SZAKDOLGOZAT

Maróthi Krisztián

2016

SZENT ISTVÁN EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL

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
2016

Maróthi Krisztián

Levelező Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	A SINIA Ülőbútorgyár Bátonyterenye Ipari Park Cölöpalapozásának tervezése (cölöpök, fejtömbök) CPTu szonda és talajvizsgálati jelentés alapján. CFA és FDP cölöpök technológiai és gazdasági összehasonlítása
Belső konzulens:	Keszeyné Dr. Say Emma egyetemi docens
Külső konzulens:	Bognár Balázs tervezőmérnök, Bauer Magyarország Speciális Mélyépítő Kft.

A szakdolgozat beadási határideje: 2016. május 27. (péntek) $12^{\underline{00}}$

Budapest, 2016. május 2

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

SZAKDOLGOZAT

SZENT ISTVÁN EGYETEM
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

2015/16. tavaszi félév.

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

SZAKDOLGOZAT

A SINIA Ülőbútorgyár Bátonyterenye Ipari Park Cölöpalapozásának tervezése
CFA és FDP cölöpök technológiai és gazdasági összehasonlítása.

MARÓTHI KRISZTIÁN

2016

Tartalomjegyzék

1. Bevezető 1

2. Alapadatok 2

2.1. Talajmechanikai viszonyok 3

Helyszín leírása, helyszíni adottságok 3

Talajfeltárás, talajvizsgálat 4

Talajvíz viszonyok 4

Talajrétegződés, talajállapot 7

Korábbi talajmechanikai vizsgálat megállapításai 7

Szondázások 9

Talajviszonyok 10

Tervezésnél figyelembe veendő talajfizikai jellemzők 13

Talajok fagyérzékenysége, tömöríthetősége, fejtési osztálya 14

2.2. Tektonizmus 15

2.3. Összefoglalás, javaslatok 19

Összefoglalás 19

Javaslatok 19

Alapozás 19

Szigetelés, felúszás 20

Munkatér határolás 20

Víztelenítés 20

3. Talajvizsgálat és Alapozás 22

3.1 Talajfelderítés 22

3.2 Szondázás 22

Dinamikus szondázás 22
Statikus szondázás 23
3.3 Alapozások csoportosítása 24
4. Cölöpalapozás 26
4.1 Cölöpalapozások csoportosítása, statikai szerepe és igénybevételei 27
4.2 A cölöpök fő jellemzői, osztályozásuk 29
4.3 A cölöpözés technológiája, típusai 30
A talajhelyettesítéssel illetve részleges talajhelyettesítéssel készülő cölöpözési technológiák: 31
CFA cölöpözési technológia 33
CFA cölöpözési technológia előnyei 35
Talajkiszorításos cölöpözés 35
FDP cölöpözési technológia 35
FDP cölöpözési technológia munkafolyamatai: 36
FDP cölöpözési technológia előnyei 38
FDP technológia hatása a cölöpöt körülvevő talajra: 39
5. Részletes számítás 41
5.1 Cölöpteherbírás meghatározása CPT szondák alapján 42
Statikai számítás elvi megfontolásai 42
Cölöpteherbírás számítása, tervezése CPT szondázással 43
Cölöpteherbírás meghatározása CFA cölöpre. 48
Szondák eredményeinek kiértékelése CFA cölöpözés esetén 58
Cölöpteherbírás meghatározása FDP cölöpre 58
Szondák eredményeinek kiértékelése CFA cölöpözés esetén 68
5.2 Fejtömbök kialakítása 69
Fejtömbök kialakítása CFA cölöpök esetén 69
Fejtömbök kialakítása FDP cölöpök esetén 73

5.3. Cölöpök süllyedésszámítása 79
CFA cölöpök süllyedésének meghatározása 80
FDP cölöpök süllyedésének meghatározása 82
CFA és FDP cölöpök süllyedésének eredményei 85
5.4. Cölöpfejlemezek és cölöpök vasalásának számítása, kialakítása 85
Cölöpfejlemezek vasalása 85
Cölöpök vasalása 90
CFA cölöpök vasalása 90
FDP cölöpök vasalása 90
6. Gazdasági elemzés 91
6.1. CFA és FDP cölöp összehasonlítása 92
6.2. CFA és FDP cölöp tervezési összehasonlítás 93
6.3. Gazdasági összehasonlítás 94
6.4. Értékelés, tapasztalatok levonása 95
7. Felhasznált irodalom 96
8. Műszaki leírás 97
8.1 Helyszíni viszonyok 97
8.2. Geotechnikai adottságok 97
8.3. Talajvíz 97
8.4. A tervezés ismertetése 97
8.5. Kivitelezés 98
8.6. A kontrolling rendszer, minőség-ellenőrzés 98
8.7. Munkavédelem 99
9.Mellékletek 100
9.1. Kapcsolódó tervek 100

1. Bevezető

Szakdolgozatom témáját személyes tapasztalatok alapján választottam.
2005 – 2009 között az akkori BRK Speciális Mélyépítő Kft.-nél (ma: BAUER Magyarország Speciális Mélyépítő Kft). dolgoztam, mint Művezető (2005-2007.08.), majd előkészítő (2007.09-2009).
Munkám során számtalan kivitelezésben vettem részt, ahol a cölöpalapozási eljárás különböző technológiáival találkoztam (CFA, FDP, Köpenycsöves cölöp, Duktil cölöp, HDI *(jet cölöp)* Mikró cölöp). A kivitelezési feladatok alatt rám ragadt ismeretek sarkalltak arra, hogy szakdolgozatom témájában a cölöpözési technológiákat hasonlítsam össze, úgy hogy a két technológia minél közelebb legyen egymáshoz kivitelezési szemszögből, de gazdaságossági szempontból mégis különbözzenek. Választásom így a fúrt talajhelyettesítéses (CFA) és a fúrt talajkiszorításos (FDP) cölöpözésre esett.
A továbbiakban igyekszem a két technológiát a saját magam által felállított szempontrendszer szerint bemutatni.

Szakdolgozatommal szemléltetni kívánom, hogy a piaci verseny szempontjából mennyire fontos a megfelelő technológia kiválasztása. Ezért részletes statikai számítással és gazdasági elemzéssel mutatóm be a két technológiát.
A nehéz piaci helyzetet figyelembe véve ahol leginkább „Az olcsó a befutó" alapon dől el, melyik kivitelező cég nyeri el a kivitelezés jogát.
Tehát az előkalkuláció nem elhanyagolható, sőt nélkülözhetetlen ahhoz, hogy versenyképes ajánlatot tehessünk, valamint hogy figyelemmel kísérhessük a kivitelezés folyamatát a költségek és termelés tekintetében is.

Szakdolgozatom második részében a kiszámolt értékek alapján elkészítsem egy csarnoképület alapozási tervét (cölöpkiosztási terv, cölöpök vasalási terve, fejtömbök /fejgerendák vasalása) kiviteli terv szinten.

2. Alapadatok

A következő fejezetben ismertetem a helyszint, környezetét, valamint a talaj rétegződését a talaj és rétegvizek helyzetét, a feltárások/vizsgálatok módját és eszközeit, valamint a vizsgálatok eredményeként körvonalazható javaslatokat, melyet a Petik és Társa Mérnöki Szolgáltató Kft. készített a helyszínről.

A szakdolgozatom témája a Bátonyterenyei Ipari Parkban SINIA Ülőbútorgyár létesítése. Az Ipari Park Bátonyterenye keleti oldalán fekszik a területet Ny-ról a 21-es út, K-ről a Zagyva folyó, É-ról egy gyártelep, D-ről egy földút határolja. Egyben a Cserhát és a Mátra találkozásánál fekszik. A terület korábban mezőgazdasági művelés alatt nem állt, beépítve nem volt, vízrendezéssel belterületbe vonással az Ipari Park számára kijelölt terület lett.

A szóban forgó 941/25 hrsz számú ingatlanra – mely az ipari park része – egy vasbeton pillérvázas csarnok kerül beépítésre, melynek fő raszterei közötti távolság 20,0m x 6,0m, az oldalhosszúsága: 72,0 x 40,0 m, alapterülete: cca 8640 m^2, 3 különálló csarnokrész kialakításával. A csarnokok mellé kamionok fognak beállni, ezért az épület padlósíkját cca 1 méterrel magasabbra emelik az út és terepfelszínhez képest.

Az alapozási mód kiválasztásához az alábbi adatok állnak rendelkezésre:

-A beépítésre kerülő csarnok épület alaprajza

-A felszerkezeti statikus által megadott pillér terhelései

-Pillér alapok részletrajza

-Előregyártott kehelynyakak gyártmánytervei

-Magassági szintadatot: ±0,00 =187,80 mBf

-Talajrétegződés, talajvízszint ismerete becsült maximális talajvízszintet a 186,5 mBf (kitéti osztály: XA1).

-CPT szondák, Dinamikus szondák, Talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok eredményei

2.1. Talajmechanikai viszonyok

Helyszín leírása, helyszíni adottságok

A vizsgált terület a bevezetőben jelzett helyen található. Korábbi építmények nyomai nem látszanak, közművekről nincsenek információk, beépítve feltehetően sosem volt. A tervezési területről részletes geodéziai felmérés készült. A talajfeltárások terepszintje 185,65 – 186,30mBf között változik, a környezetével gyakorlatilag azonos. Alábányászottságról, esetleges szennyező anyagok tárolásáról nincs tudomásunk.

Földrajzi helyzet:

Bátonyterenye városa az északi középhegységbe, a Keleti-Cserhát és a Mátra találkozásánál a Zagyva patak partján fekszik. Az Ipari Park Bátonyterenye keleti oldalán fekszik a területet Ny-ról a 21-es út, K-ről a Zagyva folyó, É-ról egy gyártelep, D-ről egy földút határolja.

Helyszíni viszonyok:

A terület korábban mezőgazdasági művelés alatt nem állt, beépítve nem volt, felszíni vízrendezés nem történt, így a területet a munkálatok megkezdéséig belvizes tőzeges láp[1].

A Mátra hegységtől É-ÉNY-ra eocén[2] korú nummulitiszes[3] mészkő és nagy kiterjedésben oligocén[4] kor képződmények találhatók, míg az alsó és középső miocén[5] tengerszint ingadozásokat jelzik a vizsgált terület környezetében található barnakőszén telepek Kisterenye - Nagybátony térségében. A vizsgált terület közvetlen környezete korábbi bányaműveléssel nem érintett.

Az Ős-Zagyva folyó, a meredek hegyoldalakon az egykori andezit lávafolyások mechanikai felaprózódásával keletkezett kőtengerek törmelékanyagát, törmelékkúpok, és

[1] Láp- állandó vízhatásnak kitett terület, amelynek élő rendszerei tőzeget halmoznak fel,
[2]Eocén-(55,8 – 33,9 millió évvel ezelőtt)
[3](egyásványos) vegyi, biogén eredetű üledékes kőzet. A bemutatott példány jellegzetes biogén eredetű, az eocén meleg sekélytengereiben meghatározó nagytermetű egysejtű mészvázas foraminiferáinak, a Nummulites nemzetségnek a mészvázaiból áll.
[4]Oligocén-(33,9 – 23,03 millió évvel ezelőtt)
[5]Miocén-(23,03 – 5,332 millió évvel ezelőtt)

kavicsteraszok formájában rakta le. Az üledékes vulkáni kőzetek málladékán többségében agyagos vályog összetételű agyagbemosódásos talajok fordulnak elő.

A tágabb környezet legjelentősebb folyója a 180,3 km hosszú Zagyva. Árvizei időnként tartósan elborítják a völgytalpakat ezért Jobbágyitól lefelé a meder mindkét oldalán gátakkal védett. Árvizek kora nyáron és ősszel jelentkeznek. A Zagyva vízminősége általában II. osztályú[6], de az ipari tevékenység (Salgótarján – Tarján patak) és kommunális szennyvizek által a vizsgált terület környezetében már III-IV. osztályúvá romolhat[7]. A megfelelő mennyiségű és minőségű víz biztosítása érdekében, a folyón több tározót is kialakítottak: Maconka, Mátraverebély, Seyp, Kisterenye, Lőrinci.

Talajfeltárás, talajvizsgálat

A vizsgált terület talaj és talajvíz viszonyainak megismerésére 9 db, 8-10 m-es és 6 db 1,5 m mélységű kisátmérőjű fúrás és 5 db, 8-12 m-es mélységű CPTu szondázás, illetve 11 db 11-13m-es mélységű nehéz dinamikus verőszondázás készült. A feltárási eredményeket külön mellékletben közlőm.

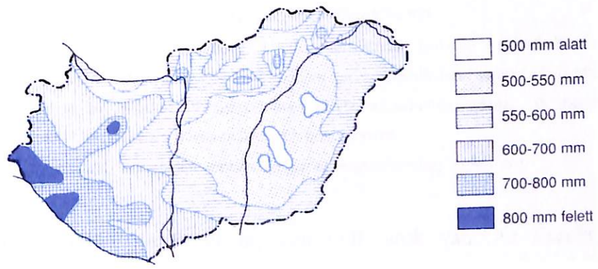
Talajvíz viszonyok

A fúrások és szondázások során jelentős problémát jelentett, hogy a belvizes zsombékos területen állt a víz. Nagy átmérőjű fúrást a területen előirányozni nem lehetett (a terület gépjárművel járhatatlan volt).
A korábbi szakvélemény (2003. szeptember) a maximális talajvízszintet a 185,10 mBf szinten, míg a mértékadó talajvízszintet a 185,6 mBf szinten adta meg. Talajvíz agresszivitásra vonatkozó vizsgálat, illetve megállapítás nem készült.

---

[6]Biológiailag hasznosítható tápanyagokkal és külső szennyező forrásokkal kismértékben terhelt víz.
[7]***III.*** Mérsékelten szennyezett, eutrofizálódást eredményezhető mértékben tartalmaz szerves és szervetlen tápanyagokat. – ***IV.*** Nagy mennyiségben tartalmaz szennyezőanyagot és szennyvízbaktériumokat.

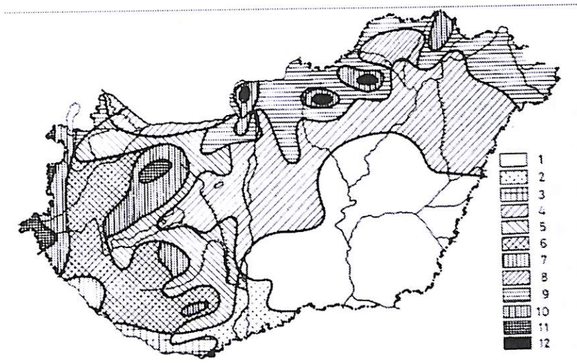
A talajvizsgálat készítésekkor, a Zagyva vízszintje, a 183,05 mBf szinten állt.
A fúrásokban a talajvíz a felszín alatti 0,2-1,5 m-es mélységek között jelent meg.
A vizsgált telek, magas vízállású belvizes terület. a telekre hulló csapadékvíz elszivárgása a jellemzően iszap, agyag felszíni takaró réteg miatt gátolt. Még a Zagyva alacsony vízállása esetén is a területen, a felszínen vagy annak közelében víz van. Tudomás van róla, hogy korábban a vizsgált telek melletti autószalon (kb. 2001-ben) víz alá került (az udvaron lévő autók mintegy 40 cm-es vízben álltak). Ez nem a Zagyva áradása, hanem az akkori nagy csapadék (belvíz) miatt történt.



1. Magyarország átlagos évi csapadékmennyisége
(forrás: http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata)

Magyarországon az évi átlagos csapadékmennyiség 400-850 mm. A legtöbb csapadék nyár elején esik. Bátonyterenye az átlagos évi csapadéktérképen is látható, hogy 600-700 mm éves csapadékot kap. A lehulló mennyiség a nedvességellátottsági index szerint In[8]=60-120 (Nedves), valamint az éghajlati körzet szempontjából Trewartha-féle osztályozás alkalmazásával B6 vagy Péczely Gy. álltal 1970-es években kidolgozott osztályozó rendszere szerint 9-es-*mérsékelten hűvös; mérsékelten száraz; enyhe telű dombság* kategóriába esik.

[8] $In=R/2+\Delta r-10t-(30+v^2)$ (**In**= nedvesség-ellátottsági index; **R**= tenyészidőszak csapadékösszege; **Δr**= december - február csapadékmennyiségének pozitív eltérése 105 mm-től; **t**= tenyészidőszak középhőmérséklete; **v**=a tenyészidőszak átlagos 14 órai szélsebessége)



Magyarország éghajlati körzetei

2 – Magyarország Éghajlati körzetei

1.meleg-száraz; 2.meleg-mérsékelten száraz; 3.meleg-mérsékelten nedves; 4.mérsékelten meleg száraz; 5.mérsékelten meleg-mérsékelten száraz; 6. mérsékelten meleg-mérsékelten nedves; 7. mérsékelten meleg-nedves; 8.mérsékelten hűvös-száraz; **9. mérsékelten hűvös-mérsékelten száraz;** 10. mérsékelten hűvös-mérsékelten nedves, 11. mérsékelten hűvös-nedves; 12. hűvös-nedves;

(forrás: http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata)

A telek 21-es út felöli részén elhanyagolt nyílt árok van. Az Északi telekhatár környezetében lévő új Zagyva felé lejtő árok a Zagyvába vezeti a vizet.

A területen a maximális talajvízszintet a Zagyva folyó legnagyobb víz (LNV) szintje alapján becsülték. Pásztónál az LNV: 153,91 mBf, míg Maconkánál 194,55 mBf. Ezek alapján a vizsgált terület mellett a telek Északi oldalán a Zagyva becsült LNV szintje a 186,50mBf, míg a Déli oldalon a Zagyva becsült LNV szintje a 186,00 mBf. Ennek megfelelően a területen a becsült maximális talajvízszintet a 186,0-186,5 mBf szinten (gyakorlatilag a jelenlegi terepszinten), míg a mértékadó talajvízszintet a 186,5 mBf (Déli oldal) ill. a 187,0 mBf (Északi oldal) szinten adható meg.

A talajvíz vegyvizsgálati eredmények alapján enyhén agresszív (kitéti osztály: XA1[9])

Talajvíz laborvizsgálati eredmények: SO4:292-343mg/l, CL:30-33mg/l, pH:7

[9] XA1-talaj szulfáttartalma 3000 mg/kg-ig, a talajvíz szulfáttartalma 600 mg/l-ig értendő, előírás a C30/37 betonminőség.

Talajrétegződés, talajállapot

A fúrások és szondázások során jelentős problémát jelentett, hogy a belvizes zsombékos területen állt a víz. Nagy átmérőjű fúrást a területen előirányozni nem lehetett. Hideg fagyos időszakban készültek a feltárások és így a területen lévő jégre gyalog nagyrészt rá lehetett menni. Egyes helyeken beszakadások miatt a kijelölt feltárási pontok helyének változtatására volt szükség. Leginkább a CPT szondák megfelelő lehorgonyzása és a szondázás mélységének növelése okozott gondot. Gyakorlatilag mindegyik CPT szonda a tervezett mélység elérése előtt „elakadt" (a lehorgonyzás kimerülése, szondarúd törés előtti állapotnak megfelelő kihajlása, stb. miatt). A kis átmérőjű fúrások is rendre elakadtak a kavicsos homok altalajban. A feltárási pontok szintezését, az adott körülmények között a diszpozícióként geodéziai helyszínrajz figyelembe vételével készültek.

-Kis átmérőjű (Φ80-50-40 mm) fúrógép típusa: Borro - Stihl 08 (Svéd gyártmány)
-CPTu szonda tipusa: ENVI (Svéd gyártmány)
A szondázás ENVI rudazattal, ENVIMemocone II mérőfejjel készültek, mely biztosítja mind a csúcsellenállás, mind a köpenysúrlódás, valamint a pórus-víznyomás rögzítését. A lehajtást önjáró lánctalpas, hidraulikus meghajtású, lehorgonyzással rögzített Kubota (japán) gyártmányú gép végezte.
-DPH Nehéz dinamikus verőszonda típusa: Sedidrill (Német gyártmány)
A nehéz dinamikus verőszond a szabványos 50 kg súlyú 50 cm magasságról ejtett verőkossal készültek. Az ütésszámokat a 20 cm behatolás függvényében rögzítették.

Korábbi talajmechanikai vizsgálat megállapításai

(2003. szeptember, Lénárt Geotechnikai Bt.)
A vizsgálat pontos megjelölés nélkül hivatkozik egy a tágabb környezetre vonatkozó 2001-ben készült környezeti állapotfelvételre. A hivatkozás szerint az ekkor készített néhány mélyfúrás szerint a kötött agyagos iszapos fedőrétegek alatt a felszíntől számított 6,5-8 m-es mélységtől kezdődik egy homokos – kavicsos - görgeteges réteg, melynek

vastagsága 1,5-3 m között van. Ez alatt a völgyfeneket (feküt) adó homokos agyagmárga jelent meg.

A hivatkozott vizsgálat a jelenleg vizsgált területtől Déli irányban lévő, korábbi Skoda autószalont követő telekre készült.

A vizsgálat során 3 db. 6-8 m-es mélységű fúrás készült a terület ~187,5 mBf felszínéről.

A szakvélemény az adott telken 1,3-1,5 m vtg. feltöltést, alatta 1 m vtg valószínűsített feltöltést, majd a fúrások aljáig agyagos iszapos talajrétegződést tárt fel. Szervesanyagtartalom vizsgálatot a szakvéleményben nem találtunk, de az egyik fúrásban 5-6 m-es mélységben szervesanyag tartalomra tesz utalást.

A korábbi MSZ alapján készült szakvélemény agyag iszap talajokra összefoglalóan a következő talajfizikai jellemzőket adta meg:

ISZAPOS-AGYAG; AGYAGOS-ISZAP; AGYAG	
nagyon laza-közepesen tömör, puha –sodorható állapotú	
víztartalom	w_0=19-48 %
plasztikus index	I_p=18-49%
konzisztencia index	I_c=0,5-1,0
Hézagtényező	e=0,6-1,4
súrlódási szög	φ=10-18 °
kohézió	c=20-50 kN/m^2
összenyomódási modulus	E_s=2-6 MN/m^2
nedves térfogatsűrűség	ρ_n=1,7-1,9.t/m^3

A szakvélemény (2003) a maximális talajvízszintet a 185,10 mBf szinten, míg a mértékadó talajvízszintet a 185,6 mBf szinten adta meg.

Talajvíz agresszivitásra vonatkozó vizsgálatot ill. megállapítást a szakvélemény nem tartalmaz.

Szondázások

Szondázások során mért értékekből (N_{20}, q_c) számítható ill. becsülhető talajfizikai jellemzők és levonható következtetések:

-A felszín alatti 5-8 m-es mélységig gyenge teherbírású iszap – agyag rétegek vannak.

-Ez alatt a felszíntől számított 10-11,5 m-es mélységig iszapos homok és kavicsszorványos-homok ill. kavicsos homok rétegek vannak.

-A dinamikus szondák az alsó márgás agyagig mélyültek, ill. a cpt szondák a márgás agyagban akadtak el (kivétel az 5CPT, amely magasabban már a kavicsos homokban).

DPH Nehéz dinamikus verőszondák alapján			
talajmegnevezés	ütésszám N_{20}	súrlódási szög Φ (°)	összenyomódási modulus E_s (MN/m^2)
szerves-szervesnyomos iszapos homok homokos iszap	1-5	x	x
szerves agyag	1-10	x	x
iszapos homok	10-30	26-35	20-30
kavicsszorványos homok – kavicsos homok	30-60	35-40	40-60
márgás agyag	60-	x	x

x: N_{20}-ból nem értékelhető

CPTu szondák alapján			
talajmegnevezés	csúcsellenállás q_c(MN/m^2)	súrlódási szög Φ (°)	összenyomódási modulus E_s (MN/m^2)
szerves-szervesnyomos iszapos homok, homokos iszap	0,2-2	x	2-6
szerves agyag	0,2-2	x	2-6
iszapos homok	2-25	26-30	16-30
kavicsszorványos homok,	10-40	30-38	30-60

kavicsos homok			
márgás agyag	5-20	x	20-40

x: q_c-ből nem értékelhető

Talajviszonyok

A munka keretében végzett vizsgálatok (kis átmérőjű fúrások, dinamikus és CPT szondázások) alapján a felszínt kb. 30 cm vtg. gyökérzettel átszőtt iszap-agyag alatt a felszíntől számított 5,7-8 m-es mélységig jelentősebb terhek viselésére alkalmatlan, szervesnyomos ill. szerves iszapos homok-homokos iszap és agyag rétegek vannak.
E rétegek alatt a felszíntől számított 10-11,5 m-es mélységig iszapos homok és kavicsszórványos-homok ill. kavicsos homok rétegeket tártak fel.
A kavicsszórványos-homok ill. kavicsos homok rétegek alatt a völgyfeneket (feküt) adó agyagmárga felső helyenként márgás agyag felszíne jelent meg. Ez megegyezik a 2003. szeptemberben a Lénárt Geotechnikai Bt által készített szakvéleményben megemlített, és a tágabb környezetre vonatkozó, 2001-ben készült környezeti állapotfelvétel szerint feltárt feküvel.

A feltárt talajok talajfizikai jellemzőit, a laboratóriumi vizsgálatok, ill. szondázások eredményei alapján, a következő táblázatok tartalmazzák:

GYÖKÉRZETTEL ÁTSZŐTT ISZAP - AGYAG	
alapozásra alkalmatlan	
nedves térfogatsűrűség	ρ_n=1,7 t/m^3

SZERVES, SZERVESNYOMOS ISZAPOS HOMOK - HOMOKOS ISZAP	
kis teherbírású, alapozásra korlátozottan alkalmas, szerves - szervesnyomos	
kavics – **Gr**	0-3 %
homok – **Sa**	31-68 %

iszap – **Si**	26-63 %
agyag - **Cl**	3-16 %
egyenlőtlenségi mutató	C_U =16-78
szervesanyag tartalom	I_{om}=4,9%
súrlódási szög	φ=15-20 °
kohézió	c=10-20 kN/m^2
összenyomódási modulus	E_s=2-6 MN/m^2
nedves térfogatsűrűség	ρ_n =1,7 t/m^3

SZERVES AGYAG	
kis teherbírású, alapozásra korlátozottan alkalmas heterogén, puha – sodorható, közepesen szerves réteg	
víztartalom	w_0=24-58 %
folyási határ	w_L=35-117%
sodrási határ	w_p=19-33 %
plasztikus index	I_p=16-83 %
konzisztencia index	I_c=0,3-0,9
szervesanyag tartalom	I_{om}=7-14 %
hézagtényező	e=1,0-1,3
súrlódási szög	φ=5-9 °
kohézió	c=21-47 kN/m^2
egyirányú nyomószilárdság	q_u= 47-115 kN/m^2
drénezetlen nyírószilárdság	c_u= 23-57 kN/m^2
összenyomódási modulus	E_s=2-6 MN/m^2
nedves térfogatsűrűség	ρ_n=1,8 t/m^3

ISZAPOS HOMOK	
alapozásra alkalmas	
kavics - **Gr**	1-16 %
homok - **Sa**	55-86 %

iszap - **Si**	12-31 %
agyag - **Cl**	0-6 %
egyenlőtlenségi mutató	C_U =3-117
súrlódási szög	φ=26-35 °
kohézió	c=0-20 kN/m^2
összenyomódási modulus	E_s=16-30 MN/m^2
nedves térfogatsűrűség	ρ_n =1,8-1,9 t/m^3

KAVICSOS HOMOK – KAVICSSZORVÁNYOS HOMOK	
alapozásra alkalmas	
kavics - **Gr**	10-30 %
homok - **Sa**	67-86 %
iszap - **Si**	3-4 %
agyag - **Cl**	0%
egyenlőtlenségi mutató	C_U =4-10
súrlódási szög	φ=30-40 °
kohézió	c=0 kN/m^2
összenyomódási modulus	E_s=30-60 MN/m^2
nedves térfogatsűrűség	ρ_n =1,8 t/m^3

MÁRGÁS AGYAG	
alapozásra alkalmas	
súrlódási szög	φ=12-20 °
kohézió	c=60-100 kN/m^2
összenyomódási modulus	E_s=20-40 MN/m^2
nedves térfogatsűrűség	ρ_n =2,1 t/m^3

Tervezésnél figyelembe veendő talajfizikai jellemzők

A CPT és nehéz dinamikus szondázások, valamint a fúrásokból vett talajok laboratóriumi vizsgálatai alapján a geotechnikai tervezéshez a következő talajfizikai jellemzők adhatók meg:

SZERVES, SZERVESNYOMOS ISZAPOS HOMOK - HOMOKOS ISZAP	
kis teherbírású, alapozásra korlátozottan alkalmas, szerves-szervesnyomos	
súrlódási szög karakterisztikus érték	$\varphi_k = 16^o$
kohézió karakterisztikus érték	$c_k = 15\ kN/m^2$
összenyomódási modulus karakterisztikus érték	$E_{sk} = 2\ MN/m^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1{,}7\ t/m^3$

SZERVES AGYAG	
kis teherbírású, alapozásra korlátozottan alkalmas heterogén, puha – sodorható, közepesen szerves réteg	
drénezetlen nyírószilárdság	$c_u = 30\ kN/m^2$
súrlódási szög karakterisztikus érték	$\varphi_k = 6^o$
kohézió karakterisztikus érték	$c_k = 30\ kN/m^2$
összenyomódási modulus karakterisztikus érték	$E_{sk} = 2\ MN/m^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1{,}8\ t/m^3$

ISZAPOS HOMOK	
alapozásra alkalmas	
súrlódási szög karakterisztikus érték	$\varphi_k = 30^o$
kohézió karakterisztikus érték	$c_k = 5\ .kN/m^2$
összenyomódási modulus karakterisztikus érték	$E_{sk} = 25\ MN/m^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1{,}8\ t/m^3$

KAVICSOS HOMOK - KAVICSSZORVÁNYOS HOMOK	
alapozásra alkalmas	
súrlódási szög karakterisztikus érték	φ_k =35 °
kohézió karakterisztikus érték	c_k=0 kN/m^2
összenyomódási modulus karakterisztikus érték	E_{sk} =40 MN/m^2
nedves térfogatsűrűség	ρ_n =1,8 t/m^3

MÁRGÁS AGYAG	
alapozásra alkalmas	
súrlódási szög	φ_k=15 °
kohézió	c_k=80 kN/m^2
összenyomódási modulus	E_{sk}=30 MN/m^2
nedves térfogatsűrűség	ρ_n =2,1 t/m^3

Talajok fagyérzékenysége, tömöríthetősége, fejtési osztálya

Fagyérzékenység	
talaj megnevezése	minősítés
szerves-szervesnyomos iszapos homok- homokos iszap	Fagyveszélyes X-3
szerves agyag	Fagyérzékeny X-2
iszapos homok	Fagyveszélyes X-3
kavicsszorványos homok - kavicsos homok	Fagyálló X-1
márgás agyag	Fagyérzékeny X-2

Tömöríthetőség szemeloszlás alapján	
talaj megnevezése	minősítés
szerves-szervesnyomos iszapos homok homokos iszap	nehezen tömöríthető T-3
szerves agyag	nehezen tömöríthető T-3

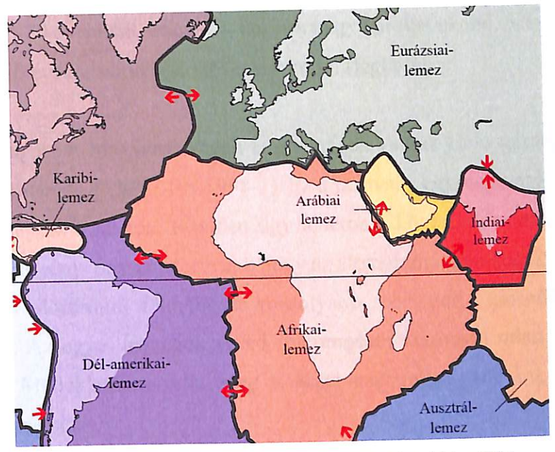
iszapos homok	nehezen tömöríthető T-3
kavicsszorványos homok - kavicsos homok	jól tömöríthető T-1
márgás agyag	nem tömöríthető T-4

Fejtési osztály	
talaj megnevezése	osztály
szerves-szervesnyomos iszapos homok homokos iszap	F-I
szerves agyag	F-II
iszapos homok	F-II
kavicsszorványos homok - kavicsos homok	F-II
márgás agyag	F-V

2.2. Tektonizmus

A fejezetben ismertetem a helyszint érintő szeizmikus adottságokat, melyet az alapozás méretezésénél figyelembe kell venni.

Azt a Föld mélyében lévő pontot, ahol a kőzet törése megindul, hipocentrumnak vagy fészeknek nevezik. A földrengés fészke fölött a Föld felszínén elhelyezkedő pont az epicentrum. A hipocentrum és az epicentrum távolsága a fészekmélység. A földrengések felszíni hatásának jellemzésére a XIX. század második felétől használják az úgynevezett intenzitás skálát, melyek közül egyik legelterjedtebb az olasz földrengéskutató, Giuseppe Mercalli által bevezetett skála, illetve ennek újabb változatai. Az Európában elfogadott 12 fokozatú EMS (European MacroseismicScale) skála is ennek továbbfejlesztett változata. Az intenzitás skála fokozatai a földrengésnek az emberekre, az épített környezetre, illetve a természeti környezetre gyakorolt hatását írják le. Az I. fokozat az ember által nem érezhető rengést jellemzi, a II-IV. fokozatúakat, több ember már érzi. Az épületsérülések az V. fokozattól jelennek meg, a X-XII. fokozat a teljes pusztulást jelzi.



3 - A Föld tektonikai lemezeit a 20. század második felében térképezték fel.
(forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Lemeztektonika)

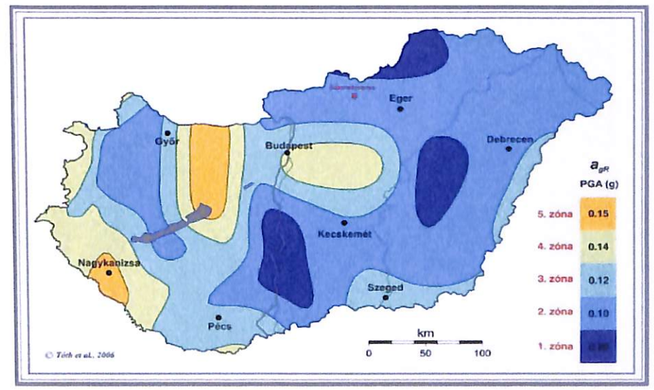
A Kárpát-medence a szeizmikusan aktív mediterrán térség és a gyakorlatilag földrengésmentes Kelet-Európai-tábla között helyezkedik el. Magyarország tágabb környezetének, Európa déli részének nagytektonikáját az Afrikai- és az Európai lemez ütközése határozza meg. Fontos azonban tudni, hogy az Afrikai-lemez szegélye nem azonos a Földközi-tenger déli szélével, hanem azon túlmegy és annak részét képezi az Adriai-tenger alatt húzódó merev blokk is, amit Adriai-tüskének nevezünk. Ennek északias irányú mozgása és egyúttal óramutató járásával ellenkező irányú forgása határozza meg az Apenninek, az Alpok, a Dinaridák és a Kárpátok hegységíve által körülölelt Pannon-medence aktív tektonikai folyamatait, s ezúton földrengés tevékenységét is. Adria forgó mozgása következtében az olasz „csizma" mentén főleg húzófeszültségek gerjesztik a földrengéseket, az Alpok területén kontinens-kontinens ütközés történik, míg a Pannon-medencét főleg oldalelmozdulásos törések uralják.

Magyarország területén évente 100-120 kisebb, mint 2,5 magnitúdójú földrengést regisztrálnak az érzékeny szeizmológiai hálózat segítségével. Ezek nagy része nem éri el az érezhetőség határát. A nagyobbak ritkábban, de jellemző visszatérési idővel fordulnak elő. Az ország területén évente négy-öt 2,5-3 magnitúdójú, az epicentrum környékén már

jól érezhető, de károkat még nem okozó földrengésre kell számítani. Jelentősebb károkat okozó rengés 15-20 évenként, míg erős, nagyon nagy károkat okozó, 5,5 - 6 magnitúdójú földrengés 40-50 éves visszatérési idővel pattan ki. (legutóbb:

Az EU tagországaként Magyarországon is érvényben van az Unió egységes földrengés szabványa az Eurocode-8 (MSZ EN 1998-1). Ez a szabvány egységes tervezési metodikát ír elő az Unió egész területén. Röviden úgy lehetne a követelményeket összefoglalni, hogy minden építményt úgy kell tervezni, hogy az élettartama (általában 50 év) alatt 10% valószínűséggel előforduló földrengést komolyabb szerkezeti károsodás, összeomlás nélkül kibírjon. Az egyes országok eltérő földrengéses viszonyai miatt minden ország saját Nemzeti Mellékletében adja meg a helyi szeizmikus zónákat, a tervezéshez szükséges alapadatokat.

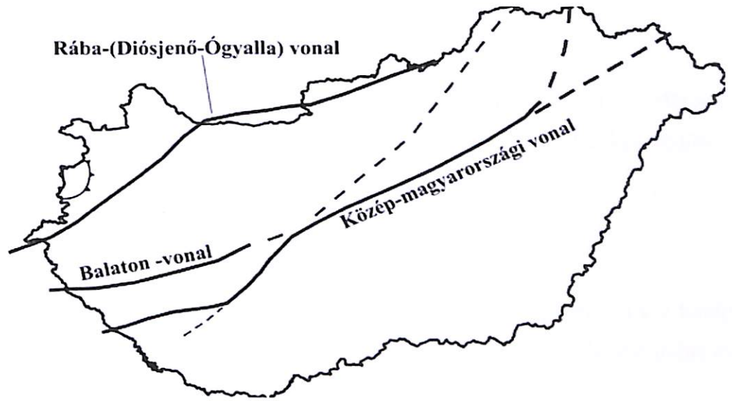
A Tektonizmus (Földrengés) tekintetében, a vizsgált területen a szabvány szerint a figyelembe veendő csúcsgyorsulás értéke agR=0,1x9,81=0,981 m/s2, míg az altalaj E[10] osztályba sorolható. (agR a horizontális gyorsulás értéke, az adott területen, 50 évre, 10% meghaladási valószínűség mellett – 1/475 év gyakoriság – az alapkőzeten, g egységben.)



4 - Magyarország szeizmikus zónatérképe

(forrás: http://www.georisk.hu/Maps/EC8_zones_A4.pdf)

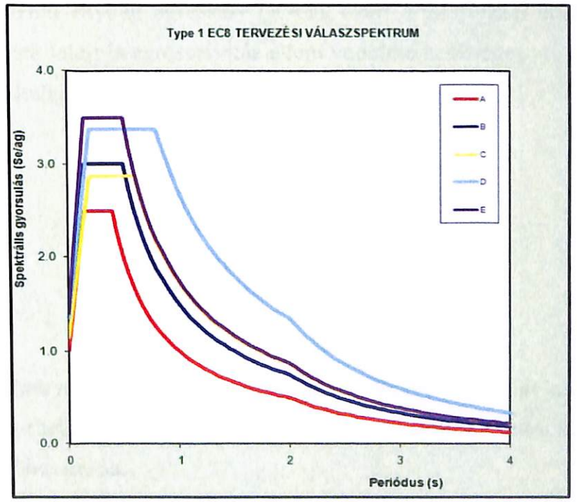
[10] „E" osztály - Olyan talaj profil, ahol a felső 5-20 méteren a vs sebesség a C vagy a D talaj típusnak megfelelő, alatta pedig szilárdabb (vs> 800 m/s) anyag található*(„C" osztály - szilárd és közepesen szilárd homokos, kavicsos, agyagos rétegek, melyek vastagsága néhányszor tíz métertől több száz méterig terjed)*



5 - Magyarország 3 főbb törésvonala

(forrás: http://aranylo.blogspot.hu/2011/03/magyarorszagpannon-medence-jelentos.html)

Magyarországon az MSZ EN 1998-1/ EUROCODE 8 szabvány Nemzeti Melléklete az 1-es típusú spektrum használatát javasolja. Ennek megfelelően az A, B, C, D, E talajok esetén a tervezési válaszspektrum az alábbi ábra szerint alakul.



6 - Az MSZ EN 1998-1/ EUROCODE 8 vízszintes tervezési válaszspektruma A, B, C, D típusú talajok esetén

(Forrás: http://hadmernok.hu/2013_1_antalo.pdf)

2.3. Összefoglalás, javaslatok

A talajmechanikai vizsgálatok alapján az alábbi megállapításokat és javaslatokat vonta le a Petik és Társa Mérnöki és Szolgáltató Kft. melyeket a tervezésnél figyelembe veszek.

Összefoglalás

-A tervezett ipari parknak megfelelő beépítés előzetesen „C" geotechnikai kategóriába sorolásának változtatására (jelen vizsgálat során tett folyamatos felülvizsgálat mellett), sem egyes részekben, sem egészében nem merült fel indok.
-A tervezett ipari park megépítésének talajmechanikai akadálya nincs.
-A felszínt borító alapozásra alkalmatlan 5,7-8 m vtg. szervesnyomos, szerves iszap agyag réteg alatt alapozásra alkalmas homok ill. márgás agyagrétegek vannak.
- A területen a becsült maximális talajvízszintet az Északi oldalon a 186,5 mBf, a Déli oldalon a 186,0 mBf szinten, míg a mértékadó talajvízszintet az Északi oldalon a 187,0 mBf , míg a Déli oldalon a 186,5 mBf szinten adható meg. A terület belvizes.
-A talajvíz a területen enyhén agresszív (XA1), ezért a talajvízzel érintkező beton és vasbeton szerkezetek talajvíz agresszivitás elleni védelme szükséges.
-a_{gR}=0,981 m/s^2, altalaj E osztály.

Javaslatok

Alapozás

A felszínt borító több méter vastag szerves iszap, agyag rétegek miatt jelentősebb terhek viselésére (épületterhek, nagy terhelésű berendezések, dinamikus hatást keltő gépek, stb.) síkalapozás nem jöhet szóba.
Az előbbiek alapján az épületek, nagy terhelésű berendezések, dinamikus hatást keltő gépek, stb. alapozását mélyalapozással-cölöpalapozással javasolt megtervezni és megépíteni. Esetleges nagy padlóterhelés esetén a padlót vagy födémként javasolt

méretezni és a mélyalapozásra kiváltani, vagy alatta az altalaj erősítése szükséges (pl. kavicscölöp).
Az adott területen bármilyen fúrt, vagy vert technológia alkalmazása szóba jöhet.
Az alapozási síkot a jelenlegi terepszint alatti 10-11 m-es mélységek környezetében javasolt felvenni.
A mélyalapok teherbírását a megadott talajfizikai jellemzők *(Talajviszonyok fejezet)*, ill. a CPT eredmények figyelembe vételével lehet méretezni.
Az épület padlószerkezete, valamint a közlekedési utak, parkolók alá a használati terhek alapján méretezett ágyazat beépítése szükséges. Kis terhelésű épület ill. építmény (pl. porta épület, tartály, stb.) alapozása sík alapozással (sáv, vagy lemezalapozás) megoldható.

Szigetelés, felúszás

Az esetleges terepszint alá kerülő szerkezeteket (aknák, stb.) a mértékadó talajvízszintig víznyomás elleni szigeteléssel kell ellátni. Ezeket a szerkezeteket (pl. terepszint alá süllyesztett tartályok) felúszás elleni védelem (lehorgonyzás, vagy leterhelés) figyelembe vételével kell megtervezni.

Munkatér határolás

Esetleges terepszint alá kerülő szerkezetek (aknák, tartályok, stb.) építése esetén a munkatér 2 m-es mélységig meredek rézsűs oldalhatárolással kiemelhető, figyelembe véve az ide vonatkozó munkavédelmi szabályokat.

Víztelenítés

Esetleges terepszint alá kerülő szerkezetek (aknák, tartályok, stb.) építése esetén a munkatér nyílt víztartással víztelenítheto. A végleges tereprendezést úgy kell

megtervezni, hogy a felszíni vízelvezetés a területről biztosított legyen. Ehhez, a területet körbefogó és a területet keresztező árokrendszer kiépítése szükséges.

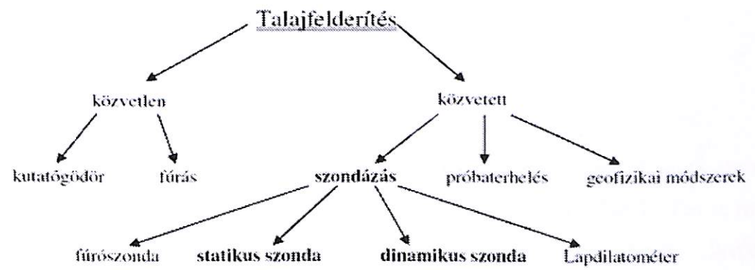
Az adott belvizes területen jelentős problémát jelenthet a felszíni 30 cm vtg. gyökérzettel átszőtt iszap agyag réteg és nádas eltakarítása. Földmunka-géppel a terület nem biztos, hogy járható. Ugyan ilyen probléma és ugyan ebből az okból, a durva tereprendezés földmunkájának elkészítése, tömörítése is. Ezért a munkák során vízgyűjtő árokrendszer kiépítésével és a Zagyvába történő talajvíz átemeléssel kell számolni.

3. Talajvizsgálat és Alapozás

A következő fejezetben ismertetem a helyszínen készített közvetett talajfeltárási technológiákat. Ezen belül részletesen kitérek a statikus és dinamikus szondára melyek a szakdolgozatom és az általános tervezés alapját képezik.

3.1 Talajfelderítés

Talajfelderítés célja az altalaj rétegződésének, a rétegek anyagának és vastagságának meghatározása a legmegfelelőbb alapozási mód kiválasztásához.



3.2 Szondázás

A magyarországi geotechnikai gyakorlatban használt közvetett talaj-felderítési módszerek két talán leggyakoribb fajtája a nehéz vertszondázás és a statikus nyomószondázás (CPT).

Dinamikus szondázás

A dinamikus szonda behatolási ellenállását egy bizonyos behatoláshoz tartozó ütésszámával (N20) mérjük. A 20 ütésszámhoz tartozó behatolást (süllyedést) vizsgáljuk,

melyet meghatározott tömegű súllyal (pl.: 10 kg) és adott magasságból (pl.: 50 cm) történő ejtéssel érjük el.

Statikus szondázás

Az elmúlt években nagymértékben javultak azon módszerek, amelyekkel a talaj tulajdonságait vizsgálták. Ennek egyik oka az, hogy manapság a geotechnikával és a környezetvédelemmel foglalkozó mérnökök egyre inkább felhasználják a számítástechnika modern vívmányait. A végeredmény természetesen elsősorban a bemenő adatoktól függ. Ezért fontosak a pontos és hatékony szondázási műszerek használata.

A CPT rendszer fejlődése

A ConePenetrationTest (kúpbehatolási vizsgálat), röviden CPT, egy olyan talajvizsgálati módszer, amely segítségével pontos információkat kapunk a talajról. Ezt a módszert Hollandiában a 20-as években fejlesztették ki főleg azért, hogy elkerüljék a talajsüllyedéseket és jobb alapokat építhessenek A módszer lényege az volt, hogy azt az erőt mérték, amivel a szondát egy állandó sebességgel a talajba sajtolták. Később kifejlesztettek egy olyan rendszert, amely képes volt mérni a csúcs ellenállást és egyben a palást súrlódást is. A 70-es évek végén elektromos érzékelővel látták el a szondacsúcsot. Ennek az az előnye, hogy az ellenállást közvetlenül a szondacsúcson méri és lehetőséget ad további adatok regisztrálására. Napjainkban a csúcsellenállás és a palást gyűrűre ható súrlódó erő mérése mellett a pórus víznyomást is mérik, ami akkor alakul ki a talajban, amikor a szondát lenyomják. Ezt hívják CPTu vizsgálatnak.

CPT rendszer előnyei

Sok oka van annak, hogy a CPT módszert széles körben használják. Ezek közül a legfontosabb az in-situ (helyszíni) vizsgálat, mivel a talaj tulajdonságait az eredeti környezetében vizsgálja.

Talajminta vétele természetesen fontos különböző talajrétegek meghatározása szempontjából,de a talaj más mechanikai tulajdonságai valószínűleg megváltoznak, ha külső hatások érik,mint például nyomásváltozás.

A CPT gyors módszer és ezért költségkímélő. Átfogó képet ad a talaj topográfiájáról is, mivel a mérés folyamatos.

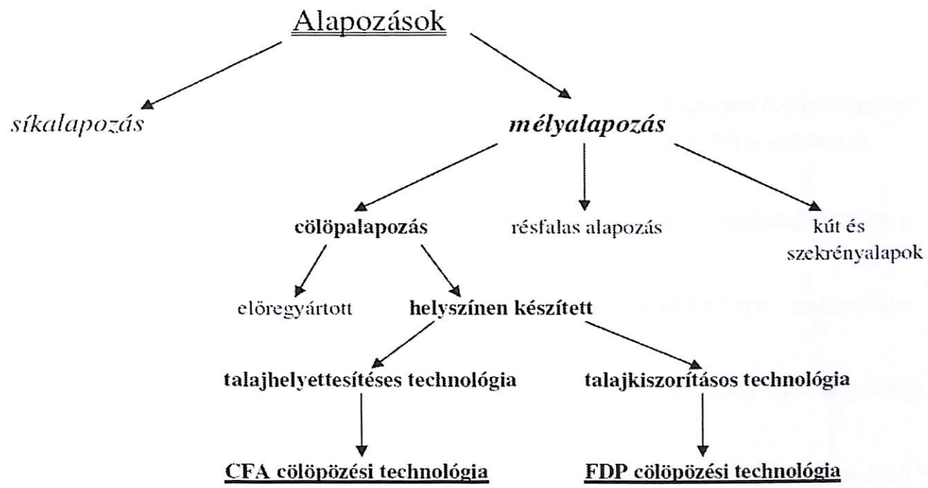
A lehajtás kétféle módon végezhető, lehet stabilizált vagy folyamatos. Az utóbbinál meghatározott sebességgel halad a szonda a talajba, míg az első esetben bizonyos mélységekben kivárják a konszolidációt. A szondacsúcs 10 cm2 keresztmetszetű, 60°-os kúp, elektromos kijelzéssel. az elektromos szonda (CPT) lehetővé teszi a csúcsellenállás (qc) és a köpenymenti ellenállás (fs) folyamatos mérését, elektromos nyúlásmérő bélyeges cellákkal. A berendezés a mért adatokat grafikus és digitálisan is kijelzi. A szonda behatolási sebessége1-2 cm/s.

Alkalmazási terület:

- réteghatárok meghatározására
- állapotváltozás jelzésére
- tömörség meghatározására
- összenyomódási modulus meghatározására
- cölöpteherbírás meghatározására
- üregkutatásra

3.3 Alapozások csoportosítása

Általános rendszerezés alapján a következő ábrán mutatom be a mélyalapozások fajtáit. A szakdolgozatomban ezek közül a CFA és az FDP cölöpalapozási technológiákat részletezem:


Alapozások
síkalapozás
mélyalapozás
cölöpalapozás
résfalas alapozás
kút és szekrényalapok
előregyártott
helyszínen készített
talajhelyettesítéses technológia
talajkiszorításos technológia
CFA cölöpözési technológia
FDP cölöpözési technológia

4. Cölöpalapozás

A következő fejezetben a mélyalapozások közül a cölöpalapozási technológiákat mutatom be általánosan majd a két választott technológiát (CFA; FDP) részletesen.

Az elmúlt két évtizedben a cölöpalapok – a síkalapozások rovására – előtérbe kerültek, s ennek három okát emelhetjük ki:

- mind gyakrabban kell olyan területeken építkezni, melyek mára éppen kedvezőtlen altalajuk miatt maradtak beépítetlenek,
- egyre nagyobb terhelésű és süllyedésre érzékenyebb építményeket kell alapozni, melyek számára csak mélyebben található teherbíró réteg,
- a cölöpözés gépesítésének fejlődése növelte versenyképességét a síkalapokkal szemben,

A cölöp definíciója a következőkben foglalható össze:

- terhüket a mélyebb talajrétegekre adják át a cölöp csúcsán és a köpenyen keresztül
- függőleges méretüket a teherbíró talaj mélysége, a talajba való befogás szükséges hossza szabja meg, s általában H>5D jellemző
- készítésük általában célszerszámmal felülről, a járósíktól lefelé történik

Cölöpalapozást a hazai geológiai és talajadottságok mellet akkor alkalmazunk, ha:

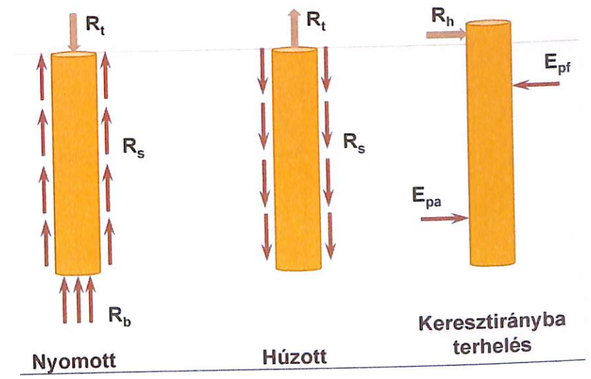
- a teherbíró talaj mélyen van
- a közvetlenül az alapsík alatti talajrétegben kimosás, kiüregelődés vagy elcsúszásveszélye áll fenn.
- a talajvíz magasan fekszik
- az építmény süllyedésre érzékeny nem elég merev
- az építmény nagy kiterjedésű és súlyos és különbözőképpen terhelt részekkel rendelkezik
- a cölöpözéssel a talaj fajlagos teherbírását növelni tudjuk.

A cölöpalapozás a síkalaphoz képest jobban gépesíthető, élőmunka takarékosabb és időjárástól függetlenebb.

A cölöpalapokat alkalmazhatjuk új építmény alapozási szerkezeteként, régi épületek megerősítésére és talajjavítás céljából. Ezen kívül földmegtámasztó szerkezetek és készíthetők cölöpökből, melyek ideiglenes munkatér határolásra, végleges lejtőstabilizálásra szolgálhatnak, esetleg építmények végleges oldalfalai lehetnek.

4.1 Cölöpalapozások csoportosítása, statikai szerepe és igénybevételei

A cölöpök többféle statikai szerepet is betölthetnek. Alapozási szerkezetként a cölöpök leginkább tengelyirányú nyomóerőt kapnak, ezt a terhet kell átadniuk a talajra. Teherbírás szempontjából három csoportba sorolhatók:



7 - Cölöptípus – mechanikai igénybevétel

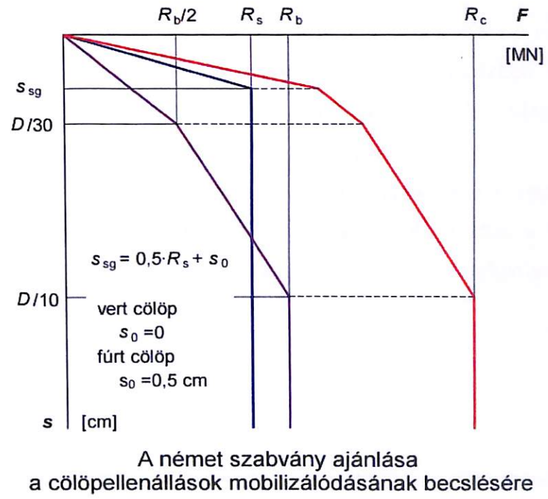
(forrás: http://se.sze.hu/images/ngb_se005_2/09_colopalapozas_I.pdf / 11 oldal)

A teherátadás történhet a csúcson (nyomás) és a köpenyen (nyírás) keresztül. Ezen arányok alapján a cölöpöket három típusba sorolhatjuk:

A nyomott cölöpök típusai	
típus neve	teherátadás a talajra
álló	min. 67% a talpon

lebegő	min. 67% a talpon
kombinált	33 - 66 % talp es palást

A palástellenállás kb 0,02 D süllyedéssel már teljességgel mobilizálódik, eközben talpellenállás a végértékének még csak a 35-40 % át éri el. A teljes értéke pedig csak 0,1 D süllyedés hatására jelentkezik. A cölöpök üzemi terheléskor leginkább lebegőcölöpként viselkednek. Néhány esetben a cölöpök húzottak is lehetnek. Ekkor a teherátadás a köpeny mentén történik. Ez a szokványos alapozási szerkezetek esetén akkor áll elő, ha egy-egy terhelési szituációban a cölöpcsoport olyannyira külpontos terhet kap, hogy egyes cölöpjei húzottá válnak.



A német szabvány ajánlása
a cölöpellenállások mobilizálódásának becslésére

8 – Cölöpellenállás mobilizálódása

(Forrás: http://www.sze.hu/~szepesr/anyagok/kutatas+fejlesztes/Szepeshazi%20Colopmeretezes%20PhD-ertekezes.pdf / 43 oldal)

Keresztirányú terhelést is kapnak sok esetben a cölöpök, ekkor egy pont körül elfordulva a köpenyükön nyomófeszültséget is áthárítanak a talajra, miközben hajlítást és nyírást szenvednek.

4.2 A cölöpök fő jellemzői, osztályozásuk

A cölöpöket sokféle szempont szerint szokás osztályozni. A cölöp fogalom önmagába véve keveset jelent, az anyag, a technológia, a méret alapvetően befolyásolja azt is, miként teljesíti a cölöp a tervezett statikai szerepét. A cölöpök esetében a készítési technológia meghatározó lehet, a cölöp és a környező talaj között bonyolult kölcsönhatások alakulhatnak ki.

A készítés technológiája a legfontosabb, eszerint megkülönböztetünk:

- Talajhelyettesítéssel készülőcölöpöket, melyek készítéséhez a talajt kiemeljük és a keletkező üreget töltjük ki a cölöp anyagával, miközben a környező talaj valamelyest fellazulhat. Ez teherbírás - csökkenéssel járhat, viszont nem terheli a környezetet a lehajtáskor sem zaj sem pedig rezgés.
- Talajkiszorítással készülőcölöpöket, melyek készítésekor a végleges cölöptestet vagy egy alul zárt csövet hajtunk le a talajba és ezáltal a talaj környezetét tömörítjük. Ez teherbírás növekedést eredményez. Ez zajhatással járhat, mely a környezetet zavarja, vagy rezgéssel veszélyezteti.

Átmérő szerint is osztályozhatjuk a cölöpöket. Ezek lehetnek:

- Mikrocölöpök, melyek átmérője 8 – 24 esetleg 30 cm. Ezek leginkább alap megerősítéshez használt speciális technológiájú cölöpök.
- Nagyátmérőjű cölöpök. Ezek leginkább a 80 cm-es átmérőt meghaladó, csak talajhelyettesítéses technológiával készíthető cölöpök.
- 30 és 80 cm közé eső cölöpök melyeket külön jelzővel nem illetünk.

Anyaguk szerint is csoportosíthatjuk a cölöpöket, a leggyakoribb a vasbeton cölöp. Ezen kívül lehet acél vagy öntött vas, még ritka, de elterjedőben van. Keresztmetszete lehet cső vagy hengerelt profilú. Régebben a fa is gyakori volt, de már teljesen eltűnt. Esetleg vízi építményeknél vagy tájvédelmi okból használják.

Készítés módja szerint:

A cölöp lehet előre gyártott és helyszínen készülő. Az előre gyártott cölöpöket veréssel (öblítéssel), vibrálással, csavarással, vagy sajtolással lehet a talajba juttatni. A helyben készülő cölöp számára fúrással (öblítéssel), veréssel, robbantással, vibrálással lyukat állítanak elő, és azt betonozzák be.

A vert előre gyártott cölöpök alkalmazása akkor előnyös, ha a felsőrétegek lazák, a verési ellenállás kicsi és a közbensőrétegek tömörítése számottevően növeli a teherbírást. Ateherbíró rétegek helyzetének és vastagságának megbízható ismerete szükséges.

A helyben készült fúrt cölöpök alkalmazása akkor előnyös, ha:

- változó talajrétegződéshez kell a cölöpök hosszával alkalmazkodni,
- a cölöpcsúcs átmérőjének növelése vagy a betonnak az érdes talajfelülethez valódöngölése által jelentős teherbírás érhetőek
- a nagy terhelések miatt nagy átmérő és nagy hosszúság szükséges

4.3 A cölöpözés technológiája, típusai

A szakirodalom nagyon sok technológiát ismertet, melyek gyakran alig különböznek egymástól. Szakdolgozatom keretén belül két fő - hazánkban is elterjedt – technológia típust ismertetek. Az egyik a talajhelyettesítéssel illetve részleges talajhelyettesítéssel készülő cölöpök technológiája a másik a talajkiszorításos technológia. Mindkét típusnak megvannak az előnyei és hátrányai.

A talajhelyettesítéssel illetve részleges talajhelyettesítéssel készülő cölöpözési technológiák:

Technológiai feladatok a következők:

- földkiemelés
- furatfal biztosítása
- betonbevitel
- betontömörítés
- vasalás behelyezés

A földkiemelés fúrással, markolással esetleg vízöblítéssel történhet. A leggyakoribb fúrásesetén a szerszámot a talajfajtához igazodóan kell megválasztani. Szemcsés talajokban,legjobban a kanál- vagy dobfúró használható, melynek alja fel van hasítva, ahol is a talaj bejut az edénybe „betömörödve" kiemeléskor se hullik ki. A kötött talajokban a spirálfúró hatékony, mert a talaj kohézió révén rajta marad a spirálon. (Lapos emelkedésű spirálon egyébként a nedves homok is fent marad.) A spirálfúrok egy speciális változata a „végtelen(12-25 m hosszú) spirál", melyet egyben hajtanak le és emelnek ki. E spirál tengelye betonozócső is egyben. Egyes változatai esetében a tengelycső alig kisebb a spirál külső átmérőjénél úgy hogy ez a lehajtás közben ki is szorítja a talajt.

A furatállékonyság biztosítása az egyik legkritikusabb része a munkának, mert a furat falbeomlása számos bajt okozhat. Megakadályozhatja a szerszám kiemelését, folytonossági hiányokat okozhat a cölöptestben, gyengítheti a vasalás és a beton kapcsolatát, növelheti a betonfelhasználást, fellazítva a környezőtalajt csökkentheti a palástellenállást.

Megtámasztásra a következő megoldások állnak rendelkezésre:

Önmagában állékony kötött talajban esetleg el is maradhat a megtámasztás, de ekkor is ügyelni kell a furat gyors kibetonozására. A végtelen spirál esetén tulajdonképpen a

bennmaradó talajdugó támasztja meg a talajt, így erről nem kell külön gondoskodnunk. Szemcsés talajokban gyakran fúróiszappal (bentonit szuszpenzióval) történik a furatfal megtámasztása, melyet horgonyfúráshoz és réseléshez is használnak. A legbiztosabb megtámasztás béléscsővel biztosítható, de ennek mozgatása meglehetősen nehéz, külön eszközt kíván. Nem is beszélve a toldásáról, mely nagyban lassítja a munkát.

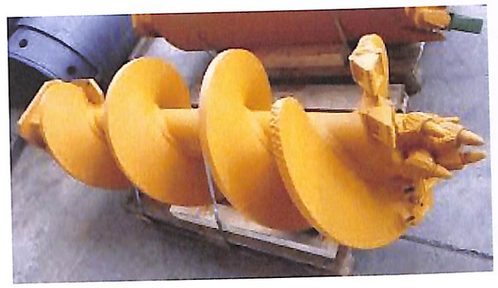
A betonbevitel történhet gravitációsan vagy pneumatikusan, azaz nyomással segítve. az utóbbi természetesen előnyösebb, bár hosszabb cölöpök esetén a folyós beton saját nyomása önmagában is jelentős. A nyomás egyben tömörítést is ad, a talpon biztosítja a felfekvést.
Fontos, hogy a friss beton a már bennlevő beton felszíne alá kerüljön, így felnyomja az elején talajjal szennyezett betonréteget. A bevitelhez külön betonozó tölcsért használnak vagy béléscsövön, illetve fúrószáron juttatják be a betont, mely elég folyós kell, hogy legyen és csak finomabb adalékot tartalmazhat a dugulások elkerülése érdekében. Különös figyelmet kell fordítani a betonozás folytonosságára.

A beton tömörítésére több lehetőség van, de ügyelni kell arra, hogy ne vezessen vízleadáshoz. A tömörítés beejtegetett döngölővel, béléscső visszaverésével illetve merülővibrátorral is végezhető. Vákuum kutak melletti cölöpözéskor a készítés idejére a szivattyúkat le kell állítani, mert elszívja a vizet és az armatúrák behelyezése is nehézkesebbé válik.

A vasalást a betonozás előtt is be lehet állítani a furatba, de természetesen ez technológiafüggvénye. Betonozás utáni armatúra behelyezése - szárazabb durvább adalékú beton és a sűrűbb hosszú vasalás esetén - vibrációval történik.

A technológia kiegészülhet még valamilyen talpszélesítő eljárással. ilyen lehet valamilyen kinyitható speciális fúrószerszám, a csúcsba bevitt táguló test. Ezek főleg álló cölöpök esetén lehetnek indokoltak.

CFA cölöpözési technológia.



(Forrás: http://www.kormendi-online.hu)

Az 90-es évek elejétől hazánkban is használatos talajhelyettesítéses technológia egyre inkább terjed. A CFA név angol (Countinuous Flight Auger), de német nyelvterületen SOB, franciavidéken STARSOL néven régóta alkalmaznak hasonló eljárást.

Lényege a „végtelen" spirálfúró, mely betonozócső is egyben. Lehajtása közben a bennmaradt talajdugó megtámasztja a furatot, a fúrószáron át egy betonszivattyú túlnyomással viszi be a betont, miközben a beton feltolja a spirált, és a talajdugót, melyet húzással segíteni kell. A betonnak mindenképp nyomás alatt kell a furattalpat elérnie annak érdekében, hogy a felfelé mozgó spirál alatt ne történhessen fellazulás, beomlás, vagyis a talpellenállásra és az alsó rész köpenymenti ellenállására is számítani lehessen. A vasalást utólag helyezik el a betonba esetleg vibrálással ha szükséges. A betonacél általában B 60.50 A cölöp átmérője 40, 60, 80, 100 esetleg 120 cm átmérőjű is lehet, a fúrógép méretétől függően 12-20 m. Szükséges géplánc: cölöpöző gép, betonpumpa, kombinált rakodógép, daru.

A technológia egyes lépéseit alábbiakban adom meg, képekkel illusztrálva a cölöpfúrástól a fejtömb készítéséig:

1. cölöpök kitűzése, pontra állás.

2. fúrás a tervezet mélységig

3. Folyamatos betonozás nyomás alatt a fúrószár emelésével

4. furattető megtisztítása

5. armatúra behelyezése

A cölöpöt a kívánt magasság fölé - szabvány szerint egy cölöpátmérővel (D) – betonozzák, majd a szerelőbeton elkészítése után a cölöpök visszavésése a következő munkamenet. Ezek után elkészítik a fejtömb vasalását, zsaluzatát és kibetonozzák. A fejtömbök és a cölöpök is szerkezeti betonból készülnek.C20/25, C25/30 vagy C30/37-es. A cölöp betonja 16-os szemnagyságú cementadagolás 400kg/m^3. A 16-os szemnagyság a pumpálhatóság miatt szükséges.

CFA cölöpözési technológia előnyei

- Gyors és kiforrott technológia
- Nagy teherbíró képességű alaptestek
- Kötött és márgás talajokban is hatékony termelés

Talajkiszorításos cölöpözés

A talajkiszorításos technológia, érdemileg nem sok mindenben különbözik a talajhelyettesítésestől. Míg az utóbbinál a furatanyag kitermelésre kerül, addig a talajkiszorításosnál ez a földmennyiség bennmarad, de a cölöp térfogatával megegyező mennyiségben kiszorul.

FDP cölöpözési technológia

(Forrás: http://www.coefond.com/?pg=tecnologie,full-displacement-pile)

Az FDP „Full Displacement Pile" technológia lényege az, hogy a cölöpöző gép a befúrás során a földtömeget oldalirányba szétnyomja, ezáltal tömöríti, gyakorlatilag teljes talajkiszorítást végez. Ennek előnyei, hogy nincs kikerülő föld, vagyis nem kell földet elszállítani, illetve az oldalirányú betömörödés miatt a cölöp köpenysúrlódása fokozódik, azaz a cölöpteherbírás megnövekszik.
A cölöp átmérője 36, 51, 61 cm átmérőjű is lehet, s hossza a fúrógép méretétől függően 12-20 m. Szükséges géplánc: cölöpöző gép, betonpumpa, kombinált rakodó, daru.

A technológia további előnyei:

- a teherbírás kiemelkedően nagy
- a betonfelhasználás minimalizálható
- a felszínen sem kiemelt föld, sem zagy nem jelenik meg, a munkaterület ugyanolyan rendezett marad, mint a munka megkezdése előtt volt
- a helyszín jól szervezhető, az ellenőrzési rendszer kiváló

FDP cölöpözési technológia munkafolyamatai:

1. lepés: kitűzés majd a fúrófej megfelelő helyzetbe állítása (nagyjából pontra állás, fúrószár függőleges állítása, tényleges pontra állás, függőlegesség ellenőrzése újraállítása).

2. lépes: A fúrófej befúrása a talajba, a fúrófej forgatása és lenyomása mellett. A talajt a fúrófej indítóeleme fellazítja, majd pedig a fúró teste azt a környező talajba betömöríti. A fúrási mélységet a cölöpöző gép magassága korlátozza. Géptől függően 12-24 méteres furat készíthető

3. lépés: A végleges mélység elérésekor az üreges fúrószáron keresztül betont kell bepumpálni miközben a fúrószárat vissza/fel húzzák úgy, hogy a furatban végig nyomás alatt tartják a beton. A fúrószár forgásiránya megegyezik a befúrási szakaszban alkalmazott forgásiránnyal, hogy az esetleges szennyező fúratanyagokat a spirál felfelé hozza.

4. lépés: A cölöparmatúra elhelyezése a friss betonba.

FDP cölöpözési technológia előnyei

a; *Nagy teherbíró képesség*

A talajnak a betömörítése a környező talajba egy meglehetősen nagy sűrűséggel jellemezhető hengeres tengelyterületet képez.
A teherátadó terület (betömörített talaj területe) mintegy 30%-al nő

Ennek eredményeként a súrlódási ellenállás szintén közel 30%-al nő, míg a talpnyomásban tapasztalható emelkedés körülbelül50-70%-al(a névleges átmérővel szemben)

b; *Vibrációmentes fúrási folyamat*

A fúrófej lefúrása jelentősebb vibráció nélkül megy végbe, szomszédos épületeket a felszínen káros hatás nem éri.

c; A fúrás során furatanyag nem keletkezik

A talaj teljes mértékben a környező talajtömegbe tömörül a fúrófej lefúrása közben. Mivel a felszínre nem kerül talaj, szennyezett területen ez a technológia előnyt élvez a talajkiszorításossal szemben. Továbbá a földkitermelés költségei minimálisra csökkenthetők.

d;Nagy termelékenység

A termelékenység mértéke a talajfizikai jellemzők függvénye

e;A betonfelhasználás minimalizálása

a beton túlzott felhasználását számottevően mérsékli a talajtömörítő eljárás más, folyamatos kiemeléssel járó fúrási módszerrel összehasonlítva.

FDP technológia hatása a cölöpöt körülvevő talajra:

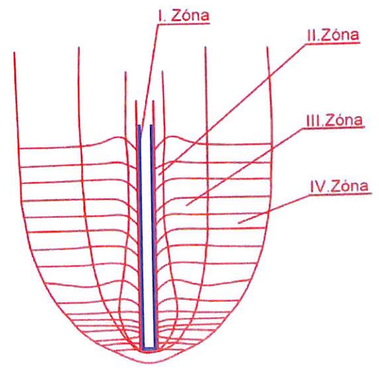
A fúrófej lehajtása közben a cölöp körül bizonyos távolságban a lehajtási munka, továbbá a fúrófej által kiszorított talaj, tömörítő hatást gyakorol, így csökkenti a talaj hézagtényezőjét. A hézagtényező csökkenése javítja a talajfizika jellemzőket, közvetve a cölöp teherbírását. A dolgozó cölöphossz jelentős szakaszán a talaj pórusai általában vízzel telítettek. A cölöpözés a vizet kiszorítja a pórusokból, ezáltal csökken a cölöpöt körülvevő talaj víztartalma. A vízkiszorítás sebessége összefügg a talaj szemeloszlásával; minél kisebb szemcséjű a talaj, annál lassabban megy végbe a vízkiszorítás. Egyes kötött talajokban ez a folyamat rendkívül lassan zajlik le, így a cölöp kezdeti, és hónapokkal későbbi teherbírása különbözhet. A szemcsés homok és kavics talajokban a vízkiszorítás a cölöp lehajtása közben azonnal végbemegy.

A talajkiszorítás jelentősen megnöveli a környező talaj tömörségét azáltal, hogy a cölöp térfogatával megegyező köbtartalmú talajt kiszorítja. Mivel az oldalirányban kitéréssel

szemben a talajok ellenállása lényegesen kisebb, mint a felfelé való türemkedéssel szemben, a cölöp körül görbe vonalú csúszófelületek alakulnak ki, melyek mentén a fúrófej lehajtásakor elmozdulások keletkeznek. A cölöp környezetében a talajdeformáció szempontjából négy zónát tudunk megkülönböztetni.

- Az I. zóna 2-10 mm vastag, deformált, erősen tömörített talaj.
- A II. zóna 0,7-3d (d a cölöpátmérő) vastagságú tömörített talaj. Az I. zónával határos részén teljesen össze van törve az eredeti talajszerkezet, kifelé haladva pedig a III. zóna felé fokozatosan átmegy az eredeti struktúrába. A zónahatár mentén az egyes rétegek felfelé irányuló elmozdulást végeznek.
- A III. zóna 5-6d vastagságban veszi körül a cölöpöt. A talaj szerkezete nem változik, bizonyos mértékű tömörség- és térfogatsúly-csökkenést lehet észlelni. Ez annak a következménye, hogy az FDP fej lehajtása közben kialakuló feszültségek kissé fellazítják a talajt. Ebben a zónában az egyes talajrétegek lefelé mozdulnak.
- A IV. zónában alig találunk változást a kezdeti állapothoz képest, átmérője a mélységgel fokozatosan csökken.

Gyakorlatilag az I-III. zóna az, amely a cölöp vagy cölöpcsoport viselkedésére hat.



5. Részletes számítás

A következő fejezetben bemutatom a cölöpalapozások méretezésének folyamatát a CPT szonda eredményei alapján a számítási metódust és a részletes számításokat levezetve.

5.1 Cölöpteherbírás meghatározása CPT szondák alapján

A cölöpök határteherbírását a rendelkezésemre bocsátott szakvélemény fúrásai és dinamikus szondái, valamint a 5 db CPT szonda alapján az EC-7 szabvány szerint határoztam meg. A cölöpöket az együttdolgozás érdekében fejtömbökkel kell össze fogni. A fejtömbök kialakítását, vasalását tervdokumentációmban részletesen megadom.

Statikai számítás elvi megfontolásai

A rendelkezésemre bocsátott statikai terhelési adatszolgáltatás valamint a pillérkelyhek kialakítása alapján megállapítható hogy a pillérek alá cölöpcsoportokat kell elhelyezni. Igénybevételektől függően 1-es; 2-es; 3-as és nagy függőleges erő esetén 4-es cölöpcsoportot alakítok ki. Ezen csoportok kialakítását a nyomatékok nagysága is jelentősen befolyásolja. Minél több cölöpön áll a pillér annál stabilabb, ezt a megfontolást követve mindkét cölöptípusnál a technológia által megengedett legkisebb átmérőt alkalmazom, így csökkenthető a beton mennyisége.

A tervek a cölöpök felső síkját két féle magasságban határozták meg. A felső sík -1,80 m és -2,60 m. Az ellenállások meghatározásánál a biztonságot szem előtt tartva, az ellenállásokat a mélyebben fekvő -2,60-es cölöpök alapján számolom, vagyis a palástellenállást csak ettől a mélységtől veszem figyelembe.
A cölöpfejnél az altalajra körülbelül a korábbi hatékony feszültséggel megegyező mértékű függőleges feszültség adódik, ezért a hatékony feszültség miatti korrelációs[11] hatást elhanyagolom.
A 5 CPT szondaeredményt felhasználva egyenként kiszámolom egy cölöp teherbírását. Majd a biztonságot szem előtt tartva a legrosszabb eredményt veszem alapul a számításaim során.

[11] A nyomási ellenállás karakterisztikus értéke: $R_{c,k}$= Min: ($R_{c,m}$mean/ ξ_{mean} – $R_{c,m}$min/ ξ_{min}) ξ_{mean}, ξ_{min} az átlaghoz, ill. a minimumhoz tartozó korrelációs tényező, melyeket az ellenállás meghatározási eljárástól és a vizsgálatszámtól függően lehet felvenni.

Cölöpteherbírás számítása, tervezése CPT szondázással

Mint korábban említettem a számításokat EC-7 szerint végzem. Bár többféle szabvány van érvényben az alapvető tematika megegyezik. A cölöpteherbírás számítását a cölöpök csúcsellenállása és köpeny menti ellenállásának összegeként határozhatjuk meg. Ezek az ellenállási értékek természetesen talajfüggőek. más képleteket használunk szemcsés és kötött talajok esetén és a biztonsági tényezők is változnak. Ezeket a technológiáktól függő tényezőket leginkább tapasztalati úton határozták meg.

A számítás lépéseinek ismertetése, bemutatása:

$$R_d = R_b + R_s = A_b * q_b + \sum H_i * K_i * q_{si}$$

Ahol:

R_d	Cölöpteherbírás
R_b	Talpellenállás
R_s	Palástellenállás
A_b	Keresztmetszeti terület
q_b	Fajlagos talpellenállás
H_i - K_i	Rétegvastagság - Cölöpkerület
q_{si}	Fajlagos palástellenállás

Szemcsés talaj esetén:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * \left(\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII}\right)$$

q_b	***talpellenállás***
α_b	a talpellenállás technológiai szorzója (táblázatból – 0,8 FDP és CFA esetén is)
q_{cI}	a cölöptalp alatti d_{crit} kritikus mélységre átlagos szondaellenállása, mely 0,7D és 4D között úgy kell felvenni, hogy a számított csúcsellenállás a legkisebb legyen
q_{cII}	a cölöptalp alatti d_{crit} kritikus vastagságú zóna azon legkisebb q_c értékeinek a mélységtartományukkal súlyozott átlaga, melyeket úgy kell megállapítani, hogy a

d_{crit} mélységtől a cölöptalpig felfelé haladva az előzőnél mindig csak kisebbet kell számításba venni

q_{cIII} a cölöptalptól 8D magasságig felfelé haladva az előbbi elv szerint felvehető legkisebb q_c értékek szintén az előbbihez hasonlóan súlyozott átlag, melynek meghatározásakor a talp szintjén a q_{cII} számításakor figyelembe vett legfelső értékből kell kiindulni, de csak q_{cIII} 2 MN/m2 vehető fel.

q_{bH} korlátozása:

- qbH<15 MPa lehet
- el_terhelt, nagyon tömör, meszes homokok esetében további csökkentés

q_s ***palástellenállás*** $q_s = \alpha_s \cdot q_{cH}$

α_s a palástellenállás technológiai szorzója

q_{cH} korrekciója

- ha egy 1,0 m-nél hosszabb szakaszon q_c>15 MPa, akkor q_{cH}=15 MPa legyen, (ez egyben $q_s \leq$120 kPa korlátozást is jelent)
- ha egy 1,0 m-nél rövidebb szakaszon qc >12 MPa, q_{cH}=12 MPa legyen,
- ha a szondázás terepszintje magasabban volt, mint lesz az üzemi állapotban, s ezért a függőleges hatékony feszültség valamely mélységben szc'-ről szH'-ra csökken, akkor a figyelembe vehető szondaellenállás $q_{cH}=q_{cH} \cdot$(szH'/szc') legyen

Cölöpök szemcsés talajbeli fajlagos ellenállásait a statikus szonda csúcsellenállásából adó szorzó

készítési mód	típus	talpellenállásra $\alpha_b = q_b / q_c$	palástellenállásra $\alpha_s = q_s / q_c$
	előregyártott vert vb. vagy acél	1,0	0,010
talajkiszorítással	helyszíni vert (Franki, Simplex)	1,0	0,014
	előregyártott csavart	0,8	0,012

részleges talajkiszorítással	vert acélprofil, nyitott cső	1,0	0,0075
	folyamatos (CFA, SOB)	0,8	0,006
talajhelyettesítéssel	béléscsővel fúrt cölöp	0,6	0,006
	fúróiszappal fúrt cölöp	0,6	0,005

Kötött talaj esetén:

Kötött talajok fajlagos cölöpellenállási értékei a c_u drénezetlen nyírószilárdságból

	Palástellenállás	***Talpellenállás***
Talajkiszorítással készülő cölöpre	$\tau = 180 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$	$\sigma=9*c_u$
Talajhelyettesítéssel készülő cölöpre	$\tau = 14\ 0 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$	$\sigma=7,5*c_u$

q_c= a stat. szonda csúcsellenállása ***C_1=1 MN/m²***

$c_u \approx 0,06.q_c$

A biztonság az Eurocode 7 szerint

$$\gamma_g * G_{rep} + \gamma_q * Q_{rep} = E_d \leq R_d = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az adatszolgáltatásban szereplő igénybevételeket γ_g=1,35 γ_q=1,50 biztonsági tényezők figyelembevételével határozták meg.

A cölöpök ellenállástípusainak biztonsági tényezőit az alábbi táblázat tartalmazza:

Cölöptípus				Húzó igénybevétel
	Talpellenállás	Palástellenállás	Teljes ellenállás	Palástellenállás
	γ_b	γ_s	γ_t	$\gamma_{s;t}$
Vert	1,10	1,10	1,10	1,25
CFA	1,20	1,10	1,15	1,25
Fúrt	1,25	1,10	1,20	1,25

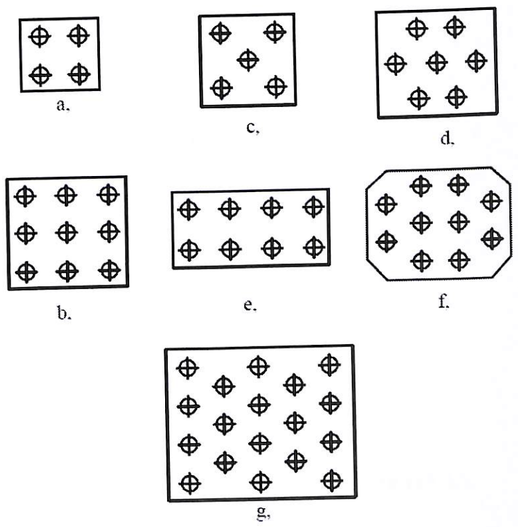
a ξ korrelációs tényező a cölöpellenállás karakterisztikus értékének meghatározásához			
az ellenállás meghatározásának módszere	a próbaterhelések ill. a talajszelvények száma	az átlagra vonatkozóan	a minimumra vonatkozóan
	n	ξ_{mean}	ξ_{min}
statikus[1,4] próbaterhelés	1	1,40	1,40
	2	1,30	1,20
	3	1,20	1,05
	4	1,10	1,00
	≥5	1,00	1,00
talajvizsgálat[2,3,4]	1	1,40	1,40
	2	1,35	1,27
	3	1,33	1,23
	4	1,31	1,20
	5	1,29	1,15
	7	1,27	1,12
	10	1,25	1,08
dinamikus[2,5] próbaterhelés	≥2	1,60	1,50
	≥5	1,50	1,35
	≥10	1,45	1,30
	≥15	1,42	1,25
	≥20	1,40	1,25

Megjegyzések

1. ha egyetlen terhelést végeznek, akkor az a legrosszabb altalajú helyen legyen, ha többet, akkor azok reprezentálják az altalaj változásait, s egyet mindenképpen a legrosszabb helyen kell végrehajtani;
2. csak statikus próbaterheléssel kellő számú esetben igazolt számítási módszerek alkalmazhatók, szükség esetén a biztonságot növelő modellényező bevezetésével;
3. a vizsgálati helyeknek jellemezniük kell az altalaj változásait, a szélsőségesen kedvezőtlen helyeket is;

4. ha a cölöpösszefogás képes kiegyenlíteni a teherbírás cölöpcsoporton belüli különbségeit, akkor a fenti értékek 1,1-el oszthatók, de a módosított érték is maradjon 1,0-nél kisebb;
5. a megadott értékek a következők szerint módosíthatók:
   - 0,85 szorzóval, ha a vizsgálat a mért jelekre illesztett modell alapján állapítja meg teherbírást;
   - 1,10 szorzóval, ha verési képletet használnak a mért kvázi-rugalmas behatolásból számolva;
   - 1,20 szorzóval, ha verési képletet használnak a kvázi-rugalmas behatolás mérése nélkül;

Cölöpcsoportok teherbírása:



A cölöpalapok több cölöpből állnak, a cölöpöket általában csoportosan fejlemezzel fogják össze. Vonalas jellegű építmények alátámasztására a cölöpöket egy, két vagy három sorban helyezik el. A határteherbírásnak megfelelő terhelés esetén az egyes cölöpök mindig kevéssé süllyednek, mint a cölöpcsoport azonos körülmények között.

Cölöpteherbírás meghatározása CFA cölöpre.

CPT1 szonda eredményeinek számítása

$qcI =$	11,8456	MN/m^2	*(számított)*
$qcII =$	4,6270	MN/m^2	*(Leolvasott min érték)*
$qcIII =$	0,0822	MN/m^2	*(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * (\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII})$$

q_b = 3,3274 MN/m2 < 15 MN/m^2

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m^2

A_b = 0,1257 m^2

r = 0,20 m

talpellenállás:

$R_b = A_b * q_b$

R_b = 0,1257 * 3,3274 = 0,4181 MN = 418,135 kN

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$ Kötött talajok esetén: $\tau = 140 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$

Talajkiszóritásos cölöp esetén:

$c_u = 0{,}06 * q_c$

c_1 = 1 MN/m^2 szemcsés talajok esetén: $q_s = \alpha_s * q_{cH}$

α_s = 0,006

$q_{c,1}$ =	0,8150	$q_{s,1}$ =	4,8900	kN/m^2	*Iszapos homok*
$q_{c,2}$ =	0,5050	$q_{s,2}$ =	24,3697	kN/m^2	*Agyag*
$q_{c,3}$ =	1,0940	$q_{s,3}$ =	6,5640	kN/m^2	*Kavicsos homok*

$q_{c;4}$ = 0,1890 $q_{s,4}$ = 14,9085 kN/m² *Agyag*

$q_{c;5}$ = 10,4260 $q_{s,5}$ = 62,5560 kN/m² *Iszapos homok*

$q_{c;6}$ = 26,0742 ~~$q_{s,6}$ = 156,1150~~ $q_{s,6}$ = 120 kN/m² *Kavicsos homok*

$q_{c;7}$ = 8,4730 $q_{s,7}$ = 99,8211 kN/m² *Agyag*

H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i * q_{s,i}$
2.	2,73	66,5292
3.	0,9	5,9076
4.	2,085	31,0843
5.	0,9	56,3004
6.	0,8	96,0000
7.	0,585	58,3953
$\sum H_i$ = 8		**314,2168**

$$\mathbf{q_{s,átlag}} = \frac{314{,}2168}{8} = \mathbf{39{,}28\ MN/m2}$$

$K_i = D*\pi$ D= 0,40 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

R_s = 8,7*0,40*π* 39,28 = 355,3707 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 418,1349 kN γ_b = 1,35

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 309,7296 kN

$R_{s;k}$ = 355,3707 kN γ_s = 1,1

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 323,0643 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 632,794 kN

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{506{,}24\ kN} \qquad \gamma_t = 1{,}25$$

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT1-es szonda alapján 506,24 kN!

CPT2 szonda eredményeinek számítása

qcI =	19,2295	MN/m²	*(számított)*
qcII =	7,6120	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*
qcIII =	0,0996	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * (\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII})$$

q_b = 5,4081 MN/m2 < 15 MN/m²

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m²

A_b = 0,1257 m²

r = 0,20 m

talpellenállás:

R_b = $A_b * q_b$

R_b = 0,1257 * 5,4081 = **0,6796 MN = 679,608 kN**

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$ Kötött talajok esetén: $\tau = 140 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0{,}06 * q_c$

c_1 = 1 MN/m² szemcsés talajok esetén: $q_s = \alpha_s * q_{cH}$

α_s = 0,006

$q_{c;1}$ =	0,300	$q_{s.1}$ =	1,8000	kN/m²	*Iszapos homok*
$q_{c;2}$ =	2,615	$q_{s.2}$ =	55,4548	kN/m²	*Agyag*
$q_{c;3}$ =	1,170	$q_{s.3}$ =	7,0200	kN/m²	*Iszapos homok*
$q_{c;4}$ =	2,265	$q_{s.4}$ =	51,6105	kN/m²	*Agyag*
$q_{c;5}$ =	1,865	$q_{s.5}$ =	11,1900	kN/m²	*Iszapos homok*

$q_{c;6}$ =	1,620	$q_{s.6}$ =	*9,7200*	kN/m^2	*Kavicsos homok*
$q_{c;7}$ =	1,470	$q_{s;7}$ =	41,5779	kN/m^2	*Agyag*

	H_i - Rétegvastagság	
	H_i	$H_i * q_{s,i}$
2.	2,015	111,7415
3.	1,17	8,2134
4.	2,265	116,8977
5.	1,865	20,8694
6.	0,685	6,6582
$\sum H_i$ =	**8**	**264,3802**

$$\mathbf{q_{s,átlag}} = \frac{264{,}3802}{8} = \mathbf{33{,}05\ MN/m2}$$

$K_i = D*\pi$ D= 0,40 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

R_s = 8,7*0,40*π* 33,05 = 299,0069 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 679,6076 kN γ_b = 1,35

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 503,4130 kN

$R_{s;k}$ = 299,0069 kN γ_s = 1,1

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 271,8244 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 775,237 kN

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{620{,}19\ kN}$$

γ_t = 1,25

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT2-es szonda alapján 620,19 kN!

CPT3 szonda eredményeinek számítása

qcI =	27,8298	MN/m²	*(számított)*
qcII =	5,8210	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*
qcIII =	1,7910	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * (\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII})$$

q_b = 7,4466 MN/m2 < 15 MN/m²

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m²

A_b = 0,1257 m²

r = 0,20 m

talpellenállás:

$R_b = A_b * q_b$

R_b = 0,1257 * 7,4466 = 0,9358 MN = 935,763 kN

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$ Kötött talajok esetén: $\tau = 140 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0,06 * q_c$

c_1 = 1 MN/m² szemcsés talajok esetén: $qs = \alpha_s * q_{cH}$

α_s =0,006

$q_{c,1}$ =	0,9059	$q_{s,1}$ =	5,4351	kN/m²	*Iszapos homok*
$q_{c,2}$ =	1,0743	$q_{s,2}$ =	35,5432	kN/m²	*Agyag*
$q_{c,3}$ =	0,2877	$q_{s,3}$ =	5,4351	kN/m²	*Iszapos homok*
$q_{c,4}$ =	0,5887	$q_{s,4}$ =	26,3112	kN/m²	*Agyag*
$q_{c,5}$ =	3,4300	$q_{s,5}$ =	5,4351	kN/m²	*Iszapos homok*

$q_{c,6}$ = 13,6709 $q_{s,6}$ = *82,0252* kN/m² *Kavicsos homok*

$q_{c,7}$ = 21,6508 ~~$q_{s,7}$ =~~ ~~*159,5661*~~ kN/m² $q_{s,7}$ = 120 kN/m² *Agyag*

H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i * q_{s,i}$
2.	1,575	55,9806
3.	0,895	4,8644
4.	0,805	21,1805
5.	2,785	15,1368
6.	1,94	159,1289
$\sum H_i$ =	**8**	**256,2913**

$$\mathbf{q_{s,átlag}} = \frac{256,2913}{8} = \mathbf{32,04\ MN/m2}$$

K_i = D*π D= 0,40 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

R_s = 8,7*0,40*π* 32,04 = 289,8585 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 935,7633 kN γ_b = 1,35

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 693,1580 kN

$R_{s;k}$ = 289,8585 kN γ_s = 1,1

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 263,5077 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 956,666 kN

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{765,33\ kN}$$

γ_t = 1,25

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT3-es szonda alapján 765,33 kN!

CPT4 szonda eredményeinek számítása

CFA méretezése CPT4 alapján

qcI =	18,4468	MN/m²	*(számított)*
$qcII$ =	4,9254	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*
$qcIII$ =	0,1552	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * (\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII})$$

q_b = 4,7365 MN/m2 < 15 MN/m²

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m²

A_b = 0,1257 m²

r = 0,20 m

talpellenállás:

R_b = A_b * q_b

R_b = 0,1257 * 4,7365 = **0,5952 MN = 595,210 kN**

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$ Kötött talajok esetén: $\tau = 140 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0,06 * q_c$

c_1 = 1 MN/m² szemcsés talajok esetén: $q_s = \alpha_s * q_{cH}$

α_s =0,006

$q_{c,1}$ =	0,9308	$q_{s,1}$ =	5,5846	kN/m²	*Iszapos homok*
$q_{c,2}$ =	0,6421	$q_{s,2}$ =	27,4784	kN/m²	*Agyag*
$q_{c,3}$ =	0,6336	$q_{s,3}$ =	3,8015	kN/m²	*Kavicsos homok*
$q_{c,4}$ =	0,3919	$q_{s,4}$ =	21,4681	kN/m²	*Agyag*

$q_{c;5}$ = 4,1728 $q_{s,5}$ = 25,0369 kN/m² *Iszapos homok*

$q_{c;6}$ = 21,8154 ~~$q_{s,6}$ =~~ ~~130,8921~~ $q_{s,6}$ = 120 kN/m² *Kavicsos homok*

H_i - *Rétegvastagság*

	H_i	$H_i * q_{s,i}$
1.	0,27	1,5078
2.	2,51	68,9707
3.	1,5	5,7022
4.	1,65	35,4224
5.	2,07	51,8265
$\sum H_i$ =	**8**	**163,4296**

$$\mathbf{q_{s,átlag}} = \frac{163,4296}{8} = \mathbf{20,43\ MN/m2}$$

$K_i = D*\pi$ D= 0,40 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

R_s = 8,7*0,40*π* 20,43 = 184,8345 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 595,2098 kN γ_b =1,35

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 440,8961 kN

$R_{s;k}$ = 184,8345 kN γ_s = 1,1

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 168,0314 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 608,927 kN

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{487,14\ kN}$$

γ_t = 1,25

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT4-es szonda alapján 487,14 kN!

CPT5 szonda eredményeinek számítása

CFA méretezése CPT5 alapján

$qcI =$	18,4230	MN/m^2	*(számított)*
$qcII =$	5,7463	MN/m^2	*(Leolvasott min érték)*
$qcIII =$	0,9771	MN/m^2	*(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * (\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII})$$

q_b = 5,2247 MN/m2 < 15 MN/m^2

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m^2

A_b = 0,1257 m^2

r = 0,20 m

talpellenállás:

$R_b = A_b * q_b$

R_b = 0,1257 * 5,2247 = **0,6566 MN = 656,560 kN**

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$

Kötött talajok esetén: $\tau = 140 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0{,}06 * q_c$

c_1 = 1 MN/m^2

szemcsés talajok esetén: $qs = \alpha_s * q_{cH}$

α_s = 0,006

$q_{c;1}$ =	1,1532	$q_{s,1}$ =	6,9192	kN/m^2	*Iszapos homok*
$q_{c,2}$ =	0,7033	$q_{s,2}$ =	28,7596	kN/m^2	*Agyag*
$q_{c,3}$ =	1,3056	$q_{s,3}$ =	7,8339	kN/m^2	*Iszapos homok*
$q_{c;4}$ =	0,5255	$q_{s,4}$ =	24,8593	kN/m^2	*Agyag*

$q_{c;5}$ = 14,6172 $q_{s,5}$ = 87,7034 kN/m² *Iszapos homok*

$q_{c;6}$ = 25,3697 ~~$q_{s,6}$ =~~ ~~*152,2181*~~ $q_{s,6}$ = 120 kN/m² *Kavicsos homok*

H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i * q_{s,i}$
1.	0,2	1,3838
2.	1,79	51,4796
3.	2,29	17,9396
4.	0,6	14,9156
5.	2,13	186,8082
6.	0,99	118,8000
$\sum H_i$ =	**8**	**391,3268**

$$\mathbf{q_{s,átlag}} = \frac{391,3268}{8} = \mathbf{48,92\ MN/m2}$$

$K_i = D*\pi$ D= 0,40 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

$R_s = 8,7*0,40*\pi* 48,92 =$ 442,5801 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

kN γ_b

$R_{b;k}$ = 656,5596 = 1,35

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 486,3405 kN

$R_{s;k}$ = 442,5801 kN γ_s = 1,1

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 402,3455 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 888,686 kN

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{710,95\ kN} \qquad \gamma_t = 1,25$$

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT5-es szonda alapján 710,95 kN!

Szondák eredményeinek kiértékelése CFA cölöpözés esetén

CPT száma:	Fajlagos csúcsellenállás:	Átlagos fajlagos palástellenállás:	Határerő:
CPT1	3,33 MN/m2	39,28 MN/m2	506,24 kN
CPT2	5,41 MN/m2	33,05 MN/m2	620,19 kN
CPT3	7,45 MN/m2	32,04 MN/m2	765,33 kN
CPT4	4,74 MN/m2	20,43 MN/m2	487,14 kN
CPT5	5,22 MN/m2	48,92 MN/m2	710,95 kN

Cölöpteherbírás meghatározása FDP cölöpre

CPT1 szonda eredményeinek számítása

$qcI =$ 11,8456 MN/m^2 *(számított)*

$qcII =$ 4,6269 MN/m^2 *(Leolvasott min érték)*

$qcIII =$ 0,0820 MN/m^2 *(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * \left(\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII}\right)$$

$q_b =$ 3,3273 MN/m2 < 15 MN/m^2

$\alpha_b =$ 0,8 *mivel a cölöptalp kialakítása hasonlít a CFA technológiára.*

keresztmetszeti terület meghatározása

$A_b =$ $r^2\pi$ m^2

$A_b =$ 0,1018 m^2

$r =$ 0,18 m

talpellenállás:

$R_b = A_b * q_b$

$R_b =$ 0,1018 * 3,3273 = **0,3387 MN = 338,677 kN**

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0{,}06 * q_c$

$c_1 = 1\ MN/m^2$

Kötött talajok esetén: $\tau = 180 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$

Szemcsés talajok esetén: $qs = \alpha_s * q_{cH}$

$\alpha_s = 0{,}012$

$q_{c;1}$ =	0,8150	$q_{s.1}$ =	9,7800	kN/m²	*Iszapos homok*	
$q_{c;2}$ =	0,5050	$q_{s.2}$ =	31,3324	kN/m²	*Agyag*	
$q_{c;3}$ =	1,0940	$q_{s.3}$ =	13,1280	kN/m²	*Kavicsos homok*	
$q_{c;4}$ =	0,1890	$q_{s.4}$ =	19,1681	kN/m²	*Agyag*	
$q_{c;5}$ =	10,4260	~~$q_{s.5}$ = 125,1120~~	$q_{s.5}$ =	120	kN/m²	*Iszapos homok*
$q_{c;6}$ =	26,0742	~~$q_{s.6}$ = 312,8899~~	$q_{s.6}$ =	120	kN/m²	*Kavicsos homo*
$q_{c;7}$ =	8,4730	~~$q_{s.7}$ = 128,3414~~	$q_{s.7}$ =	120	kN/m³	*Agyag*

H_i - *Rétegvastagság*

	H_i	$H_i * q_{s,i}$
2.	2,73	85,5375
3.	0,9	11,8152
4.	2,085	39,9655
5.	0,9	108,0000
6.	0,8	96,0000
7.	0,585	70,2000
$\sum H_i$ =	**8**	**411,5182**

$$q_{s,átlag} = \frac{411{,}5182}{8} = \mathbf{51{,}44\ MN/m2}$$

$K_i = D*\pi$ D= 0,36 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

R_s = 7,0*0,36*π* 51,44 = 465,416 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 338,6774 kN γ_b = 1,3

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 260,5211 kN

$R_{s;k}$ = 465,4160 kN γ_s = 1,05

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 443,2533 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 703,774 kN

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{586,48\ kN}$$

γ_t = 1,2

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT1-es szonda alapján 586,48 kN!

CPT2 szonda eredményeinek számítása

qcI =	19,2295	MN/m²	*(számított)*
qcII =	7,6120	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*
qcIII =	0,0996	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * (\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII})$$

q_b = 5,4081 MN/m2 < 15 MN/m²

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m²

A_b = 0,1018 m²

r = 0,18 m

talpellenállás:

$R_b = A_b * q_b$

R_b = 0,1018 * 5,4081 = **0,5505 MN = 550,482 KN**

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$

Kötött talajok esetén:

$$\tau = 180^* \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0{,}06 * q_c$

$c_1 = 1\ MN/m^2$

Szemcsés talajok esetén: $qs = \alpha_s * q_{cH}$

α_s = 0,012

$q_{c;1}$ =	0,8150	$q_{s.1}$ =	9,7800	kN/m²	*Iszapos homok*	
$q_{c;2}$ =	0,5050	$q_{s.2}$ =	31,3324	kN/m²	*Agyag*	
$q_{c;3}$ =	1,0940	$q_{s.3}$ =	13,1280	kN/m²	*Iszapos homok*	
$q_{c;4}$ =	0,1890	$q_{s.4}$ =	19,1681	kN/m²	*Agyag*	
$q_{c;5}$ =	10,4260	~~$q_{s.5}$ =~~	~~*125,1120*~~	$q_{s.5}$ = 120	kN/m¹	*Iszapos homok*
$q_{c;6}$ =	26,0742	~~$q_{s.6}$ =~~	~~*312,8899*~~	$q_{s.6}$ = 120	kN/m²	*Kavicsos homok*
$q_{c;7}$ =	8,4730	$q_{s.7}$ =	19,1681	kN/m²	*Agyag*	

	H_i - Rétegvastagság H_i	$H_i * q_{s,i}$
2.	2,015	63,1348
3.	1,17	15,3598
4.	2,265	43,4157
5.	1,865	223,8000
6.	0,685	82,2000
$\sum H_i$ =	**8**	**427,9103**

$$q_{s,átlag} = \frac{427{,}9103}{8} = \mathbf{53{,}49\ MN/m2}$$

$K_i = D*\pi$ D= 0,36 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

R_s = 8,7*0,36*π* 53,49 = 483,9551 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a töröteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 550,4821 kN γ_b = 1,3

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 423,4478 kN

$R_{s;k}$ = 483,9551 kN γ_s = 1,05

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 460,9096 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 884,357 kN

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{736,96\ kN}$$

γ_t = 1,2

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT2-es szonda alapján 736,96 kN!

CPT3 szonda eredményeinek számítása

qcI =	27,8298	MN/m²	*(számított)*
qcII =	5,8210	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*
qcIII =	1,7910	MN/m²	*(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * \left(\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII}\right)$$

q_b = 7,4466 MN/m2 < 15 MN/m²

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m²

A_b = 0,1018 m²

r = 0,18 m

talpellenállás:

$R_b = A_b * q_b$

R_b = 0,1018 * 7,4466 = **0,7580 MN = 757,968 kN**

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0,06*q_c$

$c_1 = 1\ MN/m^2$

Kötött talajok esetén: $\tau = 180* \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$

Szemcsés talajok esetén: $qs = \alpha_s * q_{cH}$

$\alpha_s = 0,012$

$q_{c;1}$ =	0,9059	$q_{s,1}$ =	10,8703	kN/m²	*Iszapos homok*	
$q_{c;2}$ =	1,0743	$q_{s,2}$ =	45,6985	kN/m²	*Agyag*	
$q_{c;3}$ =	0,2877	$q_{s,3}$ =	3,4520	kN/m²	*Iszapos homok*	
$q_{c;4}$ =	0,5887	$q_{s,4}$ =	33,8286	kN/m²	*Agyag*	
$q_{c;5}$ =	3,4300	$q_{s,5}$ =	41,1603	kN/m²	*Iszapos homok*	
$q_{c;6}$ =	13,6709	~~$q_{s,6}$ =~~	~~164,0504~~	kN/m²	$q_{s,6}$ = 120 kN/m²	*Kavicsos homok*
$q_{c;7}$ =	21,6508	~~$q_{s,2}$ =~~	~~205,1565~~	kN/m²	$q_{s,6}$ = 120 kN/m³	*Agyag*

	H_i - *Rétegvastagság* H_i	$H_i * q_{s,i}$
2.	1,575	71,9751
3.	0,895	3,0896
4.	0,805	27,2321
5.	2,785	114,6313
6.	1,94	232,8000
$\sum H_i$ =	**8**	**449,728**

$$q_{s,átlag} = \frac{449,7280}{8} = \mathbf{56,22\ MN/m2}$$

$K_i = D*\pi$ D= 0,36 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

R_s = 8,7*0,36*π* 56,22 = 508,6303 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 757,9683 kN γ_b = 1,3

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 583,0525 kN

$R_{s;k}$ = 508,6303 kN γ_s = 1,05

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 484,4098 kN

$R_{c;k} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 1067,462

R_d = $\frac{R_{c;k}}{\gamma_t}$ = 889,55 kN

γ_t = 1,2

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT3-es szonda alapján 889,55 kN!

<u>CPT4 szonda eredményeinek számítása</u>

qcI =	18,4468	MN/m^2	*(számított)*
qcII =	4,9254	MN/m^2	*(Leolvasott min érték)*
qcIII =	0,1552	MN/m^2	*(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * (\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII})$$

q_b = 4,7365 MN/m2 < 15 MN/m^2

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m^2

A_b = 0,1018 m^2

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 757,9683 kN γ_b = 1,3

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 583,0525 kN

$R_{s;k}$ = 508,6303 kN γ_s = 1,05

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 484,4098 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 1067,462

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{889{,}55\ kN}$$

γ_t = 1,2

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT3-es szonda alapján 889,55 kN!

CPT4 szonda eredményeinek számítása

qcI =	18,4468	MN/m^2	*(számított)*
qcII =	4,9254	MN/m^2	*(Leolvasott min érték)*
qcIII =	0,1552	MN/m^2	*(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * \left(\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII}\right)$$

q_b = 4,7365 MN/m2 < 15 MN/m^2

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m^2

A_b = 0,1018 m^2

r = 0,18 m

talpellenállás:

$R_b = A_b * q_b$

R_b = 0,1018 * 4,7365 = 0,4821 MN = 482,120 kN

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$

Kötött talajok esetén: $\tau = 180 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0,06 * q_c$

$c_1 = 1\ MN/m^2$

Szemcsés talajok esetén: $q_s = \alpha_s * q_{cH}$

$\alpha_s = 0,012$

$q_{c;1}$ =	0,9308	$q_{s,1}$ =	11,1692	kN/m²	*Iszapos homok*
$q_{c;2}$ =	0,6421	$q_{s,2}$ =	35,3293	kN/m²	*Agyag*
$q_{c;3}$ =	0,6336	$q_{s,3}$ =	7,6030	kN/m²	*Kavicsos homok*
$q_{c;4}$ =	0,3919	$q_{s,4}$ =	27,6018	kN/m²	*Agyag*
$q_{c;5}$ =	4,1728	$q_{s,5}$ =	50,0739	kN/m²	*Iszapos homok*
$q_{c;6}$ =	21,8154	~~$q_{s,6}$ =~~	~~261,7843~~	$q_{s,6}$ = 120 kN/m²	*Kavicsos homok*

H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i * q_{s,i}$
1.	0,27	3,0157
2.	2,51	88,6766
3.	1,5	11,4045
4.	1,65	45,5430
5.	2,07	103,6529
$\sum H_i$ =	**8**	**252,2927**

$q_{s,átlag} = \frac{252,2927}{8} = 31,54\ MN/m2$

$K_i = D*\pi$ D= 0,36 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

R_s = 8,7*0,36*π* 31,54 = 285,3363 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 482,1199 kN γ_b = 1,3

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 370,8615 kN

$R_{s;k}$ = 285,3363 kN γ_s = 1,05

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 271,7489 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$ = 642,610

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{535{,}51\ kN}$$

γ_t = 1,2

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT4-es szonda alapján 535,51 kN!

<u>CPT5 szonda eredményeinek számítása</u>

qcI = 18,4230 MN/m² *(számított)*

$qcII$ = 5,7463 MN/m² *(Leolvasott min érték)*

$qcIII$ = 0,9771 MN/m² *(Leolvasott min érték)*

fajlagos talpellenállás meghatározása:

$$q_b = \alpha_b * \frac{1}{2} * (\frac{q_{cI} + q_{cII}}{2} + q_{cIII})$$

$\mathbf{q_b}$ = **5,2247 MN/m2 < 15 MN/m²**

α_b = 0,8

keresztmetszeti terület meghatározása

A_b = $r^2\pi$ m²

A_b = 0,1018 m^2

r = 0,18 m

talpellenállás:

$R_b = A_b * q_b$

R_b = 0,1018 * 5,2247 = **0,5318 MN = 531,813 kN**

palástellenállás meghatározása $q_{s,átlag}$

$q_s \leq 120\ kPa$

Kötött talajok esetén: $\tau = 180 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0,06 * q_c$

Szemcsés talajok esetén: $qs = \alpha_s * q_{cH}$

c_1 = 1 MN/m^2

α_s = 0,012

$q_{c;1}$ =	1,1532	$q_{s,1}$ =	13,8385	kN/m^2	*Iszapos homok*	
$q_{c;2}$ =	0,7033	$q_{s,2}$ =	28,7596	kN/m^2	*Agyag*	
$q_{c;3}$ =	1,3056	$q_{s,3}$ =	15,6677	kN/m^2	*Iszapos homok*	
$q_{c;4}$ =	0,5255	$q_{s,4}$ =	24,8593	kN/m^2	*Agyag*	
$q_{c;5}$ =	14,6172	~~$q_{s,5}$ = 175,4068~~	$q_{s,6}$ =	120	kN/m^2	*Iszapos homok*
$q_{c;6}$ =	25,3697	~~$q_{s,6}$ = 304,4362~~	$q_{s,6}$ =	120	kN/m^2	*Kavicsos homok*

H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i * q_{s,i}$
1.	0,2	2,7677
2.	1,79	51,4796
3.	2,29	35,8791
4.	0,6	14,9156
5.	2,13	255,6000
6.	0,99	118,8000
$\sum H_i$ =	**8**	**479,4420**

$q_{s,átlag}$ = $\frac{479,4420}{8}$ **= 59,93 MN/m2**

$K_i = D*\pi$ D= 0,36 m

$R_s = \sum H_i * K_i * q_{si}$

R_s = 8,7*0,36*π* 59,93 = 542,236 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a töröteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 531,8126 kN γ_b = 1,3

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 409,0866 kN

$R_{s;k}$ = 542,2360 kN γ_s = 1,05

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 516,4152 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$

= 925,502

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{771,25\ kN}$$

γ_t = 1,2

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT5-es szonda alapján 771,25 kN!

Szondák eredményeinek kiértékelése CFA cölöpözés esetén

CPT száma:	Fajlagos csúcsellenállás:	Átlagos fajlagos palástellenállás:	Határerő:
CPT1	3,33 MN/m2	51,44 MN/m2	586,48 kN
CPT2	5,41 MN/m2	53,49 MN/m2	736,96 kN
CPT3	7,45 MN/m2	56,22 MN/m2	889,55 kN
CPT4	4,74 MN/m2	31,54 MN/m2	535,51 kN
CPT5	5,22 MN/m2	59,93 MN/m2	771,25 kN

5.2 Fejtömbök kialakítása

R_s = 8,7*0,36*π* 59,93 = 542,236 kN

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d:

$$R_d = \frac{R_{t;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} + \frac{R_{b;k}}{\gamma_b}$$

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$R_{b;k}$ = 531,8126 kN γ_b = 1,3

$R_{b;k} / \gamma_b$ = 409,0866 kN

$R_{s;k}$ = 542,2360 kN γ_s = 1,05

$R_{s;k} / \gamma_s$ = 516,4152 kN

$\mathbf{R_{c;k}} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$

= 925,502

$$\mathbf{R_d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \mathbf{771,25\ kN}$$

γ_t = 1,2

Tehát egy cölöp határteherbírása a CPT5-es szonda alapján 771,25 kN!

Szondák eredményeinek kiértékelése CFA cölöpözés esetén

CPT száma:	Fajlagos csúcsellenállás:	Átlagos fajlagos palástellenállás:	Határerő:
CPT1	3,33 MN/m2	51,44 MN/m2	586,48 kN
CPT2	5,41 MN/m2	53,49 MN/m2	736,96 kN
CPT3	7,45 MN/m2	56,22 MN/m2	889,55 kN
CPT4	4,74 MN/m2	31,54 MN/m2	535,51 kN
CPT5	5,22 MN/m2	59,93 MN/m2	771,25 kN

5.2 Fejtömbök kialakítása

Fejtömbök kialakítása CFA cölöpök esetén

A talaj leggyengébb teherbírását a CPT 4-es szonda eredményei adták. A méretezés ez alapján történt. A cölöp által felvehető maximális nyomóerő és húzó erő (melyet 1,25-ös biztonsági tényezővel osztunk) az alábbiak:

	Nyomó erő:	*Húzó erő:*	*cölöptípus:*
CPT 4 - 8,0 m:	487,14 kN	147,87 kN	*C1*
CPT 4 - 9,0 m:	588,58 Ft	266,74 kN	*C2*
CPT 4 - 10,0 m:	707,08 Ft	397,09 kN	*C3*
CPT 4 - 11,6 m:	766,30 Ft	462,23 kN	*C4*

1. Igénybevétel kombináció

Raszterek: *A/11; 13; 15; 17-23; B-H/11; 23; J/11; 13-23;* K/1-9; 31-39; L-W/1; 9; 31; 39; X/1-9; 31-39;

őszesen: 116 db pillér - *C1 tipusú cölöp* *1856 fm*

M_{MAX}: 530 kN

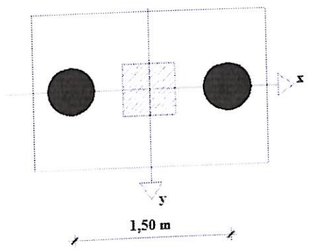
M_X: 260 kN

M_Y: 260 kN

$$\mathbf{F1} = \frac{Fn}{2} = \frac{530}{2} = \mathbf{265{,}00\ kN}$$

$$\mathbf{F2} = \frac{FMx}{ly} = \frac{260}{0} = \mathbf{0{,}00\ kN}$$

$$\mathbf{F3} = \frac{FMy}{lx} = \frac{260}{1{,}5} = \mathbf{173{,}33\ kN}$$



+ 265,00 kN
+ 173,33 kN
+ 438,33
kN < 487,14 kN
Nyomásra MEGFELEL!

+ 265,00 kN
- 173,33 kN
+ 91,67 kN > - 147,87 kN
Húzásra nincs igénybevétel

2. Igénybevétel kombináció

Raszterek: H/16;

Összesen: 1 db pillér - *C2 tipusú cölöp* *27 fm*

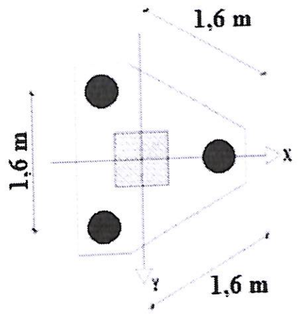
M_{MAX}: 610 kN
M_X: 280 kN
M_Y: 310 kN

$$\mathbf{F1} = \frac{Fn}{3} = \frac{610}{3} = \mathbf{203,33\ kN}$$

$$\mathbf{F2} = \frac{FMx}{ly} = \frac{280}{1,5} = \mathbf{186,67\ kN}$$

$$\mathbf{F3} = \frac{FMy}{lx} = \frac{310}{1,5} = \mathbf{206,67\ kN}$$

+ 203,33 kN
+ 93,33 kN
+ 206,67 kN



+ 503,33 kN < 588,58 kN

Nyomásra MEGFELEL!

+ 203,33 kN
- 93,33 kN
- 206,67 kN
-96,67 kN > - 266,74 kN

Húzásra MEGFELEL!

3. Igénybevétel kombináció

Raszterek: A-D/12; A/16; C/16; E/22; F-J/12; F/16; H/14;

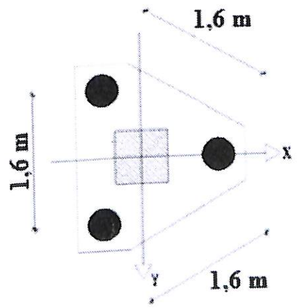
Összesen: 13 db pillér - C3 tipusú cölöp *390 fm*

M_{MAX}: 1100 kN
M_X: 310 kN
M_Y: 310 kN

F1 = $\frac{Fn}{3} = \frac{1100}{3}$ **= 366,67 kN**

F2 = $\frac{FMx}{ly} = \frac{310}{1,5}$ **= 206,67 kN**

F3 = $\frac{FMy}{lx} = \frac{310}{1,5}$ **= 206,67 kN**



+ 366,67 kN
+ 103,33 kN
+ 206,67 kN
+ 676,67 kN < 707,08 kN

Nyomásra MEGFELEL!

+ 366,67 kN
- 103,33 kN
- 206,67 kN
56,67 kN > - 397,09 kN

Húzásra MEGFELEL!

4. Igénybevétel kombináció

Raszterek: A/14; E/18; 20; M-V/5; 35;

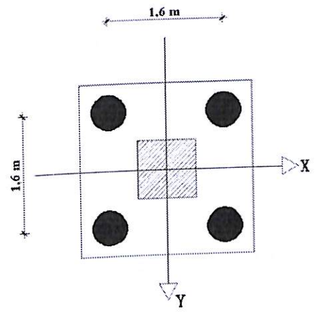
Összesen: 13 *db pillér -* *C2 tipusú cölöp* *468 fm*

M_{MAX}: 1400 kN
M_X: 260 kN
M_Y: 170 kN

F1 = $\frac{Fn}{4} = \frac{1400}{4}$ = **350,00 kN**

F2 = $\frac{FMx}{2*ly} = \frac{260}{3,2}$ = **81,25 kN**

F3 = $\frac{FMy}{2*lx} = \frac{170}{3,2}$ = **53,13 kN**



+ 350,00 kN
+ 81,25 kN
+ 53,13 kN
+ 484,38 kN **< 588,58 kN**

Nyomásra MEGFELEL!

+ 350,00 kN
- 81,25 kN
- 53,13 kN
215,63 kN **> - 266,74 kN**

Húzásra nincs igénybevétel!

5. Igénybevétel kombináció

Raszterek: C/14; E/12; 14; 16; F/14;

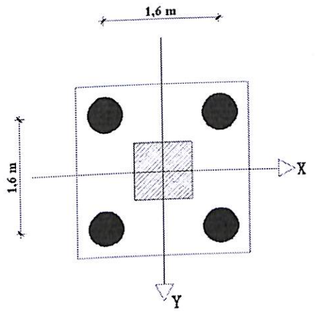
Összesen: 5 db pillér - *C4 tipusú cölöp* *232 fm*

M_{MAX}: 2420 kN
M_X: 260 kN
M_Y: 250 kN

F1 = $\frac{Fn}{4} = \frac{2420}{4}$ = **605,00 kN**

F2 = $\frac{FMx}{2*ly} = \frac{260}{3,2}$ = **81,25 kN**

F3 = $\frac{FMy}{2*lx} = \frac{250}{3,2}$ = **78,13 kN**



+ 605,00 kN
+ 81,25 kN
+ 78,13 kN
+ 764,38 kN **< 766,30 kN**

Nyomásra MEGFELEL!

+ 605,00 kN
- 81,25 kN
- 78,13 kN
445,63 kN **> - 462,23 kN**

Húzásra nincs igénybevétel!

Fejtömbök kialakítása FDP cölöpök esetén

A talaj leggyengébb teherbírását a CPT 4-es szonda eredményei adták. A méretezés ez alapján történt. A cölöp által felvehető maximális nyomóerő és húzó erő (melyet 1,25-ös biztonsági tényezővel osztunk) az alábbiak:

	Nyomó erő:	*Húzó erő:*	*cölöptípus:*
CPT 4 - 7,0 m:	490,56 kN	182,96 kN	*C1*
CPT 4 - 8,0 m:	535,51 kN	228,27 kN	*C2*
CPT 4 - 9,0 m:	758,75 kN	453,30 kN	*C3*

CPT 4 - 10,0 m:	866,46 kN	561,87 kN	*C4*

1. Igénybevétel kombináció

Raszterek: A/11; 13; 15; 17-23; B-H/11; 23; J/11; 13-23; K/1-9; 31-39; L-W/1; 9; 31; 39; X/1-9; 31-39;

Összesen: 116 db pillér - *C1 tipusú cölöp* *1624 fm*

M_{MAX}: 530 kN

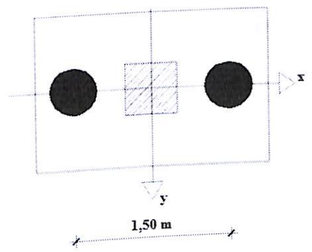
M_X: 260 kN

M_Y: 260 kN

$$\mathbf{F1} = \frac{Fn}{2} = \frac{530}{2} = \mathbf{265{,}00\ kN}$$

$$\mathbf{F2} = \frac{FMx}{ly} = \frac{260}{0} = \mathbf{0{,}00\ kN}$$

$$\mathbf{F3} = \frac{FMy}{lx} = \frac{260}{1{,}5} = \mathbf{173{,}33\ kN}$$



+ 265,00 kN
+ 173,33 kN
+ 438,33 kN **< 490,56 kN**

Nyomásra MEGFELEL!

+ 265,00 kN
- 173,33 kN
+ 91,67 kN **> - 182,96 kN**

Húzásra nincs igénybevétel

2. Igénybevétel kombináció

Raszterek: H/16;

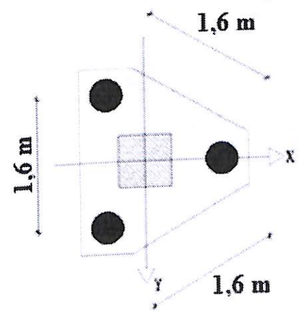
Összesen: 1 db pillér - C2 cölöp *24 fm*

M_{MAX}: 610 kN
M_X: 280 kN
M_Y: 310 kN

F1 = $\frac{Fn}{3} = \frac{610}{3}$ = **203,33 kN**

F2 = $\frac{FMx}{ly} = \frac{280}{1,5}$ = **186,67 kN**

F3 = $\frac{FMy}{lx} = \frac{310}{1,5}$ = **206,67 kN**



+ 203,33 kN
+ 93,33 kN
+ 206,67 kN
+ 503,33 kN < **535,51 kN**

Nyomásra MEGFELEL!

+ 203,33 kN
- 93,33 kN
- 206,67 kN
-96,67 kN > **- 228,27 kN**

Húzásra MEGFELEL!

3. Igénybevétel kombináció

Raszterek: A-D/12; A/16; C/16; E/22; F-J/12; F/16; H/14;

Összesen: 13 db pillér - C3 cölöp *351 fm*

M_{MAX}: 1100 kN

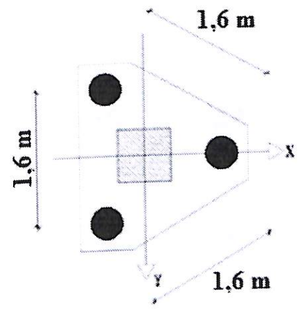
M_X: 310 kN

M_Y: 310 kN

$$\mathbf{F1} = \frac{Fn}{3} = \frac{1100}{3} = \mathbf{366{,}67\ kN}$$

$$\mathbf{F2} = \frac{FMx}{ly} = \frac{310}{1{,}5} = \mathbf{206{,}67\ kN}$$

$$\mathbf{F3} = \frac{FMy}{lx} = \frac{310}{1{,}5} = \mathbf{206{,}67\ kN}$$



+ 366,67 kN
+ 103,33 kN
+ 206,67 kN
+ 676,67 kN < 758,75 kN

Nyomásra MEGFELEL!

+ 366,67 kN
- 103,33 kN
- 206,67 kN
56,67 kN > - 453,30 kN

Húzásra MEGFELEL!

4. Igénybevétel kombináció

Raszterek: A/14; E/18; 20; M-V/5; 35;

Összesen: 13 *db pillér* - *C2 cölöp* *416 fm*

M_{MAX}: 1400 kN

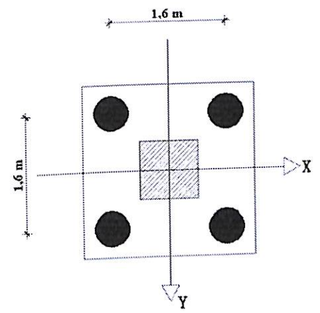
M_X: 260 kN

M_Y: 170 kN

F1 = $\frac{Fn}{4} = \frac{1400}{4}$ **= 350,00 kN**

F2 = $\frac{FMx}{2*ly} = \frac{260}{3,2}$ **= 81,25 kN**

F3 = $\frac{FMy}{2*lx} = \frac{170}{3,2}$ **= 53,13 kN**



+ 350,00 kN
+ 81,25 kN
+ 53,13 kN
+ 484,38 kN < 535,51 kN

Nyomásra MEGFELEL!

+ 350,00 kN
- 81,25 kN
- 53,13 kN
215,63 kN > - 228,27 kN

Húzásra nincs igénybevétel!

5. Igénybevétel kombináció

Raszterek: C/14; E/12; 14; 16; F/14;

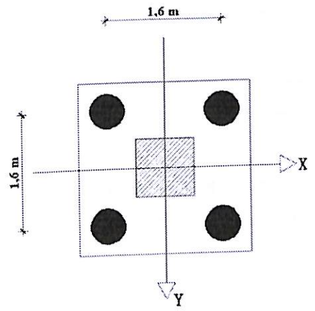
Összesen: 5 db pillér - C4 cölöp *200 fm*

M_{MAX}: 2420 kN
M_X: 260 kN
M_Y: 250 kN

F1 = $\frac{Fn}{4} = \frac{2420}{4}$ = **605,00 kN**

F2 = $\frac{FMx}{2*ly} = \frac{260}{3,2}$ = **81,25 kN**

F3 = $\frac{FMy}{2*lx} = \frac{250}{3,2}$ = **78,13 kN**



+ 605,00 kN
+ 81,25 kN
+ 78,13 kN
+ 764,38 kN < 866,46 kN

Nyomásra MEGFELEL!

+ 605,00 kN
- 81,25 kN
- 78,13 kN
445,63 kN > - 561,87 kN

Húzásra nincs igénybevétel!

5.3. Cölöpök süllyedésszámítása

Cölöpök süllyedés számítása

- A süllyedések számítását mindhárom fejtömb típusnál, a legnagyobb pillérteherre végeztem el.
- A cölöpterhek a biztonsági tényezőket is tartalmazzák, ezért 1,3-as csökkent tényezővel veszem számításba.
- Talaj cölöpcsúcs alatti határfeszültségét (H) az MSZ szerinti = 0,5 –ös biztonsági tényezővel veszem figyelembe.
- A CFA cölöpök köpenymenti ellenállásának mobilizálódását a következő képlettel becsülhetjük:

$$F=\frac{16*s}{D}*F_{cs(ult)}+F_{k(ult)}*0{,}6*\lg\left(\frac{s}{D}\right)+2$$

ahol:

F: - a süllyedést okozó erő mely a pillérről az egyes cölöpökre jutó, már biztonsági tényezővel felszorzott értéke.

s: - egyedi cölöp süllyedése [mm]

D: - cölöpátmér [mm]

$F_{cs(ult)}$: - s=D/10 süllyedésnél mobilizálódó cölöpcsúcson átadódó erő

$F_{k(ult)}$: - s=D/10 süllyedésnél mobilizálódó köpeny mentén átadódó erő

- Az FDP cölöpök esetén az egyedi süllyedést Meyerhof képlete alapján számolom.
- A Cölöpcsoportok süllyedésének megállapítására mindkét esetben Skempton képletét használom.
- Egyedi cölöp süllyedése (Meyerhof):

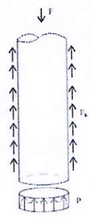
$$s_1=\frac{P*D}{30\sigma}$$

ahol:

P: - a cölöpcsúcson átadódó feszültség

D: - a cölöpátmér

σ: - a talaj (cölöpcsúcs alatti) határfeszültsége (σ_H)



- Cölöpcsúcson átadódó feszültség:

$$P=\frac{F-Fk}{A}$$

ahol:

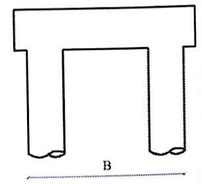
F: - az egyes cölöpökre jutó teher 1,3-as csökkentő tényezővel vett értéke

Fk: - a cölöp palástellenállása

A: - a cölöp alapterülete

- Cölöpcsoport süllyedése (Skempton):

$$s_{cs} = s_1 * \left(\frac{4 * \frac{B}{D} + 9}{\frac{B}{D} + 12} \right)^2$$



CFA cölöpök süllyedésének meghatározása

A számításokat a CPT4 szonda eredményei alapján vezetem le.

F_{cs}= 595,2098

F_k= 184,8345

FT 4 *(4 cölöpös fejtömb)*

F= $\frac{2420}{1,3}$ **= 1861,54 kN**

D= 400 mm

B= 1,7 m

egyedi cölöpsüllyedés:

$$F = \frac{16 * s}{D} * F_{cs(ult)} + F_{k(ult)} * 0,6 * \lg\left(\frac{s}{D}\right) + 2$$

$$1861,54 = \frac{16*s}{400} * 595,21 + 184,83 * 0,60 * \lg\left(\frac{S}{400}\right) + 2,00$$

s_1= 4,19 mm

cölöpcsoport süllyedése:

$$s_{cs} = s_1 * \left(\frac{4 * \frac{B}{D} + 9}{\frac{B}{D} + 12} \right)^2 = \quad 4,19 * \left(\frac{4 * \frac{1,7}{0,4} + 9}{\frac{1,7}{0,4} + 12} \right)^2 =$$

10,73 mm

FT 3 (3 cölöpös fejtömb)

$$\mathbf{F=\frac{1100}{1,3}=846,15}\ \mathbf{kN}$$

D= 400 mm

B= 1,7 m

egyedi cölöpsüllyedés:

$$F=\frac{16*s}{D}*F_{cs(ult)}+F_{k(ult)}*0,6*\lg\left(\frac{s}{D}\right)+2$$

$$846,15=\frac{16*s}{400}*595,21+184,83*0,60*\lg\left(\frac{s}{400}\right)+2,00$$

s_1= 4,98 mm

cölöpcsoport süllyedése:

$$s_{cs}=s_1*\left(\frac{4*\frac{B}{D}+9}{\frac{B}{D}+12}\right)^2=\quad 4,98*\left(\frac{4*\frac{1,7}{0,4}+9}{\frac{1,7}{0,4}+12}\right)^2=\quad 12,75\ \text{mm}$$

FT 2 (2 cölöpös fejtömb)

$$\mathbf{F=\frac{530}{1,3}=407,69}\ \mathbf{kN}$$

D= 400 mm

B= 1,7 m

egyedi cölöpsüllyedés:

$$F=\frac{16*s}{D}*F_{cs(ult)}+F_{k(ult)}*0,6*\lg\left(\frac{s}{D}\right)+2$$

$$407,69=\frac{16*s}{400}*595,21+184,83*0,60*\lg\left(\frac{s}{400}\right)+2,00$$

s_1= 2,27 mm

cölöpcsoport süllyedése:

$$s_{cs} = s_1 * \left(\frac{4 * \frac{B}{D} + 9}{\frac{B}{D} + 12}\right)^2 = \quad 2{,}27 * \left(\frac{4 * \frac{1{,}7}{0{,}4} + 9}{\frac{1{,}7}{0{,}4} + 12}\right)^2 = \quad 5.81.\ \text{mm}$$

FDP cölöpök süllyedésének meghatározása

A számításokat a CPT4 szonda eredményei alapján vezetem le.

σ_H= 7463 kN/m^2

F_k= 231,2 kN

FT 4 *(4 cölöpös fejtömb)*

F= $\frac{412{,}5}{1{,}3}$ **= 317,31 kN**

A= $0{,}36^2 * \pi / 4$ = 0,1018 m^2

B= 1,7 m

D= 360 mm

cölöpcsúcson átadódó feszültség: $P = \frac{F - F_k}{A}$

$\frac{317{,}31 - 231{,}2}{0{,}1018}$ **= 845,95 kN/m^2**

$\sigma = \alpha * \sigma_H$ = 0,50 * 7463,0 = **3731,5 kN/m^2**

egyedi cölöpsüllyedés: $s_1 = \frac{P * D}{30\,\sigma}$

$\frac{846{,}0 * 0{,}36}{30{,}0 * 3731{,}5}$ 0,0027205 m = **2,72 mm**

cölöpcsoport süllyedése:

$$s_{cs} = s_1 * \left(\frac{4 * \frac{B}{D} + 9}{\frac{B}{D} + 12}\right)^2 = \quad 2{,}72 * \left(\frac{4 * \frac{1{,}7}{0{,}36} + 9}{\frac{1{,}7}{0{,}36} + 12}\right)^2 = 7{,}57 \text{ mm}$$

FT 3 *(3 cölöpös fejtőmb)*

F= $\frac{450}{1{,}3}$ **= 346,15** **kN**

A= $0{,}36^2 * \pi / 4 =$ 0,1018 m^2

B= 1,7 m

D= 360 mm

cölöpcsúcson átadódó feszültség: $P = \frac{F - F_k}{A}$

$\frac{346{,}15 - 231{,}2}{0{,}1018}$ **= 1129,35** **kN/m²**

$\sigma = \alpha * \sigma_H =$ 0,50 * 7463,0 = **3731,5** **kN/m²**

egyedi cölöpsüllyedés: $s_1 = \frac{P * D}{30\,\sigma}$

$\frac{1129{,}4 * 0{,}36}{30{,}0 * 3731{,}5}$ 0,0036318 m = **3,63 mm**

cölöpcsoport süllyedése:

$$s_{cs} = s_1 * \left(\frac{4 * \frac{B}{D} + 9}{\frac{B}{D} + 12}\right)^2 = \quad 3{,}36 * \left(\frac{4 * \frac{1{,}7}{0{,}36} + 9}{\frac{1{,}7}{0{,}36} + 12}\right)^2 = 10{,}10 \text{ mm}$$

FT 2 *(2 cölöpös fejtömb)*

F= $\frac{350}{1,3}$ **= 269,23 kN**

A= $0,36^2 * \pi / 4 =$ 0,1018 m^2

B= 1,7 m

D= 360 mm

cölöpcsúcson átadódó feszültség:

$P = \frac{F - F_k}{A}$

$\frac{269,23 - 231,2}{0,1018}$ **= 373,63 kN/m²**

$\sigma = \alpha^* \sigma_H =$ 0,50 * 7463,0 = **3731,5 kN/m²**

egyedi cölöpsüllyedés: $s_1 = \frac{P * D}{30\,\sigma}$

$\frac{373,6 * 0,36}{30,0 * 3731,5}$ 0,0012015 m = **1,20 mm**

cölöpcsoport süllyedése:

$$s_{cs} = s_1 * \left(\frac{4 * \frac{B}{D} + 9}{\frac{B}{D} + 12}\right)^2 = \quad 1,20 * \left(\frac{4 * \frac{1,7}{0,36} + 9}{\frac{1,7}{0,36} + 12}\right)^2 = 3,34 \text{ mm}$$

CFA és FDP cölöpök süllyedésének eredményei

	CFA cölöpök	FDP cölöpök

	S1 (mm) egyedi cölöpsüllyedés	S1 (mm) egyedi cölöpsüllyedés	S1 (mm) egyedi cölöpsüllyedés	S1 (mm) egyedi cölöpsüllyedés
4-es fejtömb	4,19	10,73	2,72	7,57
3-ös fejtömb	4,98	12,75	3,63	10,10
2-os fejtömb	2,27	5,81	1,20	3,34

5.4. Cölöpfejlemezek és cölöpök vasalásának számítása, kialakítása

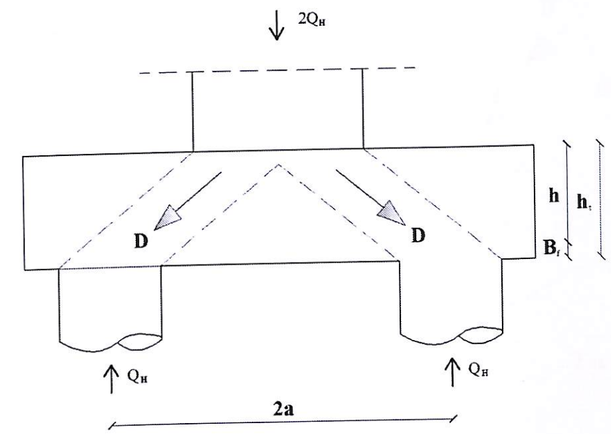
Cölöpfejlemezek vasalása

A cölöpfejlemezeket a cölöptávolságokhoz képest a legtöbbször vastagra készítik úgy, hogy a terhelést átadó szerkezet (pillér, fal) és a cölöpök között D nyomott rudak képződnek, amelyeknek Z húzott vízszintes komponenseit lágyvasalással vagy feszített acélbetéttel kell felvenni. Ezek a húzott vasalások általában elegendők, mert ilyen „rövid gerendáknál" vagy feszítőműveknél a vízszintes húzóerőkön kívül említésre méltó nyírási húzóerők nem lépnek fel.

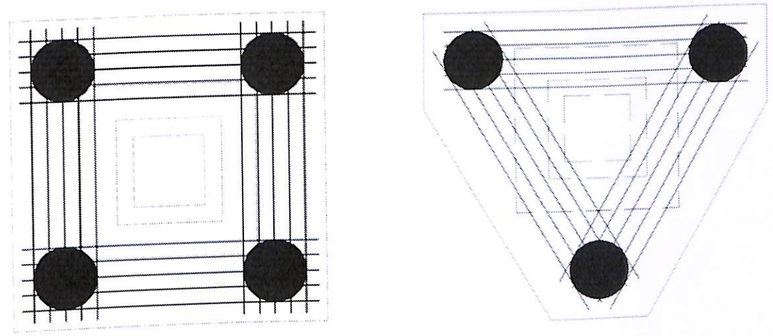
A cölöpök felett fekvő húzott vasalás lehorgonyzási szakasza merőlegesen erősen nyomott, így általában kampó nélküli egyenes lehorgonyzási hosszak elegendők.

Ha a terhelés 3 vagy több cölöpre térbelileg – tehát több irányban – oszlik meg, akkor feszítőművek alakulnak ki. elsősorban a mindenkori legrövidebb cölöptávolságok felett. Ennek megfelelően a húzott vasalás a cölöpök felett mindig a legrövidebb irányban helyezendő el.

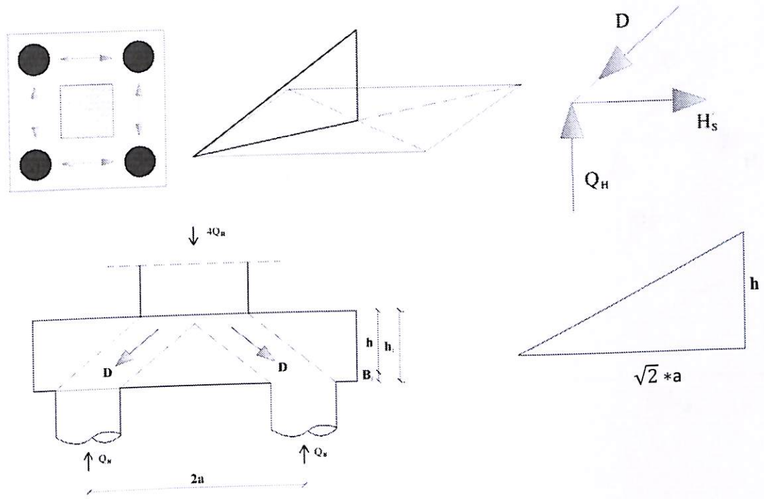
Erőjáték két cölöpre szerkesztett egyszerű cölöpfejlemezben egyedülálló pillér alatt:



Egy pillér alatt három vagy több cölöp esetén a húzott vasalást mindig a legrövidebb cölöptávolságok irányában kell elhelyezni és a cölöpök felett kell koncentrálni.



Cölöpfejlemez vasalása 4 cölöp esetén



Fn = 4 * σH = 2420 kN

σH = 605 kN

a = 60 cm

ht = 40 cm

Bf = Betonfedés = 5 cm

h = ht - Bf = 35 cm

Betonacél: B60.50 **σ =** 420 N/mm²

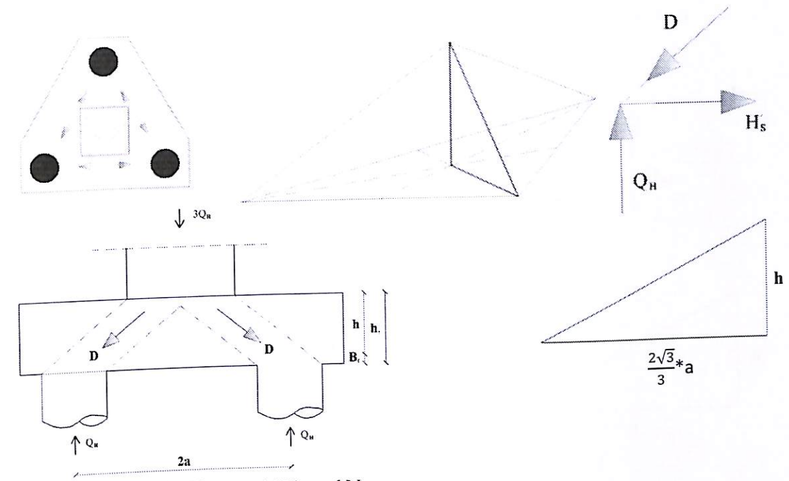
arányosságból:

$$H_s' = \frac{\sqrt{2} * a}{h} * \sigma_H \qquad H_s' = \sqrt{2} * H_s \rightarrow H_s \frac{a}{h} * \sigma_H$$

$$H_s = \frac{0{,}6}{0{,}35} * 605{,}00 = 1\,037{,}143 \text{ kN}$$

A_s = Hs / σ = 1 037 143 / 420,00 = 2469,388 mm² **8ϕ20**

<u>Cölöpfejlemez vasalása 3 cölöp esetén</u>



Fn = 3 * σH = 1100 kN

σH = 366,67 kN

a = 60 cm

ht = 40 cm

Bf = Betonfedés = 5 cm

h = ht - Bf = 35 cm

Betonacél: B60.50 **σ** = 420 N/mm²

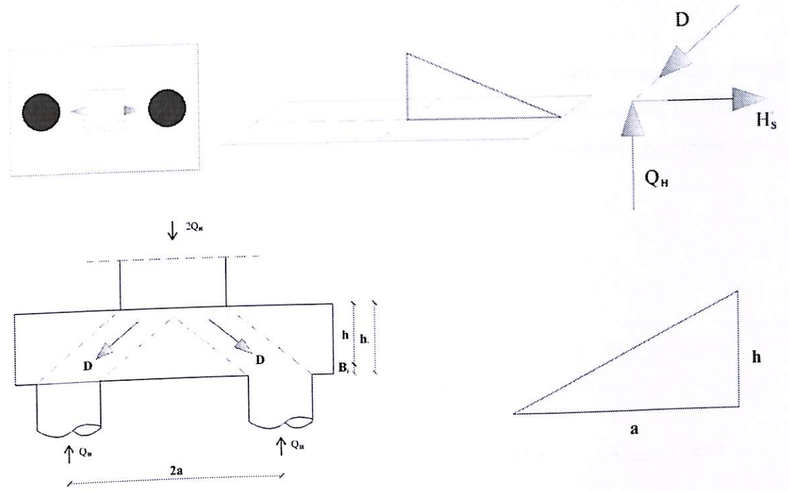
arányosságból:

$$H_s' = \frac{2\sqrt{3}}{3} * \frac{a}{h} * \sigma_H \qquad H_s' = \sqrt{3} * H_s \rightarrow H_s = \frac{2}{3} * \frac{a}{h} * \sigma_H$$

H_s = 2 / 3 * 0,6 / 0,35 * 366,67 = 19,0476 kN

A_s = Hs / σ = 419 048 / 420,00 = 997,7324 mm² **5ϕ16**

Cölöpfejlemez vasalása 2 cölöp esetén



Fn = 3 * σH = 530 kN

σH = 265,00 kN

a = 60 cm

ht = 40 cm

Bf = Betonfedés = 5 cm

h = ht - Bf = 35 cm

Betonacél: B60.50 **σ =** 420 N/mm²

arányosságból:

$$H_s = \frac{a}{h} * \sigma_H$$

H_s = 0,6 / 0,35 * 265,00 = 454,2857 kN

A_s = Hs / σ = 454 286 / 420,00 = 1081,633 mm² **6ϕ16**

Cölöpök vasalása

Jelen tervezési feladatban csak központosan nyomott cölöpök szerepelnek. Ennek megfelelően a minimális vashányad kerül elhelyezésre. A vasalás hossza a cölöphossz harmada. a biztonság szempontjából a cölöphosszok közül a vasalás szempontjából a hosszabbikat veszem figyelembe.

CFA cölöpök vasalása

$A_{cölöp} = 0{,}40^2 * \pi/4 =$ 0,1257 m^2 $A_{vas} =$ 0,60% $A_{cölöp}$

$A_{vas} =$ 0,1257 * 0,60% = 0,00075398 $m^2 \rightarrow$ 753,9821 As_{akl}: **7ϕ12**

FDP cölöpök vasalása

$A_{cölöp} = 0{,}36^2 * \pi/4 =$ 0,1018 m^2 $A_{vas} =$ 0,60% $A_{cölöp}$

$A_{vas} =$ 0,1018 * 0,60% = 0,00061073 $m^2 \rightarrow$ 610,7255 As_{akl}: **6ϕ12**

6. Gazdasági elemzés

A következő fejezetben bemutatom a cölöpalapozások bekerülési költségének összehasonlítását a fenti számítások eredményeinek figyelembe vételével.

6.1. CFA és FDP cölöp összehasonlítása

Az FDP fúrási technológia, hasonló a CFA technológiához. 1db furat elkészítése mindkét technológiánál átlagosan 2-8 perc. Az armatúra a felbetonozás után kerül beépítésre. Viszont, amíg a CFA fúrásnál a furatanyagot kiemeljük, az FDP fúrófej a közvetlen közelében lévő talajt tömöríti. Ezáltal kevesebb földmunkát, és tisztább munkaterületet kapunk. Sokkal pontosabban ki lehet számolni a szükséges betonmennyiséget, és minimalizálni lehet a többlet betonfogyasztást is.

Itt jegyezném meg az FDP cölöp hátrányát. Erősen kötött talajokban alig, vagy egyáltalán nem használható. De ha a kötött talajrétegek között szemcsésrétegek is fellelhetők, akkor ezen szemcsés rétegekbe tömöríti be a furatanyagot.

A 40, 60, 80 cm-es CFA átmérő, a 36, 51, 61 cm-es FDP cölöpátmérőnek felel meg. Kisebb cölöpátmérő a környező talaj teherbírásba történő bevonásával elegendő.

Minimum 1-1,5 óra szükséges, hogy a már elkészült cölöp közvetlen közelébe (360 mm-nél 2méter távolságban) lehessen fúrni a következő cölöpöt. CFA cölöpökkel ellentétben, ha már egy elkészült, de kellőképp meg nem kötött cölöp mellé fúrunk, nem fog átszakadni a két furat, és a már kész cölöp betonszintje nem fog süllyedni, hanem a tömörödő talaj összenyomja a mellette lévő cölöpöt. Az így a már kész cölöpben kialakuló térfogatcsökkenés végett kinyomja magából a betont.

Így tehát az FDP technológia csarnoképületek alapozási munkáihoz a legalkalmasabb, ahol folyamatosan lehet haladni egyik cölöpcsoporttól a másikig, majd visszamenni a legelejére. Fontos, ha a fúrási területen földfeltöltés történt, mindenhol egyenlő részben legyen tömörítve a talaj, illetve a szélső cölöpsortól (karótól) minimum 2,5 méterrel tovább tartson a feltöltés, tömörítés. Ellenkező esetben a fúrófej a kevésbé tömörített rész irányába fog elmozdulni. Így a cölöp akár egy egész cölöpátmérőnyit elcsúszhat, illetve másfélszeres is lehet a betonfelhasználás.

Célszerű minél nagyobb területet, minél több cölöpöt kitűzetni a geodétákkal a folyamatos haladás érdekében. Ha nem áll rendelkezésre elég munkaterület, akkor ki kell várni azt az időt, amíg a kész cölöpben lévő beton megkötött annyira, hogy a melléfúrásból adódó oldalnyomás nem hat rá károsan, nem nyomja ki magából a betont. Ez a várakozás akár egy óra is lehet, mialatt 8-10 cölöpöt el lehetett volna készíteni.

6.2. CFA és FDP cölöp tervezési összehasonlítás

CFA és FDP technológia esetén különböző biztonsági tényezőket veszünk figyelembe. Ezen tényezők veszik figyelembe a technológiából adódó többletteherbírást mint szemcsés, mint kötött talajok esetén.

A monolit kelyhek nem kerültek külön méretezésre, e kelyhek méretezését a felszerkezeti statikus végzi.

A CFA cölöp az FDP teherbírásának közel ¾-ét tudja. Így jóval több, 350 folyóméter cölöpre van szükség. Ez körülbelül 100 m3 betontöbbletet jelent, ahol a technológiából származó többletbeton felhasználás előzetesen csak tapasztalati úton becsülhető Ez a 2 millió Ft többletköltség, a két technológia összköltségének különbségének így is csak a harmada. Az eltérő cölöpözési mód miatt közel 1,5-szeres süllyedéskülönbség jelentkezik. A cölöpök nyomott rúdként lettek méretezve. Ezért csak a minimális vasmennyiség figyelembe vételével készült a mennyiségi számítás. A minimális vasmennyiség a névleges cölöpátmérő függvénye, ezért a két technológia vasalása eltérő. A fel és levonulási költségek, a helyi organizációs költségek, és az élő munka igénye a cölöpözési technológiáknak közel megegyezik.

6.3. Gazdasági összehasonlítás

	CFA		FDP	
Cölöp átmérő:	0,4 m		0,36 m	
Cölöp felülete:	0,1257 m^2		0,1018 m^2	
Cölöp térfogata:	0,1257 m^3		0,1018 m^3	
Összes cölöphossz:	2973,0 fm	16 648 800 Ft	2615 fm	14 644 000 Ft
Összes térfogat (beton):	373,60 m^3	7 042 325 Ft	266,17 m^3	5 017 390 Ft
Többletbeton:	37,36 m^3 *(10%)*		13,31 m^3 *(5%)*	
Kitermelt talaj:	373,60 m^3	2 054 790 Ft	26,62 m^3	146 396 Ft
Cölöpök vasalása:	7ϕ12 B500		6ϕ12 B500	
Cölöp vasmennyiség:	60 kg		53 kg	
Cölöpök száma:	346 db		346 db	
Összes vas:	20 760 kg	3 238 560 Ft	18 338 kg	2 860 728 Ft
Vésés (50 cm):	22 m^3	608 715 Ft	18 m^3	493 059 Ft
		29 593 189 Ft		**23 161 573 Ft**

Összes többletköltség:	**21,73%**
Fúrás többlet költség:	***12,04%***
Beton többlet költség:	***28,75%***
Betonacél többletköltség:	***11,67%***
Vésés többletköltsége:	***19,00%***
Föld elszállítás többletköltsége:	***92,88%***

Cölöp fúrási költsége:
5 600 Ft/fm

Beton bekerülési költsége helyszínre szállítva:
C30/37 - XA1 - 24 - F3
1 m^3 = 18 850 Ft

Betonacél bekerülési költsége helyszínre szállítva:
B500 B
1 kg = 156 Ft

Beton vésés + elszállítás:

vésés:	23500	Ft/m^3
elszállítás:	4500	Ft/m^3
összesen:	28000	Ft/m^3

Földanyag elszállítása deponálási díjjal:
5500 Ft/m^3

A fenti kalkulációhoz a bekerülési költségeket a nagyságrendek érdekében adtam meg.

6.4. Értékelés, tapasztalatok levonása

Összességében nézve a CFA régebbi és elterjedtebb, de drágább mint az FDP technológia. A költségtöbblet oka nem csak a felhasznált beton mennyiségében keresendő, hanem a technológiában. FDP technológia alkalmazása jó lehetőséget biztosít az anyag (beton, Betonacél), és a furatanyag elszállítás költségének csökkentésére is. Továbbá a furat kézi megtisztítása, armatúra könnyű beépíthetősége növeli a napi termelékenységet és csökkenti a bérelt gépek költségét. Egy adott munka árversenyén a technológiaváltással lehetőségünk van ajánlati árat csökkenteni a minimumár, illetve a küszöbár megközelítése nélkül, így kedvezőbb helyzetbe kerülünk az ártárgyalás során is.
A munkahelyi költségek minden 1.000,- Ft-os csökkentése 1.220,- Ft-os árengedményt jelent a vállalási árban. A kor előrehaladtával egyre inkább olyan technológiára van szükség, amellyel versenyképes ajánlatot tehetünk. Gondolok itt a rövidebb átfutási időre, minél kisebb keresztmetszetű, ámbár stabilabb, süllyedésre kevésbé érzékeny, egyre kevesebb betonmennyiséget igénylő, a környező talajt teherbírásba bevonó cölöpözési technológiára. Bízom benne, hogy a következő évtizedekben is olyan technológiákkal találkozunk majd a piacon, mellyel gyors, korszerű, biztonságos épületalapok készíthetők minimális ember és géppark segítségével.

7. Felhasznált irodalom

- BAUER Magyarország Speciális Mélyépítő Kft. belső technológiai ismertető FDP technológiára.
- BAUER Magyarország Speciális Mélyépítő Kft. belső technológiai ismertető CFA technológiára.
- dr. Szepesházi Róbert - A cölöpök törőerejének számítási lehetőségei (Miskolc 2007)
- dr. Szepesházi Róbert - Cölöpalapok méretezése az Eurocode 7 követelményei szerint doktori (PhD) értekezés. (Miskolc 2011)
- Farkas Geotechnika Szakértő és Laboratóriumi Kft. – Talajmechanikai Laborvizsgálatok Bátonyterenye (2011.03.01.)
- HUN-Reng Magyarország földrengési információs rendszere (*http://www.foldrenges.hu*)
- KONZOL 2006 Mérnőkiroda Kft. – Terhelési adatszolgáltatás alapozáshoz rajzszám: S-11, S-12 (2013.10.30.)
- LB2 Mérnöki tervező Kft. – Műszaki leírás SINA ülőbútorgyár Bátonyterenye (2013.11.25.)
- OMSZ (Országos Meteorológiai Szolgálat) Magyarország csapadék viszonyai (*http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek*)
- Petik és Társa Mérnők és Szolgáltató Kft. – Talajvizsgálati jelentés Bátonyterenye (2011.03.07.)
- Wikipédia a szabad enciklopédia – Lemeztektonika (*https://hu.wikipedia.org/wiki/Lemeztektonika*)

8. Műszaki leírás

8.1 Helyszíni viszonyok

A tervezési terület Bátonyterenye keleti oldalán fekszik a területet Ny-ról a 21-es út, K-ről a Zagyva folyó, É-ról egy gyártelep, D-ről egy földút határolja. Egyben a Cserhát és a Mátra találkozásánál fekszik. A terület korábban mezőgazdasági művelés alatt nem állt, beépítve nem volt.

8.2. Geotechnikai adottságok

A Részletes talajmechanikai szakvélemény fúrásai a következő rétegsort tárták fel:

- kötött agyagos iszapos fedőrétegek alatt a felszíntől számított 6,5-8 m-es mélységtől kezdődik egy homokos – kavicsos - görgeteges réteg, melynek vastagsága 1,5-3 m között van. Ez alatt a völgyfeneket (feküt) adó homokos agyagmárga fekszik.

8.3. Talajvíz

A terület ipari parkba vonása előtt vízrendezés nem volt, ezért a területen a geotechnikai vizsgálatok idején is állt a víz.
A területen a becsült maximális talajvízszintet a 186,5 mBf szinten (gyakorlatilag a terepszinten), míg a mértékadó talajvízszintet a 178,0 mBf szinten adható meg.

8.4. A tervezés ismertetése

A helyi talajmechanikai adottságok és a terhelési adatok együttes figyelembevételével, valamint a rendelkezésünkre bocsátott tervek, alapján 36 cm átmérőjű, főként 8 méter hosszú =177,10 mBf alapozási síkú ***FDP típusú fúrt talajkiszorításos eljárással készülő*** cölöpalapozást elkészítését javaslom a mellékelt alapozási terv alapján.

A cölöpök határteherbírását a rendelkezésre álló szakvélemény fúrásai és dinamikus szondái, valamint a kiegészítő 5 db CPT szonda alapján az EC-7 szabvány szerint határoztam meg.

A cölöpöket az együttdolgozás érdekében fejtömbökkel fogjuk össze. A fejtömbök kialakítását, vasalását a tervdokumentáció részletesen tartalmazza.

8.5. Kivitelezés

A cölöpöket a cölöpkiosztási tervek szerinti kiosztásban és a megadott, tervezett vasalási méretekkel kell elkészíteni.
A cölöpök fúrása akkor kezdhető el, ha a megfelelő mennyiségű betonacél armatúra a helyszínen rendelkezésre áll és a folyamatos betonozás feltételei biztosítottak. (mixerekkel járható munkaterület, betonüzem kapacitás, geodéziailag kitűzött cölöptengelyek)

Előírt anyagminőségek:

Cölöp beton:	C30/37-XA1-16-F5 (380 kg/m3 cement adagolással)
Fejtömb és fejgerenda beton:	C30/37-XA1-16-F3
Betonacél:	B500 B
Beton takarás:	5 cm *(cölöp fővason és fejtömb vasaláson egyaránt)*

8.6. A kontrolling rendszer, minőség-ellenőrzés

Az alábbiakban felsoroljuk a lényeges dokumentumokat, amelyeket a munka során vezetni kell a megfelelő kontrolling érdekében.

- Építési napló, műszaknapló
- Geodéziai napló (kitűzések, ellenőrzések)
- Cölöpözési jegyzőkönyvek
- Beton szállítólevelek

- Beton mintavételi jkv.-ek (próbakockák), konzisztencia ellenőrzés (szúrópróbaszerűen építési naplóban elég dokumentálni)
- Beton próbatestek törési jkv.-ei, kiértékeléssel
- Betonacél szállítólevelek, műbizonylatok
- Armatúra átvételi ellenőrzésének ténye, átvevő személye

8.7. Munkavédelem

A munkavégzés során a legszigorúbban be kell tartani és tartatni a vonatkozó országos és ágazati szabványokban és előírásokban foglaltakat. A fontosabb vonatkozó előírások az alábbiak:

- 1993 évi XCIII. törvény a munkavédelemről
- 5 / 1993 MÜM rendelet
- 31 / 1994 IKM rendelet
- 32 / 1994 IKM rendelet
- 33 / 1994 IKM rendelet

A munkálatok alatt a korábban végzett hasonló jellegű mélyépítési munkáknál tapasztalt veszélyforrásokon túli kockázattal számolni nem kell.

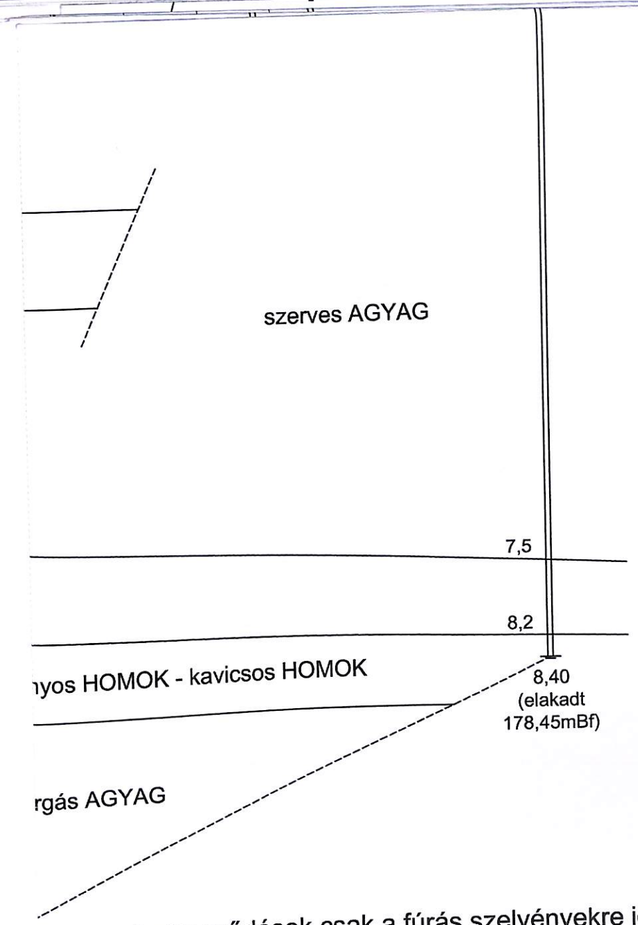
A munkákat csak állandó művezetői jelenlét mellett, napi építésvezetői ellenőrzéssel, szakképzett mélyépítő szakmunkásokkal szabad végezni

9.Mellékletek

- 5 db CPT szonda diagram
- 5 db Dinamikus szonda diagram
- Szondázási helyszínrajz
- Rétegszelvények

9.1. Kapcsolódó tervek

- Alapozási (cölöpkiosztási) terv
- Armatúra tervek (A1; A2; A3; A4)
- Fejtömbök vasalási terve (FT_1; FT_2; FT_3; FT_4; FT_4_1; FT_4_2)
- Gerendák vasalási terve (G1; G2; G3; G4; G5)

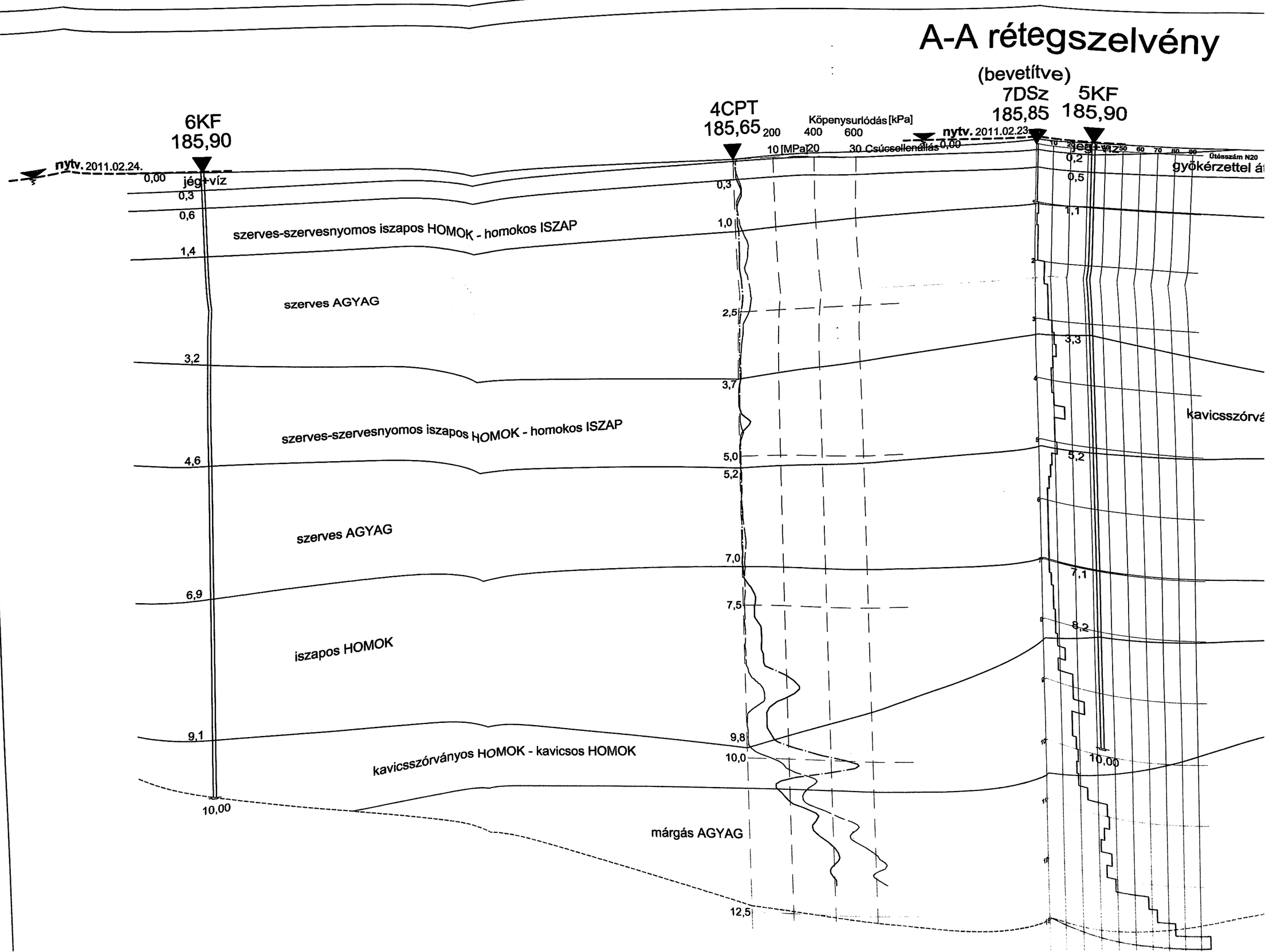


A rétegződések csak a fúrás szelvényekre igazak, a rétegszelvényre interpolálással valószínűsítettük.
A magasságok Balti rendszerben értendők!

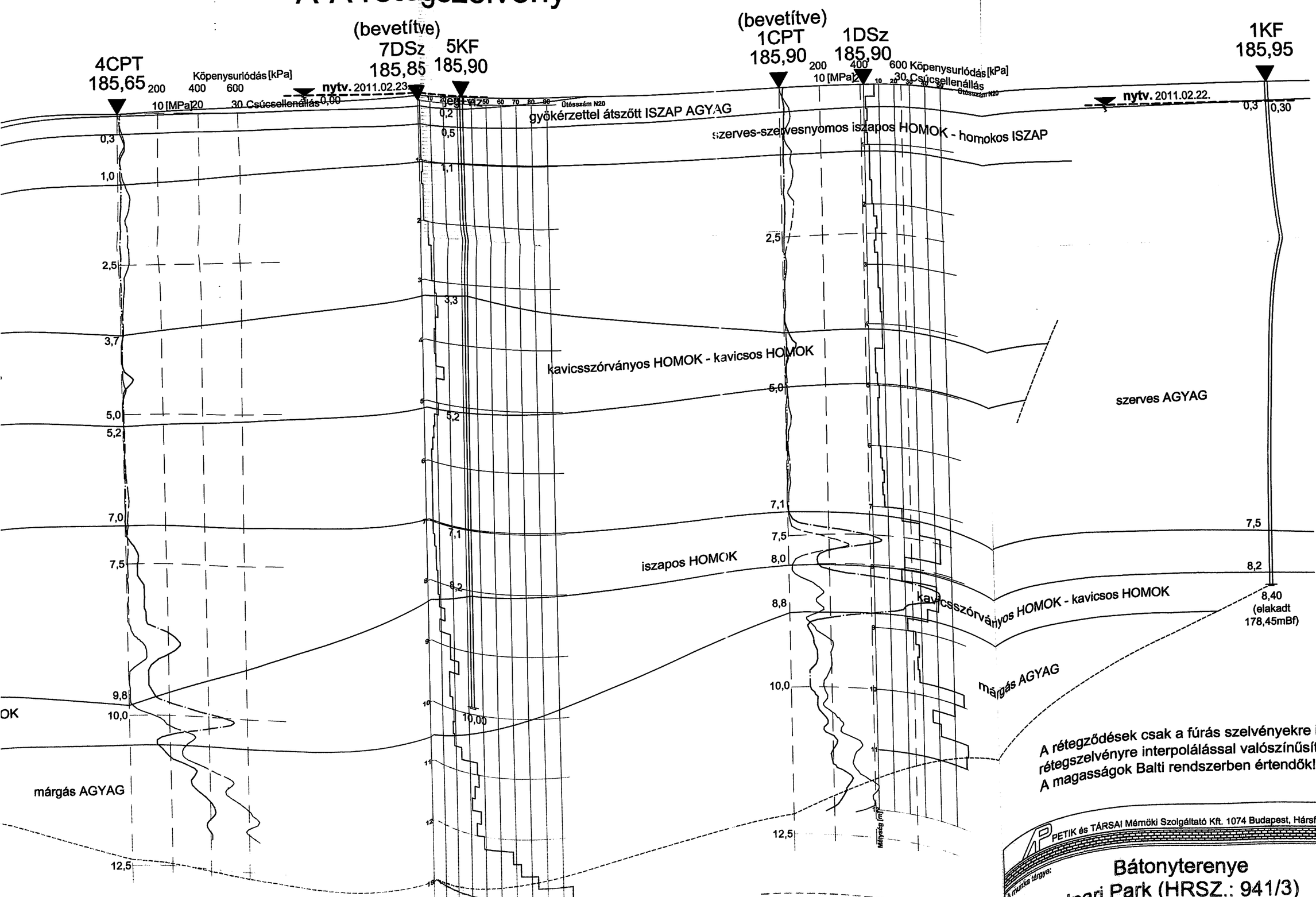
PETIK és TÁRSAI Mérnöki Szolgáltató Kft. 1074 Budapest, Hársfa u.11. Tel./Fax.:322-1418 351-3513 e-mail:petikkft@t-online.hu

A munka tárgya: Bátonyterenye Ipari Park (HRSZ.: 941/3) Talajvizsgálati jelentés	Törzsszám: 37/2011
	Dátum: 2011.03.07.
Rajz megnevezése: A-A rétegszelvény	Lépték: Mh 1:500 Mv 1:50
Ügyvezető igazgató: Petik Árpád / Szakági tervező: Ament András / Szerkesztő-rajzoló: Andó Zoltán	Rajzszám: 2.

A-A rétegszelvény



A-A rétegszelvény



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

PETIK és TÁRSAI Mérnöki Szolgáltató Kft. 1074 Budapest, Hársfa u.11.
Tel./Fax.:322-1418 351-3513
e-mail:petikkft@t-online.hu

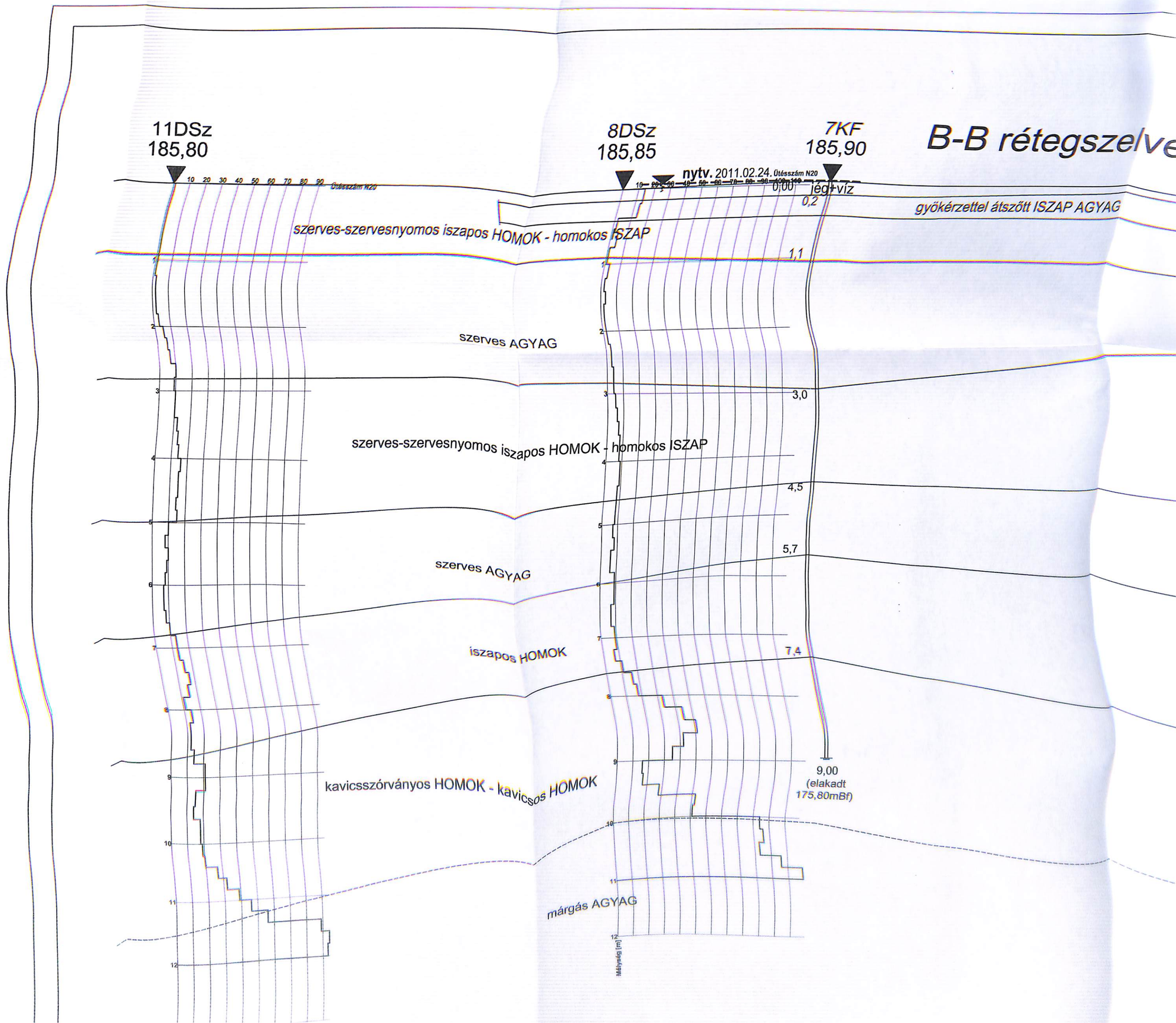
A munka tárgya:

Bátonyterenye
Ipari Park (HRSZ.: 941/3)
Talajvizsgálati jelentés

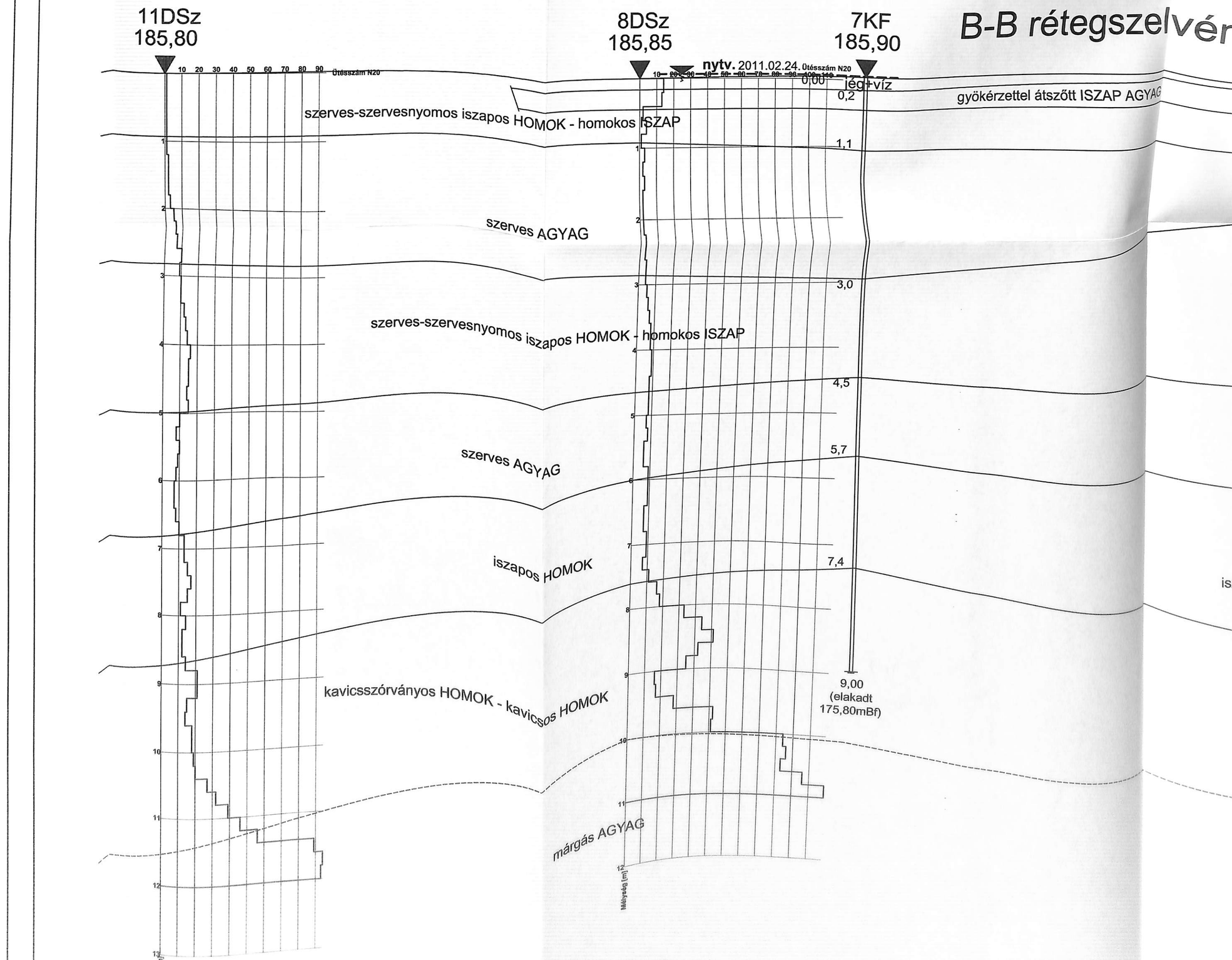
Törzsszám: 37/2011

Dátum: 2011.03.07

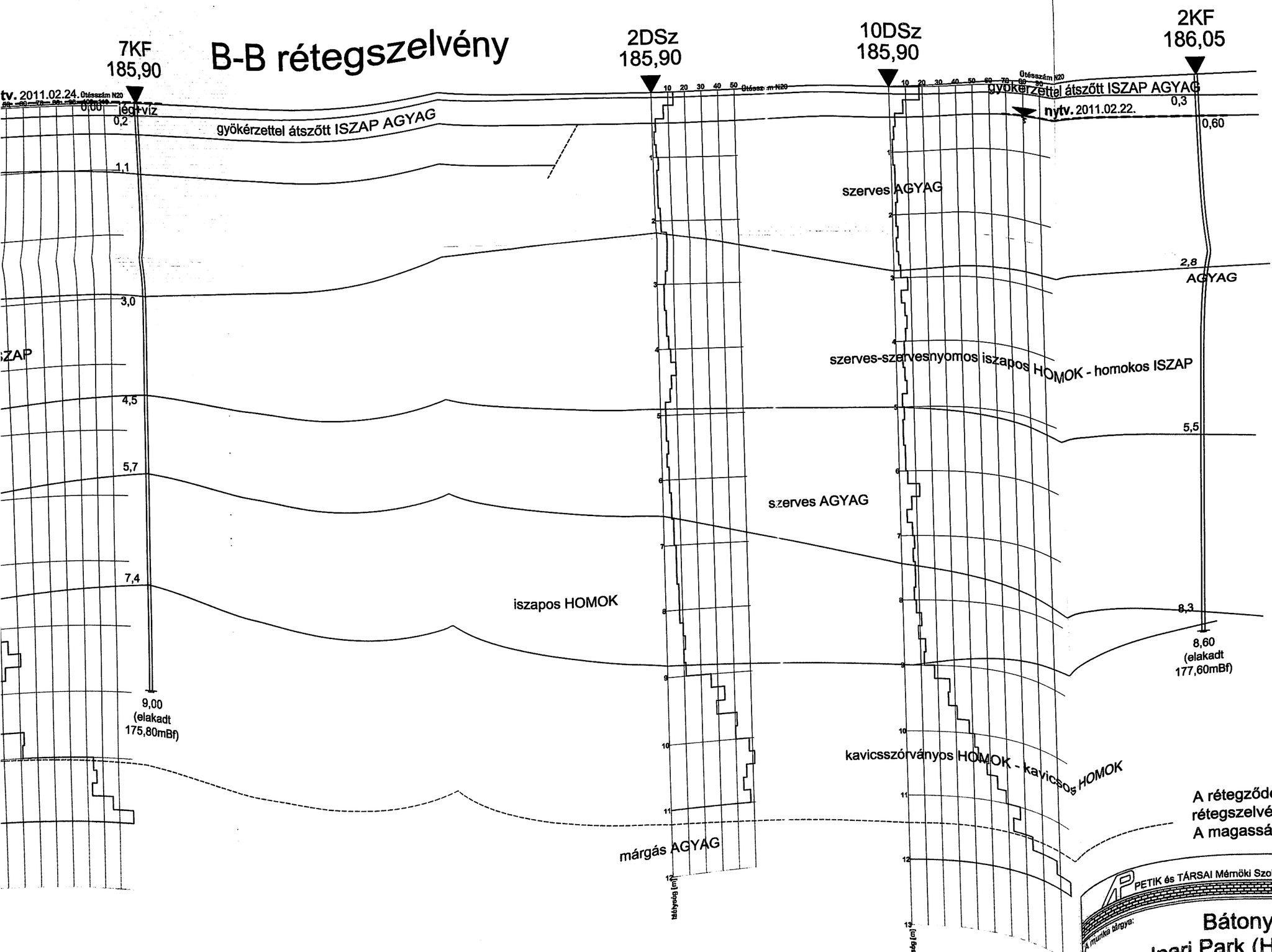
B-B rétegszelve



B-B rétegszelvé



B-B rétegszelvény



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

PETIK és TÁRSAI Mérnöki Szolgáltató Kft. 1074 Budapest, Hársfa u.11. Tel./Fax.:322-1418 351-3513 e-mail:petikkft@t-online.hu

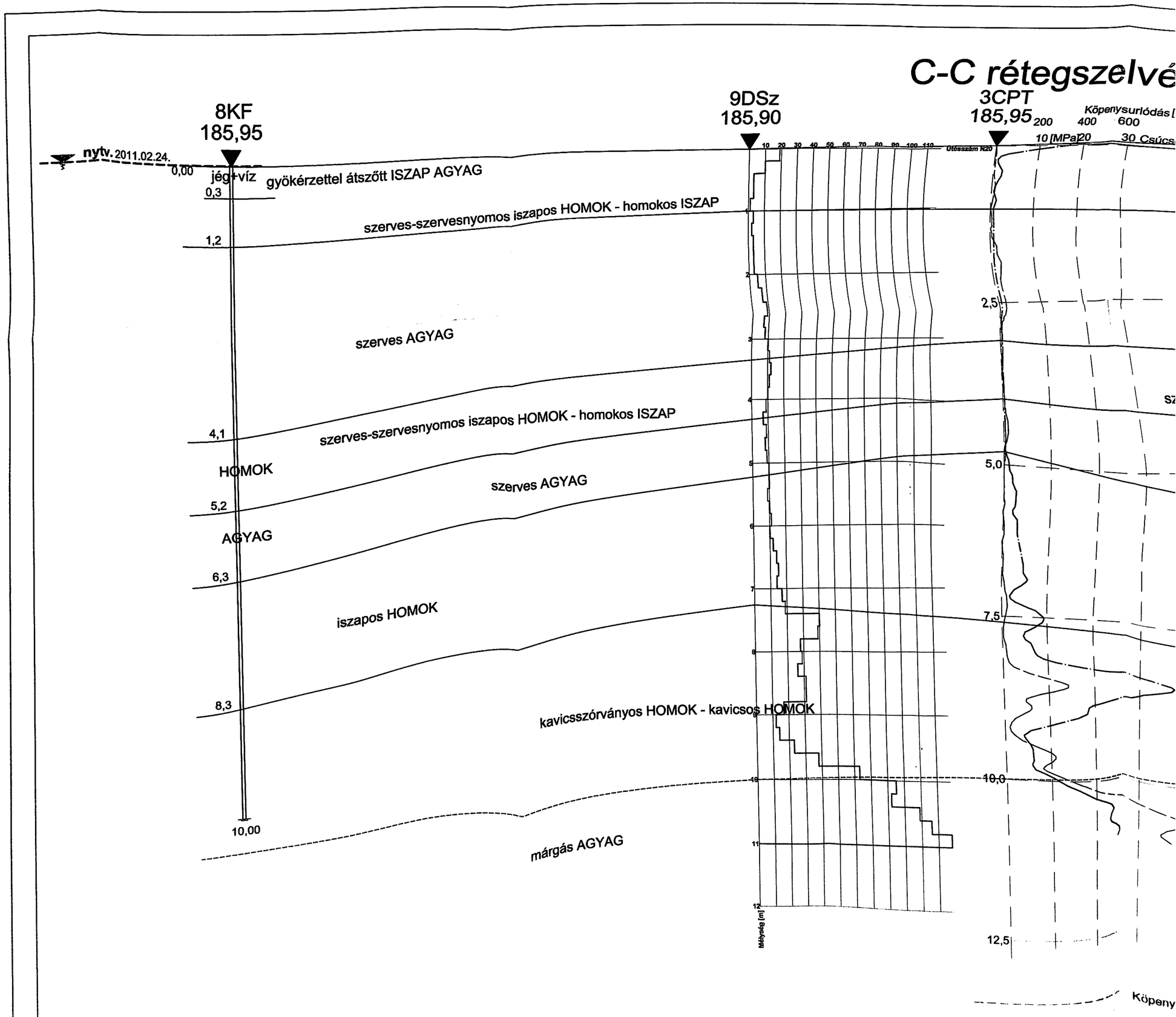
A munka tárgya:

Bátonyterenye
Ipari Park (HRSZ.: 941/3)

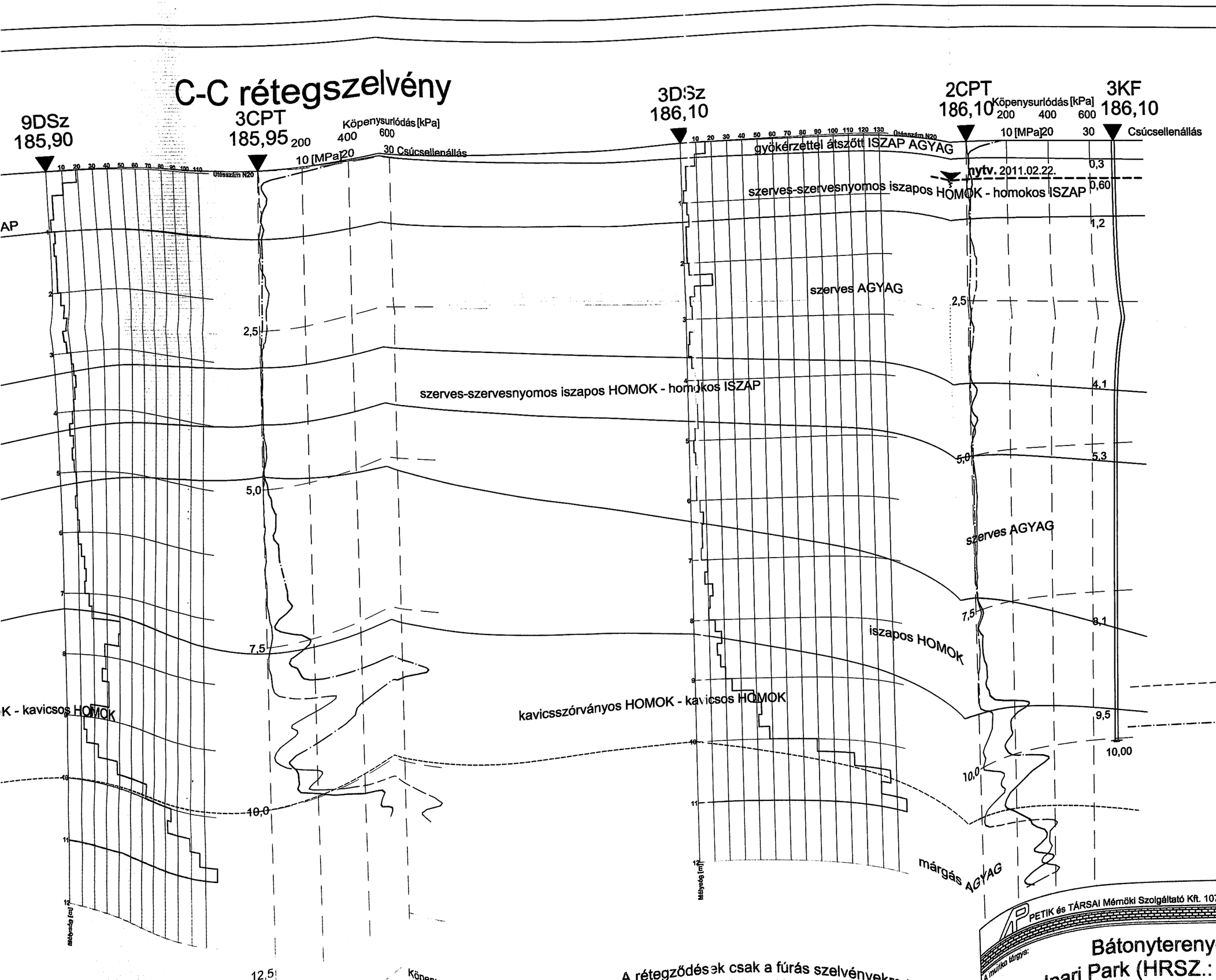
Törzsszám:
37/2011

Dátum:
2011.03.07

C-C rétegszelvé



C-C rétegszelvény



A rétegződések csak a fúrás szelvényekre igaz
rétegszelvényre interpolálással valószín

PETIK és TÁRSAI Mérnöki Szolgáltató Kft. 1074 Budapest, Hársfa u.11.
Tel./Fax.:322-1418 351-3613
e-mail:petikkft@t-online.hu

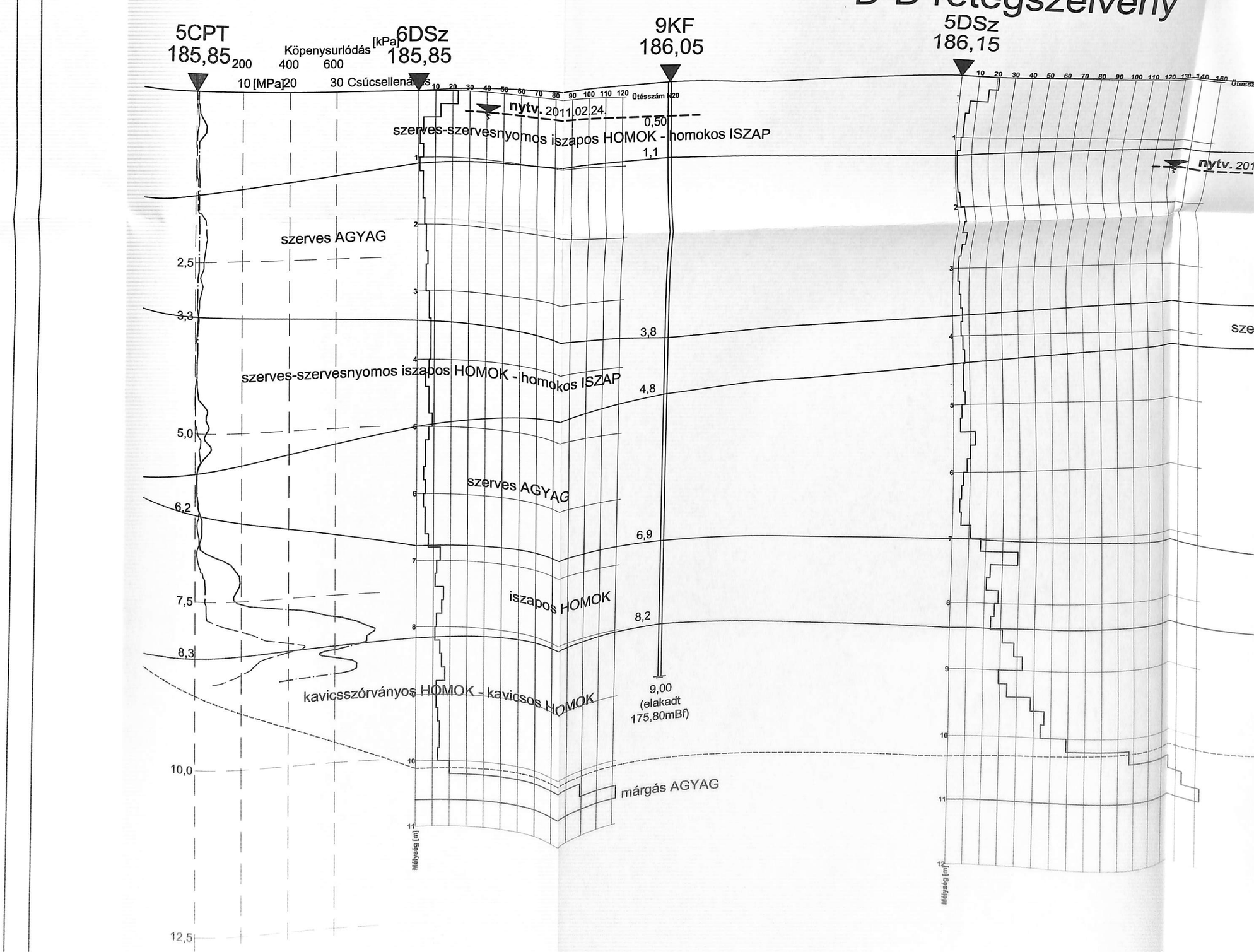
A munka tárgya:

Bátonyterenye
Ipari Park (HRSZ.: 941/3)
Talajvizsgálati jelentés

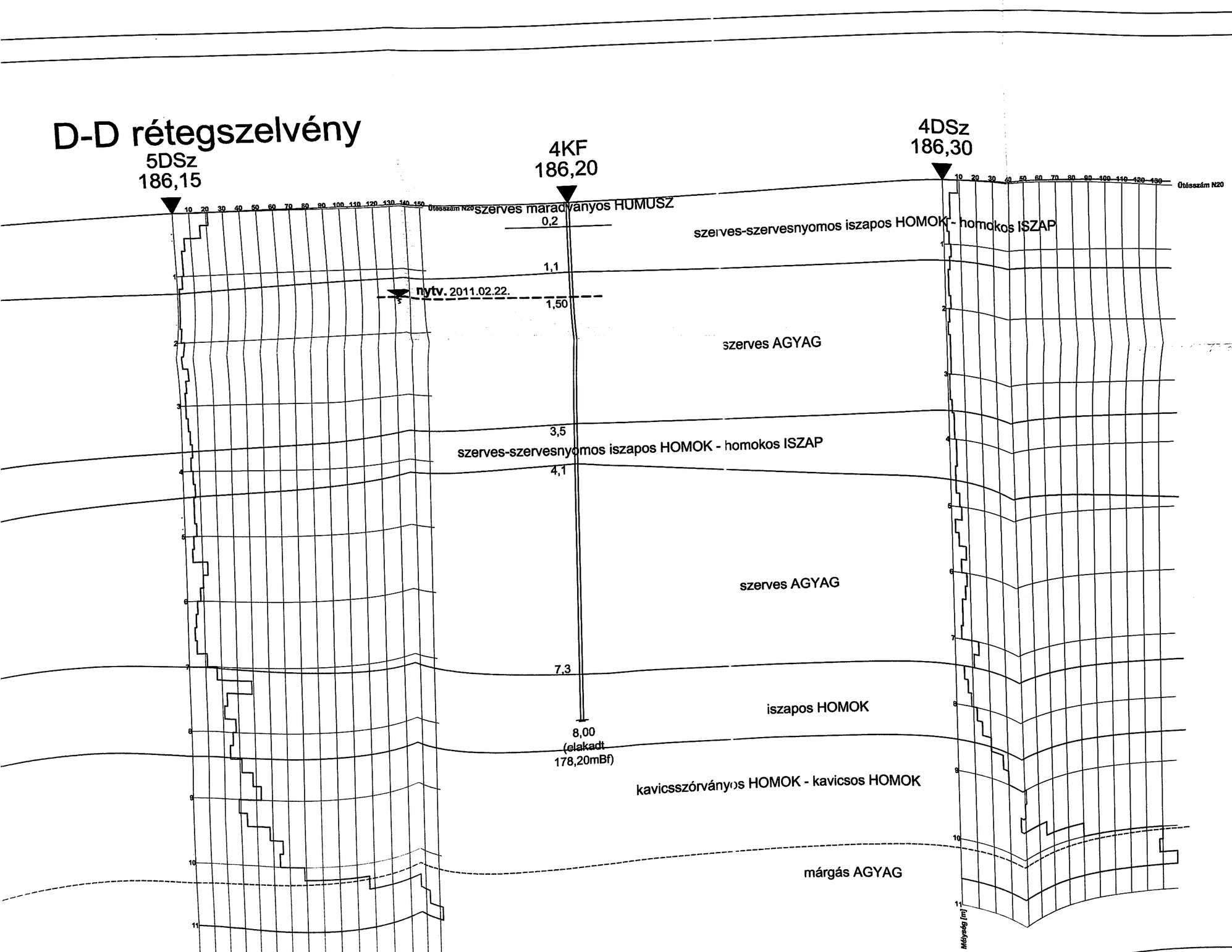
Törzsszám: 37/2011

Dátum: 2011.03.07.

D-D rétegszelvény



D-D rétegszelvény



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

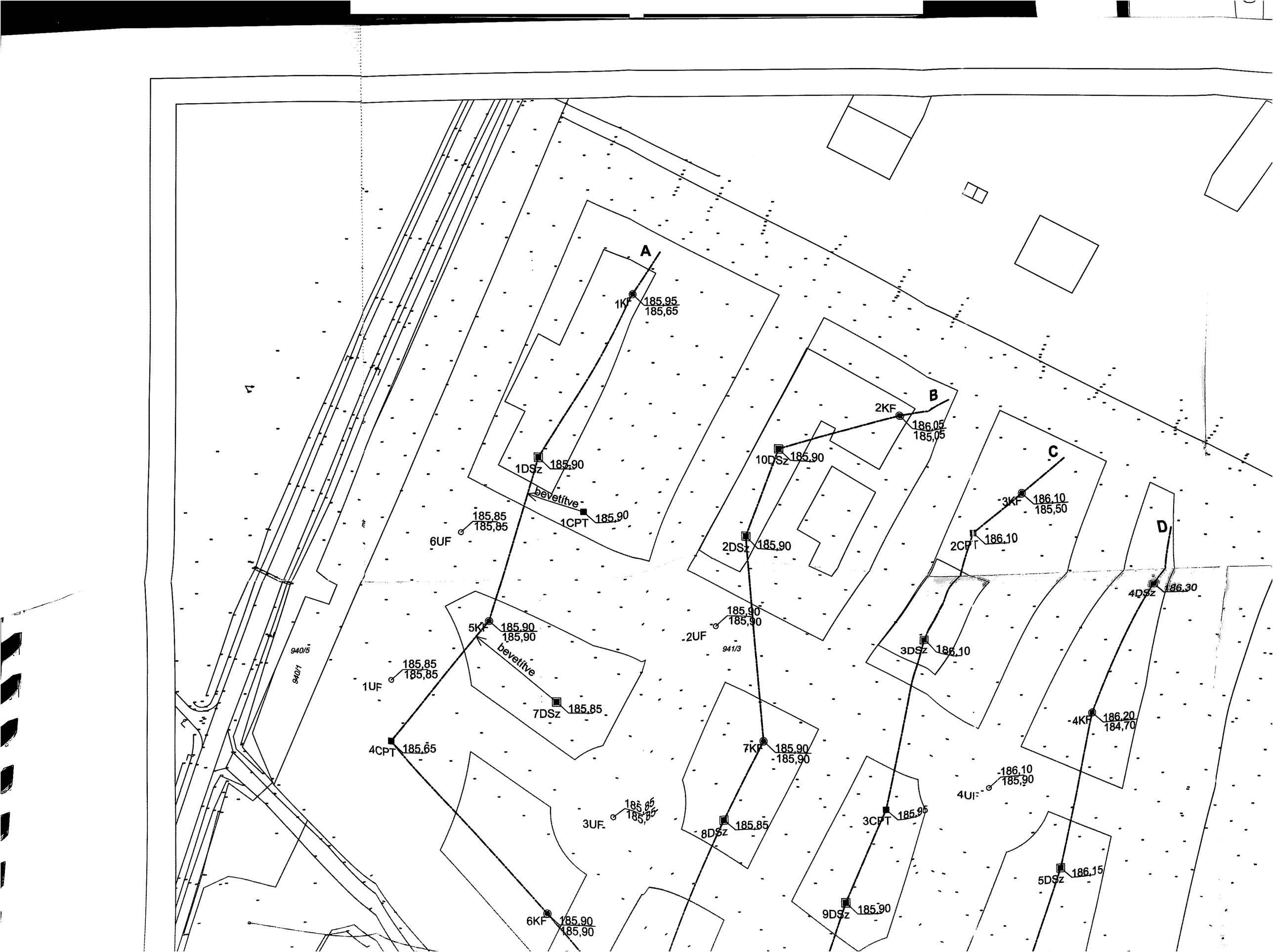
PETIK és TÁRSAI Mérnöki Szolgáltató Kft. 1074 Budapest, Hársfa u.11. Tel./Fax.:322-1418 351-3513 e-mail:petikkft@t-online.hu

A munka tárgya:

Bátonyterenye
Ipari Park (HRSZ.: 941/3)
Talajvizsgálati jelentés

Törzsszám: 37/2011

Dátum: 2011.03.07.


A
1KF 185,95 185,65
1DSz 185,90
bevetitve
1CPT 185,90
6UF 185,85 185,85
5KF 185,90 185,90
bevetitve
1UF 185,85 185,85
7DSz 185,85
4CPT 185,65
6KF 185,90 185,90
3UF 185,85 185,85
B
2KF 186,05 185,05
10DSz 185,90
2DSz 185,90
185,90 185,90
2UF
941/3
7KF 185,90 185,90
8DSz 185,85
C
3KF 186,10 185,50
2CPT 186,10
D
4DSz 186,30
3DSz 186,10
4KF 186,20 184,70
186,10 185,90
4UF
3CPT 185,95
9DSz 185,90
5DSz 186,15
940/5
940/1

A

1KF 185,95 / 185,65

185,90

evetítve

1CPT 185,90

B

2KF 186,05 / 185,05

10DSz 185,90

2DSz 185,90

185,90 / 185,90

2UF 941/3

7DSz 185,85

7KF 185,90 / 185,90

3UF 185,85 / 185,85

8DSz 185,85

6KF 185,90

C

3KF 186,10 / 185,50

2CPT 186,10

3DSz 186,10

4UF 186,10 / 185,90

3CPT 185,95

9DSz 185,90

D

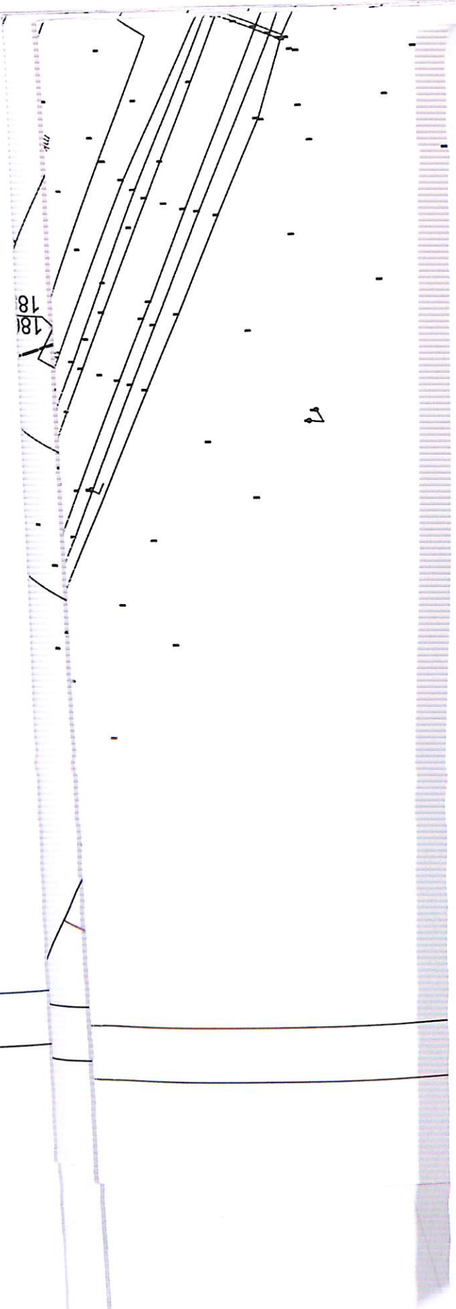
4DSz 186,30

4KF 186,20 / 184,70

5DSz 186,15

Jelmagyarázat

4UF 186,10 / 185,90	fúrás jele, helye (rövid)	magasság / talajvízszint
4KF 186,20 / 184,70	fúrás jele, helye (hosszú)	magasság / talajvízszint
5DSz 186,15	DIN szonda jele, helye	magasság



Szakági tervező/Fachplaner:

BL2 Mérnöki Tervező Kft.
1181 Budapest Mikes Kelemen utca 35.
0630 597 4814 0670 211 9460

SINIA ÜLÖBÚTORGYÁR
BÁTONYTERENYE, IPARI PARK
HRSZ.: 941/25

GENERÁL KIVITELEZŐ: Generalausführer
market ÉPÍTENI SZERETÜNK
Market Építö Zrt.
1037 Budapest, Bojtár u. 41–47.

MEGBÍZÓ: Auftraggeber
BAUER
Bauer Magyarország Speciális Mélyépítö Kft.
1097 Budapest, Koppány u. 5–11.

CÖLÖPALAPOZÁS
CÖLÖPÖKET ÖSSZEFOGÓ FEJTÖMBÖK VASALÁSI TERVE

FELELÖS TERVEZÖ: Haupt Statiker Geschäftsführer
Bognár Balázs GT–T 01–11813
okl. építömérnök

TERVEZÖ: Statiker
Maróthi Krisztián R5JS91

SZERKESZTÖ: Konstrukteuer
Maróthi Krisztián R5JS91

2016. május 02.

KIVITELI TERV

Lépték/Maßstab M 1:25

Plan Nr.: S–02

Tartalomjegyzék:

- A1 jelü armatúra terve
- A2 jelü armatúra terve
- A3 jelü armatúra terve
- A4 jelü armatúra terve
- FT_2 jelü fejtömb vasalási terve
- FT_3 jelü fejtömb vasalási terve
- FT_4 jelü fejtömb vasalási terve
- FT_4/1 jelü fejtömb vasalási terve
- FT_4/2 jelü fejtömb vasalási terve
- G1 jelü gerenda vasalási terve
- G2 jelü gerenda vasalási terve
- G3 jelü gerenda vasalási terve
- G4 jelü gerenda vasalási terve
- G5 jelü gerenda vasalási terve

Anyagminöségek, betontakatás:

Anyagok: **Materialgüte:**

Pfahl: cölöp beton: C30/37-XA1-16-F5 380kg/m3 cem.ad.

Kopfbalken: fejtömb beton: C30/37-XA1-16-F3

Betonstahlgüte:
betonacél: B500 B

Betontakarás: **Betondeckung:**

Pfahl: cölöp fövason: 5,0cm

Pfahlkopf: fejtömb: 5,0cm

Csatlakozó tervek:

Csatlakozó terv: Zugehörige Pläne

- Felszerkezeti tervdokumentáció
- Részletes talajmechanikai szakvélemény
- Terhelési adatszolgáltatás
- Gépész kiviteli tervdokumentáció

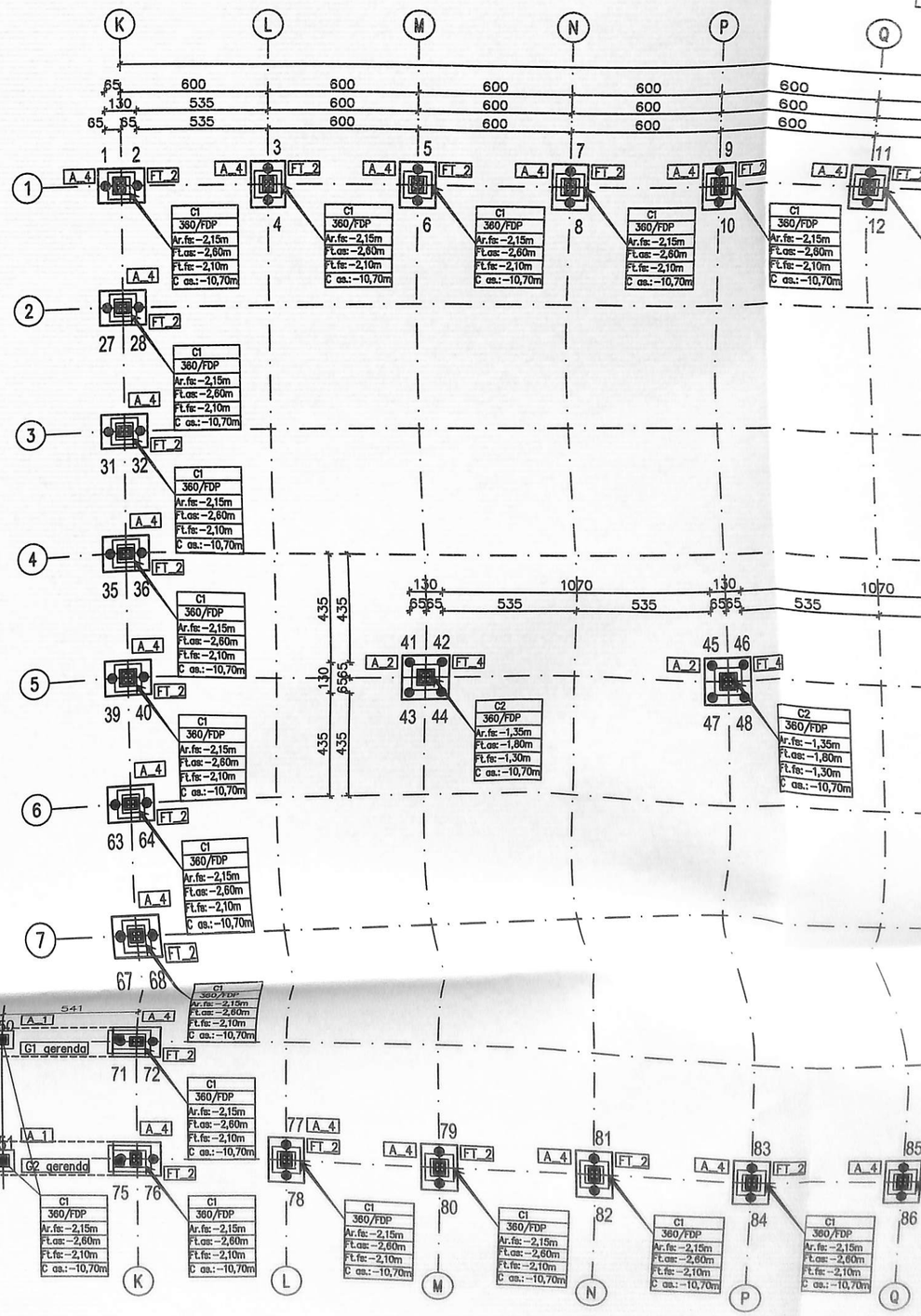
Magassági szintadat:

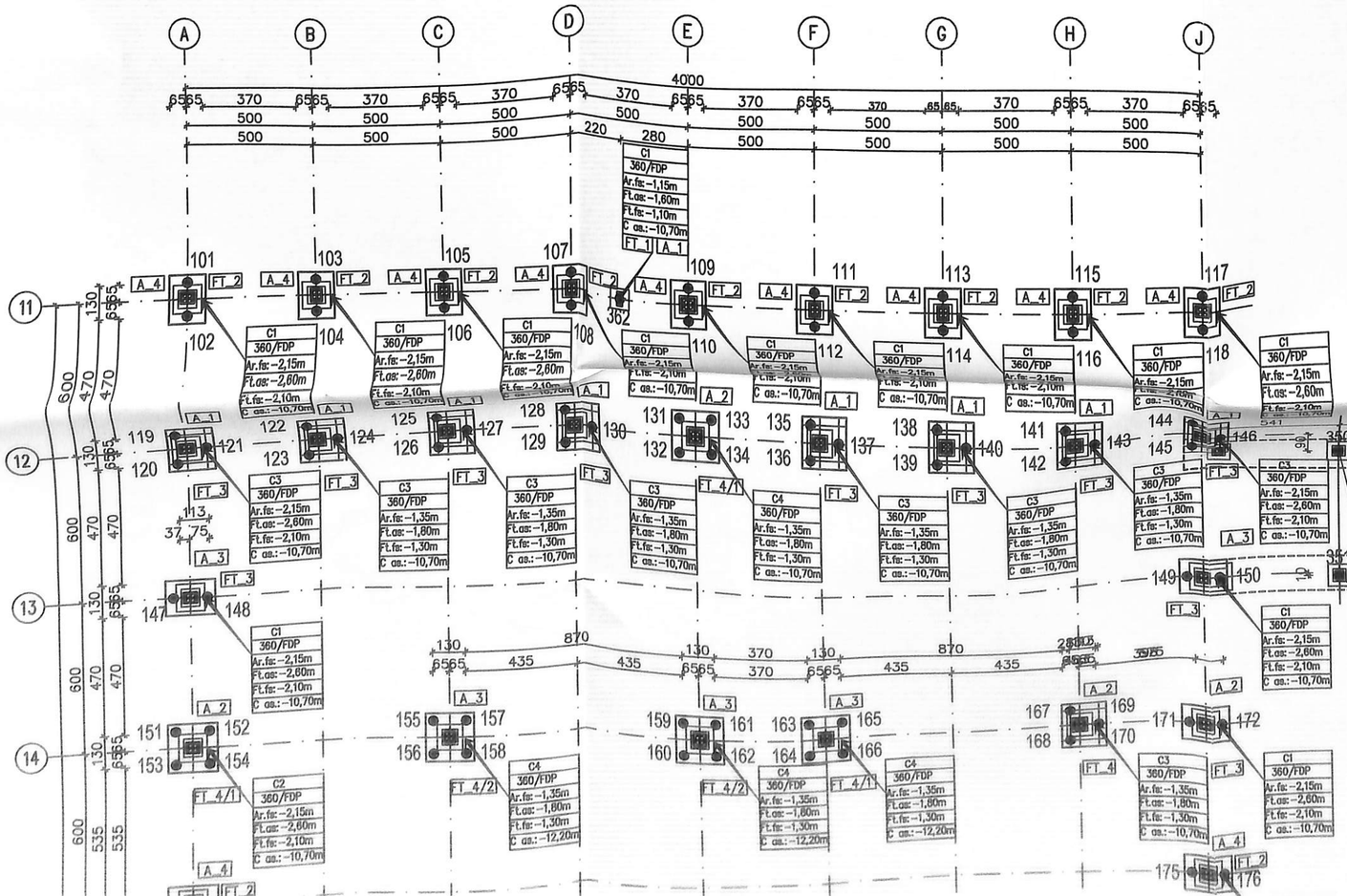
±0,00=187,80 mBf

CÖLÖPKIOSZTÁSI TERV

M=1:200

II. ÉPÜLET

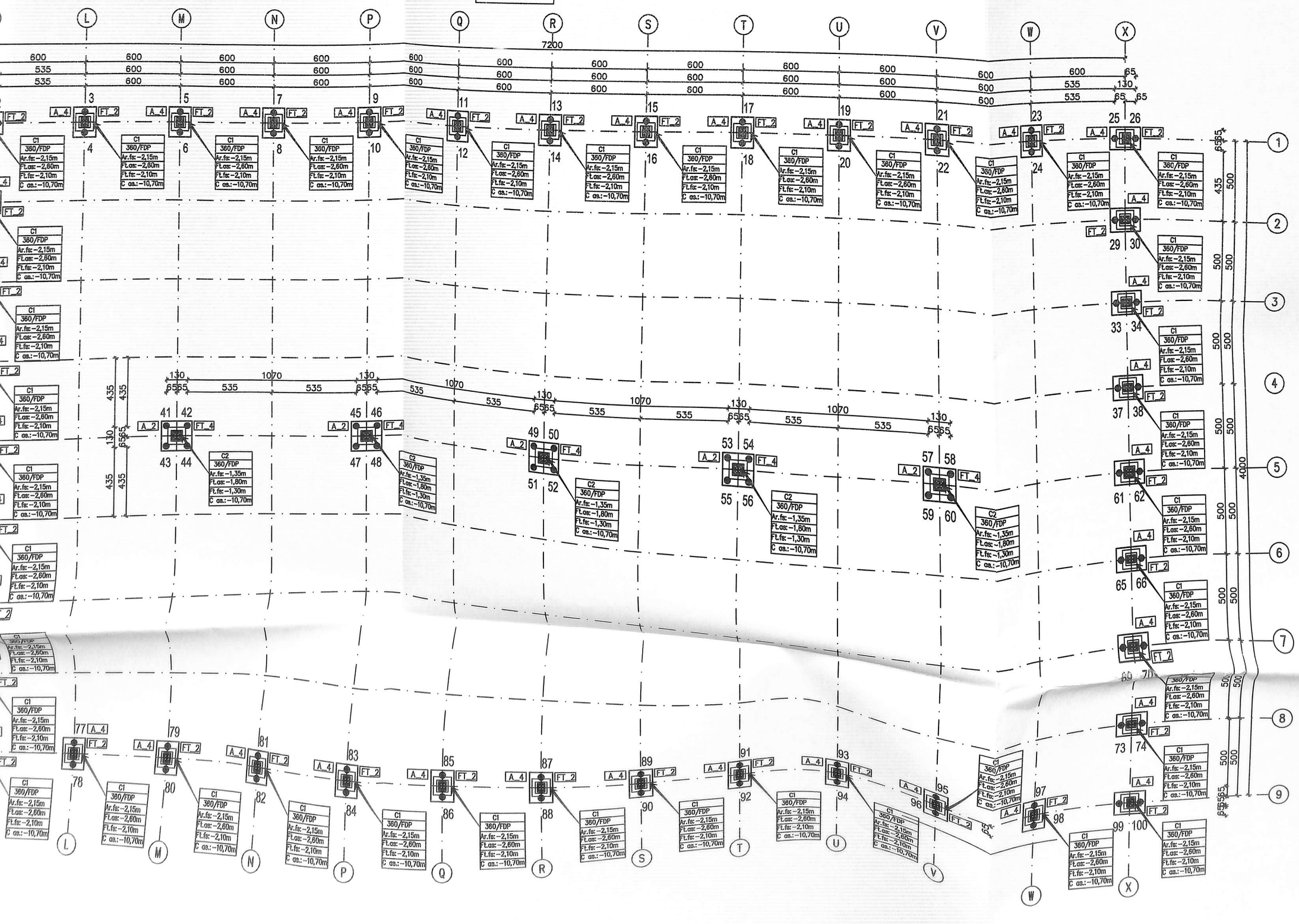


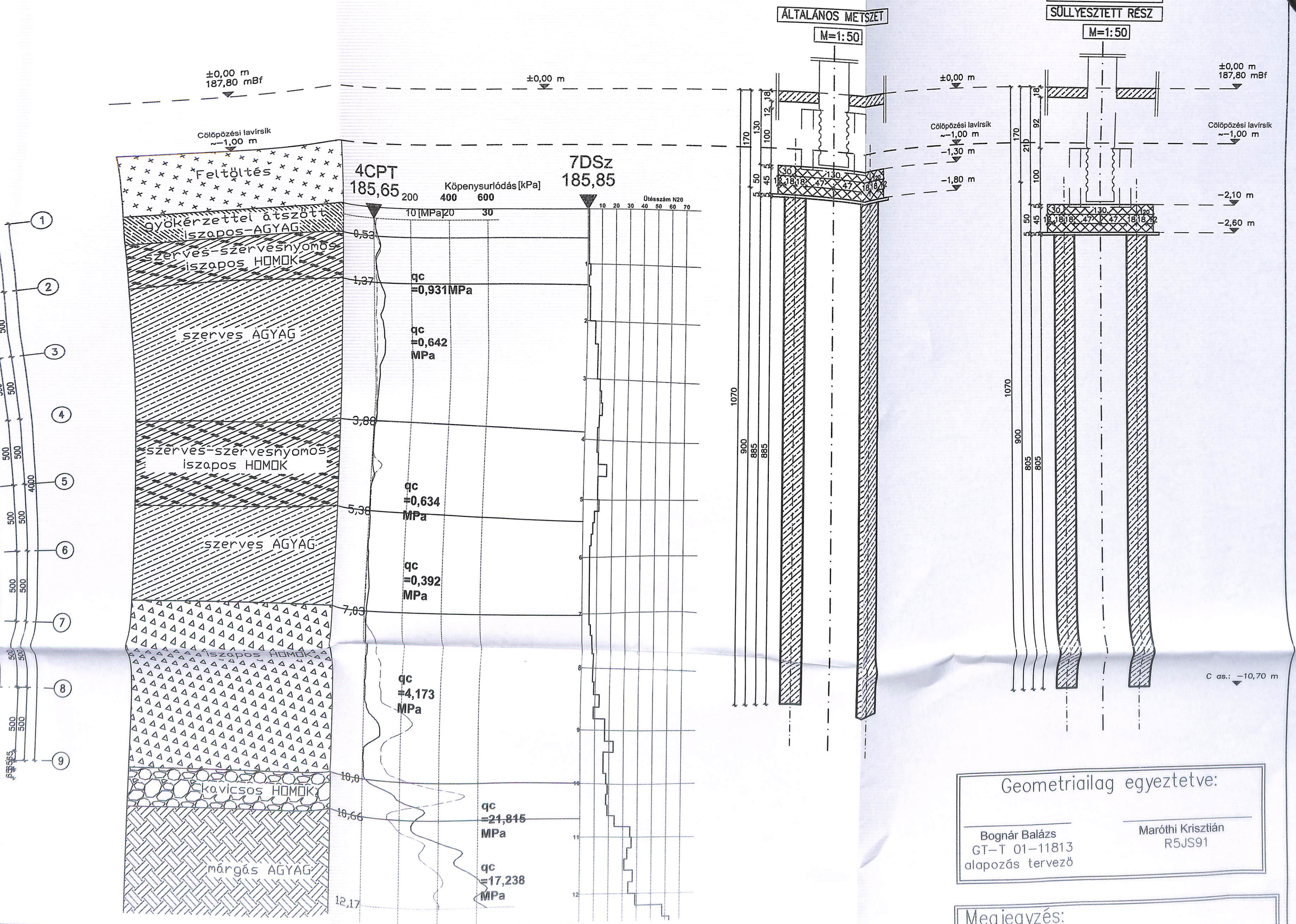


CÖLÖPKIOSZTÁSI TERV

M=1:200

I. ÉPÜLET


L M N P Q R S T U V W X
7200
600 600 600



TERVE

Geometriailag egyeztetve:

Bognár Balázs
GT−T 01−11813
alapozás tervező

Maróthi Krisztián
R5JS91

Megjegyzés:

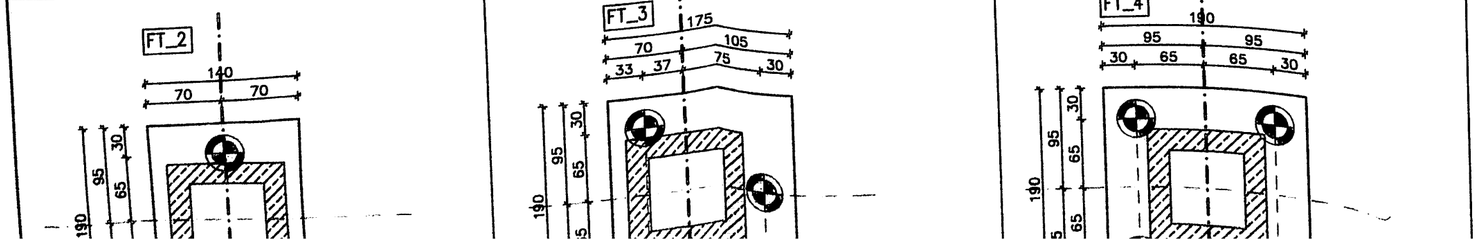
FEJTÖMB ÁSZOLÁSA - ALAPRAJZ SZERINT

FEJTÖMB ÁSZOLÁSA - ALAPRAJZ SZERINT

CÖLÖPKI

FEJTÖMBÖK GEOMETRIÁJA

M=1:50



CÖLÖPKIOSZTÁSI TERV

M=1:200

III. ÉPÜLET

FEJTÖMB FELSŐ SÍKJA – ALAPRAJZ SZERINT

FEJTÖMB ALSÓ SÍKJA – ALAPRAJZ SZERINT

M=1:50

5ø12 ① 4 2x4ø12–0,53 távtartó

① 5ø12–3,00 hosszvas

② 1ø8–0,29*3,14*16=~14,60 spirálkengyel

3ø16 ③

ALAPOZÁSI SÍK – Alaprajz Szerint

1-1 metszet M=1:10

ø36

③ 3ø16–0,75 körkengyel

23

3ø16 ③

1ø8 ②

M=1:50

5ø12 ① 4 3x4ø12–0,53 távtartó

① 5ø12–4,00 hosszvas

② 1ø8–0,29*3,14*24=~21,90 spirálkengyel

4ø16 ③

ALAPOZÁSI SÍK – Alaprajz Szerint

1-1 metszet M=1:10

ø36

③ 4ø16–0,75 körkengyel

23

4ø16 ③

1ø8 ②

A3 JELŰ ARMATÚRA TERVE

M=1:50

5ø12

① 5ø12–6,00 hosszvas

5ø16 ③

ALAPOZÁSI SÍK – A

1-1 metszet M=1:10

ø36

5ø16

1ø8

N P Q R S T U V W X

600 600 600 600 600 600 600 600 600 7200

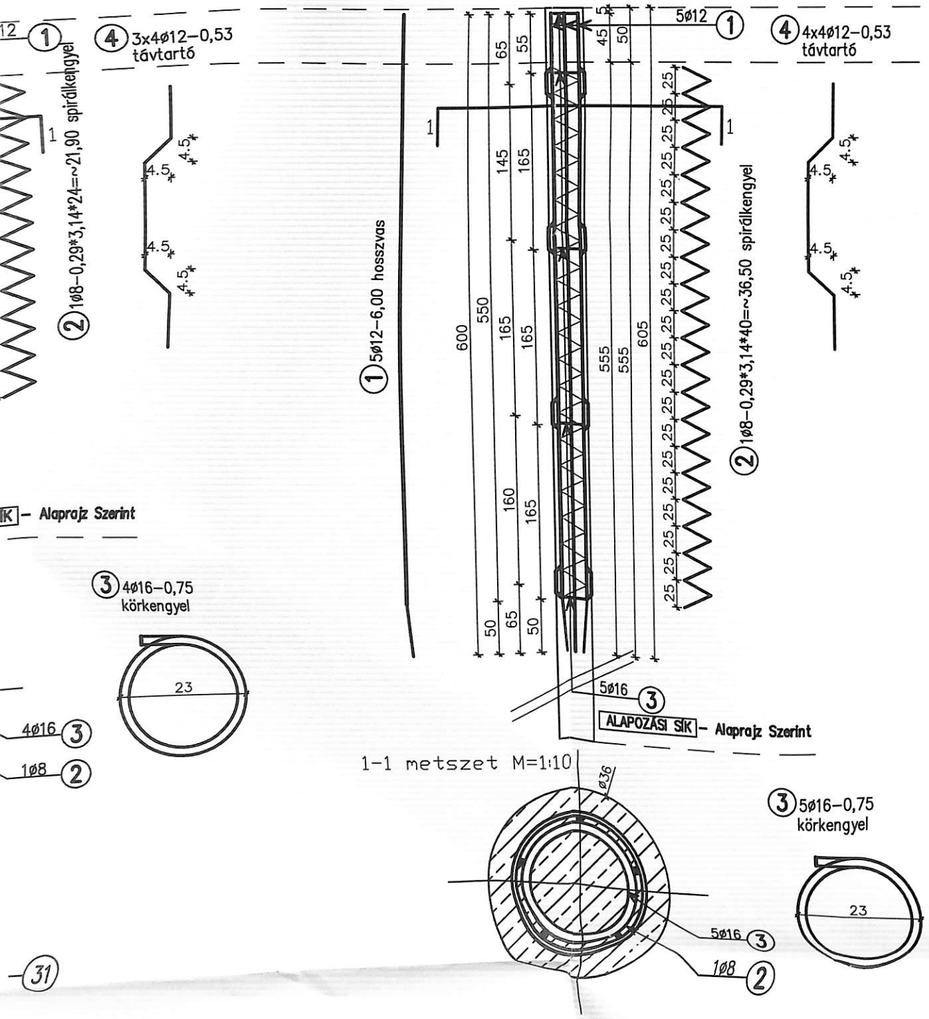
600 600 600 600 600 600 600 600 600

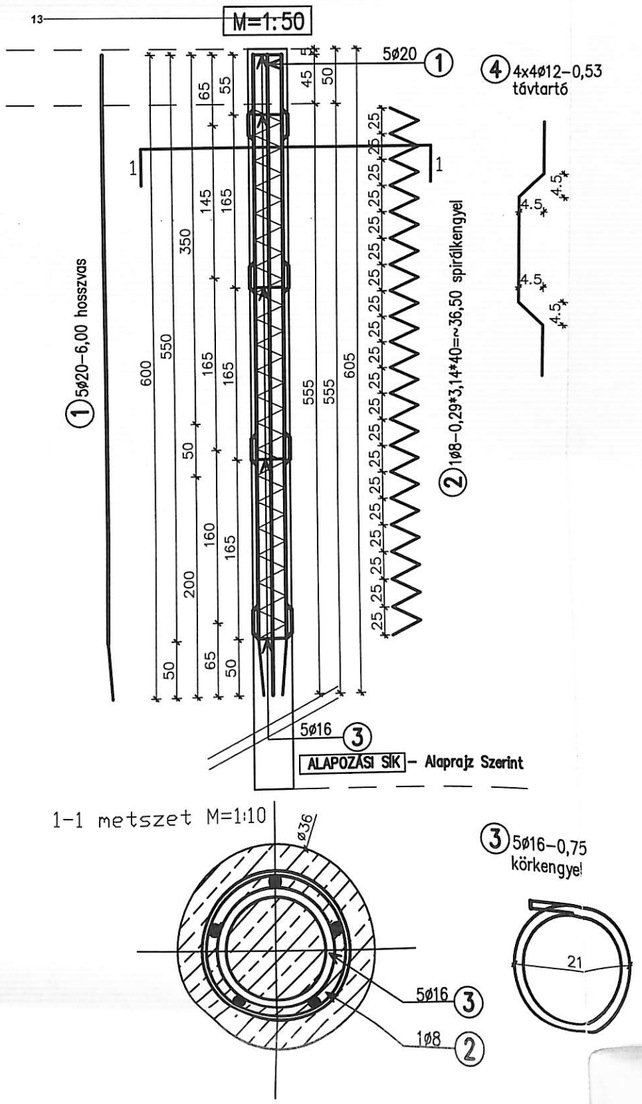
A3 JELŐ ARMATÚRA TERVE

Csúcsellenállás

A4 JELŐ ARMATÚRA TERVE

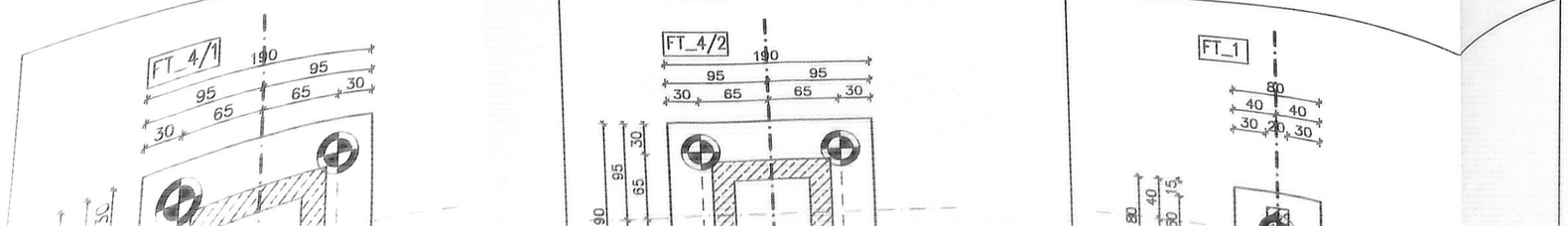
M=1:50





FEJTÖMBÖK GEOMETRIÁJA

M=1:50



A villámvédelem vasai a vonatkozó villámvédelmi terv alapján a betonozás megkezdése elött elhelyezendö.

Jelmagyarázat:

Cölöp megnevezése	C1	Cölöp megnevezése
Cölöp átmérö	360/FDP	Pfahldurchmesser
Armatúra felsö síkja	Ar.fs:.....m	Ok. Stahlkorbe
Cölöp visszavésési síkja	Ft.as:.....m	Uk. Kopfbalken
Fejtömb felsö síkja	Ft.fs:.....m	Ok. Kopfbalken
Cölöp alapozási síkja	C as.:.....m	Uk. Pfahl

Anyagminöségek, betontakatás:

Anyagok: **Materialgüte:**

Pfahl: cölöp beton: C30/37–XA1–16–F5 380kg/m3 cem.ad.

Kopfbalken: fejtömb beton: C30/37–XA1–16–F3

Betonstahlgüte: betonacél: B500 B

Betontakarás: Betondeckung:

Pfahl: cölöp fövason: 5,0cm

Pfahlkopf: fejtömb: 5,0cm

Csatlakozó tervek:

Csatlakozó terv:

- Felszerkezeti tervdokumentáció
- Részletes talajmechanikai szakvélemény
- Terhelési adatszolgáltatás
- Gépész kiviteli tervdokumentáció

Magassági szintadat:

±0,00=187,80 mBf

Szakági tervezö/Fachplaner:

BL2 Mérnöki Tervező Kft.
1181 Budapest Mikes Kelemen utca 35.
0630 597 4814 0670 211 9460

SINIA ÜLÖBÚTORGYÁR
BÁTONYTERENYE, IPARI PARK
HRSZ.: 941/25

GENERÁL KIVITELEZÖ: Generalausführer

market ÉPÍTENI SZERETÜNK
Market Építö Zrt.
1037 Budapest, Bojtár u. 41–47.

MEGBÍZÓ: Auftraggeber

BAUER
Bauer Magyarország Speciális Mélyépítö Kft.
1097 Budapest, Koppány u. 5–11.

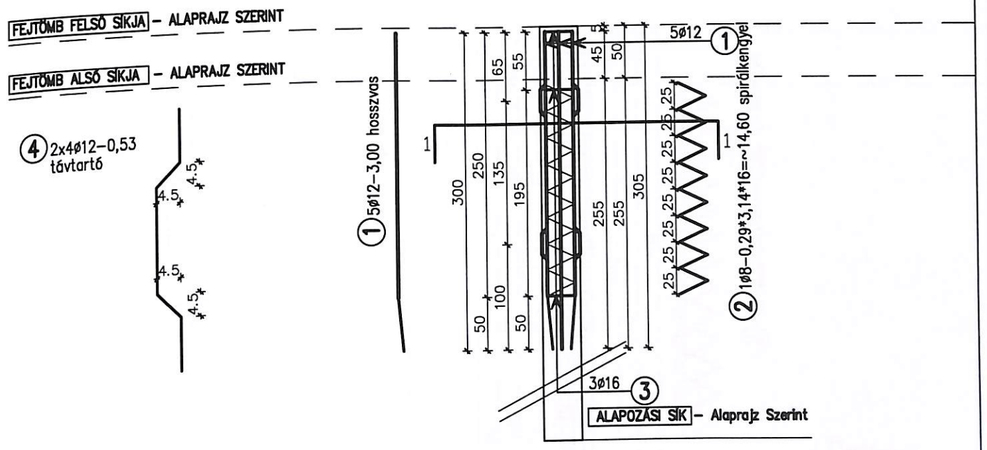
CÖLÖPALAPOZÁS
CÖLÖPKIOSZTÁSI ÉS CÖLÖPVASALÁSI TERV

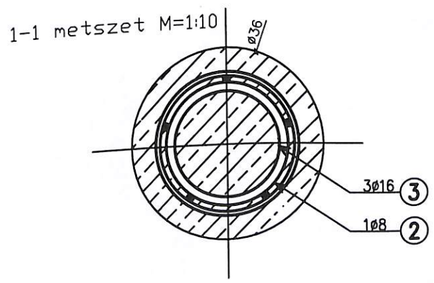
FELELÖS TERVEZÖ: Haupt Statiker
Bognár Balázs GT–T 01–11813 Geschäftsführer
okl. építömérnök

A1 JELŰ ARMATÚRA TERVE

M=1:50

KÉSZÜL: 33 DB





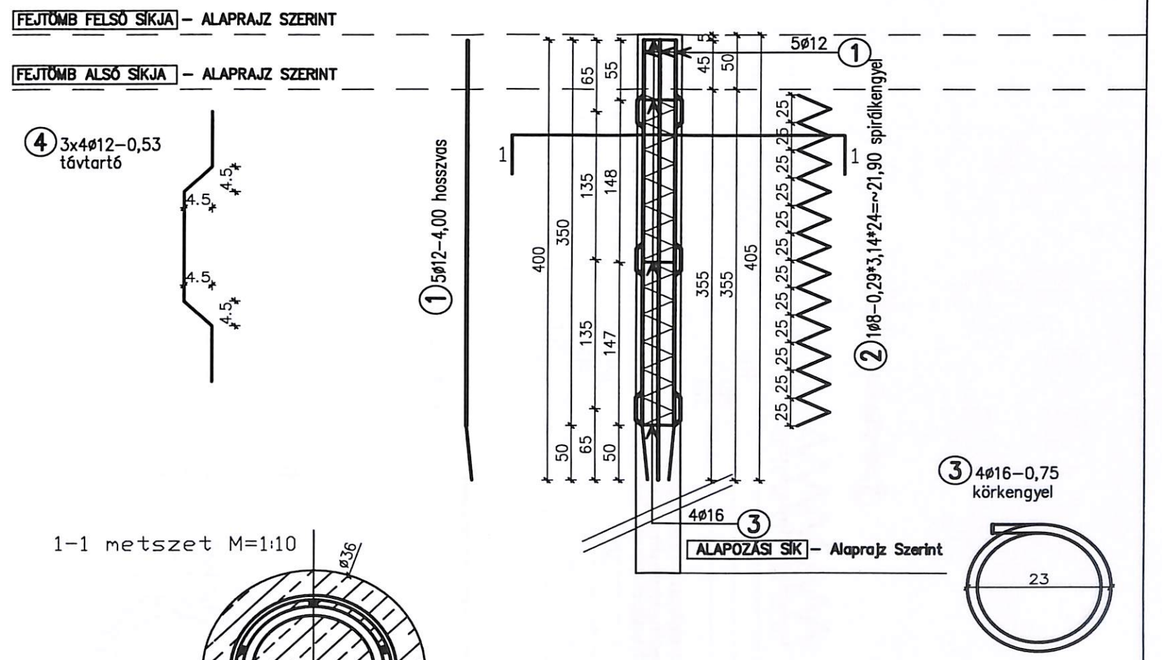
Betonacél-kimutatás 1.jelű armaturához

Kimutatás 1 db cölöpre								
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	8 mm	12 mm	16 mm	20 mm
fővas	1	5	12	3,00		15,00		
Spirálkengyel	2	1	8	9,97	9,97			
merevítő gy.	3	5	16	0,75			3,75	
távtartó	4	8	12	0,53		4,24		
Összhossz:				m	10,0	19,2	3,7	
Fajlagos tömeg:				kg/m	0,395	0,888	1,578	2,466
Össztömeg átmérőnként:				kg	**4**	**17**	**6**	
Betonacél					B60.50			
Össztömeg:				kg			**27**	kg
Készül összesen:			33	db			**889**	kg

A2 JELŰ ARMATÚRA TERVE

M=1:50

KÉSZÜL: 65 DB



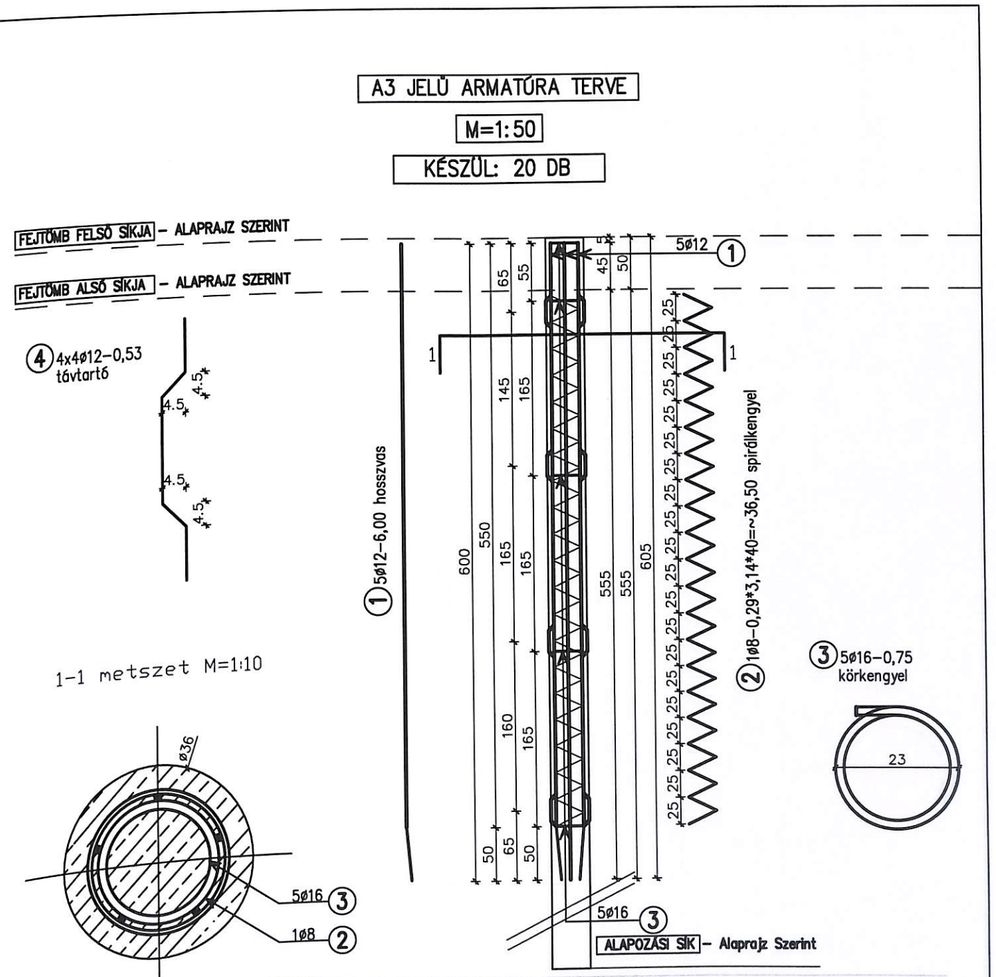
Betonacél-kimutatás 2.jelű armaturához

Kimutatás 1 db cölöpre								
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	8 mm	12 mm	16 mm	20 mm
fővas	**1**	5	12	4,00		20,00		
Spirálkengyel	**2**	1	8	13,38	13,38			
merevítő gy.	**3**	5	16	0,75			3,75	
távtartó	**4**	16	12	0,53		8,48		
Összhossz:				m	13,4	28,5	3,7	
Fajlagos tömeg:				kg/m	0,395	0,888	1,578	2,466
Össztömeg átmérőnként:				kg	**5**	**25**	**6**	
Betonacél					B60.50			
Össztömeg:				kg			**36**	kg
Készül összesen:			65	db			**2371**	kg

A3 JELŰ ARMATÚRA TERVE

M=1:50

KÉSZÜL: 20 DB



Betonacél-kimutatás 3.jelű armaturához

Kimutatás 1 db cölöpre								
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő	Hossz	8	12	16	20
			mm	m	mm	mm	mm	mm
fővas	**1**	5	12	6,00		30,00		
Spirálkengyel	**2**	1	8	20,22	20,22			
merevítő gy.	**3**	5	16	0,75			3,75	
távtartó	**4**	16	12	0,53		8,48		
Összhossz:				m	20,2	38,5	3,7	
Fajlagos tömeg:				kg/m	0,395	0,888	1,578	2,466
Össztömeg átmérőnként:				kg	**8**	**34**	**6**	
Betonacél					B60.50			
Össztömeg:				kg			**48**	kg
Készül összesen:			20	db			**961**	kg

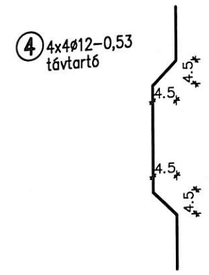
A4 JELŰ ARMATÚRA TERVE

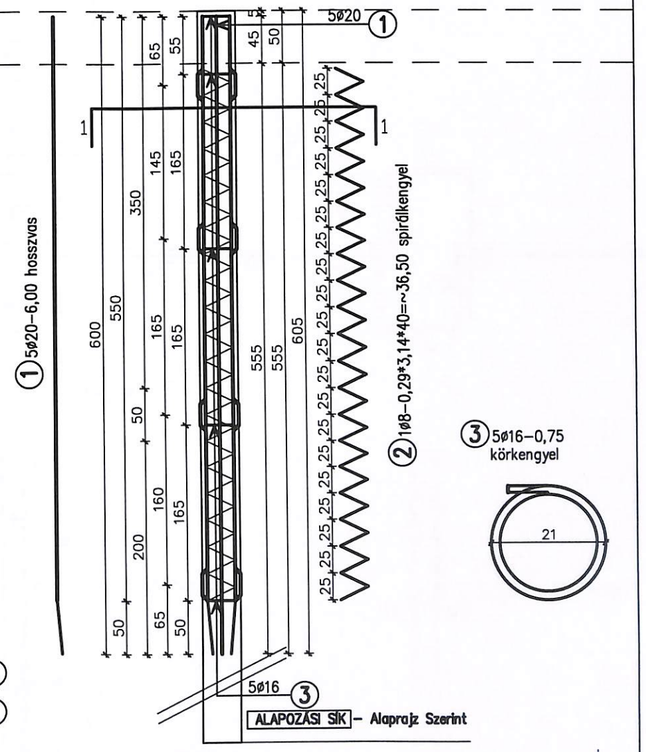
M=1:50

KÉSZÜL: 226 DB

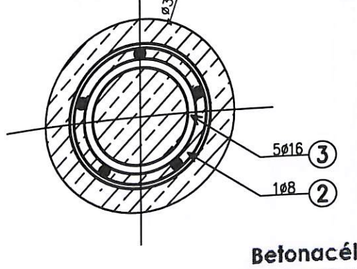
FEJTÖMB FELSŐ SÍKJA – ALAPRAJZ SZERINT

FEJTÖMB ALSÓ SÍKJA – ALAPRAJZ SZERINT





1–1 metszet M=1:10

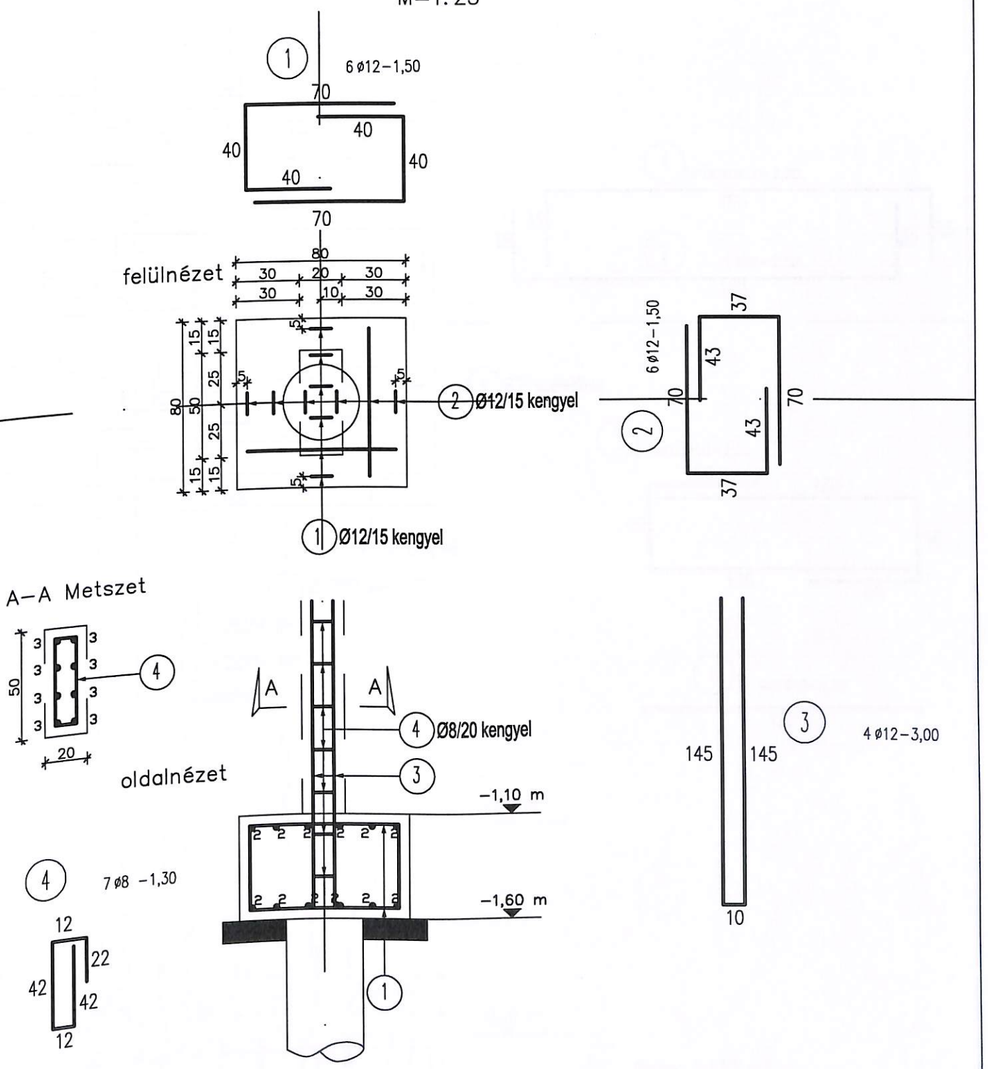


Betonacél-kimutatás 4.jelű armaturához

Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	8 mm	12 mm	16 mm	20 mm
Kimutatás 1 db cölöpre								
fővas	1	5	20	6,00				30,00
Spirálkengyel	2	1	8	20,22	20,22			
merevítő gy.	3	5	16	0,75			3,75	
távtartó	4	16	12	0,53		8,48		
Összhossz:				m	20,2	8,5	3,7	30,0
Fajlagos tömeg:				kg/m	0,395	0,888	1,578	2,466
Össztömeg átmérőnként:				kg	**8**	**8**	**6**	**74**
Betonacél					B60.50			
Össztömeg:				kg			**95**	kg
Készül összesen:			226	db			**21561**	kg

FT_1 jelü fejtömb készül: 7 db
C1 tipusú cölöppel

M=1:25



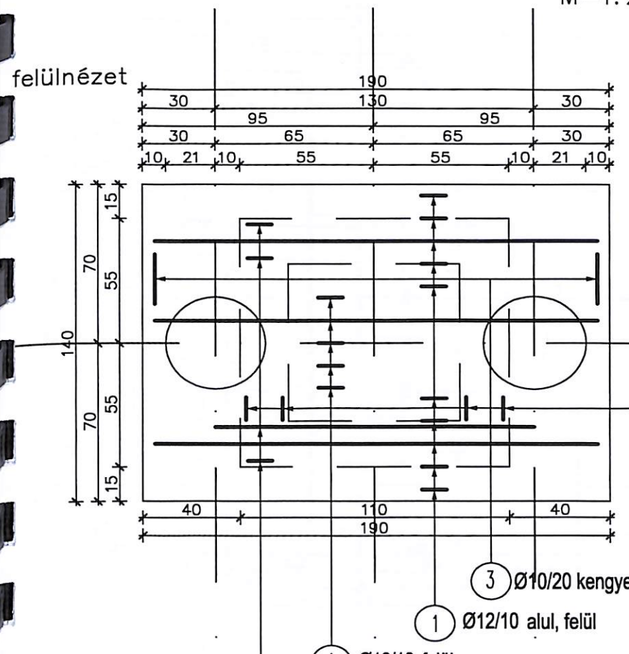
Betonacél-kimutatás a "F1" jelü Fejtömb

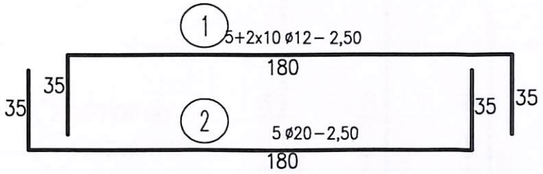
Megjegyzés	*Jel*	*Db*	*Átmérő* mm	*Hossz* m	*8* mm	*10* mm	*12* mm	*16* mm
Kimutatás 1 db cölöpre								
	1	6	12	1,50			9,00	
	2	6	12	1,50			9,00	
	3	4	12	3,00			12,00	
	4	7	8	1,30	9,10			
Összhossz:				*m*	9,1		30,0	
Fajlagos tömeg:				*kg/m*	0,395	0,617	0,888	1,578
Össztömeg átmérőnként				*kg*	4		27	
Betonacél					B60.50			
Össztömeg:				*kg*			**30**	kg
Készül összesen:			*7*	*db*			*212*	kg

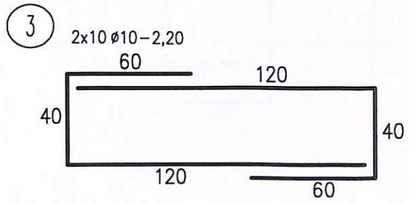
FT_2 jelü fejtömb készül: 117 db
C1 tipusú cölöpökkel

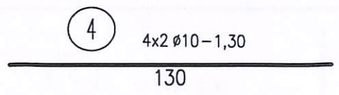
M=1:25

felülnézet









4 Ø10 szerelővas

3 Ø10/20 kengyel

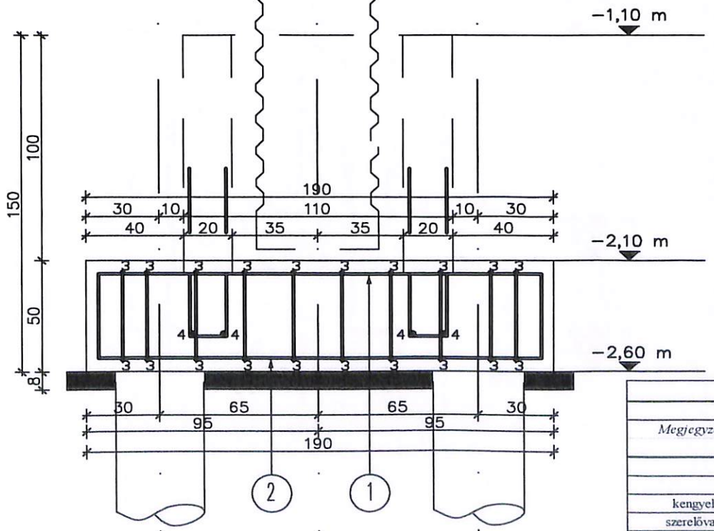
1 Ø12/10 alul, felül

1 Ø12/10 felül

2 Ø20/10 alul

4 Ø10 szerelővas

oldalnézet



Beton: 1,330 m3
Betonacél: 120,0 kg
Vashányad: 90,23 kg/m3

Betonacél-kimutatás a "F2" jelű Fejtömb

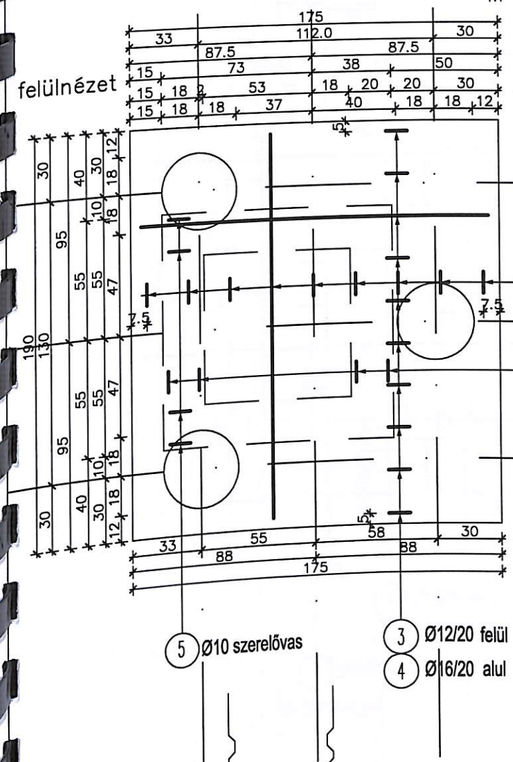
Kimutatás 1 db cölöpre

Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	10 mm	12 mm	16 mm	20 mm
	1	25	12	2,50		62,50		
	2	5	20	2,50				12,50
kengyel	3	20	10	2,20	44,00			
szerelővas	4	8	10	1,30	10,40			
Összhossz:				*m*	54,4	62,5		12,5
Fajlagos tömeg:				*kg/m*	0,617	0,888	1,578	2,466
Össztömeg átmérőnként:				*kg*	**34**	**55**		**31**
Betonacél					B60.50			
Össztömeg:				*kg*			**120**	kg
Készül összesen:			*117*	*db*			***14023***	kg

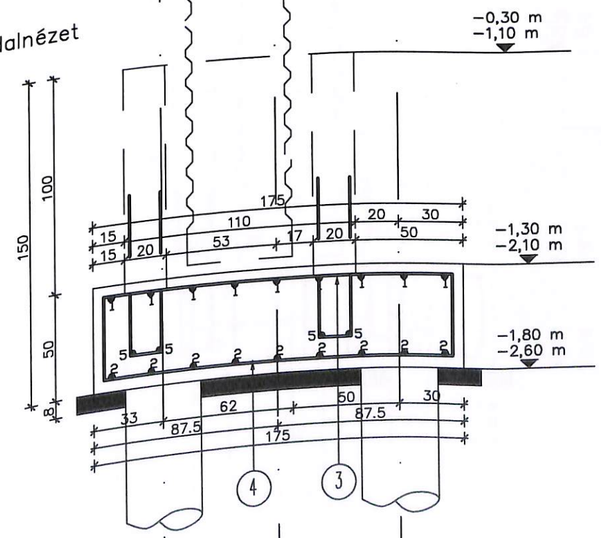
FT_3 jelü fejtömb készül: 13 db
C1 tipusú cölöpökkel

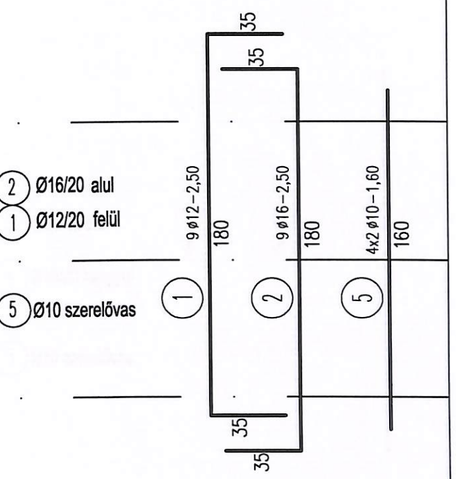
M=1:25

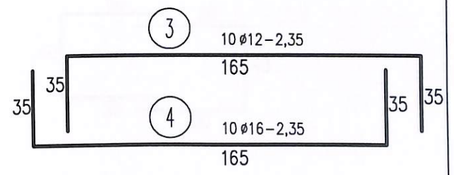
felülnézet



oldalnézet







Beton: 1,663 m3
Betonacél: 121,0 kg
Vashányad: 72,76 kg/m3

Betonacél-kimutatás a "F3" jelü Fejtömb

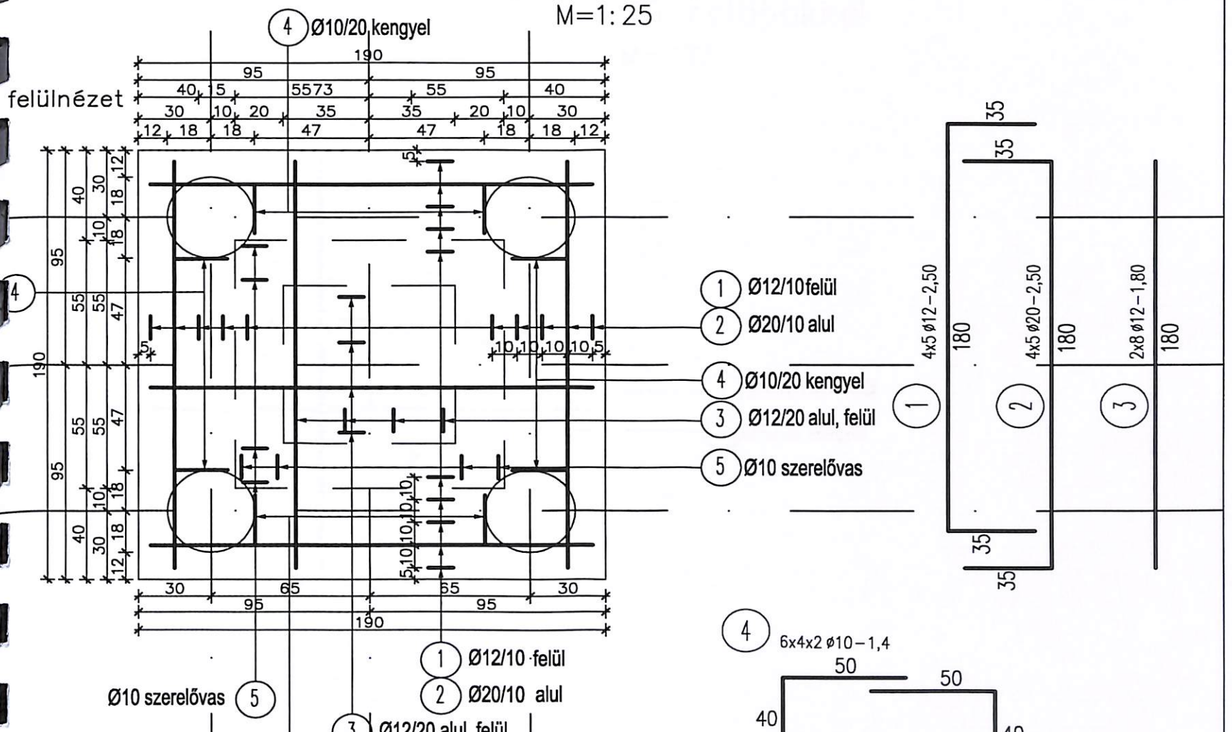
Kimutatás 1 db cölopre

Megjegyzés	*Jel*	*Db*	*Átmérő*	*Hossz*	*8*	*10*	*12*	*16*
			mm	*m*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*
	1	9	12	2,50			22,50	
	2	9	16	2,50				22,50
	3	10	12	2,35			23,50	
	4	10	16	2,35				23,50
	5	8	10	1,60		12,80		
Összhossz:				*m*		12,8	46,0	46,0
Fajlagos tömeg:				*kg/m*	0,395	0,617	0,888	1,578
Összömeg átmérőnként:				*kg*		**8**	**41**	**73**
Betonacél						B60 50		
Összömeg:				*kg*			**121**	kg
Készül összesen:		*13*		*db*			*1577*	kg

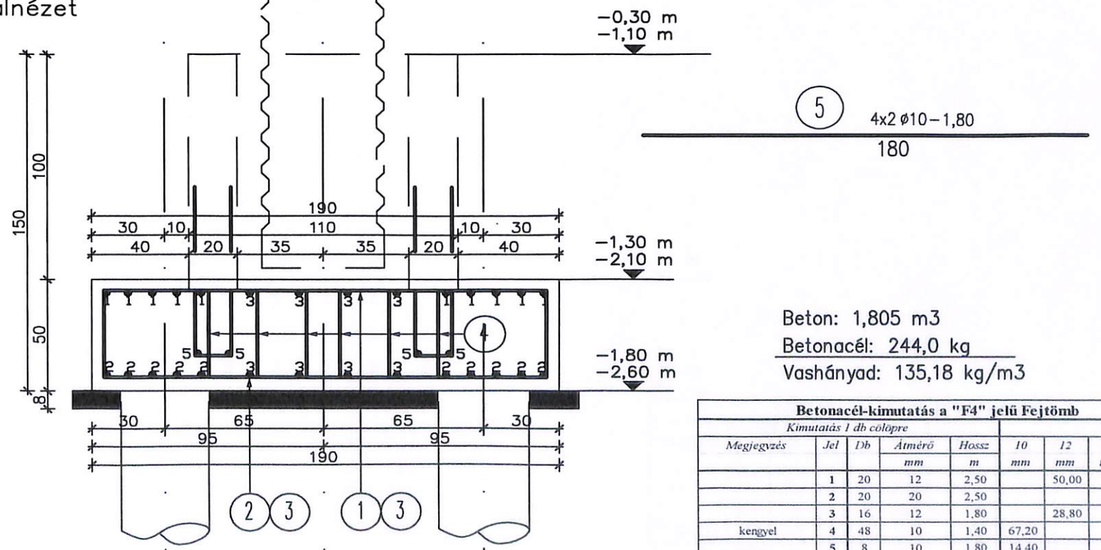
FT_4 jelü fejtömb készül: 13 db
C1 tipusú cölöpökkel

M=1:25

felülnézet



oldalnézet



Beton: 1,805 m3
Betonacél: 244,0 kg
Vashányad: 135,18 kg/m3

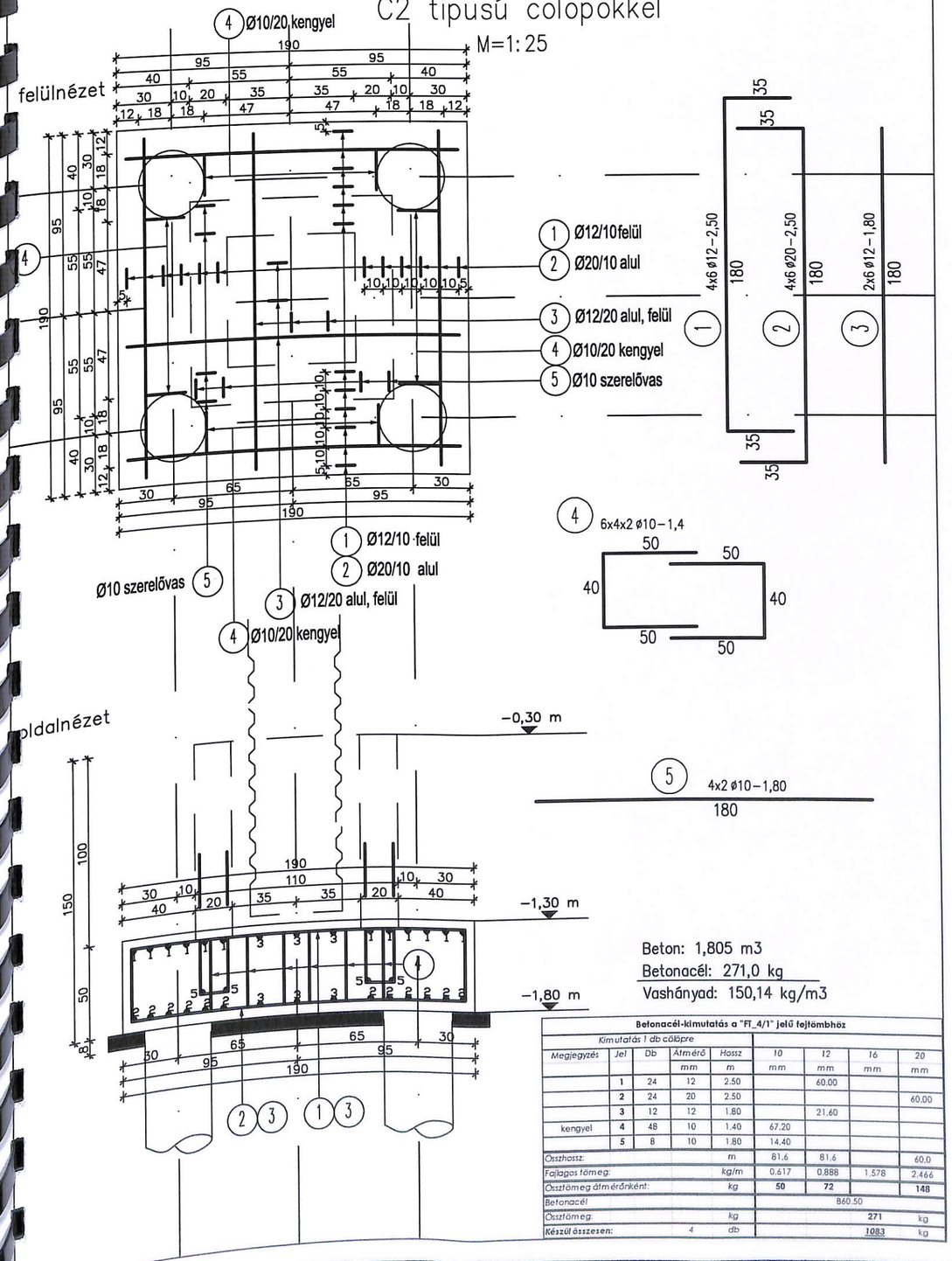
Betonacél-kimutatás a "F4" jelü Fejtömb

Kimutatás 1 db cölöpre

Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	10 mm	12 mm	16 mm	20 mm
	1	20	12	2,50		50,00		
	2	20	20	2,50				50,00
	3	16	12	1,80		28,80		
kengyel	4	48	10	1,40	67,20			
	5	8	10	1,80	14,40			
Összhossz:				m	81,6	78,8		50,0
Fajlagos tömeg:				kg/m	0,617	0,888	1,578	2,466
Össztömeg átmérőnként:				kg	**50**	**70**		**123**
Betonacél					B60 50			
Össztömeg:				kg			**244**	kg
Készül összesen:			13	db			**3166**	kg

FT_4/1 jelü fejtömb készül: 4 db
C1 tipusú cölöpökkel
C2 tipusú cölöpökkel

M=1:25



Beton: 1,805 m3
Betonacél: 271,0 kg
Vashányad: 150,14 kg/m3

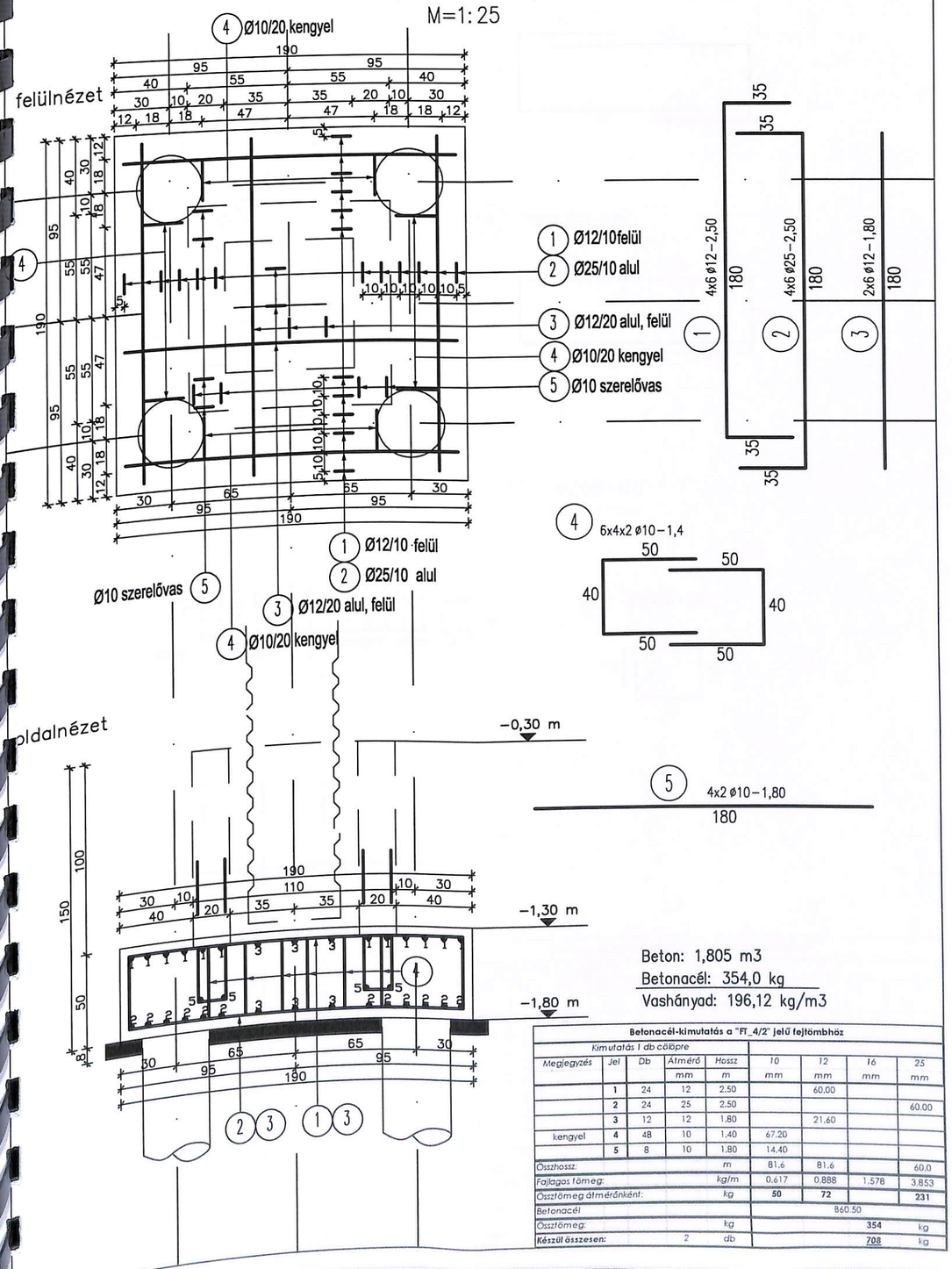
Betonacél-kimutatás a "FT_4/1" jelű fejtömbhöz

Kimutatás 1 db cölöpre

Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő	Hossz	10	12	16	20
			mm	m	mm	mm	mm	mm
	1	24	12	2.50		60.00		
	2	24	20	2.50				60.00
	3	12	12	1.80		21.60		
kengyel	4	48	10	1.40	67.20			
	5	8	10	1.80	14.40			
Összhossz:				m	81.6	81.6		60.0
Fajlagos tömeg:				kg/m	0.617	0.888	1.578	2.466
Össztömeg átmérőnként:				kg	**50**	**72**		**148**
Betonacél					B60.50			
Össztömeg:				kg		**271**		kg
Készül összesen:		4		db		1083		kg

FT_4/2 jelü fejtömb készül: 2 db
C2 tipusú cölöpökkel

M=1:25

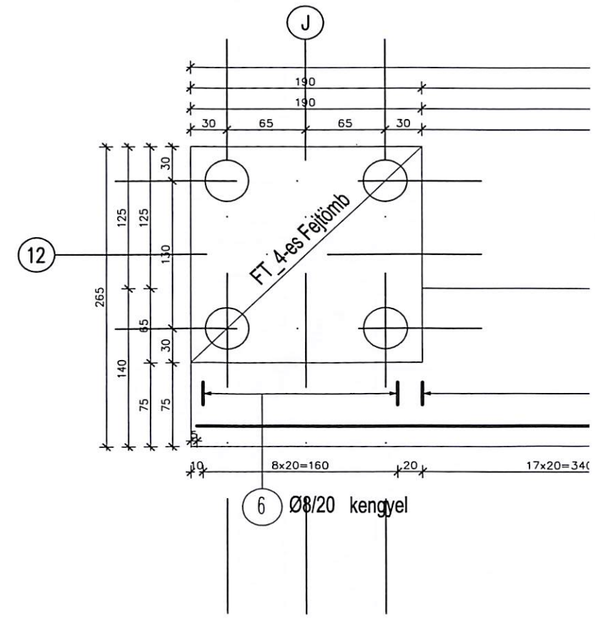


Beton: 1,805 m3
Betonacél: 354,0 kg
Vashányad: 196,12 kg/m3

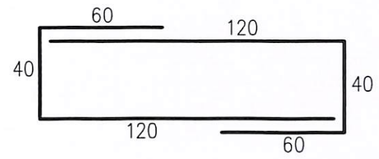
Betonacél-kimutatás a "FT_4/2" jelű fejtömbhöz

Kimutatás 1 db cölöpre

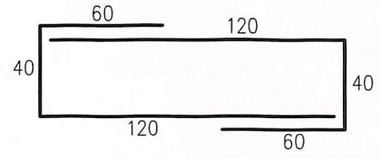
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	10 mm	12 mm	16 mm	25 mm
	1	24	12	2.50		60.00		
	2	24	25	2.50				60.00
	3	12	12	1.80		21.60		
kengyel	4	48	10	1.40	67.20			
	5	8	10	1.80	14.40			
Összhossz:				m	81.6	81.6		60.0
Fajlagos tömeg:				kg/m	0.617	0.888	1.578	3.853
Össztömeg átmérőnként:				kg	**50**	**72**		**231**
Betonacél					B60.50			
Össztömeg:				kg			**354**	kg
Készül összesen:		2		db			**708**	kg



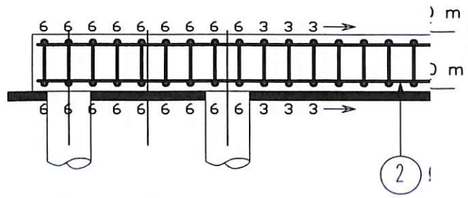
3 2x18+2x18 Ø8/20 - 2,20



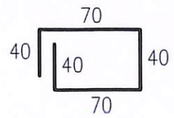
4 2x9 Ø12/20 - 2,20



5 4x2 Ø10 - 1,30



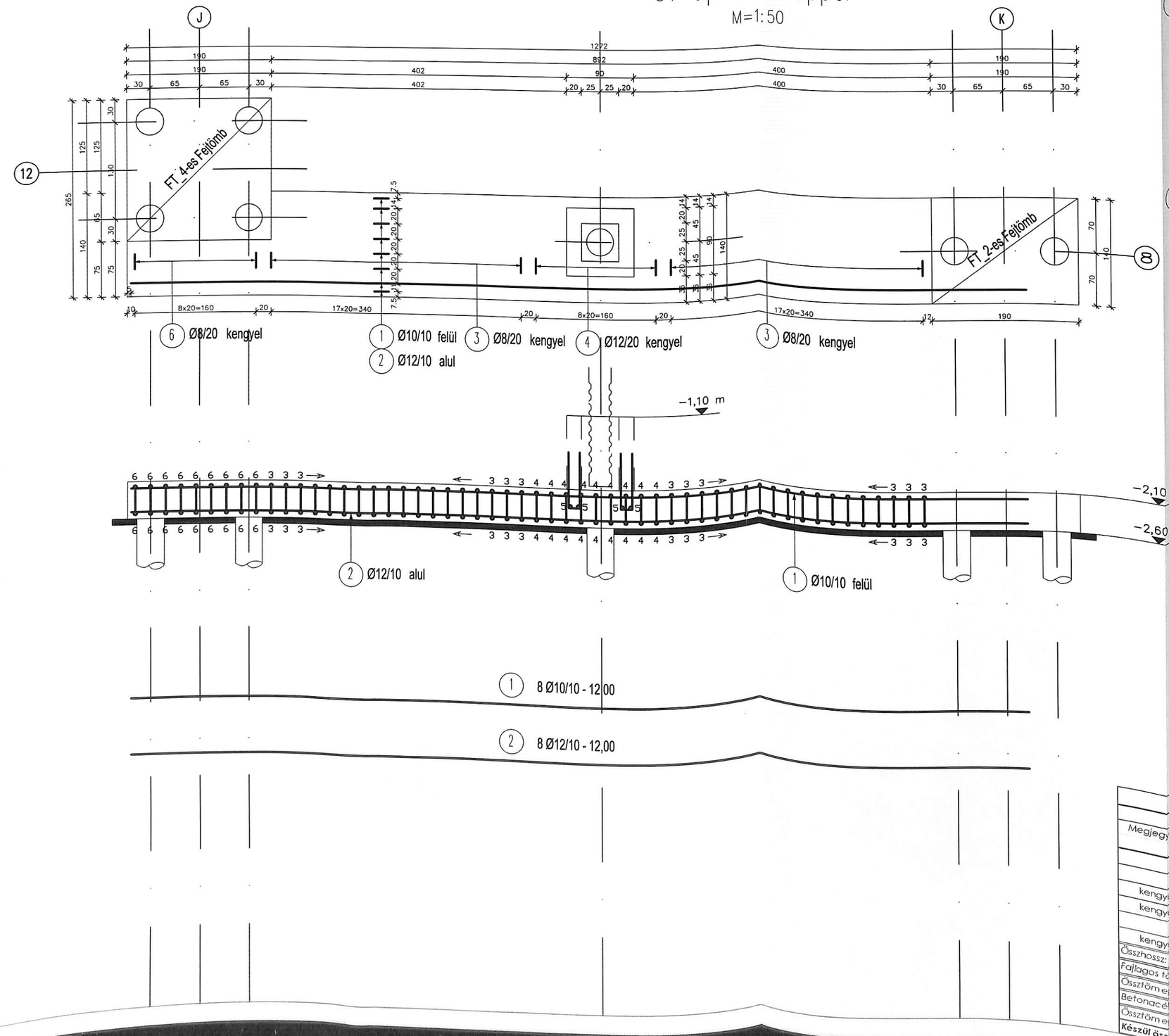
6 9 Ø8/20 - 2,60



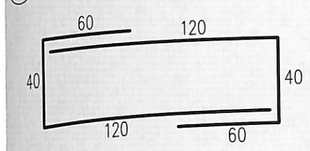
Betonacél-kimutatás a "G1" jelű gerendához

	Kimutatás 1 db cölöpre							
vzés	Jel	Db	Átmérő	Hossz	8	10	12	16
			mm	m	mm	mm	mm	mm
	1	8	10	12,00		96,00		
	2	8	12	12,00			96,00	
el	**3**	72	8	2,20	158,40			
el	**4**	18	12	2,20			39,60	
	5	8	10	1,30		10,40		
el	**6**	9	8	2,60	23,40			
				m	181,8	106,4	135,6	
ömeg:				kg/m	0,395	0,617	0,888	1,578
g átmérőnként:				kg	**72**	**66**	**120**	
l					B60.50			
g:				kg			**258**	kg
zesen:			1	db			**258**	kg

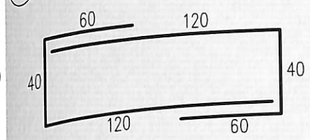
G1 jelü gerenda készül: 1 db
C1 tipusú cölöppel
M=1:50



3 2x18+2x18 Ø8/20 - 2,20

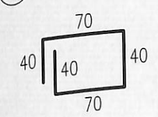


4 2x9 Ø12/20 - 2,20



5 4x2 Ø10 - 1,30

6 9 Ø8/20 - 2,60



Betonacél-kimutatás a "G1" jelű gerendához

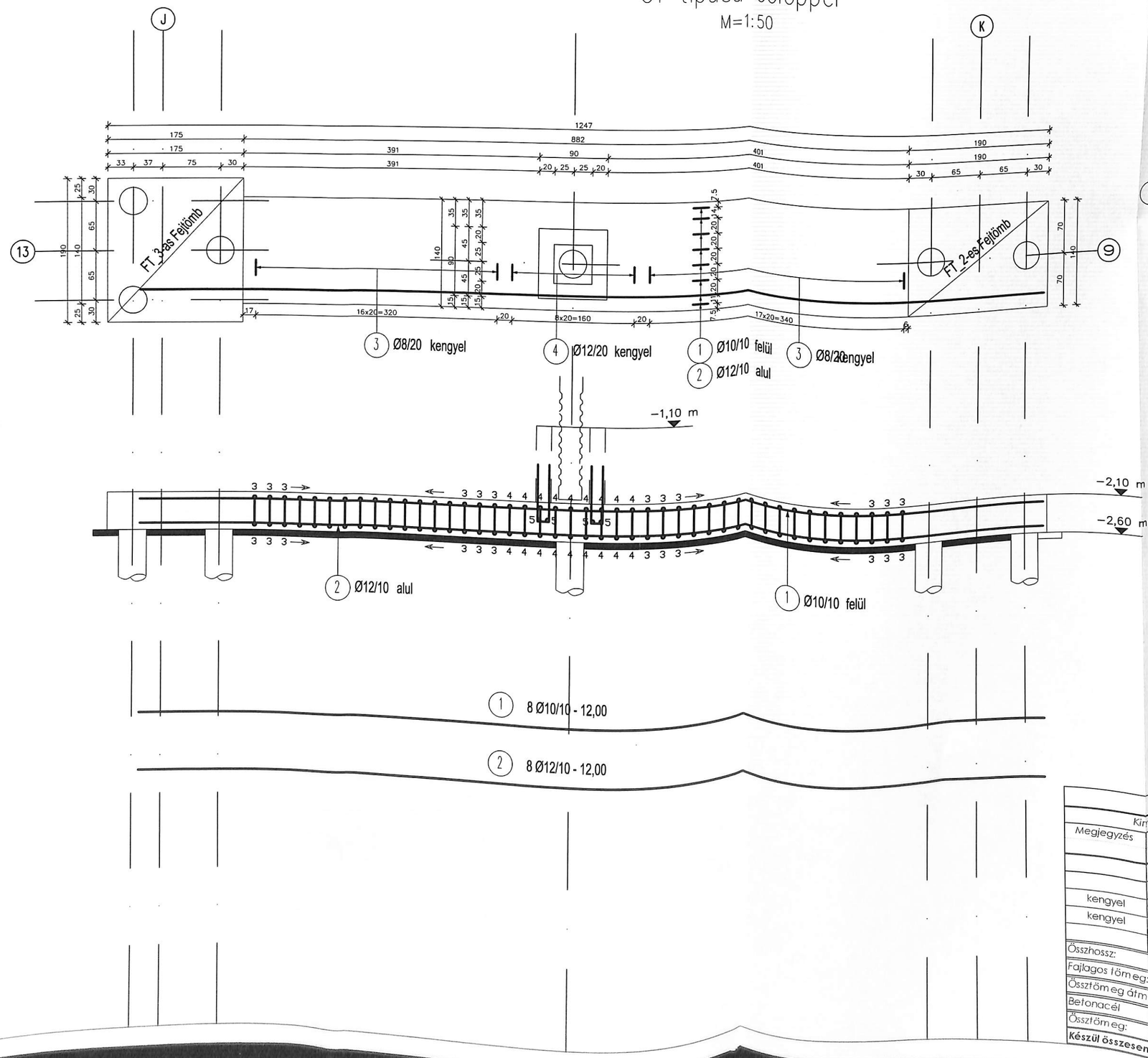
Kimutatás 1 db cölöpre					8	10	12	16
Jel	Db	Átmérő	Hossz		mm	mm	mm	mm
		mm	m					
1	8	10	12,00			96,00		
2	8	12	12,00				96,00	
3	72	8	2,20		158,40			
4	18	12	2,20				39,60	
5	8	10	1,30			10,40		
6	9	8	2,60		23,40			
			m		181,8	106,4	135,6	
			kg/m		0,395	0,617	0,888	1,578
			kg		**72**	**66**	**120**	
Összhossz:					B60.50			
Fajlagos tömeg:							**258**	kg
Összsúly átmérőnként:			kg				**258**	kg
Betonacél			1	db				
Összsúly:								
Készül összesen:								

Megjegyzés: kengyel, kengyel, kengyel

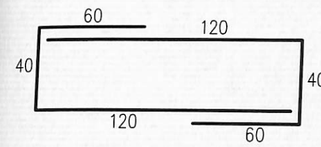
G2 jelü gerenda készül: 1 db

C1 tipusú cölöppel

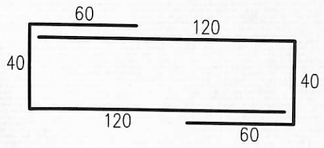
M=1:50



3 2x17+2x18 Ø8/20 - 2,20



4 2x9 Ø12/20 - 2,20

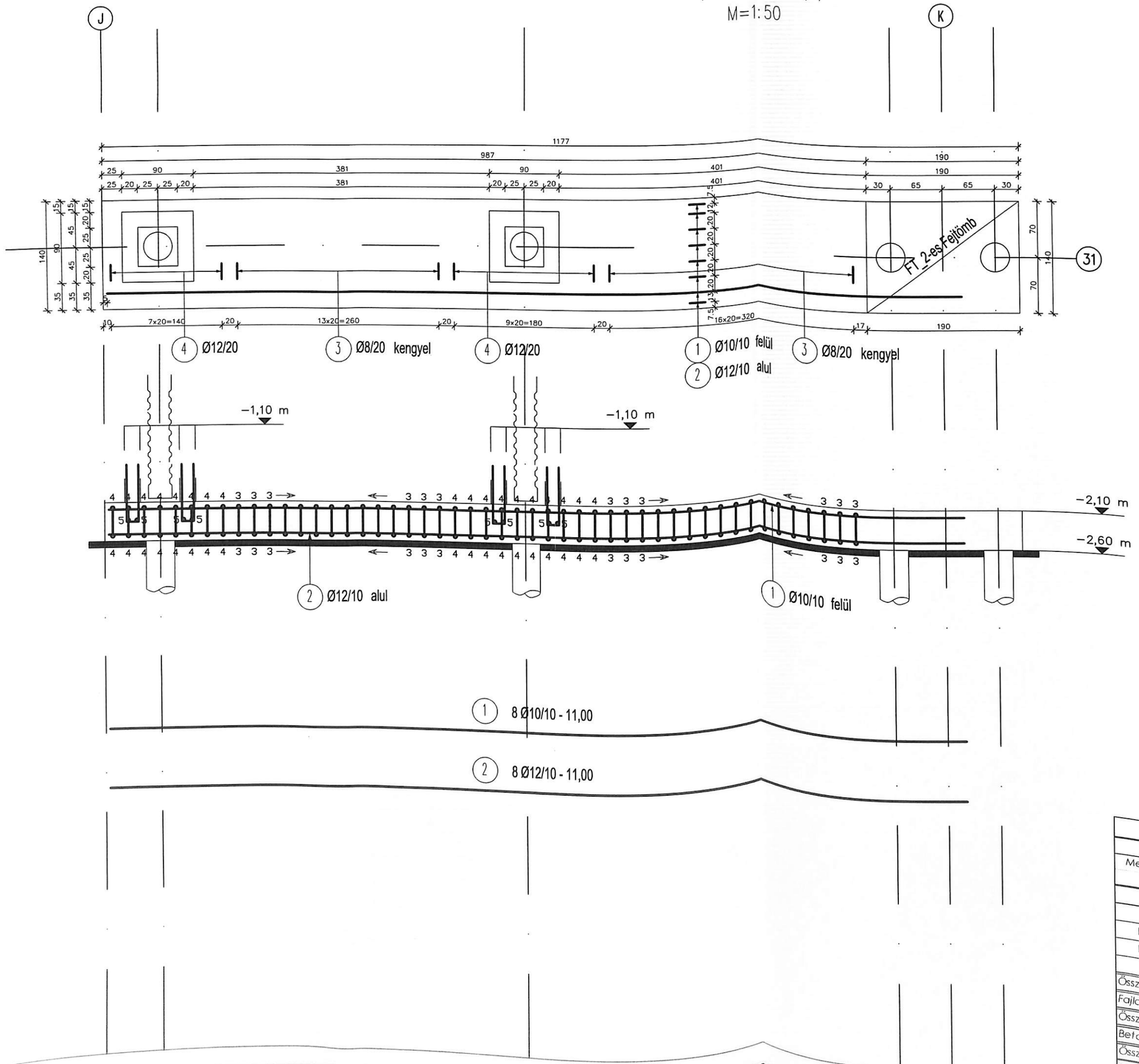


5 4x2 Ø10 - 1,30

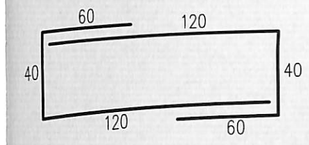
Betonacél-kimutatás a "G2" jelű gerendához

Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	8 mm	10 mm	12 mm	16 mm
Kimutatás 1 db cölöpre								
	1	8	10	12.00		96.00		
	2	8	12	12,00			96.00	
kengyel	3	70	8	2.20	154.00			
kengyel	4	18	12	2.20			39.60	
	5	8	10	1.30		10,40		
				m	154,0	106,4	135,6	
Összhossz:				kg/m	0,395	0,617	0,888	1,578
Fajlagos tömeg:				kg	**61**	**66**	**120**	
Össztömeg átmérőnként:					B60.50			
Betonacél				kg			**247**	kg
Össztömeg:							**247**	kg
Készül összesen:				1 db				

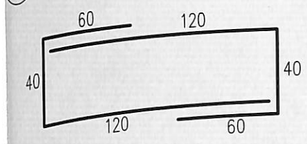
G3 jelü gerenda készül: 1 db
C1 tipusú cölöppel
M=1:50



3 2x14+2x17 Ø8/20 - 2,20



4 2x8+2x10 Ø12/20 - 2,20

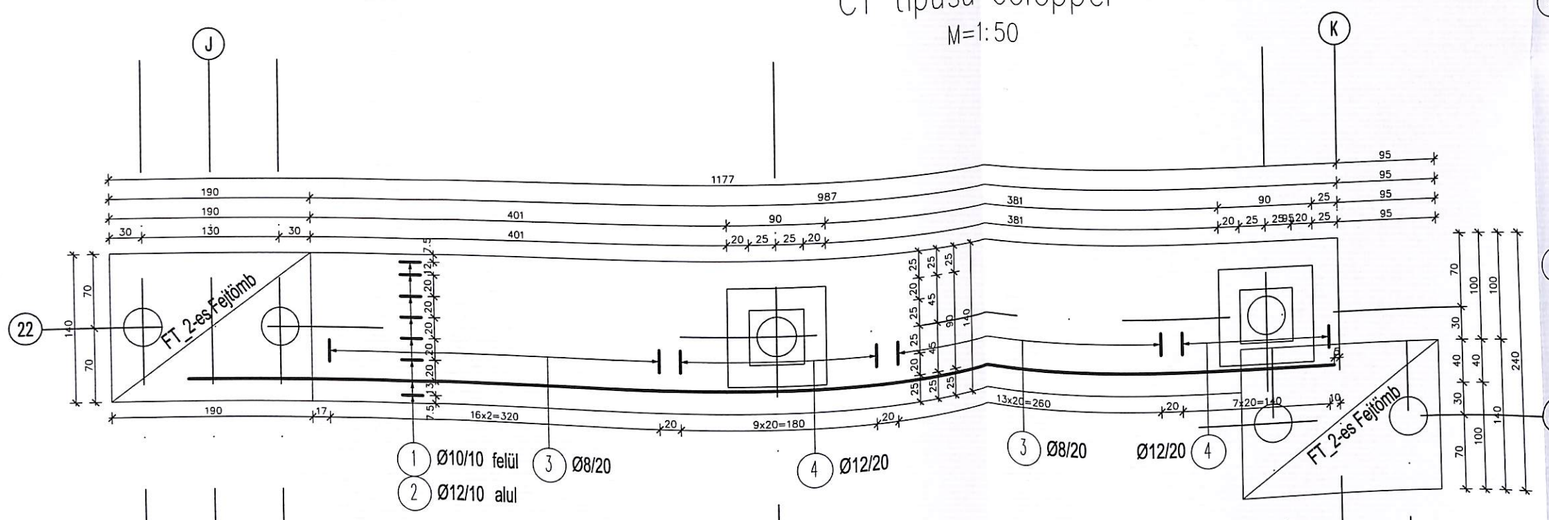


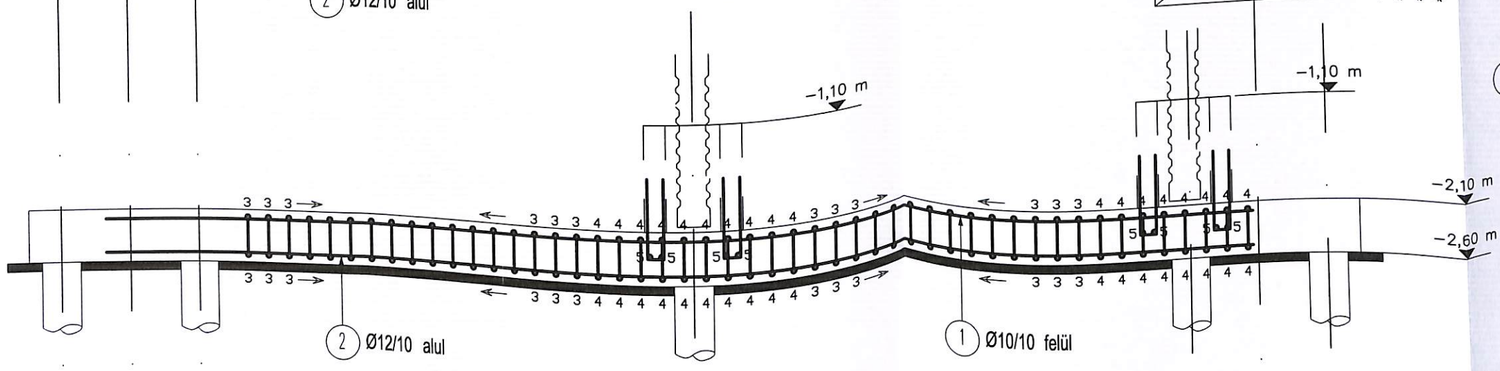
5 2x4x2 Ø10 - 1,30

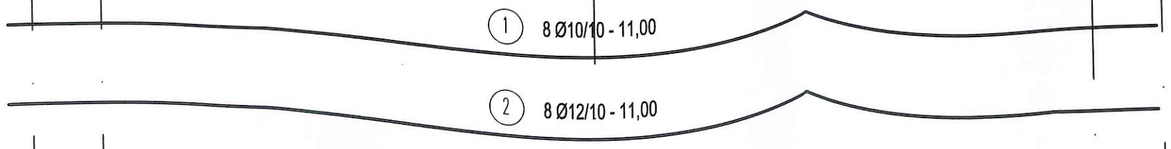
Betonacél-kimutatás a "G3" jelű gerendához

Kimutatás 1 db cölöpre								
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	8 mm	10 mm	12 mm	16 mm
			10	11,00		88,00		
	1	8	12	11,00			88,00	
	2	8	8	2,20	136,40			
	3	62	12	2,20			79,20	
kengyel	4	36	10	1,30		20,80		
kengyel	5	16		m	136,4	108,8	167,2	
				kg/m	0,395	0,617	0,888	1,578
Összhossz:				kg	54	67	148	
Fajlagos tömeg:					B60.50			
Össztömeg ám.				kg			269	kg
Betonacél							269	kg
Össztömeg:				db	1			
Készül összesen:								

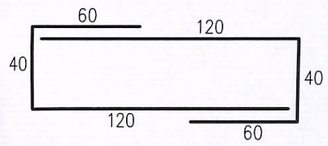
G4 jelü gerenda készül: 1 db
C1 tipusú cölöppel
M=1:50



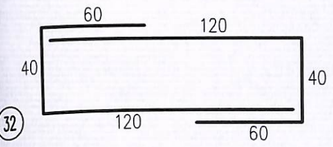




3 2x14+2x17 Ø8/20 - 2,20



4 2x8+2x10 Ø12/20 - 2,20



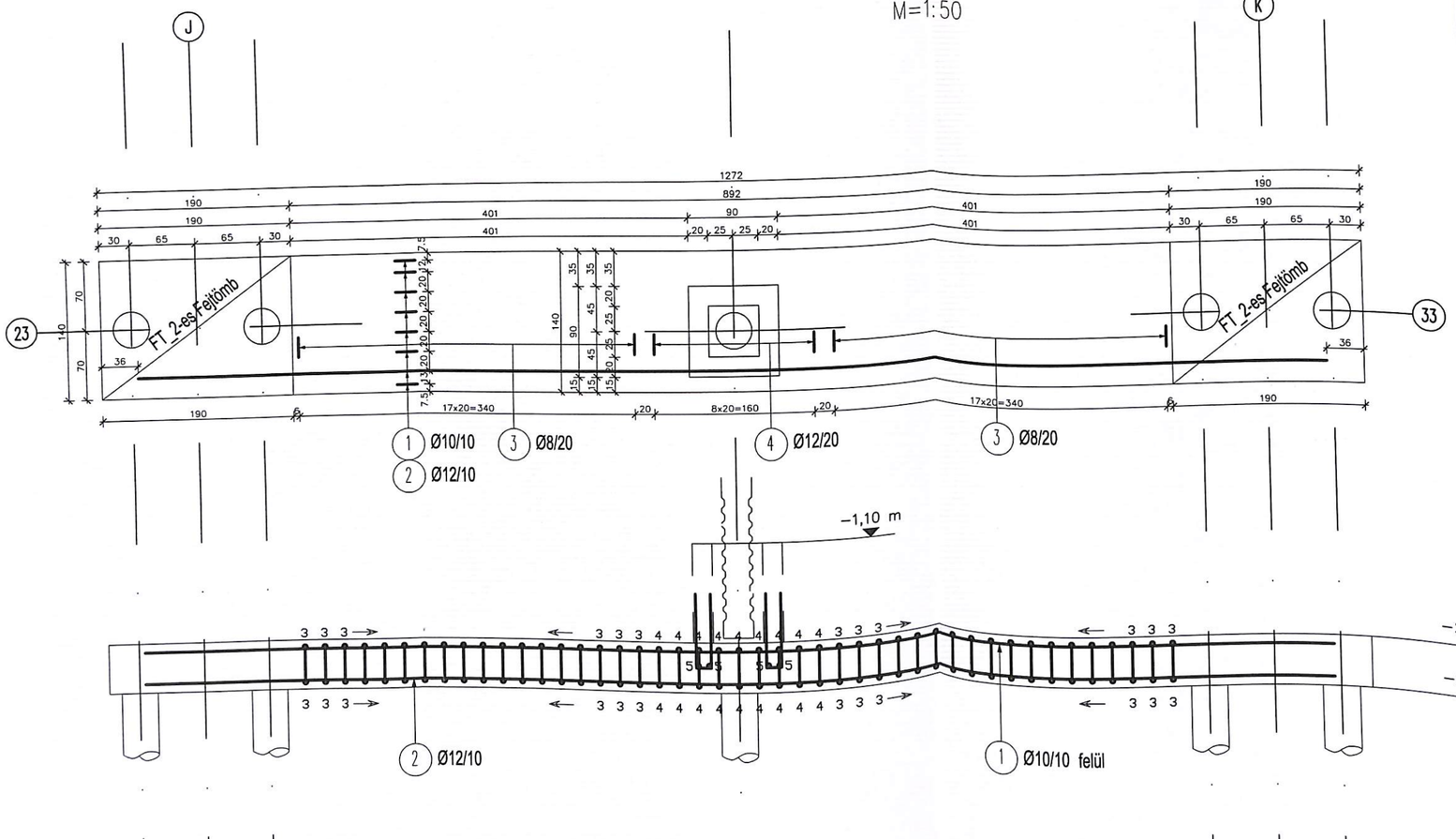
5 2x4x2 Ø10 - 1,30

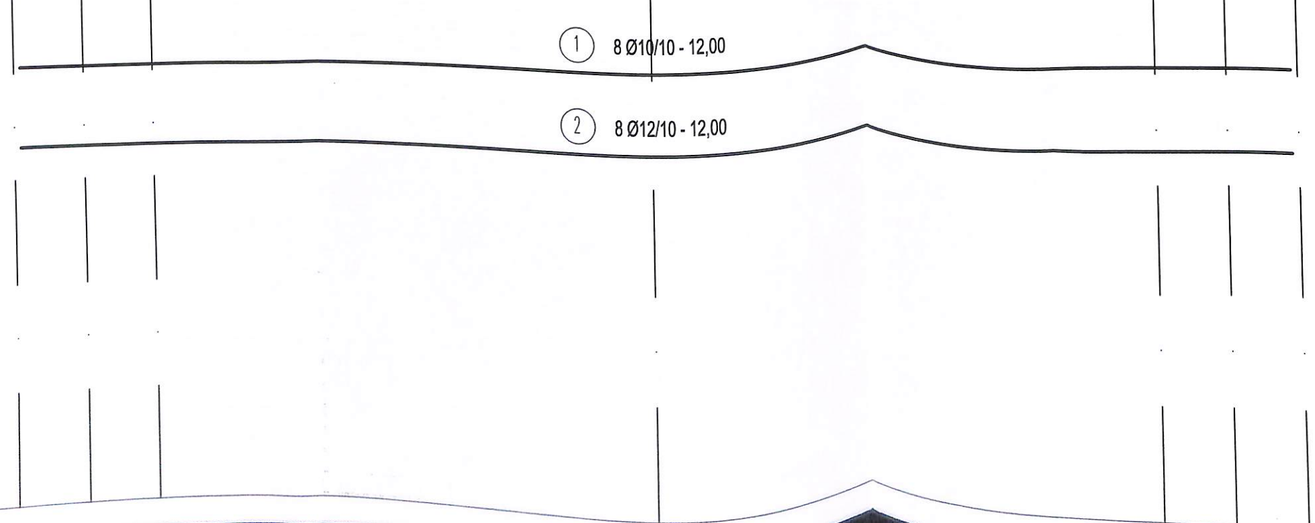
Betonacél-kimutatás a "G4" jelű gerendához

Kimutatás 1 db cölöpre

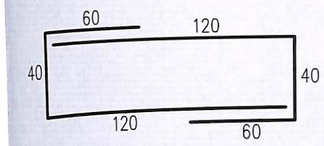
Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	8 mm	10 mm	12 mm	16 mm	Megjegyzés
1	8	10	11,00		88,00			
2	8	12	11,00			88,00		
3	62	8	2,20	136,40				
4	36	12	2,20			79,20		kengyel
5	16	10	1,30		20,80			kengyel
			m	136,4	108,8	167,2		
			kg/m	0,395	0,617	0,888	1,578	
Összhossz:			kg	**54**	**67**	**148**		
Fajlagos tömeg:				B60.50				
Össztömeg átmérőnként:			kg			**269**		kg
Betonacél						**269**		kg
Össztömeg:			kg					
Készül összesen:			l db					

G5 jelü gerenda készül: 1 db
C1 tipusú cölöppel
M=1:50

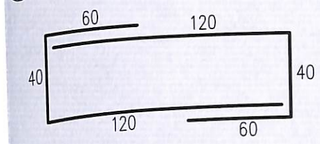




3 2x18+2x18 Ø8/20 - 2,20



4 2x9 Ø12/20 - 2,20



5 4x2 Ø10 - 1,30

Betonacél-kimutatás a "G5" jelű gerendához

Kimutatás 1 db cölöpre

Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	8 mm	10 mm	12 mm	16 mm
1	8	10	12,00		96,00		
			12,00			96,00	
2	8	12	2,20	158,40			
		8	2,20			39,60	
3	18	12			10,40		
		10	1,30				
4	8			158,4	106,4	135,6	
5			m	0,395	0,617	0,888	1,578
			kg/m	**63**	**66**	**120**	
Összhossz:			kg	B60.50			
Fajlagos tömeg:						**248**	kg
Össztömeg átmérőnként:			kg			**248**	kg
Betonacél			db				
Össztömeg:			1				
Készül összesen:							

Megjegyzés

kengyel

kengyel