

SZENT ISTVÁN ROZMUNA VON. LAURIAN
ÉPÍTŐMESTER/1841-1842

HAZSOLGAT

Könyv-Értékelő

1841-1842

1842

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar

TÁRSASHÁZ CÖLÖPALAPOZÁSÁNAK
TERVEZÉSE

(szakdolgozat)

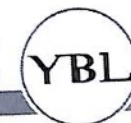


2019



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Szücs László PhD
egyetemi docens, mb. intézetigazgató



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
ÉPÍTŐMÉRNÖKI INTÉZET
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.: +36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2019



Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	Társasház cölöpalapozásának tervezése
Belső konzulens:	Firgi Tibor mestertanár
Külső konzulens:	Petik Csaba ügyvezető, Petik Mérnöki Szolgáltató Kft.

A szakdolgozat beadási határideje: 2019. január 4. (péntek) 12⁰⁰

Budapest, 2018. december 10.

Dr. Szücs László
mb. intézetigazgató

Tartalomjegyzék

1. PROJEKT BEMUTATÁSA	4
2. TALAJVIZSGÁLATI JELENTÉS.....	5
2.1 ADATGYŰJTÉS, KIINDULÁSI ADATOK	5
2.2 GEOTECHNIKAI ADOTTSÁGOK, INFORMÁCIÓK BEMUTATÁSA	5
3. ALAPOZÁSI MÓDOK FAJTÁINAK BEMUTATÁSA.....	10
3.1 SÍKALAPOZÁS.....	12
3.2 MÉLYALAPOZÁS.....	16
4. ALAPOZÁSI MÓD KIVÁLASZTÁSA	22
5. CÖLÖPALAPOZÁS TERVEZÉSE	23
5.1 ELŐZMÉNYEK, KIINDULÁSI ADATOK	23
5.2 EGYEDI CÖLÖP TEHERBÍRÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE	27
5.2.1 TALP-ÉS PALÁSTELLENÁLLÁS	27
5.2.2. NYOMOTT CÖLÖPÖK	31
5.3. TERVEZÉSHEZ HASZNÁLT PROGRAM KIVÁLASZTÁSA.....	32
5.4. SZÁMÍTÁS PONTOSÍTÁSA	33
5.5. CÖLÖPCSOPORT TEHERBÍRÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE	34
5.6. SÜLLYEDÉSSZÁMÍTÁS	35
5.7. CÖLÖPVASALÁS SZÁMÍTÁSA	38
6. KIVITELEZÉSI ELŐÍRÁSOK	41
7. MŰSZAKI LEÍRÁS	42
8. ÖSSZEFOGLALÁS	44
FORRÁSOK/FELHASZNÁLT IRODALOM	45
SZÁMÍTÁSI MELLÉKLET.....	46

RAJZI MELLÉKLET:

R-1 HELYSZÍNRAJZ

R-2 FÚRÁSI HELYSZÍNRAJZ

R-3 FÚRÁSSZELVÉNY

R-4 RÉTEGSZELVÉNY

R-5 CÖLÖPKIOSZTÁS

R-6 A-A METSZET (CÖLÖPÖK)

R-7 B-B METSZET (CÖLÖPÖK)

R-8 VASALÁSI TERV (CÖLÖPÖK)

R-9 CPTu diagram

1. PROJEKT BEMUTATÁSA

A választott diplomamunkám témája: egy egyszintes, mélygarázzsal rendelkező, többlakásos társasház alatti alapozás tervezése. Az építkezés 2018-ban már folyt, így a diplomamunkám egy meglévő terv újratervezése lett. A tervezett épület helyszíne Budapesten, azon belül is a XIII. kerületi Teve utcában, a 23. szám alatt található.

Már általános iskolás koromban eldöntöttem, hogy építőmérnök szeretnék lenni; így nem volt nehéz eldöntenem, hogy hová vezet az utam. Tanulmányaim során felkeltették az érdeklődésemet a geotechnikai tárgyak, és ennek köszönhetően a Geotechnikára szakosodtam. Különös érdeklődéssel követtem az alapozás, cölöpözés és talajvizsgálat témakörét. 2017 nyarán a kötelező nyári gyakorlatomat a Puskás Ferenc Stadion építésén töltöttem. A cég, amelynél voltam a stadion cölöpalapozásának kivitelezését végezte, CFA cölöpözési technológiával. Itt részt vehettem az adminisztrációs folyamatokban, beleláthattam az építkezés mögött álló tervdokumentációkba és részt vehettem, mint műszaki vezető, a kivitelezési folyamatokban. Ez ihletett arra, hogy szakdolgozatom témája is egy kisebb léptékű, de hasonlóan cölöpalapozással megvalósítható tervezés legyen.

Budapest – melynek lakónépessége meghaladja a 1,7 millió főt–beépíthető területei folyamatosan csökkenek. Ebből következik, hogy a ma és a jövő generációnak már csak a kevésbé jó, vagy a legrosszabb területekre kell építkezniük. Tanulmányaim során tanáraimtól megtanultam, hogy a belvárosban és környékén már csak kihívásokkal teli területek vannak. Ezeknél a telkeknél az altalaj felépítése vagy „az egymás mellé épülő épületek alapozásainak egymásra hatása” rengetek problémát okozhat.

A társasház, melyhez az alapozást terveztem egy többszintes épület, mely alatt mélygarázs található. Mai gyakorlatban ezt kötelezővé is teszik a jogszabályok. Előírás szabályozza, hogy minden lakáshoz kell biztosítani garázst, vagy parkolót. Emiatt ennél a tervnél mélygarázs került kialakításra, melynek kivitelezése bár drágább, mint a terepszint feletti parkolóhelyek kialakítása, de ugyanakkor hosszú távon kifizetődőbb. A földszinti helyiségek így lakásokként, vagy üzlethelyiségekként hasznosíthatók.

Diplomamunkám témáját az előzőek tudatában választottam ki. Végül ennek a Teve utcai ingatlannak az alapozási tervére esett a választásom, mivel várhatók voltak építési nehézségek, így:

- foghíjbeépítésből adódó problémák
- altalaj eredetű problémák.

2. TALAJVIZSGÁLATI JELENTÉS

2.1. ADATGYŰJTÉS, KIINDULÁSI ADATOK

A tervezést az adatok begyűjtésével kezdtem. Külső konzulensem biztosította az adatszolgáltatást, mivel ez már egy készülőben lévő épület volt. Ennek köszönhetően rendelkezéseimre álltak a talajadatok. Egy külsős cégre bízták a talajjellemzők begyűjtését, mely részét képezték a következők:

- 1 db kis átmérőjű talajmechanikai fúrás ~8,0-10,0 méteres tervezett talpmélységgel
- 1 db nehéz dinamikus verőszondázás ~16,0-18,0 méteres tervezett talpmélységgel
- Talaj és talajvízminták laboratóriumi vizsgálata

Valamint szintén a tulajdonomba kerültek a társasház kiviteli tervei; illetve az épület súlyából adódó terhelések értékei, melyeket az alapozásnak majd el kell viselnie és továbbítania kell az altalajra.

2.2. GEOTECHNIKAI ADOTTSÁGOK, INFORMÁCIÓK BEMUTATÁSA

Helyszín jellemzése

A 27681 hrsz. alatt lévő tervezési terület Budapest XIII. kerületében, a Teve utca 23. számú telkén található. A terület terepszintje 105,88-106,18 mBf között van.

A helyszínen lévő épületek lebontása után a telek nagy részét beépítik egy pince+földszint+4 és 6 szint elrendezésű többlakásos társasházzal. A tervezett épület a Teve utca 25. és 21. szám alatti telken található épületekhez zárt sorú beépítéssel csatlakozik. A vizsgált területre tervezett épület pince padlóvonal szintje 102,78 mBf. Információim szerint a Teve utca 25. szám alatti alápincézetlen épület cölöpalapokon áll, melyek alapozási síkja a kapott megvalósulási dokumentáció alapján 95,65 mBf szint. A Teve utca 21. szám alatt egy földszintes, alápincézetlen épület található.

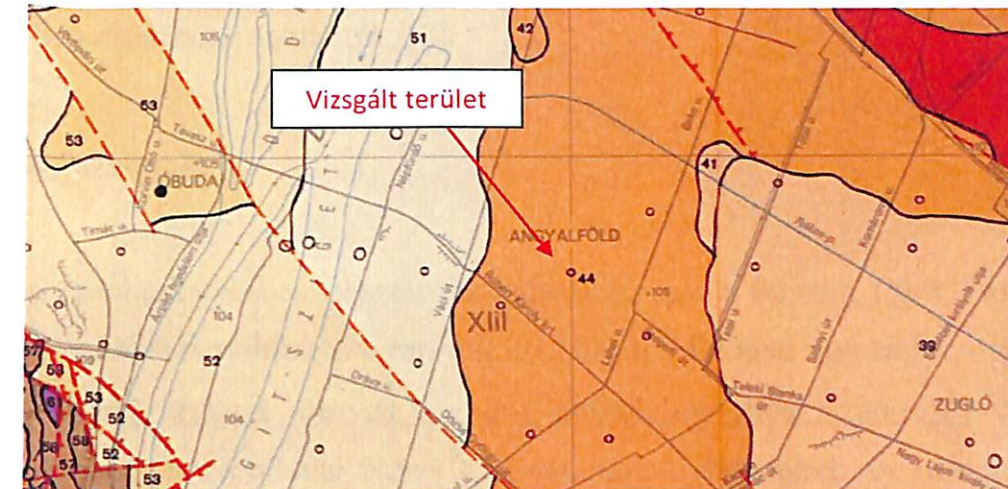
A tervezett létesítményt a tartószerkezet méretei, bonyolultsága, a talajadottságok, illetve a környezeti körülmények alapján a „2.” geotechnikai kategóriába, azaz GC-2-be sorolható. [1]

Körülmények	GC–1	GC–2	GC–3
A FELTÉTELEK RÉSZLETEZÉSE			
Kockázat	Kicsi, elhanyagolható	Közepes, átlagos	Nagy, kivételes
Építmény, tartószerkezet	Kis méretű, kis terhelésű, egyszerű, szokványos	Átlagos méretű, átlagos terhelésű, hagyományos	Nagy méretű, nagy terhelésű, bonyolult, szokatlan
Talaj viszonyok	Kedvező (nincs erősen kompresszibilis réteg), jól ismert	Átlagos, ismert vagy jól feltárható	Kedvezőtlen, bonyolult vagy nehezen feltárható
Talajvíz viszonyok	Nincs vagy kis mértékű vízszint változás, nincs vagy elhanyagolható vízborítás	Átlagos mértékű vízszint változás, átlagos vízborítás	Nagy mértékű vízszint változás, bonyolult vízáramlási viszonyok, nagy mértékű vízborítás vagy víznyomás kialakulása
Földrengés veszély	Nincs vagy elhanyagolható	Közepes, az ECB használható (Magyarország területe ilyen)	Nagy
Környezeti kölcsönhatás	Jelentéktelen, elhanyagolható, nincs veszély helyzet	Szokásos, átlagos, még elfogadható, a veszélyeztetettség mértéke alacsony vagy vizsgálendő	Jelentős, a veszélyeztetettség külön intézkedést igényel (pl. állékonysági problémák)
Földtani közeg környezetvédelmi sérülékenysége	Alacsony (nem sérülékeny vagy nem veszélyeztetett)	Közepes (átlagosan sérülékeny kis mértékben veszélyeztetett)	Nagy (kiemelten sérülékeny vagy nagy mértékben veszélyeztetett, környezetvédelmi feladatok)
Talajvizsgálat (feltárás és labor)	Egyszerű, minősítő jellegű (feltáró gödör és azonosító laborvizsgálat)	Rutinszerű (fúrás, szonda és rutin laborvizsgálat)	Részletes, speciális (részletes feltárás, fúrás, szonda, helyszíni mérés és speciális laborvizsgálat)
Kivitelezés	Egyszerű szerkezet, rutinszerű módszer, esetleg egyszerű víztelenítés	Szokásos szerkezet, szokásos módszer, egyszerű víztelenítés	Speciális szerkezet, speciális módszer, bonyolult víztelenítés
Felügyelet	Szemrevételezés	Egyszerű, rutin ellenőrző mérés	Szakértői vizsgálat, műszeres megfigyelés, speciális mérés
Szükséges tervezői szakértelem	Tervezők általában (pl. geotechnikus vagy statikus tervező, közmű- vagy mélyépítő tervező)	Gyakorított szaktervező (geotechnikus tervező vagy szakértő, statikus vagy mélyépítő vezető tervező)	Specialista (geotechnikus vezető tervező vagy vezető szakértő)
Tervezés menete	Egyszerű (meglévő vagy tapasztalati adatok alapján)	Átlagos (egyszerű vizsgálatok, rutin számítások EC7 szerint)	Részletes (bonyolult vizsgálatok, speciális számítások, elemzések)
Speciális mélyépítési technológia	Nem szükséges	Alternatívaként szóba jöhet	Szükséges (esetleg újszerű módszerek is)
Minimálisan szükséges geotechnikai dokumentáció	Talajvizsgálati jelentés	Tervezési beszámoló vagy bedolgozott geotechnikai tervrészlet	Geotechnikai terv

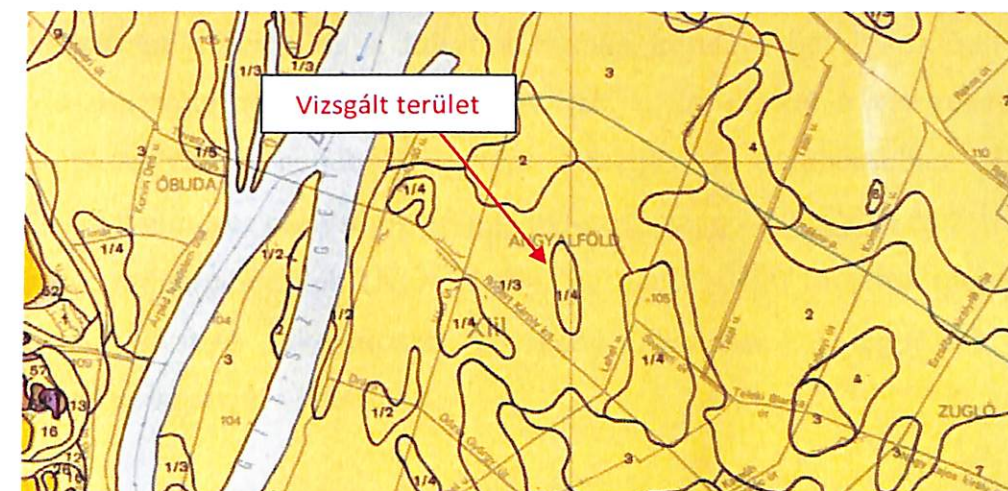
1. táblázat: Geotechnikai kategóriába sorolás feltételei. [1]

Geológiai viszonyok

Magyarország földtani térképe és a geológiai szakirodalom alapján a terület alapkőzetét középsőmiocén korú, Bádeni foraminiferás agyagmárga és kőzetlisztes agyag alkotja. Erre újholocén korú antropogén feltöltés és kőzetlisztes agyag rakódott le.



1. ábra: Fedetlen geológiai térképrészlet



2. ábra: Fedett geológiai térképrészlet

Talajfeltárási részletek:

A vizsgált terület talaj és talajvíz viszonyainak megismerésére 1 db, 10,0 m mélységű kis átmérőjű fúrást és 1 db, 18,0 m mélységű nehéz dinamikus verőszondázást készítettek. A vizsgálati pontok magasságát szintezéssel, Balti rendszerben határozták meg, a vizsgált telek előtti csatornafedelelet használva alappontként. A helyszíni munkákat 2016.11.23-án végezték, míg a talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok 2016.11.25. és 2016.11.26. között készültek a Farkas Geotechnikai Szakértői és Laboratóriumi Kft. (1221 Budapest, Honfoglalás út 114.) laboratóriumában.

A helyszíni feltárásoknál használt eszközök:

- Kis átmérőjű ($\Phi 80-50-40$ mm) fűrógép, típusa: Borro - Stihl 08 (Svéd gyártmány)
- DPH Nehéz dinamikus verőszonda, típusa: Nordmeyer Geotool LMSR-SPT-V (Német gyártmány). A nehéz dinamikus verőszondázást a szabványos 50 kg súlyú, 50 cm magasságról ejtett verőkossal végezték. Az ütésszámokat a 20 cm-es behatoláshoz rögzítették. [2]

Talajviszonyok:

Jelen munka keretében végzett vizsgálatok alapján a felszínt 1,0-2,2 méter vastag laza épülettörmelékes homokos iszap feltöltés borítja. Ez alatt egy nagyon laza, durván 6,0 méter vastag erősen szerves, iszapos homok/homokos iszap-réteg húzódik. A mélyített dinamikus szondával $N_{20} < 10$ ütésszámokat rögzítettek. A réteg alsó részén vékony kövér agyaglencsét harántoltak, mely kevésbé szerves. Figyelembe véve, hogy a szerves rétegekben a jelen és a korábbi munka keretein belül készített dinamikus szondával is alacsony ütésszámokat rögzítettek, ezért ezeket a rétegeket a későbbi tervezés megkönnyítése céljából egyként kezeljük a továbbiakban. 7-8 méteres mélységtől ~10,0 méteres mélységig néhol kavicsos, iszapos homokot észleltek, melyben az ütésszámok megemelkedtek ($N_{20} = 14-53$). Ez alatt, ~10,0 méteres mélység alatt az agyagtalajokra jellemző fokozatosan emelkedő ütésszámokat jegyeztek fel, melyet szintén dinamikus szondával mértek.

Talajvízviszonyok:

A 2016. november 23-án mélyített fúrásokat végeztek. A talajvíz nyugalmi szintjét 5,7 méter mélységben észlelték, ami 100,23 mBf szintnek felel meg. A hivatkozott korábbi, közelben készített talajvizsgálat során a talajvízszint nyugalmi szintjét a terepszint alatt 4,8-5,4 méteres mélységben észlelték, ami 100,13-100,23 mBf szintnek felel meg.

A területen a becsült maximális talajvízszintet a jelen és korábbi vizsgálati eredmények, valamint Budapest Építéshidrológiai Atlasza alapján a 102,70 mBf, míg a mértékadó talajvízszintet a 103,20 mBf szinten adtam meg.

A terület közelében korábban vett talajvíz mintákon végzett vegyvizsgálati eredmények alapján a talajvíz beton műtárgyakra enyhén agresszív, XA1 agresszivitási osztályba sorolható.

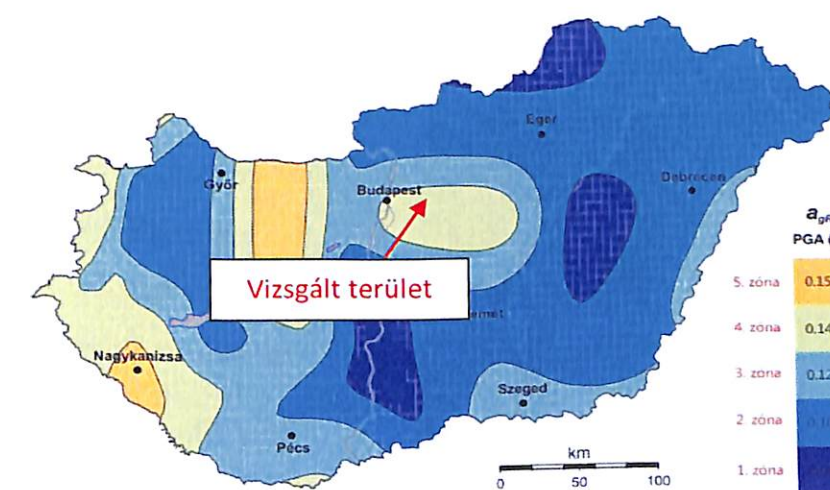
Ezért az MSZ 4798-1:2004 szerint a talajvízzel érintkező betonszerkezetek védelme szükséges.

SO_4^{2-}	Cl^-	pH
286 mg/l	36 mg/l	7,2

2. táblázat: A talajvíz laboratóriumi vizsgálatának eredménye [2]

Szeizmikus viszonyok:

Földrengés tekintetében a vizsgált területen, a szabvány szerint, a figyelembe veendő csúcsgyorsulás értéke $a_{gR} = 0,14g = 0,14 \times 9,81 = 1,37 \text{ m/s}^2$, míg az általaj C osztályba sorolható.



3. ábra: Magyarország szeizmikus zónatérképe [2]

Az a_{gR} a horizontális gyorsulás relatív értéke az A típusú alapkőzeten, g egységben, az adott területen, 50 évre, 10% meghaladási valószínűség és 1/475 év gyakoriság – 475 éves „visszatérési periódus” – mellett.

Magyarországon nem tilos ezen érték 70%-ával számolni, ami 10% helyett 30% meghaladási valószínűséget jelent. Az a_{gR} értéket még meg kell szorozni a vizsgálandó objektum γ_I fontossági tényezőjével is.

3. ALAPOZÁSI MÓDOK FAJTÁINAK BEMUTATÁSA

Az alapozások osztályozásának egyik legelterjedtebb formája azon alapszik, hogy az alapot valamilyen felszínközeli, vagy esetleg mélyebben fekvő talajrétegre építjük. Az első esetben sicalapról, míg a másodiknál mélyalapról beszélünk.

A sicalapozás olyan alapozási fajta, melynél az építményről érkező terhek a térszint közelében lévő altalajra adódik át. Az alapozás az építmény állékonysági biztonsága, valamint rendeltetése által megkívánt szintnél nem kerül mélyebbre, és közvetlenül saját érintkező (alsó támaszkodó) felületével adja át a terhelést az altalajnak.

Ezzel ellentétben azon alapozási módot, amikor az alapra állított építmény tömegét különböző teherközvetítő szerkezetekkel egy mélyebben fekvő, teherbírásnak jobban megfelelő talajrétegnek adjuk át, mélyalapnak nevezzük. Ezek az alaptestek a terheket az alsó támaszkodó és az oldalsó támaszkodó felületükön veszik fel és továbbítják az altalajra. A sicalapozásnál nagyobb technikai felkészültséget igénylő, rendszerint költségesebb alapozási mód. Akkor alkalmazzák, ha a sicalapozás műszaki szempontból nem felel meg, például felszínhez közelebbi talajrétegek nem megfelelő teherbírása miatt.

A két fő csoporton belül leggyakrabban a következő módok fordulnak elő:

Sicalapozáson belül:

- Sávalap
- Pontalap
- Gerenda, gerendarács-alap
- Lemezalap

Mélyalapozáson belül:

- Cölöpalapozás
- Részfal alapozás
- Kút- és szekrényalapozás

Az alapozási mód kiválasztása általában az adott terület geológiai, hidrológiai, talajmechanikai viszonyaitól, valamint az épület szerkezetétől függ. Mindemellett a döntés során tájékozódni kell a kivitelező vállalat rendelkezésére álló gépi eszközökről, hogy alkalmasak-e az adott munka elvégzésére, valamint megfelelő méretű-e a terület az adott géppark felvonultatására.

Az alapozási rendszer kiválasztásakor figyelembe vett szempontok:

- a. Talajrétegek szerkezetének és teherbírásának ismerete.
- b. A talaj rétegződését és minőségét nem elegendő az alapozási síknál vizsgálni, hanem ismernünk kell az alatta, mélyebben fekvő talajrétegek törési és összenyomódási mechanizmusát.
- c. A választást a várható süllyedések, illetve süllyedéskülönbségek káros hatásai (az építményre) is befolyásolják.
- d. Az alapozási rendszer és az alapozás mélységének megválasztásakor a melléépítés szabályait is figyelembe kell vennünk. Ennek megfelelően figyelniünk kell, hogy a létesítendő épület és annak közelében lévő esetleges szomszédos építmények alatt nem-e alakul ki feszültségváltozás, és ez nem okoz-e károkat a szerkezetekben. Továbbá vizsgálnunk kell, hogy az új létesítmény hatására nem lépnek-e fel talajvízszint változások.
- e. Az alapozási mód jellegét még nagymértékben befolyásolja a talajvíz és élővíz. Meg kell határozni, hogy az alapozási sík a talajvíz szintje felett, vagy alatt helyezkedik-e el.

A gazdaságosságot figyelembe véve a síkalapozás kerül előtérbe, így először mindig ennek a létesítésének a lehetőségét vizsgáljuk meg. Mélyalapozást a következő esetekben indokolt alkalmazni, ha:

- a teherbíró talaj mélyen fekszik
- magas talajvíz miatt költséges lenne a víztelenítés
- a síkalapot aláüregelés veszélye fenyegeti
- az építmény nagyon süllyedés érzékeny
- a síkalapozásnál – szervezési szempontok miatt – jobban gépesíthető alapozási módot kíván meg a terület.

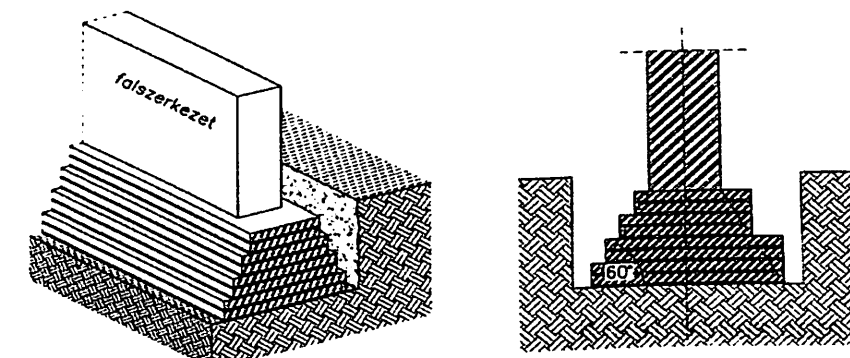
3.1. SÍKALAPOZÁS

Sávalapozás:

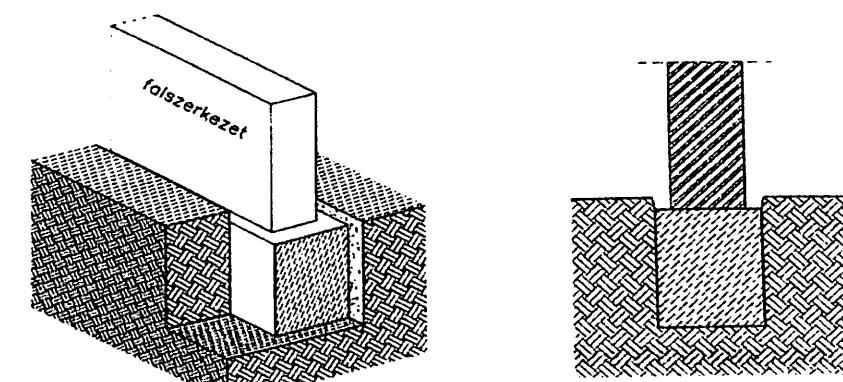
A sávalapok a falak alatt végigmenő, folytonos alátámasztást nyújtó hosszú alaptestek, melyeknek hosszúsága meghaladja szélességüknek három és félszeresét. A falnál szélesebb szerkezet, mely konzolosan túlnyúlik azon, mivel a falszerkezet anyagára megengedett feszültség általában nagyságrendileg nagyobb, mint a talaj határfeszültsége. Összességében egy megfordított konzolos tartó, melyet a talajfeszültség és a megoszló terhelés vesz igénybe hajlításra és nyírásra. Alsó felülete sík, vagy kivételes esetekben íves. Hagyományos tömör falas épületek leggyakrabban alkalmazott alapozási módja, melyet leginkább helyszínen készítenek. Általában szemcsés és kötött talaj esetén alkalmazzák.

Anyagukat tekintve készülhetnek:

- csömöszölt betonból (leggyakoribb)
- úsztatott köves betonból
- vasbetonból (ha nagy támaszkodó felületre van szükség viszonylag kis alapmagasság mellett)
- téglá, ill. terméskő (régebben alkalmazták) [4] [5]



4. ábra: Téglá sávalap [6]



5. ábra: Beton sávalap [7]

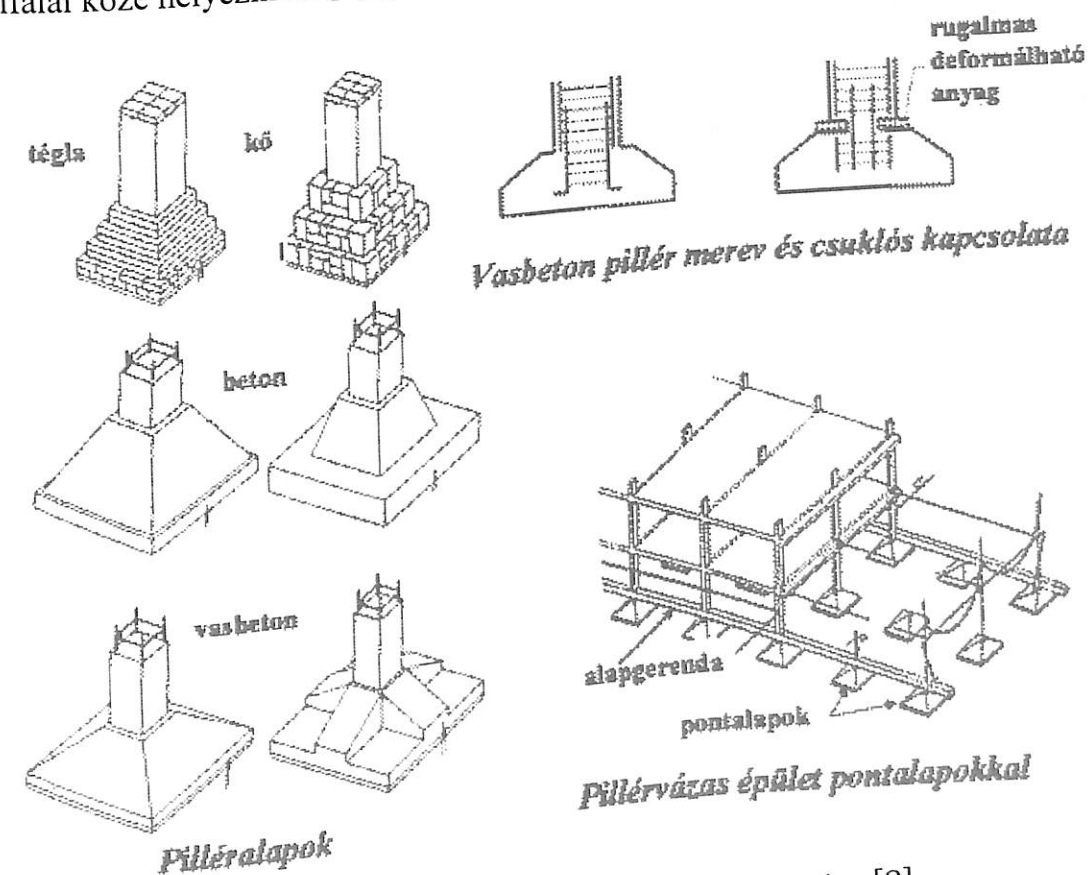
Pontalapozás:

Általában teherbíró szemcsés és kötött talaj esetén, vázas vagy félvázas épület vázoszlopairól, illetve vázpilléreiről kapott terhelések altalajra való továbbítására alkalmazzák a pontalapokat, vagy más néven tömbalapokat. Hosszúságuk rendszerint azonos a szélességükkel, de arányuk nem haladja meg az 1:2,5-öt. Ide sorolhatóak a zárt alaprajzú építmények egyetlen tömbként kialakított alaptestei (például víztornyoknál), valamint az úgynevezett szoliter alapok, melyeknél az épület oszlopokkal támaszkodik a sávalapra.

Anyagukat tekintve kivételes esetben használhatunk téglát, de a nagyobb igénybevételek miatt leggyakrabban betonból, illetve vasbetonból készülnek.

Alaprajzukat tekintve négyzet, téglalap, kör, vagy sokszög alakúak. Azonban utóbbi kettőt ritkábban alkalmazzák a nehezebb kivitelezési folyamatok miatt.

Az előregyártott vasbeton vázszerkezetek elterjedésével megjelentek a nem helyszínen készített, azaz előregyártott vasbeton pontalapok, más néven kehelyalapok. Ezeket előregyártott pillérek alapozásánál használják, ahol az acél oszlopokat az alaptömbbe bebetonozott csavarokkal horgonyozzák le, és a betonpilléreket a kehelyalap oldalfalai közé helyezik el. [3] [5]



6. ábra: Különböző pilléralapok bemutatása [8]

Gerenda, gerendarács alapozás:

Gerenda-, vagy más néven szalagalap az a sávalap, amely pillér- vagy oszlopsort folytonosan, összefüggő teherátadó elemként támaszt alá, azaz kombinálja az előzőekben megismert két alapozási fajtát. Sajátos változatai a toronyépítmények körbefutó falait megtámasztó körgyűrű alapok.

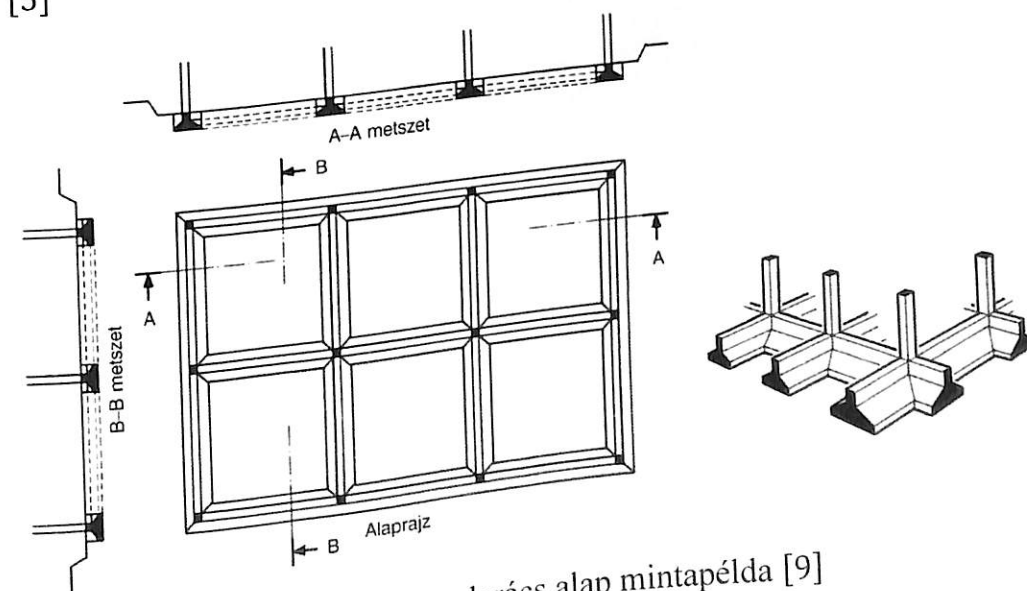
Az egymást metsző szalagalapokat együttesen gerendarács-alapnak nevezzük, melyeket a csomópontokban terhelnek a pillérek. Előnye, hogy az építmények térbeli merevségét biztosítani tudja az alapozás síkjában.

Abban az esetben, ha a terhelés és az altalajviszonyok eredményeképpen a pont- vagy sávalapok nagyon közel kerülnek egymáshoz, gazdaságosabb lehet a gerenda- vagy gerendarács alapozás. A gerenda alap az épületnek bizonyos mértékű hosszirányú merevséget ad, viszont olyan helyzetekben, mikor az altalaj kevésbé teherbíró vagy mindkét irányban nagy merevség szükséges, gerendarács tervezésének az alkalmazása a célszerű.

A gerenda és gerendarács alapok egyes keresztmetszeteiben jelentős hajlító és nyíró igénybevételek léphetnek fel, ezért kizárólag vasbetonból építhetők. Szelvényük négyszög, vagy fordított „T” alakú.

A gerenda és gerendarács alapozás alkalmazása agresszív talaj, talajvíz jelenléte, illetve víznyomás esetén kedvezőtlen, mert az épület alapozásának védelme csak az alaptesteket körülburkoló szigeteléssel érhető el. Mindez nagyon költséges és nehezen kivitelezhető. Ilyen esetekben a lemezalapozás alkalmazása lehet egy megoldás.

[3] [4] [5]



7. ábra: Gerendarács alap mintapélda [9]

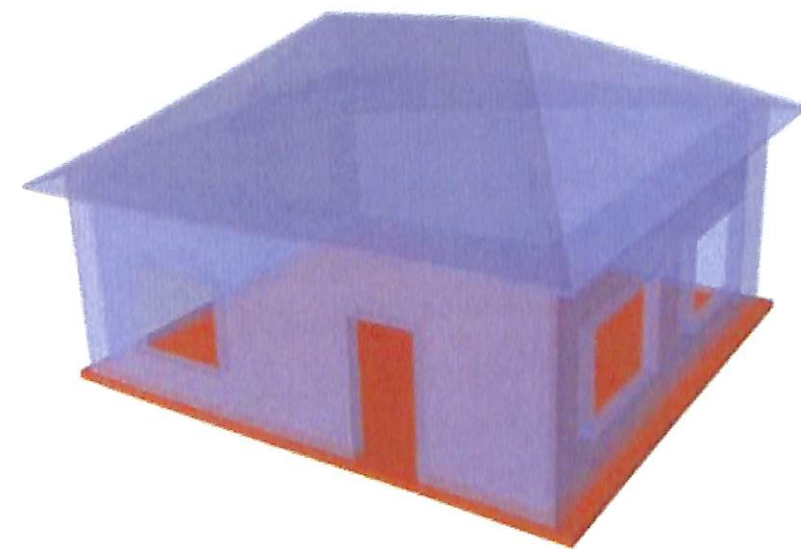
Lemezalapozás:

A lemezalapozás rendszerint az egész építmény alatt átmenő, összefüggő szerkezet, melyek pilléreket és falakat egyaránt alátámaszthatnak. Alkalmazásukra akkor kerülhet sor, ha az épület terhelése olyan nagy, hogy az altalaj állékonyságát biztosító alapfelület nagysága megközelíti az épület teljes alapterületének nagyságát.

Ezen alapoknak a készítése akkor gazdaságos, ha a talajvíz nyomás ellen egyébként is szigetelést megtámasztó szerkezetre lenne szükségünk.

Kiküszöböli az alapfelülethez viszonyítva kis teherbírású réteg kedvezőtlen hatását, mind a süllyedéskülönbségek (például a talaj változó minősége miatt), mind pedig a határfeszültségek szempontjából. További előnye, hogy a kivitelezésénél a földkitermelés jól gépesíthető.

Vízszigetelésük a talajvízzel támadott oldalon, a vasbetonlemez síkja alatt készülnek. A földmunka és a vízszigetelés elvégzésének ideje alatt, ha szükséges talajvízszint süllyesztést kell alkalmazni. [3] [4] [5]



8. ábra: Lemezalapozás [10]

3.2. MÉLYALAPOZÁS

Cölöpalapozás:

Cölöpalapozásnak nevezzük azt az alapozási formát, amikor az építmény terhét valamilyen teherelosztó szerkezettel (vasbeton fejgerenda, lemez) közvetítjük cölöpökre, amik továbbítják a terheket a mélyebben fekvő teherbíró altalajra.

Cölöpalapok általában több cölöpből, cölöpcsoportokból állnak.

Elterjedését segítette, hogy a síkalaphoz képest jobban gépesíthetők (főleg az utóbbi években történt fejlesztéseknek köszönhetően), élőmunka takarékosabb és időjárástól függetlenebb. Viszont hátrányaként megemlíthető, hogy általában valamivel költségesebb, bár ez sokban függ az adott körülményektől, mint például az altalaj adottságaitól és a talajvíz szintjétől.

A terhelés átadása az altalajnak a cölöptalpon és a cölöppaláston keresztül történik.

A cölöpök csoportosítása számos különböző módon lehetséges, attól függően milyen tulajdonságukat, jellegzetességüket vesszük figyelembe.

I. A terhelésátadás módja szerint:

- Álló cölöp: a rá jutó terhet, vagy annak túlnyomó részét a csúcán keresztül adja át a teherviselő rétegnek.
- Lebegő cölöp: a köpenyfelületével érintkező talajrétegnek adja át terhének túlnyomó részét.
- Vegyes cölöp: a csúcán és a köpenyfelületén egyaránt ad át erőket. Magyarországon főként ez a típus fordul elő.

II. Az igénybevétel módja szerint:

- Húzott és nyomott cölöpök: ezek a cölöpök húzó és nyomó igénybevételeket vesznek fel.
- Hajlított cölöpök: vízszintes terhek is felvevő cölöpök.

III. Anyaguk szerint:

- Fa cölöp: a cölöpözés legrégebbi anyaga, de ma már csak ideiglenesen használjuk
- Acél cölöp: „I” tartók és acélcsövek formájában használják, melyeket utólag kibetonozzák a nyomóerő felvevő tulajdonságuknak javítására.
- Beton cölöp: helyben készült cölöpök, melyeket felső részükön, ahol az összefogó rácslemezhez csatlakoznak, vasalják.
- Vasbeton cölöp: legelterjedtebb cölöpfajta. Alkalmaznak közöttük feszített beton cölöpöket is, melyek ellenállóbbak a hajlító igénybevételeknek.
- Illetve kombinált anyagú cölöpök: sokféle kombináció létezik, így például a fa és vasbeton cölöpök, vagy fa és acélcölöpök.

IV. Készítés módja szerint:

- Előre gyártott cölöpök: ide sorolható minden fa és acélcölöp, valamint előre lehet gyártani a vasbeton cölöpöket is. Veréssel, vibrálással, csavarással, sajtolással juttatják őket a talajba. Vert cölöp alkalmazása akkor előnyös, ha a felső rétegek lazák, a verési ellenállás kicsi és a közbenső rétegek tömörítése számottevően növeli a teherbírást.
- Helyben készített cölöpök: fúrással, veréssel, robbantással, vagy vibrálással lyukakat állítanak elő, és ezeket betonozzák ki. Akkor alkalmazzuk, ha változó a talajrétegződés, nagy terhelés miatt nagy átmérő vagy hossz szükséges, valamint ha a cölöpveréssel járó rázkódások nem megengedettek.

V. Készítés technológiája szerint:

- Talajhelyettesítéssel készülő cölöpök: készítéséhez a talajt kiemeljük és a keletkező üreget kitöltjük a cölöp anyagával. A környező talaj valamelyest lazulhat és teherbírás-csökkenés alakulhat ki, viszont nem terheljük a környezetet sem zajjal, sem rezgésekkel.

- Talajkiszorítással készülő cölöpök: kialakításakor a végleges cölöptestet vagy egy alul zárt csőszelvényt hajtunk le a talajba, s ezzel az altalajt tömörítjük, viszont a környezetet a zajok és a rezgések terhelik. [3] [11]



9. ábra: CFA cölöpözési technológia a Puskás Ferenc Stadion kivitelezésén [12]

Résfal alapozás:

A réselés olyan technológia, amely során a talajba mélyített, egymáshoz kapcsolódó táblákból készítünk folyamatos falakat, különálló pilléreket, vagy pillércsoportokat. Ezek rendeltetésének megfelelő anyaggal való kitöltésével összefüggő falakat, vagy különálló testeket hozunk létre, melyek:

- vízzáró, szivárgást gátló
- teherviselő, és- átadó
- végezetül mindezek együttes funkcióját ellátó szerkezetek.

Lehetnek ideiglenesen építettek, vagy végleges létesítmények, melyeket készíthetnek monolitikusan, vagy előre gyártva.

Az előzőekben leírtaknak megfelelően a résfalazásnak, mint technológiának többféle alkalmazási területe lehet, így használhatjuk:

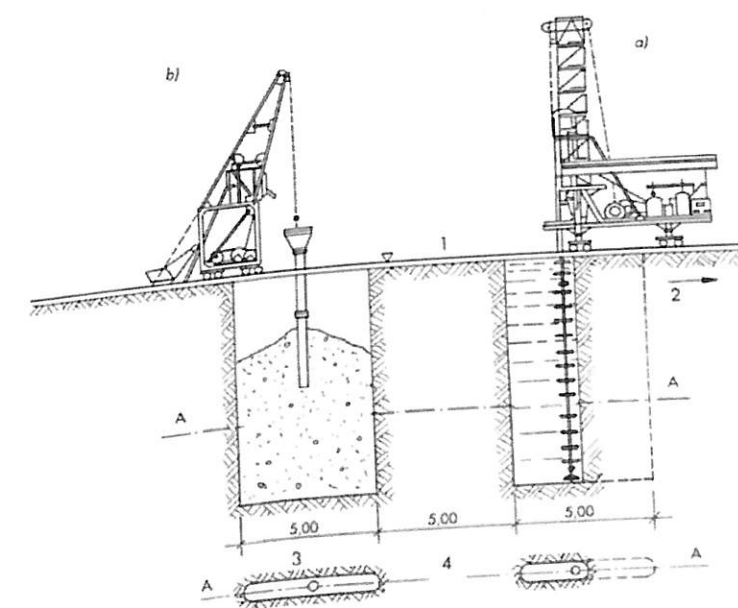
- szivárgási út meghosszabbítására, valamint talajvíz áramlásának megakadályozására,
- munkagödrök vízzáró körülzárására, pinceterek kiképzésére, aknák létesítésére, városi mélyépítésnél szükséges terek kialakítására,
- támfalak, partfalak, valamint aluljárók oldalfalainak építésére,
- épületek alapozására.

A résfalakat a térszintről építik úgy, hogy a megépítendő fal, vagy pillér helyén a dúcolatot helyettesítő résiszap védelme alatt függőleges oldalfalú rést készítenek, majd alulról fölfelé haladó betonozó csővel a résiszap egyidejű kiszorításával megépítik a beton, vagy vasbeton szerkezetet. A talajból kiemelt rés felső szegélyén úgynevezett résvezető vasbeton gerendákat alkalmaznak. Ezek a szegélygerendák megóvják a földpart részelését a beomlástól, illetve "folyókaszegélyként" biztosítják a kiszorított bentonitos zagy elfolyásának veszélyét.

Résfal alapozást készítenek akkor, ha kis alapterületű, nagy magasságú és terhelésű építményt alapoznak, valamint mély munkagödrök kialakításánál a térszint alatti helyiségek érdekében, és szintén jól alkalmazható foghíjbeépítésnél, ha fontos a zaj és rezgésvédelem.

Mindezek ellenére nem érdemes alkalmazni 4-6 m mélységben alapozási megoldásként, mert kivitelezése gazdaságtalan.

A résfal szokásos vastagsága 30-100 cm között változik. Mélysége általában 12-40 m közötti. [3] [5] [13]



a) réselőberendezés, b) betonozóberendezés,
1 a munka síkja, 2 a réselés haladása, 3 betonozás, 4 kihagyott szakasz

10. ábra: Réselési technológia részfolyamatai [14]

Kút- és szekrényalapozást:

A kút- és szekrényalapokat süllyesztett alapoknak is szokás nevezni. A kút és szekrény szerkezetet a felszínen készítik el, majd süllyeszti a tervezett mélységre. A két alapozásfajta lényegében azonos, igazából csak elrendezésükben, alaprajzi kialakításukban, nagyságukban térnek el egymástól. A kút alap, mint zömök „álló cölöp” több helyen támasztja alá az építményt, míg a szekrény alap alakja egyezik az építményével. Összességében a fő eltérést a méretbeli különbségek jelentik (szekrény alap keresztmetszete nagyobb).

A szekrény alap lehet alul és felül nyitott munkakamrás, vagy alul zárt (úsztatott). A munkakamrás szekrényeket légnyomós módszerrel süllyeszti le.

Ezen alapozási módok lehetővé teszik, hogy az építkezési folyamatok jelentős része a felszínen történjen, ezáltal kedvezőbb körülményeket biztosítva a hagyományos alapozási munkálatoknál.

Kút és nyitott szekrény alapot akkor alkalmazunk hazai viszonylatban,

- ha a teherbíró talajréteg 4-8 m mélyen található, és a süllyesztés akadálymentesen kivitelezhető.
- ha az altalaj nagymértékben vízáteresztő és durva szemcseszerkezetű, amelyben a vízzárás nehezen kivitelezhető.
- ha meglévő részek védelmét és megtartását is biztosítani kell (például városi mélyépítésnél).
- ha az alsó talajréteg olyan kemény, hogy a cölöpalapozás nehezen kivitelezhető.

Míg légnyomós szekrény alapozást alkalmazhatunk,

- ha laza folyós iszappal és homoktalajjal találkozunk.
- ha ártézi nyomás van az altalajban.
- ha meglévő épület közelében építkezünk, és olyan laza talaj van, ahol a légnyomás vízkiszorító hatásán kívül a megtámasztást is elő kell segítenünk.

A kút- és szekrény alapok felmenő szerkezethez való kapcsolását teherhordó lemezzel vagy gerendarács közbeiktatásával tudjuk biztosítani.

Anyagukat tekintve készülhetnek fából és téglából (ezeket ma már nem használjuk), acélból, monolit betonból, vasbetonból, valamint előregyártott beton vagy vasbeton

elemekből. Az acél szerkezetű süllyesztett szekrényeket, illetve kutakat főként tengeröblöknél, pilléreknél és világító tornyok alapozásánál alkalmazzák. Azonban leggyakrabban a betonból és vasbetonból készült alapokat használják.

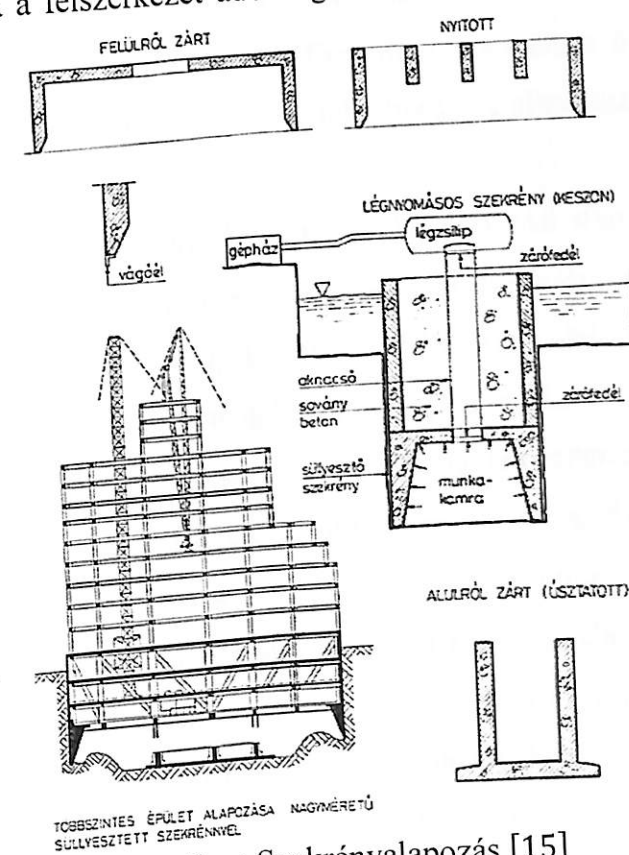
A kút- és szekrényalapokat alaprajzi szempontból 3 csoportra oszthatjuk:

- kör vagy szabályos sokszögalaprajz
- négyszög alaprajz
- kombinált alaprajz

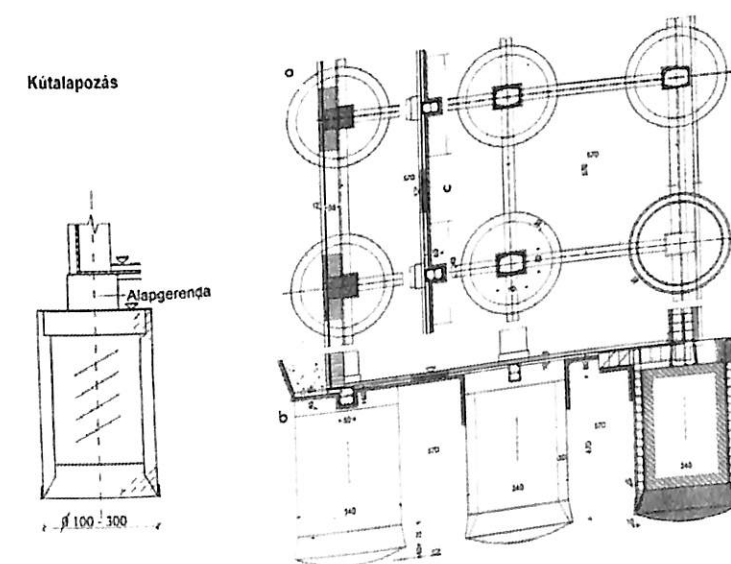
A kör alaprajz a legkedvezőbb, ha a felszerkezet adottságai megengedik, mivel ebben az esetben legkisebb a falfelület és legnagyobb az alapterület, melynek közvetítésével a kút a ráható terhetek a talajnak átadja.

A négyszög alaprajz esetén arra kell törekedni, hogy az oldalak aránya 1:1 és 1:3 között legyen.

Kombinált alaprajzra akkor van szükségünk, ha az építmény alaprajzi kialakítása azt megköveteli, vagy meglévő építményhez, műtárgyhoz kell csatlakoztatni.



11. ábra: Szekrényalapozás [15]



12. ábra: Kútalapozás
felülnézete és metszete
[16]

4. ALAPOZÁSI MÓD KIVÁLASZTÁSA

Alapozási módként mindenképpen a mélyalapozási fajták közül kellett választanom. Mivel a talajvizsgálati jelentésből látszik, hogy a felső talajrétegek rossz tulajdonságúak (szerves talaj) és a legfelső réteg a Budapestre jellemző feltöltés, így a síkalapozás alkalmazását kizárhattam.

Látva az építmény jellegét cölöpalapozás használata lenne az ajánlott. Az egyszintes mélygarázs alsó szintjén gyenge, teherhordásra alkalmatlan, rossz minőségű talajrétegek találhatók. Az előzőeknek tudatában az alapozás alsó síkját mindenféleképpen valahogyan mélyebben kellene elhelyezni. Erre nyújt megoldást a cölöpalap, ahol a cölöpök segítségével el tudjuk érni a mélyebb teherhordásra alkalmas rétegeket, esetünkben az agyagtalajt.

Az épület alapozása markolt kútalappal is kivitelezhető lenne. Az alapozási síkot 98,00 mBf szinten, a kavicsos iszapos homokrétegben javasolnám felvenni. Figyelembe véve, hogy az alapozási sík talajvízszint alatti, a kútalap kiemelését bélésű védélme mellett szükséges elvégezni. Ennek következtében ez a megoldás költségesebb lehet.

Az alapozás készülhetne egy mélyített lemezalappal is. A talajvizsgálati jelentés kiértékeléséből is látszik, hogy már 8 m mélységben van egy igen jó teherbíró réteg. Ezt úgy lehetne kivitelezni, hogy többszintes mélygarázst terveznénk, ami gazdaságilag is előnyös lenne a több eladható parkolóhely által. Ez esetben a lemezalapozás felvehető lenne 98,00 mBf szint környezetében, a kavicsos iszapos homokrétegben. Azonban ezt a lehetőséget a megrendelő elvetette, és az eredeti tervekhez kellett igazítani az alapozást.

Cölöpözési technológiánál a vert cölöpöket egyből kizárhattam, mivel egy belvárosi területen történne az építkezés, ahol a zajszennyezés igen káros lehet a környező épületekben élők mindennapjára, valamint a dinamikus hatása is jelentős a kivitelezés során. A fúrással készülő cölöpök közül végül a CFA cölöpre esett a választás. Itt folytonos földmegtámasztás mellett készül a cölöp és nem kell a furat esetleges beomlása miatt aggódnunk, valamint ez a cölöpözési technológia jelenleg a legelterjedtebb és leggyorsabb a Magyarországon fellelhetőek közül. Azonban megfelelő szakértelmet igényel, mert ha a gépkezelő hamar kezdi el kiemelni a fúrószárat a talajból akár vákuumot hozhat létre (üreg keletkezik a beton helyén) és ezáltal elveszheti a cölöp a csúcsellenállásának akár a felét is.

Összegzésül az épülethez cölöpalapozás készül, melynek kivitelezése majd CFA cölöpöző géppel történik.

5. CÖLÖPALAPOZÁS TERVEZÉSE

5.1 ELŐZMÉNYEK, KIINDULÁSI ADATOK

Szerkezet bemutatása:

A tervezett téglalap alakú vasbeton szerkezetű épület fesztávolsága 16,9 x 41,4 m. Az épületben található két lift, melyeknél a cölöpök felső síkját mélyebbre kell helyezni.

A garázs padlójának rétegrendje (kiviteli tervnek megfelelően):

- 1 rtg. műgyanta padlóburkolat
- 7 cm aljzatbeton
- 5 cm EPS hab hőszigetelés
- 1 rtg. polipropilén filc elválasztó réteg
- 30 cm monolit vasbeton leterhelő lemez (statikailag méretezett ellenszerkezet)
- 1 rtg. Kraiburg Kraitec Top gumi lemez szigetelés védelem (10 mm vtg.)
- 2rtg. Villas üvegszövet hordozórétegű SBS modifikált bitumenes lemez talajvíznyomás elleni vízszigetelés lángolvasztással
- 1 rtg. Pormex kellősítő alapozás
- 12 cm ajzatbeton (C12) a széleken 15 cm vastagságban, hálós vasalással
- 20 cm tömörített homokos kavics terítés

A vasbeton lemez kiszélesítésébe fognak bekötni a cölöpök (fővasaik a lehorgonyzási hosszuk megfelelően túlnyúlnak a cölöp felső síkján). Ezzel biztosítjuk az épület és az alapozás együttdolgozását, valamint a különálló cölöpök együttműködését (mintha fejtömböket készítenénk). Az alaplemez felső síkja 103,43 mBf magasságon van, míg a kiszélesítéseknél az alsó síkja 102,73 mBf magasságon található.

A cölöpök felső síkja is 102,73 mBf. A cölöpök változó hosszban és átmérőben fognak készülni a gazdaságosság érdekében. A cölöpök közötti megengedett minimális tengelytávolság 2,5-3D közötti érték (D az cölöpátmérő). A pillérek alá 2-4 cölöpből álló cölöpcsoportok kerülnek, melyeket úgy kell elhelyezni, hogy a terhek központosan ériék őket.

A mélyalapozások ellenőrzését az MSZ EN 1997-1 előírása szerint a 2. tervezési módszer DA-2 változata szerint kell elvégezni, vagyis a parciális tényezőket a hatáshoz és az ellenálláshoz kell rendelni. A számítógépes programmal meghatározott igénybevételek már parciális tényezővel ($\gamma_G=1,35$; $\gamma_Q=1,5$) növelt értékek. Az ellenállásokhoz rendelt parciális tényezőket a számításoknál közlöm.

Kiindulási adatok:

Jelen alapozási terv kidolgozásához rendelkezésemre áll a beépítésre szánt terület talajadottságait részletesen ismertető talajvizsgálati jelentés. A következő táblázatban összefoglalva megtalálhatóak a talajvizsgálat során kinyert talajjellemzők, melyeket a számításhoz felhasználtam.

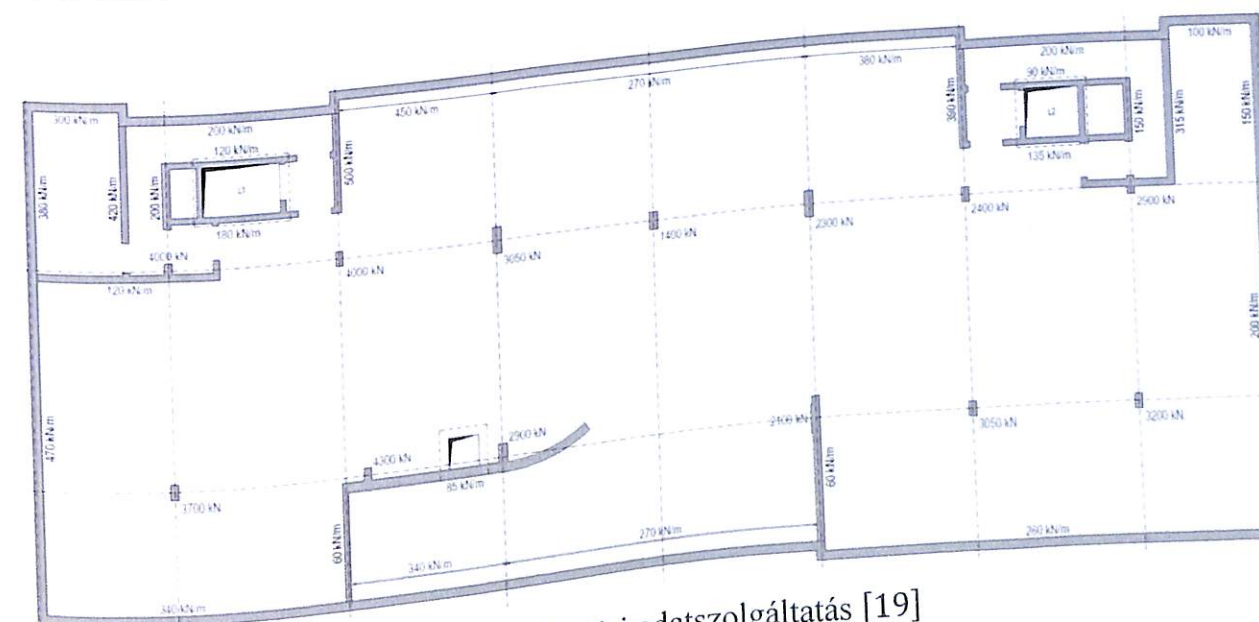
Épülettörmelékes homokos iszap feltöltés (grsasiMg)		
0,0 – 2,2 m		
laza		
		$\rho_n^*=1,8-1,9 \text{ t/m}^3$
nedves térfogatsűrűség		$w_0=5-8 \%$
víztartalom	kavics	Gr=0 %
	homok	Sa=29-32 %
	iszap	Si=62-65 %
	agyag	Cl=5-7 %
szemcsefrakció szerinti összetétel		$C_U=4-7$
egyenlőtlenségi mutató		$\varphi^*=23-25^\circ$
belső súrlódási szög		$c^*=10-15 \text{ kPa}$
kohézió		$E_s^*=3-7 \text{ MN/m}^2$
összenyomódási modulus		
Iszapos homok/homokos iszap/kövér agyag (siSa/saSi/Or/Cl)		
2,2 – 8,1 m		
nagyon laza, erősen szerves		
		$\rho_n=1,5-1,7 \text{ t/m}^3$
nedves térfogatsűrűség		$w_0=42-106^{**} \%$
víztartalom	kavics	Gr=0 %
	homok	Sa=65-93 %
	iszap	Si=7-31 %
	agyag	Cl=0-4 %
szemcsefrakció szerinti összetétel		$C_U=2-18$
egyenlőtlenségi mutató		$w_L=70-78 \%$
folyási határ		$w_p=26-30 \%$
sodrasi határ		$I_p=45-47 \%$
plasztikus index		$I_c=0,7-0,9$
konzisztencia index		$I_{zz}=14-46 \%$
szervesanyag-tartalom		$\varphi=20-28^\circ$
belső súrlódási szög		$c=5-80 \text{ kPa}$
kohézió		$E_s=2-4 \text{ MN/m}^2$
összenyomódási modulus		

Iszapos homok (siSa)		
8,1 – 10,0 m		
néhol kavicsos		
nedves térfogatsűrűség		$\rho_n^*=1,8-2,0 \text{ t/m}^3$
víztartalom		$w_0=11-15 \%$
szemcsefrakció szerinti összetétel	kavics	$Gr=21-26 \%$
	homok	$Sa=44-48 \%$
	iszap	$Si=25-29 \%$
	agyag	$Cl=1-5 \%$
egyenlőtlenségi mutató		$C_u=132-137$
belső súrlódási szög		$\varphi^*=27-29^\circ$
kohézió		$c^*=10-15 \text{ kPa}$
összenyomódási modulus		$E_s^*=10-12 \text{ MN/m}^2$

3. táblázat: Talajjellemzők a laborvizsgálatok alapján [2]

A talajvizsgálati jelentéshez készített fúrásokon kívül még készült 2 darab CPTu statikus szondázás, melyeket szintén felhasználtam a cölöpteherbírás számításához, és ezek adják számításom fő alapját. Az egyik CPT vizsgálat 23,81 m mélységig történt, míg a másik 25,25 m-ig. Ezeknek a jegyzőkönyvét mellékelve csatolom a számításomhoz.

Megkaptam még az épület statikai számítását, melyből kiszámítható, hogy az egyes cölöpökre mekkora terhelés adódik át. A falak mentén megoszló teherként, míg a pilléreknél koncentrált erőként lettek megadva a lejutó terhek. A következő ábra mutatja be az előzőekben leírt adatszolgáltatást:



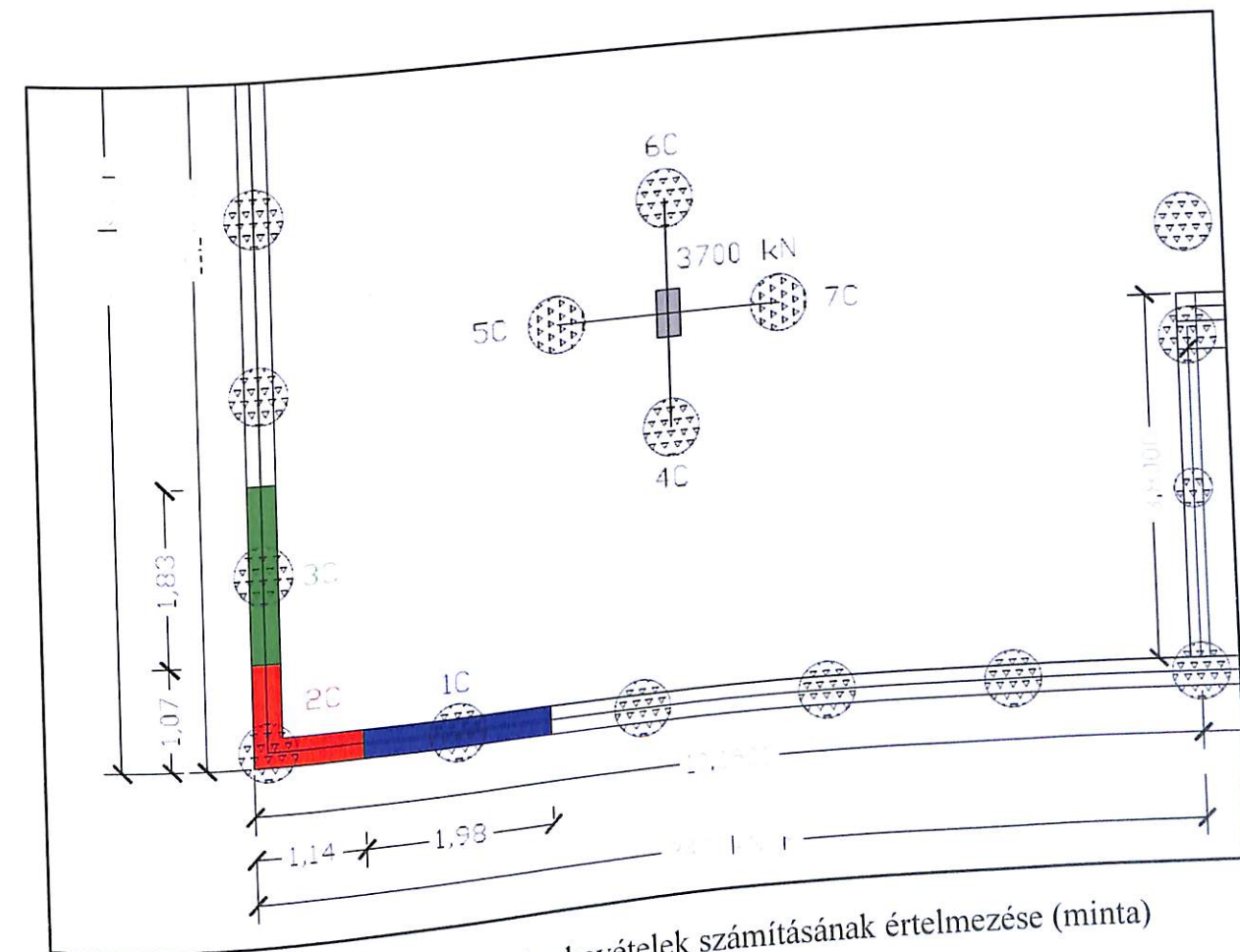
13. ábra: Terhelési adatszolgáltatás [19]

Az egyes cölöpökre jutó függőleges erők meghatározását a cölöpök elhelyezése után egyesével, kézi úton végeztem, a Mechanika I. tárgy kereteiben megtanult ismereteim felhasználásával. A cölöp-igénybevételek számításának részletezését a következő táblázat mutatja be (a teljes egységből kiragadva).

Cölöpigénybevételek számítása:

Cölöp neve	Mértékadó függőleges erő	Terhelési sáv hossza (m)	Cölöpre jutó koncentrált erő (kN)
1C	340 kN/m	1,98	673,2
2C	340 és 470 kN/m	1,14+1,07	890,5
3C	470 kN/m	1,83	861,3
4C	3700 kN	koncentráltan	925
5C			925
6C			925
7C			925

4. táblázat: Cölöpigénybevételek adott cölöpöknél (minta)



14. táblázat: Cölöpigénybevételek számításának értelmezése (minta)

5.2 EGYEDI CÖLÖP TEHERBÍRÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE

5.2.1 TALP-ÉS PALÁSTELLENÁLLÁS

Az egyedi cölöpök teherbírásának tervezési értékét az MSZ EN 1997-1 előírásait követve határoztam meg. A számításokat részletesen a számítási melléklet tartalmazza.

A cölöpök nyomási ellenállásának meghatározása a geotechnika egyik tipikus feladata. Rengeteg szakirodalmat találhatunk különböző megoldásokkal, mégis a szakma vitatja az összes eljárás pontosságát. A legbiztonságosabb megoldás, ha próbaterhelést végzünk a területen és az ebből származó értékekkel végezzük a cölöpök tervezését. Ez a megoldás igen költséges, így leginkább csak nagyobb beruházásoknál szokták alkalmazni, ahol kifejezetten nagy igénybevételek keletkeznek. Az adott épület nem tartozik az előzőekben leírt csoportba, ennek megfelelően más módszer kellett keresnem az alapozás megtervezéséhez.

A dr. Szepesházi Róbert által készített doktori disszertáció alapján választottam ki, melyik módszerrel kaphatom a legpontosabb számítást (Cölöpalapok méretezése az Eurocode 7 követelményei szerint). Számításait több próbaterhelési adatra hivatkozva bizonyítja, és ez alapján ad ajánlásokat az Eurocode 7-ben használt módszerek parciális tényezőinek pontosítására. Egyre elterjedtebb a CPT adatokat figyelembe vevő tervezések, melyeknél a csúcstellességek (q_c) adják a számítások magját.

Szemcsés talajok esetén:

A talp- és palástellenállások meghatározásához az Eurocode 7-2-ben ajánlott, holland módszert alkalmaztam. Ezen számításokat Excel program segítségével végeztem el bonyolultságuk miatt. Dr. Szepesházi Róbert által tett javaslatokat is felhasználtam, melyeket a technológiai szorzók, parciális tényezők, maximális csúcstellességi értékek felvételekor vettem figyelembe. Így a talpellenállás:

$$q_b = \lambda_b * \alpha_b * \frac{1}{2} * \left(\frac{q_{clm} + q_{cllm}}{2} + q_{cllm} \right)$$

Ahol:

q_b : fajlagos talpellenállás (kN/m^2)

λ_b : redukciós tényező (értéke 0,6)

α_b : technológiai szorzó (CFA esetén értéke 0,7)

q_{clm} : cölöpcsúcs alatti 0,7D-4D közötti mélységtartomány (melyet úgy kell felvenni, hogy a legkisebb q_b értéket kapjuk) átlagos szondaellenállása (kN/m^2)

q_{cllm} : cölöpcsúcs alatti 0,7D-4D közötti mélységtartomány legkisebb q_c értékeinek súlyozott átlaga, melynél a q_c értékeket úgy kell felvenni, hogy az alsó mélységtartománytól felfele haladva az előző q_c értéktől mindig csak kisebbet lehet figyelembe venni (kN/m^2)

q_{cllm} : cölöpcsúcs feletti 8D mélység legkisebb q_c értékeinek súlyozott átlaga, melyeket úgy kell felvenni, mint a q_{cllm} esetén leírtam (maximum 2,0 MPa) (kN/m^2) [19]

A palástellenállás számított értékére kötelező betartani a 15 MPa-os felső korlátot!

Cölöptípus		Talp- ellenállási szorzó	Palást- ellenállási szorzó	Palástellen- állás maximuma
		α_b	α_{sg}	q_{smax} [kPa]
Talaj- kiszorí- tásos	vert (vibrált), előregyártott vasbeton elem	1,00	0,90	150
	vert (vibrált), zártvégű bennmaradó acélcső	1,00	0,75	120
	zárt véggel lehajtott és visszahúzott cső helvén betonozott	1,00	1,10	160
	csavart, helyben betonozott	0,80	0,75	160
		0,70	0,55	120
Talaj- helyette- sítéses	CFA-cölöp	0,50	0,55	100
	fűrt, támasztófolyadék védelmében fűrt, béléscső védelmében	0,50	0,45	80

5. táblázat: Biztonsági szorzók adott technológiákhoz [19]

A fajlagos palástellenállás a $q_s = \alpha_{sg} * \sqrt{q_c}$ egyenlettel számolható, ahol:

q_s : fajlagos palástellenállás (kN/m^2)

q_c : CPT szondával mért csúcseellenállás (kN/m^2)

α_{sg} : technológiai szorzó (CFA esetén értéke 0,55) [17]

Kötött talajok esetén:

A talpellenállás értékét, ha a cölöptalp kötött talajban található a $q_b = \mu_b * \alpha_b * q_c$ összefüggésből számoltam, ahol:

q_b : fajlagos talpellenállás (kN/m^2)

μ_b : ellenállási szorzó (alsó táblázatból a CFA-cölöp típushoz tartozó értéket használtam a számításokhoz)

α_b : technológiai szorzó (CFA esetén értéke 0,55)

q_c : CPT szondával mért csúcscellenállások értékeinek megszűrt átlaga, melynél csak a cölöptalp feletti 1,5D és cölöpcsúcs alatti 3D talajzónát vesszük figyelembe (kN/m^2) [17] [18]

Cölöptípus		Talp- ellenállási szorzó	Palást- ellenállási szorzó	Palástellen- -állás maximuma
		μ_b	μ_s	q_{smax} [kPa]
Talaj- kiszori- tásos	vert (vibrált), előregyártott vasbeton elem	1,00	1,05	85
	vert (vibrált), zártvégű bennmaradó acélcső	1,00	0,80	70
	zárt véggel lehajtott és visszahúzott cső helvén betonozott	1,00	1,10	90
	csavart, helyben betonozott	0,90	1,25	100
		0,90	1,00	80
Talaj- helyette- sítéses	CFA-cölöp	0,80	1,00	80
	fűrt, támasztófolyadék védelmében	0,80	1,00	80
	fűrt, béléscső védelmében			

6. táblázat: Biztonsági szorzók adott technológiákhoz [18]

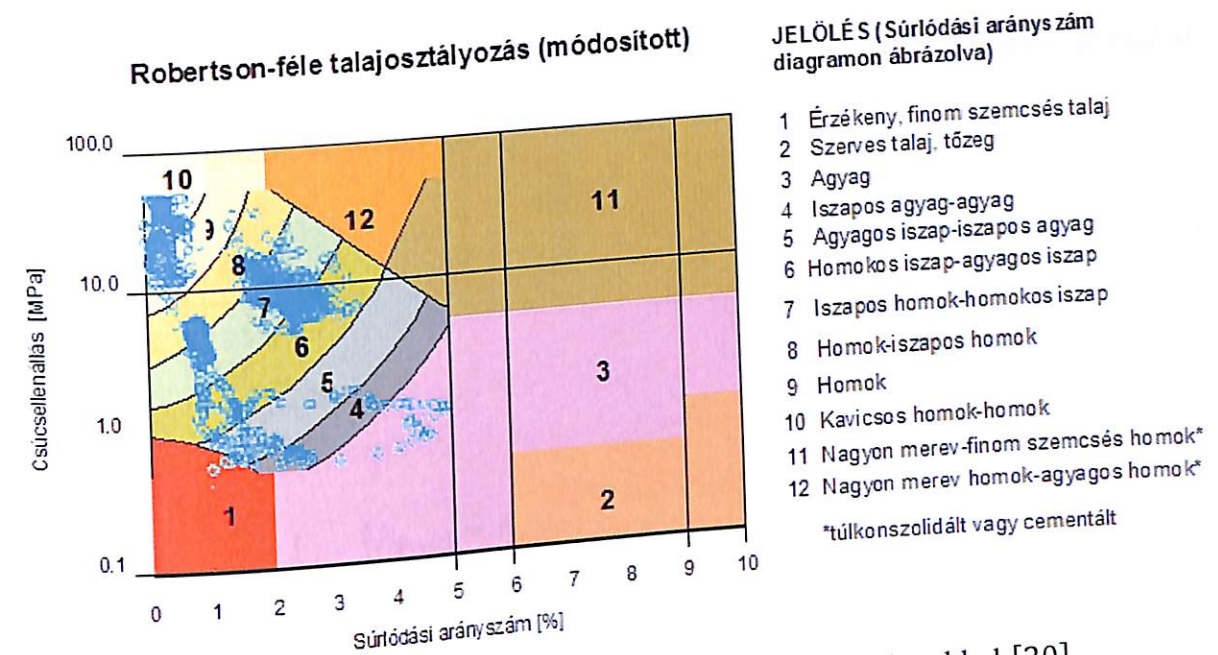
A fajlagos palástellenállást kötött talajoknál a $q_s = \mu_s * 1,2 * \sqrt{q_c}$ képlettel számoltam, ahol:

q_s : fajlagos talpellenállás (kN/m^2)

μ_s : ellenállási szorzó (alsó táblázatból a CFA-cölöp típushoz tartozó értéket használtam a számításokhoz)

q_c : CPT szondával mért csúcscellenállások értékei (kN/m^2) [17] [18]

Az előzőekben leírt számításokat annak megfelelően használok, ahogyan a talajrétegek váltakoznak (kötött vagy szemcsés). A talajok osztályozását a CPT eredmények alapján végeztem, a Robertson-féle talajosztályozási elvet felhasználva. A Robertson-féle osztályozás a mért csúcsellenállásokból és a sűrűlási arányszámból sorolja különböző kategóriákba a talajrétegeket. A talajok megnevezését az Excel táblázatomból végzi, mely alapján a további számítások történnek.



15. ábra: Robertson-féle talajosztályozás CPT eredményekkel [20]

Az egyedi cölöpök teherbírásának tervezési értékét az MSZ EN 1997-1 előírásait követve az alábbi képlettel határozhatjuk meg, mely egybevonja az előzőekben kifejtett számításokat.

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

$R_{c,cal}$: cölöp nyomási ellenállásának számított értéke (kN)

$R_{s,cal}$: palástellenállás számított értéke (kN)

k : palást kerülete (m)

h_i : palást egyes rétegekre eső hossza (m)

$q_{s,cal,i}$: fajlagos palástellenállás rétegenként számított értéke (kN/m²)

$R_{b,cal}$: talpellenállás számított értéke (kN)

A_b : cölöptalp keresztmetszeti felülete (m²)

$q_{b,cal}$: fajlagos talpellenállás számított értéke (kN/m²) [17]

5.2.2. NYOMOTT CÖLÖPÖK

A cölöpök nyomási ellenállásának tervezési értékét az MSZ EN 1997-1 7.6.2.3. fejezet előírásai szerint kell meghatározni a talajvizsgálati eredményeket felhasználva.

A karakterisztikus értékeket több CPT eredményéből kiindulva, kalkulációval kell számítani. Esetemben 2 darab CPT szondázás adata áll a rendelkezésemre, mely meghatározza a számításomat. A számítást további szondázásokkal lehetne pontosítani, azonban ezek túl költségesnek bizonyultak a kivitelezés mértékéhez. A számítást ezáltal a következő képlettel végeztem:

$$R_{c;k} = \min \left\{ \frac{(R_{c;m})_{mean}}{\xi_{mean}}, \frac{(R_{c;m})_{min}}{\xi_{min}} \right\}$$

$$(R_{c;m})_{mean} = \min \left\{ (R_{b;cal} + R_{s;cal})_{mean}, (R_{b;cal})_{mean} + (R_{s;cal})_{mean} \right\}$$

$$(R_{c;m})_{min} = (R_{b;cal} + R_{s;cal})_{min}$$

A „mean” kifejezés az előző számításokban középértéket jelent, míg a többi megnevezést az előzőekben már részleteztem. [17]

a ξ korrelációs tényező a cölöppenállás karakterisztikus értékének meghatározásához			
az ellenállás meghatározásának módszere	a próbaterhelések ill. a talajszelvények száma	az átlagra vonatkozóan	a minimumra vonatkozóan
	n	ξ_{mean}	ξ_{min}
statikus próbaterhelés 1, 4	1	1,40	1,40
	2	1,30	1,20
	3	1,20	1,05
	4	1,10	1,00
	5	1,00	1,00
	≥ 5	1,40	1,40
talajvizsgálat 2, 3, 4, 5	1	1,35	1,27
	2	1,33	1,23
	3	1,31	1,20
	4	1,29	1,15
	5	1,27	1,12
	7	1,25	1,08
	10		

7. táblázat: Korrelációs tényezők meghatározása próbaterhelés száma alapján [21]

Ezek után számítható a végleges, méretezéshez felhasznált egyedi cölöp nyomási ellenállásának tervezési értéke:

$$R_{c,d} = \left(\min \left\{ \frac{\frac{R_{c,k}}{\gamma_t}}{\frac{R_{b,k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_s}} \right\} \right) / \gamma_{R,d}$$

$$R_{b,k} = \frac{(R_{b,cal})_{mean}}{\xi_{mean}}$$

$$R_{s,k} = \frac{(R_{s,cal})_{mean}}{\xi_{mean}}$$

Ahol: γ_t : teljes ellenálláshoz tartozó parciális tényező
 γ_b : talpellenálláshoz tartozó parciális tényező
 γ_s : palástellenálláshoz tartozó parciális tényező
 $\gamma_{R,d}$: modelltényező [17]

Végezetül teljesülnie kell a következő feltételnek, ahol az egyedi nyomási ellenállás tervezési értékének nagyobbnak kell lennie, mint az egyedi cölöp mértékadó terhelése.

$$R_{c,d} > E_d$$

Az egyenlet teljesülése esetén elmondható, hogy az alapozás teherbírási határállapot szempontjából megfelelő. [17]

5.3. TERVEZÉSHEZ HASZNÁLT PROGRAM KIVÁLASZTÁSA

Az előzőekben leírt módszert használja a GEO5 nevű program, valamint a saját magam által készített Excel programban írt számítás is. A két fajta felületen végzett tervezés eredményül, biztonsági határon belül, hasonló értékeket adott. Végezetül mégis a magam által létrehozott Excel-es számítást használtam a tervezésben, mert a GEO5 program némiképp bizonytalanságot mutatott, mégpedig a következőkben:

- Nem számol bizonyos biztonsági tényezőkkel, melyeket bár be lehet állítani, de nem veszi bele a végső számításba.
- Szükség van az „emberi tényezőre”. Ez azt jelenti, hogy az átlagolásnál figyelni kell a kiugró csúcscellenállásokra, és megfelelően szűrni kell a 0,7D-4D között figyelembe vett rétegvastagságot.

Excel-es számításomat további úton is ellenőrizni tudtam, mégpedig a külső konzulensem által adott, ugyanazon számítási módszert felhasználó, szintén Excel programban történő tervezéssel. Az itt kapott eredmények teljesen azonosak voltak az enyémmel, minimális (elhanyagolható) különbségekkel, így ez is igazolta a magam által tervezett kiértékelés helyességét.

Az Excel-táblázat létrehozása igen nagy nehézségekkel járt, főleg a bonyolult „HA” függvények létrehozása során, melyeknél sokszor több függvény van egy komplex függvényen belül. Azonban sikeres megalkotása után most már lehetőség van más CPT eredmények bevitelére, akár csak a GEO5 programban. Használata igen egyszerű, mivel csak a cölöp hosszának és átmérőjének változtatásával egyből kiértékelést kapunk az egyedi cölöp nyomási ellenállására.

Ezen számításaimat és a GEO5-el történő tervezésemet a számítási melléklet tartalmazza.

5.4. SZÁMÍTÁS PONTOSÍTÁSA

Számításunkat tovább pontosíthatjuk, ha felvettük a cölöpkiosztást és meghatároztuk az egyes cölöpök teherbírását.

Axis programban a cölöpök helyén pontszerű megtámasztásokat vehetünk fel, azonban ezt csak a megfelelő cölöphosszak felvétele után tehetjük meg. A támaszoknál rugóállandókat adunk meg az előzőekben megadott terhelések és cölöp elmozdulások hányadosából számítva. Tervezésemnél erre nem volt lehetőség, mivel az adatszolgáltatást csak pdf formátumban kaptam meg. Ennek következtében ettől a számítási résztől eltekintettem.

Pontosabb tervezés esetén a rugóállandók beállítása után újabb Axis számítást végzünk, amelynek eredményeit figyelembe véve újra leellenőrizzük, hogy az előzőekben meghatározott cölöpparaméterek megfelelőek-e. [17]

5.5. CÖLÖPCSOPORT TEHERBÍRÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE

A cölöpcsoportra jutó teljes terheléssel szembeni biztonság kimutatására a cölöptalp szintjén fellépő terhelést ellenőrizzük. A számításakor a cölöpcsoportot síkalapként kezeljük.

A cölöpök által közrefogott területből kiindulva, a palástfelület mentén 5°-os szétterjedéssel figyelembe vett felület fogja képezni a számítás alapját. A vizsgálat során azt ellenőrizzük, hogy a talajtörési ellenállás tervezési értéke nagyobb a cölöp igénybevételekhez képest. A számításban a törőképletet használtam fel kiindulási alapként.

$$R_k = A' * (c' * N_c * b_c * s_c * i_c + q' * N_q * b_q * s_q * i_q + 0,5 * \gamma' * N_\gamma * b_\gamma * s_\gamma * i_\gamma * B')$$

$$N_c = (N_q - 1) * ctg\varphi'$$

$$N_q = e^{\pi * tg\varphi} * tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q - 1) * tg\varphi'$$

Ahol: c' : kohézió

B' : az alap kisebbik mérete (m)

L' : az alap hosszabbik mérete (m)

γ' : alap alatti talaj térfogatsúlya (kN/m³)

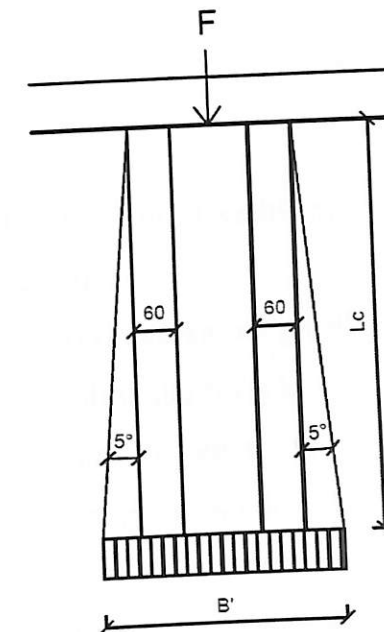
q' : takarási nyomás az alapsík szintjén (kN/m²)

N_c ; N_q ; N_γ : teherbírási tényezők

b_c ; b_q ; b_γ : az alapfelület hajlását figyelembe vevő csökkentő tényezők

s_c ; s_q ; s_γ : alak tényezők

i_c ; i_q ; i_γ : erők ferdeségét figyelembe vevő csökkentő tényezők



16. ábra: Talp alatti felület számításának magyarázó ábrája [22]

Az ellenőrzést az MSZ EN 1997-1 előírásai szerint a 2. tervezési módszer DA-2 változata szerint kell elvégezni, azaz a parciális tényezőket a hatáshoz és az ellenhatáshoz kell rendelni. Mivel a cölöpcsoport megfelelőségét sicalapként vizsgálom, így a talajtöréssel szemben megkövetelt parciális tényező: $\gamma_R = 1,4$. [17]

Az alapozás, mély sicalapként vizsgálva, a vártan megfelelően nagy teherbírási tartalékkal megfelelt. Ezen megállapítást a számítási melléklet igazolja.

5.6. SÜLLYEDÉSSZÁMÍTÁS

A cölöpök függőleges elmozdulásának vizsgálatára az MSZ EN 1997-1 szabvány: Általános elvek, valamint Nyomott cölöpök című fejezeteit vettem alapul.

A használhatósági határállapotokhoz tartozó függőleges elmozdulásokat meg kell becsülni és vizsgálni kell, hogy határértéken belül vannak-e a süllyedéskülönbségek.

A számításakor nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy bizonytalanságok lehetnek a számítási modellben és az ide tartozó talajjellemzők meghatározásában. Sajnos ma még nem áll olyan technológia a rendelkezésünkre, mellyel a talajadottságok meghatározása ne ébresztene kétségeket. Ezért ezeket a számításokat joggal nevezhetjük becsléseknek. Mindamellettt ezzel a vizsgálati módszerrel némi bizonyosságot adhatunk számításunk helyességére.

Az előzőekben említett bizonytalanságok miatt kézi számítás alapján 2 fajta módszerrel is vizsgáltam a cölöpcsoportok süllyedését, mivel itt keletkezhetnek a felszerkezet szempontjából káros süllyedések. Ezen számításokat egészítettem ki GEO5 programmal végzett süllyedésvizsgálattal, mind a cölöpcsoportokra, mind az egyedi cölöpökre nézve.

A szerkezet használhatósági határállapotának ellenőrzése egyenlő a várható alakváltozások meghatározásával. Ennek megfelelően igazolni kell, hogy a szerkezet támaszsüllyedése és süllyedéskülönbsége olyan mértékű, mely a szerkezetet nem károsítja használhatósági és esztétikai szempontokból. Az MSZ EN 1997-1 H mellékletének ajánlása szerint $s_{max}=50$ mm-t adtam meg süllyedési korlátként.

Cölöpcsoport süllyedésének számítása EA-Pfähle szakirodalma alapján:

Az eljárás négyzetes cölöpcsoportokra lett kidolgozva, de közel-négyzetes kialakítás esetén is alkalmazható. Ezt a feltevést kihasználva a módszert a 2 cölöpből álló csoportoknál is használhatjuk.

A várható süllyedések megközelítőleg a következő képletből számítható:

$$s_G = s_E * G_s$$

Ahol: s_G : a cölöpcsoport várható süllyedése
 s_E : egyedi cölöp mobilizálódásához tartozó elmozdulás (hasonló talajkörnyezetben végzett próbaterhelés eredményéből)
 G_s : csoporttényező

$$G_s = S_1 * S_2 * S_3$$

Ahol: S_1 : befolyásoló tényező, a cölöpök tengelytávolsága és a cölöphossz – teherbíró talajban – függvényétől (nomogram-ról leolvasva)
 S_2 : befolyásoló tényező, cölöpök darabszáma alapján (nomogram-ról leolvasva)
 S_3 : befolyásoló tényező cölöptípustól függően úgy, hogy G_s nagyobb legyen, mint 1

Az előző számítások alapján a cölöpök megfeleltek süllyedésvizsgálatra, mert rendre 2 cm alatt voltak a süllyedések, valamint az egyes csoportok süllyedéskülönbsége sem haladta meg a $\Delta s_{max} = 1 \text{ cm}$ mértékét. [17]

A várható süllyedések Jáky módszer alapján:

A Jáky-féle süllyedésszámítást dr. Szepesházi Róbert jegyzetei alapján készítettem. A cölöpcsoport süllyedésének számításához a cölöptalp alatti 2D mélységben felvett mértékadó terhet, mint egyenletesen megoszló terhet vettem figyelembe. A számítás a következőképpen alakult:

$$s = \left(\frac{p}{E_s} \right) * B' * F$$

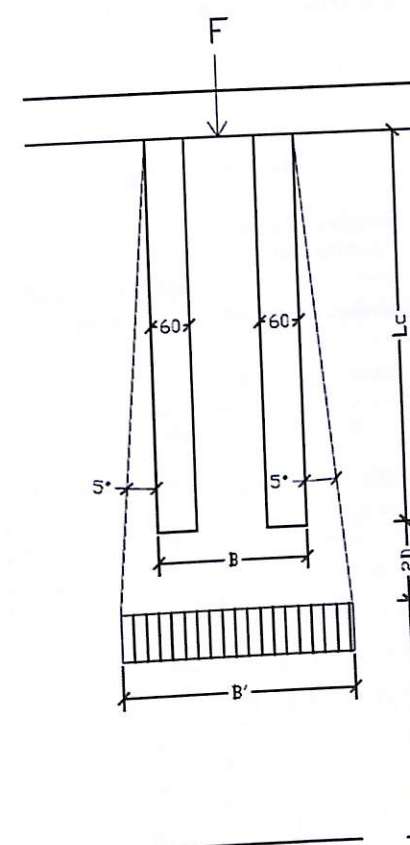
Ahol:

p: talpfeszültség a cölöptalp alatt 2D-vel

Es: összenyomódási modulus

B': a talp kisebbik mérete 5°-os többlettel

F: süllyedési szorzó, $F = f \begin{cases} m_0/B \\ L/B \end{cases}$ képletből



17. ábra: Magyarázó ábra a süllyedés-számításhoz [22]

A teljes-süllyedés kiszámolásához az „s” süllyedéshez hozzá kell adni az egyedi cölöp süllyedését, amit a GEO5 programból számolt értékekkel vettem figyelembe.

Ellenőrzésemet a számítási melléklet részletezi, melyből kiderül, hogy ezzel a módszerrel vizsgálva a cölöpök süllyedését előfordult, hogy meghaladtuk az 50 mm-es felső korlátot, így ezeknek a cölöpöknek a hosszát növelnem kellett. [17]

További vizsgálatként az MSZ EN 1997-1:2006-nak az NA1-es táblázatát vettem figyelembe, melynél az épület lényeges pontjai között kialakult süllyedéskülönbségeknek és e pontok távolságának hányadosaként kapott értékre tesz ajánlásokat. Ennek a számítása a következőképpen néz ki:

$$\left| \frac{s_a - s_b}{l} \right| \leq 0,001$$

Ezt az összefüggést követve kell megfeleltetni a cölöpcsoportokat. Itt is voltak, melyek nem feleltek meg, így a cölöphosszak növelésével értem el, hogy a számítási feltételek teljesüljenek. A lassú konszolidáció miatt a 0,001-es határértéket használtam, mivel kötött agyagtalaj jellemzi az altalajt.

NA1. táblázat: Az építmények szerkezetét nem károsító alakváltozások határértékei

Az építmény szerkezeti és alapozási jellemzői		Az alakváltozás jelege	Az alakváltozás határértéke	
			ha a konszolidáció	
			gyors	lassú
Építmények teherhordó vázszerkezettel	Statikailag határozatlan vasbeton vagy acélvázak	Relatív elfordulás	0,0020	
	Statikailag határozatlan vasbeton vagy acél-vázak téglával kitöltött szélső pillérsorokkal	Relatív elfordulás	0,0007	0,0010
	Statikailag határozott vázszerkezetek	Relatív elfordulás	0,0050	
Építmények teherhordó vázszerkezet nélkül	Váz nélküli nagyblokk vagy vasalatlan téglafal	Relatív lehajlás	0,0007	0,0010
		Relatív áthajlás	0,00035	0,0005
	Vasbeton, illetve acélbetétes nagyblokk vagy téglafal	Relatív lehajlás	0,0010	0,0013
		Relatív áthajlás	0,0005	0,0006
Egyszintes ipari vagy hasonló szerkezetű épületek		Relatív lehajlás	0,0010	
		Relatív áthajlás	0,0005	
Magas súlypontú merev vagy merev alapozású épületek		Billenés	0,01·L/H	
Darupályák (sínje)	Hosszirányban	Relatív elfordulás	0,0040	
	Keresztirányban	Relatív elfordulás	0,0030	
	8. táblázat: Relatív süllyedéskülönbségek határértékei [23]			

5.7. CÖLÖPVASALÁS SZÁMÍTÁSA

A helyszínen készített cölöpök esetén be kell tartani az EC2 betontakarásra irányuló szabályait, illetve teljesülnie kell az MSZ EN 1536:2001 7.6.4 fejezet előírásainak.

Az MSZ EN 1536:2001 javaslatot tesz a betontakarás növelésére (75 mm) ha:

- Puha talajon keresztül és bélésű nélkül halad a cölöp.
- A szerkezet fagy/olvadás hatásának van kitéve.
- Víz vagy támasztófolyadék alatti betonozásnál, ha a szemcseátmérő 32 mm vagy alatta van.
- Az acélbetétek a betonozás után kerülnek elhelyezésre.
- A furat fala egyenetlen.

Az előzőekben leírtak legtöbbje a CFA cölöpökre jellemző, így a betonfedést 75 mm-re növeltem és azt alkalmaztam a további számításomban.

A cölöpalapok vasszerelésére egyszerre több hatályban lévő szabványt is találhatunk. Így használhatjuk az MSZ EN 1536:2001 szabvány 7.6. fejezetében, illetve az EC2 9.8.5. fejezete által előírtakat is. Azonban a hatályban lévő szabványok közül mindig a szigorúbb előírást kell figyelembe venni. Ennek megfelelően az EC2 előírásait vettem figyelembe a vasalás számításánál, melyet a következőképpen alkalmazunk a minimális vashányad meghatározására:

- $A_{s,dp,min} = A_c * 0,005$ ha a cölöp keresztmetszeti területe kisebb, mint 0,5 m²
- $A_{s,dp,min} = 25 \text{ cm}^2$ ha a cölöp km-i területe: $0,5 < A_c < 1 \text{ m}^2$
- $A_{s,dp,min} = A_c * 0,0025$ ha a cölöp km-i területe: $A_c > 1 \text{ m}^2$

A hosszvasakat a keresztmetszet kerületén egyenletesen érdemes kiosztani. A betonacélok legkisebb távolsága 100 mm lehet, míg a legnagyobb távolság szabvány szerint nem lehet több 200 mm-nél. A vasakat nem kell a cölöpök teljes hosszán végigvinni, de erre külön szabályozás nincs, így minimum a közepéig vasaltam őket.

A kengyelekre vonatkozó szabályozás a $s_{cl,t,max} = 15\phi$ betartását írja elő és ezt követtem a számításaim során is. [17]

A számítás ellenőrzésénél a „D” átmérő felvételekor a 0,95D összefüggést vettem figyelembe, mert CFA cölöpözés esetén a helyszínen készült, béléscső nélkül betonozott cölöpökre készült előírást kell betartani.

Az Európai és Magyar szabványok nem adnak további előírásokat a cölöpök vasalását illetően. Esetünkben nyomott cölöpöket kell vasalni, amik nem kapnak oldalirányú igénybevételeket, melyből az következik, hogy a beton veszi fel a nyomási igénybevételeket. Régi Magyar szabvány szerint a cölöpöket nem kellett vasalni, azonban a mostani cölöpalapozásoknál be kell tartani a minimális vasalást, melyek a cölöpök együttműködését segítik elő.

A szerkesztési szabályok alapján kiosztott vasalás ellenőrzésére a következő képletet használtam:

$$N_{Rd} = A_c * f_{cd} + A_s * \sigma_s$$

A vasalások rendre megfeleltek. Ez annak tudható be, hogy C30/37-es osztályú betont használtam fel a tervezés során. Erre nem a terhelések nagysága miatt volt szükség, hanem a környezeti feltétel miatt (XA1), ami a talajvizsgálati jelentés alapján lett meghatározva. E szerint a minimális betonszilárdsági osztály C30/37-es. (A talajba kerülő szerkezet miatt is a C30/37-es betonminőséget kell használni.)

A cölöpöket használhatósági határállapotban is vizsgálni kellene repedéstágasságra, ahol $w_{max} = 0,3 \text{ mm}$. Azonban ennek a szabálynak betartását most nem kötelezi semmi, mivel nyomott cölöpöket terveztünk. Ilyen cölöpök esetén a repedéstágasság nem mértékadó, így annak ellenőrzésétől eltekinthetünk. [17]

A lehorgonyzási és toldási hosszak, valamint a környezeti osztály és ennek megfelelően a betonminőség a Vasbeton szerkezetek: Tervezés az Eurocode alapján című könyv, Szerkesztési szabályok fejezete alapján határoztam meg.

6. KIVITELEZÉSI ELŐÍRÁSOK

A cölöpök kivitelezése során be kell tartani a mérettűrésre vonatkozó MSZ EN 1536:2001 szabvány (7.2 fejezet, 23. oldal) előírásait. Ez alapján:

- Alaprajzi eltérés a munkatéren: ha $D < 1000 \text{ mm}$, akkor $e_{\max} = 10 \text{ cm}$
- Cölöp ferdesége: $i_{\max} = 0,02 \text{ m / m}$ [24]

Amennyiben az előzőekben megadott értékeknél eltérő mérettűrés válna szükségessé (kivitelezési nehézségek), akkor az építés megkezdése előtt a kivitelező és a tervező bevonásával egyeztetni kell arról.

A cölöpök készítését az erre vonatkozó MSZ EN 1536: Speciális geotechnikai munkák kivitelezése, azon belül is fúrt cölöpök szabvánnyal összhangban lévő technológiai utasításában foglaltak szerint kell végrehajtani. Ennek megfelelően figyelni kell: pontra állásra, megengedett dőlésre, kivitelezés dokumentálására. A megvalósítás alatt meg kell figyelni a folyamatokat és ezzel egyidejűleg jegyzőkönyveket kell készíteni. A cölöpök folytonosságát integritás vizsgálattal kell ellenőrizni, mely során a műszer a cölöp megütésével mérni tudja a cölöphosszt, a kibetonozás minőségét és folytonosságát.

A támaszoknak a mozgását is folyamatosan mérni kell, az eredményeket pedig vissza kell csatolni a tervezőnek.

A mélyalapok üzemeltetési és fenntartási igényeket nem támasztanak. [17]

7. MŰSZAKI LEÍRÁS

Az építmény alapozása mélyalap, azon belül is cölöpalap. A cölöpök együttdolgozását az alaplemez kiszélesítésével és azokba való bekötésükkel érjük el. A megvalósítást CFA cölöpözési technológiával kell végezni.

Főbb adatok:

- Épület alaprajza: téglalap, 16,9 x 41,4 m-es fesztávval
- Alapozás típusa: cölöpalap
- Kivitelezési technológia: CFA
- Cölöpátmérők: 600, 400 mm
- Cölöphosszak: változó
- Cölöpök felső síkja: 102,01 mBf (a lifteknél: 101,31 mBf)
- Cölöpök alsó síkja: változó
- Cölöpök száma: 120 db (megnevezés: C1, C2,C120)

Alapozás:

A területen végzett talajmechanikai vizsgálatokból kiderült, hogy az altalaj felsőbb rétegei: kis teherbírású feltöltés és szerves rétegek. A rossz minőségű talajadottságok miatt cölöpalapozás tervezése mellett döntöttem.

A cölöpök tartják a szabvány szerinti 2,5-3D tengelytávolságot.

Anyagminőség:

- Beton: C30/37-XC4-XA1-16-„folyós”
- Betonacél: B500B
- Betonfedés: 75 mm
- Kengyelezés: spirálkengyel (s=200 mm)

Kivitelezési követelmények:

- Alaprajzi eltérés: ± 10 cm
- Megengedett cölöpferdeség: 0,02 m/m
- Armatúra függőleges elhelyezésétől való eltérés (tervtől): ± 5 cm

Munkavédelem:

„A kivitelezés a munkavédelemre vonatkozó szabályokban – mindenek előtt a munkavédelemről szóló 1993. évi CXIII. Tv.-ben és az az alapján kiadott rendeletekben – meghatározott követelmények megtartása mellett történhet, amiről a munkában részt vevő valamennyi szereplő írásban köteles nyilatkozni. A kivitelezés során figyelembe veendő fontosabb jogszabályok (a teljesség igénye nélkül):

- 191/2009. (IX. 15.) Korm. r.: Az építőipari kivitelezési tevékenységről.
- 65/1999. (XII. 22.) EüM r.: A munkavállalók munkahelyen történő egyéni védőeszköz használatának minimális biztonsági és egészségvédelmi követelményeiről.
- 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM r.: A munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről.
- 4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM r.: Az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről.” [25]

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozatom témája egy társasház alapozásának a megtervezése volt. Az elsődleges kutatásokból levonható volt a következtetés, hogy cölöpalapozás tervezése szükséges.

A tervezési folyamat kézi és gépi úton történt. A számításokat GEO5 felületen, valamint saját magam által megalkotott számítás alapján – Excel programban – végeztem, a holland módszer felhasználásával. Kiváló alapot nyújtott az Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint című könyv. A terveket AUTOCAD program segítségével rajzoltam meg.

A dolgozatom alapján levonható a következtetés, hogy egy alapozás megalkotása igen fáradalmas munka eredménye, mely precizitást és nagy odafigyelést igényel, hiszen részben ez biztosítja majd az építmény több évtizedes tartósságát (általában 50 évre tervezünk).

A kivitelezéshez szükséges dokumentumokat mellékelve csatoltam a szakdolgozathoz, ami tartalmazza a rajzi és számítási mellékleteket.

A tervezés megvalósítása sikeres volt.

Köszönöm a segítséget egyetemi tanáromnak Firgi Tibornak, valamint külső konzulensemnek Petik Csabának.

FORRÁSOK/FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ftp://witch.pmmf.hu:2001/Tanszeki_anyagok/Epitomernok_Tanszek/Gy%F6ngy%F6si%20Tam%E1s/seg%E9dletek/EC7_inform%E1ci%F3k.pdf
- [2] Talajvizsgálati jelentés a PETIK Mérnöki Szolgáltató Kft-től
- [3] Mélyépítés 3.
- [4] http://epito-egyetemi.uw.hu/tan/epszerk/eloadas_6_alapozas.pdf
- [5] <http://www.arc.sze.hu/epszerkea/alapozas.htm>
- [6] https://kreativlakas.com/wp-content/uploads/2018/06/kep_003_15062018_150531.jpg
- [7] https://kreativlakas.com/wp-content/uploads/2018/06/kep_005_15062018_150623.jpg
- [8] https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFKHT6504SI/content/8/2_1/08_04_hu.gif
- [9] <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/a-gerendaracs-alapozasi-mod-alkalmazasa-szerkezeti-kialakitasa-anyagai/gerendaracs-alap-jellemzoi>
- [10] <http://arpadhazkft.lapunk.hu/tarhely/arpadhazkft/kepek/lemezalap.jpg>
- [11] https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFKHT6504SI/sc_o_09_02.htm
- [12] Saját képanyag a nyári gyakorlatomról (helyszín: Puskás Ferenc Stadion, 2017 nyara)
- [13] https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFKHT6504SI/sc_o_09_03.htm
- [14] <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/epiteszet/az-epitestan-alapjai/resfalas-alapozas-alkalmazasa-kialakitasa/resfal-kiegeszito-eszkozei-gepei>
- [15] <http://dzsilla.notwo.org/wp-content/uploads/2007/06/021.gif>
- [16] <https://slideplayer.hu/slide/11838160/66/images/7/K%C3%BAtalapo%C3%A1s.jpg>
- [17] Alapozások és földmegtámasztó szerkezetek tervezése az MSZ EN 1997 szerint
- [18] <http://www.sze.hu/~szepestr/anyagok/kutatas+fejlesztes/Szepeshazi%20Colopmereteze s%20PhD-ertekezes.pdf>
- [19] Terhelési adatszolgáltatás Petik Csaba által (külső konzulensem)
- [20] Vizsgálati jegyzőkönyv statikus szondázásról (DIN 4091-1:2002-6), FUGRO Consult Kft. által készítve
- [21] https://se.sze.hu/images/lgm_se012_1/msc-geoterv-1-3ea-2016.pdf
- [22] Saját készítésű magyarázó rajz
- [23] Magyar szabvány MSZ EN 1997-1: Eurocode 7: Geotechnikai tervezés (2006)
- [24] <http://www.sze.hu/~szepestr/anyagok/oktatas/eloadasok/colopozesek.ppt>
- [25] https://ttr2.ujbuda.hu/sites/default/files/attachments/files/2017_10/1229_hid_muleiras.pdf

SZÁMÍTÁSI MELLÉKLET

Tartalomjegyzék (2)

1. CÖLÖPIGÉNYBEVÉTELEK.....	47
2. TALP-ÉS PALÁSTELLENÁLLÁS.....	50
2.1 CPTu 1 SZERINT	58
2.2 CPTu 2 SZERINT	66
3. EGYEDI CÖLÖP TEHERBÍRÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE	73
4. CÖLÖPCSOPORT TEHERBÍRÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE	82
5. SÜLLYEDÉSSZÁMÍTÁS.....	82
5.1 EA-Pfähle SZAKIRODALMA ALAPJÁN	88
5.2 JÁKY MÓDSZER ALAPJÁN.....	95
5.3 CÖLÖPHOSSZAK NÖVELÉSE.....	102
6. CÖLÖPVASALÁS SZÁMÍTÁSA.....	108
7. SZÁMÍTÁS GEO5-BEN.....	108
7.1 EGYEDI CÖLÖP TEHERBÍRÁSA	125
7.2 CÖLÖPCSOPORT ELLENŐRZÉSE.....	129
8. CÖLÖPKIMUTATÁS.....	

1. CÖLÖPIGÉNYBEVÉTELEK

Cölöpterhek számítása:

Cölöp neve	Mértékadó függőleges erő	Mértékegység	Cölöpre jutó koncentrált erő	Mértékegység
			673,2	kN
C1	340	kN/m	890,5	kN
C2	340/470	kN/m	861,3	kN
C3	470	kN/m	861,3	kN
C4	470	kN/m	861,3	kN
C5	470	kN/m	861,3	kN
C6	470	kN/m	861,3	kN
C7	470	kN/m	897,9	kN
C8	470/120/380	kN/m	712,5	kN
C9	380	kN/m	712,5	kN
C10	380	kN/m	912	kN
C11	380/300	kN/m	1295,9	kN
C12	300/200/420	kN/m	717,5	kN
C13	200	kN/m	1392,61	kN
C14	200/450	kN/m	1158,8	kN
C15	450	kN/m	957,4	kN
C16	450/270	kN/m	722,3	kN
C17	270	kN/m	724,2	kN
C18	270	kN/m	726,2	kN
C19	270	kN/m	863,8	kN
C20	270/380	kN/m	973	kN
C21	380	kN/m	1108,4	kN
C22	380/390/200	kN/m	717,5	kN
C23	200	kN/m	910	kN
C24	200/100	kN/m	323,2	kN
C25	100/150	kN/m	387,8	kN
C26	100	kN/m	490	kN
C27	100/200	kN/m	581	kN
C28	200	kN/m	581	kN
C29	200	kN/m	581	kN
C30	200	kN/m	619,9	kN
C31	200/260	kN/m	658,7	kN
C32	260	kN/m	658,7	kN
C33	260	kN/m	658,7	kN
C34	260	kN/m	658,7	kN
C35	260	kN/m	639,2	kN
C36	260	kN/m	697,5	kN
C37	260/60/270	kN/m	577,8	kN
C38	270	kN/m	577,8	kN
C39	270	kN/m	577,8	kN
C40	270	kN/m	577,8	kN
C41	270	kN/m	589,2	kN
C42	270/340	kN/m	600,7	kN
C43	340	kN/m	600,7	kN
C44	340	kN/m	689,4	kN
C45	340/60/340	kN/m		

Cölöp neve	Mértékadó függőleges erő	Mértékegység	Cölöpre jutó koncentrált erő	Mértékegység
			673,2	kN
C46	340	kN/m	673,2	kN
C47	340	kN/m	673,2	kN
C48	340	kN/m	360	kN
C49	120	kN/m	249	kN
C50	120	kN/m	876,8	kN
C51	420	kN/m	438,4	kN
C52	420	kN/m	925	kN
C53	500	kN/m	465,7	kN
C54	500	kN/m	191,3	kN
C55	180	kN/m	393,8	kN
C56	180	kN/m	387,1	kN
C57	200	kN/m	297,5	kN
C58	200/120	kN/m	255	kN
C59	120	kN/m	127,5	kN
C60	120	kN/m	410	kN
C61	200	kN/m	603,5	kN
C62	390	kN/m	521,8	kN
C63	390	kN/m	166,9	kN
C64	135	kN/m	259,9	kN
C65	135	kN/m	300,9	kN
C66	135/150	kN/m	256	kN
C67	150/90	kN/m	191,3	kN
C68	90	kN/m	95,6	kN
C69	90	kN/m	315	kN
C70	150	kN/m	802,5	kN
C71	315	kN/m	100,8	kN
C72	60	kN/m	100,5	kN
C73	60	kN/m	107,7	kN
C74	85	kN/m	161,5	kN
C75	85	kN/m	187	kN
C76	85	kN/m	76,5	kN
C77	85	kN/m	762,5	kN
C78	3050 (össz)	kN	762,5	kN
C79			762,5	kN
C80			762,5	kN
C81			575	kN
C82	2300 (össz)	kN	575	kN
C83			575	kN
C84			575	kN
C85			600	kN
C86	2400 (össz)	kN	600	kN
C87			600	kN
C88			600	kN
C89			762,5	kN
C90	3050 (össz)	kN	762,5	kN
C91			762,5	kN
C92			762,5	kN
C93			762,5	kN

Cölöp neve	Mértékadó függőleges erő	Mértékegység	Cölöpre jutó koncentrált erő	Mértékegység
C94	3200 (össz)	kN	800	kN
C95			800	kN
C96			800	kN
C97			800	kN
C98	4300 (össz)	kN	1075	kN
C99			1075	kN
C100			1075	kN
C101			1075	kN
C102	3700 (össz)	kN	925	kN
C103			925	kN
C104			925	kN
C105			925	kN
C106	4000 (össz)	kN	1333,3	kN
C107			1333,3	kN
C108			1333,3	kN
C109			1333,3	kN
C110	2900 (össz) és 315	kN és kN/m	1205,7	kN
C111			1478,5	kN
C112	2100 (össz) és 60	kN és kN/m	1610,2	kN
C113			1151,8	kN
C114	4000 (össz)	kN	1093,8	kN
C115			1333,3	kN
C116			1333,3	kN
C117			1333,3	kN
C118	2900 (össz)	kN	1450	kN
C119			1450	kN
C120	1400 (össz)	kN	700	kN
			700	kN

2. TALP-ES PALASTELLENALLAS
2.1 CPTu 1 SZERINT

Adatok:		mértékegység				
Öpszám:	T1					
d=	0,6	m				
L=	11	m				
$L_0=L+H_m$	14,92	m				
H_{m0}	4,07	m				
$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}$	3,92	m				
M_0	106,08	mBf				
M_f	105,93	mBf				
$A_b=(d^2*\pi)/4$	0,28274	m ²				
$k=d*\pi$	1,88496	m				
Árbbi adatok:						
λ_b	0,7					
α_b	0,6					
α_{sg}	0,55					
μ_{sg}	1					
μ_b	0,9					
ellenállás						
					(15 Mpa-nál legyen kisebb)	
mcsés talaj esetén						
$a_l=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cIII}+(q_{cII}+q_{cI})/2)$	2377,64	kN/m ²				
	9194,25	kN/m ²				
	9449,94	kN/m ²				
	2000	kN/m ²				
ött talaj esetén						
$\mu_b*\alpha_b*q_c$	5343,58	kN/m ²				
előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amelyen talajban van a cölöptalp.						
$a_l=A_b*q_{b,cal}$	1510,86	kN				
ástellenállás						
mcsés talajréteg esetén						
$a_l=\alpha_{sg}*vq_c$					számítás külön táblázatban	
ött talajréteg esetén						
$a_l=\mu_{sg}*1,2*vq_c$						
$a_l=k*\sum(h_i*q_{b,cal,i})$	1412,58	kN				
löp nyomási ellenállása						
$a_l=R_{b,cal}+R_{s,cal}$	2923,44	kN				

b adatok:		mértékegység				
öpszám:	T2					
d=	0,6	m				
L=	9	m				
$L_0=L+H_m=$	12,92	m				
$H_{m0}=$	4,07	m				
$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}=$	3,92	m				
$M_0=$	106,08	mBf				
$M_f=$	105,93	mBf				
$A_b=(d^2*\pi)/4=$	0,28274	m ²				
$k=d*\pi=$	1,88496	m				
ábbi adatok:						
$\lambda_b=$	0,7					
$\alpha_b=$	0,6					
$\alpha_{sg}=$	0,55					
$\mu_{sg}=$	1					
$\mu_b=$	0,9					
ellenállás						
mcsés talaj esetén			(15 Mpa-nál legyen kisebb)			
$R_{al}=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cll}+(q_{cli}+q_{ci})/2)=$	2111,46	kN/m ²				
	8141,65	kN/m ²				
	7967,45	kN/m ²				
	2000	kN/m ²				
ött talaj esetén						
$R_{al}=\mu_b*\alpha_b*q_c=$	5474,04	kN/m ²				
előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amilyen talajban van a cölöptalp.						
$R_{cal}=A_b*q_{b,cal}=$	1547,75	kN				
ástellenállás						
mcsés talajréteg esetén			számítás külön táblázatban			
$R_{al}=\alpha_{sg}*Vq_c=$						
ött talajréteg esetén						
$R_{al}=\mu_{sg}*1,2*Vq_c=$						
$R_{cal}=k*\sum(h_i*q_{b,cal,i})=$	1017,79	kN				
löp nyomási ellenállása						
$R_{cal}=R_{b,cal}+R_{s,cal}=$	2565,54	kN				

Adatok:		mértékegység				
Öpszám:	T3					
	d=	0,6	m			
	L=	8	m			
	$L_0=L+H_m=$	11,92	m			
	$H_{m0}=$	4,07	m			
	$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}=$	3,92	m			
	$M_0=$	106,08	mBf			
	$M_f=$	105,93	mBf			
	$A_b=(d^2*\pi)/4=$	0,28274	m ²			
	$k=d*\pi=$	1,88496	m			
Adatok:						
	$\lambda_b=$	0,7				
	$\alpha_b=$	0,6				
	$\alpha_{sg}=$	0,55				
	$\mu_{sg}=$	1				
	$\mu_b=$	0,9				
ellenállás						
				(15 Mpa-nál legyen kisebb)		
emcsés talaj esetén						
$q_{cal}=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cll}+(q_{cll}+q_{cl})/2)=$	2147,94	kN/m ²				
	8956,78	kN/m ²				
	7499,79	kN/m ²				
	2000	kN/m ²				
tött talaj esetén						
$q_{cal}=\mu_b*\alpha_b*q_c=$	6968,66	kN/m ²				
előzők közül az a "q _b " érték van használva, amilyen talajban van a cölöptalp.						
$q_{cal}=A_b*q_{b,cal}=$	1970,34	kN				
ellenállás						
emcsés talajréteg esetén				számítás külön táblázatban		
$q_{cal}=\alpha_{sg}*v*q_c=$						
tött talajréteg esetén						
$q_{cal}=\mu_{sg}*1,2*v*q_c=$						
$q_{cal}=k*\sum(h_i*q_{b,cal,i})=$	876,789	kN				
cölöp nyomási ellenállása						
$q_{cal}=R_{b,cal}+R_{s,cal}=$	2847,13	kN				

adatok:		mértékegység				
öpszám:	T5					
	d=0,4	m				
	L=9	m				
	$L_0=L+H_m=$	12,92	m			
	$H_{m0}=$	4,07	m			
	$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}=$	3,92	m			
	$M_0=$	106,08	mBf			
	$M_f=$	105,93	mBf			
	$A_b=(d^2*\pi)/4=$	0,12566	m ²			
	$k=d*\pi=$	1,25664	m			
adatok:						
	$\lambda_b=$	0,7				
	$\alpha_b=$	0,6				
	$\alpha_{sg}=$	0,55				
	$\mu_{sg}=$	1				
	$\mu_b=$	0,9				
ellenállás						
emcsés talaj esetén			(15 Mpa-nál legyen kisebb)			
$q_{cal}=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cIII}+(q_{cII}+q_{cI})/2)=$	2045	kN/m ²				
		7844,15	kN/m ²			
		7632,05	kN/m ²			
		2000	kN/m ²			
tött talaj esetén						
$q_{cal}=\mu_b*\alpha_b*q_c=$	5107,18	kN/m ²				
az előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amilyen talajban van a cölöptalp.						
$q_{cal}=A_b*q_{b,cal}=$	641,787	kN				
állástellenállás						
emcsés talajréteg esetén			számítás külön táblázatban			
$q_{cal}=\alpha_{sg}*v*q_c=$						
tött talajréteg esetén						
$q_{cal}=\mu_{sg}*1,2*v*q_c=$	678,526	kN				
$q_{cal}=k*\sum(h_i*q_{b,cal,i})=$						
cölöp nyomási ellenállása						
$q_{cal}=R_{b,cal}+R_{s,cal}=$	1320,31	kN				

T6	
d=	0,4 m
L=	5 m
L ₀ =L+H _m =	8,92 m
H _{m0} =	4,07 m
H _m =(M _f -M ₀)+H _{m0} =	3,92 m
M ₀ =	106,08 mBf
M _f =	105,93 mBf
A _b =(d²·π)/4=	0,12566 m²
k=d·π=	1,25664 m
További adatok:	
λ _b =	0,7
α _b =	0,6
α _{sg} =	0,55
μ _{sg} =	1
μ _b =	0,9
Cölöpellenállás	
(15 Mpa-nál legyen kisebb)	
Emcsés talaj esetén	
R _{s,cal} =λ _b *α _b *0,5*(q _{cIII} +(q _{cII} +q _{cI})/2)=	4746,48 kN/m²
I=	26348 kN/m²
II=	14856,6 kN/m²
III=	2000 kN/m²
Sötött talaj esetén	
R _{s,cal} =μ _b *α _b *q _c =	9444,2 kN/m²
Az előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amelyen talajban van a cölöptalp.	
R _{s,cal} =A _b *q _{b,cal} =	596,46 kN
Alástatellenállás	
számítás külön táblázatban	
Emcsés talajréteg esetén	
R _{s,cal} =α _{sg} *√q _c =	
Sötött talajréteg esetén	
R _{s,cal} =μ _{sg} *1,2*√q _c =	
R _{s,cal} =k*Σ(h _i *q _{b,cal,i})=	332,905 kN
Cölöp nyomási ellenállása	
R _{s,cal} =R _{b,cal} +R _{s,cal} =	929,364 kN

Adatok:		mértékegység		Lifteknél lévő cölöpök	
Cölöpszám:		T6			
	$d=$	0,4	m		
	$L=$	5	m		
	$L_0=L+H_m=$	9,62	m		
	$H_{m0}=$	4,77	m		
	$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}=$	4,62	m		
	$M_0=$	106,08	mBf		
	$M_f=$	105,93	mBf		
	$A_b=(d^2*\pi)/4=$	0,12566	m ²		
	$k=d*\pi=$	1,25664	m		
További adatok:					
	$\lambda_b=$	0,7			
	$\alpha_b=$	0,6			
	$\alpha_{sg}=$	0,55			
	$\mu_{sg}=$	1			
	$\mu_b=$	0,9			
Alpellenállás					
Emcsés talaj esetén				(15 Mpa-nál legyen kisebb)	
	$R_{b,cal}=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cIII}+(q_{cII}+q_{cI})/2)=$	4093,54	kN/m ²		
	$R_I=$	20180,7	kN/m ²		
	$R_{II}=$	14805,5	kN/m ²		
	$R_{III}=$	2000	kN/m ²		
Ötött talaj esetén					
	$R_b=\mu_b*\alpha_b*q_c=$	9382,29	kN/m ²		
Az előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amilyen talajban van a cölöptalp.					
	$R_{b,cal}=A_b*q_{b,cal}=$	514,41	kN		
Alástellenállás					
Emcsés talajréteg esetén				számítás külön táblázatban	
	$R_{s,cal}=\alpha_{sg}*v_{qc}=$				
Ötött talajréteg esetén					
	$R_{s,cal}=\mu_{sg}*1,2*v_{qc}=$				
	$R_{s,cal}=k*\Sigma(h_i*q_{b,cal,i})=$	340,808	kN		
Cölöp nyomási ellenállása					
	$R_{s,cal}=R_{b,cal}+R_{s,cal}=$	855,218	kN		

Magyarázat:	
	Cölöpátmérő (d):
	Cölöphossz (L)
	Hossz a $\pm 0,00$ pont-tól a cölöp aljáig
	Cölöp felső síkjának mélysége $\pm 0,00$ pont-tól
	Cölöp felső síkjának mélysége a CPT kiindulási magasságához képest (számolt adat)
	Lavírsík balti magasságban ($\pm 0,00$ m)
	Fúrás magassága baltiban
	Cölöptalp keresztmetszeti felülete
	Palást kerülete
	redukciós tényező
	technológiai szorzó (CFA cölöpnél)
	cölöpcsúcs alatti 0,7d-4d mélységtartomány átlagos szondaellenállása
	cölöpcsúcs alatti 0,7d-4d mélységtartomány legkisebb q_c értékeinek súlyozott átlaga
	cölöpcsúcs feletti 8d mélység q_c értékeinek súlyozott átlaga (max 2000 kN/m ²)
	technológiai szorzó (CFA cölöpnél)
	CPT szonda csúcsellenállása
	technológiai szorzó (CFA cölöpnél)
	fajlagos talpellenállás
	talpellenállás számított értéke
	fajlagos palástellenállás
	palástellenállás számított értéke
(kötött talajnál):	talp alatti 3D és a talp feletti 1,5D vastagságú zóna q_c -értékeinek átlaga

bb adatok:							
			méteregység				
lőpszám:	T1						
d=	0,6	m					
L=	11	m					
$L_0=L+H_m=$	14,2	m					
$H_{m0}=$	4,07	m					
$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}=$	3,2	m					
$M_0=$	106,08	mBf					
$M_f=$	105,21	mBf					
$A_b=(d^2*\pi)/4=$	0,28274	m ²					
$k=d*\pi=$	1,88496	m					
vábbi adatok:							
$\lambda_b=$	0,6						
$\alpha_b=$	0,6						
$\alpha_{sg}=$	0,55						
$\mu_{sg}=$	1						
$\mu_b=$	0,9						
lpellenállás							
emcsés talaj esetén							
$q_{cal}=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cIII}+(q_{cII}+q_{cI})/2)=$	3499,12	kN/m ²	(15 Mpa-nál legyen kisebb)				
=	20542,8	kN/m ²					
=	14336,2	kN/m ²					
=	2000	kN/m ²					
tött talaj esetén							
$=\mu_b*\alpha_b*q_c=$	8039,04	kN/m ²					
z előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amilyen talajban van a cölöptalp.							
$q_{cal}=A_b*q_{b,cal}=$	2272,98	kN					
lástellenállás							
emcsés talajréteg esetén							
$q_{cal}=\alpha_{sg}*v*q_c=$	számítás külön táblázatban						
tött talajréteg esetén							
$q_{cal}=\mu_{sg}*1,2*v*q_c=$							
$q_{cal}=k*\sum(h_i*q_{b,cal,i})=$	1474,41	kN					
lőp nyomási ellenállása							
$q_{cal}=R_{b,cal}+R_{s,cal}=$	3747,4	kN					

Alap adatok:			mértékegység				
Cölöpszám:	T3						
d=	0,6	m					
L=	8	m					
$L_0=L+H_m=$	11,2	m					
$H_{m0}=$	4,07	m					
$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}=$	3,2	m					
$M_0=$	106,08	mBf					
$M_f=$	105,21	mBf					
$A_b=(d^2*\pi)/4=$	0,28274	m ²					
$k=d*\pi=$	1,88496	m					
További adatok:							
$\lambda_b=$	0,6						
$\alpha_b=$	0,6						
$\alpha_{sg}=$	0,55						
$\mu_{sg}=$	1						
$\mu_b=$	0,9						
Alapellenállás							
Homokos talaj esetén							
$q_{b,cal}=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cIII}+(q_{cII}+q_{cI})/2)=$	4439,82	kN/m ²	(15 Mpa-nál legyen kisebb)				
$q_I=$	30331,3	kN/m ²					
$q_{II}=$	15000	kN/m ²					
$q_{III}=$	2000	kN/m ²					
Ötött talaj esetén							
$q_b=\mu_b*\alpha_b*q_c=$	7918,81	kN/m ²					
Az előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amilyen talajban van a cölöptalp.							
$q_{b,cal}=A_b*q_{b,cal}=$	1255,33	kN					
Alástatellenállás							
Homokos talajréteg esetén							
$q_{s,cal}=\alpha_{sg}*vq_c=$			számítás külön táblázatban				
Ötött talajréteg esetén							
$q_{s,cal}=\mu_{sg}*1,2*vq_c=$							
$q_{s,cal}=k*\sum(h_i*q_{b,cal,i})=$	919,47	kN					
Cölöp nyomási ellenállása							
$q_{c,cal}=R_{b,cal}+R_{s,cal}=$	2174,8	kN					

Alap adatok:			mértékegység						
Alapszám:	T5								
	d= 0,4	m							
	L= 9	m							
	$L_0=L+H_m=$	12,2	m						
	$H_{m0}=$	4,07	m						
	$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}=$	3,2	m						
	$M_0=$	106,08	mBf						
	$M_f=$	105,21	mBf						
	$A_b=(d^2*\pi)/4=$	0,12566	m ²						
	$k=d*\pi=$	1,25664	m						
További adatok:									
	$\lambda_b=$	0,6							
	$\alpha_b=$	0,6							
	$\alpha_{sg}=$	0,55							
	$\mu_{sg}=$	1							
	$\mu_b=$	0,9							
Alpellenállás									
Kemcsés talaj esetén									
$R_{b,cal}=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cIII}+(q_{cII}+q_{cI})/2)=$	4548,58	kN/m ²	(15 Mpa-nál legyen kisebb)						
$R_{cI}=$	31539,8	kN/m ²							
$R_{cII}=$	15000	kN/m ²							
$R_{cIII}=$	2000	kN/m ²							
Ötött talaj esetén									
$R_{b,cal}=\mu_b*\alpha_b*q_c=$	8099,59	kN/m ²							
Az előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amilyen talajban van a cölöptalp.									
$R_{b,cal}=A_b*q_{b,cal}=$	1017,82	kN							
Alástellenállás									
Kemcsés talajréteg esetén									
$R_{s,cal}=\alpha_{sg}*Vq_c=$	számítás külön táblázatban								
Ötött talajréteg esetén									
$R_{s,cal}=\mu_{sg}*1,2*Vq_c=$									
$R_{cal}=k*\sum(h_i*q_{b,cal,i})=$	694,043	kN							
Cölöp nyomási ellenállása									
$R_{cal}=R_{b,cal}+R_{s,cal}=$	1711,87	kN							

Főbb adatok:						
			méteregység			
Cölöpszám:	T6					
d=	0,4	m				
L=	5	m				
$L_0=L+H_m=$	8,2	m				
$H_{m0}=$	4,07	m				
$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}=$	3,2	m				
$M_0=$	106,08	mBf				
$M_f=$	105,21	mBf				
$A_b=(d^2*\pi)/4=$	0,12566	m ²				
$k=d*\pi=$	1,25664	m				
További adatok:						
$\lambda_b=$	0,6					
$\alpha_b=$	0,6					
$\alpha_{sg}=$	0,55					
$\mu_{sg}=$	1					
$\mu_b=$	0,9					
Talpellénállás						
Szemcsés talaj esetén						
$q_{b,cal}=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cIII}+(q_{cII}+q_{cI})/2)=$	3796,72	kN/m ²	(15 Mpa-nál legyen kisebb)			
$q_{cI}=$	23185,8	kN/m ²				
$q_{cII}=$	15000	kN/m ²				
$q_{cIII}=$	2000	kN/m ²				
Kötött talaj esetén						
$q_b=\mu_b*\alpha_b*q_c=$	8100	kN/m ²				
Az előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amilyen talajban van a cölöptalp.						
$R_{b,cal}=A_b*q_{b,cal}=$	477,11	kN				
Palástellenállás						
szemcsés talajréteg esetén						
$q_{s,cal}=\alpha_{sg}*q_c=$	számítás külön táblázatban					
kötött talajréteg esetén						
$q_{s,cal}=\mu_{sg}*1,2*q_c=$						
$R_{s,cal}=k*\Sigma(h_i*q_{b,cal,i})=$	361,001	kN				
Cölöp nyomási ellenállása						
$R_{c,cal}=R_{b,cal}+R_{s,cal}=$	838,112	kN				

Főbb adatok:		mértékegység		Lifteknél lévő cölöpök	
Cölöpszám:	T6				
d=	0,4	m			
L=	5	m			
$L_0=L+H_m=$	8,9	m			
$H_{m0}=$	4,77	m			
$H_m=(M_f-M_0)+H_{m0}=$	3,9	m			
$M_0=$	106,08	mBf			
$M_f=$	105,21	mBf			
$A_b=(d^2*\pi)/4=$	0,12566	m ²			
$k=d*\pi=$	1,25664	m			
További adatok:					
$\lambda_b=$	0,6				
$\alpha_b=$	0,6				
$\alpha_{sg}=$	0,55				
$\mu_{sg}=$	1				
$\mu_b=$	0,9				
Talpellenállás					
Szemcsés talaj esetén					
$q_{b,cal}=\lambda_b*\alpha_b*0,5*(q_{cll}+(q_{cll}+q_{cl})/2)=$	3469,67	kN/m ²	(15 Mpa-nál legyen kisebb)		
$q_{cl}=$	19589,1	kN/m ²			
$q_{cll}=$	14962,7	kN/m ²			
$q_{clll}=$	2000	kN/m ²			
Kötött talaj esetén					
$q_b=\mu_b*\alpha_b*q_c=$	8089,14	kN/m ²			
Az előzőek közül az a "q _b " érték van használva, amilyen talajban van a cölöptalp.					
$R_{b,cal}=A_b*q_{b,cal}=$	436,011	kN			
Palástellenállás					
szemcsés talajréteg esetén					
$q_{s,cal}=\alpha_{sg}*v*q_c=$	számítás külön táblázatban				
kötött talajréteg esetén					
$q_{s,cal}=\mu_{sg}*1,2*v*q_c=$					
$R_{s,cal}=k*\sum(h_i*q_{b,cal,i})=$	368,08	kN			
Cölöp nyomási ellenállása					
$R_{c,cal}=R_{b,cal}+R_{s,cal}=$	804,092	kN			

Jelmagyarázat:	
d:	Cölöpátmérő (d):
L:	Cölöphossz (L)
L ₀ :	Hossz a ±0,00 pont-tól a cölöp aljáig
H _{m0} :	Cölöp felső síkjának mélysége ±0,00 pont-tól
H _m :	Cölöp felső síkjának mélysége a CPT kiindulási magasságához képest (számolt adat)
M ₀ :	Lavírsík balti magasságban (±0,00 m)
M _f :	Fúrás magassága baltiban
A _b :	Cölöptalp keresztmetszeti felülete
k:	Palást kerülete
λ _b :	redukciós tényező
α _b :	technológiai szorzó (CFA cölöpnél)
q _{cl} :	cölöpcsúcs alatti 0,7d-4d mélységtartomány átlagos szondaellenállása
q _{cll} :	cölöpcsúcs alatti 0,7d-4d mélységtartomány legkisebb q _c értékeinek súlyozott átlaga
q _{clll} :	cölöpcsúcs feletti 8d mélység q _c értékeinek súlyozott átlaga (max 2000 kN/m ²)
α _{sg} :	technológiai szorzó (CFA cölöpnél)
q _c :	CPT szonda csúcsellenállása
μ _{sg} :	technológiai szorzó (CFA cölöpnél)
q _{b,cal} :	fajlagos talpellenállás
R _{b,cal} :	talpellenállás számított értéke
q _{s,cal} :	fajlagos palástellenállás
R _{s,cal} :	palástellenállás számított értéke
q _c (kötött talajnál):	talp alatti 3D és a talp feletti 1,5D vastagságú zóna q _c értékeinek átlaga

3. EGYEDI CÖLÖP TEHERBÍRÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE

Nyomott cölöpök		
Cölöp típusa:	T1	mértékegység
$R_{c,k} = \min\{(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}};$ $(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}}\} =$	2088,174	kN
$(R_{c,m})_{\text{mean}} =$ $\min\{(R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}};$ $(R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}} + (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}}\} =$	3335,42	kN
$(R_{c,m})_{\text{min}} = (R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{min}} =$	2923,443	kN
$(R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{CPT1}} =$	2923,443	kN
$(R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{CPT2}} =$	3747,396	kN
$(R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}} =$	3335,42	kN
$(R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}} + (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}} =$	3335,42	kN
$(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	2565,708	kN
$(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}} =$	2088,174	kN
Az egyedi cölöp nyomási ellenállásának tervezési értéke		
$R_{c,d} = \min\{R_{c,k}/\gamma_t;$ $(R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s)\}/\gamma_{R,d} =$	1650,73	kN
$R_{c,k}/\gamma_t =$	1815,803	kN
$R_{b,k}/\gamma_b =$	1212,771	kN
$R_{s,k}/\gamma_s =$	1009,439	kN
$R_{b,k} = (R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	1455,325	kN
$R_{s,k} = (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	1110,383	kN
Megadott alapadatok		
$\xi_{\text{mean}} =$	1,3	(átlaghoz tartozó korrelációs tényező, 2 CPT esetén)
$\xi_{\text{min}} =$	1,4	(a minimumhoz tartozó korrelációs tényező)
$\gamma_t =$	1,4	(a minimumhoz tartozó korrelációs tényező)
$\gamma_b =$	1,15	(teljes ellenálláshoz tartozó parciális tényező)
$\gamma_s =$	1,2	(talpellenálláshoz tartozó parciális tényező)
$\gamma_{R,d} =$	1,2	(palástellenálláshoz tartozó parciális tényező)
$R_{c,k} =$	1,1	(modelltényező)
$R_{b,k} =$	1,1	(egyedi cölöp nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke)
$R_{s,k} =$		(a talpellenállás karakterisztikus értéke)
		(a palástellenállás karakterisztikus értéke)

[illegible]

Nyomott cölöpök						
Cölöp típusa:	T3					
		mértékegység				
$R_{c,k} = \min\{(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}};$ $(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}}\} =$	1553,428	kN				
$(R_{c,m})_{\text{mean}} =$ $\min\{(R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}};$ $(R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}} + (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}}\} =$	2510,966	kN				
$(R_{c,m})_{\text{min}} = (R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{min}} =$	2174,8	kN				
$(R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{CPT1}} =$	2847,132	kN				
$(R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{CPT2}} =$	2174,8	kN				
$(R_{b,\text{cal}} + R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}} =$	2510,966	kN				
$(R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}} + (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}} =$	2510,966	kN				
$(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	1931,512	kN				
$(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}} =$	1553,428	kN				
Az egyedi cölöp nyomási ellenállásának tervezési értéke						
$R_{c,d} = \min\{R_{c,k}/\gamma_t;$ $(R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s)\}/\gamma_{R,d} =$	1228,007	kN				
$R_{c,k}/\gamma_t =$	1350,807	kN				
$R_{b,k}/\gamma_b =$	1033,869	kN				
$R_{s,k}/\gamma_s =$	628,0628	kN				
$R_{b,k} = (R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	1240,643	kN				
$R_{s,k} = (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	690,8691	kN				
Megadott alapadatok						
$\xi_{\text{mean}} =$	1,3	(átlaghoz tartozó korrelációs tényező, 2 CPT esetén)				
$\xi_{\text{min}} =$	1,4	(a minimumhoz tartozó korrelációs tényező, 2 CPT esetén)				
γ_t	1,15	(teljes ellenálláshoz tartozó parciális tényező)				
γ_b	1,2	(talpellenálláshoz tartozó parciális tényező)				
γ_s	1,1	(palástellenálláshoz tartozó parciális tényező)				
$\gamma_{R,d}$	1,1	(modelltényező)				
$R_{c,k}$		(egyedi cölöp nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke)				
$R_{b,k}$		(a talpellenállás karakterisztikus értéke)				
$R_{s,k}$		(a palástellenállás karakterisztikus értéke)				

Nyomott cölöpök						
Cölöp típusa:	T4					
		mértékegység				
$R_{c,k} = \min\{(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}};$ $(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}}\} =$	1131,792	kN				
$(R_{c,m})_{\text{mean}} =$ $\min\{(R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}};$ $(R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}}+(R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}}\} =$	1668,997	kN				
$(R_{c,m})_{\text{min}} = (R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{min}} =$	1584,509	kN				
$(R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{CPT1}} =$	1753,485	kN				
$(R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{CPT2}} =$	1584,509	kN				
$(R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}} =$	1668,997	kN				
$(R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}} + (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}} =$	1668,997	kN				
$(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	1283,844	kN				
$(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}} =$	1131,792	kN				
Az egyedi cölöp nyomási ellenállásának tervezési értéke						
$R_{c,d} = \min\{R_{c,k}/\gamma_t;$ $(R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s)\}/\gamma_{R,d} =$	894,6972	kN				
$R_{c,k}/\gamma_t =$	984,167	kN				
$R_{b,k}/\gamma_b =$	654,8685	kN				
$R_{s,k}/\gamma_s =$	452,7287	kN				
$R_{b,k} = (R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	785,8422	kN				
$R_{s,k} = (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	498,0016	kN				
Megadott alapadatok						
$\xi_{\text{mean}} =$	1,3	(átlaghoz tartozó korrelációs tényező, 2 CPT esetén)				
$\xi_{\text{min}} =$	1,4	(a minimumhoz tartozó korrelációs tényező, 2 CPT esetén)				
γ_t	1,15	(teljes ellenálláshoz tartozó parciális tényező)				
γ_b	1,2	(talpellenálláshoz tartozó parciális tényező)				
γ_s	1,1	(palástellenálláshoz tartozó parciális tényező)				
$\gamma_{R,d}$	1,1	(modelltényező)				
$R_{c,k}$		(egyedi cölöp nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke)				
$R_{b,k}$		(a talpellenállás karakterisztikus értéke)				
$R_{s,k}$		(a palástellenállás karakterisztikus értéke)				

Nyomott cölöpök		
Cölöp típusa:	T5	
		mértékegység
$R_{c,k} = \min\{(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}};$ $(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}}\} =$	943,081	kN
$(R_{c,m})_{\text{mean}} =$ $\min\{(R_{b,cal} + R_{s,cal})_{\text{mean}};$ $(R_{b,cal})_{\text{mean}} + (R_{s,cal})_{\text{mean}}\} =$	1516,09	kN
$(R_{c,m})_{\text{min}} = (R_{b,cal} + R_{s,cal})_{\text{min}} =$	1320,313	kN
$(R_{b,cal} + R_{s,cal})_{\text{CPT1}} =$	1320,313	kN
$(R_{b,cal} + R_{s,cal})_{\text{CPT2}} =$	1711,868	kN
$(R_{b,cal} + R_{s,cal})_{\text{mean}} =$	1516,09	kN
$(R_{b,cal})_{\text{mean}} + (R_{s,cal})_{\text{mean}} =$	1516,09	kN
$(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	1166,223	kN
$(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}} =$	943,081	kN
Az egyedi cölöp nyomási ellenállásának tervezési értéke		
$R_{c,d} = \min\{R_{c,k}/\gamma_t;$ $(R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s)\}/\gamma_{R,d} =$	745,5186	kN
$R_{c,k}/\gamma_t =$		
$R_{b,k}/\gamma_b =$	820,0705	kN
$R_{s,k}/\gamma_s =$	531,9269	kN
$R_{b,k} = (R_{b,cal})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	479,9193	kN
$R_{s,k} = (R_{s,cal})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	638,3123	kN
	527,9112	kN
Megadott alapadatok		
$\xi_{\text{mean}} =$	1,3	(átlaghoz tartozó korrelációs tényező, 2 CPT esetén)
$\xi_{\text{min}} =$	1,4	(a minimumhoz tartozó korrelációs tényező, 2 CPT esetén)
$\gamma_t =$		(a minimumhoz tartozó parciális tényező)
$\gamma_b =$	1,15	(teljes ellenálláshoz tartozó parciális tényező)
$\gamma_s =$		(talpellenálláshoz tartozó parciális tényező)
$\gamma_{R,d} =$	1,2	(palástellenálláshoz tartozó parciális tényező)
$R_{c,k}$	1,1	(modelltényező)
$R_{b,k}$	1,1	(egyedi cölöp nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke)
$R_{s,k}$		(a talpellenállás karakterisztikus értéke)
		(a palástellenállás karakterisztikus értéke)

[illegible]

Nyomott cölöpök			Lifteknél lévő cölöpök		
Cölöp típusa:	T6				
		mértékegység			
$R_{c,k} = \min\{(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}};$ $(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}}\} =$	574,3513	kN			
$(R_{c,m})_{\text{mean}} =$ $\min\{(R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}};$ $(R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}}+(R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}}\} =$	829,6547	kN			
$(R_{c,m})_{\text{min}} = (R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{min}} =$	804,0919	kN			
$(R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{CPT1}} =$	855,2175	kN			
$(R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{CPT2}} =$	804,0919	kN			
$(R_{b,\text{cal}}+R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}} =$	829,6547	kN			
$(R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}} + (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}} =$	829,6547	kN			
$(R_{c,m})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	638,1959	kN			
$(R_{c,m})_{\text{min}}/\xi_{\text{min}} =$	574,3513	kN			
Az egyedi cölöp nyomási ellenállásának tervezési értéke					
$R_{c,d} = \min\{R_{c,k}/\gamma_t;$ $(R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s)\}/\gamma_{R,d} =$	454,0327	kN			
$R_{c,k}/\gamma_t =$	499,4359	kN			
$R_{b,k}/\gamma_b =$	304,6222	kN			
$R_{s,k}/\gamma_s =$	247,863	kN			
$R_{b,k} = (R_{b,\text{cal}})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	365,5466	kN			
$R_{s,k} = (R_{s,\text{cal}})_{\text{mean}}/\xi_{\text{mean}} =$	272,6493	kN			
Megadott alapadatok					
$\xi_{\text{mean}} =$	1,3	(átlaghoz tartozó korrelációs tényező, 2 CPT esetén)			
$\xi_{\text{min}} =$	1,4	(a minimumhoz tartozó korrelációs tényező, 2 CPT esetén)			
γ_t	1,15	(teljes ellenálláshoz tartozó parciális tényező)			
γ_b	1,2	(talpellenálláshoz tartozó parciális tényező)			
γ_s	1,1	(palástellenálláshoz tartozó parciális tényező)			
$\gamma_{R,d}$	1,1	(modelltényező)			
$R_{c,k}$		(egyedi cölöp nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke)			
$R_{b,k}$		(a talpellenállás karakterisztikus értéke)			
$R_{s,k}$		(a palástellenállás karakterisztikus értéke)			

4. CÖLÖPCSOPORT TEHERBÍRÁSÁNAK ELLENŐRZÉSE

Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése						
Cölöpcsoport neve:		P1=P4=P5=P7				
F=	3700	kN				
L=	2,3	m				
B=	2,3	m				
L _c =	6	m				
L és B többlet=	0,5	m				
L'=	3,3	m				
B'=	3,3	m				
A=	10,89	m ²				
σ _t =	339,761	kN/m ²				
c'=	7	kPa				
N _c =(N _q -1)*ctgφ=	23,9438					
N _q =e ^{π*tgφ} *tg ² (45+φ/2)=	13,2					
N _v =2*(N _q -1)*tgφ=	12,4325					
s _v =1-0,3*(B'/L')=	0,7					
s _q =1+(B'/L')*sinφ=	1,45399					
s _c =(s _q *N _q -1)/(N _q -1)=	1,4912					
i _v =i _q =i _c =	1					
b _v =b _q =b _c =	1					
q'=Σt _i *γ _i =	101,4	kN/m ²				
R _k =A*(c'*N _c *b _c *s _c *i _c +q'*N _q *b _q *s _q *i _q +0,5*γ'*N _v *b _v *s _v *i _v *B')=	26886,4	kN				
R _d =R _k /γ _R =	19204,5	kN	>F=3700 kN	Megfele!		
F:	mértékadó terhelés		Talajfizikai jellemzők:			
L:	Cölöpcsoport egyik oldala					
B:	Cölöpcsoport másik oldala		φ:	0,47124	rad	belső surlódási szög (27°)
L':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _R :	parciális tényező (1,4)		
B':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _i :	térfogatsűrűség		
L _c :	Cölöphossz		h _i :	rétegvastagság		
A:	Cölöptalp szintjén felvett felület		γ ₁ =	16	kN/m ³	
σ _t :	Talpfeszültség		h ₁ =	4,2	m	
N _c :	Teherbírási tényező		γ ₂ =	19	kN/m ³	
N _q :	Teherbírási tényező		h ₂ =	1,8	m	
N _v :	Teherbírási tényező					
c:	kohézió					
q':	hatékony takarási feszültség					

Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése						
Cölöpcsoport neve:		P2=P3				
F=	2400	kN				
L=	2,1	m				
B=	2,1	m				
L _c =	9	m				
L és B többlet=	0,8	m				
L'=	3,7	m				
B'=	3,7	m				
A=	13,69	m ²				
σ _t =	175,31	kN/m ²				
c'=	8	kPa				
N _c =(N _q -1)*ctgφ=	23,9438					
N _q =e ^{π*tgφ} *tg ² (45+φ/2)=	13,2					
N _v =2*(N _q -1)*tgφ=	12,4325					
s _v =1-0,3*(B'/L')=	0,7					
s _q =1+(B'/L')*sinφ=	1,45399					
s _c =(s _q *N _q -1)/(N _q -1)=	1,4912					
i _v =i _q =i _c =	1					
b _v =b _q =b _c =	1					
q'=Σt _i *γ _i =	158,4	kN/m ²				
R _k =A*(c'*N _c *b _c *s _c *i _c +q'*N _q *b _q *s _q *i _q +0,5*γ'*N _v *b _v *s _v *i _v *B')	49717,5	kN				
R _d =R _k /γ _R =	35512,5	kN	>F=2400 kN	Megfele!		
F:	mértékadó terhelés		Talajfizikai jellemzők:			
L:	Cölöpcsoport egyik oldala					
B:	Cölöpcsoport másik oldala		φ:	0,47124	rad	belső surlódási szög (27°)
L':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _R :	parciális tényező (1,4)		
B':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _i :	térfogatsűrűség		
L _c :	Cölöphossz		h _i :	rétegvastagság		
A:	Cölöptalp szintjén felvett felület		γ ₁ =	16	kN/m ³	
σ _t :	Talpfeszültség		h ₁ =	4,2	m	
N _c :	Teherbírási tényező		γ ₂ =	19	kN/m ³	
N _q :	Teherbírási tényező		h ₂ =	4,8	m	
N _v :	Teherbírási tényező					
c:	kohézió					
q':	hatékony takarási feszültség					

Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése						
Cölöpcsoport neve:		P6				
F=	4300	kN				
L=	2,1	m				
B=	1,8	m				
L _c =	8	m				
L és B többlet=	0,7	m				
L'=	3,5	m				
B'=	3,2	m				
A=	11,2	m ²				
σ _t =	383,929	kN/m ²				
c'=	8,5	kPa				
N _c =(N _q -1)*ctgφ=	23,9438					
N _q =e ^{π*tgφ} *tg ² (45+φ/2)=	13,2					
N _v =2*(N _q -1)*tgφ=	12,4325					
s _v =1-0,3*(B'/L')=	0,72571					
s _q =1+(B'/L')*sinφ=	1,41508					
s _c =(s _q *N _q -1)/(N _q -1)=	1,4491					
i _v =i _q =i _c =	1					
b _v =b _q =b _c =	1					
q'=Σt _i *γ _i =	139,4	kN/m ²				
R _k =A*(c'*N _c *b _c *s _c *i _c +q'*N _q *b _q *s _q *i _q +0,5*γ'*N _v *b _v *s _v *i _v *B')=		35538,3	kN			
R _d =R _k /γ _R =		25384,5	kN	>F=4300 kN	Megfele!	
F:	mértékadó terhelés		Talajfizikai jellemzők:			
L:	Cölöpcsoport egyik oldala					
B:	Cölöpcsoport másik oldala		φ:	0,47124	rad	belső surlódási szög (27°)
L':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _R :	parciális tényező (1,4)		
B':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _i :	térfogatsűrűség		
L _c :	Cölöphossz		h _i :	rétegvastagság		
A:	Cölöptalp szintjén felvett felület		γ ₁ =	16	kN/m ³	
σ _t :	Talpfeszültség		h ₁ =	4,2	m	
N _c :	Teherbírási tényező		γ ₂ =	19	kN/m ³	
N _q :	Teherbírási tényező		h ₂ =	3,8	m	
N _v :	Teherbírási tényező					
c:	kohézió					
q':	hatékony takarási feszültség					

Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése					
Cölöpcsoport neve:		P8			
F=	4000	kN			
L=	3,8	m			
B=	0,6	m			
L _c =	9	m			
L és B többlet=	0,8	m			
L'=	5,4	m			
B'=	2,2	m			
A=	11,88	m ²			
σ _t =	336,7	kN/m ²			
c'=	8,6	kPa			
N _c =(N _q -1)*ctgφ=	23,9438				
N _q =e ^{π*tgφ} *tg ² (45+φ/2)=	13,2				
N _v =2*(N _q -1)*tgφ=	12,4325				
s _v =1-0,3*(B'/L')=	0,87778				
s _q =1+(B'/L')*sinφ=	1,18496				
s _c =(s _q *N _q -1)/(N _q -1)=	1,20012				
i _v =i _q =i _c =	1				
b _v =b _q =b _c =	1				
q'=Σt _i *γ _i =	158,4	kN/m ²			
R _k =A*(c'*N _c *b _c *s _c *i _c +q'*N _q *b _q *s _q *i _q +0,5*γ'*N _v *b _v *s _v *i _v *B')=		35079,4	kN		
R _d =R _k /γ _R =		25056,7	kN	>F=4000 kN	Megfele!
F:	mértékadó terhelés	Talajfizikai jellemzők:			
L:	Cölöpcsoport egyik oldala				
B:	Cölöpcsoport másik oldala	φ:	0,47124	rad	belső surlódási szög (27°)
L':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén	γ _R :	parciális tényező (1,4)		
B':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén	γ _i :	térfogatsűrűség		
L _c :	Cölöphossz	h _i :	rétegvastagság		
A:	Cölöptalp szintjén felvett felület	γ ₁ =	16	kN/m ³	
σ _t :	Talpfeszültség	h ₁ =	4,2	m	
N _c :	Teherbírási tényező	γ ₂ =	19	kN/m ³	
N _q :	Teherbírási tényező	h ₂ =	4,8	m	
N _v :	Teherbírási tényező				
c:	kohézió				
q':	hatékony takarási feszültség				

Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése					
Cölöpcsoport neve:		P9			
F=	4300	kN			
L=	3,9	m			
B=	0,6	m			
L _c =	11	m			
L és B többlet=	1	m			
L'=	5,9	m			
B'=	2,6	m			
A=	15,34	m ²			
σ _t =	280,313	kN/m ²			
c'=	8,8	kPa			
N _c =(N _q -1)*ctgφ=	23,9438				
N _q =e ^{π*tgφ} *tg ² (45+φ/2)=	13,2				
N _v =2*(N _q -1)*tgφ=	12,4325				
s _v =1-0,3*(B'/L')=	0,8678				
s _q =1+(B'/L')*sinφ=	1,20006				
s _c =(s _q *N _q -1)/(N _q -1)=	1,21646				
i _v =i _q =i _c =	1				
b _v =b _q =b _c =	1				
q'=Σt _i *γ _i =	196,4	kN/m ²			
R _k =A*(c'*N _c *b _c *s _c *i _c +q'*N _q *b _q *s _q *i _q +0,5*γ'*N _v *b _v *s _v *i _v *B')=	55744,7	kN			
R _d =R _k /γ _R =	39817,6	kN	>F=4300 kN Megfele!		
F:	mértékadó terhelés		Talajfizikai jellemzők:		
L:	Cölöpcsoport egyik oldala				
B:	Cölöpcsoport másik oldala		φ:	0,47124 rad	belső surlódási szög (27°)
L':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _R :	parciális tényező (1,4)	
B':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _i :	térfogatsűrűség	
L _c :	Cölöphossz		h _i :	rétegvastagság	
A:	Cölöptalp szintjén felvett felület		γ ₁ =	16	kN/m ³
σ _t :	Talpfeszültség		h ₁ =	4,2	m
N _c :	Teherbírási tényező		γ ₂ =	19	kN/m ³
N _q :	Teherbírási tényező		h ₂ =	6,8	m
N _v :	Teherbírási tényező				
c:	kohézió				
q':	hatékony takarási feszültség				

Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése			
Cölöpcsoport neve:	P10		
F=	2250 kN		
L=	2,4 m		
B=	0,6 m		
L _c =	8 m		
L és B többlet=	0,7 m		
L'=	3,8 m		
B'=	2 m		
A=	7,6 m ²		
σ _t =	296,053 kN/m ²		
c'=	8,5 kPa		
N _c =(N _q -1)*ctgφ=	23,9438		
N _q =e ^{π*tgφ} *tg ² (45+φ/2)=	13,2		
N _v =2*(N _q -1)*tgφ=	12,4325		
s _v =1-0,3*(B'/L')=	0,84211		
s _q =1+(B'/L')*sinφ=	1,23894		
s _c =(s _q *N _q -1)/(N _q -1)=	1,25853		
i _v =i _q =i _c =	1		
b _v =b _q =b _c =	1		
q'=Σt _i *γ _i =	139,4 kN/m ²		
R _k =A*(c'*N _c *b _c *s _c *i _c +q'*N _q *b _q *s _q *i _q +0,5*γ'*N _v *b _v *s _v *i _v *B')=	20784,6 kN		
R _d =R _k /γ _R =	14846,1 kN	>F=2250 kN	Megfele!
F:	mértékadó terhelés	Talajfizikai jellemzők:	
L:	Cölöpcsoport egyik oldala		
B:	Cölöpcsoport másik oldala	φ: 0,47124 rad	belső surlódási szög (27°)
L':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén	γ _R :	parciális tényező (1,4)
B':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén	γ _i :	térfogatsűrűség
L _c :	Cölöphossz	h _i :	réttegvastagság
A:	Cölöptalp szintjén felvett felület	γ ₁ = 16	kN/m ³
σ _t :	Talpfeszültség	h ₁ = 4,2	m
N _c :	Teherbírasi tényező	γ ₂ = 19	kN/m ³
N _q :	Teherbírasi tényező	h ₂ = 3,8	m
N _v :	Teherbírasi tényező		
c:	kohézió		
q':	hatékony takarási feszültség		

Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése			
Cölöpcsoport neve:		P11	
F=	4000	kN	
L=	2	m	
B=	2	m	
L _c =	9	m	
L és B többlet=	0,8	m	
L'=	3,6	m	
B'=	3,6	m	
A=	6,48	m ²	
σ _t =	617,284	kN/m ²	
c'=	8,6	kPa	
N _c =(N _q -1)*ctgφ=	23,9438		
N _q =e ^{π*tgφ} *tg ² (45+φ/2)=	13,2		
N _v =2*(N _q -1)*tgφ=	12,4325		
s _v =1-0,3*(B'/L')=	0,7		
s _q =1+(B'/L')*sinφ=	1,45399		
s _c =(s _q *N _q -1)/(N _q -1)=	1,4912		
i _v =i _q =i _c =	1		
b _v =b _q =b _c =	1		
q'=Σt _i *γ _i =	158,4	kN/m ²	
R _k =(A*(c'*N _c *b _c *s _c *i _c +q'*N _q *b _q *s _q *i _q +0,5*γ'*N _v *b _v *s _v *i _v *B'))/2=	11809,2	kN	
R _d =R _k /γ _R =	8435,15	kN	>F=4000 kN Megfele!
F:	mértékadó terhelés	Talajfizikai jellemzők:	
L:	Cölöpcsoport egyik oldala		
B:	Cölöpcsoport másik oldala	φ: 0,47124	rad belső surlódási szög (27°)
L':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén	γ _R :	parciális tényező (1,4)
B':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén	γ _i :	térfiggatsűrűség
L _c :	Cölöphossz	h _i :	rétégvastagság
A:	Cölöptalp szintjén felvett felület	γ ₁ = 16	kN/m ³
σ _t :	Talpfeszültség	h ₁ = 4,2	m
N _c :	Teherbírasi tényező	γ ₂ = 19	kN/m ³
N _q :	Teherbírasi tényező	h ₂ = 4,8	m
N _v :	Teherbírasi tényező		
c:	kohézió		
q':	hatékony takarási feszültség		

Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése					
Cölöpcsoport neve:		P12			
F=	2900	kN			
L=	2,4	m			
B=	0,6	m			
L _c =	11	m			
L és B többlet=	1	m			
L'=	4,4	m			
B'=	2,6	m			
A=	11,44	m ²			
σ _t =	253,497	kN/m ²			
c'=	8,8	kPa			
N _c =(N _q -1)*ctgφ=	23,9438				
N _q =e ^{π*tgφ} *tg ² (45+φ/2)=	13,2				
N _v =2*(N _q -1)*tgφ=	12,4325				
s _v =1-0,3*(B'/L')=	0,82273				
s _q =1+(B'/L')*sinφ=	1,26827				
s _c =(s _q *N _q -1)/(N _q -1)=	1,29026				
i _v =i _q =i _c =	1				
b _v =b _q =b _c =	1				
q'=Σt _i *γ _i =	196,4	kN/m ²			
R _k =A*(c'*N _c *b _c *s _c *i _c +q'*N _q *b _q *s _q *	43614,6	kN			
R _d =R _k /γ _R =	31153,3	kN	>F=2900 kN	Megfele!	
F:	mértékadó terhelés		Talajfizikai jellemzők:		
L:	Cölöpcsoport egyik oldala				
B:	Cölöpcsoport másik oldala		φ:	0,47124	rad belső surlódási szög (27°)
L':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _R :	parciális tényező (1,4)	
B':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén		γ _i :	térfogatsűrűség	
L _c :	Cölöphossz		h _i :	rétegvastagság	
A:	Cölöptalp szintjén felvett felület		γ ₁ =	16	kN/m ³
σ _t :	Talpfeszültség		h ₁ =	4,2	m
N _c :	Teherbírási tényező		γ ₂ =	19	kN/m ³
N _q :	Teherbírási tényező		h ₂ =	6,8	m
N _v :	Teherbírási tényező				
c:	kohézió				
q':	hatékony takarási feszültség				

Cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzése					
Cölöpcsoport neve:		Falak alatt a legnagyobb terhelésnél			
F=	470	kN/m			
L=	∞	m			
B=	0,6	m			
L _c =	11	m			
L és B többlet=	1	m			
L'=	∞	m			
B'=	1,6	m			
A=	–	m ²			
σ _t =	–	kN/m ²			
c'=	7	kPa			
N _c =(N _q -1)*ctgφ=	23,9438				
N _q =e ^{π*tgφ} *tg ² (45+φ/2)=	13,2				
N _v =2*(N _q -1)*tgφ=	12,4325				
s _v =1-0,3*(B'/L')=	1				
s _q =1+(B'/L')*sinφ=	1				
s _c =(s _q *N _q -1)/(N _q -1)=	1				
i _v =i _q =i _c =	1				
b _v =b _q =b _c =	1				
q'=Σt _i *γ _i =	196,4	kN/m ²			
R _k =B'*(c'*N _c *b _c *s _c *i _c +q'*N _q *b _q *s _q *i _q +0,5*γ'*N _v *b _v *s _v *i _v *B')=		4718,5	kN/m ²		
R _d =R _k /γ _R =		3370,35	kN/m	>F=470 kN/m	Megfele!
F:	mértékadó terhelés	Talajfizikai jellemzők:			
L:	Cölöpcsoport egyik oldala				
B:	Cölöpcsoport másik oldala	φ:	0,47124	rad	belső surlódási szög (27°)
L':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén	γ _R :	parciális tényező (1,4)		
B':	Figyelembe vett oldal méret a cölöptalp szintjén	γ _i :	térfogatsűrűség		
L _c :	Cölöphossz	h _i :	rétegvastagság		
A:	Cölöptalp szintjén felvett felület	γ ₁ =	16	kN/m ³	
σ _t :	Talpfeszültség	h ₁ =	4,2	m	
N _c :	Teherbírási tényező	γ ₂ =	19	kN/m ³	
N _q :	Teherbírási tényező	h ₂ =	6,8	m	
N _v :	Teherbírási tényező				
c:	kohézió				
q':	hatékony takarási feszültség				

5. SÜLLYEDÉSSZÁMITÁS
5.1 EA-Pfähle SZAKIRODALMA ALAPJÁN

Cölöpcsoport süllyedése					
Cölöpcsoport neve:	P1=P4=P5=P7				
Cölöpök száma:	4 db				
F=	3700 kN				
F _E =	1228 kN				
L _c =	6 m				
a=	1,7 m				
E _s =	12000 kN/m ²				
s _E =	12 mm				
G _s =S ₁ *S ₂ *S ₃ =	1,004 (mindig nagyobb, mint 1)	Diagramm leolvasásához:			
S ₁ =	1,1			F/(db*F _E)=	0,753257329
S ₂ =	0,83			a/d=	0,485714286
S ₃ =	1,1				
s _G =s _E *G _s =	12,05 mm				
s _E : egyedi cölöp függőleges elmozdulása (tapasztalati értékek alapján)					
F _E : egyedi cölöp teljes nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke					
a: cölöpök tengelytávolsága					
E _s : összenyomódási modulus					
G _s : csoporttényező					
S ₁ , S ₂ , S ₃ : befolyásoló tényező					
d: cölöp hossza a teherbíró talajrétegben					

Cölöpcsoport süllyedése					
Cölöpcsoport neve:	P2=P3				
Cölöpök száma:	4 db				
F=	2400	kN			
F _E =	745	kN			
L _c =	9	m			
a=	1,7	m			
E _s =	12000	kN/m ²			
s _E =	12	mm			
G _s =S ₁ *S ₂ *S ₃ =		1,36 (mindig nagyobb, mint 1)	Diagramm leolvasásához:		
S ₁ =	1,6		F/(db*F _E)=	0,805369128	
S ₂ =	0,85		a/d=	0,283333333	
S ₃ =	1				
s _G =s _E *G _s =		16,32 mm			
s _E : egyedi cölöp függőleges elmozdulása (tapasztalati értékek alapján)					
F _E : egyedi cölöp teljes nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke					
a: cölöpök tengelytávolsága					
E _s : összenyomódási modulus					
G _s : csoporttényező					
S ₁ , S ₂ , S ₃ : befolyásoló tényező					
d: cölöp hossza a teherbíró talajrétegben					

Cölöpcsoport süllyedése					
Cölöpcsoport neve:	P6				
Cölöpök száma:	4	db			
F=	4300	kN			
F _E =	1228	kN			
L _c =	8	m			
a=	1,5	m			
E _s =	12000	kN/m ²			
s _E =	12	mm			
G _s =S ₁ *S ₂ *S ₃ =			1,056 (mindig nagyobb, mint 1)	Diagramm leolvasásához:	
S ₁ =	1,2			F/(db*F _E)=	0,875407166
S ₂ =	0,88			a/d=	0,375
S ₃ =	1				
s _G =s _E *G _s =			12,67	mm	
s _E : egyedi cölöp függőleges elmozdulása (tapasztalati értékek alapján)					
F _E : egyedi cölöp teljes nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke					
a: cölöpök tengelytávolsága					
E _s : összenyomódási modulus					
G _s : csoporttényező					
S ₁ , S ₂ , S ₃ : befolyásoló tényező					
d: cölöp hossza a teherbíró talajrétegben					

Cölöpcsoport süllyedése					
Cölöpcsoport neve:	P8				
Cölöpök száma:	4	db			
F=	4000	kN			
F _E =	1450	kN			
L _c =	9	m			
a=	1,6	m			
E _s =	12000	kN/m ²			
s _E =	12	mm			
G _s =S ₁ *S ₂ *S ₃ =			1,04 (mindig nagyobb, mint 1)	Diagramm leolvasásához:	
S ₁ =			1,3		
S ₂ =			0,8	F/(db*F _E)=	0,689655172
S ₃ =			1	a/d=	0,4
s _G =s _E *G _s =			12,48	mm	
s _E : egyedi cölöp függőleges elmozdulása (tapasztalati értékek alapján)					
F _E : egyedi cölöp teljes nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke					
a: cölöpök tengelytávolsága					
E _s : összenyomódási modulus					
G _s : csoporttényező					
S ₁ , S ₂ , S ₃ : befolyásoló tényező					
d: cölöp hossza a teherbíró talajrétegben					

Cölöpcsoport süllyedése					
Cölöpcsoport neve:	P9				
Cölöpök száma:	3	db			
F=	4300	kN			
F _E =	1650	kN			
L _c =	11	m			
a=	1,65	m			
E _s =	12000	kN/m ²			
s _E =	12	mm			
G _s =S ₁ *S ₂ *S ₃ =		1,245	(mindig nagyobb, mint 1)	Diagramm leolvasásához:	
S ₁ =		1,5			
S ₂ =		0,83		F/(db*F _E)=	0,868686869
S ₃ =		1		a/d=	0,275
s _G =s _E *G _s =		14,94	mm		
s _E : egyedi cölöp függőleges elmozdulása (tapasztalati értékek alapján)					
F _E : egyedi cölöp teljes nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke					
a: cölöpök tengelytávolsága					
E _s : összenyomódási modulus					
G _s : csoporttényező					
S ₁ , S ₂ , S ₃ : befolyásoló tényező					
d: cölöp hossza a teherbíró talajrétegben					

Cölöpcsoport süllyedése					
Cölöpcsoport neve:	P10				
Cölöpök száma:	2	db			
F=	2250	kN			
F _E =	1228	kN			
L _c =	8	m			
a=	1,8	m			
E _s =	12000	kN/m ²			
s _E =	12	mm			
G _s =S ₁ *S ₂ *S ₃ =	1,032	(mindig nagyobb, mint 1)		Diagramm leolvasásához:	
S ₁ =	1			F/(db*F _E)=	0,916123779
S ₂ =	0,86			a/d=	1,2
S ₃ =	1,2				
s _G =s _E *G _s =	12,38	mm			
s _E : egyedi cölöp függőleges elmozdulása (tapasztalati értékek alapján)					
F _E : egyedi cölöp teljes nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke					
a: cölöpök tengelytávolsága					
E _s : összenyomódási modulus					
G _s : csoporttényező					
S ₁ , S ₂ , S ₃ : befolyásoló tényező					
d: cölöp hossza a teherbíró talajrétegben					

Cölöpcsoport süllyedése					
Cölöpcsoport neve:	P11				
Cölöpök száma:	3	db			
F=	4000	kN			
F _E =	1450	kN			
L _c =	9	m			
a=	1,4	m			
E _s =	12000	kN/m ²			
s _E =	12	mm			
G _s =S ₁ *S ₂ *S ₃ =		1,065	(mindig nagyobb, mint 1)	Diagramm leolvasásához:	
S ₁ =		1,1			
S ₂ =		0,88		F/(db*F _E)=	0,91954023
S ₃ =		1,1		a/d=	0,35
s _G =s _E *G _s =		12,78	mm		
s _E : egyedi cölöp függőleges elmozdulása (tapasztalati értékek alapján)					
F _E : egyedi cölöp teljes nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke					
a: cölöpök tengelytávolsága					
E _s : összenyomódási modulus					
G _s : csoporttényező					
S ₁ , S ₂ , S ₃ : befolyásoló tényező					
d: cölöp hossza a teherbíró talajrétegben					

Cölöpcsoport süllyedése					
Cölöpcsoport neve:	P12				
Cölöpök száma:	2	db			
F=	2900	kN			
F _E =	1650	kN			
L _c =	11	m			
a=	1,8	m			
E _s =	12000	kN/m ²			
s _E =	12	mm			
G _s =S ₁ *S ₂ *S ₃ =	1	(mindig nagyobb, mint 1)	Diagramm leolvasásához:		
S ₁ =	1				
S ₂ =	0,8		F/(db*F _E)=	0,878787879	
S ₃ =	1,25		a/d=	0,514285714	
s _G =s _E *G _s =	12	mm			
s _E :	egyedi cölöp függőleges elmozdulása (tapasztalati értékek alapján)				
F _E :	egyedi cölöp teljes nyomási ellenállásának karakterisztikus értéke				
a:	cölöpök tengelytávolsága				
E _s :	összenyomódási modulus				
G _s :	csoporttényező				
S ₁ , S ₂ , S ₃ :	befolyásoló tényező				
d:	cölöp hossza a teherbíró talajrétegben				

Cölöpcsoport süllyedés összesítése

			S1	S1	S3	sE	sG
Cölöpcsoport neve	Darabszám	Cölöpátmérő	-	-	-	(mm)	(mm)
P1	4	600	1,1	0,83	1,1	12	12,0516
P2	4	400	1,6	0,85	1	12	16,32
P3	4	400	1,6	0,8	1	12	15,36
P4	4	600	1,1	0,85	1,2	12	13,464
P5	4	600	1,1	0,85	1,2	12	13,464
P6	4	600	1,2	0,88	1	12	12,672
P7	4	600	1,1	0,85	1,2	12	13,464
P8	4	600	1,3	0,8	1	12	12,48
P9	3	600	1,5	0,83	1	12	14,94
P10	2	600	1	0,86	1,2	12	12,384
P11	3	600	1,1	0,88	1,1	12	12,7776
P12	2	600	1	0,8	1,25	12	12
						Max. süllyedés:	16,32

Mivel ezen számítás bizonytalanságot mutat a rugalmassági modulus figyelmen kívül hagyása és a tapasztalati úton szerzett becslések felhasználása miatt, így a ellenőrzésem alapját a Jáky módszerrel számított süllyedésmeghatározás adja.

5.2 JÁKY MÓDSZER ALAPJÁN

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P1=P4	
F=	3050	kN
L_c =	6	m
B=	2,3	m
E_s =	12000	kN/m ²
Többlet= $\text{tg}\alpha \cdot (L_c + 2d)$ =	0,6299	m
$B' = L' = B + 2 \cdot \text{Többlet}$ =	3,5598	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p = F/A$ =	240,68	kN/m ²
$A = (B')^2$ =	12,672	m ²
$m_o = 2 \cdot B' \cdot (1 - (B'/2L'))$ =	3,5598	m
$F_s = f(m_o/B ; L/B)$ =	0,6461	
$s = (p/E_s) \cdot B' \cdot F_s$ =	0,0461	m ≤ 0,05 m
$s_{P1,4}$ =	46,13	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P2	
F=	2300	kN
L_c =	9	m
B=	2,1	m
E_s =	12000	kN/m ²
Többlet= $\text{tg}\alpha \cdot (L_c + 2d)$ =	0,8924	m
$B' = L' = B + 2 \cdot \text{Többlet}$ =	3,8848	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p = F/A$ =	152,4	kN/m ²
$A = (B')^2$ =	15,091	m ²
$m_o = 2 \cdot B' \cdot (1 - (B'/2L'))$ =	3,8848	m
$F_s = f(m_o/B ; L/B)$ =	0,5406	
$s = (p/E_s) \cdot B' \cdot F_s$ =	0,0267	m ≤ 0,05 m
s_{P2} =	26,671	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P3	
F=	2400	kN
$L_c=$	9	m
B=	2,1	m
$E_s=$	12000	kN/m ²
$Többlet= \tan \alpha \cdot (L_c + 2d)=$	0,8924	m
$B'=L'+B+2 \cdot Többlet=$	3,8848	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p=F/A=$	159,03	kN/m ²
$A=(B')^2=$	15,091	m ²
$m_o=2 \cdot B' \cdot (1-(B'/2L'))=$	3,8848	m
$F_s=f(m_o/B ; L/B)=$	0,5406	
$s=(p/E_s) \cdot B' \cdot F_s=$	0,0278	m ≤0,05 m
$s_{p3}=$	27,83	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P5	
F=	3200	kN
$L_c=$	6	m
B=	2,3	m
$E_s=$	12000	kN/m ²
$Többlet= \tan \alpha \cdot (L_c + 2d)=$	0,6299	m
$B'=L'+B+2 \cdot Többlet=$	3,5598	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p=F/A=$	252,52	kN/m ²
$A=(B')^2=$	12,672	m ²
$m_o=2 \cdot B' \cdot (1-(B'/2L'))=$	3,5598	m
$F_s=f(m_o/B ; L/B)=$	0,6461	
$s=(p/E_s) \cdot B' \cdot F_s=$	0,0484	m ≤0,05 m
$s_{p5}=$	48,399	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P6	
F=	4300	kN
$L_c=$	8	m
B=	1,8	m
$E_s=$	12000	kN/m ²
$Többslet= \tan \alpha \cdot (L_c + 2d)=$	0,8049	m
$B'=L'=B+2 \cdot Többslet=$	3,4098	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p=F/A=$	369,84	kN/m ²
$A=(B')^2=$	11,627	m ²
$m_o=2 \cdot B' \cdot (1-(B'/2L'))=$	3,4098	m
$F_s=f(m_o/B ; L/B)=$	0,5279	
$s=(p/E_s) \cdot B' \cdot F_s=$	0,0555	m ≤0,05 m
$s_{p6}=$	55,476	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P7	
F=	3700	kN
$L_c=$	8	m
B=	2,3	m
$E_s=$	12000	kN/m ²
$Többslet= \tan \alpha \cdot (L_c + 2d)=$	0,8049	m
$B'=L'=B+2 \cdot Többslet=$	3,9098	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p=F/A=$	242,04	kN/m ²
$A=(B')^2=$	15,286	m ²
$m_o=2 \cdot B' \cdot (1-(B'/2L'))=$	3,9098	m
$F_s=f(m_o/B ; L/B)=$	0,5883	
$s=(p/E_s) \cdot B' \cdot F_s=$	0,0464	m ≤0,05 m
$s_{p7}=$	46,392	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P8	
F=	4000	kN
$L_c=$	9	m
B=	0,6	m
$E_s=$	12000	kN/m ²
Többlet= $\text{tg}\alpha \cdot (L_c + 2d)=$	0,8924	m
$B'=L'+B+2 \cdot \text{Többlet}=$	2,3848	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p=F/A=$	703,34	kN/m ²
$A=(B')^2=$	5,6871	m ²
$m_o=2 \cdot B' \cdot (1-(B'/2L'))=$	2,3848	m
$F_s=f(m_o/B ; L/B)=$	0,2516	
$s=(p/E_s) \cdot B' \cdot F_s=$	0,0352	m ≤0,05 m
$s_{p8}=$	35,167	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P9	
F=	2900	kN
$L_c=$	11	m
B=	0,6	m
$E_s=$	12000	kN/m ²
Többlet= $\text{tg}\alpha \cdot (L_c + 2d)=$	1,0674	m
$B'=L'+B+2 \cdot \text{Többlet}=$	2,7347	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p=F/A=$	387,77	kN/m ²
$A=(B')^2=$	7,4787	m ²
$m_o=2 \cdot B' \cdot (1-(B'/2L'))=$	2,7347	m
$F_s=f(m_o/B ; L/B)=$	0,2194	
$s=(p/E_s) \cdot B' \cdot F_s=$	0,0194	m ≤0,05 m
$s_{p9}=$	19,388	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P10	
F=	2100	kN
L_c =	8	m
B=	0,6	m
E_s =	12000	kN/m ²
Többslet= $\text{tg}\alpha \cdot (L_c + 2d)$ =	0,8049	m
$B' = L' = B + 2 \cdot \text{Többslet}$ =	2,2098	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p = F/A$ =	430,05	kN/m ²
$A = (B')^2$ =	4,8832	m ²
$m_o = 2 \cdot B' \cdot (1 - (B'/2L'))$ =	2,2098	m
$F_s = f(m_o/B ; L/B)$ =	0,2715	
$s = (p/E_s) \cdot B' \cdot F_s$ =	0,0215	m ≤ 0,05 m
s_{P10} =	21,502	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P11	
F=	4000	kN
L_c =	9	m
B=	2	m
E_s =	12000	kN/m ²
Többslet= $\text{tg}\alpha \cdot (L_c + 2d)$ =	0,8924	m
$B' = L' = B + 2 \cdot \text{Többslet}$ =	3,7848	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p = F/A$ =	279,24	kN/m ²
$A = (B')^2$ =	14,324	m ²
$m_o = 2 \cdot B' \cdot (1 - (B'/2L'))$ =	3,7848	m
$F_s = f(m_o/B ; L/B)$ =	0,5284	
$s = (p/E_s) \cdot B' \cdot F_s$ =	0,0465	m ≤ 0,05 m
s_{P11} =	46,54	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése

Cölöpcsoport neve:	P12	
F=	2900	kN
L_c =	11	m
B=	0,6	m
E_s =	12000	kN/m ²
Többlet= $\text{tg}\alpha \cdot (L_c + 2d)$ =	1,0674	m
$B' = L' = B + 2 \cdot \text{Többlet}$ =	2,7347	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p = F/A$ =	387,77	kN/m ²
$A = (B')^2$ =	7,4787	m ²
$m_o = 2 \cdot B' \cdot (1 - (B'/2L'))$ =	2,7347	m
$F_s = f(m_o/B ; L/B)$ =	0,2194	
$s = (p/E_s) \cdot B' \cdot F_s$ =	0,0194	m ≤ 0,05 m
s_{p10} =	19,388	mm

Jelmagyarázat:
F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Relatív süllyedéskülönbség számítása

Cölöpcsoportok között

					l (mm)
$\left \frac{SP_1 - SP_8}{l} \right =$	0,002068516	$\leq$	0,001	Nem felel meg!	5300
$\left \frac{SP_8 - SP_{11}}{l} \right =$	0,002030933	$\leq$	0,001	Nem felel meg!	5600
$\left \frac{SP_7 - SP_{11}}{l} \right =$	0,00	$\leq$	0,001	Megfelel!	7200
$\left \frac{SP_2 - SP_3}{l} \right =$	0,000218792	$\leq$	0,001	Megfelel!	5300
$\left \frac{SP_3 - SP_9}{l} \right =$	0,001	$\leq$	0,001	Megfelel!	5600
$\left \frac{SP_5 - SP_9}{l} \right =$	0,004029255	$\leq$	0,001	Nem felel meg!	7200
$\left \frac{SP_4 - SP_5}{l} \right =$	0,000405125	$\leq$	0,001	Megfelel!	5600
$\left \frac{SP_4 - SP_{10}}{l} \right =$	0,004646775	$\leq$	0,001	Nem felel meg!	5300

Mivel egyes esetekben nem felelnek meg a süllyedéskülönbségre a cölöpök, ezért változtatok a hosszukon.

5.3 CÖLÖPHOSSZAK NÖVELÉSE

Cölöpcsoport süllyedése (javított cölöphossz)

Cölöpcsoport neve:	P1	
F=	3050	kN
L_c =	8	m
B=	2,3	m
E_s =	12000	kN/m ²
Többlet= $\text{tg}\alpha \cdot (L_c + 2d)$ =	0,8049	m
$B' = L' = B + 2 \cdot \text{Többlet}$ =	3,9098	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p = F/A$ =	199,52	kN/m ²
$A = (B')^2$ =	15,286	m ²
$m_o = 2 \cdot B' \cdot (1 - (B'/2L'))$ =	3,9098	m
$F_s = f(m_o/B ; L/B)$ =	0,5883	
$s = (p/E_s) \cdot B' \cdot F_s$ =	0,0382	m ≤ 0,05 m
s_{p10} =	38,242	mm

Jelmagyarázat:

F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése (javított cölöphossz)

Cölöpcsoport neve:	P4	
F=	3050	kN
L_c =	11	m
B=	2,3	m
E_s =	12000	kN/m ²
Többlet= $\text{tg}\alpha \cdot (L_c + 2d)$ =	1,0674	m
$B' = L' = B + 2 \cdot \text{Többlet}$ =	4,4347	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p = F/A$ =	155,08	kN/m ²
$A = (B')^2$ =	19,667	m ²
$m_o = 2 \cdot B' \cdot (1 - (B'/2L'))$ =	4,4347	m
$F_s = f(m_o/B ; L/B)$ =	0,5186	
$s = (p/E_s) \cdot B' \cdot F_s$ =	0,0297	m ≤ 0,05 m
s_{p10} =	29,724	mm

Jelmagyarázat:

F: cölöpcsoportot érő terhelés
L_c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E_s : összenyomódási modulus
B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F_s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése (javított cölöphossz)

Cölöpcsoport neve:	P5	
F=	3200	kN
$L_c=$	11	m
B=	2,3	m
$E_s=$	12000	kN/m ²
$Többslet= \tan \alpha \cdot (L_c + 2d)=$	1,0674	m
$B'=L'=B+2 \cdot Többslet=$	4,4347	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p=F/A=$	162,71	kN/m ²
$A=(B')^2=$	19,667	m ²
$m_o=2 \cdot B' \cdot (1-(B'/2L'))=$	4,4347	m
$F_s=f(m_o/B ; L/B)=$	0,5186	
$s=(p/E_s) \cdot B' \cdot F_s=$	0,0312	m ≤0,05 m
$s_{p6}=$	31,186	mm

Jelmagyarázat:

F: cölöpcsoportot érő terhelés

L_c : cölöphossz

B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala

E_s : összenyomódási modulus

B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége

p: talpfeszültség

A: cölöptalp szintjén felvett felület

m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága

F_s : süllyedési szorzó

s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése (javított cölöphossz)

Cölöpcsoport neve:	P6	
F=	4300	kN
$L_c=$	11	m
B=	1,8	m
$E_s=$	12000	kN/m ²
$Többslet= \tan \alpha \cdot (L_c + 2d)=$	1,0674	m
$B'=L'=B+2 \cdot Többslet=$	3,9347	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
$p=F/A=$	277,74	kN/m ²
$A=(B')^2=$	15,482	m ²
$m_o=2 \cdot B' \cdot (1-(B'/2L'))=$	3,9347	m
$F_s=f(m_o/B ; L/B)=$	0,4575	
$s=(p/E_s) \cdot B' \cdot F_s=$	0,0417	m ≤0,05 m
$s_{p6}=$	41,661	mm

Jelmagyarázat:

F: cölöpcsoportot érő terhelés

L_c : cölöphossz

B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala

E_s : összenyomódási modulus

B' : cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége

p: talpfeszültség

A: cölöptalp szintjén felvett felület

m_o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága

F_s : süllyedési szorzó

s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése (javított cölöphossz)

Cölöpcsoport neve:	P7	
F=	3700	kN
L _c =	11	m
B=	2,3	m
E _s =	12000	kN/m ²
Többlet=tgα*(L _c +2d)=	1,0674	m
B'=L'+B+2*Többlet=	4,4347	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
p=F/A=	188,13	kN/m ²
A=(B') ² =	19,667	m ²
m _o =2*B'*(1-(B'/2L'))=	4,4347	m
F _s =f(m _o /B ; L/B)=	0,5186	
s=(p/E _s)*B'*F _s =	0,0361	m ≤0,05 m
s _{p7} =	36,059	mm

Jelmagyarázat:

F: cölöpcsoportot érő terhelés
L _c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E _s : összenyomódási modulus
B': cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m _o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F _s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Cölöpcsoport süllyedése (javított cölöphossz)

Cölöpcsoport neve:	P11	
F=	4000	kN
L _c =	11	m
B=	2	m
E _s =	12000	kN/m ²
Többlet=tgα*(L _c +2d)=	1,0674	m
B'=L'+B+2*Többlet=	4,1347	m
Jáky-féle süllyedésszámítás:		
p=F/A=	233,97	kN/m ²
A=(B') ² =	17,096	m ²
m _o =2*B'*(1-(B'/2L'))=	4,1347	m
F _s =f(m _o /B ; L/B)=	0,4837	
s=(p/E _s)*B'*F _s =	0,039	m ≤0,05 m
s _{p10} =	38,996	mm

Jelmagyarázat:

F: cölöpcsoportot érő terhelés
L _c : cölöphossz
B: cölöpök köré rajzolható téglatest rövidebb oldala
E _s : összenyomódási modulus
B': cölöptalp alatt felvett talajzóna szélessége
p: talpfeszültség
A: cölöptalp szintjén felvett felület
m _o : cölöptalp alatt vizsgált talajzóna vastagsága
F _s : süllyedési szorzó
s: süllyedési érték

Relatív süllyedéskülönbség számítása (javított cölöphosszakkal)

Cölöpcsoportok között

					l (mm)
$\left \frac{s_{P1}-s_{P8}}{l} \right =$	0,000580135	$\leq$	0,001	Megfelel!	5300
$\left \frac{s_{P8}-s_{P11}}{l} \right =$	0,000683652	$\leq$	0,001	Megfelel!	5600
$\left \frac{s_{P7}-s_{P11}}{l} \right =$	0,00	$\leq$	0,001	Megfelel!	7200
$\left \frac{s_{P2}-s_{P3}}{l} \right =$	0,000218792	$\leq$	0,001	Megfelel!	5300
$\left \frac{s_{P3}-s_{P9}}{l} \right =$	0,001	$\leq$	0,001	Megfelel!	5600
$\left \frac{s_{P5}-s_{P9}}{l} \right =$	0,001	$\leq$	0,001	Megfelel!	7200
$\left \frac{s_{P4}-s_{P5}}{l} \right =$	0,000261046	$\leq$	0,001	Megfelel!	5600
$\left \frac{s_{P4}-s_{P10}}{l} \right =$	0,001	$\leq$	0,001	Megfelel!	5300

Az P1; P4; P5; P6; P7; P11-es cölöpcsoportoknál a cölöphosszak megváltoztatásával javítottam a relatív süllyedéskülönbségeken. A cölöpcsoport teherbírásának ellenőrzésénél még az eredetileg tervezett hosszakkal számoltam. Azonban a hosszak növelésével csak további biztonságot adok a cölöpcsoportoknak, így ezen számításokat nem végeztem el újra, mivel biztosan megfelelést mutattak volna.

6. CÖLÖPVASALÁS SZÁMÍTÁS

Vasalás számítás		Vasalás típusa:		101
Oszlop típusa:	T1			
F_{Ed}	1650	kN		
Beton fajtája:	C30/37		f_{bd}	3 N/mm ²
Betonacél típus:	B500		f_{yd}	435 N/mm ²
Fővas darabszám:	5	db	f_{cd}	20 N/mm ²
ϕ_f	16	mm	s	200 mm
ϕ_k	8	mm		
L	11	m		
l_f	8	m		
H	600	mm		
$c_{nom}^f = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}\}$	70	mm		
$c_{nom}^k = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}\}$	70	mm		
$c_{min,b}^f$	16	mm		
$c_{min,b}^k$	8	mm		
$c_{min,dur}$	60	mm		
c_{nom}	75	mm		
$c_{nom,cal} = c_{nom} - (H - 0,95H)/2$	60	mm		
$D = H - c_{nom,cal} * 2 - \phi_k$	442	mm		
$A_c = ((0,95 * H)^2 * \pi) / 4$	255175,8633	mm ²		
$A_s = (\phi^2 * \pi) / 4$	1005,309649	mm ²		
$\sigma_{max} = (f_{yk} / \gamma_s)_{csókk}$	400	N/mm ²		
$N_{Rd} = A_c * f_{cd} + A_s * \sigma_{max}$	5505,641125	kN	$\geq F_{Ed}$	Megfelel!
Szerkesztési szabályok:				
b	600	mm	≥ 200	mm
ϕ_{min}	8	mm	$\geq$	A_s
$A_{s,min} = A_c * 0,005$	1413,7167	mm ²	$\leq$	A_s
$A_{s,max} = 0,04 * A_c$	10207,03453	mm ²		
$l_{b,eq} = \max\{l_{b,eq} * (A_{s,requ} / A_{s,prov}); l_{b,min}\}$	580	mm		1
$l_b = (\phi / 4) * (f_{yd} / f_{bd})$	580	mm	$\alpha_a =$	
$l_{b,eq} = \alpha_a * l_b$	580	mm	$\alpha_6 =$	1,5
$l_{b,min} = \max\{10\phi; 100\text{mm}\}$	160	mm		
$l_b \leq l_{bd} * \alpha_6$	870	mm		
$\phi_{s,min} = \max\{\phi_{max} / 4; 6\text{mm}\}$	6	mm		
$s_{max} = 15\phi$	240	mm		
L : Oszlop hossza			ϕ_{min} : legkisebb alkalmazható fővas	
H : Cölöp átmérő (D)			$A_{s,min}$: minimális vashányad	
ϕ_f : Fővas			$A_{s,max}$: maximális vashányad	
ϕ_k : Kengyel			l_{bd} : lehorgonyzási hossz	
c_{nom} : Betonfedés			l_0 : toldási hossz	
b : legkisebb oszlopátmérő vizsgálata			$\phi_{s,min}$: minimális kengyelátmérő	
s : kengyel mérete			l_f : fővas hossza	

Vasalás számítás			Vasalás típusa:		102
Oszlop típusa:	T2				
F_{Ed}	1450	kN			
Beton fajtája:	C30/37				
Betonacél típus:	B500		f_{bd}		3 N/mm ²
Fővas darabszám:	5	db	f_{yd}		435 N/mm ²
ϕf	16	mm	f_{cd}		20 N/mm ²
ϕk	8	mm	s		200 mm
L	9	m			
l_f	6	m			
H	600	mm			
$c_{nom}^f = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm			
$c_{nom}^k = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm			
$c_{min,b}^f$	16	mm			
$c_{min,b}^k$	8	mm			
$c_{min,dur}$	60	mm			
c_{nom}	75	mm			
$c_{nom,cal} = c_{nom} - (H - 0,95H)/2$	60	mm			
$D = H - c_{nom,cal} * 2 - \phi k$	442	mm			
$A_c = ((0,95 * H)^2 * \pi) / 4$	255175,8633	mm ²			
$A_s = (\phi f^2 * \pi) / 4$	1005,309649	mm ²			
$\sigma_{max} = (f_{yk} / \gamma_s)_{csökks}$	400	N/mm ²			
$N_{Rd} = A_c * f_{cd} + A_s * \sigma_{max}$	5505,641125	kN	$\geq F_{Ed}$	Megfelel!	
Szerkesztési szabályok:					
b	600	mm	≥ 200	mm	
ϕ_{min}	8	mm	$\geq$	A_s	
$A_{s,min} = A_c * 0,005$	1413,7167	mm ²	$\leq$	A_s	
$A_{s,max} = 0,04 * A_c$	10207,03453	mm ²			
$l_{eq} = \max\{l_{b,eq} * (A_{s,requ} / A_{s,prov}); l_{b,min}\}$	580	mm			1
$l_b = (\phi / 4) * (f_{yd} / f_{bd})$	580	mm		α_a	
$l_{b,eq} = \alpha_a * l_b$	160	mm		α_6	1,5
$l_{b,min} = \max\{10\phi; 100\text{ mm}\}$	870	mm			
$\phi_s = l_{bd} * \alpha_6$	6	mm		Megfelel!	
$\phi_{s,min} = \max\{\phi_{max} / 4; 6\text{ mm}\}$	240	mm			
$s_{max} = 15\phi$					
L : Oszlop hossza			ϕ_{min} : legkisebb alkalmazható fővas		
H : Cölöp átmérő (D)			$A_{s,min}$: minimális vashányad		
ϕf : Fővas			$A_{s,max}$: maximális vashányad		
ϕk : Kengyel			l_{bd} : lehorgonyzási hossz		
c_{nom} : Betonfedés			l_0 : toldási hossz		
b : legkisebb oszlopátmérő vizsgálata			$\phi_{s,min}$: minimális kengyelátmérő		
s : kengyel mérete			l_f : fővas hossza		

Vasalás számítás		Vasalás típusa:		103
Oszlop típusa:	T3			
F_{Ed}	1228	kN		
Beton fajtája:	C30/37		f_{bd}	3 N/mm ²
Betonacél típus:	B500		f_{yd}	435 N/mm ²
Fővas darabszám:	5	db	f_{cd}	20 N/mm ²
ϕf	16	mm	s	200 mm
ϕk	8	mm		
L	8	m		
l_f	5	m		
H	600	mm		
$c_{nom}^f = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm		
$c_{nom}^k = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm		
$c_{min,b}^f$	16	mm		
$c_{min,b}^k$	8	mm		
$c_{min,dur}$	60	mm		
c_{nom}	75	mm		
$c_{nom,cal} = c_{nom} - (H - 0,95H)/2$	60	mm		
$D = H - c_{nom,cal} * 2 - \phi k$	442	mm ²		
$A_c = ((0,95 * H)^2 * \pi) / 4$	255175,8633	mm ²		
$A_s = (\phi f^2 * \pi) / 4$	1005,309649	mm ²		
$\sigma_{max} = (f_{yk} / \gamma_s)_{csökk}$	400	N/mm ²		
$N_{Rd} = A_c * f_{cd} + A_s * \sigma_{max}$	5505,641125	kN	$\geq F_{Ed}$	Megfelel!
Szerkesztési szabályok:				
b	600	mm	≥ 200	mm
ϕ_{min}	8	mm	$\geq$	A_s
$A_{s,min} = A_c * 0,005$	1413,7167	mm ²	$\leq$	A_s
$A_{s,max} = 0,04 * A_c$	10207,03453	mm ²		
$l_{bd} = \max\{l_{b,eq} * (A_{s,requ} / A_{s,prov}); l_{b,min}\}$	580	mm		1
$l_b = (\phi / 4) * (f_{yd} / f_{bd})$	580	mm	α_a	
$l_{b,eq} = \alpha_a * l_b$	160	mm	α_6	1,5
$l_{b,min} = \max\{10\phi; 100\text{ mm}\}$	870	mm		
$l_0 = l_{bd} * \alpha_6$	6	mm	Megfelel!	
$\phi_{s,min} = \max\{\phi_{max} / 4; 6\text{ mm}\}$	240	mm		
$s_{max} = 15\phi$				
c : Oszlop hossza			ϕ_{min} : legkisebb alkalmazható fővas	
H : Cölöp átmérő (D)			$A_{s,min}$: minimális vashányad	
ϕf : Fővas			$A_{s,max}$: maximális vashányad	
ϕk : Kengyel			l_{bd} : lehorgonyzási hossz	
c_{nom} : Betonfedés			l_0 : toldási hossz	
b : legkisebb oszlopátmérő vizsgálata			$\phi_{s,min}$: minimális kengyelátmérő	
s : kengyel mérete			l_f : fővas hossza	

Vasalás számítás			Vasalás típusa:		103
Oszlop típusa:	T4				
F_{Ed}	894	kN			
Beton fajtája:	C30/37				
Betonacél típus:	B500		f_{bd}		3 N/mm ²
Fővas darabszám:	5	db	f_{yd}		435 N/mm ²
ϕ_f	16	mm	f_{cd}		20 N/mm ²
ϕ_k	8	mm	s		200 mm
L	6	m			
l_f	5	m			
H	600	mm			
$c_{nom}^f = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm			
$c_{nom}^k = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm			
$c_{min,b}^f$	16	mm			
$c_{min,b}^k$	8	mm			
$c_{min,dur}$	60	mm			
c_{nom}	75	mm			
$c_{nom,cal} = c_{nom} - (H - 0,95H)/2$	60	mm			
$D = H - c_{nom,cal} * 2 - \phi_k$	442	mm			
$A_c = ((0,95 * H)^2 * \pi) / 4$	255175,8633	mm ²			
$A_s = (\phi_f^2 * \pi) / 4$	1005,309649	mm ²			
$\sigma_{max} = (f_{yk} / V_s)_{csökk}$	400	N/mm ²			
$N_{Rd} = A_c * f_{cd} + A_s * \sigma_{max}$	5505,641125	kN	$\geq F_{Ed}$	Megfelel!	
Szerkesztési szabályok:					
b	600	mm	≥ 200	mm	
ϕ_{min}	8	mm			
$A_{s,min} = A_c * 0,005$	1413,7167	mm ²	$\geq$	A_s	
$A_{s,max} = 0,04 * A_c$	10207,03453	mm ²	$\leq$	A_s	
$l_{b,eq} = \max\{l_{b,eq} * (A_{s,requ} / A_{s,prov}); l_{b,min}\}$	580	mm			1
$l_b = (\phi / 4) * (f_{yd} / f_{bd})$	580	mm		α_a	
$l_{b,eq} = \alpha_a * l_b$	160	mm		α_6	1,5
$l_{b,min} = \max\{10\phi; 100\text{ mm}\}$	870	mm			
$l_0 = l_{bd} * \alpha_6$	6	mm		Megfelel!	
$\phi_{s,min} = \max\{\phi_{max} / 4; 6\text{ mm}\}$	240	mm			
$s_{max} = 15\phi$					
L : Oszlop hossza			ϕ_{min} : legkisebb alkalmazható fővas		
H : Cölöp átmérő (D)			$A_{s,min}$: minimális vashányad		
ϕ_f : Fővas			$A_{s,max}$: maximális vashányad		
ϕ_k : Kengyel			l_{bd} : lehorgonyzási hossz		
c_{nom} : Betonfedés			l_0 : toldási hossz		
b : legkisebb oszlopátmérő vizsgálata			$\phi_{s,min}$: minimális kengyelátmérő		
s : kengyel mérete			l_f : fővas hossza		

Vasalás számítás			Vasalás típusa:		104
Oszlop típusa:	T5				
F_{Ed}	745	kN			
Beton fajtája:	C30/37				
Betonacél típus:	B500		f_{bd}		3 N/mm ²
Fóvas darabszám:	5	db	f_{yd}		435 N/mm ²
ϕf	16	mm	f_{cd}		20 N/mm ²
ϕk	8	mm	s		200 mm
L	9	m			
l_f	6	m			
H	400	mm			
$c_{nom}^f = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm			
$c_{nom}^k = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm			
$c_{min,b}^f$	16	mm			
$c_{min,b}^k$	8	mm			
$c_{min,dur}$	60	mm			
c_{nom}	75	mm			
$c_{nom,cal} = c_{nom} - (H - 0,95H)/2$	65	mm			
$D = H - c_{nom,cal} * 2 - \phi k$	242	mm			
$A_c = ((0,95 * H)^2 * \pi) / 4$	113411,4948	mm ²			
$A_s = (\phi f^2 * \pi) / 4$	1005,309649	mm ²			
$\sigma_{max} = (f_{yk} / \gamma_s)_{csökk}$	400	N/mm ²			
$N_{Rd} = A_c * f_{cd} + A_s * \sigma_{max}$	2670,353756	kN	$\geq F_{Ed}$	Megfelel!	
Szerkesztési szabályok:					
b	600	mm	≥ 200	mm	
ϕ_{min}	8	mm	$\geq$	A_s	
$A_{s,min} = A_c * 0,005$	628,3185	mm ²	$\leq$	A_s	
$A_{s,max} = 0,04 * A_c$	4536,459792	mm ²			
$l_{bd} = \max\{l_{b,eq} * (A_{s,requ} / A_{s,prov}); l_{b,min}\}$	580	mm			1
$l_{b,eq} = (\phi / 4) * (f_{yd} / f_{bd})$	580	mm		α_a	
$l_{b,min} = \alpha_a * l_b$	160	mm		α_6	1,5
$l_{b,min} = \max\{10\phi; 100\text{ mm}\}$	870	mm			
$\phi_s = l_{bd} * \alpha_6$	6	mm		Megfelel!	
$s_{min} = \max\{\phi_{max} / 4; 6\text{ mm}\}$	240	mm			
$s_{max} = 15\phi$					
L : Oszlop hossza			ϕ_{min} : legkisebb alkalmazható fóvas		
H : Cölöp átmérő (D)			$A_{s,min}$: minimális vashányad		
ϕf : Fóvas			$A_{s,max}$: maximális vashányad		
ϕk : Kengyel			l_{bd} : lehorgonyzási hossz		
c_{nom} : Betonfedés			l_o : toldási hossz		
b : legkisebb oszlopátmérő vizsgálata			$\phi_{s,min}$: minimális kengyelátmérő		
s : kengyel mérete			l_f : fóvas hossza		

Vasalás számítás		Vasalás típusa:		105
Oszlop típusa:	T6			
F_{Ed}	473	kN		
Beton fajtája:	C30/37		f_{bd}	3 N/mm ²
Betonacél típus:	B500		f_{yd}	435 N/mm ²
Fővas darabszám:	5	db	f_{cd}	20 N/mm ²
ϕ_f	16	mm	s	200 mm
ϕ_k	8	mm		
L	5	m		
l_f	4	m		
H	400	mm		
$c_{nom}^f = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm		
$c_{nom}^k = 10 + \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{ mm}\}$	70	mm		
$c_{min,b}^f$	16	mm		
$c_{min,b}^k$	8	mm		
$c_{min,dur}$	60	mm		
c_{nom}	75	mm		
$c_{nom,cal} = c_{nom} - (H - 0,95H)/2$	65	mm		
$D = H - c_{nom,cal} * 2 - \phi_k$	242	mm		
$A_c = ((0,95 * H)^2 * \pi) / 4$	113411,4948	mm ²		
$A_s = (\phi_f^2 * \pi) / 4$	1005,309649	mm ²		
$\sigma_{max} = (f_{yk} / \gamma_s)_{csökks}$	400	N/mm ²		
$N_{Rd} = A_c * f_{cd} + A_s * \sigma_{max}$	2670,353756	kN	$\geq F_{Ed}$	Megfelel!
Szerkesztési szabályok:				
b	600	mm	≥ 200	mm
ϕ_{min}	8	mm	$\geq$	A_s
$A_{s,min} = A_c * 0,005$	628,3185	mm ²	$\leq$	A_s
$A_{s,max} = 0,04 * A_c$	4536,459792	mm ²		
$l_{b,eq} = \max\{l_{b,eq} * (A_{s,requ} / A_{s,prov}); l_{b,min}\}$	580	mm		1
$l_b = (\phi / 4) * (f_{yd} / f_{bd})$	580	mm	α_a	
$l_{b,eq} = \alpha_a * l_b$	160	mm	α_6	1,5
$l_{b,min} = \max\{10\phi; 100\text{ mm}\}$	870	mm		
$\phi_s = l_{bd} * \alpha_6$	6	mm	Megfelel!	
$s_{s,min} = \max\{\phi_{max} / 4; 6\text{ mm}\}$	240	mm		
$s_{s,max} = 15\phi$				
L : Oszlop hossza			ϕ_{min} : legkisebb alkalmazható fővas	
H : Cölöp átmérő (D)			$A_{s,min}$: minimális vashányad	
ϕ_f : Fővas			$A_{s,max}$: maximális vashányad	
ϕ_k : Kengyel			l_{bd} : lehorgonyzási hossz	
c_{nom} : Betonfedés			l_0 : toldási hossz	
b : legkisebb oszlopátmérő vizsgálata			$\phi_{s,min}$: minimális kengyelátmérő	
s : kengyel mérete			l_f : fővas hossza	

7. SZÁMITÁS GEO5-BEN

7.1 EGYEDI CÖLÖP TEHERBÍRÁSA

Kovács Dávid László

CPT cölöp számítás

Adatbev.

Projekt

Munka : Cölöpalapozás tervezése
Rész : egyedi cölöp teherbírása
Leírás : Diplomamunka
Megrendelő : SZIE-YBL
Szerző : Kovács Dávid László
Dátum : 2018. 12. 11.

Beállítások

(bevétel az aktuális feladathoz)

CPT cölöp

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

Ellenállások (R) parciális tényezői		
	$\gamma_b =$	1,20 [-]
	$\gamma_s =$	1,10 [-]
Csökkentő tényezők		
	$k =$	1,00 [-]
Terhelési-süllyedési görbe csökk. tényezője :		

Osztályozás

Forrásul használt CPT vizsgálat : CPTu_1törölt
Osztdályozás típusa : Robertson 1986
Szonda hasznos terület hányada : 0,75

Osztdályozott talajok

Sz.	Talaj neve
1	Érzékeny finom
2	Szerves anyag
3	Homokos iszaptól agyagos iszapig
4	Iszapos homktól homokos iszapig
5	Homok, iszapos homok
6	Homok
7	Kavicsos homoktól homokig

Alap talaj paraméterek

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]
1	Érzékeny finom		15,00	8,26	0,00
2	Szerves anyag		15,00	19,00	9,00
3	Homokos iszaptól agyagos iszapig		22,00	9,02	0,00
4	Iszapos homktól homokos iszapig		28,00	8,92	0,00
5	Homok, iszapos homok		30,00	10,37	0,37

Nem üzleti célú felhasználásra

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]
6	Homok		32,00	12,03	2,03
7	Kavicsos homoktól homokig		34,00	11,61	1,61

Talajparaméterek**Érzékeny finom**

Térfogatsúly : $\gamma = 8,26 \text{ kN/m}^3$
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 15,00^\circ$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 8,26 \text{ kN/m}^3$
Talajtípus : agyag

Szerves anyag

Térfogatsúly : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 15,00^\circ$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Talajtípus : tőzeg

Homokos iszaptól agyagos iszapig

Térfogatsúly : $\gamma = 9,02 \text{ kN/m}^3$
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 22,00^\circ$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 9,02 \text{ kN/m}^3$
Talajtípus : iszap

Iszapos homoktól homokos iszapig

Térfogatsúly : $\gamma = 8,92 \text{ kN/m}^3$
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 28,00^\circ$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 8,92 \text{ kN/m}^3$
Talajtípus : homok, kavics
OCR nagysága : $OCR \leq 2$
Szemcsék típusa : 600 nm-nél finomabb homok

Homok, iszapos homok

Térfogatsúly : $\gamma = 10,37 \text{ kN/m}^3$
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 10,37 \text{ kN/m}^3$
Talajtípus : homok, kavics
OCR nagysága : $OCR \leq 2$
Szemcsék típusa : 600 nm-nél finomabb homok

Homok

Térfogatsúly : $\gamma = 12,03 \text{ kN/m}^3$
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 32,00^\circ$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 12,03 \text{ kN/m}^3$
Talajtípus : homok, kavics
OCR nagysága : $OCR \leq 2$
Szemcsék típusa : 600 nm-nél finomabb homok

Kavicsos homoktól homokig

Térfogatsúly : $\gamma = 11,61 \text{ kN/m}^3$

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 11,61 \text{ kN/m}^3$
 Talaj típus : homok, kavics
 OCR nagysága : $OCR \leq 2$
 Szemcsék típusa : 600 nm-nél finomabb homok

Szerkezet

Szerkezet típusa : különálló cölöp

Teher tervezési értéke $F_{sd} = 1000,00 \text{ kN}$
 Hasznos teher $F_s = 750,00 \text{ kN}$

Geometria

Cölöp típusa : folyamatos spirállal készített cölöp (CFA)
 Cölöp anyaga : beton
 q_c III csökkentése 2 MPa-ra : Igen

Cölöphossz a talajban $= 11,00 \text{ m}$
 Cölöpfej eltolása a terep felett $= 0,00 \text{ m}$
 Rendezett terep mélys. $= 4,07 \text{ m}$

Cölöp keresztmetszet - koncentrikus
 Cölöp átmérő $d = 0,60 \text{ m}$

TVSZ

Talajvízszint TVSZ = 3,50 m

Globális beállítások

A számítás nem veszi figyelembe a negatív köpenysúrlódást hatását.
 Modell-bizonytalansági parciális tényező $\gamma_{cal} = 1,00$
 ξ_3, ξ_4 tény. csökkentése (merev szerkezet)

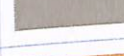
Geológiai profil és hozzárendelt talajok			Mintázat
Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	
1	0,26	Szerves anyag	
2	0,22	Érzékeny finom	
3	0,04	Homokos iszaptól agyagos iszapig	
4	0,42	Iszapos homktól homokos iszapig	
5	3,30	Homok, iszapos homok	
6	0,34	Iszapos homktól homokos iszapig	
7	0,12	Érzékeny finom	
8	0,10	Homokos iszaptól agyagos iszapig	

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
9	0,38	Iszapos homktól homokos iszapig	
10	0,34	Homokos iszaptól agyagos iszapig	
11	0,48	Érzékeny finom	
12	0,02	Homokos iszaptól agyagos iszapig	
13	0,34	Érzékeny finom	
14	0,06	Homokos iszaptól agyagos iszapig	
15	0,32	Érzékeny finom	
16	0,04	Homokos iszaptól agyagos iszapig	
17	0,04	Iszapos homktól homokos iszapig	
18	0,04	Homok, iszapos homok	
19	0,24	Homok	
20	2,98	Kavicsos homoktól homokig	
21	0,14	Homok	
22	0,34	Kavicsos homoktól homokig	
23	0,18	Homok	
24	1,10	Kavicsos homoktól homokig	
25	0,42	Homok	
26	0,28	Kavicsos homoktól homokig	
27	0,10	Homok	
28	0,84	Homok, iszapos homok	
29	2,06	Homok	

Nem üzleti célú felhasználásra

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
30	0,10	Homok, iszapos homok	
31	1,16	Homok	
32	0,06	Homok, iszapos homok	
33	3,04	Homok	
34	0,20	Kavicsos homoktól homokig	
35	0,06	Homok	
36	0,04	Kavicsos homoktól homokig	
37	0,98	Homok	
38	0,08	Kavicsos homoktól homokig	
39	0,96	Homok	
40	0,12	Homok, iszapos homok	
41	0,06	Homok	
42	0,04	Homok, iszapos homok	
43	0,30	Homok	
44	0,04	Homok, iszapos homok	
45	0,04	Homok	
46	0,02	Homok, iszapos homok	
47	0,16	Homok	
48	0,10	Homok, iszapos homok	
49	0,02	Homok	
50	0,04	Homok, iszapos homok	

Kovács Dávid László

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
51	0,65	Homok	
52	-	Kavicsos homoktól homokig	

Teherbírás számítás - EN 1997-2

Függőleges teherbírás számítás - tesztek eredményeinek közbelső értékei

CPT eredmények közbelső értéke - CPTu_1törölt	
Teljes ellenállás	$R_{c,i} = 1590,21 \text{ kN}$
Köpeny teherbírása	$R_{s,i} = 1240,38 \text{ kN}$
Talp teherbírása	$R_{b,i} = 349,82 \text{ kN}$
Csúcsellenállás közép értéke	$q_{cl,mean} = 2,12 \text{ MPa}$
Csúcsellenállás közép értéke	$q_{cII,mean} = 1,59 \text{ MPa}$
Csúcsellenállás közép értéke	$q_{cIII,mean} = 1,24 \text{ MPa}$
Maximális feszültség a cölöptalpánál	$p_{max,base} = 1237,24 \text{ kPa}$
Csökkentett feszültség a cölöptalpánál	$p_{max,base,red} = 1237,24 \text{ kPa}$

CPT eredmények közbelső értéke - CPTu_2törölt	
Teljes ellenállás	$R_{c,i} = 2206,20 \text{ kN}$
Köpeny teherbírása	$R_{s,i} = 1602,37 \text{ kN}$
Talp teherbírása	$R_{b,i} = 603,83 \text{ kN}$
Csúcsellenállás közép értéke	$q_{cl,mean} = 4,59 \text{ MPa}$
Csúcsellenállás közép értéke	$q_{cII,mean} = 2,09 \text{ MPa}$
Csúcsellenállás közép értéke	$q_{cIII,mean} = 2,00 \text{ MPa}$
Maximális feszültség a cölöptalpánál	$p_{max,base} = 2135,60 \text{ kPa}$
Csökkentett feszültség a cölöptalpánál	$p_{max,base,red} = 2135,60 \text{ kPa}$

Függőleges teherbírás számítás - köpeny eredmények közbelső értékei

CPT eredmények közbelső értéke - CPTu_1törölt				
Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúly. [kPa]
1				20,96
2	4,07	3,49	0,0060	20,96
3	4,07	3,49	0,0060	20,86
4	4,08	3,48	0,0060	20,52
5	4,10	3,42	0,0060	20,15
6	4,12	3,36	0,0060	19,91
7	4,14	3,32	0,0060	19,80
8	4,16	3,30	0,0060	19,58
9	4,18	3,26	0,0060	19,13
10	4,20	3,19	0,0060	18,39
11	4,22	3,06	0,0060	17,47
12	4,24	2,91	0,0060	16,41
13	4,26	2,73	0,0060	15,36
14	4,28	2,56	0,0060	14,38
15	4,30	2,40	0,0060	13,51
16	4,32	2,25	0,0060	12,64
	4,34	2,11	0,0060	

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysűr. [kPa]
17	4,36	1,98	0,0060	11,85
18	4,38	1,84	0,0060	11,07
19	4,40	1,74	0,0060	10,46
20	4,42	1,67	0,0060	10,01
21	4,44	1,60	0,0060	9,63
22	4,46	1,52	0,0060	9,14
23	4,48	1,45	0,0060	8,69
24	4,50	1,40	0,0060	8,38
25	4,54	1,37	0,0060	8,23
26	4,56	1,41	0,0060	8,48
27	4,58	0,97	0,0200	19,40
28	4,60	0,92	0,0200	18,30
29	4,66	0,91	0,0200	18,14
30	4,68	0,97	0,0200	19,32
31	4,70	1,01	0,0250	25,30
32	4,72	1,07	0,0250	26,88
33	4,74	1,16	0,0250	29,08
34	4,76	1,26	0,0250	31,43
35	4,78	1,34	0,0250	33,42
36	4,80	1,39	0,0060	8,35
37	4,82	1,46	0,0060	8,78
38	4,84	1,54	0,0060	9,25
39	4,86	1,64	0,0060	9,83
40	4,88	1,73	0,0060	10,37
41	4,90	1,79	0,0060	10,75
42	4,92	1,82	0,0060	10,94
43	4,94	1,81	0,0060	10,87
44	4,96	1,70	0,0060	10,22
45	4,98	1,57	0,0060	9,43
46	5,02	1,57	0,0060	9,41
47	5,04	1,67	0,0060	10,04
48	5,06	1,72	0,0060	10,34
49	5,08	1,77	0,0060	10,63
50	5,10	1,70	0,0060	10,22
51	5,12	1,51	0,0060	9,06
52	5,14	1,44	0,0060	8,66
53	5,16	1,38	0,0060	8,27
54	5,18	1,34	0,0250	33,48
55	5,20	1,30	0,0250	32,47
56	5,26	1,31	0,0250	32,75
57	5,28	1,30	0,0250	32,52
58	5,30	1,27	0,0250	31,77
59	5,32	1,26	0,0250	31,52
60	5,34	1,24	0,0250	31,00
61	5,38	1,21	0,0250	30,33

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
62	5,40	1,17	0,0250	29,30
63	5,42	1,13	0,0250	28,33
64	5,44	1,10	0,0250	27,52
65	5,46	1,07	0,0250	26,80
66	5,48	1,04	0,0250	26,00
67	5,50	1,01	0,0250	25,25
68	5,52	0,97	0,0200	19,32
69	5,54	0,91	0,0200	18,18
70	5,56	0,85	0,0200	17,04
71	5,58	0,81	0,0200	16,26
72	5,60	0,79	0,0200	15,86
73	5,62	0,77	0,0200	15,48
74	5,64	0,75	0,0200	15,06
75	5,66	0,71	0,0200	14,18
76	5,68	0,65	0,0200	13,04
77	5,70	0,60	0,0200	11,92
78	5,72	0,60	0,0200	11,92
79	5,74	0,60	0,0200	12,62
80	5,76	0,63	0,0200	13,16
81	5,78	0,66	0,0200	13,38
82	5,80	0,67	0,0200	14,84
83	5,82	0,74	0,0200	16,48
84	5,84	0,82	0,0200	17,10
85	5,86	0,85	0,0200	17,78
86	5,88	0,89	0,0200	19,82
87	5,90	0,99	0,0200	25,50
88	5,92	1,02	0,0250	19,54
89	5,94	0,98	0,0200	17,20
90	5,96	0,86	0,0200	14,86
91	5,98	0,74	0,0200	13,96
92	6,00	0,70	0,0200	15,04
93	6,02	0,75	0,0200	14,90
94	6,04	0,74	0,0200	13,28
95	6,06	0,66	0,0200	13,30
96	6,08	0,67	0,0200	14,26
97	6,10	0,67	0,0200	14,84
98	6,12	0,71	0,0200	14,28
99	6,14	0,74	0,0200	13,88
100	6,16	0,71	0,0200	17,52
101	6,18	0,69	0,0200	28,27
102	6,20	0,88	0,0250	29,05
103	6,22	1,13	0,0250	25,43
104	6,24	1,16	0,0250	17,60
105	6,26	1,02	0,0200	19,56
106	6,28	0,88	0,0200	19,56
	6,30	0,98	0,0200	
	6,32	0,98	0,0200	
	6,34			
	6,36			
	6,38			
	6,40			
	6,42			
	6,44			
	6,46			
	6,48			

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
107	6,50	0,87	0,0200	17,38
108	6,54	0,79	0,0200	15,78
109	6,56	0,86	0,0200	17,22
110	6,58	0,89	0,0200	17,72
111	6,60	0,75	0,0200	14,92
112	6,62	0,62	0,0200	12,40
113	6,66	0,61	0,0200	12,30
114	6,68	0,63	0,0200	12,54
115	6,70	0,64	0,0200	12,80
116	6,72	0,72	0,0200	14,36
117	6,74	1,00	0,0250	24,98
118	6,76	1,34	0,0250	33,40
119	6,78	1,56	0,0060	9,35
120	6,80	2,25	0,0060	13,49
121	6,82	3,84	0,0060	23,06
122	6,84	5,89	0,0060	35,32
123	6,86	7,27	0,0060	43,60
124	6,88	8,50	0,0060	50,99
125	6,90	9,55	0,0060	57,33
126	6,92	10,26	0,0060	61,55
127	6,94	10,79	0,0060	64,72
128	6,96	11,60	0,0060	69,57
129	6,98	12,28	0,0060	73,67
130	7,00	13,27	0,0060	79,64
131	7,02	13,67	0,0060	82,03
132	7,04	14,05	0,0060	84,29
133	7,06	14,43	0,0060	86,56
134	7,07	14,74	0,0060	88,43
135	7,08	15,00	0,0060	90,00
136	10,10	15,00	0,0060	90,00
137	10,12	14,17	0,0060	85,03
138	10,16	14,57	0,0060	87,41
139	10,20	14,97	0,0060	89,85
140	10,22	15,00	0,0060	90,00
141	10,54	15,00	0,0060	90,00
142	10,58	15,00	0,0060	82,61
143	10,60	13,77	0,0060	81,93
144	10,62	13,65	0,0060	83,86
145	10,66	13,98	0,0060	90,00
146	10,68	15,00	0,0060	90,00
147	11,86	15,00	0,0060	87,99
148	11,88	14,66	0,0060	84,24
149	11,90	14,04	0,0060	81,61
150	11,92	13,60	0,0060	77,09
151	11,94	12,85	0,0060	

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q _{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
152	11,96	12,39	0,0060	74,36
153	11,98	12,10	0,0060	72,60
154	12,00	11,93	0,0060	71,56
155	12,02	11,82	0,0060	70,90
156	12,06	11,85	0,0060	71,08
157	12,08	12,01	0,0060	72,05
158	12,10	12,30	0,0060	73,83
159	12,12	12,80	0,0060	76,81
160	12,14	13,14	0,0060	78,83
161	12,16	13,46	0,0060	80,74
162	12,18	13,77	0,0060	82,64
163	12,20	14,57	0,0060	85,38
164	12,54	14,23	0,0060	85,62
165	12,56	10,94	0,0060	65,62
166	12,58	8,95	0,0060	53,72
167	12,60	7,96	0,0060	47,77
168	12,62	7,17	0,0060	43,04
169	12,64	6,55	0,0060	39,33
170	12,66	5,93	0,0060	35,61
171	12,68	5,55	0,0060	33,28
172	12,70	5,27	0,0060	31,63
173	12,72	5,04	0,0060	30,25
174	12,74	4,91	0,0060	29,47
175	12,78	4,90	0,0060	29,41
176	12,80	4,96	0,0060	29,78
177	12,82	5,20	0,0060	31,22
178	12,86	5,22	0,0060	31,35
179	12,88	5,36	0,0060	32,15
180	12,90	5,48	0,0060	32,88
181	12,92	5,52	0,0060	33,12
182	12,94	5,65	0,0060	33,91
183	12,96	5,81	0,0060	34,84
184	12,98	5,96	0,0060	35,77
185	13,00	6,09	0,0060	36,56
186	13,02	6,23	0,0060	37,37
187	13,04	6,30	0,0060	37,82
188	13,06	6,40	0,0060	38,41
189	13,08	6,36	0,0060	38,17
190	13,10	6,28	0,0060	37,70
191	13,12	6,09	0,0060	36,57
192	13,16	5,94	0,0060	35,62
193	13,18	5,97	0,0060	35,82
194	13,20	6,00	0,0060	35,97
195	13,22	6,06	0,0060	36,35
196	13,24	6,21	0,0060	37,27

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
197	13,26	6,28	0,0060	37,70
198	13,28	6,52	0,0060	39,14
199	13,30	6,65	0,0060	39,88
200	13,34	6,65	0,0060	39,92
201	13,36	6,68	0,0060	40,06
202	13,38	6,72	0,0060	40,30
203	13,40	6,74	0,0060	40,42
204	13,42	6,82	0,0060	40,94
205	13,46	6,76	0,0060	40,58
206	13,48	6,96	0,0060	41,75
207	13,50	7,04	0,0060	42,23
208	13,52	7,06	0,0060	42,38
209	13,54	7,22	0,0060	43,32
210	13,56	7,42	0,0060	44,50
211	13,58	7,70	0,0060	46,18
212	13,60	7,73	0,0060	46,39
213	13,64	8,01	0,0060	48,07
214	13,66	8,34	0,0060	50,04
215	13,68	8,45	0,0060	50,72
216	13,70	8,54	0,0060	51,22
217	13,72	8,57	0,0060	51,45
218	13,74	8,60	0,0060	51,62
219	13,76	8,70	0,0060	52,21
220	13,78	8,81	0,0060	52,88
221	13,80	8,93	0,0060	53,55
222	13,82	8,99	0,0060	53,94
223	13,84	8,97	0,0060	53,80
224	13,88	9,00	0,0060	53,99
225	13,90	9,15	0,0060	54,88
226	13,92	9,00	0,0060	53,99
227	13,94	8,75	0,0060	52,52
228	13,96	8,58	0,0060	51,50
229	13,98	8,33	0,0060	50,00
230	14,00	8,20	0,0060	49,18
231	14,04	8,38	0,0060	50,28
232	14,06	8,31	0,0060	49,84
233	14,10	8,23	0,0060	49,36
234	14,12	8,21	0,0060	49,36
235	14,14	7,93	0,0060	49,25
236	14,16	7,90	0,0060	47,61
237	14,17	7,86	0,0060	47,39
238	14,18	7,80	0,0060	47,17
239	14,20	7,90	0,0060	46,78
240	14,24	7,88	0,0060	47,38
241	14,26			47,26

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q _{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
242	14,30	7,82	0,0060	46,91
243	14,32	7,92	0,0060	47,49
244	14,34	8,12	0,0060	48,73
245	14,36	8,22	0,0060	49,31
246	14,38	8,20	0,0060	49,17
247	14,40	8,08	0,0060	48,48
248	14,44	8,08	0,0060	48,49
249	14,46	8,44	0,0060	50,66
250	14,48	8,49	0,0060	50,96
251	14,50	8,37	0,0060	50,20
252	14,54	8,39	0,0060	50,32
253	14,58	8,38	0,0060	50,31
254	14,60	8,37	0,0060	50,23
255	14,62	8,24	0,0060	49,43
256	14,64	8,08	0,0060	48,46
257	14,66	7,90	0,0060	47,38
258	14,68	7,73	0,0060	46,37
259	14,72	7,67	0,0060	46,03
260	14,74	7,74	0,0060	46,41
261	14,76	7,58	0,0060	45,49
262	14,80	7,61	0,0060	45,67
263	14,82	7,81	0,0060	46,88
264	14,86	7,99	0,0060	47,96
265	14,88	8,24	0,0060	49,42
266	14,90	8,45	0,0060	50,72
267	14,92	8,64	0,0060	51,85
268	14,94	8,75	0,0060	52,51
269	14,96	8,80	0,0060	52,81
270	14,98	8,89	0,0060	53,37
271	15,00	8,98	0,0060	53,91
272	15,02	8,87	0,0060	53,20
273	15,04	8,83	0,0060	52,96
274	15,06	8,81	0,0060	52,85
275	15,07	8,80	0,0060	52,79

CPT eredmények közbenső értéke - CPTu 2törölt

Sz.	Mélység [m]	q _{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
1			0,0060	10,99
2	4,07	1,83	0,0060	10,99
3	4,07	1,83	0,0060	10,89
4	4,08	1,81	0,0060	10,78
5	4,10	1,80	0,0060	10,81
6	4,14	1,80	0,0060	10,94
7	4,16	1,82	0,0060	11,53
8	4,18	1,92	0,0060	11,96
	4,20	1,99		

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
9	4,22	2,04	0,0060	12,26
10	4,24	2,08	0,0060	12,50
11	4,26	2,11	0,0060	12,64
12	4,28	2,15	0,0060	12,90
13	4,30	2,21	0,0060	13,28
14	4,32	2,31	0,0060	13,86
15	4,34	2,44	0,0060	14,64
16	4,36	2,60	0,0060	15,58
17	4,38	2,71	0,0060	16,28
18	4,40	2,73	0,0060	16,40
19	4,42	2,71	0,0060	16,24
20	4,44	2,67	0,0060	16,02
21	4,48	2,70	0,0060	16,21
22	4,50	2,75	0,0060	16,63
23	4,52	2,77	0,0060	16,86
24	4,54	2,81	0,0060	17,17
25	4,56	2,86	0,0060	17,58
26	4,58	2,91	0,0200	58,02
27	4,60	2,90	0,0200	57,20
28	4,62	2,86	0,0200	55,44
29	4,64	2,77	0,0200	53,40
30	4,66	2,67	0,0200	51,36
31	4,68	2,57	0,0200	48,55
32	4,70	2,54	0,0250	62,52
33	4,72	2,50	0,0250	60,73
34	4,74	2,43	0,0250	58,45
35	4,76	2,34	0,0250	57,10
36	4,78	2,28	0,0250	55,44
37	4,82	2,27	0,0060	13,45
38	4,84	2,24	0,0060	12,95
39	4,86	2,16	0,0060	12,34
40	4,88	2,06	0,0060	11,72
41	4,90	1,95	0,0060	10,79
42	4,92	1,80	0,0060	10,14
43	4,94	1,69	0,0060	9,49
44	4,96	1,58	0,0060	8,45
45	4,98	1,41	0,0060	7,75
46	5,00	1,29	0,0060	7,57
47	5,04	1,26	0,0060	7,93
48	5,06	1,32	0,0060	8,15
49	5,08	1,36	0,0060	8,50
50	5,10	1,42	0,0060	9,17
51	5,12	1,53	0,0060	9,59
52	5,14	1,60	0,0060	9,80
53	5,16	1,63	0,0060	

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
54	5,18	1,65	0,0250	41,30
55	5,20	1,65	0,0250	41,30
56	5,22	1,64	0,0250	40,95
57	5,24	1,60	0,0250	39,95
58	5,26	1,56	0,0250	39,12
59	5,28	1,50	0,0250	37,62
60	5,30	1,44	0,0250	35,90
61	5,32	1,38	0,0250	34,48
62	5,34	1,33	0,0250	33,27
63	5,36	1,28	0,0250	31,93
64	5,38	1,22	0,0250	30,60
65	5,40	1,15	0,0250	28,62
66	5,42	1,06	0,0250	26,40
67	5,44	0,98	0,0250	24,40
68	5,46	0,89	0,0250	22,25
69	5,48	0,81	0,0250	20,38
70	5,50	0,76	0,0250	18,88
71	5,56	0,74	0,0200	14,86
72	5,58	0,80	0,0200	15,96
73	5,60	0,86	0,0200	17,30
74	5,62	0,95	0,0200	18,92
75	5,64	0,93	0,0200	18,52
76	5,66	0,88	0,0200	17,58
77	5,68	0,83	0,0200	16,62
78	5,70	0,79	0,0200	15,84
79	5,72	0,78	0,0200	15,58
80	5,74	0,77	0,0200	15,48
81	5,76	0,75	0,0200	14,96
82	5,78	0,71	0,0200	14,26
83	5,80	0,70	0,0200	13,92
84	5,86	0,71	0,0200	14,16
85	5,88	0,76	0,0200	15,14
86	5,90	0,88	0,0200	17,64
87	5,92	1,06	0,0200	21,12
88	5,94	1,18	0,0200	23,50
89	5,96	1,08	0,0200	21,60
90	5,98	0,95	0,0200	18,92
91	6,00	0,92	0,0250	23,10
92	6,02	1,05	0,0200	21,06
93	6,04	1,32	0,0200	26,38
94	6,06	1,60	0,0200	31,92
95	6,08	1,75	0,0200	35,02
96	6,10	1,99	0,0200	39,72
97	6,12	2,53	0,0200	50,58
98	6,14	3,19	0,0300	95,76

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
54	5,18	1,65	0,0250	41,30
55	5,20	1,65	0,0250	41,30
56	5,22	1,64	0,0250	40,95
57	5,24	1,60	0,0250	39,95
58	5,26	1,56	0,0250	39,12
59	5,28	1,50	0,0250	37,62
60	5,30	1,44	0,0250	35,90
61	5,32	1,38	0,0250	34,48
62	5,34	1,33	0,0250	33,27
63	5,36	1,28	0,0250	31,93
64	5,38	1,22	0,0250	30,60
65	5,40	1,15	0,0250	28,62
66	5,42	1,06	0,0250	26,40
67	5,44	0,98	0,0250	24,40
68	5,46	0,89	0,0250	22,25
69	5,48	0,81	0,0250	20,38
70	5,50	0,76	0,0250	18,88
71	5,56	0,74	0,0200	14,86
72	5,58	0,80	0,0200	15,96
73	5,60	0,86	0,0200	17,30
74	5,62	0,95	0,0200	18,92
75	5,64	0,93	0,0200	18,52
76	5,66	0,88	0,0200	17,58
77	5,68	0,83	0,0200	16,62
78	5,70	0,79	0,0200	15,84
79	5,72	0,78	0,0200	15,48
80	5,74	0,77	0,0200	14,96
81	5,76	0,75	0,0200	14,26
82	5,78	0,71	0,0200	13,92
83	5,80	0,70	0,0200	14,16
84	5,86	0,71	0,0200	15,14
85	5,88	0,76	0,0200	17,64
86	5,90	0,88	0,0200	21,12
87	5,92	1,06	0,0200	23,50
88	5,94	1,18	0,0200	21,60
89	5,96	1,08	0,0200	18,92
90	5,98	0,95	0,0250	23,10
91	6,00	0,92	0,0200	21,06
92	6,02	1,05	0,0200	26,38
93	6,04	1,32	0,0200	31,92
94	6,06	1,60	0,0200	35,02
95	6,08	1,75	0,0200	39,72
96	6,10	1,99	0,0200	50,58
97	6,12	2,53	0,0200	95,76
98	6,14	3,19	0,0300	

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
99	6,16	3,55	0,0300	106,59
100	6,18	3,69	0,0300	110,76
101	6,20	3,62	0,0300	108,69
102	6,22	3,39	0,0300	101,64
103	6,24	3,13	0,0300	94,02
104	6,26	2,92	0,0200	58,36
105	6,28	2,73	0,0200	54,52
106	6,30	2,50	0,0200	50,10
107	6,32	2,31	0,0200	46,10
108	6,36	2,32	0,0250	57,98
109	6,38	2,32	0,0250	57,98
110	6,40	2,17	0,0250	54,13
111	6,42	1,84	0,0200	36,80
112	6,46	1,64	0,0200	32,84
113	6,48	1,64	0,0200	47,84
114	6,48	2,39	0,0200	98,85
115	6,50	3,29	0,0300	105,09
116	6,52	3,50	0,0300	99,42
117	6,54	3,31	0,0300	91,89
118	6,56	3,06	0,0300	52,70
119	6,58	2,63	0,0200	55,26
120	6,62	2,76	0,0200	111,24
121	6,64	3,71	0,0300	139,59
122	6,66	4,65	0,0300	169,14
123	6,68	5,64	0,0300	206,85
124	6,70	6,89	0,0300	259,83
125	6,72	8,66	0,0300	260,93
126	6,74	10,44	0,0250	300,05
127	6,76	12,00	0,0250	80,82
128	6,78	13,47	0,0060	90,00
129	6,80	15,00	0,0060	90,00
130	9,96	15,00	0,0060	88,24
131	9,98	14,71	0,0060	87,59
132	10,02	14,60	0,0060	90,00
133	10,06	15,00	0,0060	90,00
134	10,36	15,00	0,0060	90,00
135	10,40	15,00	0,0060	87,32
136	11,08	15,00	0,0060	87,10
137	11,10	14,55	0,0060	83,82
138	11,14	14,52	0,0060	82,56
139	11,16	13,97	0,0060	82,31
140	11,18	13,76	0,0060	81,83
141	11,20	13,72	0,0060	80,84
142	11,22	13,64	0,0060	79,96
143	11,24	13,47	0,0060	
	11,26	13,33		

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	Mélység [m]	q_{cz} [MPa]	Tény. [-]	Köpenysúrl. [kPa]
144	11,28	13,08	0,0060	78,49
145	11,30	12,87	0,0060	77,20
146	11,32	12,62	0,0060	75,73
147	11,34	12,38	0,0060	74,29
148	11,36	12,19	0,0060	73,16
149	11,38	12,04	0,0060	72,22
150	11,40	11,93	0,0060	71,55
151	11,44	12,00	0,0060	71,98
152	11,46	12,27	0,0060	73,64
153	11,48	12,58	0,0060	75,50
154	11,50	12,88	0,0060	77,30
155	11,52	13,29	0,0060	79,76
156	11,54	13,69	0,0060	82,15
157	11,56	14,01	0,0060	84,04
158	11,58	14,56	0,0060	87,37
159	11,60	14,93	0,0060	89,59
160	11,62	15,00	0,0060	90,00
161	13,86	15,00	0,0060	90,00
162	13,88	13,71	0,0060	82,24
163	13,90	11,29	0,0060	67,75
164	13,94	10,93	0,0060	65,56
165	13,96	13,44	0,0060	80,63
166	13,98	15,00	0,0060	90,00
167	15,07	15,00	0,0060	90,00

Függőleges cölöpteherbírás számítás - eredmények közbelső értékei

$d_{eq} = 0,60 \text{ m}$
 $d_{s,eq} = 0,60 \text{ m}$
 $A_b = 0,28 \text{ m}^2$
 $\alpha_p = 0,80$
 $s = 1,00$
 $\beta = 1,00$

Függőleges teherbírás számítás - eredmények

A számítás lefutott az összes mérésre.

$R_{c,min} = 1590,21 \text{ kN}$
 $\xi_4 = 1,15$
 $R_{c,mean} = 1898,20 \text{ kN}$
 $\xi_3 = 1,23$
 $R_c = 1377,34 \text{ kN}$
 $R_{cd} = 1229,18 \text{ kN}$
 $F_{s,d} = 1000,00 \text{ kN}$

$R_{cd} = 1229,18 \text{ kN} > F_{s,d} = 1000,00 \text{ kN}$
cölöp ellenőrzése teherbírásra MEGFELELŐ

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Süllyedésszámítás - EN 1997-2

Süllyedés számítás:

Hasznos teher	F_s	=	750,00 kN
Cölöp teherbírása	R_s	=	666,87 kN
Teherbírás a talpnál	R_b	=	83,13 kN
Cölöptalp süllyedés	w_{base}	=	6,6 mm
Cölöp rugalmas alakváltozás	$w_{el,d}$	=	0,8 mm
Teljes süllyedés	$w_{1,d}$	=	7,4 mm

Cölöpsüllyedés-számítás - eredmények

Az $F_s = 750,00$ kN terhelésre a cölöp süllyedése = 7,4 mm

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Sz.	x [m]	y [m]	α [°]	Irány
4	0,90	0,90	0,00	az origó irányába

Geometria

Mélység a terepszintől $h_z = 4,07$ m
Cölöpfej eltolása $h = 0,00$ m
Cölöpfej vastagsága $t = 0,70$ m
Cölöpök hossza $l = 11,00$ m

Szerkezet anyaga

Térfogatsúly $\gamma = 23,00$ kN/m³
Beton szerkezet számítása az alábbi szabványnak megfelelően történt EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 30/37

Átlagos próbatest nyomószilárdsága $f_{ck} = 30,00$ MPa
Átlagos húzószilárdság $f_{ctm} = 2,90$ MPa
Nyomómodulus $E_{cm} = 33000,00$ MPa
Húzómodulus $G = 13750,00$ MPa

Hérvas : B500

Átlagos határ $f_{yk} = 500,00$ MPa

Hérvas : B500

Átlagos határ $f_{yk} = 500,00$ MPa

Függőleges rugók számítása

Hasznos teher (függőleges rugók számítására) : 1 sz. teher

Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	2,20	Homokos iszap (MS), lágy konzisztencia	
2	5,90	Izapos homok (SM)	
3	7,90	Kavicsos iszap (MG), szilárd konzisztencia	
4	-	Kavicsos iszap (MG), szilárd konzisztencia	

Sz.	Téher	Név	Típus	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]	M _z [kNm]
1	új	új	új	3050,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	vált.	vált.	vált.						
1	Igen	1 sz. teher	Hasznos						

Talajvízszint

Talajvízszint az eredeti tereptől 3,50 m mélységben van.

Analízis beállítások

Számítás típusa : rugó módszer
Cölöp típusa : lebegő cölöpök - rugók merevségének számítása a talajparaméterekből
Cölöpök / cölöpfej kapcsolat : befogott

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Reakció modulusa : CSN 73 1004 szerint

Számítás eredménye (Kivitelezési fázis 1)

Maximális igénybevételek (összes tehereset)

Maximális nyomóerő = -788,80 kN
Minimális nyomóerő = -258,15 kN
Max. hajlítónyomaték = 0,00 kNm
Max. nyíróerő = 0,00 kN

Maximális elmozdulások (csak üzemi teheresetek)

Max. süllyedés = 54,5 mm
Cölöpfej maximális vízszintes elmozdulása = 0,0 mm
Cölöpfej max. elfordulása = 0,0E+00 °

Ellenőrzés Sz. 1 (Kivitelezési fázis 1)

Cölöpök méretezése - adatbevitel

Számítás lefutott a(z) 1. (1 sz. teher) teheresetre
Vasalás erre : cölöp 1 - 1.

Előírt nyomott keresztmetszet ellenőrzése:

Vasalás - 6 db vas átm. 16,0 mm; betontakarás 75,0 mm
Szerkezet típusa (vashányad) : cölöp
Vashányad $\rho = 0,960 \% > 0,500 \% = \rho_{min}$
Tehetőség : $N_{Ed} = -788,80$ kN (nyomás) ; $M_{Ed} = 0,00$ kNm
Tervezés : $N_{Rd} = -2424,11$ kN; $M_{Rd} = 48,48$ kNm
Választott cölöp vasalás **MEGFELELŐ**

Előírt keresztmetszet ellenőrzése:

Választott vasalás - profil 8,0 mm; kiosztás 200,0 mm
 $A_{s,req} = 502,7$ mm²
Tervezési nyíróerő: $V_{Rd} = 157,35$ kN $> 0,00$ kN = V_{Ed}
Választott keresztmetszet **MEGFELELŐ**.
Külső minimális nyírási vasalás

Cölöpök eloszlása a szerkezeten

Mélység [m]	Nyíróerő Q [kN]	Hajlítónyomaték M [kNm]	Normálerő N [kN]
0.00	0.00	0.00	-788.80
1.10	0.00	0.00	-765.59
2.20	0.00	0.00	-716.08
3.30	0.00	0.00	-666.76
4.40	0.00	0.00	-606.46
5.50	0.00	0.00	-547.79
6.60	0.00	0.00	-497.64
7.70	0.00	0.00	-439.01
8.80	0.00	0.00	-371.94
9.90	0.00	0.00	-296.43
11.00	0.00	0.00	-258.15

Nem üzleti célú felhasználásra

Kovács Dávid László

Adatbev. (Kivitelezési fázis 2)

Téher

Sz.	Téher		Név	Típus	N	M _x	M _y	H _x	H _y	M _z
	új	vált.			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	Nem	Nem	1 sz. téher	Hasznos	3050,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Alapvízszint

Alapvízszint az eredeti tereptől 3,50 m mélységben van.

Kivitelezési fázis beállításai

Számítás eredménye (Kivitelezési fázis 2)

Maximális igénybevételek (összes tehereset)

Maximális nyomóerő = -788,80 kN
 Minimális nyomóerő = -258,15 kN
 Max. hajlítónyomaték = 0,00 kNm
 Max. nyíróerő = 0,00 kN

Maximális elmozdulások (csak üzemi teheresetek)

Max. süllyedés = 54,5 mm
 Cölöpfej maximális vízszintes elmozdulása = 0,0 mm
 Cölöpfej max. elfordulása = 0,0E+00 °

8. CÖLÖPKIMUTATÁS

Cölöp neve	Átmérő (mm)	Cölöp felső sík (mRel)	Cölöp alsó sík (mRel)	Cölöpre jutó erő (kN)	Cölöphossz (m)	Vasalás típusa
C1	400	-4,07	-13,07	673,2	9	104
C2	600	-4,07	-10,07	890,5	6	103
C3	600	-4,07	-10,07	861,3	6	103
C4	600	-4,07	-10,07	861,3	6	103
C5	600	-4,07	-10,07	861,3	6	103
C6	600	-4,07	-10,07	861,3	6	103
C7	600	-4,07	-10,07	897,9	8	103
C8	600	-4,07	-12,07	712,5	6	103
C9	600	-4,07	-10,07	712,5	6	103
C10	600	-4,07	-10,07	912	8	103
C11	600	-4,07	-12,07	1295,9	9	102
C12	600	-4,07	-13,07	717,5	6	103
C13	600	-4,07	-10,07	1392,61	9	102
C14	600	-4,07	-13,07	1158,8	8	103
C15	600	-4,07	-12,07	957,4	8	103
C16	600	-4,07	-12,07	722,3	6	103
C17	600	-4,07	-10,07	724,2	6	103
C18	600	-4,07	-10,07	726,2	6	103
C19	600	-4,07	-10,07	863,8	6	103
C20	600	-4,07	-10,07	973	8	103
C21	600	-4,07	-12,07	1108,4	8	103
C22	600	-4,07	-12,07	717,5	6	103
C23	600	-4,07	-10,07	910	8	103
C24	600	-4,07	-12,07	323,2	5	105
C25	600	-4,07	-9,07	387,8	5	105
C26	400	-4,07	-9,07	490	9	104
C27	400	-4,07	-13,07	581	9	104
C28	400	-4,07	-13,07	581	9	104
C29	400	-4,07	-13,07	581	9	104
C30	400	-4,07	-13,07	619,9	9	104
C31	400	-4,07	-13,07	658,7	9	104
C32	400	-4,07	-13,07	658,7	9	104
C33	400	-4,07	-13,07	658,7	9	104
C34	400	-4,07	-13,07	658,7	9	104
C35	400	-4,07	-13,07	639,2	9	104
C36	400	-4,07	-13,07	697,5	9	104
C37	400	-4,07	-13,07	577,8	9	104
C38	400	-4,07	-13,07	577,8	9	104
C39	400	-4,07	-13,07	577,8	9	104
C40	400	-4,07	-13,07	577,8	9	104
C41	400	-4,07	-13,07	589,2	9	104
C42	400	-4,07	-13,07	600,7	9	104
C43	400	-4,07	-13,07	600,7	9	104
C44	400	-4,07	-13,07	689,4	9	104
C45	400	-4,07	-13,07			

Cölöp neve	Átmérő (mm)	Cölöp felső sík (mRel)	Cölöp alsó sík (mRel)	Cölöpre jutó erő (kN)	Cölöphossz (m)	Vasalás típusa
C46	400	-4,07	-13,07	673,2	9	104
C47	400	-4,07	-13,07	673,2	9	104
C48	400	-4,07	-13,07	673,2	9	104
C49	400	-4,07	-9,07	360	5	105
C50	400	-4,07	-9,07	249	5	105
C51	400	-4,07	-10,07	876,8	6	103
C52	600	-4,07	-9,07	438,4	5	105
C53	400	-4,07	-12,07	925	8	103
C54	600	-4,07	-9,07	465,7	5	105
C55	400	-4,77	-9,77	191,3	5	105
C56	400	-4,77	-9,77	393,8	5	105
C57	400	-4,77	-9,77	387,1	5	105
C58	400	-4,77	-9,77	297,5	5	105
C59	400	-4,77	-9,77	255	5	105
C60	400	-4,77	-9,77	127,5	5	105
C61	400	-4,77	-9,77	410	9	104
C62	400	-4,07	-13,07	603,5	9	104
C63	400	-4,07	-13,07	521,8	5	105
C64	400	-4,77	-9,77	166,9	5	105
C65	400	-4,77	-9,77	259,9	5	105
C66	400	-4,77	-9,77	300,9	5	105
C67	400	-4,77	-9,77	256	5	105
C68	400	-4,77	-9,77	191,3	5	105
C69	400	-4,77	-9,77	95,6	5	105
C70	400	-4,77	-9,77	315	6	103
C71	400	-4,07	-10,07	802,5	5	105
C72	600	-4,07	-9,07	100,8	5	105
C73	400	-4,07	-9,07	100,5	5	105
C74	400	-4,07	-9,07	107,7	5	105
C75	400	-4,07	-9,07	161,5	5	105
C76	400	-4,07	-9,07	187	5	105
C77	400	-4,07	-9,07	76,5	8	103
C78	400	-4,07	-12,07	762,5	8	103
C79	600	-4,07	-12,07	762,5	8	103
C80	600	-4,07	-12,07	762,5	8	103
C81	600	-4,07	-12,07	762,5	9	104
C82	400	-4,07	-13,07	575	9	104
C83	400	-4,07	-13,07	575	9	104
C84	400	-4,07	-13,07	575	9	104
C85	400	-4,07	-13,07	600	9	104
C86	400	-4,07	-13,07	600	9	104
C87	400	-4,07	-13,07	600	9	104
C88	400	-4,07	-13,07	600	11	101
C89	400	-4,07	-15,07	762,5	11	101
C90	600	-4,07	-15,07	762,5	11	101
C91	600	-4,07	-15,07	762,5	11	101
C92	600	-4,07	-15,07	762,5	11	101
C93	600	-4,07	-15,07	762,5	11	101

Cölöp neve	Átmérő (mm)	Cölöp felső sík (mRel)	Cölöp alsó sík (mRel)	Cölöpre jutó erő (kN)	Cölöphossz (m)	Vasalás típusa
			-15,07	800	11	101
C94	600	-4,07	-15,07	800	11	101
C95	600	-4,07	-15,07	800	11	101
C96	600	-4,07	-15,07	800	11	101
C97	600	-4,07	-15,07	1075	11	101
C98	600	-4,07	-15,07	1075	11	101
C99	600	-4,07	-15,07	1075	11	101
C100	600	-4,07	-15,07	1075	11	101
C101	600	-4,07	-15,07	925	11	101
C102	600	-4,07	-15,07	925	11	101
C103	600	-4,07	-15,07	925	11	101
C104	600	-4,07	-15,07	925	9	102
C105	600	-4,07	-13,07	1333,3	9	102
C106	600	-4,07	-13,07	1333,3	9	102
C107	600	-4,07	-13,07	1333,3	11	101
C108	600	-4,07	-15,07	1205,7	11	101
C109	600	-4,07	-15,07	1478,5	11	101
C110	600	-4,07	-15,07	1610,2	8	103
C111	600	-4,07	-12,07	1151,8	8	103
C112	600	-4,07	-12,07	1093,8	11	101
C113	600	-4,07	-15,07	1333,3	11	101
C114	600	-4,07	-15,07	1333,3	11	101
C115	600	-4,07	-15,07	1450	11	101
C116	600	-4,07	-15,07	1450	11	101
C117	600	-4,07	-15,07	700	9	104
C118	600	-4,07	-13,07	700	9	104
C119	400	-4,07	-13,07			
C120	400	-4,07	-13,07			

Összesítés:	φ400 (fm)	φ600 (fm)
	445	517



A magasságok balti rendszerben értendők!

Az alábbi tervlapokkal együtt kezelendő:
R-2 Fúrési helyszínrajz

PADLÓSZINTEK:
1. emelet: 110.61 m
2. emelet: 113.65 m
3. emelet: 116.69 m
4. emelet: 119.74 m
5. emelet: 122.79 m
6. emelet: 125.81 m

szintezési alappont:
csatornafedél, 105.79 mBf

Teve utca
(27723)

aszfalt út

föld

járda

105.68

105.64

105.71

105.79

105.78

105.76

105.75

105.89

105.86

105.93

105.80

105.93

105.94

105.95

105.94

105.93

105.89

105.88

105.91

105.93

105.86

105.89

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

105.93

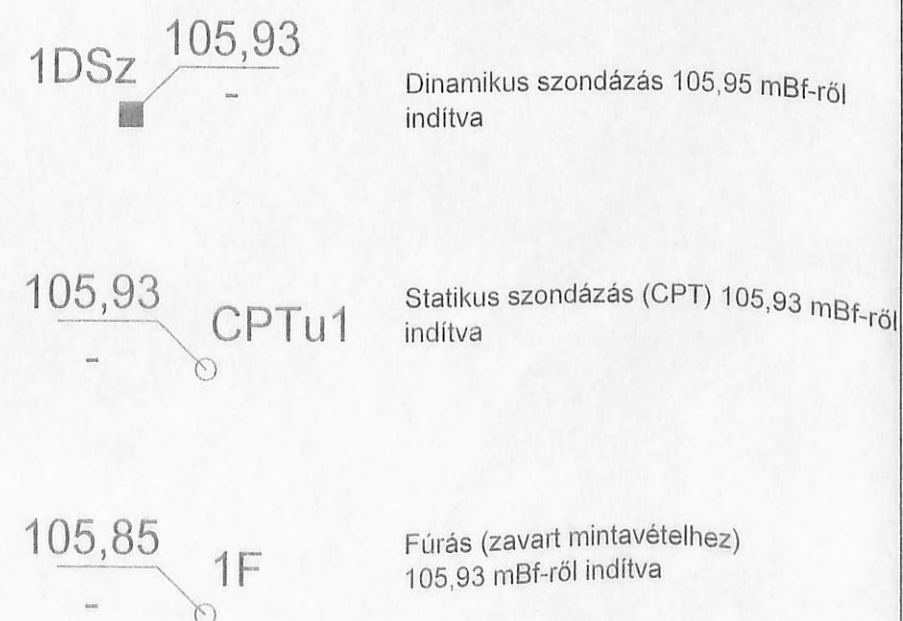
105.93

105.93

1



Jelmagyarázat:



A magasságok balti rendszerben értendők!

Az alábbi tervlapokkal együtt kezelendő:

- R-1 Helyszínrajz
- R-3 Fúrásszelvény
- R-4 Rétegszelvény



1F
105,85

			ρ_n (γ/m^3)	φ ($^\circ$)	C (kPa)	Es (MN/m 2)
Épülettörmelékes, homokos iszap, FELTÖLTÉS	0,0-2,2 m		1,8-1,9	23-25	10-15	3-7
szerves iszapos homok/ homokos iszap/ kövér agyag	2,2-8,1 m	nytv.: 5,7 m 2016.11.23.	1,5-1,7	20-28	5-80	2-4
Iszapos HOMOK	8,1-10,0 m		1,8-2,0	27-29	10-15	10-12
Feltételezett agyag felszín	10,0-12,0 m					

A magasságok balti rendszerben értendők!

Az alábbi tervlapokkal együtt kezelendő:
R-2 Fúrási helyszínrajz



SZENT ISTVÁN
EGYETEM



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Egység:

Építőmérnöki intézet

Tárgy:

Diplomamunka (Geotechnika szakirány)

Dátum:

2018/19

Feladat:

Fúrásszelvény

Méretarány:

1:100

Rajzméret:

A4

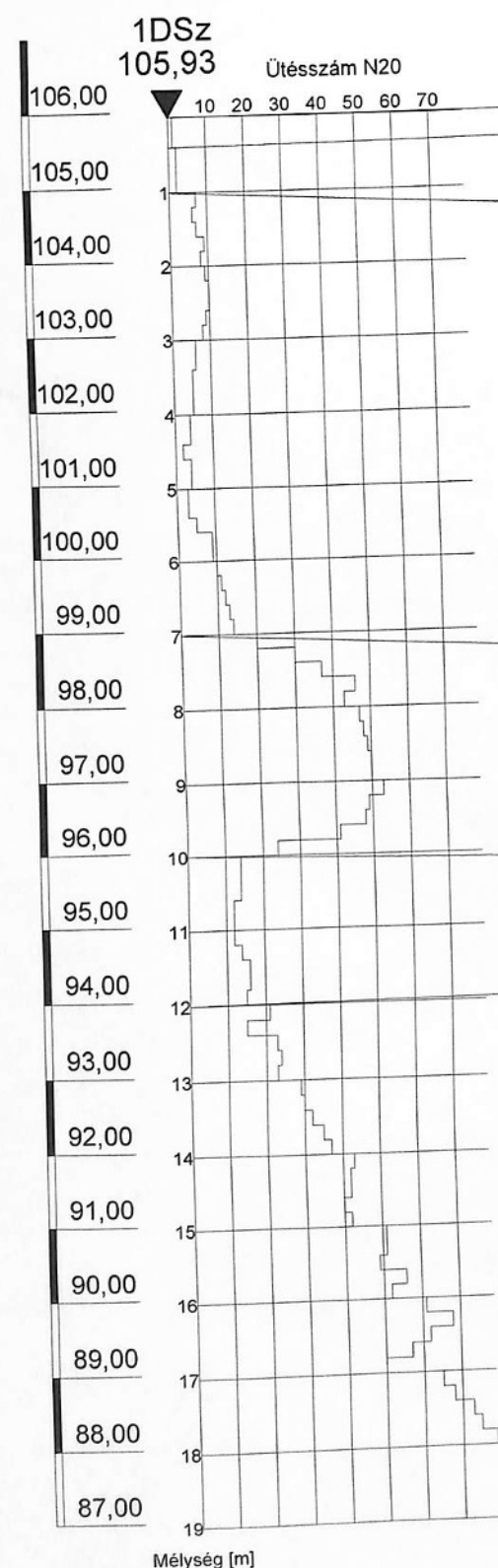
Rajzsám:

R-3

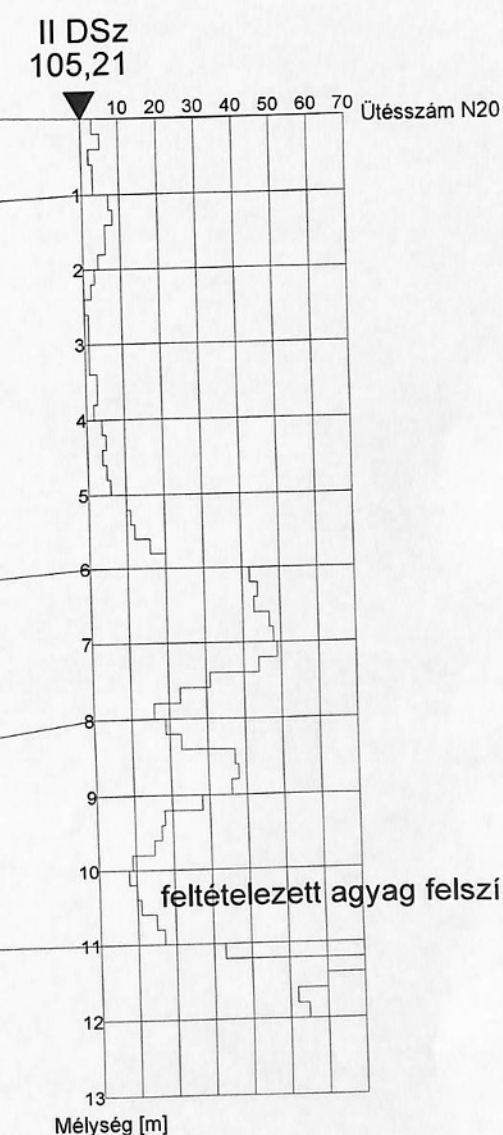
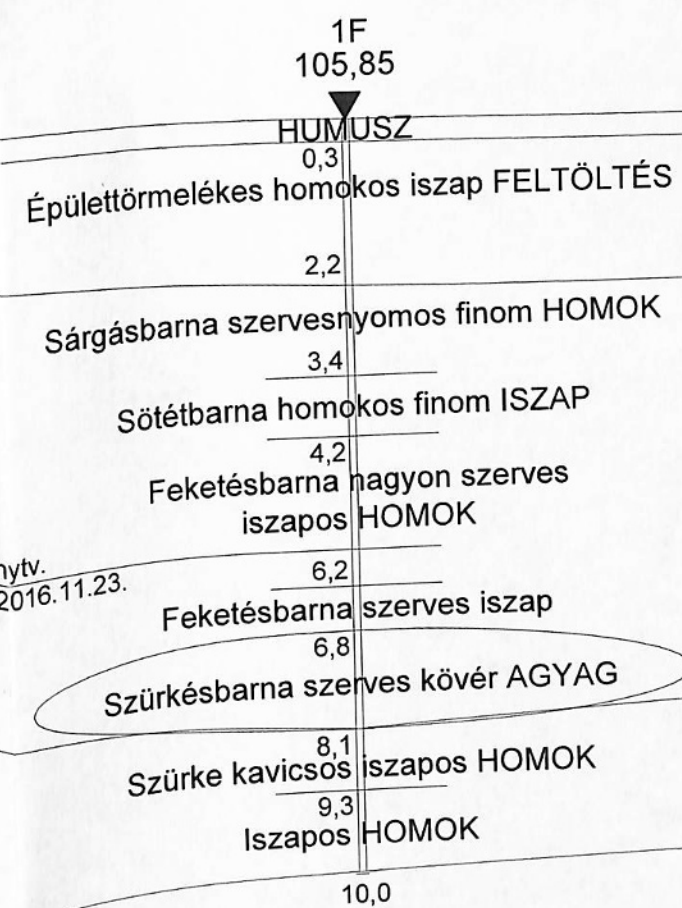
K:

Külső konzulens: Petik Csaba

Belső konzulens: Firgi Tibor



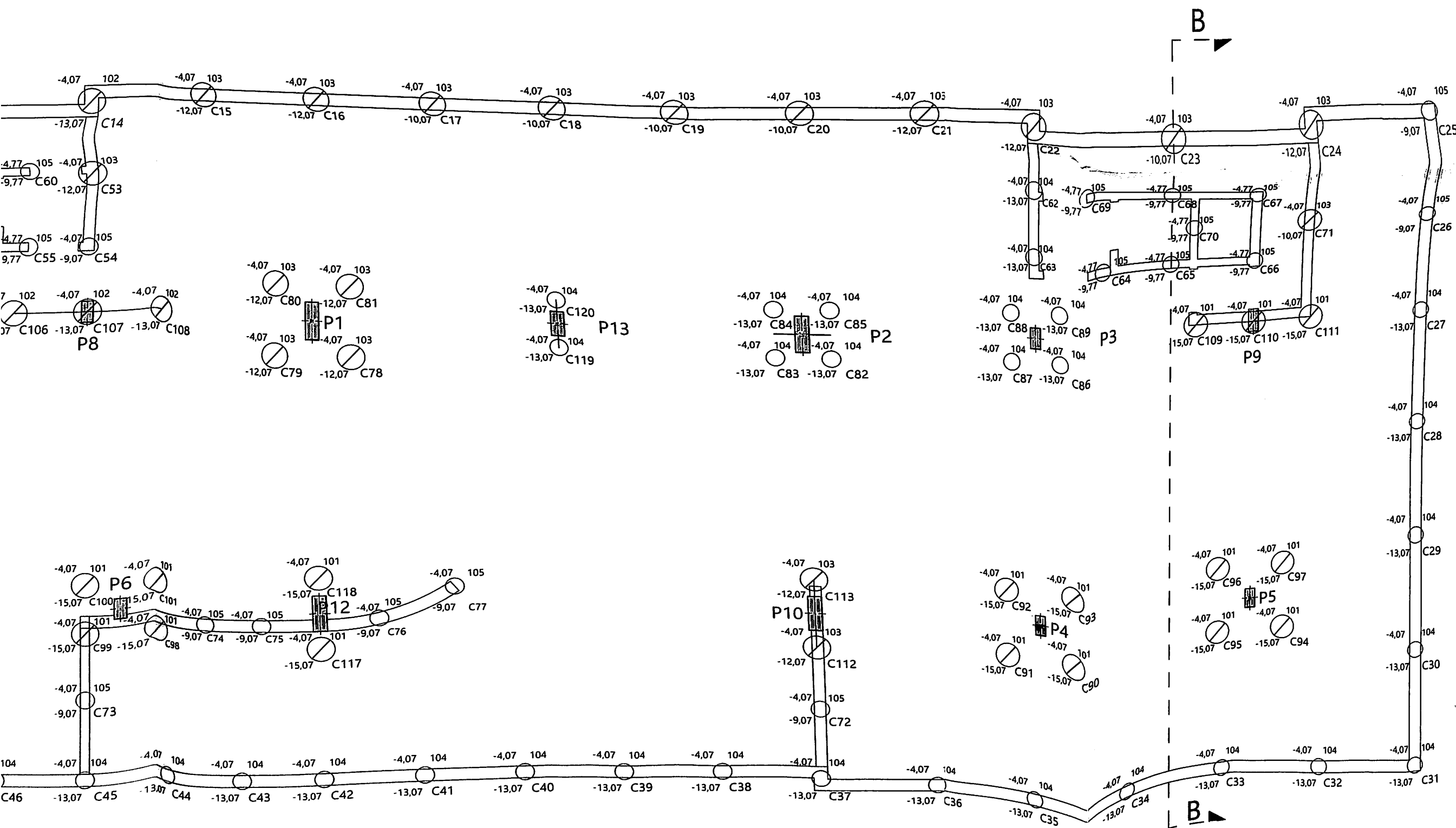
Feltételezett agyag felszín



A magasságok balti rendszerben értendők!

Az alábbi tervlapokkal együtt kezelendő:
R-2 Fúrási helyszínrajz

		Egység: Építőmérnöki intézet	
Tárgy: Diplomamunka (Geotechnika szakirány)		Dátum: 2018/19	
Feladat: Rétegszelvény	Méretarány: 1:100	Rajzméret: A3	Rajzsám: R-4
Nep. kód:		Külső konzulens: Petik Csaba	
		Belső konzulens: Firgi Tibor	



Jelmagyarázat:

Cölöp felső síkja
Cölöp alsó síkja
Vasalás típusa
Cölöpszám

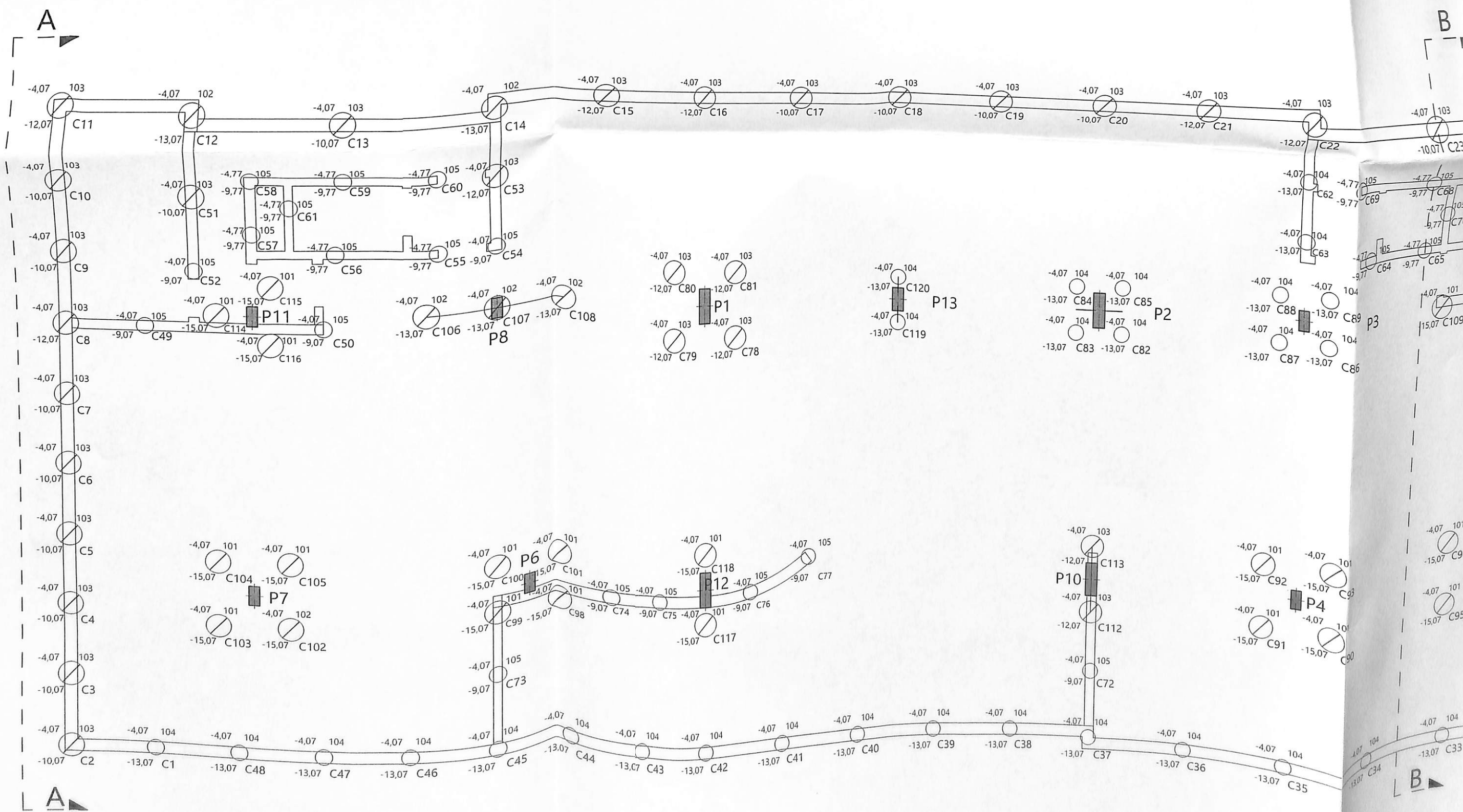
Cölöpcsoport neve

Φ40 cölöp

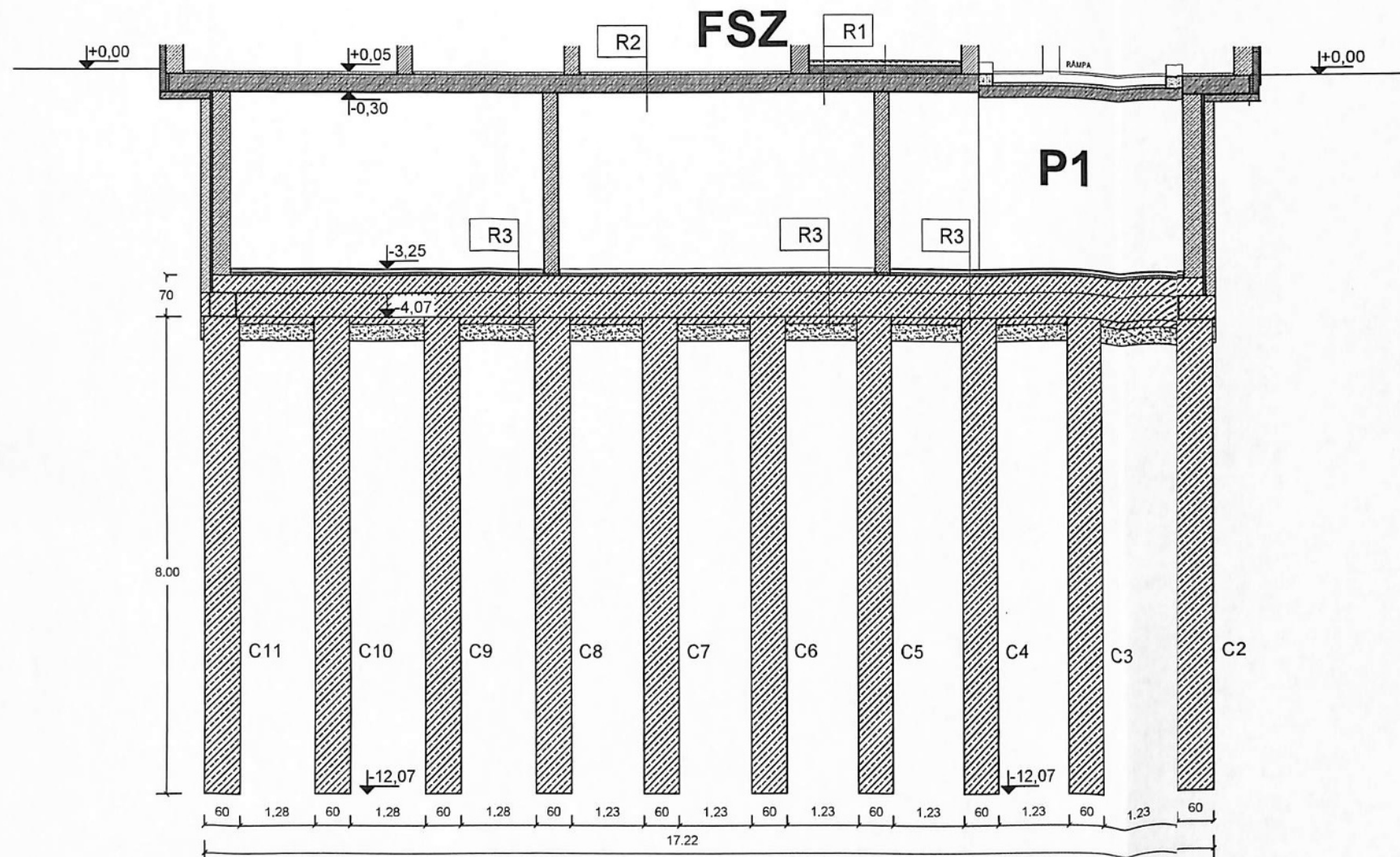
Φ60 cölöp

Az alábbi tervlapokkal együtt kezelendő:
R-6 A-A metszet (cölöpök)
R-7 B-B metszet (cölöpök)
R-8 Vasalási terv (cölöpök)

Egység:



A-A
metszet
M 1:100



R1 lefelé hűlő födém
2 cm padlóburkolat
6 cm aljzatbeton
1 rtg. technológiai fólia
2 cm PS üszkítő réteg
13 cm PS hőszigetelés
22 cm mon. vb. födém
1,5 cm beltéri vakolat
glettelés, festés

R2 garázs közbső födém
1 rtg. műgyanta padlóburkolat
5 cm aljzatbeton
1 rtg. polipropilén filc elválasztó réteg
30 cm vasbeton födém

R3 garázs padló
1 rtg. műgyanta padlóburkolat
7 cm aljzatbeton
5 cm EPS hab hőszigetelés
1 rtg. polipropilén filc elválasztó réteg
70 cm monolit vasbeton leterhelő lemez (statikailag méretezett ellenszerkezet)
1 rtg. Kraiburg Kraitec Top gumi lemez szigetelés védelem (10 mm vtg.)
2rtg. Villas üvegszövet hordozóréteg SBS modifikált bitumenes lemez talajvíznyomás elleni vízszigetelés lángolvasztással
1 rtg. Pormex kellősitő alapozás
12 cm ajzatbeton (C12) a széleken 15 cm vastagságban, hálós vasalással
20 cm tömörített homokos kavics terítés

JELMAGYARÁZAT:

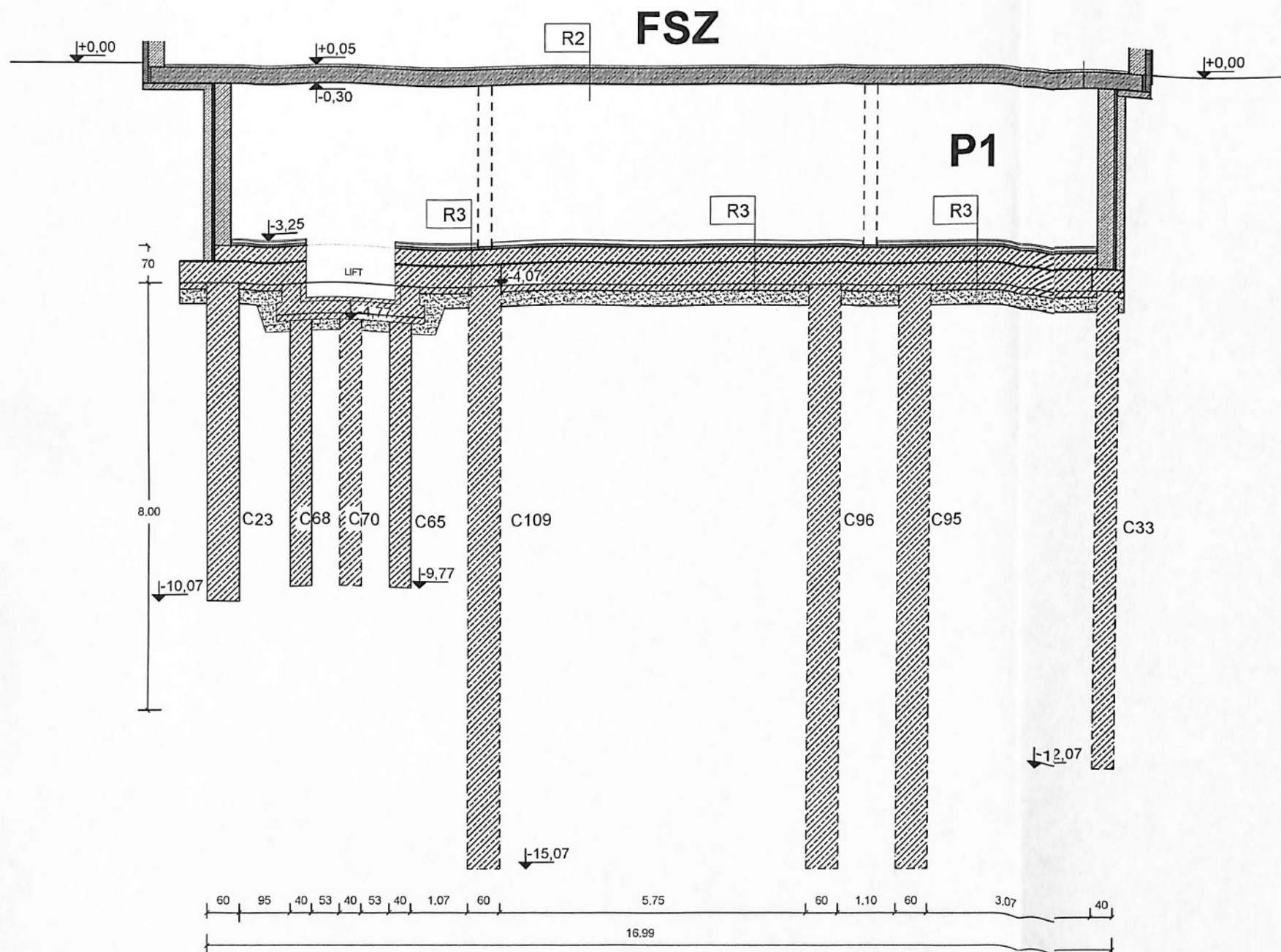
- vasbeton szerkezetek
- XPS hőszigetelés
- Porotherm válaszfal
- Porotherm K falazóblokk
- Tömörített homokos kavics terítés

Megjegyzés:
±0,00= 106,08 mBf

Az alábbi tervlapokkal együtt kezelendő:
R-5 cölöpkiosztás

		Egység: Építőmérnöki intézet	
Tárgy: Diplomamunka (Geotechnika szakirány)		Dátum: 2018/19	
Feladat: A-A metszet (cölöpök)	Méretarány: 1:100	Rajzméret: A3	Rajzszám: R-6
Nem kód:		Külső konzulens: Petik Csaba	
		Belső konzulens: Firgi Tibor	

B-B
metszet
M 1:100



R1 lefelé hűlő födém
2 cm padlóburkolat
6 cm aljzatbeton
1 rtg. technológiai fólia
2 cm PS úsztató réteg
13 cm PS hőszigetelés
22 cm mon. vb. födém
1,5 cm beltéri vakolat
glettelés, festés

R2 garázs közbelső födém
1 rtg. műgyanta padlóburkolat
5 cm aljzatbeton
1 rtg. polipropilén filc elválasztó réteg
30 cm vasbeton födém

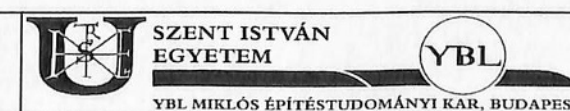
R3 garázs padló
1 rtg. műgyanta padlóburkolat
7 cm aljzatbeton
5 cm EPS hab hőszigetelés
1 rtg. polipropilén filc elválasztó réteg
70 cm monolit vasbeton leterhelő lemez (statikailag méretezett ellenszerkezet)
1 rtg. Kraiburg Kraitec Top gumi lemez szigetelés védelem (10 mm vtg.)
2rtg. Villas üvegszövet hordozórétegű SBS modifikált bitumenes lemez talajvíznyomás elleni vízszigetelés lángolvasztással
1 rtg. Pormex kellőítő alapozás
12 cm aljzatbeton (C12) a széleken 15 cm vastagságban, hálós vasalással
20 cm tömörített homokos kavics terítés

JELMAGYARÁZAT:

-  vasbeton szerkezetek
-  XPS hőszigetelés
-  Porotherm válaszfal
-  Porotherm K falazóblokk
-  Tömörített homokos kavics terítés

Megjegyzés:
±0,00= 106,08 mBf

Az alábbi tervlapokkal együtt kezelendő:
R-5 cölöpkiosztás



Egység:
Építőmérnöki intézet

Tárgy:
Diplomamunka (Geotechnika szakirány)

Dátum:
2018/19

Feladat:
B-B metszet (cölöpök)

Méretarány:
1:100

Rajzméret:
A3

Rajzszám:
R-7

Külső konzulens: Petik Csaba

Belső konzulens: Firgi Tibor

f.s.

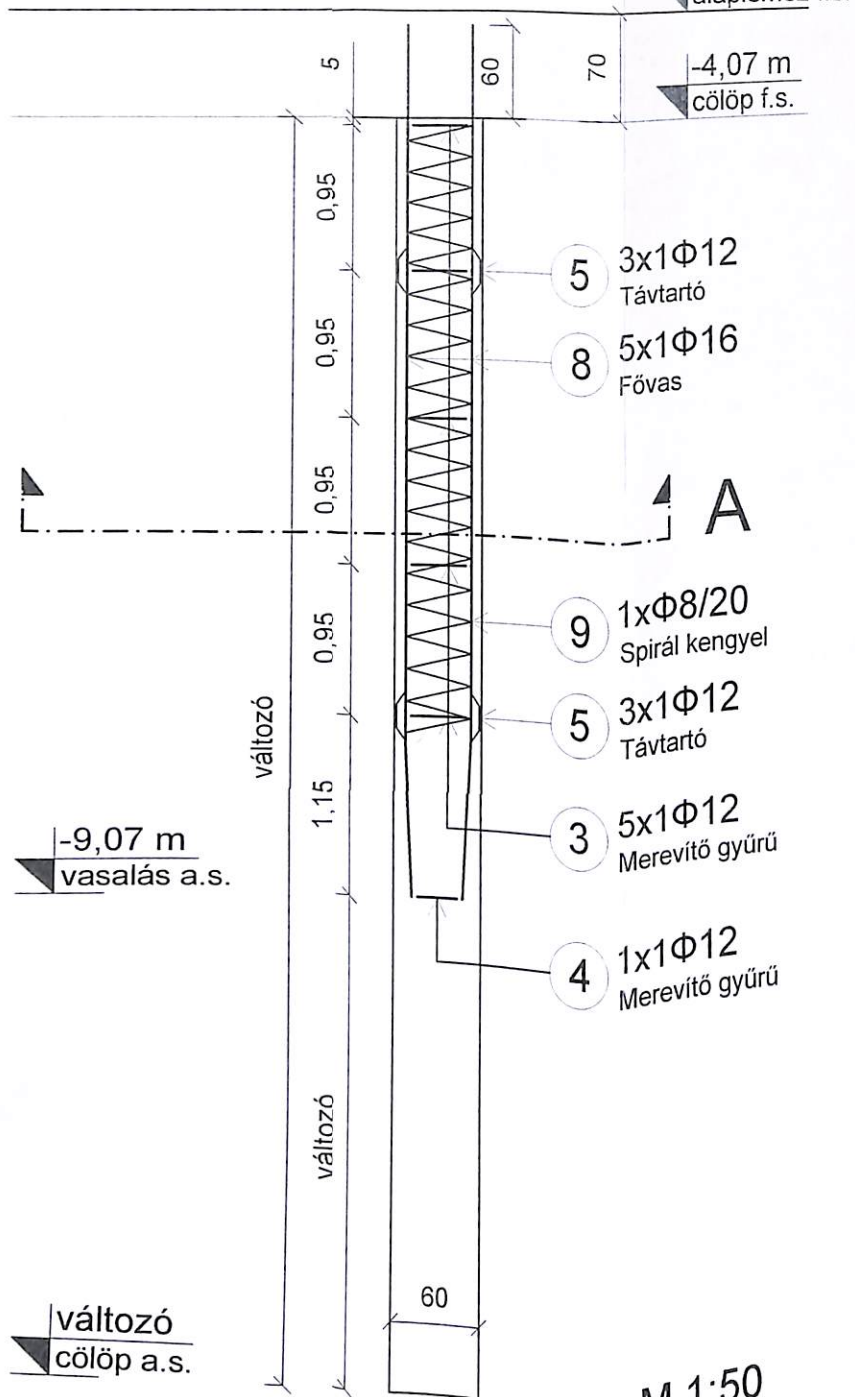
103 jelű cölöpvasalás

M 1:50

készül: 30 db

-3,37 m
alaplemez f.s.

-4,07 m
cölöp f.s.



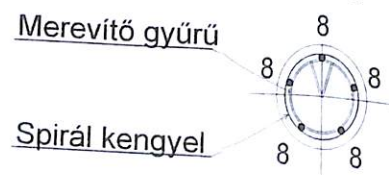
8 $\Sigma 150 \Phi 16$
L=5,6 m

9 $\Sigma 30 \Phi 8$
L=17,94 m



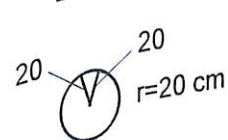
változó
cölöp a.s.

A-A metszet
M 1:50



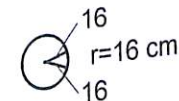
M 1:50

3 $\Phi 12$
Merevítő gyűrű
L=1,66 m



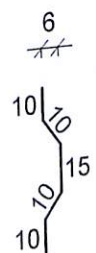
M 1:50

4 $\Phi 12$
Merevítő gyűrű
L=1,33 m



M 1:25

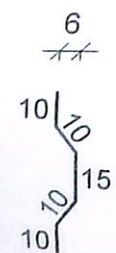
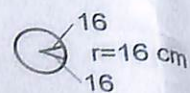
5 $\Phi 12$
Távtartó
L=0,55 m



M 1:50

M 1:25

4 $\Phi 12$
Merevítő gyűrű
L=1,33 m



5 $\Phi 12$
Távtartó
L=0,55 m

pozíció	db	vas		l	m	hossz		
		átmérő	mm			$\Phi 8$	$\Phi 12$	$\Phi 16$
-	-	16	8,6					1032
1	120	8	31,74				585,98	
	24	12	1,66				78,47	

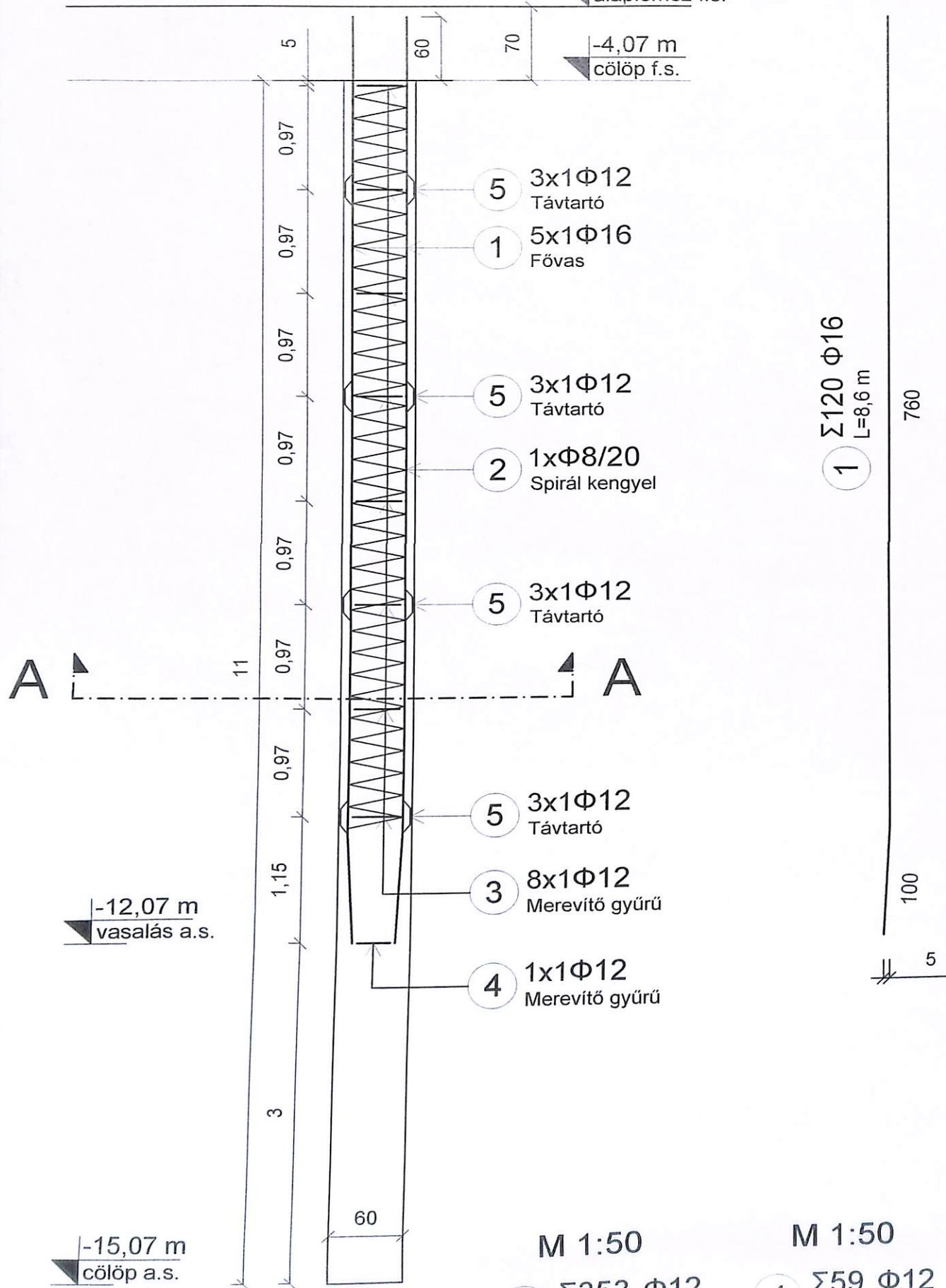
101 jelű cölöpvasalás

M 1:50

készül: 24 db

-3,37 m
alaplemez f.s.

-4,07 m
cölöp f.s.



1 Σ120 Φ16
L=8,6 m

2 Σ24 Φ8
L=31,74 m

100
5

M 1:50

3 Σ353 Φ12
Merevítő gyűrű
L=1,66 m

M 1:50

4 Σ59 Φ12
Merevítő gyűrű
L=1,33 m

M 1:25

5 Σ984 Φ12
Távtartó
L=0,55 m

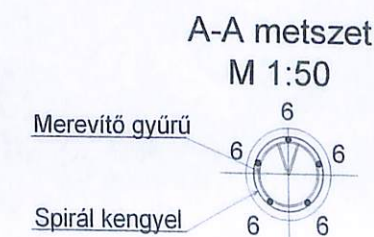
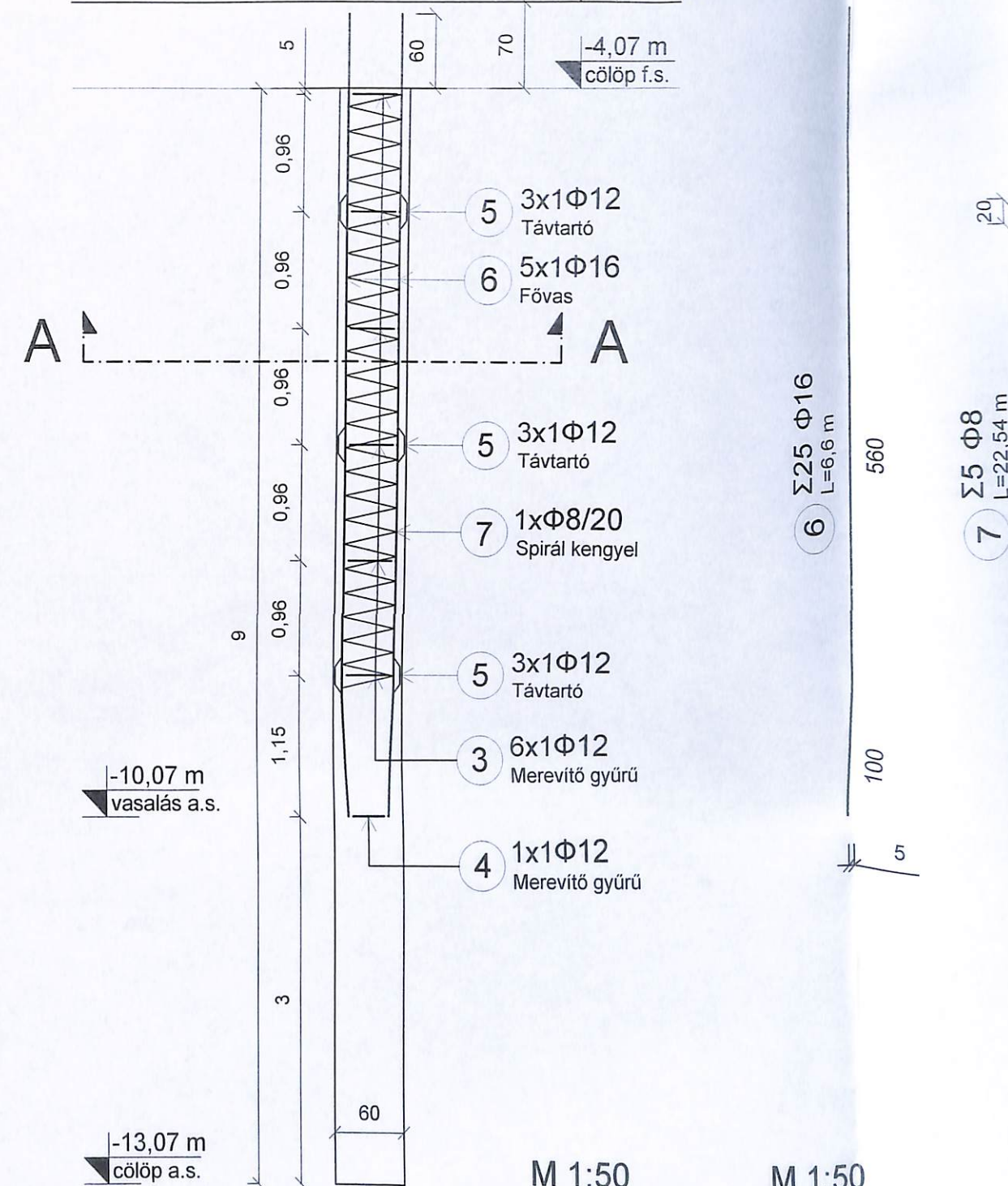
102 jelű cölöpvasalás

M 1:50

készül: 5 db

-3,37 m
alaplemez f.s.

-4,07 m
cölöp f.s.



M 1:50

3 Φ12
Merevítő gyűrű
L=1,66 m

M 1:50

4 Φ12
Merevítő gyűrű
L=1,33 m

20
r=20 cm

16
r=16 cm

104 jelű cölöpvasalás

M 1:50

készül: 35 db

-3,37 m

105 jelű cölöpvasalás

M 1:50

készül: 26 db

változó
alaplemez f.s.

g f.s.

14 $\Sigma 130 \Phi 16$

L=4,6 m

360

100

2.5

15 $\Sigma 26 \Phi 8$

L=7,83 m

290

27

M 1:50

M 1:25

13 $\Phi 12$

Merevítő gyűrű
L=0,83 m

6

10
r=10 cm
10

5 $\Phi 12$

Távtartó
L=0,55 m

10
10
15
10

vas				hossz		
pozíció	db	átmérő	l	B500		
-	-	mm	m	$\Phi 8$	$\Phi 12$	$\Phi 16$
1	120	16	8,6			1032
2	24	8	31,74			761,76
3	353	12	1,66		585,98	
4	59	12	1,33		78,47	
5	984	12	0,55		541,2	
6	25	16	6,6			165
7	5	8	22,54	112,7		
8	150	16	5,6			840
9	30	8	17,94	538,2		
10	175	16	6,6			1155
11	35	8	13,32	466,2		
12	314	12	1,08		339,12	
13	61	12	0,83		50,63	
14	130	16	4,6			598
15	26	8	7,83	203,58		
összhossz Φ szerint (m)				1320,7	1595,4	4551,8
fajlagos tömeg Φ szerint (kg/m)				0,395	0,888	1,59
össztömeg Φ szerint (kg)				521,67	1416,7	7237,3
össztömeg (kg)				9175,6822		

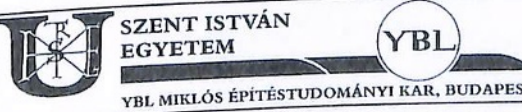
Megjegyzés: $\pm 0,00 = 106,08 \text{ mBf}$

Betonminőség: C30/37-XC4-XA1-16 - "folyós"
Betonacél minőség: B500
Betonfedés: 7,5 cm

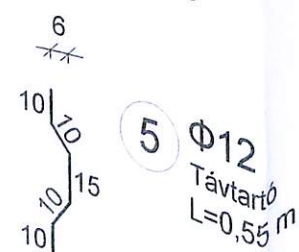
A terven megadott cölöptengelytől való maximális megengedett eltérés: 10 cm
Armatura függőleges elhelyezésétől való maximális megengedett eltérés: 5 cm

A cölöpök kitűzését digitális állomány alapján kell végezni.

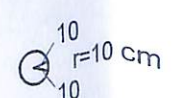
Az alábbi tervlapokkal együtt kezelendő:
R-5 Cölöpkiosztás

		Egység: Építőmérnöki intézet	
Tárgy: Diplomamunka (Geotechnika szakirány)		Dátum: 2018/19	
Feladat: Vasalási terv (cölöpök)		Méretarány: 1:50	Rajzméret: A1
Nep. kód: [REDACTED]		Rajzsám: R-8	
		Külső konzulens: Petik Csaba	
		Belső konzulens: Firgi Tibor	

$-4,07 \text{ m}$
cölöp f.s.



változó
cölöp f.s.

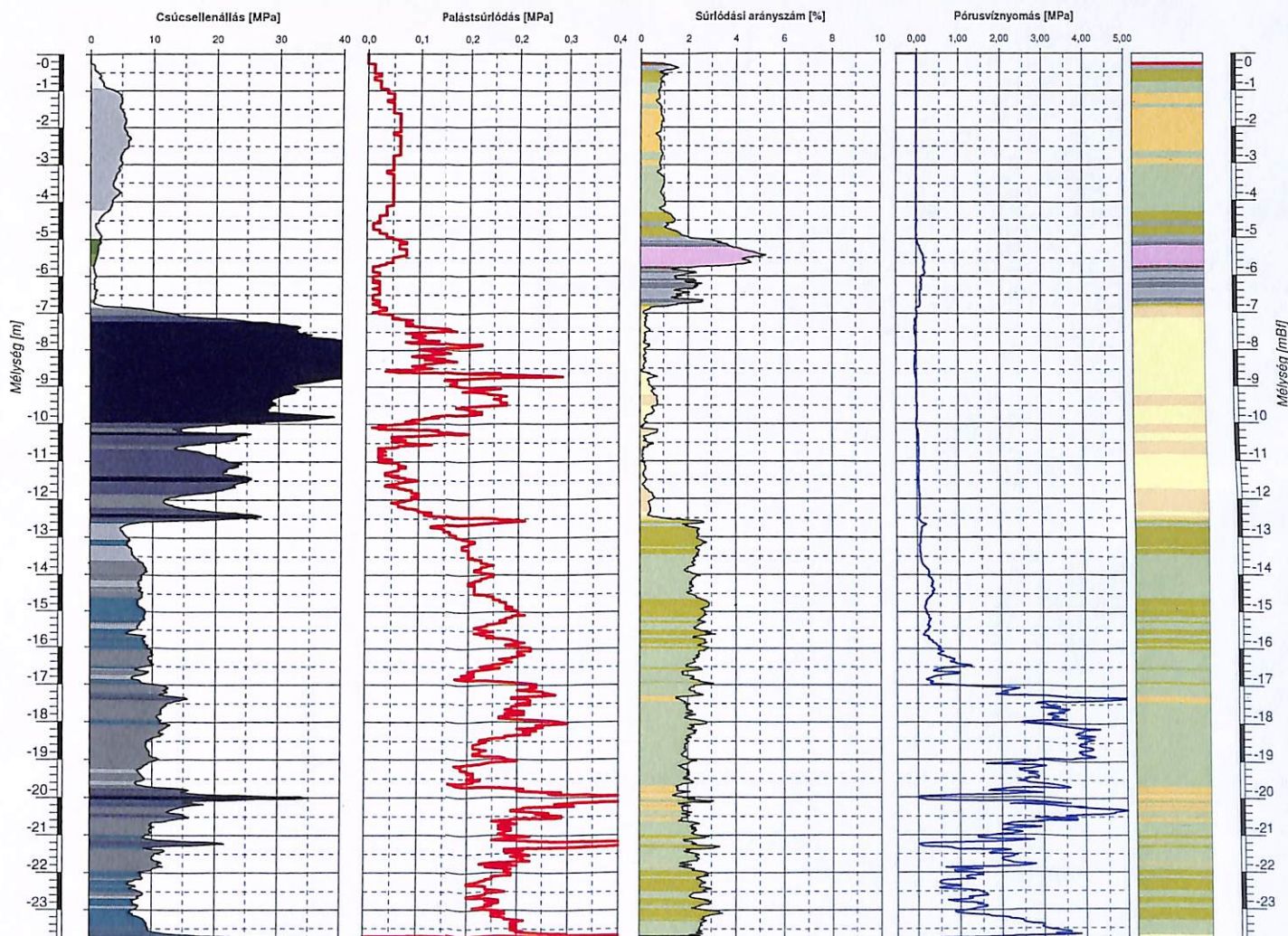


15 $\angle Z = 60^\circ$
 $L = 7,83 \text{ m}$

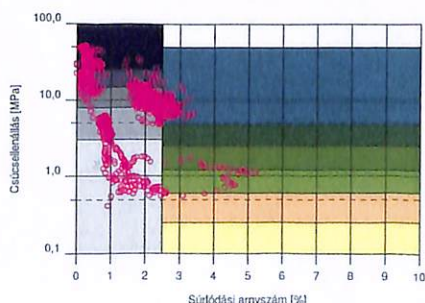
VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV
STATIKUS SZONDÁZÁS
DIN 4091-1:2002-6

A vizsgálatot végezte: FUGRO Consult Kft.
Geotechnikai Vizsgálólaboratórium
1115 Budapest, Kelenföldi u. 2, T.: 06 1 382 00 42

Megbízó: Kovács Dávid László	Projekt:			
Vizsgálati jk. száma: CPTu_1	Helyszín: Budapest, Teve utca 23.	Méretarány: M=1:125	Terepszint [mBf]: 0,00	Megjegyzés: 0,24 m-ig feltárásban haladt a fúrószár.
Mérési lap jelle: FCH-17270_L_01_CPTu_1_CP	Projekt iktatószám: FCH-17270	Koord. rendszer: EOY	Koord. X/Y: 243461,00 / 651878,00	
Szondázás dátuma: 2017/10/17	Szonda száma: 2956	Kalibrálás dátuma: 2017/08/26	Szondázást készítette: Vantulek Balázs	Vizsgálati jk. kiadva: 2017/10/17



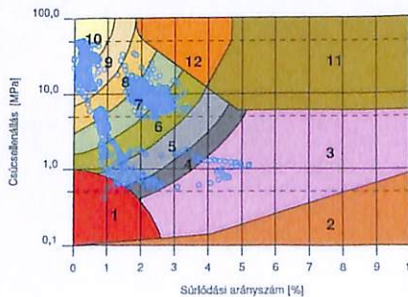
Talaj tömörség és konzisztencia (kiértékelve)



JELÖLÉS (Csúcsellenállás diagramon ábrázolva)



Robertson-féle talajosztályozás (módosított)



JELÖLÉS (Sűrűdési arányszám diagramon ábrázolva)

1. Érzékeny, finom szemcsés talaj
2. Szerves talaj, tőzeg
3. Aggyag
4. Iszapos agyag-agyag
5. Aggyagos iszap-iszapos agyag
6. Homokos iszap-aggyagos iszap
7. Iszapos homok-homokos iszap
8. Homok-iszapos homok
9. Homok
10. Kavicsos homok-homok
11. Nagyon merev-finom szemcsés homok*
12. Nagyon merev homok-aggyagos homok*

*tűlkonzolidált vagy cementált

Felhasznált eszközök: Fugro Engineers B.V. gyártmányú szonda
Dokumentum azonosító: R-9 CPTu diagram

A kiértékelést végezte, a jegyzőkönyvet összeállította:
Fésűs Sándor
Geotechnikai mérnök

Jóváhagyta:
Nyári István
laboratóriumvezető