályozás**

Forrásul használt CPT vizsgálat : CPTu_1

Osztályozás típusa : Robertson 2010

Szonda hasznos terület hányada : 0,75
Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Osztályozott talajok

Sz.	Talaj neve
1	Agyag - iszapos agyagtól agyagig
2	Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig
3	Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszapig
4	Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig
5	Kavicsos homoktól durva homokig
6	Nagyon kemény homoktól agyagos homokig
7	Nagyon kemény finom szemcsés

Szerkezet

Szerkezet típusa : különálló cölöp
Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 309,17 \text{ kN}$
Hasznos teher $F_s = 250,00 \text{ kN}$

Geometria

Cölöp típusa : folyamatos spirállal készített cölöp (CFA)
Cölöp anyaga : beton
 $q_{c,III}$ csökkentése 2 MPa-ra : Igen
Cölöphossz a talajban = 5,50 m
Cölöpfej eltolása a terep felett = 0,00 m
Rendezett terep mélys. = 0,50 m

Cölöp keresztmetszet - koncentrikus

Cölöp átmérő $d = 0,60 \text{ m}$

TVSZ

Talajvízszint TVSZ = 0,44 m

Globális beállítások

Számítás tesztek alapján : CPT
A számítás nem veszi figyelembe a negatív köpenysúrlódást hatását.
Modell-bizonytalansági parciális tényező $\gamma_{cal} = 1,10$

Teherbírási számítás - EN 1997-2

Függőleges cölöpteherbírási számítás - eredmények közbelső értékei

Cölöptátmérő $d_{eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöptátmérő a talpnál $d_{s,eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöp terület a talpnál $A_b = 0,28 \text{ m}^2$
Cölöptalp teherb. csökkentő tényezője $\alpha_p = 0,80$
Cölöp alak hatását figy. vevő tényező $s = 1,00$
Szélesített cölöptalp hatását figy. vevő tény. $\beta = 1,00$

Függőleges teherbírási számítás - eredmények

A számítás lefutott az összes mérésre.

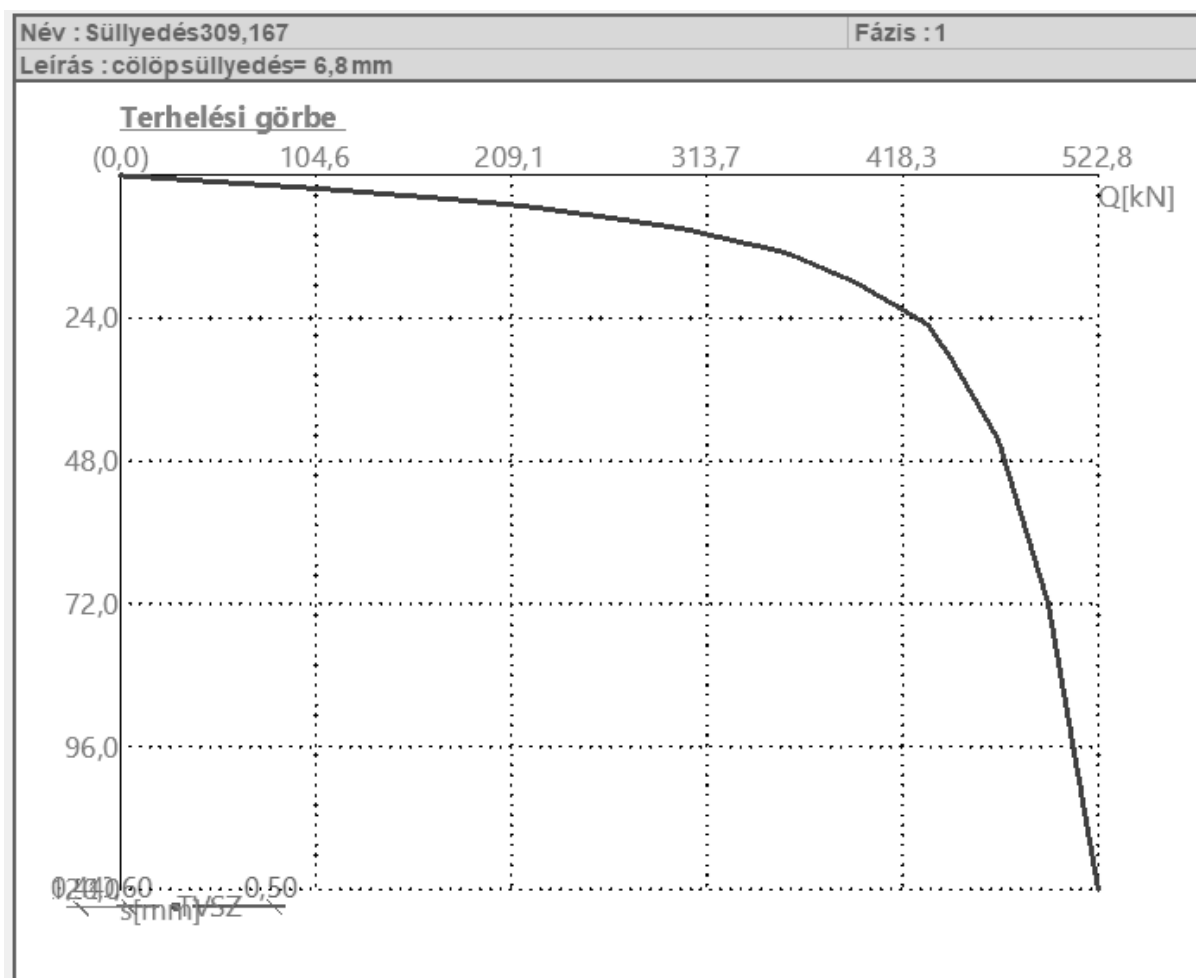
Nyomott cölöp minimális ellenállása $R_{c,min} = 575,12 \text{ kN}$
Tényező $\xi_4 = 1,20$
Nyomott cölöp átlagos teherbírási $R_{c,mean} = 600,88 \text{ kN}$
Tényező $\xi_3 = 1,31$
Cölöp teherbírási karakterisztikus értéke $R_c = 416,99 \text{ kN}$

Cölöp teherbírási tervezési értéke $R_{cd} = 416,99 \text{ kN}$

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 309,17 \text{ kN}$

$R_{cd} = 416,99 \text{ kN} > F_{s,d} = 309,17 \text{ kN}$

Cölöp ellenőrzése teherbírási MEGFELELŐ



CPT cölöp számítás

Adatbev.

Szerkezet

Szerkezet típusa : különálló cölöp

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 393,08 \text{ kN}$

Hasznos teher $F_s = 275,00 \text{ kN}$

Geometria

Cölöp típusa : folyamatos spirállal készített cölöp (CFA)

Cölöp anyaga : beton

q_c III csökkentése 2 MPa-ra : Igen

Cölöphossz a talajban $= 5,50 \text{ m}$

Cölöpfej eltolása a terep felett $= 0,00 \text{ m}$

Rendezett terep mélys. $= 0,50 \text{ m}$

Cölöp keresztmetszet - koncentrikus

Cölöp átmérő $d = 0,60 \text{ m}$

TVSZ

Talajvízszint TVSZ $= 0,44 \text{ m}$

Globális beállítások

Számítás tesztek alapján. : CPT

A számítás nem veszi figyelembe a negatív köpenysúrlódást hatását.

Modell-bizonytalansági parciális tényező $\gamma_{cal} = 1,10$

Teherbírás számítás - EN 1997-2

Függőleges cölöpteherbírás számítás - eredmények közbelső értékei

Cölöpátmérő	$d_{eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöpátmérő a talpnál	$d_{s,eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöp terület a talpnál	$A_b = 0,28 \text{ m}^2$
Cölöptalp teherb. csökkentő tényezője	$\alpha_p = 0,80$
Cölöp alak hatását figy. vevő tényező	$s = 1,00$
Szélesített cölöptalp hatását figy. vevő tény.	$\beta = 1,00$

Függőleges teherbírás számítás - eredmények

A számítás lefutott az összes mérésre.

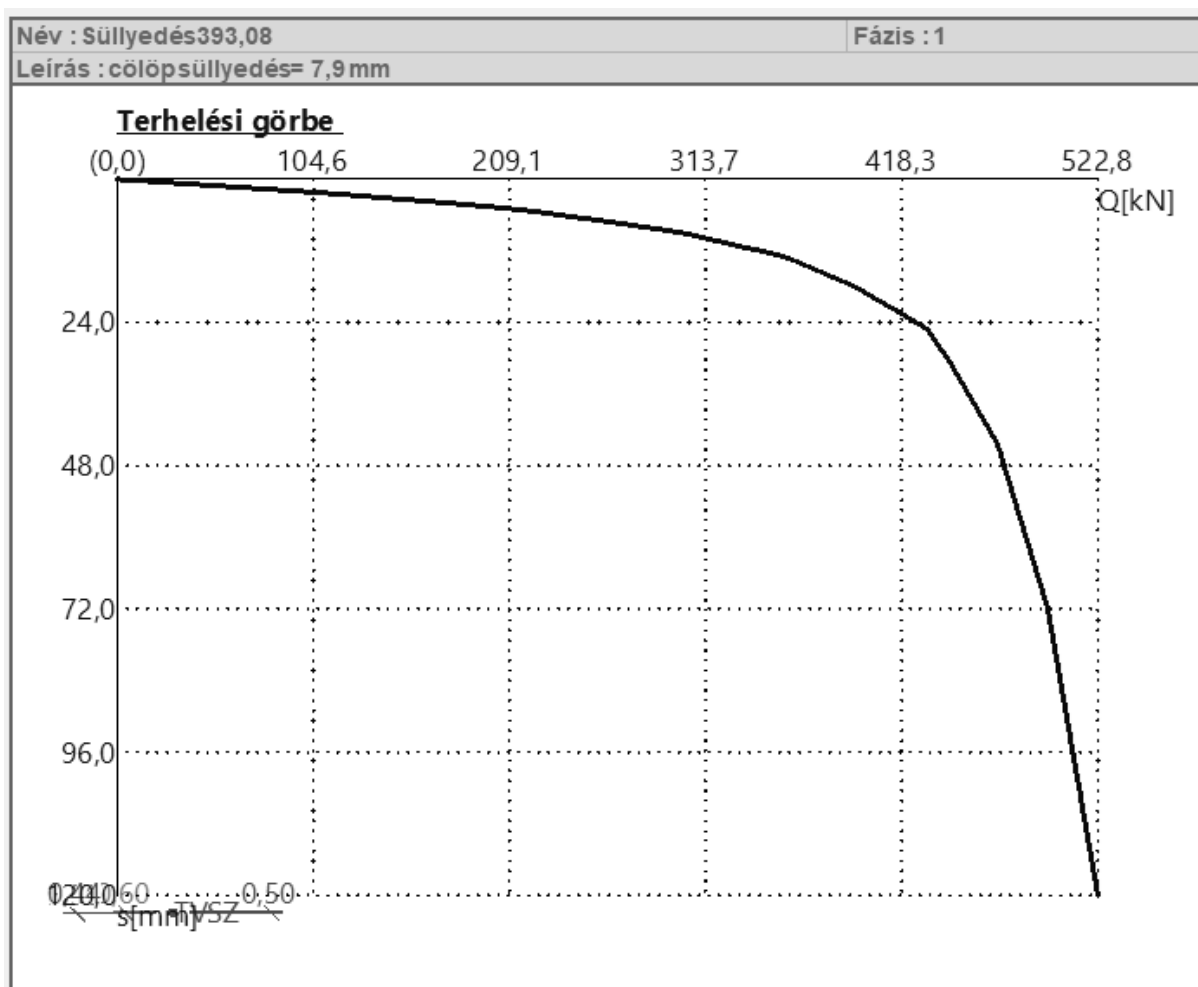
Nyomott cölöp minimális ellenállása	$R_{c,min} = 575,12 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_4 = 1,20$
Nyomott cölöp átlagos teherbírása	$R_{c,mean} = 600,88 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_3 = 1,31$
Cölöp teherbírásának karakterisztikus értéke	$R_c = 416,99 \text{ kN}$

Cölöp teherbírásának tervezési értéke $R_{cd} = 416,99 \text{ kN}$

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 393,08 \text{ kN}$

$R_{cd} = 416,99 \text{ kN} > F_{s,d} = 393,08 \text{ kN}$

Cölöp ellenőrzése teherbírásra MEGFELELŐ



CPT cölöp számítás**Adatbev.****Szerkezet**

Szerkezet típusa : különálló cölöp

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 573,50 \text{ kN}$

Hasznos teher $F_s = 425,00 \text{ kN}$

Geometria

Cölöp típusa : folyamatos spirállal készített cölöp (CFA)

Cölöp anyaga : beton

q_c III csökkentése 2 MPa-ra : Igen

Cölöphossz a talajban $= 8,00 \text{ m}$

Cölöpfej eltolása a terep felett $= 0,00 \text{ m}$

Rendezett terep mélys. $= 0,50 \text{ m}$

Cölöp keresztmetszet - koncentrikus

Cölöp átmérő $d = 0,60 \text{ m}$

TVSZ

Talajvízszint TVSZ $= 0,44 \text{ m}$

Globális beállítások

Számítás tesztek alapján. : CPT

A számítás nem veszi figyelembe a negatív köpenysúrlódást hatását.

Modell-bizonytalansági parciális tényező $\gamma_{cal} = 1,10$

Teherbírás számítás - EN 1997-2**Függőleges cölöpteherbírás számítás - eredmények közbelső értékei**

Cölöpátmérő	$d_{eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöpátmérő a talpnál	$d_{s,eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöp terület a talpnál	$A_b = 0,28 \text{ m}^2$
Cölöptalp teherb. csökkentő tényezője	$\alpha_p = 0,80$
Cölöp alak hatását figy. vevő tényező	$s = 1,00$
Szélesített cölöptalp hatását figy. vevő tény.	$\beta = 1,00$

Függőleges teherbírás számítás - eredmények

A számítás lefutott az összes mérésre.

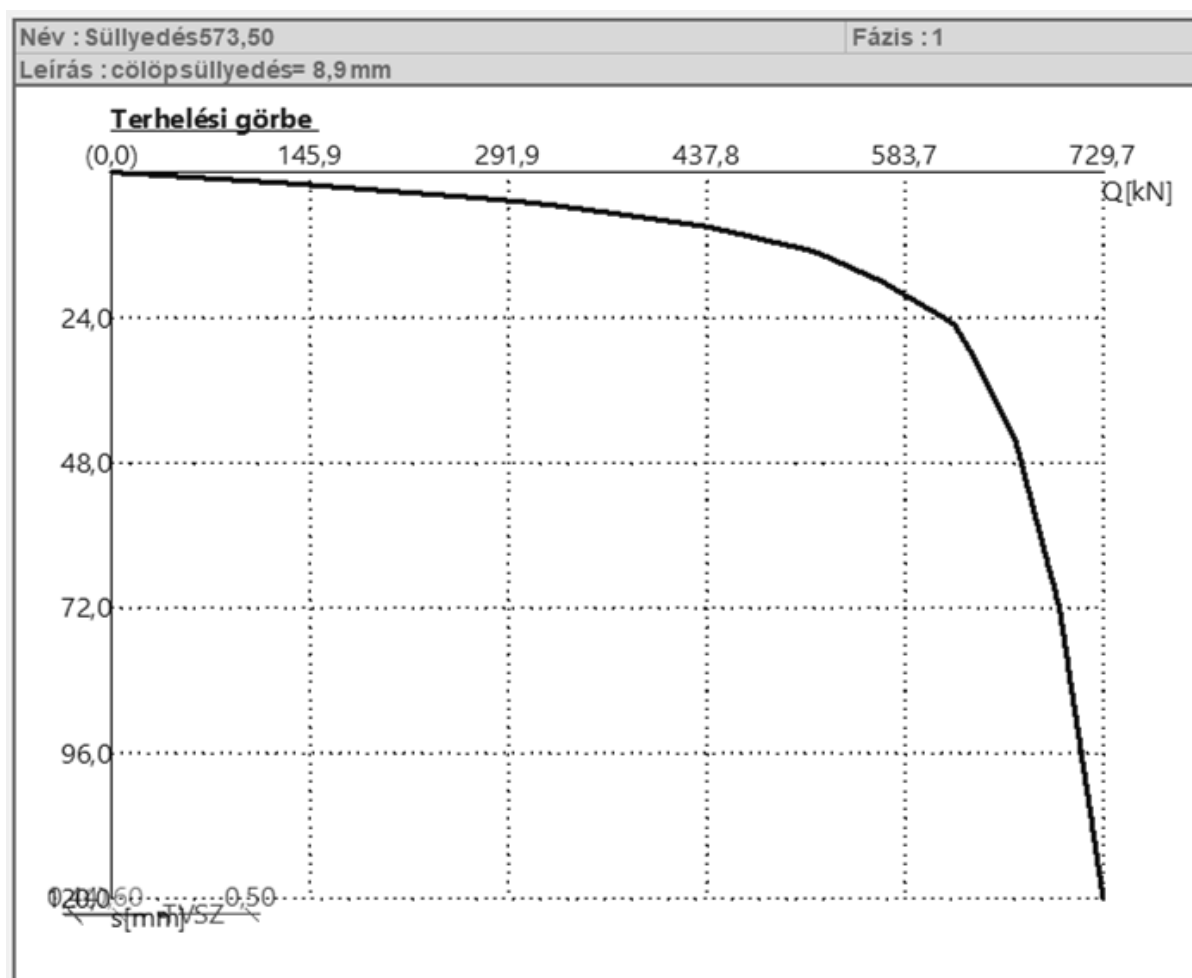
Nyomott cölöp minimális ellenállása	$R_{c,min} = 802,64 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_4 = 1,20$
Nyomott cölöp átlagos teherbírása	$R_{c,mean} = 858,19 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_3 = 1,31$
Cölöp teherbírásának karakterisztikus értéke	$R_c = 595,55 \text{ kN}$

Cölöp teherbírásának tervezési értéke $R_{cd} = 595,55 \text{ kN}$

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 573,50 \text{ kN}$

$R_{cd} = 595,55 \text{ kN} > F_{s,d} = 573,50 \text{ kN}$

Cölöp ellenőrzése teherbírásra MEGFELELŐ



Adatbev.**Szerkezet**

Szerkezet típusa : különálló cölöp

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 574,92 \text{ kN}$

Hasznos teher $F_s = 425,00 \text{ kN}$

Geometria

Cölöp típusa : folyamatos spirállal készített cölöp (CFA)

Cölöp anyaga : beton

q_c III csökkentése 2 MPa-ra : Igen

Cölöphossz a talajban $= 8,00 \text{ m}$

Cölöpfej eltolása a terep felett $= 0,00 \text{ m}$

Rendezett terep mélys. $= 0,50 \text{ m}$

Cölöp keresztmetszet - koncentrikus

Cölöp átmérő $d = 0,60 \text{ m}$

TVSZ

Talajvízszint TVSZ $= 0,44 \text{ m}$

Globális beállítások

Számítás tesztek alapján. : CPT

A számítás nem veszi figyelembe a negatív köpenysúrlódást hatását.

Modell-bizonytalansági parciális tényező $\gamma_{cal} = 1,10$

Teherbírás számítás - EN 1997-2**Függőleges cölöpteherbírás számítás - eredmények közbelső értékei**

Cölöpátmérő	$d_{eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöpátmérő a talpnál	$d_{s,eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöp terület a talpnál	$A_b = 0,28 \text{ m}^2$
Cölöptalp teherb. csökkentő tényezője	$\alpha_p = 0,80$
Cölöp alak hatását figy. vevő tényező	$s = 1,00$
Szélesített cölöptalp hatását figy. vevő tény.	$\beta = 1,00$

Függőleges teherbírás számítás - eredmények

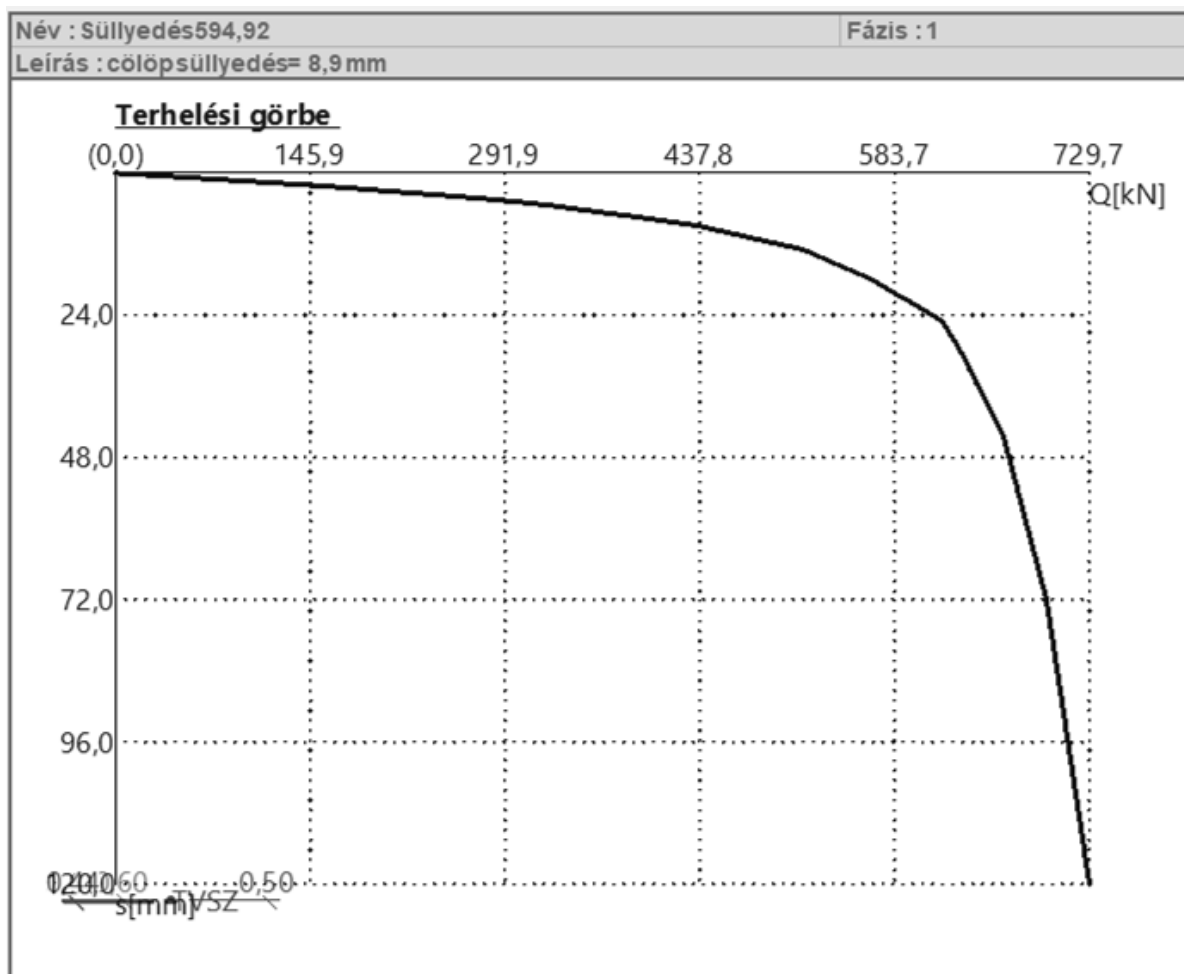
A számítás lefutott az összes mérésre.

Nyomott cölöp minimális ellenállása	$R_{c,min} = 802,64 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_4 = 1,20$
Nyomott cölöp átlagos teherbírása	$R_{c,mean} = 858,19 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_3 = 1,31$
Cölöp teherbírásának karakterisztikus értéke	$R_c = 595,55 \text{ kN}$

Cölöp teherbírásának tervezési értéke	$R_{cd} = 595,55 \text{ kN}$
Teher tervezési értéke	$F_{s,d} = 574,92 \text{ kN}$

$R_{cd} = 595,55 \text{ kN} > F_{s,d} = 574,92 \text{ kN}$

Cölöp ellenőrzése teherbírásra MEGFELELŐ



4.2. Cölöpteherbírás Ferrandon módszerével

F_{CS} – csúcsellenállás

F_K – köpenymenti ellenállás

A – cölöp keresztmetszeti területe ($D^2 \cdot \pi / 4$)

$l \cdot \gamma$ – hatékony geoszmatikai nyomás a cölöp tetejétől (cölöpfej) számítva az aljáig (cölöpcsúcs)

c – cölöpcsúcs alatti talaj kohéziója

a, b – konstansok a cölöpcsúcs alatti talaj belső súrlódási szögének függvényében

U – cölöp kerülete ($D \cdot \pi$)

l_i – átharántolt talajréteg vastagságok

$F_t = F_{cs} + F_p$		$A =$	0,2827	m^2
$F_{cs} = \sigma \cdot A$		$F_{cs} =$	371,7510	kN/m^2
$A = (D^2 \cdot \pi) / 4$		$u =$	1,8850	m
$\sigma = a \cdot l \cdot \gamma + b \cdot c$		$F_t =$	763,82	kN/m^2
$F_p = \sum u \cdot l \cdot f$				
$u = D \cdot \pi$				

		l [m]	φ [°]	c [kN/ m^2]	a	b	f [kN/ m^2]	γ [kN/ m^3]	σ cölöpcs úcs	F_p
szürke, homokos kavics		3,10	34	0	13,7	19,8	40	8,83	374,9 68	233,7 34
szürke, kövér agyag		2,40	20	52,7	3,9	10,6	35	9,22	939,8 33	158,3 36
		5,50						Σ	1314, 800	392,0 71

$F_t = F_{cs} + F_p$		$A =$	0,2827	m^2
$F_{cs} = \sigma \cdot A$		$F_{cs} =$	306,2152	kN/m^2
$A = (D^2 \cdot \pi) / 4$		$u =$	1,8850	m
$\sigma = a \cdot l \cdot \gamma + b \cdot c$		$F_t =$	860,49	kN/m^2
$F_p = \sum u \cdot l \cdot f$				
$u = D \cdot \pi$				

		l [m]	φ [°]	c [kN/ m^2]	a	b	f [kN/ m^2]	γ [kN/ m^3]	σ cölöpcsúcs úcs	F_p
szürkésbarna, kavicsos homok		2,95	34	0	13,7	19,8	39	8,83	356,8 24	216,8 64
szürke, sodorható közepes agyag		4,70	14	25	2,1	10,4	36	8,83	347,1 42	318,9 34
szürke, merev kövér agyag		0,35	36	15	16,3	21,8	28	9,12	379,0 48	18,47 3
		8,00						Σ	1083, 01	554,2 7

4.3. Cölöpteherbírás Caquot-Kerisel módszerével

A – cölöp keresztmetszeti területe ($D^2 \cdot \pi / 4$)

N_1 – cölöpcsúcs alatti talaj teherbírási tényezője (táblázat)

q – hatékony geosztatikai nyomás a cölöp tetejétől (cölöpfej) számítva

az aljáig (cölöpcsúcs) ($= l \cdot \gamma$ – Ferrandon)

φ – cölöpcsúcs alatti talaj belső súrlódási szöge

c – cölöpcsúcs alatti talaj kohéziója

F – a cölöp palástfelülete ($D \cdot \pi \cdot l$)

λ – talajállapottól függő tényező, átlagos értékkel számolva: $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,7$

l_i – átharántolt talajréteg vastagságok

γ_i – átharántolt talajréteg hatékony térfogatsúlya

N_{2i} – az egyes átharántolt talajrétegek teherbírási tényezője (táblázat)

c_i - az egyes átharántolt talajrétegek kohéziója

	A=	0,2827	m ²
$F_t = T_{cs} + F_p$	u=	1,8850	m
$F_{cs} = A * [N_1 * (q * \text{tg} \varphi + c) + q]$			
$F_p = K * (1/2 * \lambda_1 * \sum l_k * \gamma * N_2 + \lambda_2 * (\sum c * k) / \sum l_k)$			
	$\lambda_1 = \lambda_2$	0,7	
	$F_t =$	1507,7260	kN/m ²
	$F_H =$	1311,0661	

		l [m]	φ [°]	c [kN/m ²]	N ₁	N ₂	γ [kN/m ³]	q	K [m ²]	F _{cs} [kN/m ²]	F _p
szürke, homokos kavics		3,1	34	0	48,57	5,17	8,83	70,828	7,163	676,100	354,754
szürke, kövér agyag		2,40	20	52,7	15,58	1,03	9,22	22,131	4,524	273,893	202,980
		5,50							Σ	949,993	557,733

	A=	0,2827	m ²
$F_t = T_{cs} + F_p$	u=	1,8850	m
$F_{cs} = A * [N_1 * (q * \text{tg} \varphi + c) + q]$			
$F_p = K * (1/2 * \lambda_1 * \sum l_k * \gamma * N_2 + \lambda_2 * (\sum c * k) / \sum l_k)$			
	$\lambda_1 = \lambda_2$	0,7	
	$F_t =$	911,0682	kN/m ²
	$F_H =$	792,2332	

		l [m]	φ [°]	c [kN/m²]	N₁	N₂	γ [kN/m³]	q	K [m²]	F_{cs} [kN/m²]	F_p
	szürkésbarna, kavicsos homok	2,95	34	0	48,5 7	5,17	8,83	26,0 46	5,56 1	248,6 22	262, 069
	szürke, sodorható közepes agyag	4,70	14	25	10,5 7	0,5	8,83	41,4 96	8,85 9	117,3 68	219, 372
	szürke, merev kövér agyag	0,35	36	15	11,3 1	0,57	9,12	3,19 3	0,66 0	56,28 9	7,34 7
		8,00							Σ	422,2 795	488, 79

4.4. Egyedi cölöpök teherbírásának meghatározása (EC 7 szerint)

forrás: Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint

1_cpt, 5,5m cölöp

$$R_{c,cal} = R_{s,cal} + R_{b,cal} = k \cdot \sum (h_i \cdot q_{s,cal,i}) + A_b \cdot q_{b,cal}$$

Talpellenállás:

$$q_{b,cal} = \lambda_b \cdot a_b \cdot 0,5 \cdot (q_{cIII} + ((q_{cII} + q_{cI})/2))$$

$$q_{cI} = 2,98 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{cII} = 9,05 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{b,cal} = 1683 \text{ kN}$$

$$q_{cIII} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

1_cpt, 5,5m cölöp

Palástellenállás: $q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$ szemcsés rétegeknél

$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$ kötött talajban

Kavicsos homoktól durva homokig

$$h = 0,72 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 3490 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 32,5 \text{ kPa}$$

Nagyon kemény homoktól agyagos homokig

$$h = 0,22 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 2094 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 25,2 \text{ kPa}$$

Iszap keverékek- Agyagos iszaptól iszapos agyagig

$$h = 0,42 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 477 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 26,2 \text{ kPa}$$

Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap	$h=$	0,02 m
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 16,5 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	898 kN/m ²
Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig	$h=$	0,92 m
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 31,2 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	3225,9 kN/m ²
Kavicsos homoktól durva homokig	$h=$	1,92 m
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 60 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	11898 kN/m ²
Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszapig	$h=$	0,04 m
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 29,7 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	2919 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,74 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 43,7 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1329 kN/m ²
Agyag - iszapos agyagtól agyagig	$h=$	1,74 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 45,5 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1440 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,86 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 59,1 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	2424 kN/m ²
Agyag - iszapos agyagtól agyagig	$h=$	0,52 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 53,3 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1975 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	1,22 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 70,9 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	3492 kN/m ²
Agyag - iszapos agyagtól agyagig	$h=$	0,78 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 54,2 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	2040 kN/m ²

Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig

$$h = 0,8 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 4180 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 77,6 \text{ kPa}$$

Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap

$$h = 0,89 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 6656 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 44,9 \text{ kPa}$$

Teljes nyomási ellenállás

$$R_{c,cal} = 1611 \text{ kN}$$

2_cpt, 5,5m cölöp

$$R_{c,cal} = R_{s,cal} + R_{b,cal} = k * \sum (h_i * q_{s,cal,i}) + A_b * q_{b,cal}$$

Talpell ellenállás:

$$q_{b,cal} = \lambda_b * a_b * 0,5 * (q_{cIII} + ((q_{cII} + q_{cI})/2))$$

$$q_{cI} = 2,285 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{cII} = 9,076 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{cIII} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{b,cal} = 1613 \text{ kN}$$

Palástellenállás:

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c} \quad \text{szemcsés rétegeknél}$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c} \quad \text{kötött talajban}$$

Kavicsos homoktól durva homokig

$$h = 0,06 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 255$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 8,78 \text{ kPa}$$

Nagyon kemény homoktól agyagos homokig

$$h = 0,28 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 960 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 17 \text{ kPa}$$

Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap

$$h = 0,02 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 1000,00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 17,4 \text{ kPa}$$

Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 5658 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 41,4 \text{ kPa}$$

Nagyon kemény finom szemcsés

$$h = 0,18 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 1564 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 21,8 \text{ kPa}$$

Homokkeverék- iszapos homoktól homokos iszapig	$h=$	0,02 m
$q_{s,cal}= 0,55*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 19,2 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1219 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,34 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 30,1 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	630 kN/m ²
Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap	$h=$	0,04 m
$q_{s,cal}= 0,55*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 14,5 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	699 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,2 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 32,4 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	729 kN/m ²
Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig	$h=$	0,52 m
$q_{s,cal}= 0,55*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 33,4 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	3695 kN/m ²
Kavicsos homoktól durva homokig	$h=$	1,42 m
$q_{s,cal}= 0,55*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 71,5 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	16909 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	1,04 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 43,2 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1297 kN/m ²
Agyag - Iszap agyagostól agyagig	$h=$	0,12 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 44,7 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1386 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,12 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 44,1 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1352 kN/m ²
Agyag - Iszap agyagostól agyagig	$h=$	0,6 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 46,1 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1479 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,54 m
$q_{s,cal}= \mu_{sg} * 1,2*\sqrt{q_c}$ $q_{s,cal}= 48,9 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1658 kN/m ²
Agyag - Iszap agyagostól agyagig	$h=$	1,26 m

$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 46,4 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1493 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,78 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 55,1 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	2109 kN/m ²
Agyag - Iszap agyagostól agyagig		$h =$	0,14 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 59,1 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	2425 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,18 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 55,4 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	2129 kN/m ²
Agyag - Iszap agyagostól agyagig		$h =$	1,06 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 51,5 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1842 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,38 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 65,2 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	2950 kN/m ²
Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig		$h =$	0,22 m
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 39,7 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	5213 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,5 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 85,9 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	5127 kN/m ²
Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig		$h =$	0,6 m
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 43,7 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	6320 kN/m ²
Teljes nyomási ellenállás			
$R_{c,cal} =$	1469 kN		

3_cpt, 5,5m cölöp

$$R_{c,cal} = R_{s,cal} + R_{b,cal} = k \cdot \sum (h_1 \cdot q_{s,cal,i}) + A_b \cdot q_{b,cal}$$

Talpellenállás:

$$q_{b,cal} = \lambda_b \cdot a_b \cdot 0,5 \cdot (q_{cIII} + ((q_{cII} + q_{cI})/2))$$

$$q_{b,cal} = 1649 \text{ kN}$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 1,93$$

$$q_{cI} = 2,59 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{cII} = 9,11 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{cIII} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Palástellenállás:

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$$

szemcsés rétegeknél

kötött talajban

Kavicsos homoktól durva homokig

$$h = 0,06 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 190,5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 7,59 \text{ kPa}$$

Nagyon kemény finom szemcsés

$$h = 0,14 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 1020 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 17,6 \text{ kPa}$$

Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 2250 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 26,1 \text{ kPa}$$

Homokkeverék- Iszapos homoktól homokos iszapig

$$h = 0,04 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 654 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 14,1 \text{ kPa}$$

Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 528 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 27,6 \text{ kPa}$$

Homokkeverék- Iszapos homoktól homokos iszapig

$$h = 0,04 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 1720 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 22,8 \text{ kPa}$$

Nagyon kemény homoktól agyagos homokig

$$h = 0,16 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 1654 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 22,4 \text{ kPa}$$

Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagaig

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 518 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 27,3 \text{ kPa}$$

Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig	$h =$	0,12 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	616 kN/m ²
$q_{s,cal} = 13,7$ kPa		
Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig	$h =$	0,64 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	3015 kN/m ²
$q_{s,cal} = 30,2$ kPa		
Kavicsos homoktól durva homokig	$h =$	1,64 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	12730 kN/m ²
$q_{s,cal} = 62,1$ kPa		
Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h =$	0,6 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	1212 kN/m ²
$q_{s,cal} = 41,8$ kPa		
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h =$	0,76 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	1147 kN/m ²
$q_{s,cal} = 40,6$ kPa		
Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h =$	0,26 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	1147 kN/m ²
$q_{s,cal} = 40,6$ kPa		
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h =$	1,5 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	1518 kN/m ²
$q_{s,cal} = 46,8$ kPa		
Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h =$	0,8 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	2113 kN/m ²
$q_{s,cal} = 55,2$ kPa		
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h =$	1,06 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	1850 kN/m ²
$q_{s,cal} = 51,6$ kPa		
Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h =$	1,02 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	3070 kN/m ²
$q_{s,cal} = 66,5$ kPa		
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h =$	0,62 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl} =$	1895 kN/m ²
$q_{s,cal} = 52,2$ kPa		
Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h =$	0,84 m

$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 66,5 \text{ kPa}$	$q_{cl} = 3070 \text{ kN/m}^2$
Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap		$h = 0,26 \text{ m}$
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 43,2 \text{ kPa}$	$q_{cl} = 6176 \text{ kN/m}^2$
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig		$h = 0,26 \text{ m}$
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 88,8 \text{ kPa}$	$q_{cl} = 5474 \text{ kN/m}^2$
Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap		$h = 0,16 \text{ m}$
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 42,6 \text{ kPa}$	$q_{cl} = 6000,00 \text{ kN/m}^2$
Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h = 0,38 \text{ m}$
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 95,6 \text{ kPa}$	$q_{cl} = 6342 \text{ kN/m}^2$
Teljes nyomási ellenállás		
$R_{c,cal} = 1619 \text{ kN}$		

4_cpt, 5,5m cölöp

$$R_{c,cal} = R_{s,cal} + R_{b,cal} = k * \sum (h_i * q_{s,cal,i}) + A_b * q_{b,cal}$$

Talpellenállás:

$$q_{b,cal} = \lambda_b * a_b * 0,5 * (q_{cIII} + ((q_{cII} + q_{cI})/2))$$

$q_{b,cal} = 1661 \text{ kN}$	$q_{cI} = 2,59 \text{ kN/m}^2$
	$q_{cII} = 9,23 \text{ kN/m}^2$
	$q_{cIII} = 2,00 \text{ kN/m}^2$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 1,93$$

Palástellenállás: $q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ szemcsés rétegeknél
 $q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$ kötött talajban

Kavicsos homoktól durva homokig	$h = 0,06 \text{ m}$
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{cl} = 192 \text{ kN/m}^2$
$q_{s,cal} = 7,62 \text{ kPa}$	

Nagyon kemény finom szemcsés	$h = 0,14 \text{ m}$
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{cl} = 636 \text{ kN/m}^2$
$q_{s,cal} = 13,9 \text{ kPa}$	

Nagyon kemény homoktól agyagos homokig	$h=$	0,18 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 21,3 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1502 kN/m ²
Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig	$h=$	0,4 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 23,6 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1839 kN/m ²
Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig	$h=$	0,14 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 47,7 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	7516 kN/m ²
Nagyon kemény homoktól agyagos homokig	$h=$	0,14 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 36,2 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	4332 kN/m ²
Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig	$h=$	0,52 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 16,6 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	913 kN/m ²
Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig	$h=$	0,74 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 31,9 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	3356 kN/m ²
Kavicsos homoktól durva homokig	$h=$	1,36 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 72,5 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	17367 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,64 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 44,6 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1380 kN/m ²
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h=$	3,66 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 45,9 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	1461 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,42 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 58,9 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	2409 kN/m ²
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h=$	1,16 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 53,7 \text{ kPa}$	$q_{cl}=$	2000 kN/m ²

Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,12 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	2665 kN/m ²
$q_{s,cal} = 61,9$ kPa		
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h=$	0,22 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	2413 kN/m ²
$q_{s,cal} = 58,9$ kPa		
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,1 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	4576 kN/m ²
$q_{s,cal} = 81,2$ kPa		
Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig	$h=$	1,17 m
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	5591 kN/m ²
$q_{s,cal} = 41,1$ kPa		
Teljes nyomási ellenállás		
$R_{c,cal} =$	1439	kN

1_cpt, 8,0m cölöp

$$R_{c,cal} = R_{s,cal} + R_{b,cal} = k * \sum (h_i * q_{s,cal,i}) + A_b * q_{b,cal}$$

Talpellenállás:

$$q_{b,cal} = \lambda_b * a_b * 0,5 * (q_{cIII} + ((q_{cII} + q_{cI})/2))$$

$q_{cI}=$	2,789 kN/m ²
$q_{cII}=$	9,3 kN/m ²
$q_{cIII}=$	2,00 kN/m ²

$$q_{b,cal} = 1689 \text{ kN}$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 2$$

Palástellenállás: $q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ szemcsés rétegeknél
 $q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$ kötött talajban

Kavicsos homoktól durva homokig	$h=$	0,72 m
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	3490 kN/m ²
$q_{s,cal} = 32,5$ kPa		

Nagyon kemény homoktól agyagos homokig	$h=$	0,22 m
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	2094 kN/m ²
$q_{s,cal} = 25,2$ kPa		

Iszap keverékek- Agyagos iszaptól iszapos agyagig	h=	0,42 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 26,2 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	477 kN/m ²
Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap	h=	0,02 m
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 16,5 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	898 kN/m ²
Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig	h=	0,92 m
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 31,2 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	3225,9 kN/m ²
Kavicsos homoktól durva homokig	h=	1,92 m
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 60 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	11898 kN/m ²
Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszapig	h=	0,04 m
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 29,7 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	2919 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	h=	0,74 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 43,7 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1329 kN/m ²
Agyagos - iszapos agyagtól agyagig	h=	1,74 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 45,5 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1440 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	h=	0,86 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 59,1 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	2424 kN/m ²
Agyag - iszapos agyagtól agyagig	h=	0,52 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 53,3 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1975 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	h=	1,22 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 70,9 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	3492 kN/m ²
Agyag - iszapos agyagtól agyagig	h=	0,78 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$ $q_{s,cal} = 54,2 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	2040 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	h=	0,8 m

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 77,6 \text{ kPa}$$

$$q_{cl} = 4180 \text{ kN/m}^2$$

Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap

$$h = 0,89 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 6656 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 44,9 \text{ kPa}$$

Teljes nyomási ellenállás

$$R_{c,cal} = 1613 \text{ kN}$$

2_cpt, 8,0m cölöp

$$R_{c,cal} = R_{s,cal} + R_{b,cal} = k * \sum (h_i * q_{s,cal,i}) + A_b * q_{b,cal}$$

Talpellenállás:

$$q_{b,cal} = \lambda_b * a_b * 0,5 * (q_{cIII} + ((q_{cII} + q_{cI})/2))$$

$$q_{cI} = 2,86 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{cII} = 9,64 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{b,cal} = 1733 \text{ kN}$$

$$q_{cIII} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 2,03$$

Palástellenállás:

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c} \text{ szemcsés rétegeknél}$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c} \text{ kötött talajban}$$

Kavicsos homoktól durva homokig

$$h = 0,06 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 255 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 8,78 \text{ kPa}$$

Nagyon kemény homoktól agyagos homokig

$$h = 0,28 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 960 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 17 \text{ kPa}$$

Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap

$$h = 0,02 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 1000,00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 17,4 \text{ kPa}$$

Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$q_{cl} = 565,8 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$$

$$q_{s,cal} = 13,1 \text{ kPa}$$

Nagyon kemény finom szemcsés

$$h = 0,18 \text{ m}$$

$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 21,8 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1564 kN/m ²
Homokkeverék- iszapos homoktól homokos iszapig		$h =$	0,02 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 19,2 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1219 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,34 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 30,1 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	630 kN/m ²
Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap		$h =$	0,04 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 14,5 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	699 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,2 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 32,4 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	729 kN/m ²
Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig		$h =$	0,52 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 33,4 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	3695 kN/m ²
Kavicsos homoktól durva homokig		$h =$	1,42 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 71,5 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	16909 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	1,04 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 43,2 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1297 kN/m ²
Agyag - Iszap agyagostól agyagig		$h =$	0,12 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 44,7 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1386 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,12 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 44,1 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1352 kN/m ²
Agyag - Iszap agyagostól agyagig		$h =$	0,6 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 46,1 \text{ kPa}$	$q_{cl} =$	1479 kN/m ²
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,54 m
		$q_{cl} =$	1658 kN/m ²

$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 48,9 \text{ kPa}$		
Agyag - Iszap agyagostól agyagig		$h =$	1,26 m
		$q_{cl} =$	1493 kN/m ²
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 46,4 \text{ kPa}$		
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,78 m
		$q_{cl} =$	2109 kN/m ²
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 55,1 \text{ kPa}$		
Agyag - Iszap agyagostól agyagig		$h =$	0,14 m
		$q_{cl} =$	2425 kN/m ²
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 59,1 \text{ kPa}$		
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,18 m
		$q_{cl} =$	2129 kN/m ²
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 55,4 \text{ kPa}$		
Agyag - Iszap agyagostól agyagig		$h =$	1,06 m
		$q_{cl} =$	1842 kN/m ²
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 51,5 \text{ kPa}$		
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,38 m
		$q_{cl} =$	2950 kN/m ²
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 65,2 \text{ kPa}$		
Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig		$h =$	0,22 m
		$q_{cl} =$	5213 kN/m ²
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 39,7 \text{ kPa}$		
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig		$h =$	0,5 m
		$q_{cl} =$	5127 kN/m ²
$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 85,9 \text{ kPa}$		
Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig		$h =$	0,6 m
		$q_{cl} =$	6320 kN/m ²
$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c}$	$q_{s,cal} = 43,7 \text{ kPa}$		
Teljes nyomási ellenállás			
$R_{c,cal} =$	1492 kN		

3_cpt, 8,0m cölöp

$$R_{c,cal} = R_{s,cal} + R_{b,cal} = k \cdot \sum (h_i \cdot q_{s,cal,i}) + A_b \cdot q_{b,cal}$$

Talpellenállás:

$$q_{b,cal} = \lambda_b \cdot a_b \cdot 0,5 \cdot (q_{cIII} + ((q_{cII} + q_{cI})/2))$$

$$q_{b,cal} = 1668 \text{ kN}$$

$$q_{s,cal} =$$

$$q_{cI} = 2,54 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{cII} = 9,35 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{cIII} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Kavicsos homoktól durva homokig

$$h = 0,06 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 190,5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 7,59 \text{ kPa}$$

Nagyon kemény finom szemcsés

$$h = 0,14 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 1020 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 17,6 \text{ kPa}$$

Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 2250 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 26,1 \text{ kPa}$$

Homokkeverék- Iszapos homoktól homokos iszapig

$$h = 0,04 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 654 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 14,1 \text{ kPa}$$

Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 528 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 27,6 \text{ kPa}$$

Homokkeverék- Iszapos homoktól homokos iszapig

$$h = 0,04 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 1720 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 22,8 \text{ kPa}$$

Nagyon kemény homoktól agyagos homokig

$$h = 0,16 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 1654 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 22,4 \text{ kPa}$$

Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagaig

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 518 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 27,3 \text{ kPa}$$

Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig

$$h = 0,12 \text{ m}$$

$$q_{cI} = 616 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 13,7 \text{ kPa}$$

Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig

$$h = 0,64 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 3015 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 30,2 \text{ kPa}$$

Kavicsos homoktól durva homokig

$$h = 1,64 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 12730 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 62,1 \text{ kPa}$$

Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig

$$h = 0,6 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 1212 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 41,8 \text{ kPa}$$

Agyag - Iszapos agyagtól agyagig

$$h = 0,76 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 1147 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 40,6 \text{ kPa}$$

Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig

$$h = 0,26 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 1147 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 40,6 \text{ kPa}$$

Agyag - Iszapos agyagtól agyagig

$$h = 1,5 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 1518 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 46,8 \text{ kPa}$$

Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig

$$h = 0,8 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 2113 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 55,2 \text{ kPa}$$

Agyag - Iszapos agyagtól agyagig

$$h = 1,06 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 1850 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 51,6 \text{ kPa}$$

Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig

$$h = 1,02 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 3070 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 66,5 \text{ kPa}$$

Agyag - Iszapos agyagtól agyagig

$$h = 0,62 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 1895 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 52,2 \text{ kPa}$$

Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig

$$h = 0,84 \text{ m}$$

$$q_{ci} = 3070 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 66,5 \text{ kPa}$$

Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap	$h=$	0,26 m
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	6176 kN/m ²
$q_{s,cal}=43,2$ kPa		
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h=$	0,26 m
$q_{s,cal}=\mu_{sg}*1,2*\sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	5474 kN/m ²
$q_{s,cal}=88,8$ kPa		
Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszap	$h=$	0,16 m
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	6000,00 kN/m ²
$q_{s,cal}=42,6$ kPa		
Iszap keverék - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,38 m
$q_{s,cal}=\mu_{sg}*1,2*\sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	6342 kN/m ²
$q_{s,cal}=95,6$ kPa		
Teljes nyomási ellenállás		
$R_{c,cal}=$	1625	kN

4_cpt, 8,0m cölöp

$$R_{c,cal}=R_{s,cal}+R_{b,cal}=k*\sum(h_1*q_{s,cal,i})+A_b*q_{b,cal}$$

Talpell ellenállás:

$$q_{b,cal}=\lambda_b*a_b*0,5*(q_{cIII}+((q_{cII}+q_{cI})/2))$$

$q_{b,cal}=1747$ kN	$q_{cI}=$	3,00 kN/m ²
	$q_{cII}=$	9,635 kN/m ²
	$q_{cIII}=$	2,00 kN/m ²
$q_{s,cal}=2,08$		

Palástellenállás: $q_{s,cal}=\mu_{sg}*1,2*\sqrt{q_c}$ szemcsés rétegeknél
 $q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$ kötött talajban

Kavicsos homoktól durva homokig	$h=$	0,06 m
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	0,192 kN/m ²
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$		
Nagyon kemény finom szemcsés	$h=$	0,14 m
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	636 kN/m ²
$q_{s,cal}=13,9$ kPa		
Nagyon kemény homoktól agyagos homokig	$h=$	0,18 m
$q_{s,cal}=0,55*\sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	1502 kN/m ²
$q_{s,cal}=21,3$ kPa		

Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig	$h=$	0,4 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	1839 kN/m ²
$q_{s,cal} = 23,6$ kPa		
Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig	$h=$	0,14 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	7516 kN/m ²
$q_{s,cal} = 47,7$ kPa		
Nagyon kemény homoktól agyagos homokig	$h=$	0,14 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	4332 kN/m ²
$q_{s,cal} = 36,2$ kPa		
Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig	$h=$	0,52 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	913 kN/m ²
$q_{s,cal} = 16,6$ kPa		
Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig	$h=$	0,74 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	3356 kN/m ²
$q_{s,cal} = 31,9$ kPa		
Kavicsos homoktól durva homokig	$h=$	1,36 m
$q_{s,cal} = 0,55 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	17367 kN/m ²
$q_{s,cal} = 72,5$ kPa		
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,64 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	1380 kN/m ²
$q_{s,cal} = 44,6$ kPa		
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h=$	3,66 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	1461 kN/m ²
$q_{s,cal} = 45,9$ kPa		
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,42 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	2409 kN/m ²
$q_{s,cal} = 58,9$ kPa		
Agyag - Iszapos agyagtól agyagig	$h=$	1,16 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	2000 kN/m ²
$q_{s,cal} = 53,7$ kPa		
Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig	$h=$	0,12 m
$q_{s,cal} = \mu_{sg} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{q_c}$	$q_{cl}=$	2665 kN/m ²
$q_{s,cal} = 61,9$ kPa		

Agyag - Iszapos agyagtól agyagig $h=$ 0,22 m
 $q_{ci}=$ 2413 kN/m²

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 58,9 \text{ kPa}$$

Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig $h=$ 0,1 m
 $q_{ci}=$ 4576 kN/m²

$$q_{s,cal} = \mu_{sg} * 1,2 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 81,2 \text{ kPa}$$

Homokkeverék - Iszapos homoktól homokos iszapig $h=$ 1,17 m
 $q_{ci}=$ 5591 kN/m²

$$q_{s,cal} = 0,55 * \sqrt{q_c} \quad q_{s,cal} = 41,1 \text{ kPa}$$

Teljes nyomási ellenállás

$$R_{c,cal} = 1462 \text{ kN}$$

Eredménytáblázatok:

5,5m-es cölöp hossz	1 CPT	2 CPT	3 CPT	4 CPT
Palástellenállás $R_{s,cal}$ [kN]	1141	1017	1158	974
Talpellenállás $R_{b,cal}$ [kN]	470	452	461	465
Teljes ellenállás $R_{c,cal}$ [kN]	1611	1469	1619	1439

8,0m-es cölöp hossz	1 CPT	2 CPT	3 CPT	4 CPT
Palástellenállás $R_{s,cal}$ [kN]	1140	1006	1158	973
Talpellenállás $R_{b,cal}$ [kN]	473	486	467	489
Teljes ellenállás $R_{c,cal}$ [kN]	1613	1492	1625	1462

Tervezési érték:

$$R_{c;d} = \text{Min}(R_{c,k}/\gamma_t ; R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s) / \gamma_{R,d}$$

$$R_{c;d} = \min(1611/1,15 ; 470/1,20 + 1141/1,10) / 1,10$$

$$1273,52 ; 1299,04$$

$$5,5_1\text{CPT} \quad R_{c;d} = 1273,52 \text{ kN}$$

$$1407,83 ; 1182,92$$

$$5,5_2\text{CPT} \quad R_{c;d} = 1182,92 \text{ kN}$$

5,5_3CPT	$R_{c;d=}$	1277,39 ; 1306,27 1277,39 kN
5,5_4CPT	$R_{c;d=}$	1251,30 ; 1157,23 1157,23 kN
8,0_1CPT	$R_{c;d=}$	1275,10 ; 1300,48 1275,10 kN
8,0_2CPT	$R_{c;d=}$	1297,39 ; 1199,59 1199,59 kN
8,0_3CPT	$R_{c;d=}$	1413,04 ; 1310,81 1310,81 kN
8,0_4CPT	$R_{c;d=}$	1271,30 ; 1174,59 1174,59 kN

Összefoglaló táblázat

	Cölöp hossz (m)	Ferrandon	Caquot-Kerisel	EC 7	GEO5	
1 CPT	5,50	763,82	1311,07	1273,52	416,99	
2 CPT	5,50			1182,92		
3 CPT	5,50			1277,39		
4 CPT	5,50			1157,23		
1 CPT	8,00			1275,1	595,55	
2 CPT	8,00			1199,59		
3 CPT	8,00	860,49	792,23	1310,81		
4 CPT	8,00			1174,59		

4.4 Cölöpcsoport teherbírása

CPT cölöp számítás

Adatbev.

Projekt : Cölöp
Szerző : Huber Georgina Tünde
Dátum : 2024. 11. 19.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

CPT cölöp

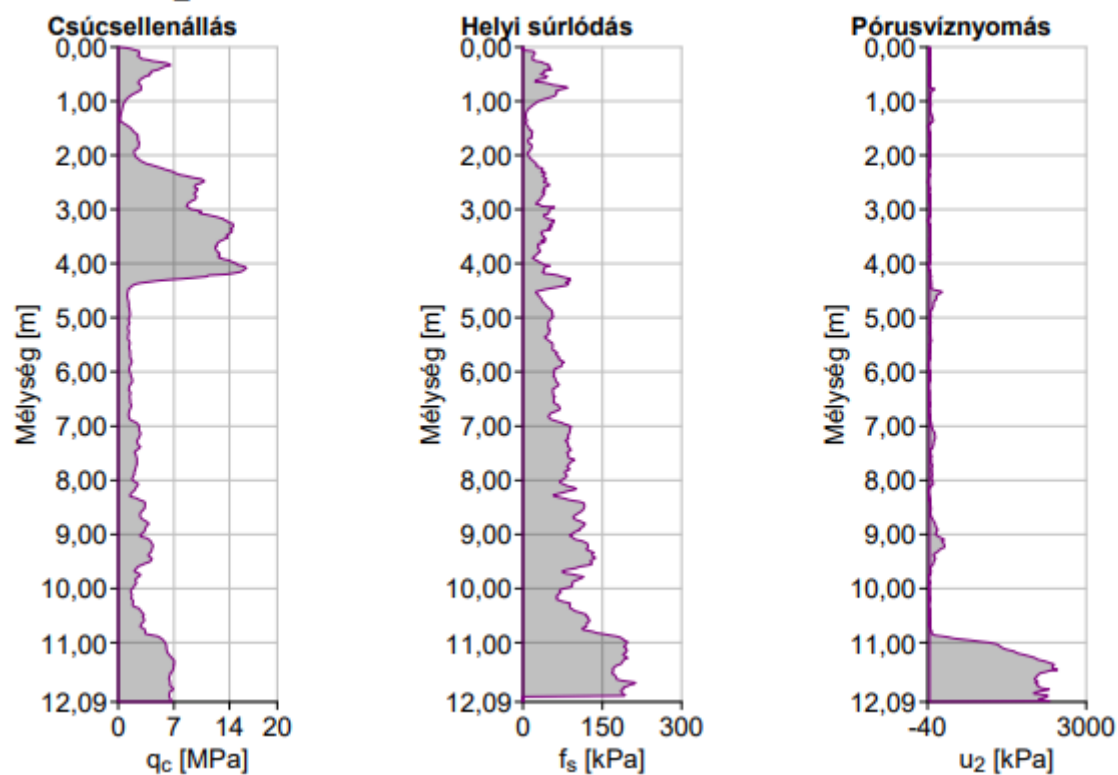
Ellenőrzési módszer : EN 1997-2
Számítás típusa : EN 1997-2

Ellenállások (R) parciális tényezői			
Talpellénállás parciális tényezője :	$\gamma_b =$	1,00	[-]
Palástellenállás parciális tényezője :	$\gamma_s =$	1,00	[-]
Csökkentő tényezők			
Terhelési-süllyedési görbe csökk. tényezője :	$k =$	1,00	[-]

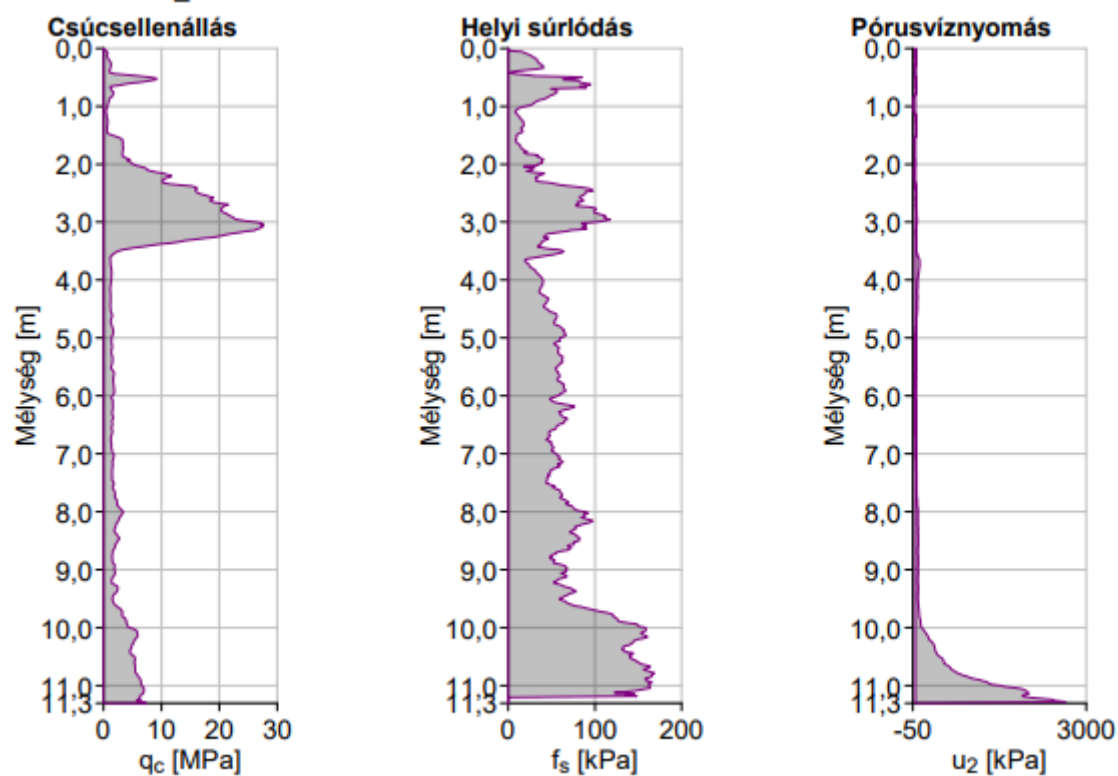
Tesztek

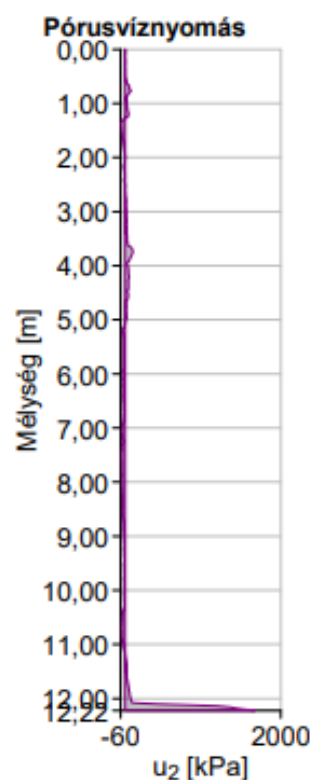
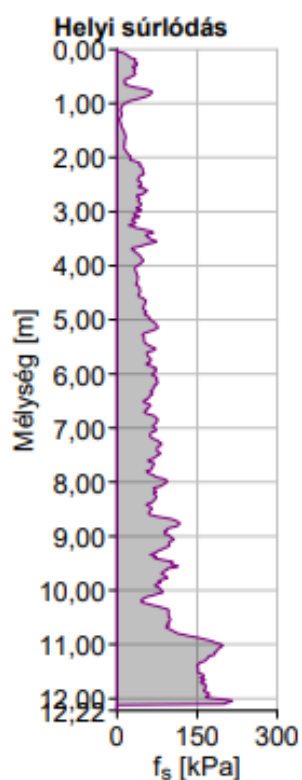
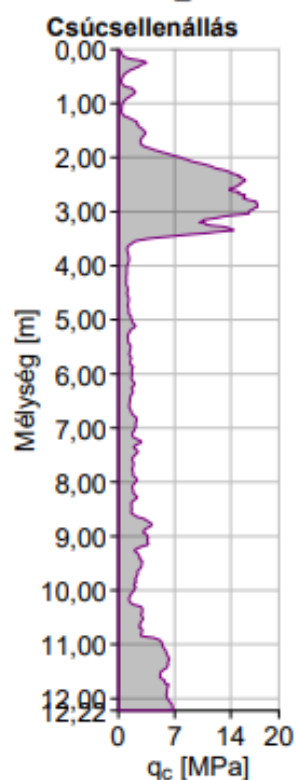
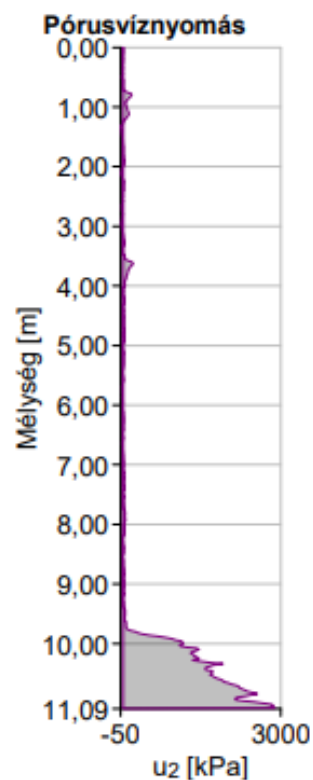
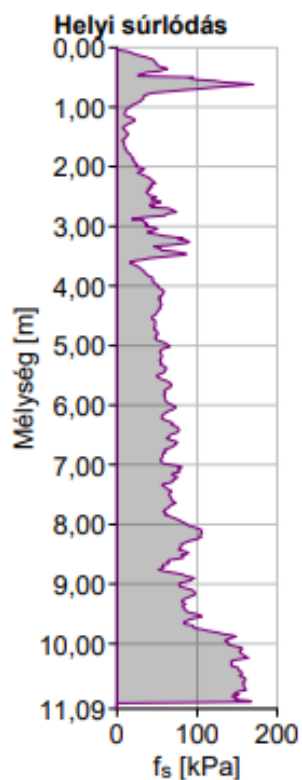
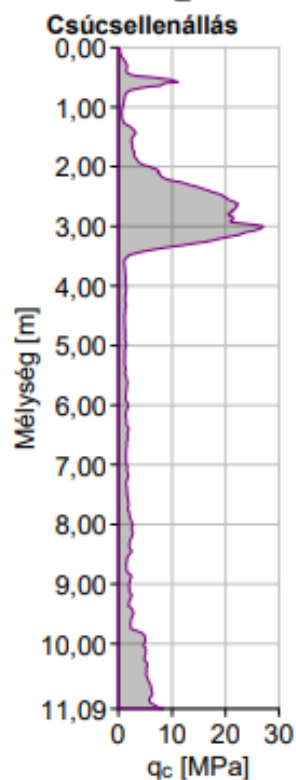
Sz.	Vizsgálat neve	Eltolás a kezdőponttól d_h [m]	Teljes mélység d_{tot} [m]
1	CPTu_1	0,00	12,09
2	CPTu_2	0,00	11,30
3	CPTu_3	0,00	12,22
4	CPTu_4	0,00	11,09

Teszt : CPTu_1



Teszt : CPTu_2



Teszt : CPTu_3**Teszt : CPTu_4****Osztályozás**

Forrásul használt CPT vizsgálat : CPTu_1

Osztályozás típusa : Robertson 2010

Szonda hasznos terület hányada : 0,75
 Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Osztályozott talajok

Sz.	Talaj neve
1	Agyag - iszapos agyagtól agyagig
2	Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig
3	Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszapig
4	Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig
5	Kavicsos homoktól durva homokig
6	Nagyon kemény homoktól agyagos homokig
7	Nagyon kemény finom szemcsés

Talajparaméterek

Agyag - iszapos agyagtól agyagig

Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Talajtípus : agyag

Iszap keverékek - Agyagos iszaptól iszapos agyagig

Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 23,00^\circ$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Talajtípus : agyag

Homokkeverék - iszapos homoktól homokos iszapig

Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 22,00^\circ$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Talajtípus : iszap

Homokok - Tiszta homoktól iszapos homokig

Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Talajtípus : homok, kavics
 OCR nagysága : $OCR \leq 2$
 Szemcsék típusa : 600 nm-nél finomabb homok

Kavicsos homoktól durva homokig

Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Talajtípus : homok, kavics
 OCR nagysága : $OCR \leq 2$
 Szemcsék típusa : 600 nm-nél finomabb homok

Nagyon kemény homoktól agyagos homokig

Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Talajtípus : homok, kavics
 OCR nagysága : $OCR \leq 2$
 Szemcsék típusa : 600 nm-nél finomabb homok

Nagyon kemény finom szemcsés

Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 25,00^\circ$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Talajtípus : agyag

Szerkezet

Szerkezet típusa : cölöpcsoport
 Szerkezet merevsége : nagyon merev
 Cölöpök száma = 2
 Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 309,17 \text{ kN}$
 Hasznos teher $F_s = 250,00 \text{ kN}$

Geometria

Cölöp típusa : folyamatos spirállal készített cölöp (CFA)
 Cölöp anyaga : beton
 q_c III csökkentése 2 MPa-ra : Igen
 Cölöphossz a talajban = 5,50 m
 Cölöpfaj eltolása a terep felett = 0,00 m
 Rendezett terep mélys. = 0,50 m

Cölöp keresztmetszet - koncentrikus

Cölöp átmérő $d = 0,60 \text{ m}$

TVSZ

Talajvízszint TVSZ = 0,44 m

Globális beállítások

Számítás tesztek alapján. : CPT
 A számítás nem veszi figyelembe a negatív köpenysúrlódást hatását.
 Modell-bizonytalansági parciális tényező $\gamma_{cal} = 1,10$

Teherbírási számítás - EN 1997-2

Függőleges cölöpteherbírási számítás - eredmények közbelső értékei

Cölöpátmérő $d_{eq} = 0,60 \text{ m}$
 Cölöpátmérő a talpnál $d_{s,eq} = 0,60 \text{ m}$
 Cölöp terület a talpnál $A_b = 0,28 \text{ m}^2$
 Cölöptalp teherb. csökkentő tényezője $\alpha_p = 0,80$
 Cölöp alak hatását figy. vevő tényező $s = 1,00$
 Szélesített cölöptalp hatását figy. vevő tény. $\beta = 1,00$

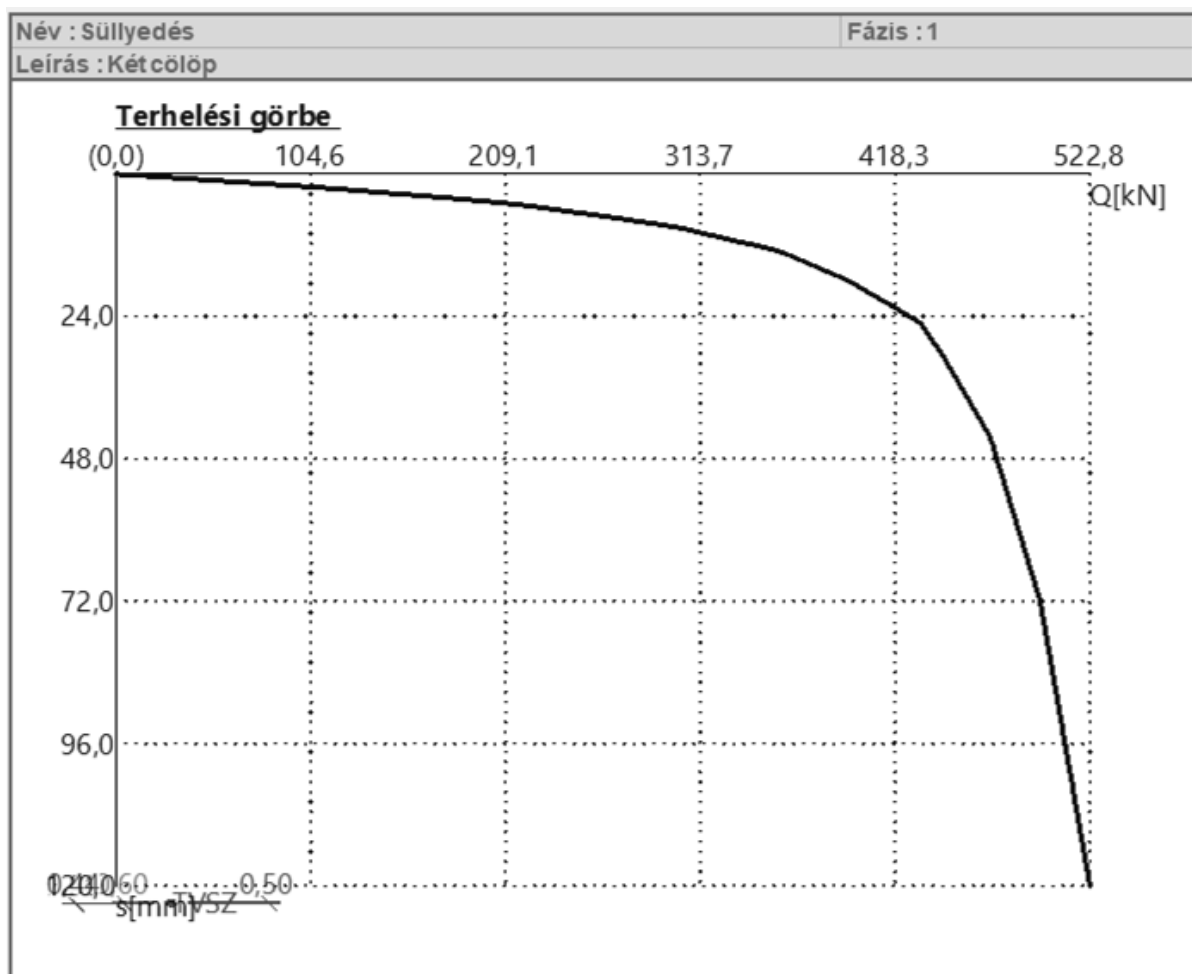
Függőleges teherbírási számítás - eredmények

A számítás lefutott az összes mérésre.

Nyomott cölöp minimális ellenállása $R_{c,min} = 575,12 \text{ kN}$
 Tényező $\xi_4 = 1,20$
 Nyomott cölöp átlagos teherbírási $R_{c,mean} = 600,88 \text{ kN}$
 Tényező $\xi_3 = 1,31$
 Cölöp teherbírási karakterisztikus értéke $R_c = 416,99 \text{ kN}$
 Cölöp teherbírási tervezési értéke $R_{cd} = 833,97 \text{ kN}$
 Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 618,34 \text{ kN}$

$$R_{cd} = 833,97 \text{ kN} > F_{s,d} = 618,34 \text{ kN}$$

Cölöp ellenőrzése teherbírásra MEGFELELŐ



CPT cölöp számítás

Adatbev.

Szerkezet

Szerkezet típusa : cölöpcsoport

Szerkezet merevsége : nagyon merev

Cölöpök száma = 4

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 393,08 \text{ kN}$

Hasznos teher $F_s = 275,00 \text{ kN}$

Geometria

Cölöp típusa : folyamatos spirállal készített cölöp (CFA)

Cölöp anyaga : beton

q_c III csökkentése 2 MPa-ra : Igen

Cölöphossz a talajban = 5,50 m

Cölöpfej eltolása a terep felett = 0,00 m

Rendezett terep mélys. = 0,50 m

Cölöp keresztmetszet - koncentrikus

Cölöp átmérő $d = 0,60 \text{ m}$

TVSZ

Talajvízszint TVSZ = 0,44 m

Globális beállítások

Számítás tesztek alapján. : CPT

A számítás nem veszi figyelembe a negatív köpenysúrlódást hatását.

Modell-bizonytalansági parciális tényező $\gamma_{cal} = 1,10$

Teherbírás számítás - EN 1997-2

Függőleges cölöpteherbírás számítás - eredmények közbelső értékei

Cölöpátmérő	$d_{eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöpátmérő a talpnál	$d_{s,eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöp terület a talpnál	$A_b = 0,28 \text{ m}^2$
Cölöptalp teherb. csökkentő tényezője	$\alpha_p = 0,80$
Cölöp alak hatását figy. vevő tényező	$s = 1,00$
Szélesített cölöptalp hatását figy. vevő tény. β	$\beta = 1,00$

Függőleges teherbírás számítás - eredmények

A számítás lefutott az összes mérésre.

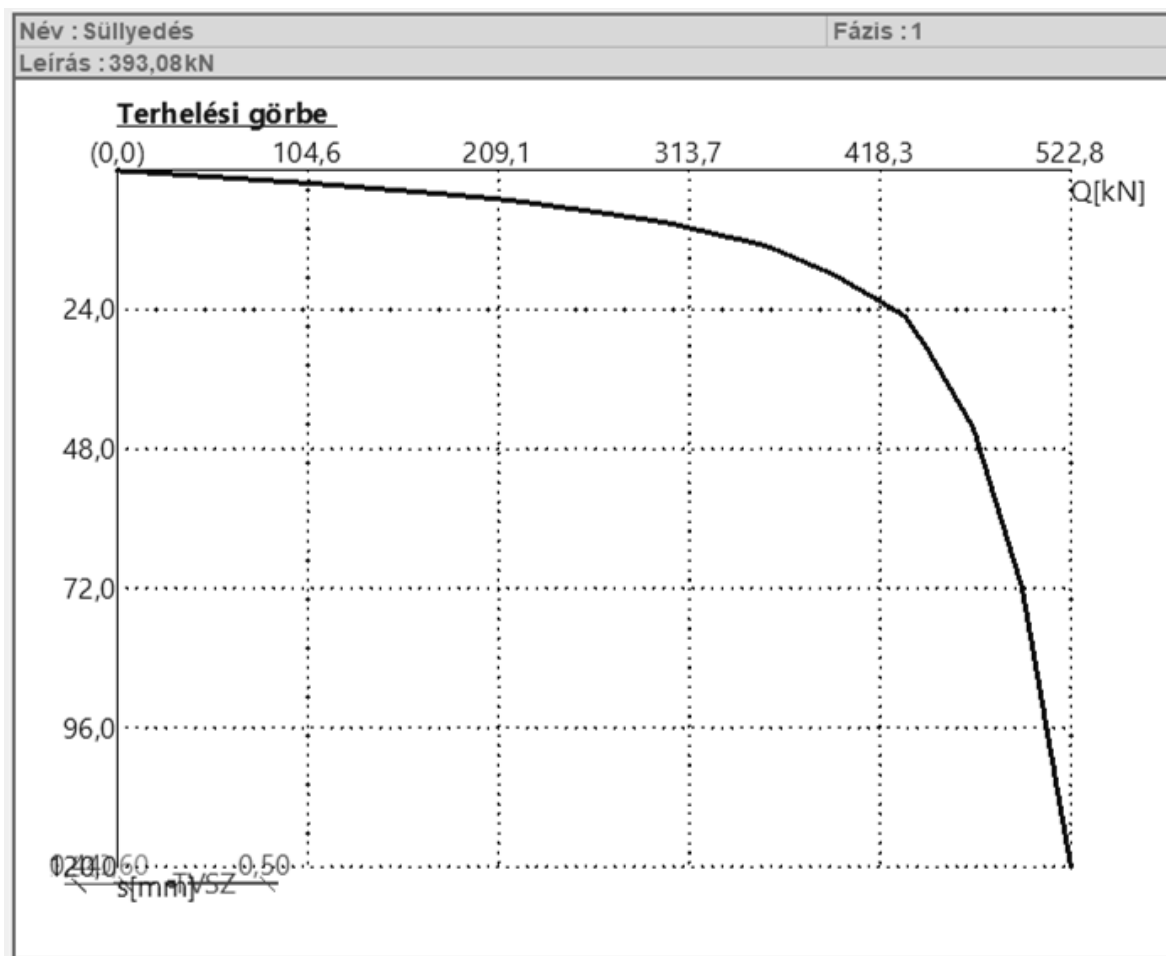
Nyomott cölöp minimális ellenállása	$R_{c,min} = 575,12 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_4 = 1,20$
Nyomott cölöp átlagos teherbírása	$R_{c,mean} = 600,88 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_3 = 1,31$
Cölöp teherbírásának karakterisztikus értéke	$R_c = 416,99 \text{ kN}$

Cölöp teherbírásának tervezési értéke $R_{cd} = 1667,95 \text{ kN}$

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 1572,32 \text{ kN}$

$R_{cd} = 1667,95 \text{ kN} > F_{s,d} = 1572,32 \text{ kN}$

Cölöp ellenőrzése teherbírásra MEGFELELŐ



CPT cölöp számítás

Adatbev.

Szerkezet

Szerkezet típusa : cölöpcsoport

Szerkezet merevsége : nagyon merev

Cölöpök száma = 4

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 574,92 \text{ kN}$

Hasznos teher $F_s = 425,00 \text{ kN}$

Geometria

Cölöp típusa : folyamatos spirállal készített cölöp (CFA)

Cölöp anyaga : beton

q_c III csökkentése 2 MPa-ra : Igen

Cölöphossz a talajban = 8,00 m

Cölöpfej eltolása a terep felett = 0,00 m

Rendezett terep mélys. = 0,50 m

Cölöp keresztmetszet - koncentrikus

Cölöp átmérő $d = 0,60 \text{ m}$

TVSZ

Talajvízszint TVSZ = 0,44 m

Globális beállítások

Számítás tesztek alapján. : CPT

A számítás nem veszi figyelembe a negatív köpenysúrlódást hatását.

Modell-bizonytalansági parciális tényező $\gamma_{cal} = 1,10$

Teherbírás számítás - EN 1997-2

Függőleges cölöpteherbírás számítás - eredmények közbelső értékei

Cölöpátmérő $d_{eq} = 0,60 \text{ m}$

Cölöpátmérő a talpnál $d_{s,eq} = 0,60 \text{ m}$

Cölöp terület a talpnál $A_b = 0,28 \text{ m}^2$

Cölöptalp teherb. csökkentő tényezője $\alpha_p = 0,80$

Cölöp alak hatását figy. vevő tényező $s = 1,00$

Szélesített cölöptalp hatását figy. vevő tény. $\beta = 1,00$

Függőleges teherbírás számítás - eredmények

A számítás lefutott az összes mérésre.

Nyomott cölöp minimális ellenállása $R_{c,min} = 802,64 \text{ kN}$

Tényező $\xi_4 = 1,20$

Nyomott cölöp átlagos teherbírása $R_{c,mean} = 858,19 \text{ kN}$

Tényező $\xi_3 = 1,31$

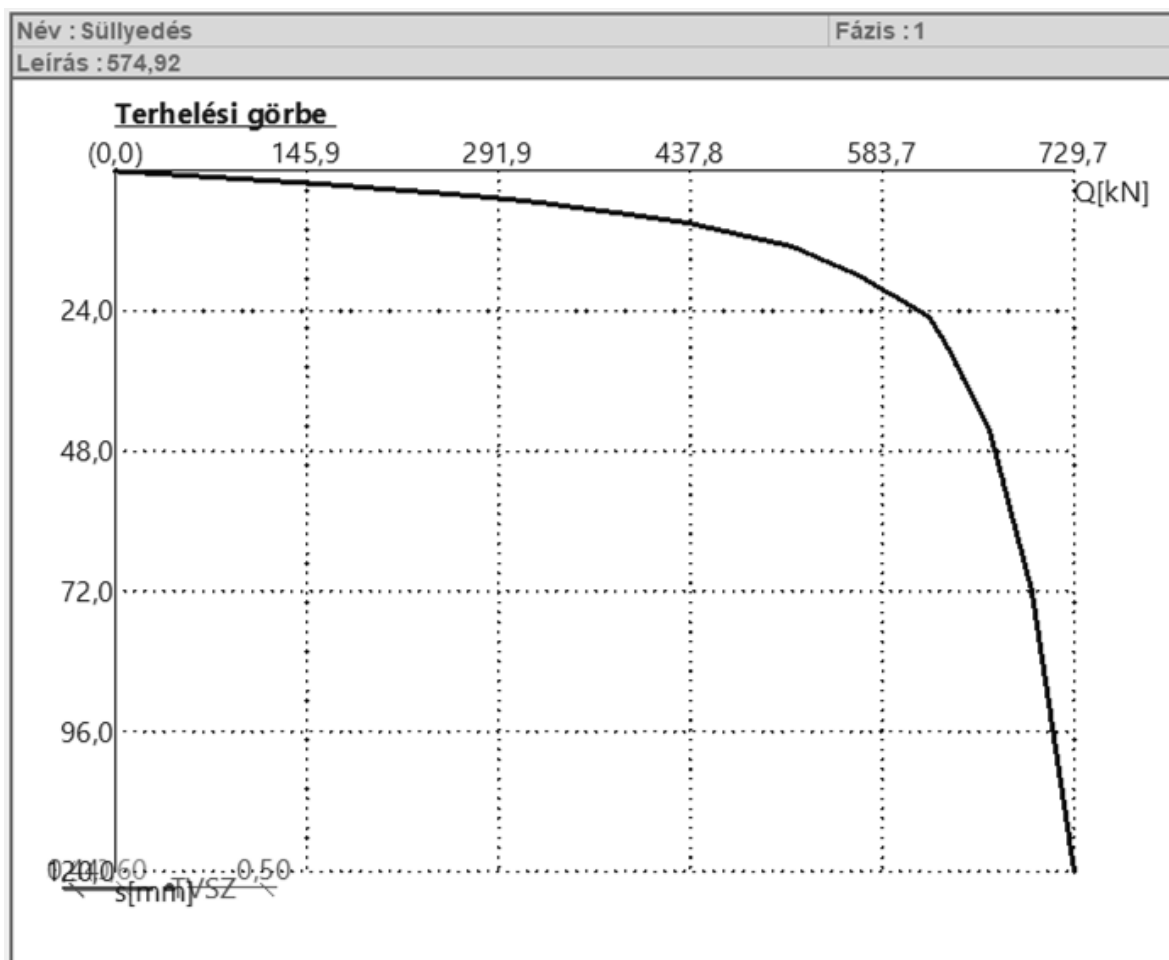
Cölöp teherbírásának karakterisztikus értéke $R_c = 595,55 \text{ kN}$

Cölöp teherbírásának tervezési értéke $R_{cd} = 2382,19 \text{ kN}$

Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 2299,68 \text{ kN}$

$R_{cd} = 2382,19 \text{ kN} > F_{s,d} = 2299,68 \text{ kN}$

Cölöp ellenőrzése teherbírásra MEGFELELŐ



CPT cölöp számítás

Adatbev.

Szerkezet

Szerkezet típusa : cölöpcsoport
 Szerkezet merevsége : nagyon merev
 Cölöpök száma = 5
 Teher tervezési értéke $F_{s,d} = 573,50 \text{ kN}$
 Hasznos teher $F_s = 425,00 \text{ kN}$

Geometria

Cölöp típusa : folyamatos spirállal készített cölöp (CFA)
 Cölöp anyaga : beton
 q_c III csökkentése 2 MPa-ra : Igen
 Cölöphossz a talajban = 8,00 m
 Cölöpfej eltolása a terep felett = 0,00 m
 Rendezett terep mélys. = 0,50 m

Cölöp keresztmetszet - koncentrikus

Cölöp átmérő $d = 0,60 \text{ m}$

TVSZ

Talajvízszint TVSZ = 0,44 m

Globális beállítások

Számítás tesztek alapján. : CPT

A számítás nem veszi figyelembe a negatív köpenysúrlódást hatását.

Modell-bizonytalansági parciális tényező $\gamma_{cal} = 1,10$

Teherbírás számítás - EN 1997-2

Függőleges cölöpteherbírás számítás - eredmények közbelső értékei

Cölöpátmérő	$d_{eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöpátmérő a talpnál	$d_{s,eq} = 0,60 \text{ m}$
Cölöp terület a talpnál	$A_b = 0,28 \text{ m}^2$
Cölöptalp teherb. csökkentő tényezője	$\alpha_p = 0,80$
Cölöp alak hatását figy. vevő tényező	$s = 1,00$
Szélesített cölöptalp hatását figy. vevő tény.	$\beta = 1,00$

Függőleges teherbírás számítás - eredmények

A számítás lefutott az összes mérésre.

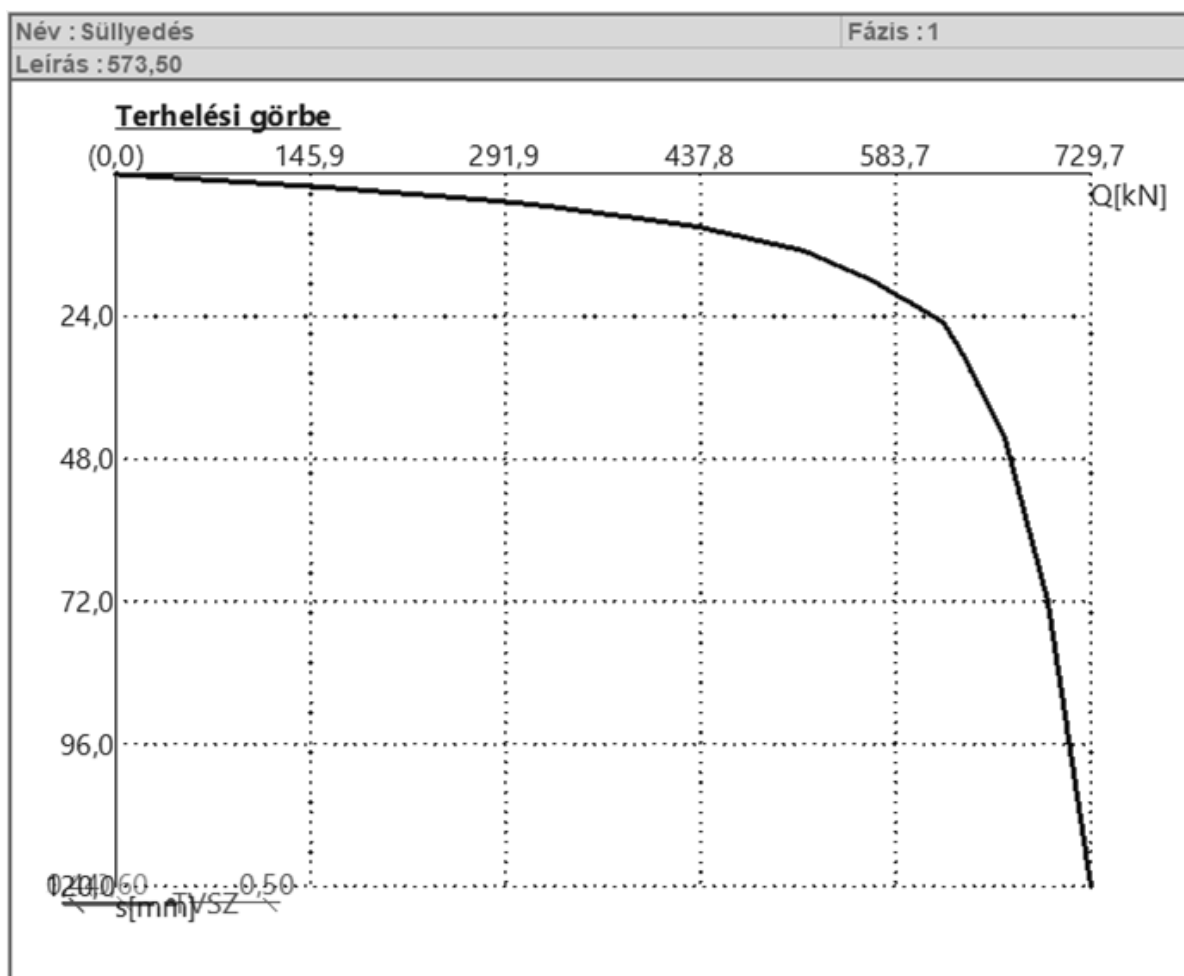
Nyomott cölöp minimális ellenállása	$R_{c,min} = 802,64 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_4 = 1,20$
Nyomott cölöp átlagos teherbírása	$R_{c,mean} = 858,19 \text{ kN}$
Tényező	$\xi_3 = 1,31$
Cölöp teherbírásának karakterisztikus értéke	$R_c = 595,55 \text{ kN}$

Cölöp teherbírásának tervezési értéke	$R_{cd} = 2977,74 \text{ kN}$
---------------------------------------	-------------------------------

Teher tervezési értéke	$F_{s,d} = 2867,50 \text{ kN}$
------------------------	--------------------------------

$R_{cd} = 2977,74 \text{ kN} > F_{s,d} = 2867,50 \text{ kN}$

Cölöp ellenőrzése teherbírásra MEGFELELŐ



5. CÖLÖP VASALÁSA

Beton: C25/30

$f_{ck}=$	25	N/mm ²	$E_{cm}=$	31	kN/mm ²
$f_{cd}=$	16,7	N/mm ²	$E_{c,eff}=$	9,3	kN/mm ²
$f_{ctd}=$	1,2	N/mm ²			
$f_{ctm}=$	2,6	N/mm ²			

Betonacél: B500

$f_{yk}=$	500	N/mm ²
$f_{yd}=$	435	N/mm ²

Cölöp átmérő

D=	600	mm
	60	cm
	0,6	m

alaprajzi eltérés a munkaszinten	$e_{max}=$	10	mm
cölöp ferdeség (függőleges cölöp)	$i_{max}=$	0,02	m/m

Betonfedés meghatározása

Kiindulási adatok:

Talajvizsgálati jelentés alapján a cölöpök kitéti osztálya:	XC2
Alkalmazott betonminőség:	C25/30
Alkalmazni kívánt hosszbetét átmérő:	Ø 20
Alkalmazni kívánt kengyel átmérő:	Ø 10

minimális betontakarás:

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min} = \max(16\text{mm}; 25\text{mm}; 10\text{mm}) = 25 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 50 \text{ mm}$$

Az MSZ EN 1536:2001 előírja továbbá a cölöpök esetén alkalmazandó minimális névleges betontakarást,

ha a cölöpátmérő ≤ 60 cm, akkor 50 mm a betontakarás.

$$C_{\text{nom,alk}} = \max(C_{\text{nom}}; C_{\text{nom,jav}}) = \max(60\text{mm}; 75\text{mm}) = 75 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_c &= 0,28274 \text{ m}^2 & A_c < 0,5 \text{ m}^2 \\ A_{s,\text{dp,min}} &= 0,00141 \text{ m}^2 \\ A_{s,\text{min}} &= 1414 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$s_{\text{cl,t max}} = 15 * \phi = 300 \text{ mm}$$

$$d = 0,96 - d_{\text{nom}} = 576 \text{ mm}$$

A cölöpökben alkalmazandó hosszanti irányú minimális vasalás meghatározása:

$$\begin{aligned} \text{A cölöp kengyel belső átmérője } (\phi_{\text{kengyel}} = 10\text{mm}) = \\ D_{\text{kengyel}} = D - 2 * c = 600\text{mm} - 2 * 75\text{mm} = 450 \text{ mm} \end{aligned}$$

A cölöp kengyel belső kerülete:

$$K_{\text{kengyel}} = D_{\text{kengyel}} * \pi = 1413,7167$$

Szükséges hosszbetétek száma a kengyelezés belső kerülete mentén, ha $s_{\text{max}} = 200\text{mm}$, illetve $\phi = 20\text{mm}$:

$$n_{\text{kengyel,min}} = K_{\text{kengyel}} / (s_{\text{max}} + \phi) = 6,42598497 \rightarrow n_{\text{kengyel,min}} = 7 \text{ db}$$

$$A_{s,\text{alk}} = 21,99\text{cm}^2 > A_{s,\text{min}} = 14,14 \text{ cm}^2 \quad \textbf{MEGFELEL}$$

$$s_{\text{cl,t max}} = 15 * \phi = 300 \text{ mm}$$

C25/30-XC2-XA1-16-F3

$$f_{\text{cd}} = f_{\text{ck}} / \gamma_c = 2,5 / 1,65 = 1,52 \text{ kN/cm}^2$$

Az alkalmazandó betonacél minőség: B.500B.

$$f_{\text{yd}} = f_{\text{yk}} / \gamma_s = 50 / 1,15 = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatomban egy kiválasztott terület alapozási megoldásának tervezésével foglalkoztam, ahol az adott helyszín adottságai és feltételei alapján a cölöpalapozás bizonyult a legmegfelelőbb választásnak. A cölöpalapozás mellett döntöttem a magas vízállás, teherbíró talaj helyzete, valamint a kivitelezési költségek és időjárási viszonyokkal szembeni rugalmasság miatt.

A tervezés folyamat során az egyedi cölöpteherbírását meghatároztam két statikus képlettel a Ferrandon-, Caquot-Kerisel módszerrel, valamint EC 7 szerinti CPT alapú méretezés szerint is. A számításokat elvégeztem a GEO5 szoftvert segítségével is, amely lehetővé tette a pontosabb és rugalmasabb modellezést.

A végső tervezési eredmények alapján két fő típusú cölöphosszt választottam: 5,5 méteres és 8,0 méteres cölöpöket, majd ezekből különböző cölöpcsoportok kerültek kialakításra. A cölöp csoportokat megvizsgáltam teherbírásra és süllyedésre is. A cölöpcsoportosítás és a tehereloszlás elemzése lehetővé tette a cölöpalapozás hatékonyságának és stabilitásának biztosítását.

7. SUMMARY

In my thesis, I dealt with the design of the foundation solution for a selected area, where pile foundations proved to be the most suitable choice based on the conditions and conditions of the given location. I decided in favor of a pile foundation because of the high water level, load-bearing soil, as well as construction costs and flexibility against weather conditions.

During the design process, I determined the load capacity of the individual piles using two static formulas using the Ferrandon, Caquot-Kerisel method, as well as CPT-based sizing according to EC 7. I also performed the calculations using the GEO5 software, which enabled more accurate and flexible modeling.

Based on the final design results, I chose two main types of pile lengths: 5.5-meter and 8.0-meter piles, and different pile groups were created from these. I examined the pile groups for bearing capacity and subsidence. Analysis of pile grouping and load distribution made it possible to ensure the efficiency and stability of the pile foundation.

8. HIVATKOZÁSOK

Szakirodalom

Terraexpert Geotechnikai Szakértő és Tanácsadó Mérnökiroda Kft. [2017.05.] Tata, Interspar és Family Center Előkészítő geotechnikai szakvélemény

<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/a-kulonfele-alapozasi-modok-bemutatasa-a-sikalapozas-es-melyalapozas-eltero-alkalmazasi-korulmenyeinek-es-felteteleinek-ismertetese/alapozas>, letöltés: 2024-07-16, kereső: google.hu, kulcsszavak: alapozás

JEGYZET Alapozás [2009.március] Dr. Mecs József egyetemi tanár
https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf , letöltés: 2024-07-16, kereső: google.hu, kulcsszavak: alapozás

Alapozások
<http://arc.sze.hu/epszerkea/alapozas.htm>, letöltés: 2024-07-18, kereső: google.hu, kulcsszavak: gerendarács, lemezalapozás

<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/kut-es-szekrenyalapok-alkalmazasa-kialakitasa/kivitelezes-modjai>, letöltés: 2024-11-12, kereső: google.hu, kulcsszavak: szekrény és kútalapok

9. SZABVÁNYOK

MSZ EN 1990: Eurocode 0: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

MSZ EN 1991: Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások

MSZ EN 1992: Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése

MSZ EN 1997: Eurocode 7: Geotechnikai tervezés

MSZ 4798:2016 Beton

10. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Alapozás helyszíne

forrás: Google maps

2. ábra alapozási módok

forrás: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/a-kulonfele-alapozasi-modok-bemutatas-a-sikalapozas-es-melyalapozas-eltero-alkalmazasi-korulmenyeinek-es-felteteleinek-ismertetese/alapozas>

3. ábra Sávalapok téglából, terméskőből, úsztatott betonból, csömöszölt betonból.

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf

4. ábra Pilléralapok. Az acélbetétek lehetséges elrendezése és a pillérekhez való csatlakozási megoldásokkal

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf

5. ábra a) Sáv és pilléralap kombinációja, b) gerendarács alap

forrás: https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gyongyosi%20Tamas/seg%E9dletek/alapozas20098-05-08.pdf

6. ábra lemezalap

forrás: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/lemezalapozas-alkalmazasa-kialakitasa/lemezalap-jellemzoi>

7. ábra Előregyártott vert cölöpök kialakítása

8. ábra Kútalapozás

forrás: <http://arc.sze.hu/epszerkea/8.htm>

9. ábra Kútalap kialakítások

forrás: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/kut-es-szekrenyalapok-alkalmazasa-kialakitasa/kivitelezes-modjai>

10. ábra Résfal alapozás

forrás: <http://arc.sze.hu/epszerkea/24.htm>

11. ábra Szeizmikus zónatérkép

forrás: (Terraexpert,2017, p. 6)

12. ábra Feltáró fúrások

forrás: (Terraexpert,2017, p. 7)

13. ábra Rétegszelvény

14.ábra Észlelt talajvízszintek a vizsgált területen

forrás: (Terraexpert,2017, p. 9)

15. ábra Karsztvizek emelkedő nyomása

forrás: (Terraexpert,2017, p. 10)

11. TÁBLÁZATJEGYZÉK

1.táblázat Talajvízminta vízvizsgálati eredménye

forrás: (Terraexpert,2017, p. 9)

2.táblázat Terhelési adatok

MELLÉKLETEK

1.SZÁMÚ MELLÉKLET
FÚRÁSSZELVÉNYEK

