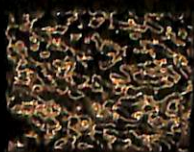


SZAKDOLGOZAT

Maróthi Krisztián

2016





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 Bányaterenye 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) 12⁰⁰

Budapest, 2016. május 2

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



SZAKDOLGOZAT

A SINIA Ülőbútorgyár Bányaterenye 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

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

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

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

5.3. Cölöpök süllyedésszámítása.....	79
CFA cölöpök süllyedésének meghatározása	80
FDP cölöpök süllyedésének meghatározása.....	82
CFA és FDP cölöpök süllyedésének eredményei.....	85
5.4. Cölöpfejlemek és cölöpök vasalásának számítása, kialakítása	85
Cölöpfejlemek 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 fűrt talajhelyettesítéses (CFA) és a fűrt 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 mutatom 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 tehesünk, 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 helyszínt, 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 Bányaterenyei Ipari Parkban SINIA Ülőbútorgár létesítése. Az Ipari Park Bányaterenye keleti oldalán fekszik a területet Ny-ről a 21-es út, K-ről a Zagyva folyó, É-ről 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 pillérvázcsarnok kerül beépítésre, melynek fő raszterei közötti távolság 20,0m x 6,0m, az oldalhosszúsága: 72,0 x 40,0 m, alapterülete: cca 8640 m², 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 szintadat: $\pm 0,00 = 187,80$ 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 területéről 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-ről 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 láp¹.

A Mátra hegységtől É-ÉNY-ra eocén² korú nummulitiszes³ mészkő és nagy kiterjedésben oligocén⁴ kor képződmények találhatók, míg az alsó és középső miocén⁵ 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,

²Eocén-(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 mészvázás foraminiferáinak, a Nummulites nemzetségnek a mészvázáiból áll.

⁴Oligocén-(33,9 – 23,03 millió évvel ezelőtt)

⁵Miocén-(23,03 – 5,332 millió évvel ezelőtt)

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

kavicsteraszok formájában rakta le. Az üledékes vulkáni kőzetek málladékan 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. osztályú⁶, de az ipari tevékenység (Salgótarján – Tarján patak) és kommunális szennyvizek által a vizsgált terület környezetében már III-IV. osztályúvá romolhat⁷. 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 közlöm.

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.

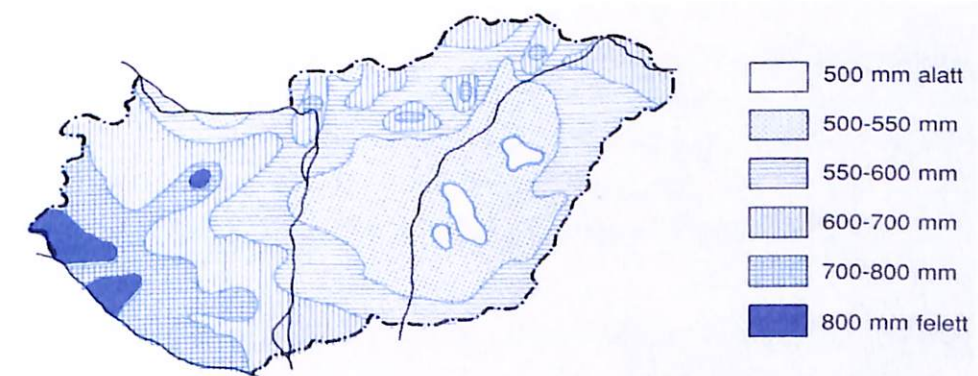
⁶Biológiailag hasznosítható tápanyagokkal és külső szennyező forrásokkal kismértékben terhelt víz.

⁷III. 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 elszívargása 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 autószalonn (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.

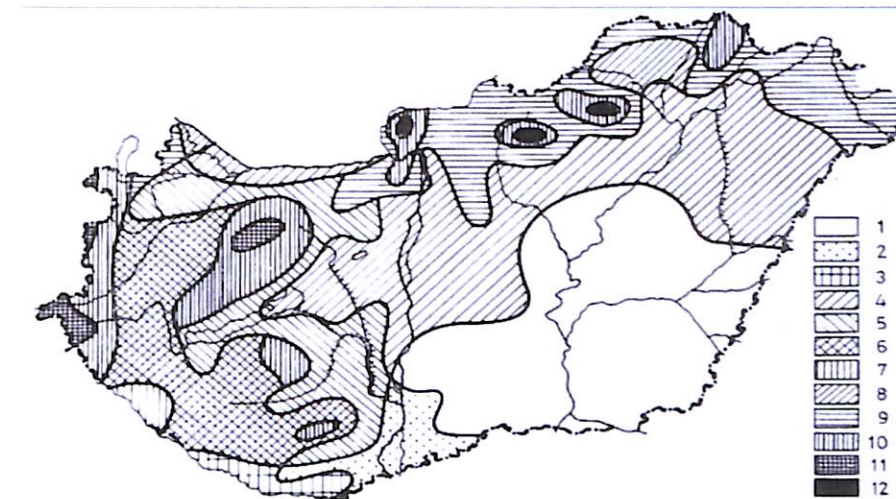


1. Magyarország átlagos évi csapadékmennyisége

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

Magyarországon az évi átlagos csapadékmennyiség 400-850 mm. A legtöbb csapadék nyár elején esik. Bányaterenye 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 Péczy Gy. által 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 órás szélessége)



Magyarország éghajlati körzetei

2 – Magyarország Éghajlati körzetei

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

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

A telek 21-es út felőli 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: XA1⁹)

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 ($\Phi 80$ -50-40 mm) fúrógép típusa: Borro - Stihl 08 (Svéd gyártmány)

-CPTu szonda típusa: 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 lánc talpas, hidraulikus meghajtású, lehorgonyzással rögzített Kubota (japán) gyártmányú gép végezte.

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

A nehéz dinamikus verőszonda 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

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

vastagsága 1,5-3 m között van. Ez alatt a völgyfeneket (feküt) adó homokos agyagmarga 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	$w_0=19-48 \%$
plastikus index	$I_p=18-49\%$
konzisztencia index	$I_c=0,5-1,0$
Hézagtenyező	$e=0,6-1,4$
súrlódási szög	$\varphi=10-18^\circ$
kohézió	$c=20-50 \text{ kN/m}^2$
összenyomódási modulus	$E_s=2-6 \text{ MN/m}^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n=1,7-1,9 \text{ t/m}^3$

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 kavicszorványos-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
kavicszorványos 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
kavicszorványos homok,	10-40	30-38	30-60

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

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. gyökérszettel 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 kavicszórványos-homok ill. kavicsos homok rétegeket tártak fel.

A kavicszórványos-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 állapotfelmérés szerint feltárt feküvel.

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

GYÖKÉRSZETTEL ÁTSZÖTT ISZAP - AGYAG	
<i>alapozásra alkalmatlan</i>	
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,7 \text{ t/m}^3$

SZERVES, SZERVESNYOMOS ISZAPOS HOMOK - HOMOKOS ISZAP	
<i>kis teherbírású, alapozásra korlátozottan alkalmas, szerves - szervesnyomos</i>	
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	$\varphi = 15-20^\circ$
kohézió	$c = 10-20 \text{ kN/m}^2$
összenyomódási modulus	$E_s = 2-6 \text{ MN/m}^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,7 \text{ t/m}^3$

SZERVES AGYAG

*kis teherbírású, alapozásra korlátozottan alkalmas
heterogén, puha – sodorható, közepesen szerves réteg*

víztartalom	$w_0 = 24-58 \%$
folyási határ	$w_L = 35-117\%$
sodrasi 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	$\varphi = 5-9^\circ$
kohézió	$c = 21-47 \text{ kN/m}^2$
egyirányú nyomószilárdság	$q_u = 47-115 \text{ kN/m}^2$
drénezetlen nyírószilárdság	$c_u = 23-57 \text{ kN/m}^2$
összenyomódási modulus	$E_s = 2-6 \text{ MN/m}^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,8 \text{ t/m}^3$

ISZAPOS HOMOK

alapozásra alkalmas

kavics - Gr	1-16 %
homok - Sa	55-86 %

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

iszap - Si	12-31 %
agyag - Cl	0-6 %
egyenlőtlenségi mutató	$C_U = 3-117$
súrlódási szög	$\varphi = 26-35^\circ$
kohézió	$c = 0-20 \text{ kN/m}^2$
összenyomódási modulus	$E_s = 16-30 \text{ MN/m}^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,8-1,9 \text{ t/m}^3$

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	$\varphi = 30-40^\circ$
kohézió	$c = 0 \text{ kN/m}^2$
összenyomódási modulus	$E_s = 30-60 \text{ MN/m}^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,8 \text{ t/m}^3$

MÁRGÁS AGYAG*alapozásra alkalmas*

súrlódási szög	$\varphi = 12-20^\circ$
kohézió	$c = 60-100 \text{ kN/m}^2$
összenyomódási modulus	$E_s = 20-40 \text{ MN/m}^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 2,1 \text{ t/m}^3$

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	
<i>kis teherbírású, alapozásra korlátozottan alkalmas, szerves-szervesnyomos</i>	
súrlódási szög karakterisztikus érték	$\varphi_k = 16^\circ$
kohézió karakterisztikus érték	$c_k = 15 \text{ kN/m}^2$
összenyomódási modulus karakterisztikus érték	$E_{sk} = 2 \text{ MN/m}^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,7 \text{ t/m}^3$

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

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



KAVICSOS HOMOK - KAVICSSZORVÁNYOS HOMOK	
<i>alapozásra alkalmas</i>	
súrlódási szög karakterisztikus érték	$\varphi_k = 35^\circ$
kohézió karakterisztikus érték	$c_k = 0 \text{ kN/m}^2$
összenyomódási modulus karakterisztikus érték	$E_{sk} = 40 \text{ MN/m}^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 1,8 \text{ t/m}^3$

MÁRGÁS AGYAG	
<i>alapozásra alkalmas</i>	
súrlódási szög	$\varphi_k = 15^\circ$
kohézió	$c_k = 80 \text{ kN/m}^2$
összenyomódási modulus	$E_{sk} = 30 \text{ MN/m}^2$
nedves térfogatsűrűség	$\rho_n = 2,1 \text{ t/m}^3$

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

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

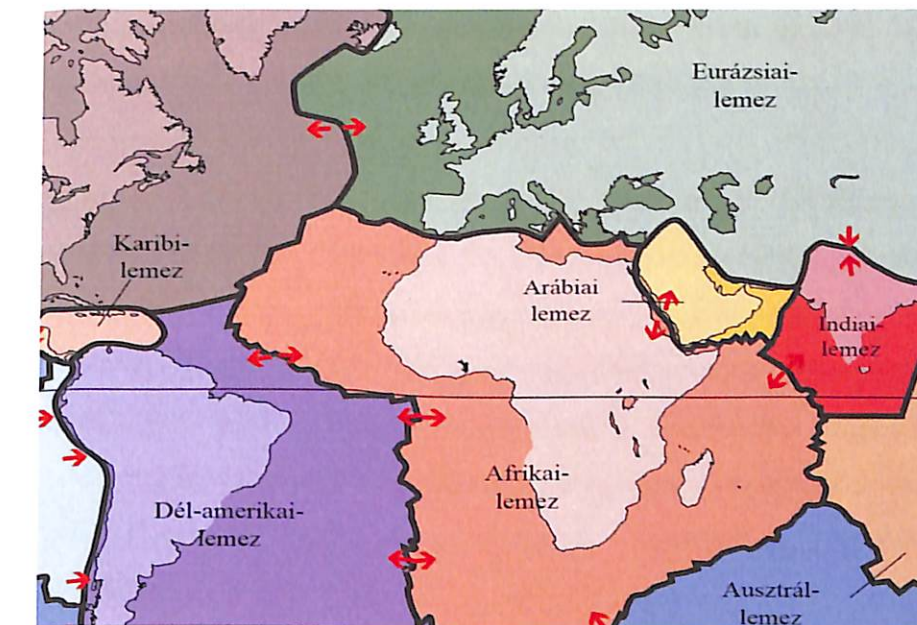
iszapos homok	nehezen tömöríthető T-3
kavicsszorványos homok - kavicsos homok	jól tömöríthető T-1
márgás agyag	nem tömöríthető T-4

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 helyszínt 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>)

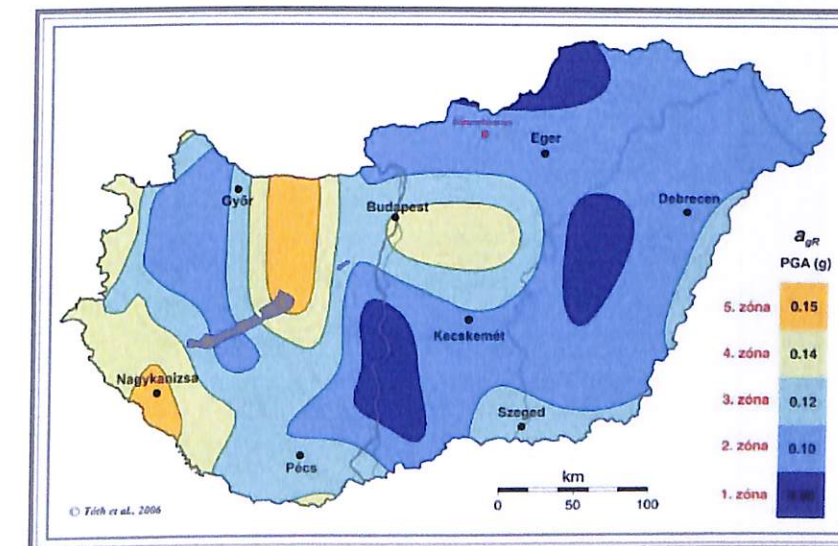
A Kárpát-medence a szeizmikusan aktív mediterrán térség és a gyakorlatilag földrengésmentes Kelet-Európai-tábla között helyezkedik el. Magyarország tágabb környezetének, Európa déli részének nagytektonikáját az Afrikai- és az Európai lemez ütközése határozza meg. Fontos azonban tudni, hogy az Afrikai-lemez szegélye nem azonos a Földközi-tenger déli szélével, hanem azon túlmeleg 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 érzékettség 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.

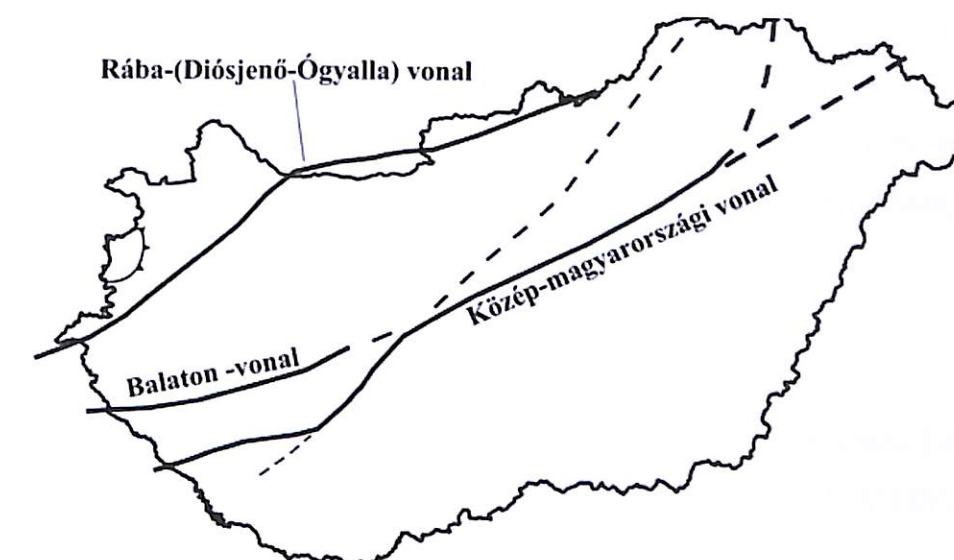
A Tektonizmus (Földrengés) tekintetében, a vizsgált területen a szabvány szerint a figyelembe veendő csúcsgyorsulás értéke $agR=0,1 \times 9,81=0,981 \text{ m/s}^2$, míg az altalaj E¹⁰ osztályba sorolható. (agR a horizontális gyorsulás értéke, az adott területen, 50 évre, 10% meghaladási valószínűség mellett – 1/475 év gyakoriság – az alapközetben, g egységben.)



4 - Magyarország szeizmikus zónatérképe

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

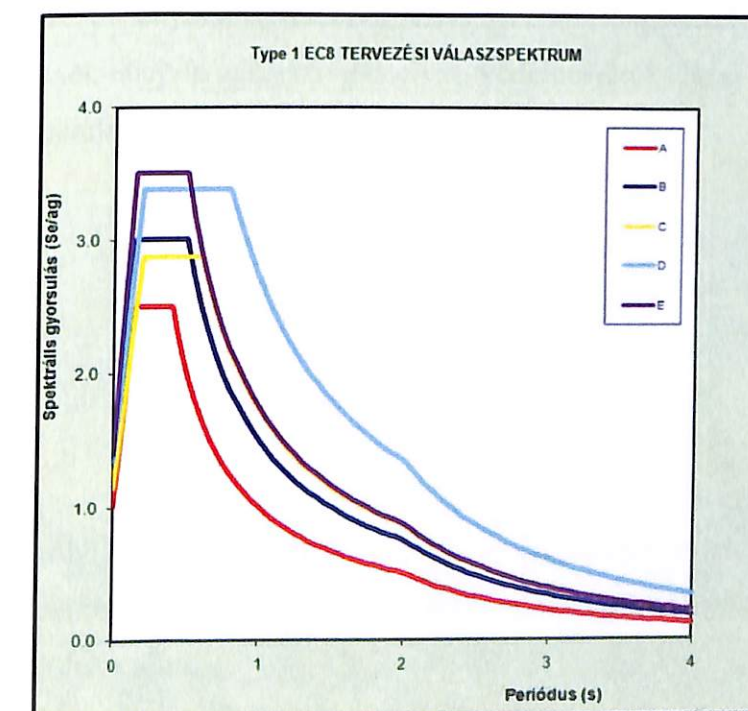
¹⁰ „E” osztály - Olyan talaj profil, ahol a felső 5-20 méteren a vs sebesség a C vagy a D talaj típusnak megfelelő, alatta pedig szilárdabb ($vs > 800 \text{ m/s}$) anyag található („C” osztály - szilárd és közepesen szilárd homokos, kavicsos, agyagos rétegek, melyek vastagsága néhányszor tíz métertől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



5 - Magyarország 3 főbb törésvonala

(forrás: <http://aranylo.blogspot.hu/2011/03/magyarorszagannon-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 vontam 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 részeken, sem egészében nem merült fel indok.
- A tervezett ipari park megépítésének talajmechanikai akadályai nincsenek.
- 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.
- $a_{gR}=0,981 \text{ m/s}^2$, általaj 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 előbbiekből alapján az épületek, nagy terhelésű berendezések, dinamikus hatást keltő gépek, stb. alapozását mélyalapozással-cölöpalapozással javasolt megtervezni és megépíteni. Esetlegesen nagy padlóterhelés esetén a padlót vagy födémként javasolt

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

méretezni és a mélyalapozásra kiváltani, vagy alatta az altalaj erősítése szükséges (pl. kavicscölöp).

Az adott területen bármilyen fűrt, 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 vízteleníthető. 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.

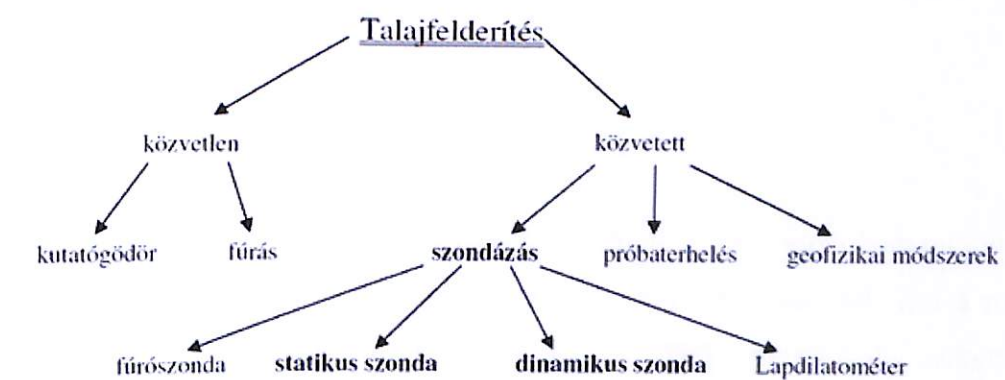
Az adott belvizes területen jelentős problémát jelenthet a felszíni 30 cm vtg. gyökérszettel átszótt iszap agyag réteg és nádas eltakarítása. Földmunka-géppel a terület nem biztos, hogy járható. Ugyan ilyen probléma és ugyan ebből az okból, a durva tereprendezés földmunkájának elkészítése, tömörítése 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 szondacsúcsra mérik és lehetőséget ad további adatok regisztrálására. Napjainkban a csúcseellenállás 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 kivárik a konszolidációt. A szondacsúcs 10 cm² keresztmetszetű, 60°-os kúp, elektromos kijelzéssel. az elektromos szonda (CPT) lehetővé teszi a csúcseellenállás (q_c) és a köpenymenti ellenállás (f_s) folyamatos mérését, elektromos nyúlásmérő bélyeges cellákkal. A berendezés a mért adatokat grafikus és digitálisan is kijelzi. A szonda behatolási sebessége 1-2 cm/s.

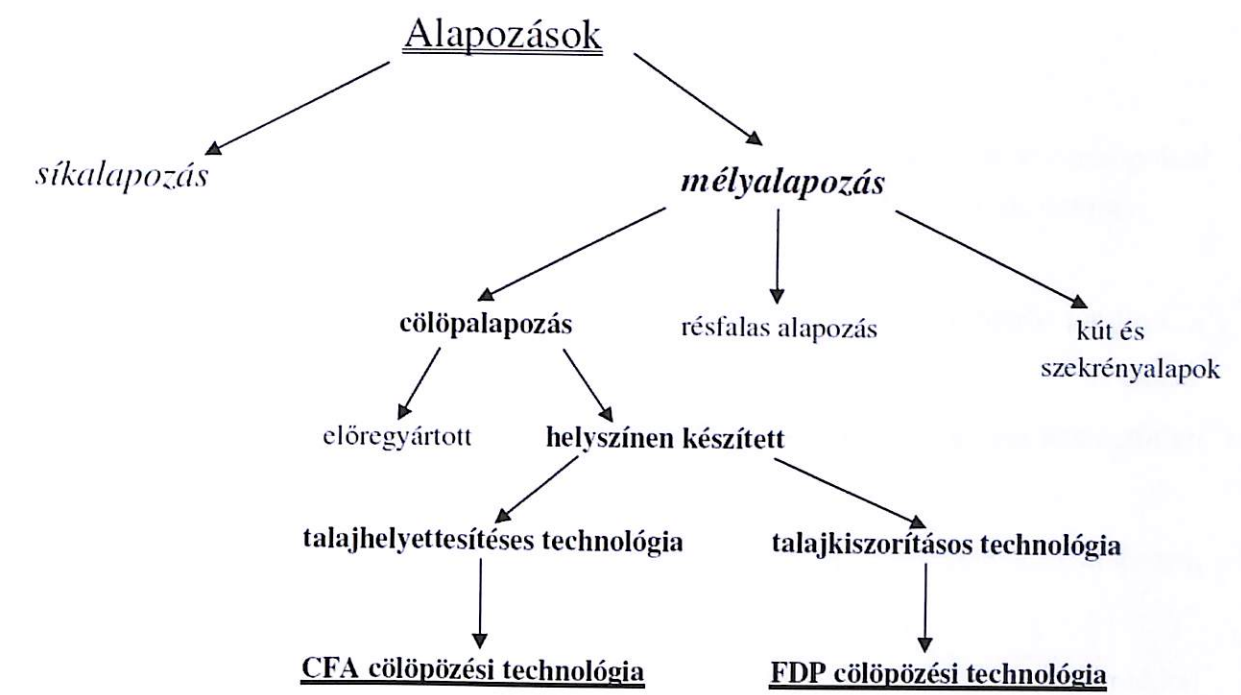
Alkalmazási terület:

- 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:



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 sicalapozások 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 sicalapokkal 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 mellett akkor alkalmazunk, ha:

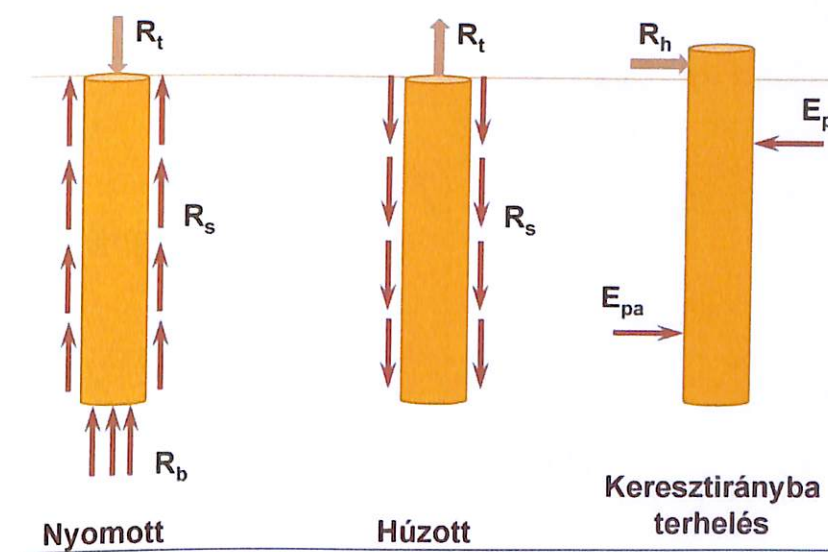
- a teherbíró talaj mélyen van
- a közvetlenül az alapsík alatti talajrétegben kimosás, kiüregelődés vagy elcsúszásveszélye áll fenn.
- a talajvíz magasan fekszik
- az építmény süllyedésre érzékeny nem elég merev
- az építmény nagy kiterjedésű és súlyos és különbözőképpen terhelt részekkel rendelkezik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

A cölöpalapozás a sicalaphoz 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

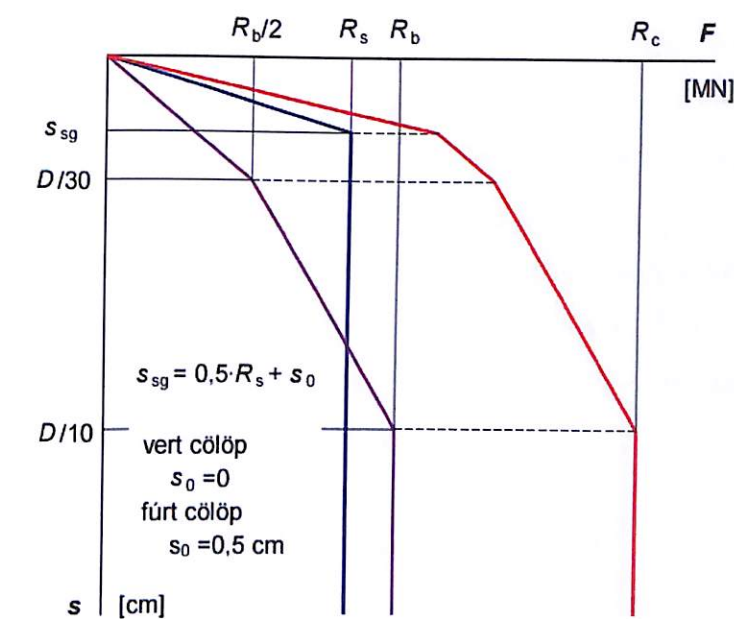
(forrás: http://se.sze.hu/images/ngb_se005_2/09_colopalapozas_1.pdf / 11 oldal)

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%20Cölöpmeretezes%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 készülőkölöpöket, 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 készülőkölöpöket, 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.
- Nagyatmérőjű 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 fúrás esetén 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 fűrőiszappal (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.

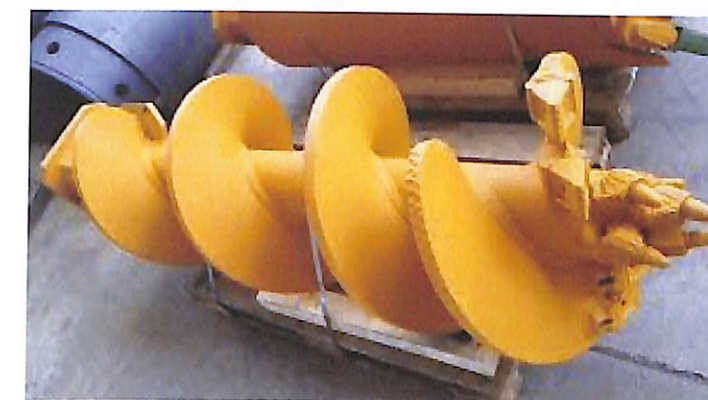
A betonbevitel történhet gravitációsan vagy pneumatikusan, azaz nyomással segítve. az utóbbi természetesen előnyösebb, bár hosszabb cölöpök esetén a folyós beton saját nyomása önmagában is jelentős. A nyomás egyben tömörítést is ad, a talpon biztosítja a felfekvést.

Fontos, hogy a friss beton a már bennlevő beton felszíne alá kerüljön, így felnyomja az elején talajjal szennyezett betonréteget. A bevitelhez külön betonozó tölcserő használnak vagy béléscsővön, illetve fűrőszáron 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 bejeztegetett 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 nehezkesebbé 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 fűrőszerszám, 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 talajhelyettesítési technológia egyre inkább terjed. A CFA név angol (Continuous 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:

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

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



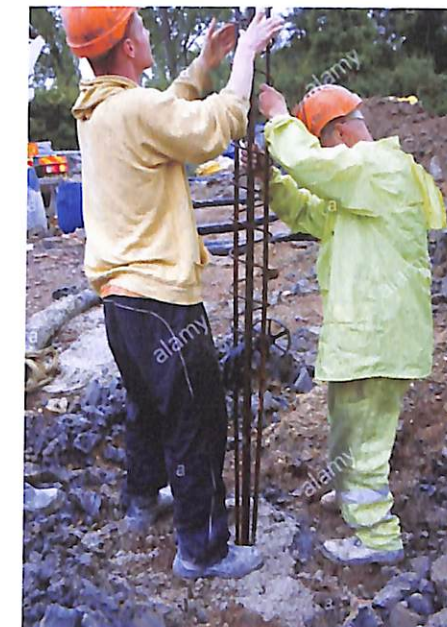
2. lépés: A fúrófej befúrása a talajba, a fúrófej forgatása és lenyomása mellett. A talajt a fúrófej indítóeleme fellazítja, majd pedig a fúró teste azt a környező talajba betömöríti. A fúrési mélységet a cölöpöző gép magassága korlátozza. Géptől függően 12-24 méteres furat készíthető



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 körülbelül 50-70%-al (a névleges átmérővel szemben)

b; Vibrációmentes fúrási folyamat

A fúrófej lefűrése 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 hézagtenyezőjét. A hézagtenyező 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.

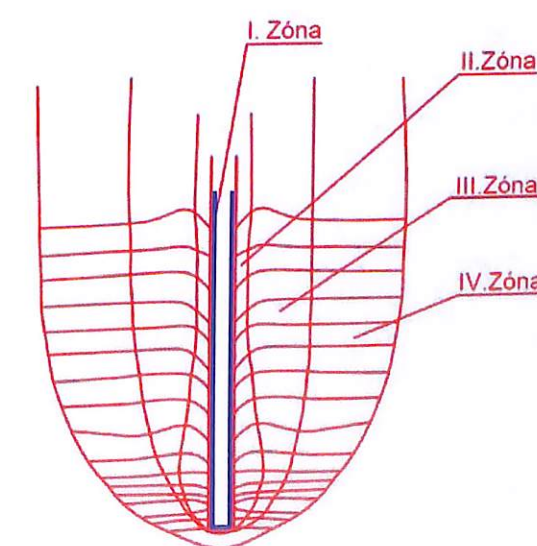
A talajkiszorítás jelentősen megnöveli a környező talaj tömörségét azáltal, hogy a cölöp térfogatával megegyező köbtartalmú talajt kiszorítja. Mivel az oldalirányban kitéréssel

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

szemben a talajok ellenállása lényegesen kisebb, mint a felfelé való türemkedéssel szemben, a cölöp körül görbe vonalú csúszófelületek alakulnak ki, melyek mentén a fűrőfej 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 cölöppátmérő) 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 módszert 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 együtdolgozás érdekében fejtömbökkel kell össze fogni. A fejtömbök kialakítását, vasalását tervdokumentációmban részletesen megadom.

Statikai számítás elvi megfontolásai

A rendelkezésemre bocsátott statikai terhelési adatszolgáltatás valamint a pillérek 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 korrelációs¹¹ 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: $R_{c,k} = \text{Min}: (R_{c,m\text{mean}} / \xi_{\text{mean}} - R_{c,m\text{min}} / \xi_{\text{min}}) \xi_{\text{mean}}, \xi_{\text{min}}$ az átlaghoz, ill. a minimumhoz tartozó korrelációs tényező, melyeket az ellenállás meghatározási eljárástól és a vizsgálatisméretől 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 csúcscellenállása 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:

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

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:

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

- 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 csúcscellenállás 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

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

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 $q_{cIII} \geq 2 \text{ MN/m}^2$ vehető fel.

q_{bH} korlátozása:

- $q_{bH} < 15 \text{ MPa}$ lehet
- elterhelt, 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 $q_c > 15 \text{ MPa}$, akkor $q_{cH} = 15 \text{ MPa}$ legyen, (ez egyben $q_s \leq 120 \text{ kPa}$ korlátozást is jelent)
- ha egy 1,0 m-nél rövidebb szakaszon $q_c > 12 \text{ MPa}$, $q_{cH} = 12 \text{ MPa}$ 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 csúcseellenállásából 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
	helyszíni vert (Franki, Simplex)	1,0	0,014
talajkiszorítással	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 fűrt cölöp	0,6	0,006
	fúróiszappal fűrt cölöp	0,6	0,005

Kötött talaj esetén:

Kötött talajok fajlagos cölöpellenzési értékei a c_u drénezetlen nyírószilárdságból

	<i>Palástellenállás</i>	<i>Talpellenállás</i>
<i>Talajkiszorítással</i>	$\tau = 180 \cdot \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$	$\sigma = 9 \cdot c_u$
<i>készülő cölöpre</i>		

<i>Talajhelyettesítéssel</i>	$\tau = 140 \cdot \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$	$\sigma = 7,5 \cdot c_u$
<i>készülő cölöpre</i>		

$q_c = a$ stat. szonda csúcscellenállása
 $c_u \approx 0,06 \cdot q_c$

$C_I = 1 \text{ MN/m}^2$

A biztonság az Eurocode 7 szerint

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

Az adatszolgáltatásban szereplő igénybevételeket $\gamma_g = 1,35$ $\gamma_q = 1,50$ biztonsági tényezők figyelembevételével határozták meg.

A cölöpök ellenállástípusainak biztonsági tényezőit az alábbi táblázat tartalmazza:

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

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 cölöppenállás karakterisztikus értékének meghatározásához

az ellenállás meghatározásának módszere	a próbaterhelések ill. a talajszelvények száma	az átlagra vonatkozóan	a minimumra vonatkozóan
	n	ξ_{mean}	ξ_{min}
statikus ^{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

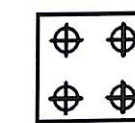
Megjegyzések

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 modelltényező bevezetésével;
3. a vizsgálati helyeknek jellemezniük kell az altalaj változásait, a szélsőségesen kedvezőtlen helyeket is;

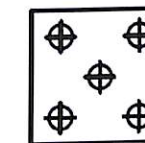
Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

4. ha a cölöpösszefogás képes kiegyenlíteni a teherbírás cölöp csoporton 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 teherbírását;
 - 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;

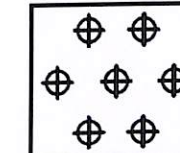
Cölöp csoportok teherbírása:



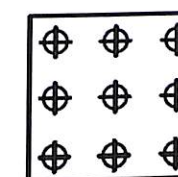
a.



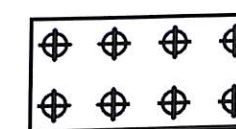
c.



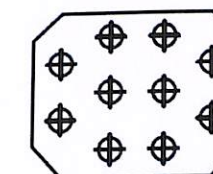
d.



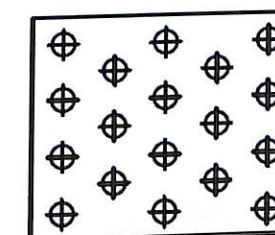
b.



e.



f.



g.

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

Cölöpteherbírás meghatározása CFA cölöpre.**CPT1 sonda eredményeinek számítása**

$$\begin{aligned}
 q_{cI} &= 11,8456 \text{ MN/m}^2 && (\text{számított}) \\
 q_{cII} &= 4,6270 \text{ MN/m}^2 && (\text{Leolvasott min érték}) \\
 q_{cIII} &= 0,0822 \text{ MN/m}^2 && (\text{Leolvasott min érték})
 \end{aligned}$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$\begin{aligned}
 q_b &= 3,3274 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2 \\
 \alpha_b &= 0,8
 \end{aligned}$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$\begin{aligned}
 A_b &= r^2 \pi \text{ m}^2 \\
 A_b &= 0,1257 \text{ m}^2 \\
 r &= 0,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

talpellenállás:

$$\begin{aligned}
 R_b &= A_b * q_b \\
 R_b &= 0,1257 * 3,3274 = 0,4181 \text{ MN} = 418,135 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

palástellenállás meghatározása

$$q_s \leq 120 \text{ kPa}$$

$$\begin{aligned}
 & q_{s, \text{átlag}} \\
 & \text{Kötött talajok esetén: } \tau = 140 * \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}
 \end{aligned}$$

Talajkiszórástos cölöp esetén:

$$c_u = 0,06 * q_c$$

$$c_1 = 1 \text{ MN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 & \text{szemcsés talajok esetén: } q_s = \alpha_s * q_{cH} \\
 & \alpha_s = 0,006
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{c,1} &= 0,8150 & q_{s,1} &= 4,8900 \text{ kN/m}^2 & \text{Iszapos homok} \\
 q_{c,2} &= 0,5050 & q_{s,2} &= 24,3697 \text{ kN/m}^2 & \text{Agvag} \\
 q_{c,3} &= 1,0940 & q_{s,3} &= 6,5640 \text{ kN/m}^2 & \text{Kavicsos homok}
 \end{aligned}$$

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

$q_{c,4} = 0,1890$	$q_{s,4} = 14,9085 \text{ kN/m}^2$	Agyag
$q_{c,5} = 10,4260$	$q_{s,5} = 62,5560 \text{ kN/m}^2$	Izapos homok
$q_{c,6} = 26,0742$	$q_{s,6} = 156,4450$ $q_{s,6} = 120 \text{ kN/m}^2$	Kavicsos homok
$q_{c,7} = 8,4730$	$q_{s,7} = 99,8211 \text{ kN/m}^2$	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
$\Sigma H_i = 8$		314,2168

$$q_{s,\text{átlag}} = \frac{314,2168}{8} = 39,28 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D * \pi \quad D = 0,40 \text{ m}$$

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

$$R_s = 8,7 * 0,40 * \pi * 39,28 = 355,3707 \text{ kN}$$

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_a :

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

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$$R_{b,k} = 418,1349 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,35$$

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

$$R_{s,k} = 355,3707 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,1$$

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

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

$$R_d = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = 506,24 \text{ kN}$$

$$\gamma_t = 1,25$$

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

CPT2 szonda eredményeinek számítása

$$\begin{aligned}
 qcI &= 19,2295 \text{ MN/m}^2 & (\text{számított}) \\
 qcII &= 7,6120 \text{ MN/m}^2 & (\text{Leolvasott min érték}) \\
 qcIII &= 0,0996 \text{ MN/m}^2 & (\text{Leolvasott min érték})
 \end{aligned}$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$\begin{aligned}
 q_b &= 5,4081 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2 \\
 \alpha_b &= 0,8
 \end{aligned}$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$\begin{aligned}
 A_b &= r^2 \pi \text{ m}^2 \\
 A_b &= 0,1257 \text{ m}^2 \\
 r &= 0,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

talpellenállás:

$$\begin{aligned}
 R_b &= A_b * q_b \\
 R_b &= 0,1257 * 5,4081 = 0,6796 \text{ MN} = 679,608 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

palástellenállás meghatározása

 $q_{s, \text{átlag}}$

$$q_s \leq 120 \text{ kPa}$$

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

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$$\begin{aligned}
 c_u &= 0,06 * q_c \\
 c_1 &= 1 \text{ MN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{szemcsés talajok esetén: } q_s &= \alpha_s * q_{cH} \\
 \alpha_s &= 0,006
 \end{aligned}$$

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



Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

$$\begin{array}{llll}
 q_{c,6} = & 1,620 & q_{s,6} = & 9,7200 \text{ kN/m}^2 \text{ Kavicsos homok} \\
 q_{c,7} = & 1,470 & q_{s,7} = & 41,5779 \text{ kN/m}^2 \text{ Agyag}
 \end{array}$$

 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
$\Sigma H_i =$	8	264,3802

$$q_{s,\text{átlag}} = \frac{264,3802}{8} = 33,05 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D * \pi \quad D = 0,40 \text{ m}$$

$$R_s = \Sigma H_i * K_i * q_{s,i}$$

$$R_s = 8,7 * 0,40 * \pi * 33,05 = 299,0069 \text{ kN}$$

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:

$$R_{b,k} = 679,6076 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,35$$

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

$$R_{s,k} = 299,0069 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,1$$

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

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

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

$$\gamma_t = 1,25$$

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

CPT3 szonda eredményeinek számítása

$$qcI = 27,8298 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{számított})$$

$$qcII = 5,8210 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

$$qcIII = 1,7910 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$q_b = 7,4466 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2$$

$$\alpha_b = 0,8$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$A_b = r^2 \pi \quad \text{m}^2$$

$$A_b = 0,1257 \text{ m}^2$$

$$r = 0,20 \text{ m}$$

talpellenállás:

$$R_b = A_b * q_b$$

$$R_b = 0,1257 * 7,4466 = 0,9358 \text{ MN} = 935,763 \text{ kN}$$

palástellenállás meghatározása

 $q_{s, \text{átlag}}$

$$q_s \leq 120 \text{ kPa}$$

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

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$$c_u = 0,06 * q_c$$

$$c_1 = 1 \text{ MN/m}^2$$

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

$$\alpha_s = 0,006$$

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



Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

$$\begin{array}{llll} q_{c,6} = 13,6709 & q_{s,6} = 82,0252 & \text{kN/m}^2 & \text{Kavicsos homok} \\ q_{c,7} = 21,6508 & q_{s,7} = 159,5664 & \text{kN/m}^2 & q_{s,7} = 120 \text{ kN/m}^2 \text{ Agyag} \end{array}$$

 H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i \cdot q_{s,i}$
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
$\sum H_i = 8$	8	256,2913

$$q_{s,\text{átlag}} = \frac{256,2913}{8} = 32,04 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D \cdot \pi \quad D = 0,40 \text{ m}$$

$$R_s = \sum H_i \cdot K_i \cdot q_{s,i}$$

$$R_s = 8,7 \cdot 0,40 \cdot \pi \cdot 32,04 = 289,8585 \text{ kN}$$

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:

$$R_{b,k} = 935,7633 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,35$$

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

$$R_{s,k} = 289,8585 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,1$$

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

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

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

$$\gamma_t = 1,25$$

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

CPT4 szonda eredményeinek számításaCFA méretezése CPT4 alapján

$$\begin{aligned}
 qcI &= 18,4468 \text{ MN/m}^2 && (\text{számított}) \\
 qcII &= 4,9254 \text{ MN/m}^2 && (\text{Leolvasott min érték}) \\
 qcIII &= 0,1552 \text{ MN/m}^2 && (\text{Leolvasott min érték})
 \end{aligned}$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$\begin{aligned}
 q_b &= 4,7365 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2 \\
 \alpha_b &= 0,8
 \end{aligned}$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$\begin{aligned}
 A_b &= r^2 \pi \text{ m}^2 \\
 A_b &= 0,1257 \text{ m}^2 \\
 r &= 0,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

talpellenállás:

$$\begin{aligned}
 R_b &= A_b * q_b \\
 R_b &= 0,1257 * 4,7365 = 0,5952 \text{ MN} = 595,210 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

palástellenállás meghatározása

 $q_{s, \text{átlag}}$

$$q_s \leq 120 \text{ kPa}$$

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

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$$c_u = 0,06 * q_c$$

$$c_1 = 1 \text{ MN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{szemcsés talajok esetén: } q_s &= \alpha_s * q_{cH} \\
 \alpha_s &= 0,006
 \end{aligned}$$

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

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

$$\begin{array}{llll}
 q_{c,5} = 4,1728 & q_{s,5} = 25,0369 & \text{kN/m}^2 & \text{Iszapos homok} \\
 q_{c,6} = 21,8154 & q_{s,6} = 130,8921 & q_{s,6} = 120 & \text{kN/m}^2 \quad \text{Kavicsos homok}
 \end{array}$$

 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

$$q_{s,\text{átlag}} = \frac{163,4296}{8} = 20,43 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D * \pi \quad D = 0,40 \text{ m}$$

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

$$R_s = 8,7 * 0,40 * \pi * 20,43 = 184,8345 \text{ kN}$$

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:

$$R_{b,k} = 595,2098 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,35$$

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

$$R_{s,k} = 184,8345 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,1$$

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

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

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

$$\gamma_t = 1,25$$

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

CPT5 szonda eredményeinek számításaCFA méretezése CPT5 alapján

$$\begin{aligned}
 q_{cI} &= 18,4230 \text{ MN/m}^2 && (\text{számított}) \\
 q_{cII} &= 5,7463 \text{ MN/m}^2 && (\text{Leolvasott min érték}) \\
 q_{cIII} &= 0,9771 \text{ MN/m}^2 && (\text{Leolvasott min érték})
 \end{aligned}$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$\begin{aligned}
 q_b &= 5,2247 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2 \\
 \alpha_b &= 0,8
 \end{aligned}$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$\begin{aligned}
 A_b &= r^2 \pi \text{ m}^2 \\
 A_b &= 0,1257 \text{ m}^2 \\
 r &= 0,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

talpellenállás:

$$\begin{aligned}
 R_b &= A_b * q_b \\
 R_b &= 0,1257 * 5,2247 = 0,6566 \text{ MN} = 656,560 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

palástellenállás meghatározása

 $q_{s, \text{átlag}}$

$$q_s \leq 120 \text{ kPa}$$

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

Talajkiszóritásos cölöp esetén:

$$\begin{aligned}
 c_u &= 0,06 * q_c \\
 c_1 &= 1 \text{ MN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_s &= \alpha_s * q_{cH} \\
 \alpha_s &= 0,006
 \end{aligned}$$

$q_{c,1} = 1,1532$	$q_{s,1} = 6,9192$	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

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

$$\begin{array}{llll}
 q_{c,5} = 14,6172 & q_{s,5} = 87,7034 & \text{kN/m}^2 & \text{Iszapos homok} \\
 q_{c,6} = 25,3697 & q_{s,6} = 120 & \text{kN/m}^2 & \text{Kavicsos homok}
 \end{array}$$

 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

$$q_{s,\text{átlag}} = \frac{391,3268}{8} = 48,92 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D * \pi \quad D = 0,40 \text{ m}$$

$$R_s = \sum H_i * K_i * q_{s,i}$$

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

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:

$$R_{b,k} = 656,5596 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,35$$

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

$$R_{s,k} = 442,5801 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,1$$

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

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

$$R_d = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = 710,95 \text{ kN} \quad \gamma_t = 1,25$$

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

Szondák eredményeinek kiértékelése CFA cölöpözés esetén

CPT száma:	Fajlagos csúcscellenállás:	Átlagos fajlagos palástellenállás:	Határerő:
CPT1	3,33 MN/m ²	39,28 MN/m ²	506,24 kN
CPT2	5,41 MN/m ²	33,05 MN/m ²	620,19 kN
CPT3	7,45 MN/m ²	32,04 MN/m ²	765,33 kN
CPT4	4,74 MN/m²	20,43 MN/m²	487,14 kN
CPT5	5,22 MN/m ²	48,92 MN/m ²	710,95 kN

Cölöpteherbírás meghatározása FDP cölöpre

CPT1 szonda eredményeinek számítása

$$\begin{aligned}
 q_{cI} &= 11,8456 \text{ MN/m}^2 && (\text{számított}) \\
 q_{cII} &= 4,6269 \text{ MN/m}^2 && (\text{Leolvasott min érték}) \\
 q_{cIII} &= 0,0820 \text{ MN/m}^2 && (\text{Leolvasott min érték})
 \end{aligned}$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$\begin{aligned}
 q_b &= 3,3273 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2 \\
 \alpha_b &= 0,8 && \text{mivel a cölöptalp kialakítása hasonlít a CFA technológiára.}
 \end{aligned}$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$\begin{aligned}
 A_b &= r^2 \pi && \text{m}^2 \\
 A_b &= 0,1018 && \text{m}^2 \\
 r &= 0,18 && \text{m}
 \end{aligned}$$

talpellenállás:

$$\begin{aligned}
 R_b &= A_b * q_b \\
 R_b &= 0,1018 * 3,3273 = 0,3387 \text{ MN} = 338,677 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

palástellenállás meghatározása

 $q_{s, \text{átlag}}$

$q_s \leq 120 \text{ kPa}$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$c_u = 0,06 \cdot q_c$

$c_1 = 1 \text{ MN/m}^2$

$$\begin{aligned} \text{Kötött talajok esetén: } \tau &= 180 \cdot \sqrt{\frac{c_u}{c_1}} \\ \text{Szemcsés talajok esetén: } q_s &= \alpha_s \cdot q_{ch} \\ \alpha_s &= 0,012 \end{aligned}$$

$q_{c,1} = 0,8150$	$q_{s,1} = 9,7800 \text{ kN/m}^2$	Izapos homok
$q_{c,2} = 0,5050$	$q_{s,2} = 31,3324 \text{ kN/m}^2$	Agyag
$q_{c,3} = 1,0940$	$q_{s,3} = 13,1280 \text{ kN/m}^2$	Kavicsos homok
$q_{c,4} = 0,1890$	$q_{s,4} = 19,1681 \text{ kN/m}^2$	Agyag
$q_{c,5} = 10,4260$	$q_{s,5} = 125,1120$ $q_{s,5} = 120 \text{ kN/m}^2$	Izapos homok
$q_{c,6} = 26,0742$	$q_{s,6} = 312,8899$ $q_{s,6} = 120 \text{ kN/m}^2$	Kavicsos homo
$q_{c,7} = 8,4730$	$q_{s,7} = 128,3414$ $q_{s,7} = 120 \text{ kN/m}^3$	Agyag

 H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i \cdot q_{s,i}$
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
$\Sigma H_i = 8$		411,5182

$$q_{s, \text{átlag}} = \frac{411,5182}{8} = 51,44 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D \cdot \pi \quad D = 0,36 \text{ m}$$

$$R_s = \Sigma H_i \cdot K_i \cdot q_{si}$$

$$R_s = 7,0 \cdot 0,36 \cdot \pi \cdot 51,44 = 465,416 \text{ kN}$$

A CPT1 szonda alapján a cölöp törőereje R_d :

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

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

Az FDP cölöpre kiírt biztonsági tényezőket alkalmazva a törőteher meghatározása:

$$R_{b,k} = 338,6774 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,3$$

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

$$R_{s,k} = 465,4160 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,05$$

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

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

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

$$\gamma_t = 1,2$$

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

CPT2 szonda eredményeinek számítása

$$q_{cI} = 19,2295 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{számított})$$

$$q_{cII} = 7,6120 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

$$q_{cIII} = 0,0996 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$q_b = 5,4081 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2$$

$$\alpha_b = 0,8$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$A_b = r^2 \pi \quad \text{m}^2$$

$$A_b = 0,1018 \text{ m}^2$$

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

talpellenállás:

$$R_b = A_b * q_b$$

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

$$R_b = 0,1018 * 5,4081 = 0,5505 \text{ MN} = 550,482 \text{ kN}$$

palástellenállás meghatározása

 $q_{s, \text{átlag}}$

$$q_s \leq 120 \text{ kPa}$$

Kötött talajok esetén:

Talajkiszórításos cölöp esetén:

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

$$c_u = 0,06 * q_c$$

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

$$c_1 = 1 \text{ MN/m}^2$$

$$\alpha_s = 0,012$$

$q_{c,1} = 0,8150$	$q_{s,1} = 9,7800 \text{ kN/m}^2$	Izapos homok
$q_{c,2} = 0,5050$	$q_{s,2} = 31,3324 \text{ kN/m}^2$	Agyag
$q_{c,3} = 1,0940$	$q_{s,3} = 13,1280 \text{ kN/m}^2$	Izapos homok
$q_{c,4} = 0,1890$	$q_{s,4} = 19,1681 \text{ kN/m}^2$	Agyag
$q_{c,5} = 10,4260$	$q_{s,5} = 120 \text{ kN/m}^2$	Izapos homok
$q_{c,6} = 26,0742$	$q_{s,6} = 120 \text{ kN/m}^2$	Kavicsos homok
$q_{c,7} = 8,4730$	$q_{s,7} = 19,1681 \text{ kN/m}^2$	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
$\Sigma H_i = 8$		427,9103

$$q_{s, \text{átlag}} = \frac{427,9103}{8} = 53,49 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D * \pi \quad D = 0,36 \text{ m}$$

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

$$R_s = 8,7 * 0,36 * \pi * 53,49 = 483,9551 \text{ kN}$$

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:

$$R_{b,k} = 550,4821 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,3$$

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

$$R_{s,k} = 483,9551 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,05$$

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

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

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

$$\gamma_t = 1,2$$

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

CPT3 szonda eredményeinek számítása

$$q_{cI} = 27,8298 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{számított})$$

$$q_{cII} = 5,8210 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

$$q_{cIII} = 1,7910 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$q_b = 7,4466 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2$$

$$\alpha_b = 0,8$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$A_b = r^2 \pi \text{ m}^2$$

$$A_b = 0,1018 \text{ m}^2$$

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



talpellenállás:

$$R_b = A_b \cdot q_b$$

$$R_b = 0,1018 \cdot 7,4466 = 0,7580 \text{ MN} = 757,968 \text{ kN}$$

palástellenállás meghatározása

 $q_{s,\text{átlag}}$

$$q_s \leq 120 \text{ kPa}$$

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

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$$c_u = 0,06 \cdot q_c$$

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

$$\alpha_s = 0,012$$

$$c_1 = 1 \text{ MN/m}^2$$

$q_{c,1} = 0,9059$	$q_{s,1} = 10,8703 \text{ kN/m}^2$	Iszapos homok
$q_{c,2} = 1,0743$	$q_{s,2} = 45,6985 \text{ kN/m}^2$	Agyag
$q_{c,3} = 0,2877$	$q_{s,3} = 3,4520 \text{ kN/m}^2$	Iszapos homok
$q_{c,4} = 0,5887$	$q_{s,4} = 33,8286 \text{ kN/m}^2$	Agyag
$q_{c,5} = 3,4300$	$q_{s,5} = 41,1603 \text{ kN/m}^2$	Iszapos homok
$q_{c,6} = 13,6709$	$q_{s,6} = 120 \text{ kN/m}^2$	Kavicsos homok
$q_{c,7} = 21,6508$	$q_{s,7} = 120 \text{ kN/m}^2$	Agyag

 H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i \cdot q_{s,i}$
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
$\Sigma H_i = 8$		449,728

$$q_{s,\text{átlag}} = \frac{449,7280}{8} = 56,22 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D \cdot \pi$$

$$D = 0,36 \text{ m}$$

$$R_s = \Sigma H_i \cdot K_i \cdot q_{si}$$

$$R_s = 8,7 \cdot 0,36 \cdot \pi \cdot 56,22 = 508,6303 \text{ kN}$$

A CPT1 sonda 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:

$$R_{b;k} = 757,9683 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,3$$

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

$$R_{s;k} = 508,6303 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,05$$

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

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

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

$$\gamma_t = 1,2$$

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

CPT4 sonda eredményeinek számítása

$$q_{cI} = 18,4468 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{számított})$$

$$q_{cII} = 4,9254 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

$$q_{cIII} = 0,1552 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$q_b = 4,7365 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2$$

$$\alpha_b = 0,8$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$A_b = r^2 \pi \text{ m}^2$$

$$A_b = 0,1018 \text{ m}^2$$

$$r = 0,18 \quad \text{m}$$

talpellenállás:

$$R_b = A_b \cdot q_b$$

$$R_b = 0,1018 \cdot 4,7365 = 0,4821 \quad \text{MN} = 482,120 \quad \text{kN}$$

palástellenállás meghatározása

 $q_{s,\text{átlag}}$

$$q_s \leq 120 \text{ kPa}$$

Kötött talajok esetén:

$$\tau = 180 \cdot \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$$c_u = 0,06 \cdot q_c$$

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

$$c_1 = 1 \text{ MN/m}^2$$

$$\alpha_s = 0,012$$

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

 H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i \cdot q_{s,i}$
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
$\Sigma H_i = 8$		<u>252,2927</u>

$$q_{s,\text{átlag}} = \frac{252,2927}{8} = 31,54 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D \cdot \pi \quad D = 0,36 \text{ m}$$

$$R_s = \Sigma H_i \cdot K_i \cdot q_{si}$$

$$R_s = 8,7 \cdot 0,36 \cdot \pi \cdot 31,54 = 285,3363 \text{ kN}$$

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:

$$R_{b,k} = 482,1199 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,3$$

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

$$R_{s,k} = 285,3363 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,05$$

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

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

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

$\gamma_t = 1,2$

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

CPT5 szonda eredményeinek számítása

$$q_{cI} = 18,4230 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{számított})$$

$$q_{cII} = 5,7463 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

$$q_{cIII} = 0,9771 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{Leolvasott min érték})$$

fajlagos talpellenállás meghatározása:

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

$$q_b = 5,2247 \text{ MN/m}^2 < 15 \text{ MN/m}^2$$

$$\alpha_b = 0,8$$

keresztmetszeti terület meghatározása

$$A_b = r^2 \pi \quad \text{m}^2$$



Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

$$A_b = 0,1018 \text{ m}^2$$

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

talpellenállás:

$$R_b = A_b \cdot q_b$$

$$R_b = 0,1018 \cdot 5,2247 = 0,5318 \text{ MN} = 531,813 \text{ kN}$$

palástellenállás meghatározása

 $q_{s,\text{átlag}}$

$$q_s \leq 120 \text{ kPa}$$

Kötött talajok esetén:

$$\tau = 180 \cdot \sqrt{\frac{c_u}{c_1}}$$

Talajkiszórításos cölöp esetén:

$$c_u = 0,06 \cdot q_c$$

Szemcsés talajok esetén: $q_s = \alpha_s \cdot q_{ch}$

$$\alpha_s = 0,012$$

$$c_1 = 1 \text{ MN/m}^2$$

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

 H_i - Rétegvastagság

	H_i	$H_i \cdot q_{s,i}$
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
$\Sigma H_i = 8$		479,4420

$$q_{s,\text{átlag}} = \frac{479,4420}{8} = 59,93 \text{ MN/m}^2$$

$$K_i = D \cdot \pi$$

$$D = 0,36 \text{ m}$$

$$R_s = \Sigma H_i \cdot K_i \cdot q_{si}$$

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

$$R_s = 8,7 \cdot 0,36 \cdot \pi \cdot 59,93 = 542,236 \text{ kN}$$

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:

$$R_{b;k} = 531,8126 \text{ kN} \quad \gamma_b = 1,3$$

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

$$R_{s;k} = 542,2360 \text{ kN} \quad \gamma_s = 1,05$$

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

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

$$= 925,502$$

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

$$\gamma_t = 1,2$$

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

Szondák eredményeinek kiértékelése CFA cölöpözés esetén

CPT száma:	Fajlagos csúcscellenállás:	Átlagos fajlagos palástellenállás:	Határerő:
CPT1	3,33 MN/m ²	51,44 MN/m ²	586,48 kN
CPT2	5,41 MN/m ²	53,49 MN/m ²	736,96 kN
CPT3	7,45 MN/m ²	56,22 MN/m ²	889,55 kN
CPT4	4,74 MN/m²	31,54 MN/m²	535,51 kN
CPT5	5,22 MN/m ²	59,93 MN/m ²	771,25 kN

5.2 Fejtömbök kialakítása

Fejtőmbök 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;

1856 fm

Összesen: 116 db pillér -

C1 típusú cölöp

M_{MAX} : 530 kN

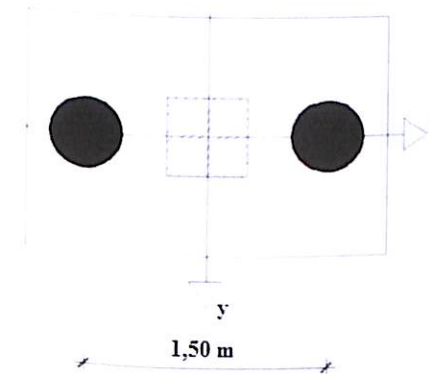
M_X : 260 kN

M_Y : 260 kN

$$F1 = \frac{F_n}{2} = \frac{530}{2} = 265,00 \text{ kN}$$

$$F2 = \frac{FM_x}{l_y} = \frac{260}{0} = 0,00 \text{ kN}$$

$$F3 = \frac{FM_y}{l_x} = \frac{260}{1,5} = 173,33 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned} &+ 265,00 \text{ kN} \\ &+ 173,33 \text{ kN} \\ &\hline &+ 438,33 \end{aligned}$$

$$\text{kN} < 487,14 \text{ kN}$$

Nyomásra MEGFELEL!

$$\begin{aligned} &+ 265,00 \text{ kN} \\ &- 173,33 \text{ kN} \\ &\hline &+ 91,67 \text{ kN} > - 147,87 \text{ kN} \end{aligned}$$

Húzásra nincs igénybevétel

2. Igénybevétel kombináció

Raszterek: H/16;

Összesen: 1 db pillér -

C2 típusú cölöp

27 fm

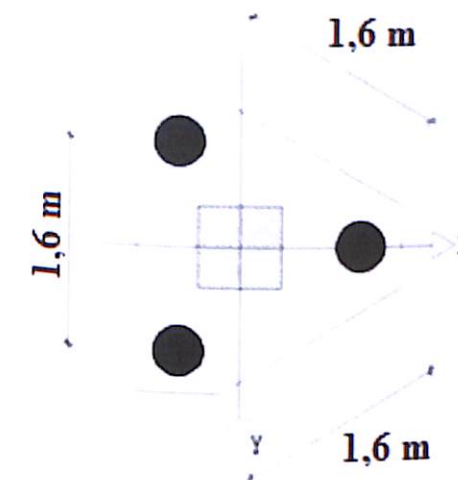
$$\begin{aligned} M_{MAX}: & 610 \text{ kN} \\ M_X: & 280 \text{ kN} \\ M_Y: & 310 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F1 = \frac{F_n}{3} = \frac{610}{3} = 203,33 \text{ kN}$$

$$F2 = \frac{FM_x}{l_y} = \frac{280}{1,5} = 186,67 \text{ kN}$$

$$F3 = \frac{FM_y}{l_x} = \frac{310}{1,5} = 206,67 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} &+ 203,33 \text{ kN} \\ &+ 93,33 \text{ kN} \\ &+ 206,67 \text{ kN} \end{aligned}$$



nézet / Geotechnika szakcsoport

$$+ 503,33 \text{ kN} < 588,58 \text{ kN}$$

Nyomásra MEGFELEL!

$$+ 203,33 \text{ kN}$$

$$- 93,33 \text{ kN}$$

$$- 206,67 \text{ kN}$$

$$- 96,67 \text{ kN} > - 266,74 \text{ kN}$$

Húzásra MEGFELEL!

3. Igénybevétel kombinációRaszterek: A-D/12; A/16; C/16; E/22; F-J/12; F/16; H/14;

Összesen: 13 db pillér -

C3 típusú cölöp

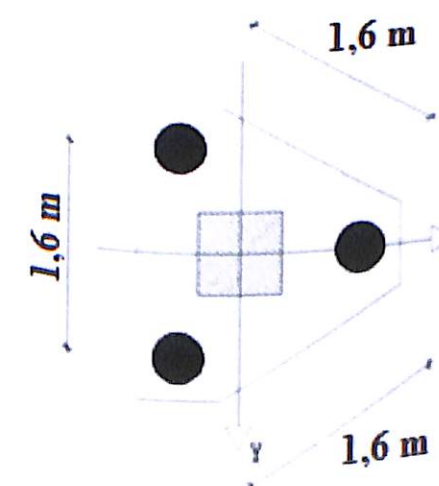
390 fm

$$\begin{aligned} M_{MAX} &= 1100 \text{ kN} \\ M_X &= 310 \text{ kN} \\ M_Y &= 310 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F1 = \frac{F_n}{3} = \frac{1100}{3} = 366,67 \text{ kN}$$

$$F2 = \frac{FM_x}{I_y} = \frac{310}{1,5} = 206,67 \text{ kN}$$

$$F3 = \frac{FM_y}{I_x} = \frac{310}{1,5} = 206,67 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned} &+ 366,67 \text{ kN} \\ &+ 103,33 \text{ kN} \\ &+ 206,67 \text{ kN} \\ &+ 676,67 \text{ kN} < 707,08 \text{ kN} \end{aligned}$$

Nyomásra MEGFELEL!

$$\begin{aligned} &+ 366,67 \text{ kN} \\ &- 103,33 \text{ kN} \\ &- 206,67 \text{ kN} \\ &56,67 \text{ kN} > - 397,09 \text{ kN} \end{aligned}$$

Húzásra MEGFELEL!

4. Igénybevétel kombinációRaszterek: A/14; E/18; 20; M-V/5; 35;

Összesen: 13 db pillér -

C2 típusú cölöp

468 fm

$$M_{MAX}: 1400 \text{ kN}$$

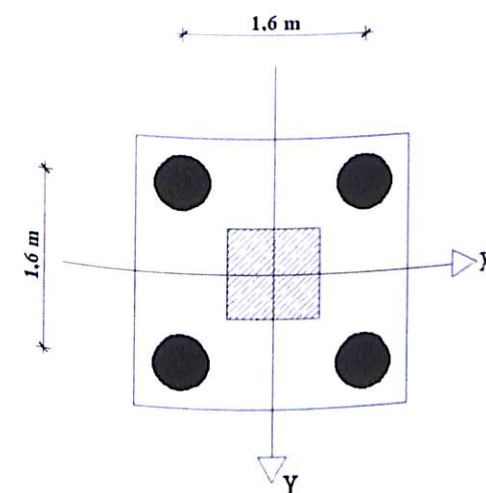
$$M_X: 260 \text{ kN}$$

$$M_Y: 170 \text{ kN}$$

$$F1 = \frac{F_n}{4} = \frac{1400}{4} = 350,00 \text{ kN}$$

$$F2 = \frac{FM_x}{2 \cdot l_y} = \frac{260}{3,2} = 81,25 \text{ kN}$$

$$F3 = \frac{FM_y}{2 \cdot l_x} = \frac{170}{3,2} = 53,13 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned} &+ 350,00 \text{ kN} \\ &+ 81,25 \text{ kN} \\ &+ 53,13 \text{ kN} \\ &\hline &+ 484,38 \text{ kN} < 588,58 \text{ kN} \\ &\text{Nyomásra MEGFELEL!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &+ 350,00 \text{ kN} \\ &- 81,25 \text{ kN} \\ &- 53,13 \text{ kN} \\ &\hline &215,63 \text{ kN} > - 266,74 \text{ kN} \\ &\text{Húzásra nincs igénybevétel!} \end{aligned}$$

5. Igénybevétel kombinációRaszterek: C/14; E/12; 14; 16; F/14;

Összesen: 5 db pillér -

C4 típusú cölöp

232 fm

$$M_{MAX}: 2420 \text{ kN}$$

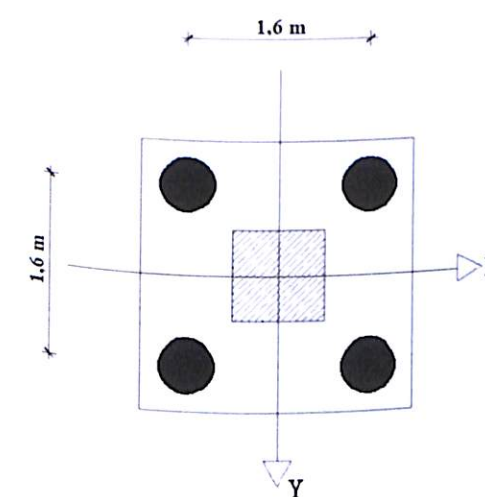
$$M_X: 260 \text{ kN}$$

$$M_Y: 250 \text{ kN}$$

$$F1 = \frac{F_n}{4} = \frac{2420}{4} = 605,00 \text{ kN}$$

$$F2 = \frac{FM_x}{2 \cdot I_y} = \frac{260}{3,2} = 81,25 \text{ kN}$$

$$F3 = \frac{FM_y}{2 \cdot I_x} = \frac{250}{3,2} = 78,13 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned} &+ 605,00 \text{ kN} \\ &+ 81,25 \text{ kN} \\ &+ 78,13 \text{ kN} \\ &\hline &+ 764,38 \text{ kN} < 766,30 \text{ kN} \end{aligned}$$

Nyomásra MEGFELEL!

$$\begin{aligned} &+ 605,00 \text{ kN} \\ &- 81,25 \text{ kN} \\ &- 78,13 \text{ kN} \\ &\hline &445,63 \text{ kN} > - 462,23 \text{ kN} \end{aligned}$$

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 típusú cölöp

1624 fm

$$M_{MAX}: 530 \text{ kN}$$

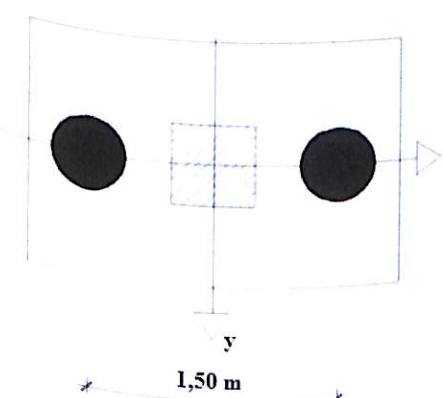
$$M_X: 260 \text{ kN}$$

$$M_Y: 260 \text{ kN}$$

$$F1 = \frac{F_n}{2} = \frac{530}{2} = 265,00 \text{ kN}$$

$$F2 = \frac{FM_x}{l_y} = \frac{260}{0} = 0,00 \text{ kN}$$

$$F3 = \frac{FM_y}{l_x} = \frac{260}{1,5} = 173,33 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned}
 &+ 265,00 \text{ kN} \\
 &+ 173,33 \text{ kN} \\
 &\hline
 &+ 438,33 \text{ kN} < 490,56 \text{ kN} \\
 &\text{Nyomásra MEGFELEL!}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ 265,00 \text{ kN} \\
 &- 173,33 \text{ kN} \\
 &\hline
 &+ 91,67 \text{ kN} > - 182,96 \text{ kN} \\
 &\text{Húzásra nincs igénybevétel}
 \end{aligned}$$

2. Igénybevétel kombináció

Raszterek: H/16;

Összesen: 1 db pillér - C2 cölöp

24 fm

$$M_{MAX}: 610 \text{ kN}$$

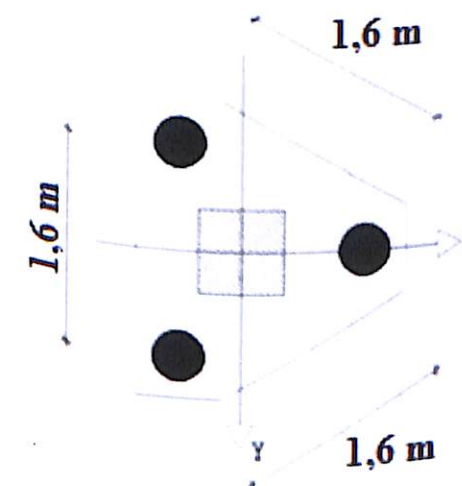
$$M_X: 280 \text{ kN}$$

$$M_Y: 310 \text{ kN}$$

$$F1 = \frac{F_n}{3} = \frac{610}{3} = 203,33 \text{ kN}$$

$$F2 = \frac{FM_x}{l_y} = \frac{280}{1,5} = 186,67 \text{ kN}$$

$$F3 = \frac{FM_y}{l_x} = \frac{310}{1,5} = 206,67 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned} &+ 203,33 \text{ kN} \\ &+ 93,33 \text{ kN} \\ &+ 206,67 \text{ kN} \\ \hline &+ 503,33 \text{ kN} < 535,51 \text{ kN} \\ &\text{Nyomásra MEGFELEL!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &+ 203,33 \text{ kN} \\ &- 93,33 \text{ kN} \\ &- 206,67 \text{ kN} \\ \hline &- 96,67 \text{ kN} > - 228,27 \text{ kN} \\ &\text{Húzásra MEGFELEL!} \end{aligned}$$

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

$$M_{MAX}: 1100 \text{ kN}$$

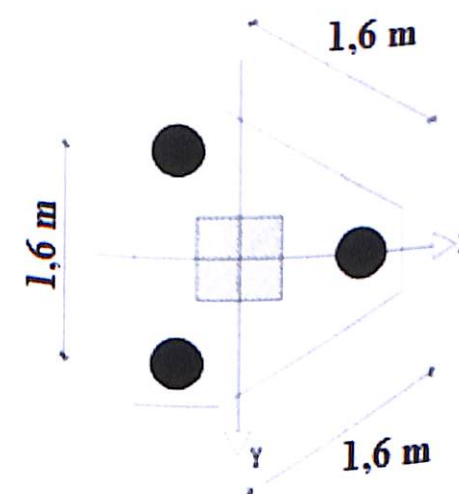
$$M_X: 310 \text{ kN}$$

$$M_Y: 310 \text{ kN}$$

$$F1 = \frac{F_n}{3} = \frac{1100}{3} = 366,67 \text{ kN}$$

$$F2 = \frac{FM_x}{l_y} = \frac{310}{1,5} = 206,67 \text{ kN}$$

$$F3 = \frac{FM_y}{l_x} = \frac{310}{1,5} = 206,67 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned} &+ 366,67 \text{ kN} \\ &+ 103,33 \text{ kN} \\ &+ 206,67 \text{ kN} \\ &\hline &+ 676,67 \text{ kN} < 758,75 \text{ kN} \\ &\text{Nyomásra MEGFELEL!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &+ 366,67 \text{ kN} \\ &- 103,33 \text{ kN} \\ &- 206,67 \text{ kN} \\ &\hline &56,67 \text{ kN} > - 453,30 \text{ kN} \\ &\text{Húzásra MEGFELEL!} \end{aligned}$$

4. Igénybevétel kombináció

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

Összesen: 13 db pillér - C2 cölöp

416 fm

$$M_{MAX}: 1400 \text{ kN}$$

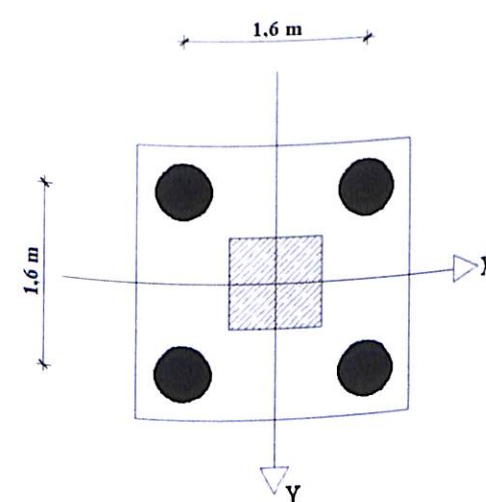
$$M_X: 260 \text{ kN}$$

$$M_Y: 170 \text{ kN}$$

$$F1 = \frac{F_n}{4} = \frac{1400}{4} = 350,00 \text{ kN}$$

$$F2 = \frac{FM_x}{2 \cdot l_y} = \frac{260}{3,2} = 81,25 \text{ kN}$$

$$F3 = \frac{FM_y}{2 \cdot l_x} = \frac{170}{3,2} = 53,13 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned} &+ 350,00 \text{ kN} \\ &+ 81,25 \text{ kN} \\ &+ 53,13 \text{ kN} \\ &\hline &+ 484,38 \text{ kN} < 535,51 \text{ kN} \\ &\text{Nyomásra MEGFELEL!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &+ 350,00 \text{ kN} \\ &- 81,25 \text{ kN} \\ &- 53,13 \text{ kN} \\ &\hline &215,63 \text{ kN} > - 228,27 \text{ kN} \\ &\text{Húzásra nincs igénybevétel!} \end{aligned}$$

5. Igénybevétel kombináció

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

Összesen: 5 db pillér - C4 cölöp

200 fm

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:

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

ahol:

- F: - a süllyedést okozó erő mely a pillérről az egyes cölöpökre jutó, már biztonsági tényezővel felszorozott értéke.
- s: - egyedi cölöp süllyedése [mm]
- D: - cölöpátmér [mm]
- $F_{cs(ult)}$: - $s=D/10$ süllyedésnél mobilizálódó cölöpcsúcson átvadódó erő
- $F_{k(ult)}$: - $s=D/10$ süllyedésnél mobilizálódó köpeny mentén átvadódó erő

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

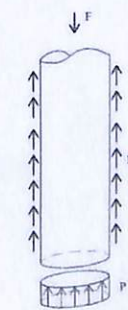
$$s_1 = \frac{P \cdot D}{30\sigma}$$

ahol:

- P: - a cölöpcsúcson átvadódó feszültség
- D: - a cölöpátmér
- σ : - a talaj (cölöpcsúcs alatti) határfeszültsége (σ_H)

- Cölöpcsúcson átvadódó feszültség:

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



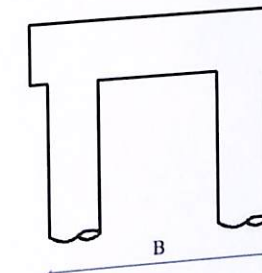
Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

ahol:

- F: - az egyes cölöpökre jutó teher 1,3-as csökkentő tényezővel vett értéke
 F_k: - a cölöp palástellenállása
 A: - a cölöp alapterülete

- Cölöpcsoporthoz való 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)

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

$$D = 400 \text{ mm}$$

$$B = 1,7 \text{ m}$$

egydi cölöpsüllyedés:

$$1861,54 = \frac{16 * s}{400} * 595,21 + 184,83 * 0,6 * \lg \left(\frac{s}{400} \right) + 2$$

$$s_1 = 4,19 \text{ mm}$$

cölöpcsoporthoz való süllyedése:

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

FT 3 (3 cölöpös fejtömb)

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

$$D = 400 \text{ mm}$$

$$B = 1,7 \text{ m}$$

egyedi cölöpsüllyedés:

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

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

$$s_i = 4,98 \text{ mm}$$

cölöpcsoport süllyedése:

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

FT 2 (2 cölöpös fejtömb)

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

$$D = 400 \text{ mm}$$

$$B = 1,7 \text{ m}$$

egyedi cölöpsüllyedés:

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

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

$$s_1 = 2,27 \text{ mm}$$

cölöpcsoport süllyedése:

$$s_{cs} = s_1 * \left(\frac{4 * \frac{B}{D} + 9}{\frac{B}{D} + 12} \right)^2 = 2,27 * \left(\frac{4 * \frac{1,7}{0,4} + 9}{\frac{1,7}{0,4} + 12} \right)^2 = 5,81 \text{ mm}$$

FDP cölöpök süllyedésének meghatározása

A számításokat a CPT4 szonda eredményei alapján vezetem le.

$$\sigma_H = 7463 \text{ kN/m}^2$$

$$F_k = 231,2 \text{ kN}$$

FT 4 (4 cölöpös fejtőmb)

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

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

$$B = 1,7 \text{ m}$$

$$D = 360 \text{ mm}$$

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

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

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

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

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

cölöpcsoport süllyedése:

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

FT 3 (3 cölöpös fejtőmb)

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

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

$$B = 1,7 \text{ m}$$

$$D = 360 \text{ mm}$$

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

$$\frac{346,15 - 231,2}{0,1018} = 1129,35 \text{ kN/m}^2$$

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

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

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

cölöpcsoport süllyedése:

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

FT 2 (2 cölöpös fejtőmb)

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

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

$$B = 1,7 \text{ m}$$

$$D = 360 \text{ mm}$$

cölöpcsúcson átadódó feszültség:

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

$$\frac{269,23 - 231,2}{0,1018} = 373,63 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma = \alpha \cdot \sigma_H = 0,50 \cdot 7463,0 = 3731,5 \text{ kN/m}^2$$

egyedi cölöpsüllyedés:

$$s_1 = \frac{p \cdot D}{30 \cdot \sigma}$$

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

cölöpcsoport süllyedése:

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

CFA és FDP cölöpök süllyedésének eredményei

CFA cölöpök	FDP cölöpök

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

5.4. Cölöpfejlemez és cölöpök vasalásának számítása, kialakítása

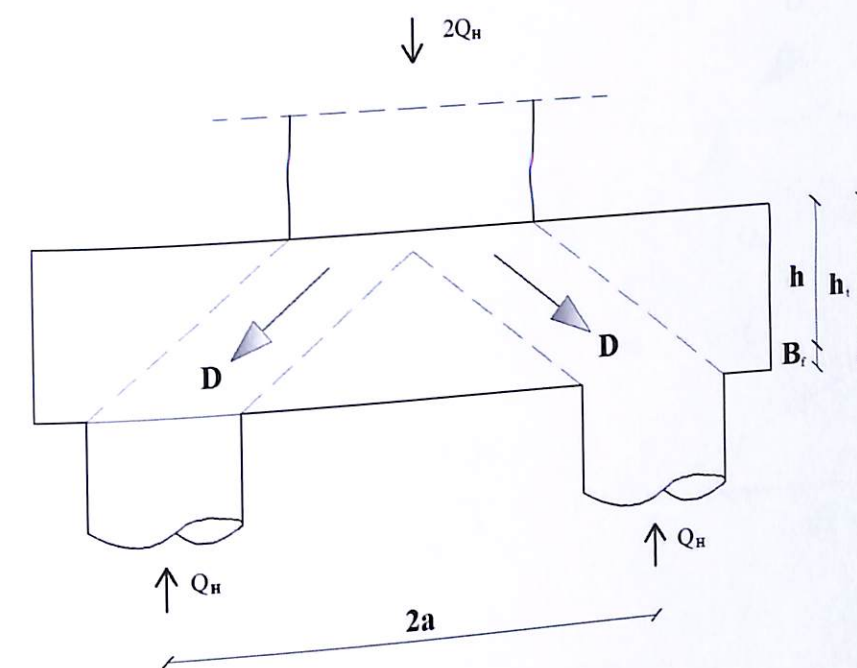
Cölöpfejlemez vasalása

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 acélbetétrel 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.

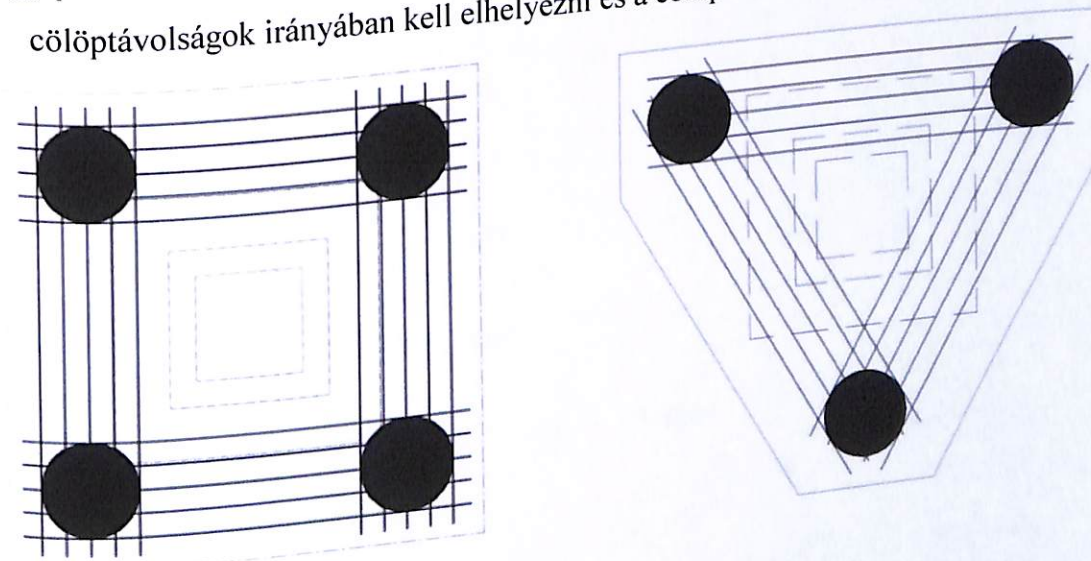
A cölöpök felett fekvő húzott vasalás lehorgonyzási szakasza merőlegesen erősen nyomott, így általában kampó nélküli egyenes lehorgonyzási hosszak elegendők. Ha a terhelés 3 vagy több cölöpre térbelileg – tehát több irányban – oszlik meg, akkor feszítőművek alakulnak ki. elsősorban a mindenkorileg rövidebb 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:

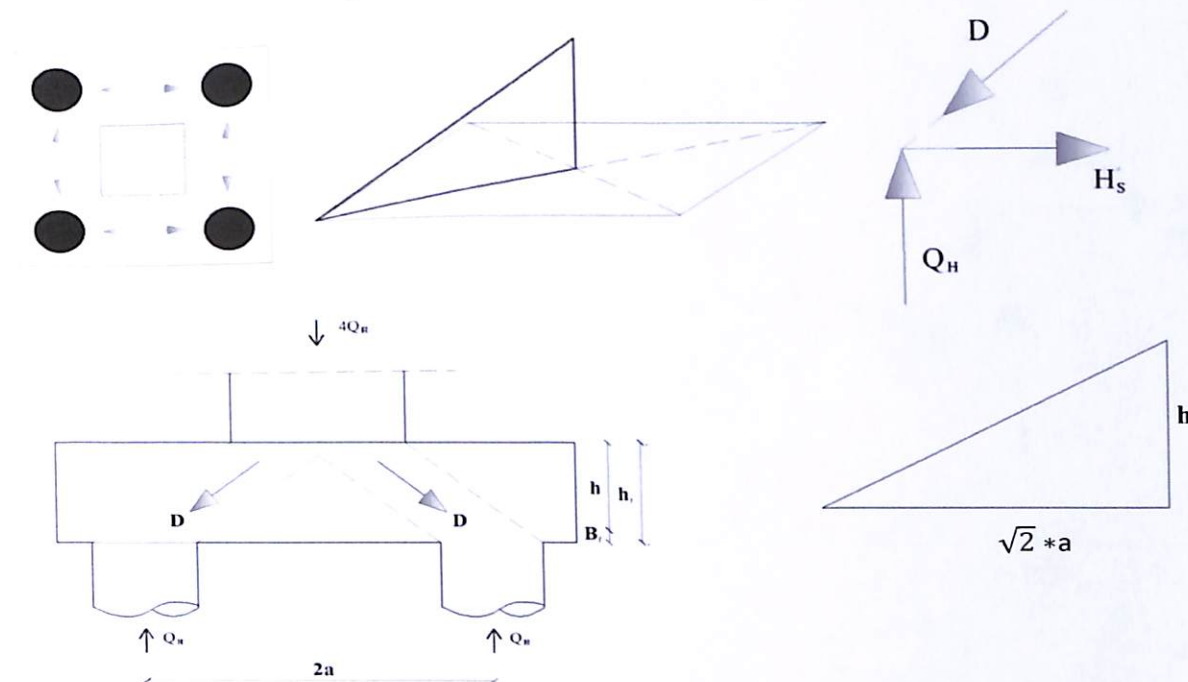
Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport



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



Cölöpfejlmez vasalása 4 cölöp esetén



$$F_n = 4 \cdot \sigma_H = 2420 \text{ kN}$$

$$\sigma_H = 605 \text{ kN}$$

$$a = 60 \text{ cm}$$

$$h_t = 40 \text{ cm}$$

$$B_f = \text{Betonfedés} = 5 \text{ cm}$$

$$h = h_t - B_f = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Betonacél: B60.50} \quad \sigma = 420 \text{ N/mm}^2$$

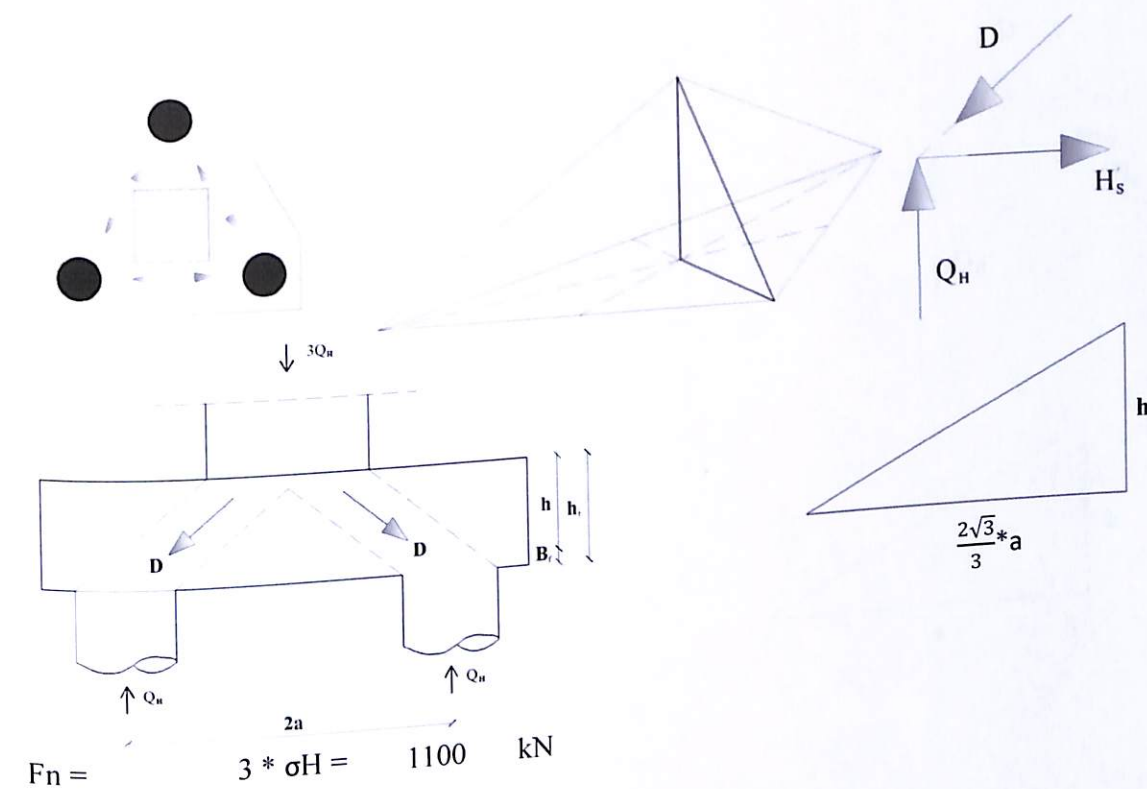
arányosságból:

$$H'_s = \frac{\sqrt{2} \cdot a}{h} \cdot \sigma_H \quad H'_s = \sqrt{2} \cdot H_s \rightarrow H_s \frac{a}{h} \cdot \sigma_H$$

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

$$A_s = H_s / \sigma = 1\,037\,143 / 420,00 = 2469,388 \text{ mm}^2 \quad 8\phi 20$$

Cölöpfejlemez vasalása 3 cölöp esetén



$$F_n = 3 * \sigma_H = 1100 \text{ kN}$$

$$\sigma_H = 366,67 \text{ kN}$$

$$a = 60 \text{ cm}$$

$$h_t = 40 \text{ cm}$$

$$B_f = \text{Betonfedés} = 5 \text{ cm}$$

$$h = h_t - B_f = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Betonacél: B60.50} \quad \sigma = 420 \text{ N/mm}^2$$

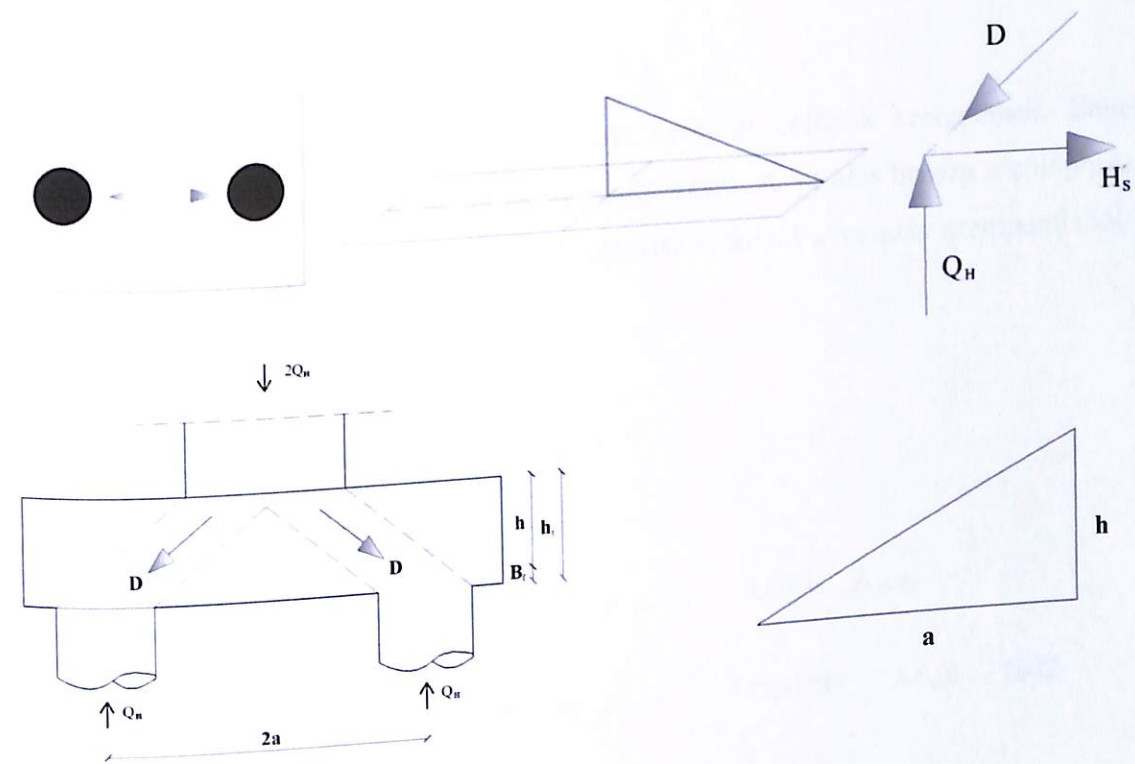
arányosságból:

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

$$H_s = 2/3 * 0,6 / 0,35 * 366,67 = 19,0476 \text{ kN}$$

$$A_s = H_s / \sigma = 419\,048 / 420,00 = 997,7324 \text{ mm}^2 \quad 5\phi 16$$

Cölöpfelemez vasalása 2 cölöp esetén



$$F_n = 3 \cdot \sigma_H = 530 \text{ kN}$$

$$\sigma_H = 265,00 \text{ kN}$$

$$a = 60 \text{ cm}$$

$$h_t = 40 \text{ cm}$$

$$B_f = \text{Betonfedés} = 5 \text{ cm}$$

$$h = h_t - B_f = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Betonacél: B60.50} \quad \sigma = 420 \text{ N/mm}^2$$

arányosságból:

$$H_s = 0,6 / \frac{a}{h} * \sigma_H = 0,35 * 265,00 = 454,2857 \text{ kN}$$

$$A_s = H_s / \sigma = 454,286 / 420,00 = 1081,633 \text{ mm}^2 \quad 6\phi 16$$

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

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

$$A_{\text{vas}} = 0,1257 \cdot 0,60\% = 0,00075398 \text{ m}^2 \rightarrow 753,9821 \text{ AS}_{\text{akl}}: 7\phi 12$$

FDP cölöpök vasalása

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

$$A_{\text{vas}} = 0,1018 \cdot 0,60\% = 0,00061073 \text{ m}^2 \rightarrow 610,7255 \text{ AS}_{\text{akl}}: 6\phi 12$$

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 fúrési 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 cölöpmérmőnek felel meg. Kisebb cölöpmérmő 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 cölöppel 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 fúrési 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 cölöpmérmőnyit elcsúszhat, illetve másfélszeres is lehet a betonfelhasználás.

Célszerű minél nagyobb területet, minél több cölöpöt kitüzetni 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 többletterhbírást 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 $\frac{3}{4}$ -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	
	0,4 m		0,36 m	
Cölöp átmérő:			0,1018 m ²	
Cölöp felülete:	0,1257 m ²		0,1018 m ³	
Cölöp térfogata:	0,1257 m ³	16 648 800 Ft	2615 fm	14 644 000 Ft
Összes cölöphossz:	2973,0 fm	7 042 325 Ft	266,17 m ³	5 017 390 Ft
Összes térfogat (beton):	373,60 m ³		13,31 m ³ (5%)	
Többletbeton:	37,36 m ³ (10%)	2 054 790 Ft	26,62 m ³	146 396 Ft
Kitermelt talaj:	373,60 m ³		6φ12 B500	
Cölöpök vasalása:	7φ12 B500		53 kg	
Cölöp vasmennyiség:	60 kg		346 db	
Cölöpök száma:	346 db	3 238 560 Ft	18 338 kg	2 860 728 Ft
Összes vas:	20 760 kg	608 715 Ft	18 m ³	493 059 Ft
Vésés (50 cm):	22 m ³	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 furási költsége:
5 600 Ft/fm

Beton bekerülési költsége helyszínrre szállítva:
C30/37 - XA1 - 24 - F3
1 m³ = 18 850 Ft

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

Beton vésés + elszállítás:
vésés: 23500 Ft/m³
elszállítás: 4500 Ft/m³
összesen: 28000 Ft/m³

Földanyag elszállítása deponálási díjjal:
5500 Ft/m³

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 Bányterenye (2011.03.01.)
- HUN-Reng Magyarország földrengési információs rendszere
(<http://www.foldrenges.hu>)
- KONZOL 2006 Mérnökiroda Kft. – Terhelési adatszolgáltatás alapozáshoz rajzsám:
S-11, S-12 (2013.10.30.)
- LB2 Mérnöki tervező Kft. – Műszaki leírás SINA ülóbútorgyár Bányterenye
(2013.11.25.)
- OMSZ (Országos Meteorológiai Szolgálat) Magyarország csapadék viszonyai
(http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek)
- Petik és Társa Mérnök és Szolgáltató Kft. – Talajvizsgálati jelentés Bányterenye
(2011.03.07.)
- Wikipédia a szabad enciklopédia – Lemeztektika
(<https://hu.wikipedia.org/wiki/Lemeztektika>)

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-ről 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.

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

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 együttműködés érdekében fejtőbölkkel fogjuk össze. A fejtőbölk 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/m ³	cement
adagolással)				
Fejtőmb és fejgerenda beton:	C30/37-XA1-16-F3			
Betonacél:	B500 B			
Beton takarás:	5 cm	(cölöp fővason és fejtőmb 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

Építőmérnöki intézet / Geotechnika szakcsoport

- Beton mintavételi jkv.-ek (próbakockák), konzisztencia ellenőrzés (szűrőpróbaszerűen 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

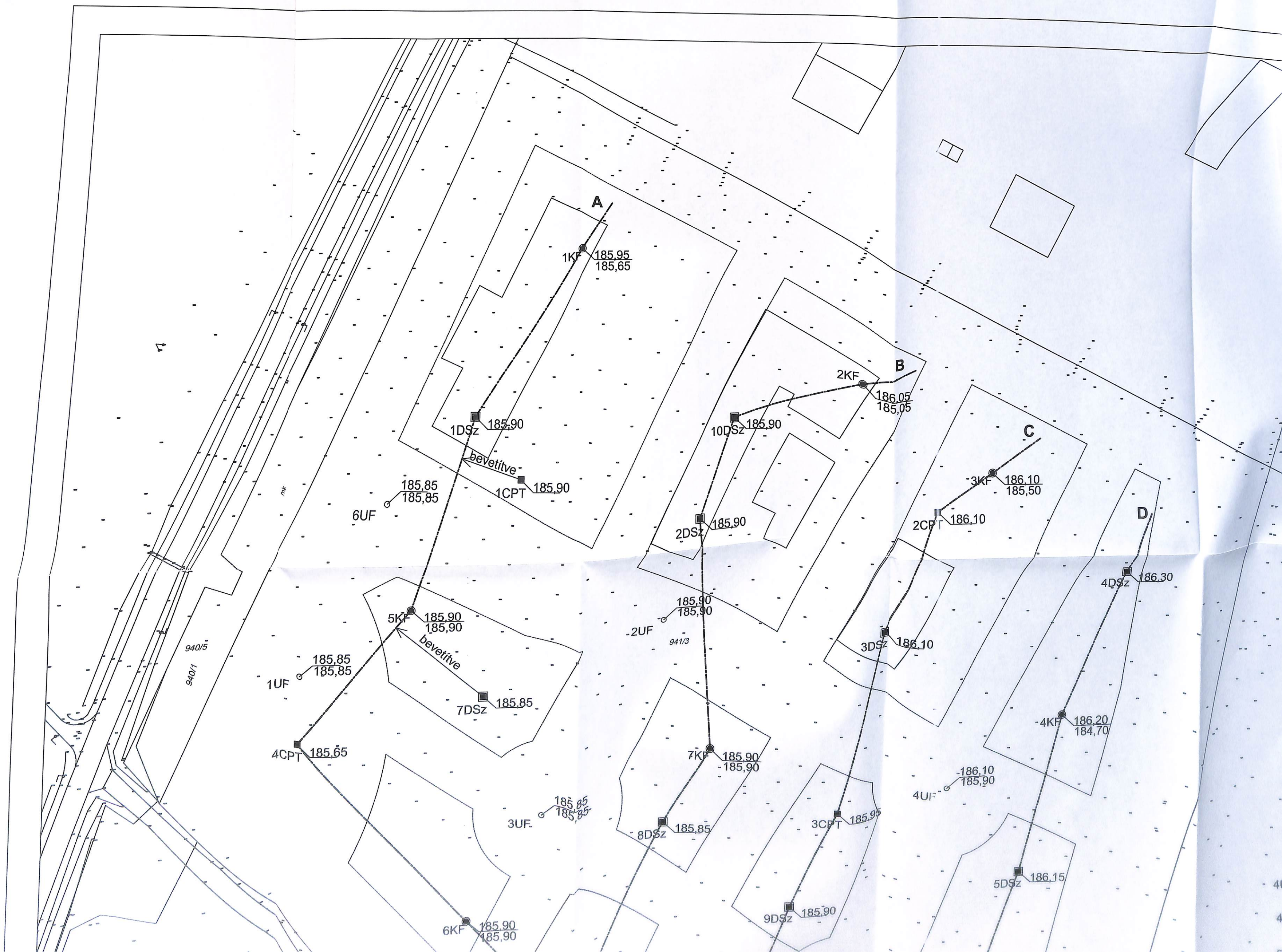


9. Mellékletek

- 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)
- Fejtőmbök 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-A réteg

(bevetítve)

4CPT

185,65

7DSz

185,85

Köpenysurlódás [kPa]

200

400

600

10 [MPa]

20

30

Csúcsellenállás

nytv. 2011.02.23.

0,00

szerves-szervesnyomos iszapos HOMOK - homokos ISZAP

szerves AGYAG

szerves-szervesnyomos iszapos HOMOK - homokos ISZAP

szerves AGYAG

iszapos HOMOK

kavicsszórványos HOMOK - kavicsos HOMOK

márga AGYAG

0,3

1,0

2,5

3,7

5,0

5,2

7,0

7,5

9,8

10,0

12,5

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

0

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

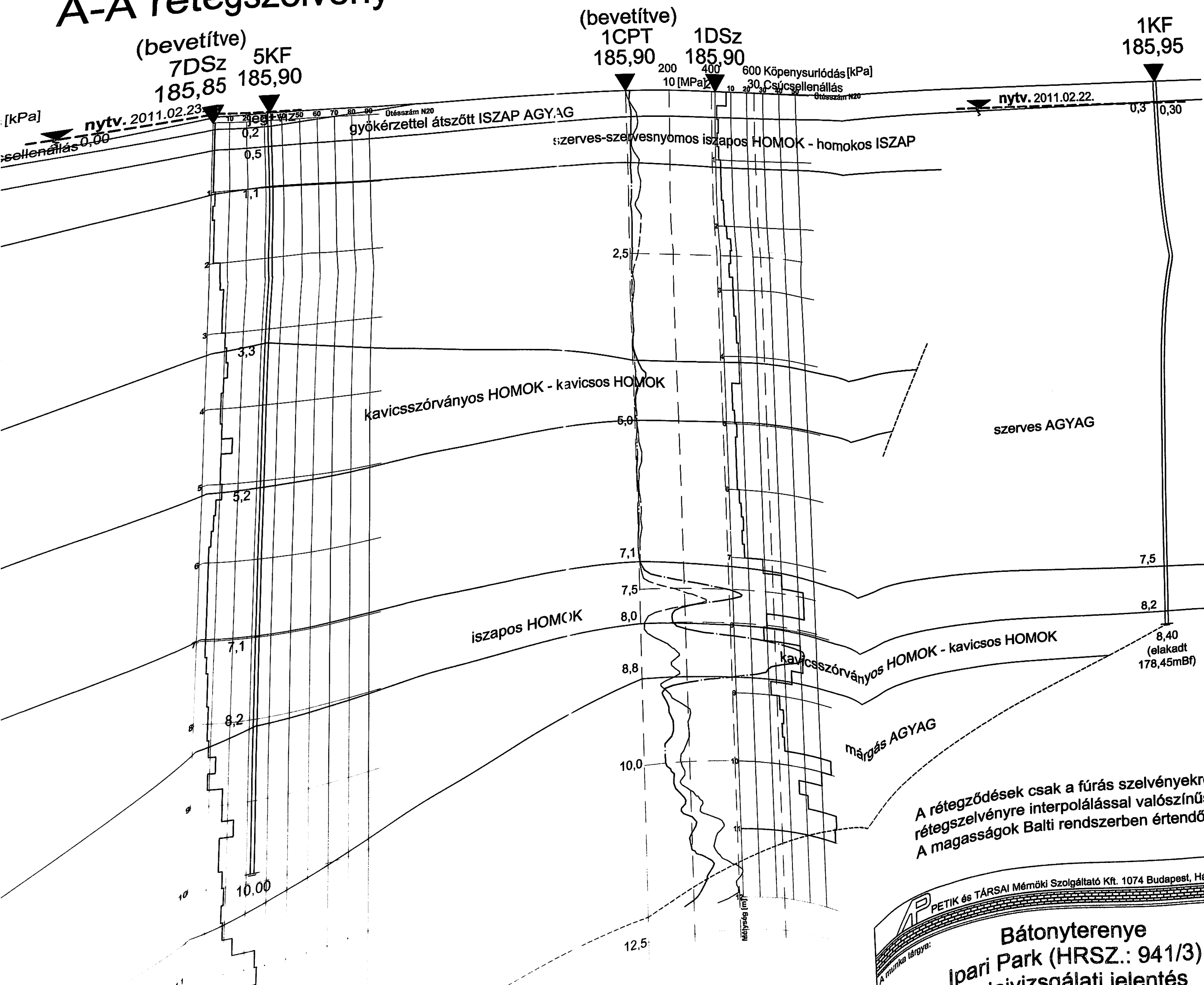
10

11

12

13

A-A rétegszelvény

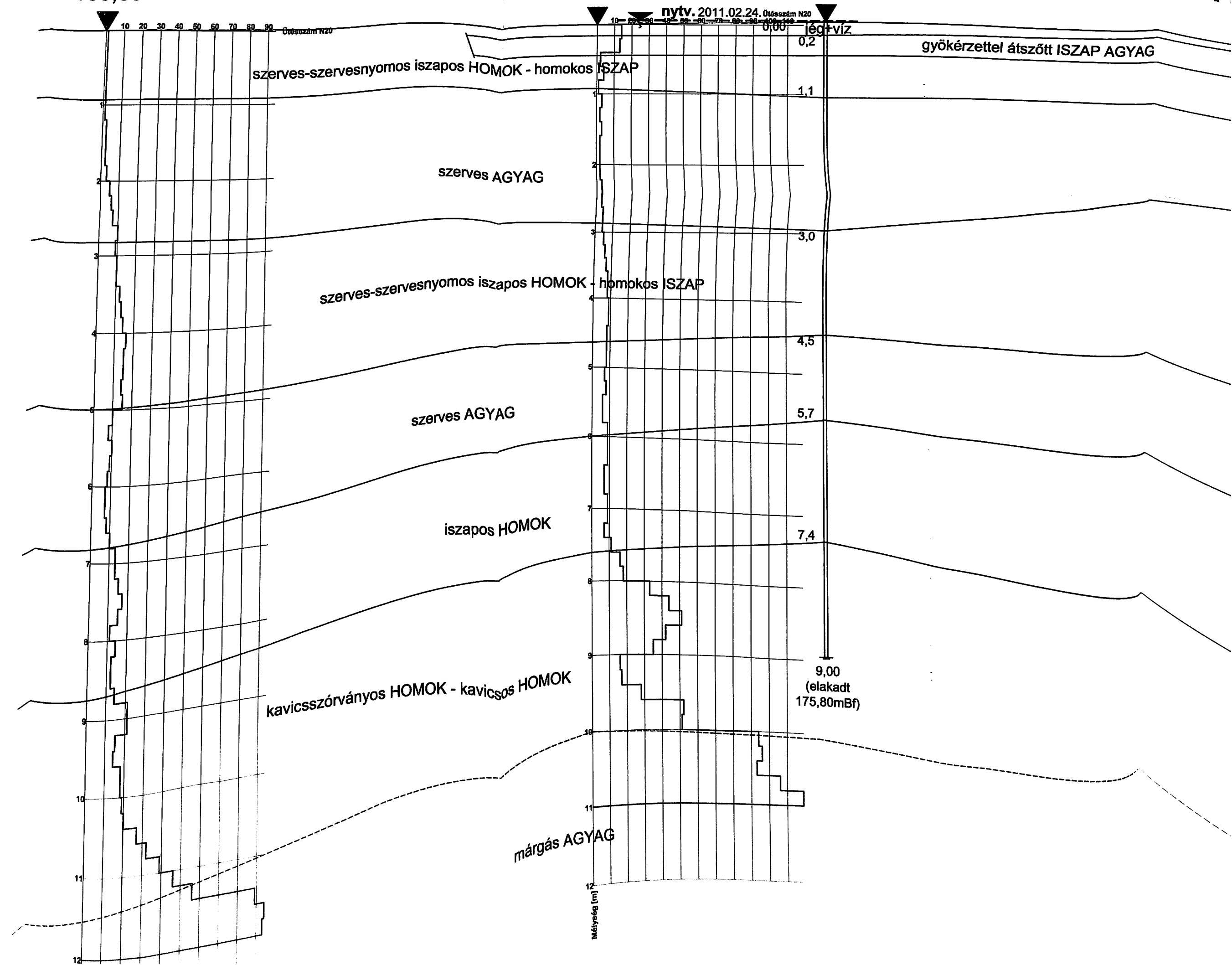


11DSz
185,80

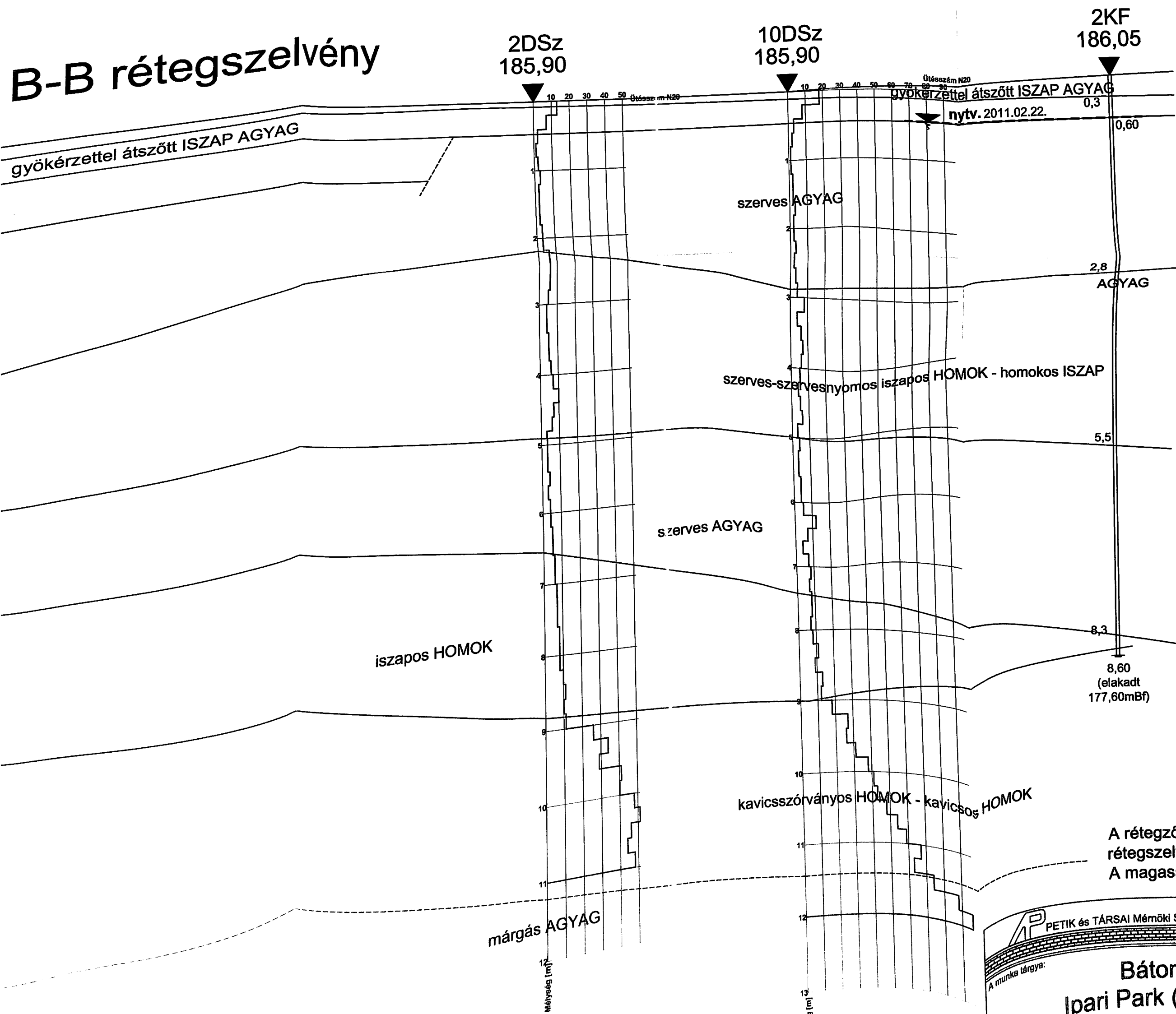
8DSz
185,85

7KF
185,90

B-B rétegszelvén



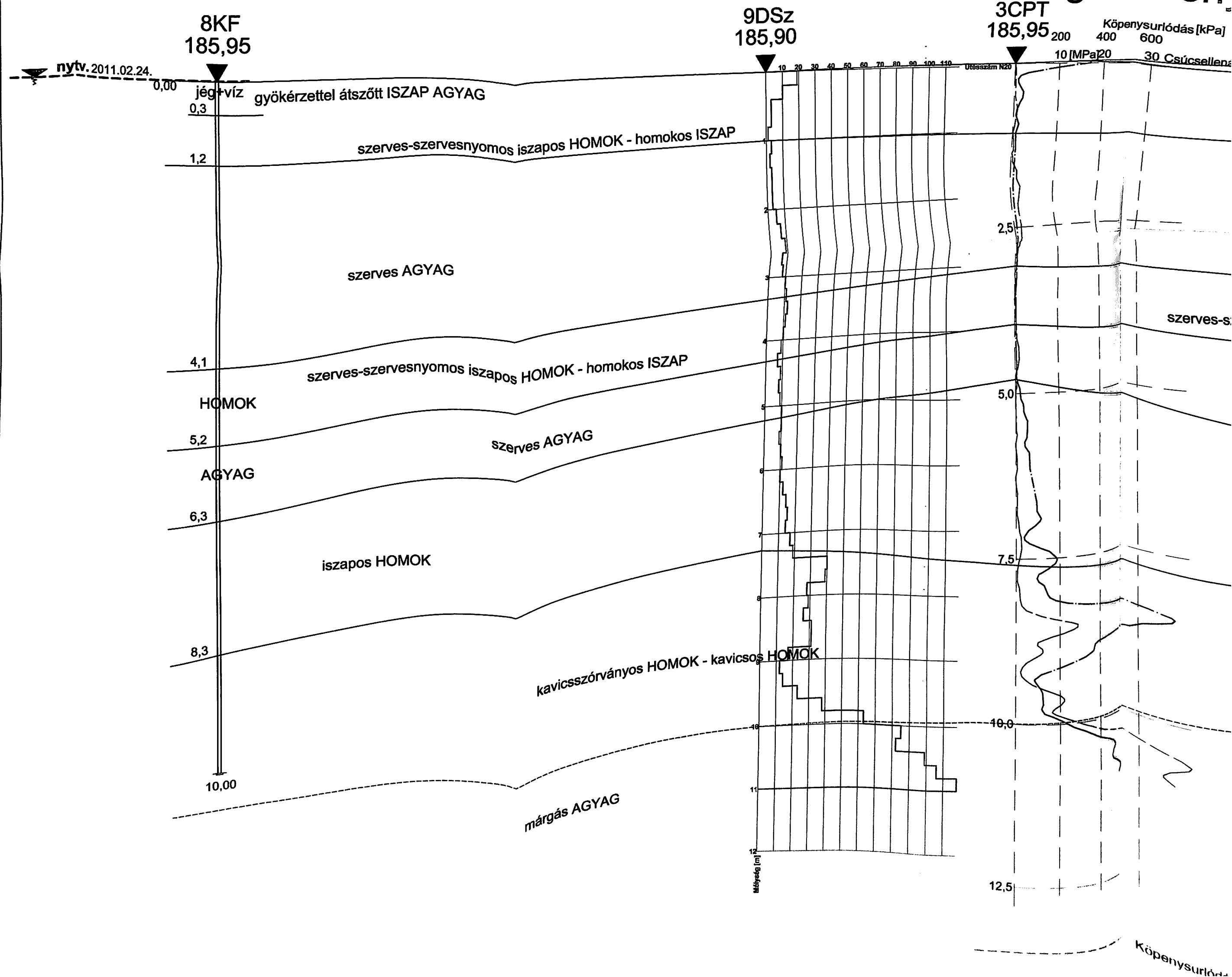
B-B rétegszelvény



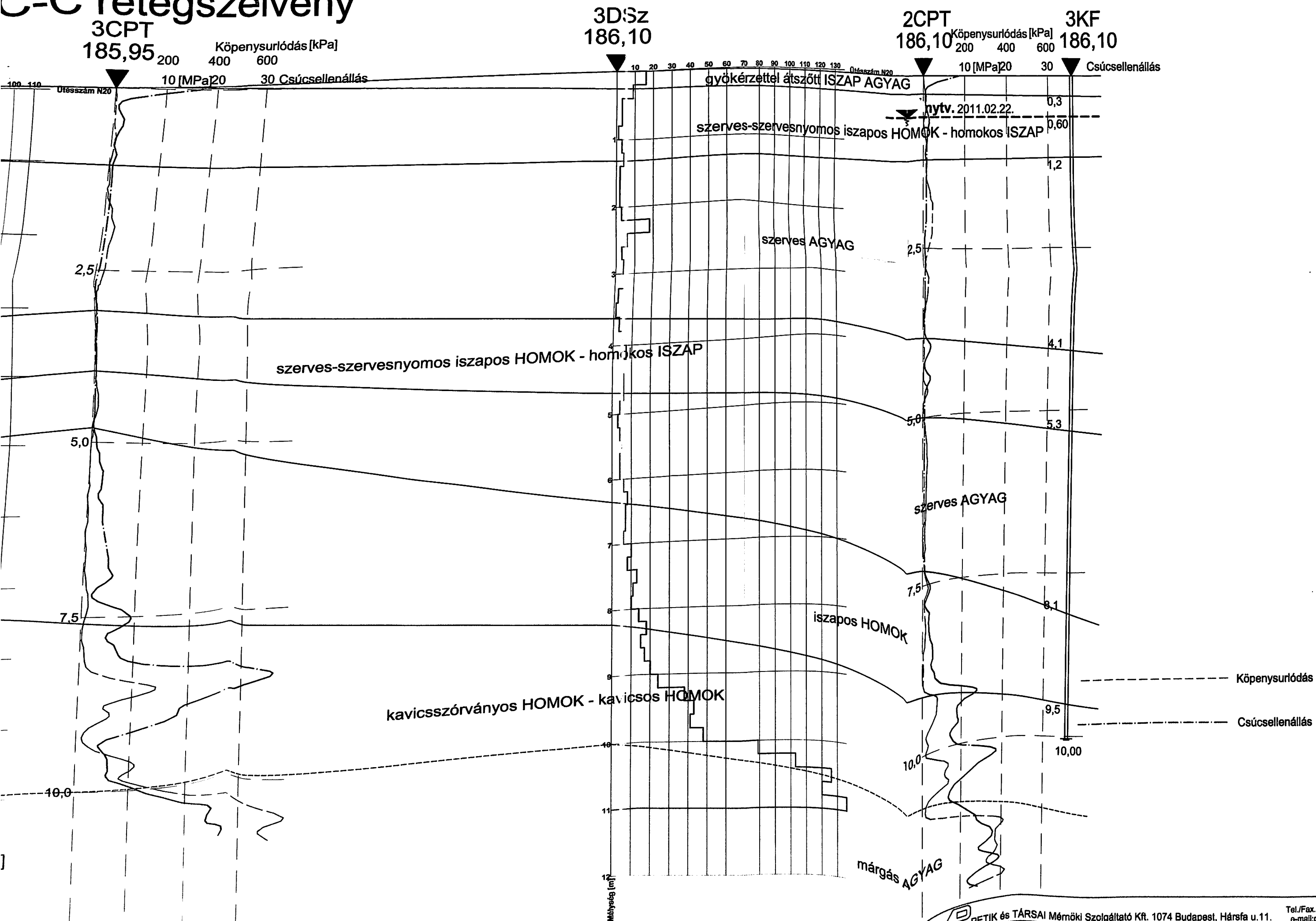
A rétegződés csak a fúrás szelvényekre igazak, a rétegszelvényre interpolálással valószínűsítettük. A magasságok Balti rendszerben értendők!

PETIK és TÁRSAI Mémőki Szolgáltató Kft. 1074 Budapest, Hársfa u.11. Tel./Fax.: 322-1418 351-3513 e-mail: petikkft@t-online.hu	
Bátonyterenye Ipari Park (HRSZ.: 941/3) Tervezési és építési engedély	
Törzsszám:	37/2011
Dátum:	2011.02.22.

C-C rétegszelvény



C-C rétegszelvény

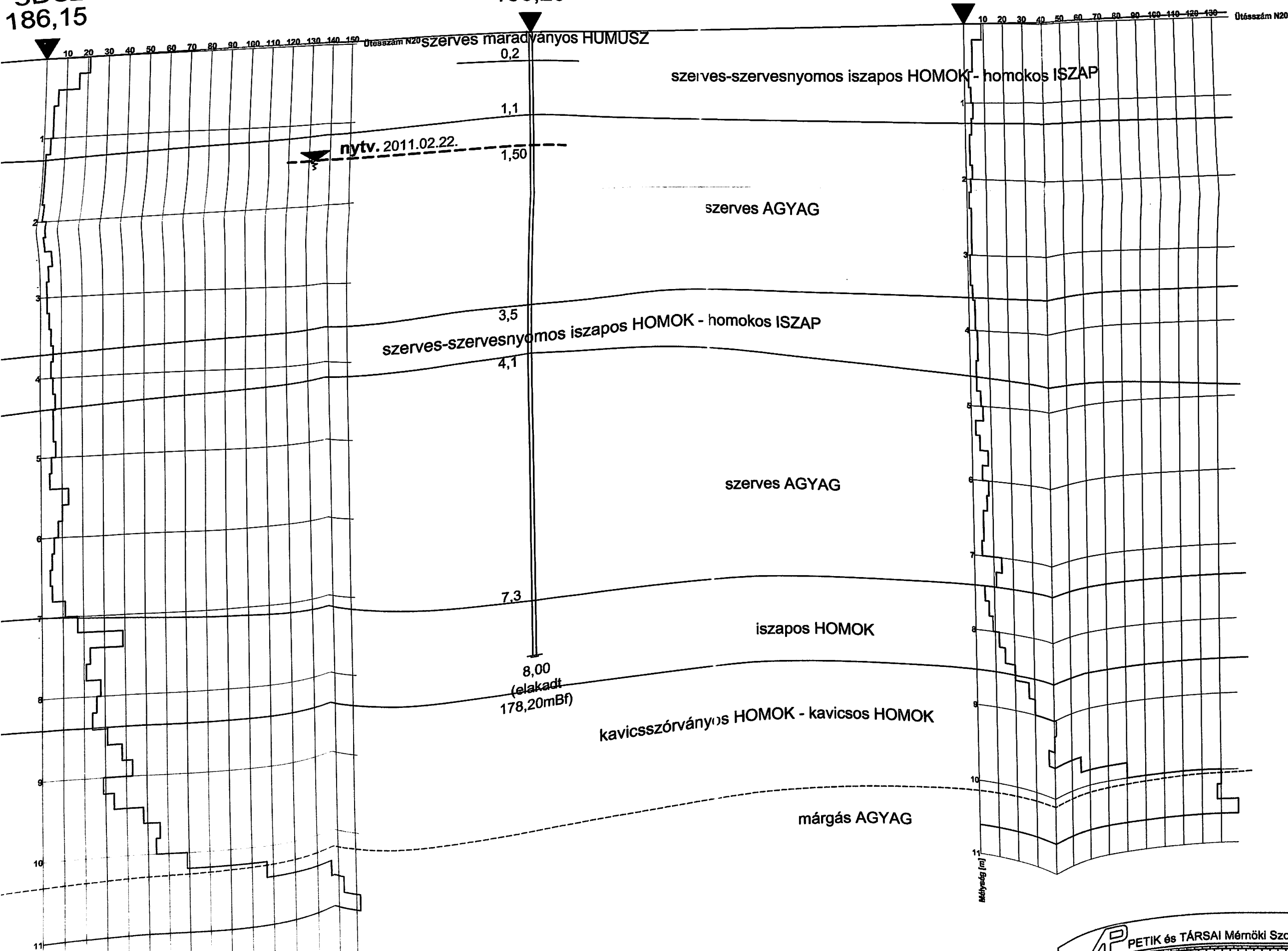


Étesszelvény

5DSZ
186,15

4KF
186,20

4DSZ
186,30



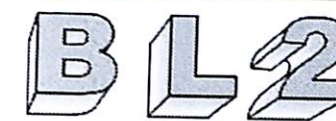
A rétegződések csak a fúrás szelvényekre igazak, a
étesszelvényre interpolálással valószínűsítettük,
Belső rendszerben értendők!

PETIK és TÁRSAI Mémőki Szolgáltató Kft. 1074 Budapest, Hársfa u.11. Tel./Fax.: 322-1418 351-3513 e-mail: petikktf@t-online.hu	
Bátonyterenye Ipari Park (HRSZ.: 941/3) Telepítési engedély	
Törzsszám:	37/2011
Dátum:	2011.02.22

Ülésszám N20

ISZAP

Szakági tervező/Fachplaner:



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 Építő Zrt.
1037 Budapest, Bojtár u. 41-47.

MEGBÍZÓ:

Auftraggeber



Bauer Magyarország Speciális Mélyépítő Kft.
1097 Budapest, Koppány u. 5-11.

CÖLÖPALAPOZÁS

CÖLÖPÖKET ÖSSZEFOGÓ FEJTÖMBÖK VASALÁSI TERVE

FELELŐS TERVEZŐ:

Bognár Balázs GT-T 01-11813
okl. építőmérnök

Haupt Statiker
Geschäftsführer

TERVEZŐ:

Maróthi Krisztián R5JS91

Statiker

SZERKESZTŐ:

Maróthi Krisztián R5JS91

Konstrukteur

2016. május 02.

Plan Nr.:

KIVITELI TERV

S-02

Lépték/Maßstab

M 1:25

Tartalomjegyzék:

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

Anyagminőségek, betontakítás:

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 fővason: 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

C ds.: -10,70 m

Geometriailag egyeztetve:

Bognár Balázs
GT-T 01-11813
Maróthi Krisztián
R5JS91
alapozás tervező

Megjegyzés:

A villámvédelem vasai a vonatkozó villámvédelmi terv alapján a betonozás megkezdése előtt elhelyezendő.

Jelmagyarázat:

Cölöp megnevezése	C1	Cölöp megnevezése	Cölöp alpozási síkja
Pfahldurchmesser	360/FDP	Armatura felső síkja	Fejtőmb felső síkja
OK. Stahlikorbe	Ar.fs:.....m	Cölöp visszavéssési síkja	Fejtőmb felső síkja
OK. Kopfbalken	Ft.as:.....m	Cölöp visszavéssési síkja	Fejtőmb felső síkja
OK. Kopfbalken	Ft.fs:.....m	Cölöp visszavéssési síkja	Fejtőmb felső síkja
UK. Pfahl	C as:.....m	Cölöp alpozási síkja	Fejtőmb felső síkja

Anyagminőségek, betonalkatás:

Anyagok: Pfahl: cölöp beton: C30/37-XA1-16-F5 380kg/m³ cem.ad.
Kopfbalken: fejtőmb beton: C30/37-XA1-16-F3
Betonalkatás: Betonacél: B500 B
Betonfedek: Pfahlkopf: fejtőmb: 5,0cm
Cölöp fővason: 5,0cm

Csatlakozó tervek:

Csatlakozó terv:
Felszerkezeti tervdokumentáció
Részletes talajmechanikai szakvélemény
Terhelési adatazsiglítás
Gépész kivitelezési tervdokumentáció

Magassági szintadat:

±0,00=187,80 mBf

Szakági tervező/Fachplaner:

A1 JELŰ ARMATÚRA TERVE

M=1:50

KÉSZÜL: 33 DB

FEJTŐMB FELSŐ SÍKJA - ALAPRAJZ SZERINT

FEJTŐMB ALSÓ SÍKJA - ALAPRAJZ SZERINT

④ 2x4φ12-0,53 távtartó

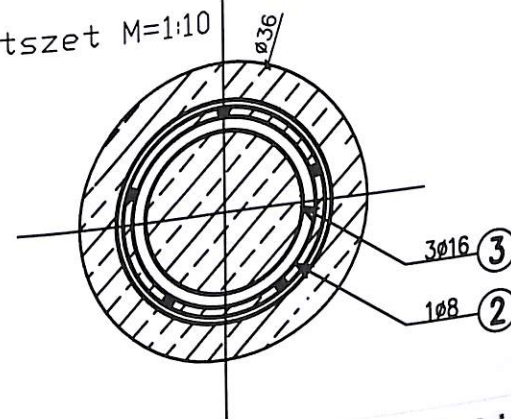
① 5φ12-3,00 hosszvas

② 1φ8-0,29*3,14*16=~14,60 spirálkengyel

ALAPOZÁSI SÍK - Alaprajz Szerint

③ 3φ16-0,75 körkengyel

1-1 metszet M=1:10



Betonacél-kimutatás 1.jelű armatúrához

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

A2 JELŰ ARMATŰRA TERVE

M=1:50

KÉSZÜL: 65 DB

FEJTÖMB FELSŐ SÍKJA - ALAPRAJZ SZERINT

FEJTÖMB ALSÓ SÍKJA - ALAPRAJZ SZERINT

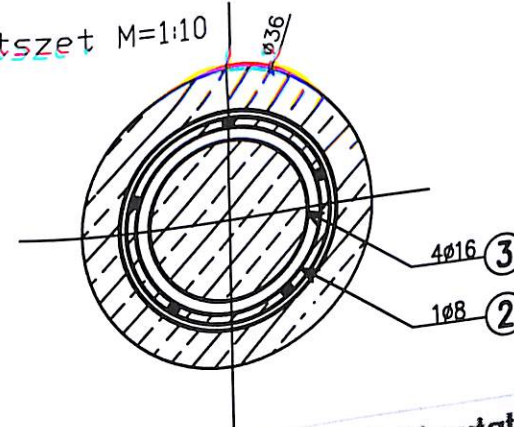
④ 3x4ø12-0,53
távtartó

① 5ø12-4,00 hosszvas

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

③ 4ø16-0,75
körkengyel

1-1 metszet M=1:10



Betonacél-kimutatás 2.jelű armatúrához

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

A3 JELÜ ARMATŪRA TERVE

M=1:50

KÉSZÜL: 20 DB

FEJTÖMB FELSŐ SÍKJA - ALAPRAJZ SZERINT

FEJTÖMB ALSÓ SÍKJA - ALAPRAJZ SZERINT

④ 4x4ø12-0,53
távartó

1 5012-6,00 hosszvas

1-1 metszet M=1:10

② $108 - 0,29 \cdot 3,14 \cdot 40 \approx 36,50$ spirálkengyel

③ 5ø16-0,75
körkengyel

5016 (3) ALAPOZÁSI SÍK - Alaprajz Szerint

Betonacél-kimutatás 3.jelű armatúrához

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

A4 JELÜ ARMATÚRA TERVE

M=1:50

KÉSZÜL: 226 DB

FEJTÖMB FELSŐ SÍKJA – ALAPRAJZ SZERINT

FEJTÖMB ALSÓ SÍKJA - ALAPRAJZ SZERINT

④ 4x4ø12-0,53
távtartó

1-1 metszet M=1:10

① 5020-6 00 h0sszvns

② $108 - 0,29 \cdot 3,14 \cdot 40 = \sim 36,50$ spirálkengyel

③ 5ø16-0,75
körkengyel

2

5016 (3) ALAPOZÁSI SIK - Alaprajz Szerint

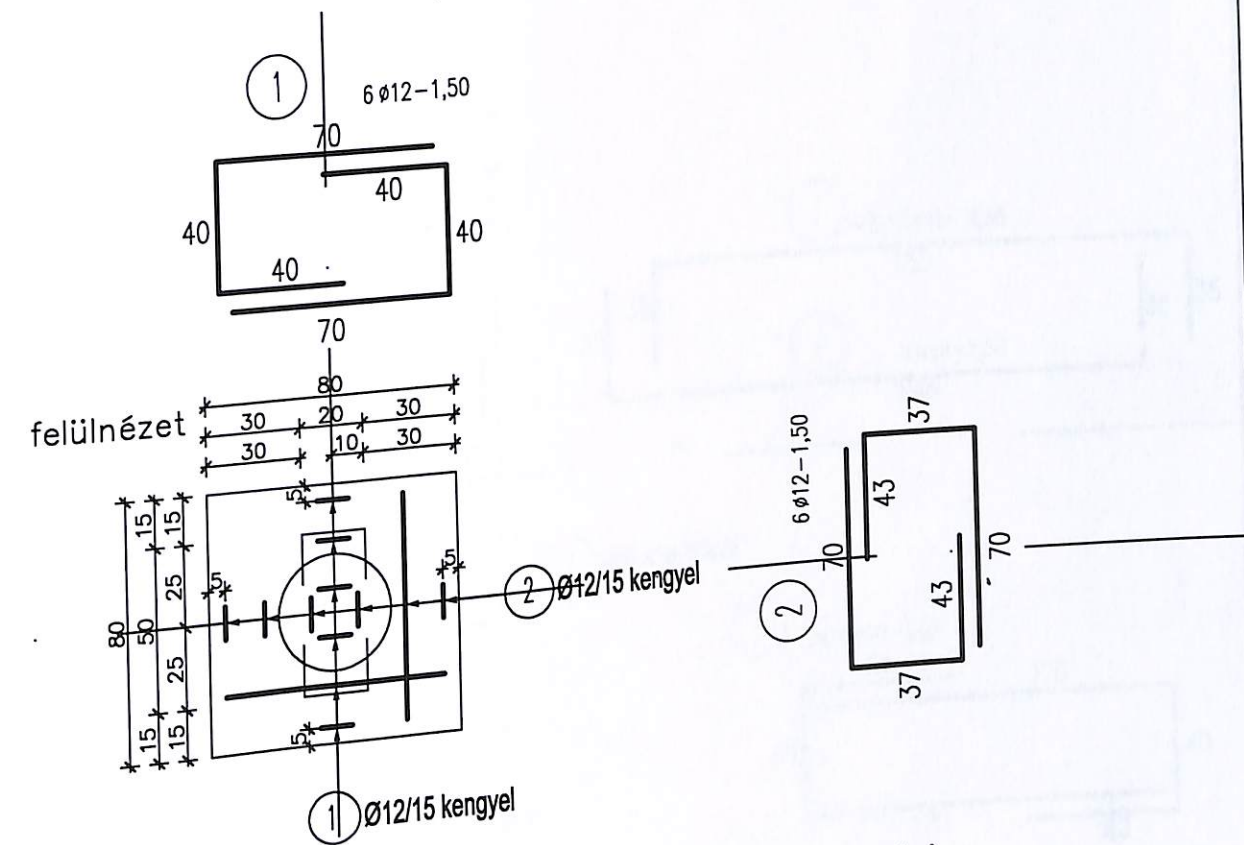
100 (2)

Betonacél-kimutatás 4.jelű armatúrához

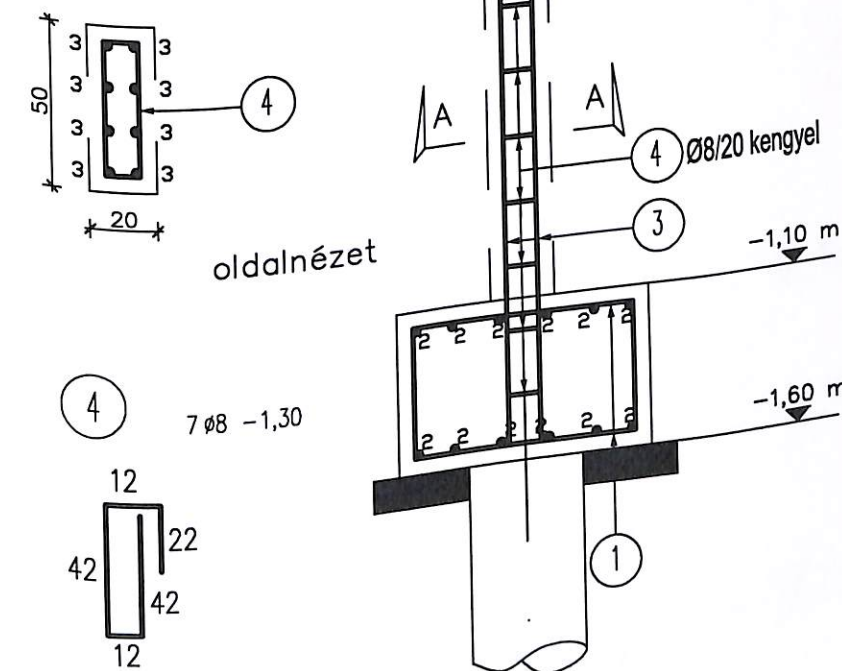
12

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

FT_1 jelű fejtömb készül: 7 db
C1 típusú cölöppel
M=1:25



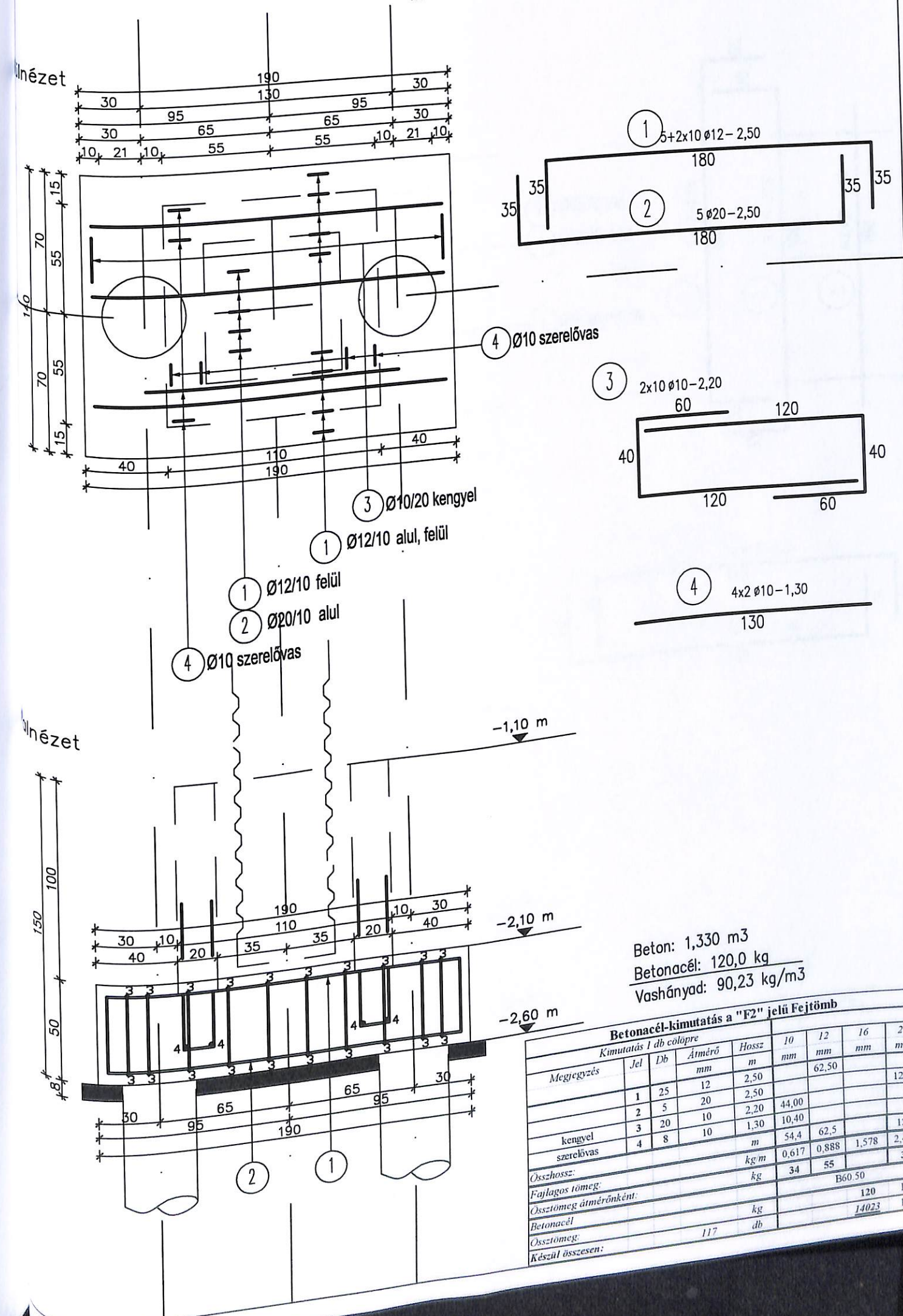
A-A Metszet



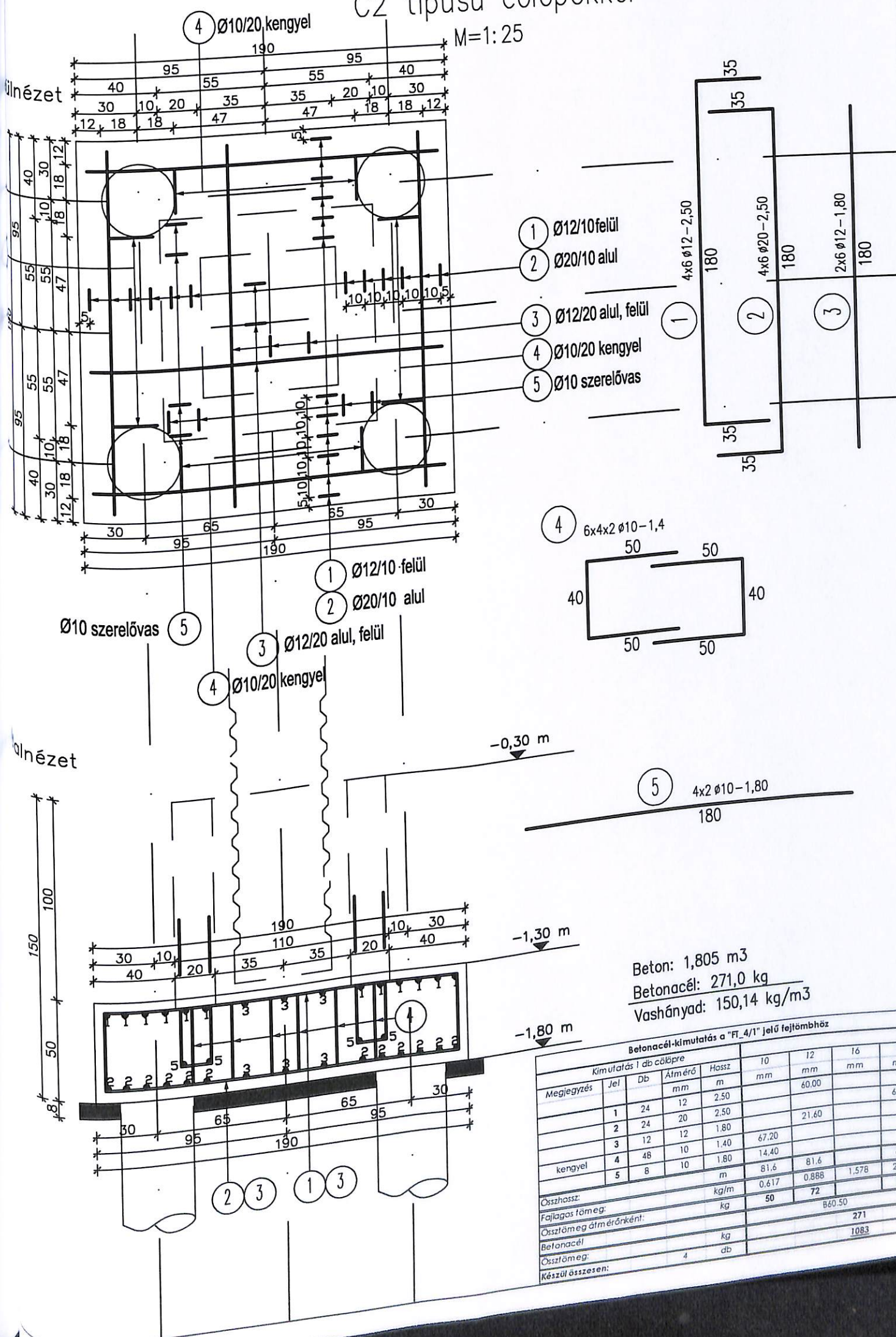
Betoncél-kimutatás a "F1" jelű Fejtömb									
Kimutatás 1 db cölöpre		Hossz		8		10		12	
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	m	mm	mm	mm	mm	mm
	1	6	12	1,50				9,00	
	2	6	12	1,50				9,00	
	3	4	12	3,00				12,00	
	4	7	8	1,30	9,10				
					9,1			30,0	
Osszhossz				kg/m	0,395	0,617	0,888	1,578	
Fajlagos tömeg				kg	4		27		
Ossztömeg átmérőnként							B60 50		
Betonacél				kg			30	kg	
Ossztömeg				kg			212	kg	
Készül összesen:		7	db						

FT_2 jelű fejtömb készül: 117 db
C1 típusú cölöpökkel

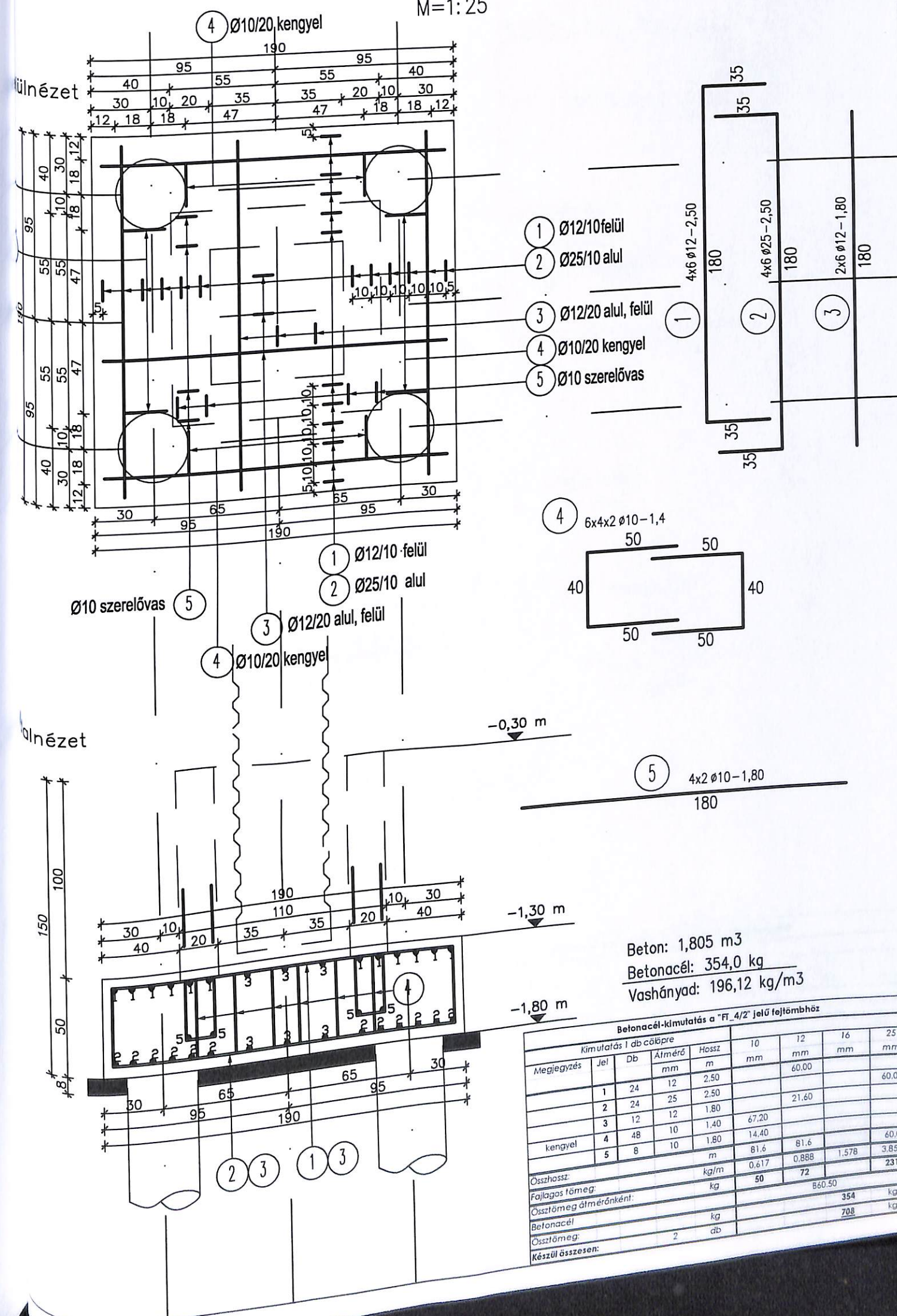
M=1:25



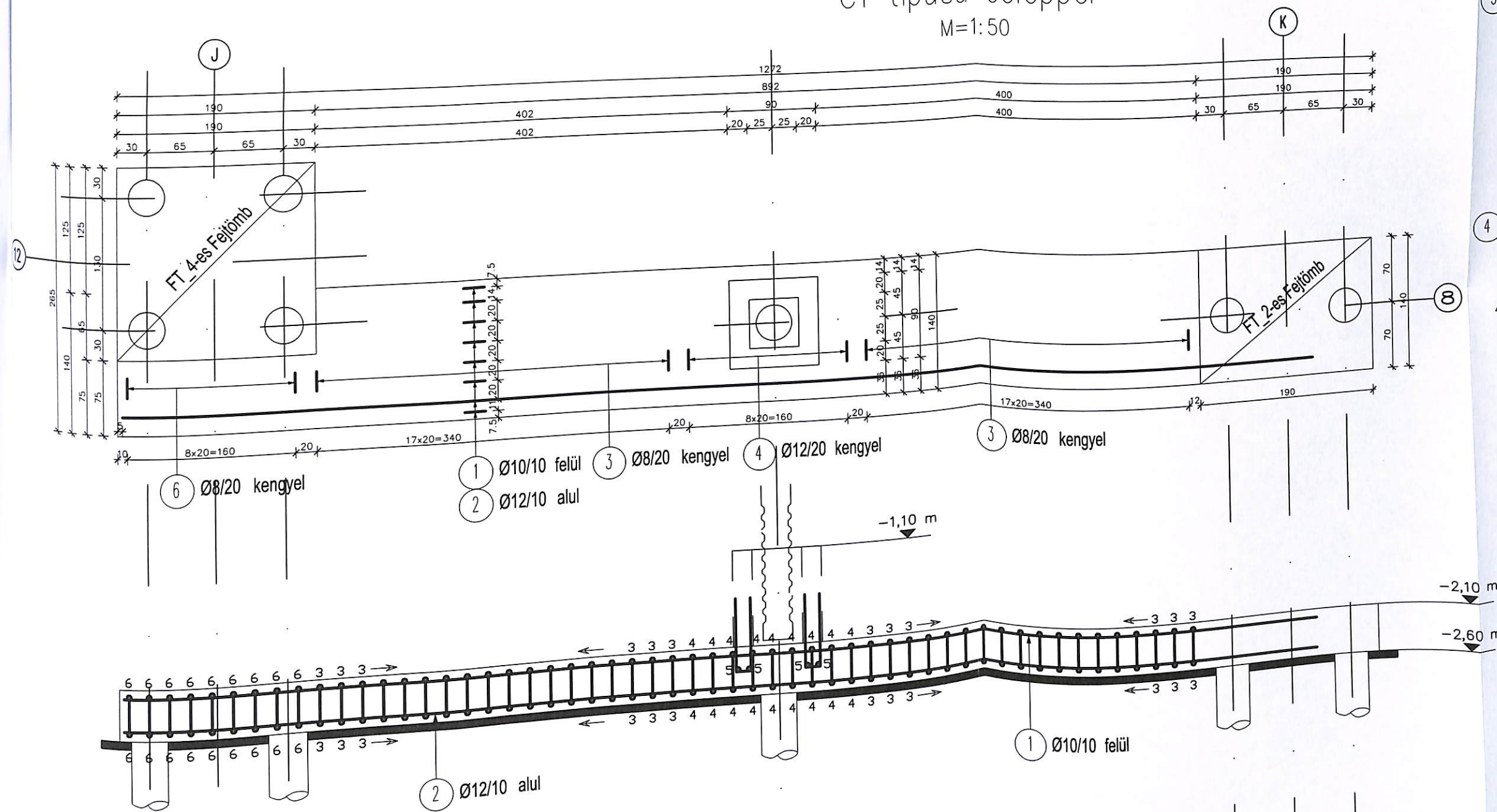
FT_4/1 jelű fejtömb készül: 4 db
C1 típusú cölöpökkel
C2 típusú cölöpökkel



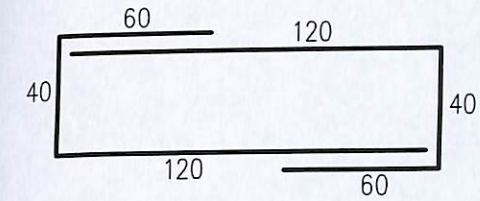
M=1:25



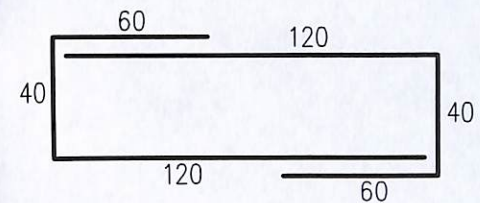
G1 jelű gerenda készül: 1 db
C1 típusú cölöppel
M=1:50



3 2x18+2x18 Ø8/20 - 2,20

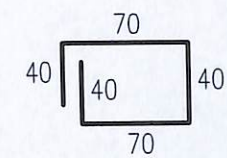


4 2x9 Ø12/20 - 2,20



5 4x2 Ø10 - 1,30

6 9 Ø8/20 - 2,60

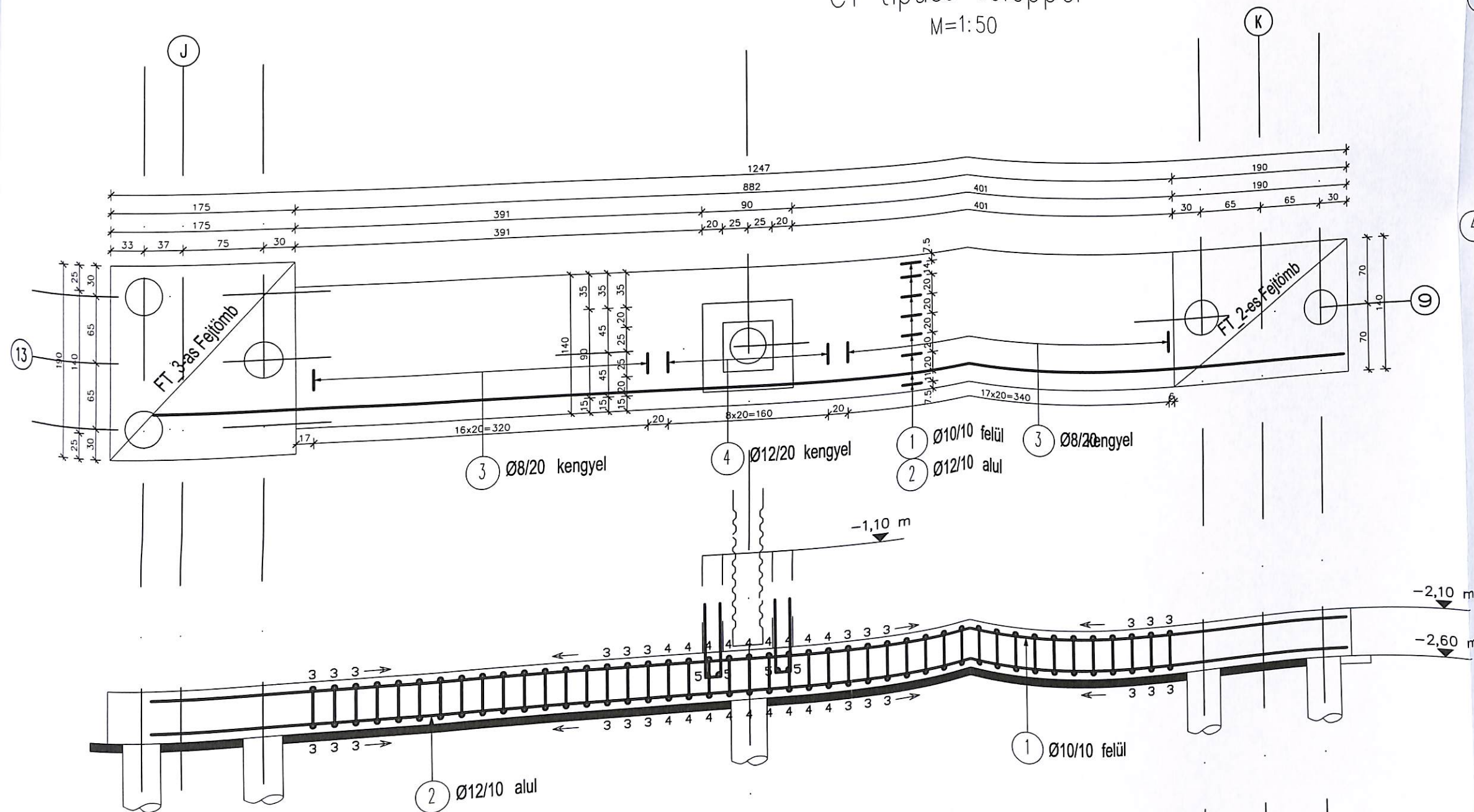


1 8 Ø10/10 - 12,00

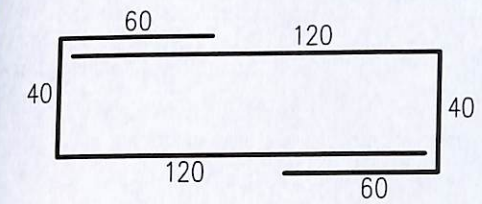
2 8 Ø12/10 - 12,00

Betonacél-kimutatás a "G1" jelű gerendához							
Kimutatás 1 db cölöpre							
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	8 mm	10 mm	12 mm
	1	8	10	12,00		96,00	
	2	8	12	12,00			96,00
	3	72	8	2,20	158,40		
kengyel	4	18	12	2,20			39,60
kengyel	5	8	10	1,30		10,40	
	6	9	8	2,60	23,40		
kengyel				m	181,8	106,4	135,6
Összhossz:				kg/m	0,395	0,617	0,888
Fajlagos tömeg:				kg	72	66	120
Össztömeg átmérőnként:					860,50		
Betonacél				kg			258
Össztömeg:				db			258
Készül összesen:							

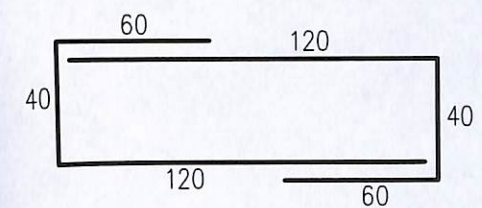
G2 jelű gerenda készül: 1 db
C1 típusú cölöppel
M=1:50



3 2x17+2x18 Ø8/20 - 2,20



4 2x9 Ø12/20 - 2,20



5 4x2 Ø10 - 1,30

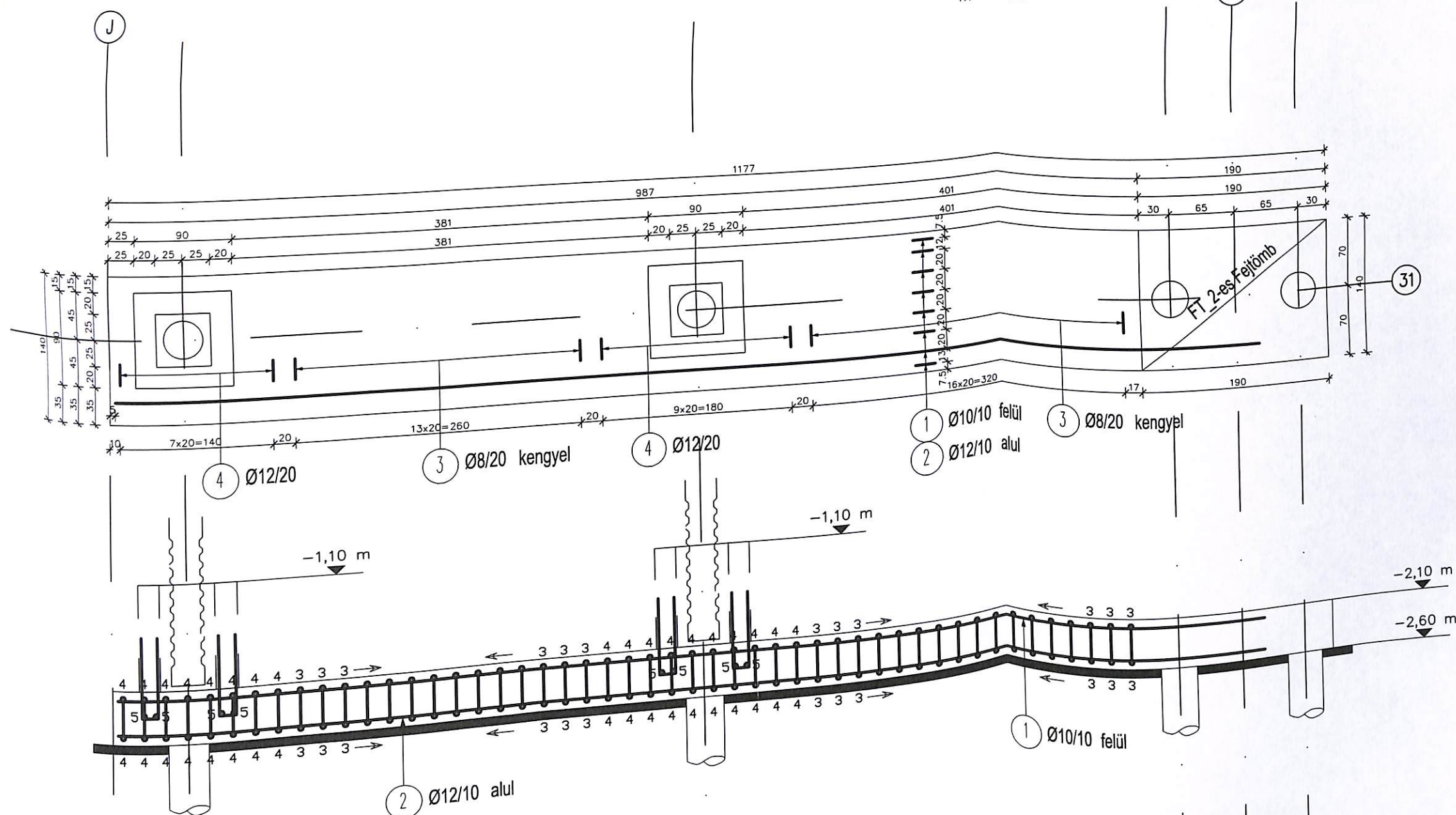
1 8 Ø10/10 - 12,00

2 8 Ø12/10 - 12,00

Betonacél-kimutatás a "G2" jelű gerendához

Kimutatás 1 db cölöpre				8	10	12	16
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	mm	mm	mm
	1	8	10	12,00			
	2	8	12	12,00		96,00	
	3	70	8	2,20	154,00		
kengyel	4	18	12	2,20		39,60	
kengyel	5	8	10	1,30		10,40	
Összhossz:				m	154,0	106,4	135,6
Fajlagos tömeg:				kg/m	0,395	0,617	0,888
Össztömeg átmérőnként:				kg	61	66	120
Betonacél				kg			247
Össztömeg:				db			247
Készül összesen:							

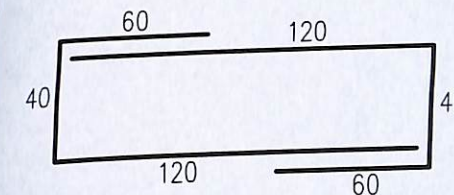
G3 jelű gerenda készül: 1 db
C1 típusú cölöppel
M=1:50



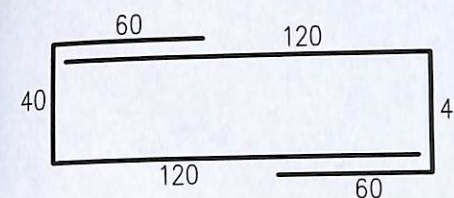
1 8 Ø10/10 - 11,00

2 8 Ø12/10 - 11,00

3 2x14+2x17 Ø8/20 - 2,20



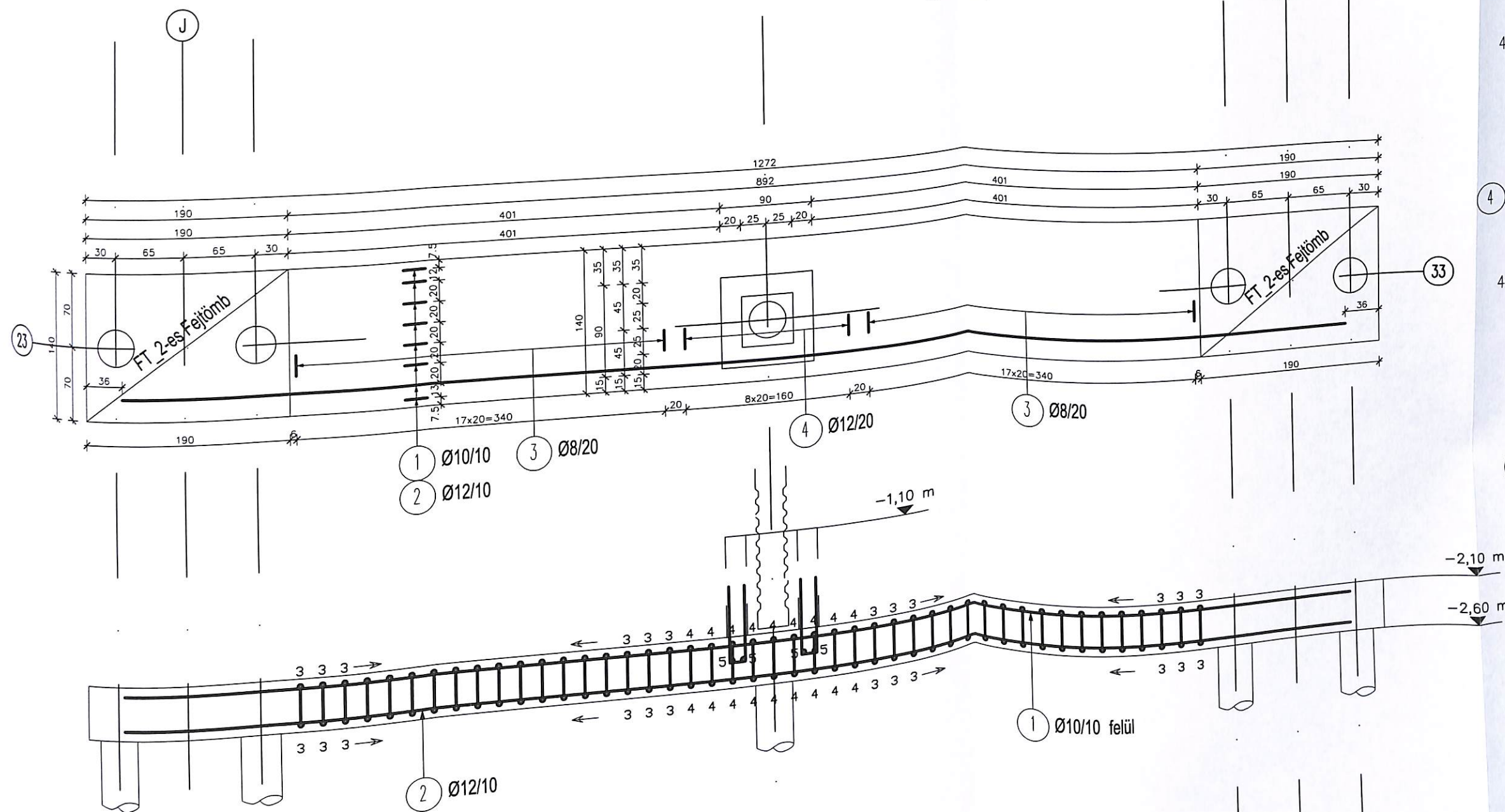
4 2x8+2x10 Ø12/20 - 2,20



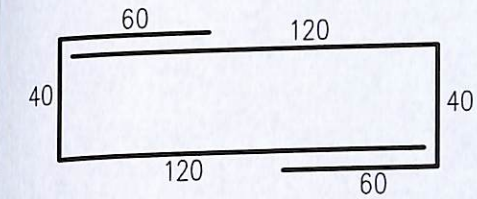
5 2x4x2 Ø10 - 1,30

Betonacél-kimutatás a "G3" jelű gerendához							
Kimutatás 1 db cölöpre				8	10	12	16
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	mm	mm	mm
	1	8	10	11,00		88,00	
	2	8	12	11,00			88,00
kengyel	3	62	8	2,20	136,40		
kengyel	4	36	12	2,20		79,20	
	5	16	10	1,30		20,80	
Összhossz:				m	136,4	108,8	167,2
Fajlagos tömeg:				kg/m	0,395	0,617	0,888
Össztömeg átmérőnként:				kg	54	67	148
Betonacél				kg		269	kg
Össztömeg:				kg		269	kg
Készül összesen:				db			

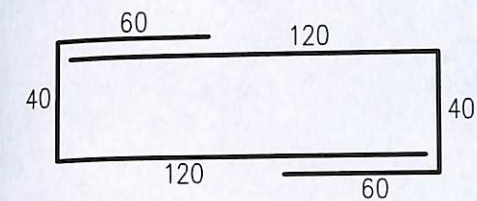
G5 jelű gerenda készül: 1 db
C1 típusú cölöppel
M=1:50



3 2x18+2x18 Ø8/20 - 2,20



4 2x9 Ø12/20 - 2,20



5 4x2 Ø10 - 1,30

1 8 Ø10/10 - 12,00

2 8 Ø12/10 - 12,00

Betonacél-kimutatás a "G5" jelű gerendához

Kimutatás 1 db cölöpre				8	10	12	16
Megjegyzés	Jel	Db	Átmérő mm	Hossz m	mm	mm	mm
	1	8	10	12,00		96,00	
	2	8	12	12,00			96,00
kengyel	3	72	8	2,20	158,40		
kengyel	4	18	12	2,20			39,60
	5	8	10	1,30		10,40	
Összhossz:				m	158,4	106,4	135,6
Fajlagos tömeg:				kg/m	0,395	0,617	0,888
Össztömeg átmérőnként:				kg	63	66	120
Betonacél							248
Össztömeg:				kg			248
Készül összesen:				db			248