



**SZENT ISTVÁN
EGYETEM**



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

SZAKDOLGOZAT

Biológiai műtárgy tervezése a nagykanizsai szennyvíztisztító telep bővítéséhez

Készítette: **Jakab Szabolcs**

Neptun kód

Belső konzulens: **Firgi Tibor**
adjunktus

Külső konzulens: **Takács Csaba**
okleveles építőmérnök

2015.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	5
1. Általános ismertetés	6
1.1. Nagykanizsa és környéke.....	7
1.1.1. A régió főbb településeinek és szennyvíztisztító telepeinek bemutatása.....	9
1.1.2. Gelse, Újudvar, Sormás települések ismertetése	9
1.1.3. A községek szennyvíztisztító telepei	10
1.2. Nagykanizsai szennyvíztisztító telep bemutatása	12
1.3. Szennyvízkezelés centralizálásának lehetősége.....	14
2. Szakirodalmi összefoglaló	17
2.1. Zárt építési módszerek	17
2.2. Nyitott építési módszerek	18
2.2.1. Rézsűs munkatérhatárolás.....	19
2.2.2. Hagyományos dúcolati rendszerek	19
2.2.3. Egyéb földmegtámasztó szerkezetek	22
2.3. A milánói módszer.....	29
2.4. Munkaterek víztelenítése	30
2.4.1. Nyíltvíztartás.....	31
2.4.2. Talajvízszint-süllyesztés	33
2.4.3. Vízkizárási módszerek	38
2.5. Választott technológiák.....	40
3. Kiindulási adatok	41
3.1. Általános ismertetés.....	41
3.1.1. A táj felosztása, morfológiája	41
3.1.2. Dél-Zala természetföldrajzi kialakulása	41
3.1.3. Éghajlat	43
3.1.4. Vízrajz.....	44
3.1.5. Szeizmicitás, földrengések.....	44
3.2. Geotechnikai feltárások, vizsgálatok	46
3.2.1. Laboratóriumi vizsgálatok	48
3.2.2. Talajok részletes jellemzése.....	48
3.3. Talajvízviszonyok, talajvízminőség.....	51
3.4. Felhasznált anyagok és anyagminőségük	52

4. Számítások	54
4.1. Földnyomások meghatározása	54
4.1.1. Függőleges földnyomás	54
4.1.2. Nyugalmi földnyomások.....	55
4.1.3. Aktív földnyomások	57
4.1.4. Passzív földnyomások.....	59
4.2. Ágyazási tényező meghatározása	61
4.2.1. Jáky féle határmélység elmélet	61
4.2.2. Fischer szerint meghatározott süllyedések	63
4.3. Földmegtámasztó szerkezet méretezése	65
4.3.1. A szádfal befogásának kézi számítása	65
4.3.2. Szádfal szoftverekkel való méretezése és ellenőrzése	68
4.4. Víztelenítés méretezése.....	76
4.5. Hidraulikus talajtörés lehetőségének vizsgálata	77
4.6. Vasbeton medence méretezése	78
4.6.1. Igénybevételek meghatározása Plaxis és Axis programokkal	78
4.6.2. Vasmennyiségek kiszámítása	82
4.6.3. Szerkesztési szabályok.....	84
4.6.4. A medence felúszás vizsgálata	88
Összefoglalás	97
Felhasznált irodalom.....	99
Táblázatok jegyzéke	102
Kép és ábrajegyzék	102
Mellékletek	104

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megragadni az alkalmat arra, hogy köszönetemet és tiszteletemet fejezzem ki mindenkinek, aki a szakdolgozatom elkészüléséhez nagyban hozzájárult.

Köszönöm Takács Csaba vállalati konzulensemnek a szakdolgozatom elkészítéséhez számomra átadott hasznos információkat, és ötleteit, valamint köszönettel tartozom a Délzalai Vízmű ZRt. -nek, hogy betekintést nyerhettem a szennyvíztelep működésébe és lehetőséget kaptam a vállalathoz kapcsolódó témában a szakdolgozatom elkészítésére.

Köszönet illeti meg Firgi Tibort témavezetőmet, aki segítségemre volt a szakdolgozat megírásában, irányította munkámat tanácsaival és odafigyelésével. Szeretném megköszönni a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar oktatóinak munkáját, amivel a hallgatók képzését és a szükséges tudás megszerzését támogatták.

Külön köszönöm Szüleimnek, Páromnak és Családomnak, hogy minden körülmények között mellettem álltak és segítették munkámat, türelmükkel, támogatásukkal.

Köszönöm!

Bevezetés

A víz az élet bölcsője, és nélkülözhetetlen eleme. A tiszta víz a XXI. század legfontosabb természeti kincse lesz, ennek ellenére a vizeket az ember többféleképpen szennyezi. A legismertebb vízszennyezési forma a szennyvizek élővízbe történő beengedése. A szennyvizet a lakosság és az ipar termeli. A lakossági (vagy kommunális) szennyvíz a napi tevékenységek, során keletkezik, ezen kívül megkülönböztetünk ipari és mezőgazdasági szennyvizeket is.

Az emberi tevékenység során keletkező és összegyűjtött szennyvizet a természet és környezetvédelmi elvárásoknak megfelelően kötelező jelleggel, megfelelő módon szükséges kezelni. Mégpedig úgy, hogy azt követően a vonatkozó határértékeket nem meghaladó károsanyagtartalmú, tisztított szennyvíz újrahasznosítható, vagy elhelyezhető legyen a környező befogadóba, vízfolyásokba, vagy éppen a talajba.

A kötelező szakmai gyakorlatot a Délzalai Víz- és Csatornamű ZRt. nagykanizsai székhelyén töltöttem. Alkalmam nyílt megismerni a régióhoz tartozó szennyvíztisztító telepeket, illetve a város közelében lévő kisebb települések kommunális infrastruktúra hálózat bővítésének kiépítését, felújítását. A város környezetében lévő kisebb települések, elavult szennyvíztelepekkel rendelkeznek (pl.: Gelse, Újudvar, Sormás), felújításuk időszerűvé vált.

A szakdolgozatomban egy Nagykanizsa központtal rendelkező szennyvízelvezetési agglomerációt vettem alapul, mely a város környéki kis települések szennyvíztisztító telepeit váltaná ki. A községek a nagykanizsai szennyvíztisztító telep segítségével biztosítanák a közigazgatási területükön képződött szennyvíz tisztítását.

Mivel a jelenlegi szennyvíztelep kapacitása véges, a bekapcsolásra szánt területek szennyvizét már nem tudná biztonságosan kezelni. Az említett változtatások indokoltá tennék egy újabb medence kiépítését a nagykanizsai szennyvíztisztító telepen, melynek megtervezésére nyújtana megoldást az általam elkészített tervdokumentáció.

Szakdolgozatom témáját tekintve a biológiai műtárgy megtervezésével és a hozzá kapcsolódó szakirodalom feldolgozásával foglalkozik, a szennyvízhálózat bővítését, gazdaságosságának elemzését és a szennyvíztisztító telep egyéb részegységeinek megnövekedett terhelését nem tárgyalom.

1. Általános ismertetés

Feladatom a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Építőmérnöki Intézet, Geotechnika Szakcsoport által meghatározott tervdokumentáció elkészítése.

A szakdolgozat első fejezetében általános ismertetésre kerül sor, ahol leírásra kerül a Nagykanizsa és környékének települései, az alkalmazott szennyvízkezelési megoldások jelenlegi helyzete és az általam javasolt fejlesztés lehetőség.

Ezt követően ismertetem a tanulmányaim alatt megismert építési-, munkatérhatárolási-, és víztelenítési technológiákat. A szakirodalmi összefoglaló után leírásra kerülnek a számítások alapjául szolgáló adatok (talajfizikai paraméterek, talajvízszintek, felhasznált anyagok tulajdonságai).

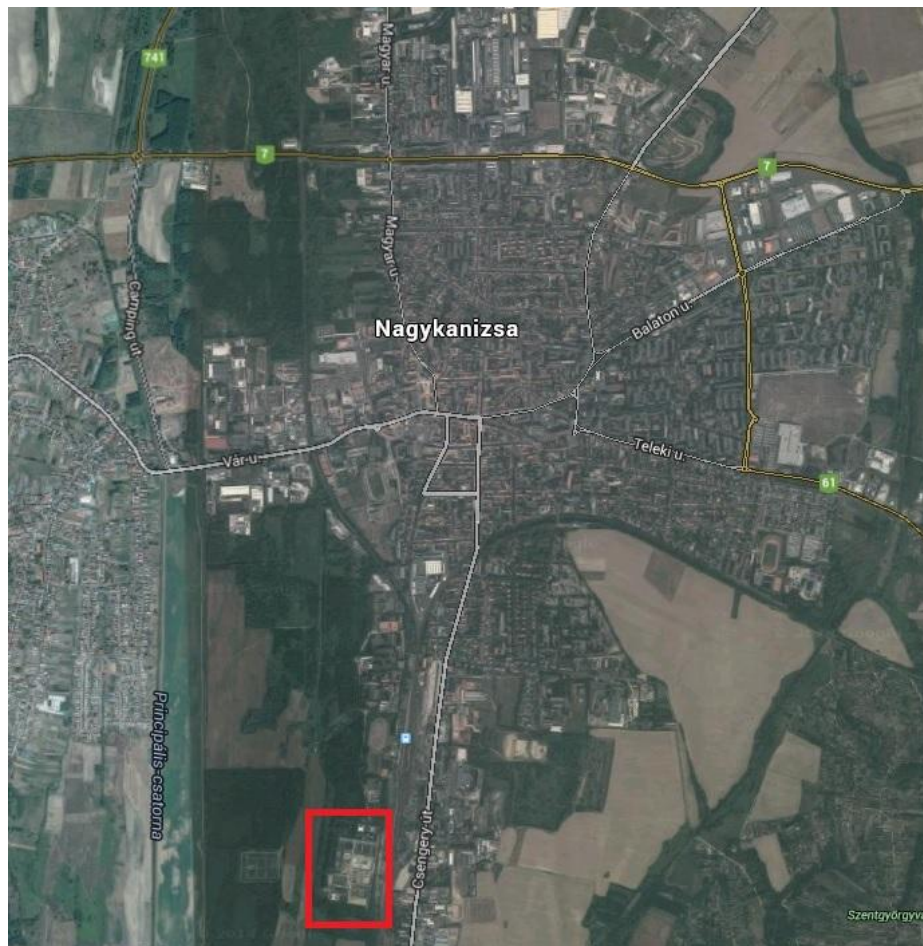
Számításaim során egyaránt alkalmaztam szoftvereket és képleteken alapuló kézi számításokat. A szoftverek alkalmazása képek segítségével dokumentálásra kerül a *Számítások* című fejezetben. Számításaim ellenőrzését is végrehajtom, a tervezést követően elkészítem a szükséges tervrajzokat.

Feladatom elkészíteni a nagykanizsai szennyvíztisztító telep bővítéséhez egy biológiai műtárgy tervdokumentációját. A műtárgy a nagykanizsai szennyvíztisztító telep területén helyezkedik el, az üzemelő műtárgyak mellett.

A szakdolgozatom elkészítése során felhasználásra kerültek a Délzalai Vízmű ZRt. archív dokumentációi, amelyeket adattári információkkal egészítettem ki.

1.1. Nagykanizsa és környéke

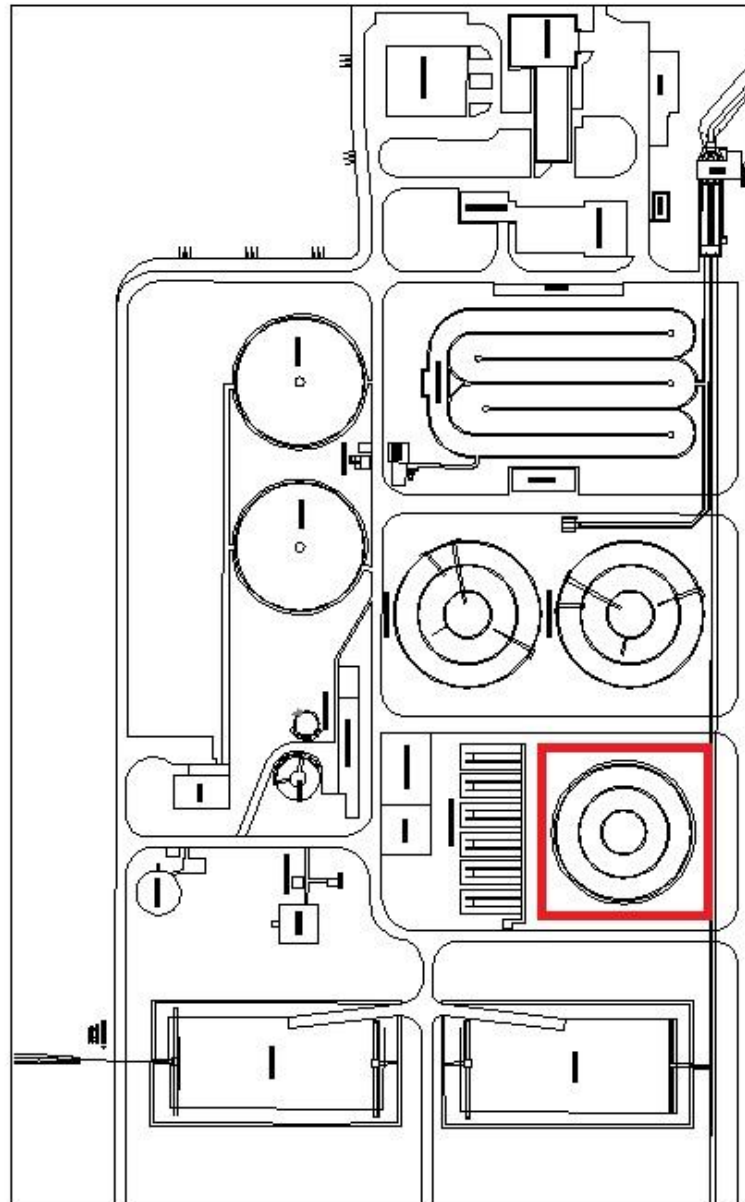
Nagykanizsa Zala megye második legnagyobb városa, az ország délnyugati sarkában található a Kelet-Zalai dombság déli részén. Földrajzi koordinátái: keleti hosszúság 17. fok és északi szélesség 46. fok 35. perc. Északon Vas megye, északkeleten Veszprém, keleten Somogy megye, délnyugaton Horvátország, nyugaton pedig Szlovénia határolja. Természetföldrajzi határok északon a Zala folyó, keleten a Keszthelyi-hegység és a Balaton, a Balatontól délre a szomszédos Belső-Somogyi homokvidék és a Mura folyó, nyugaton pedig a dombvidék a határon túl a Stájer dombokban folytatódik. Nagykanizsa területe: 148,4 km² Település összlakossága: 51.254 fő. [1] [2] [3]



1. kép Nagykanizsa elhelyezkedése [4]

Az 1. kép Nagykanizsát ábrázolja, a piros téglalappal a szennyvíztisztító telepet jelöltem meg a képen.

Az 1. ábrán a szennyvíztisztító telep helyszínrajza látható, amely az 1. képen jelölt terület felnagyított rajza. Pirossal jelöltem az általam tervezett új műtárgyat. A helyszínt részletesen az *Átnézeti helyszínrajz (H-1)* rajzi melléklet mutatja be.



1. ábra Szennyvíztisztító telep helyszínrajza

1.1.1. A régió főbb településeinek és szennyvíztisztító telepeinek bemutatása

A délzalai vízmű ellátási területén belül több település is található, amelyek saját szennyvíztisztító teleppel rendelkeznek. A továbbiakban Gelse, Újudvar, Sormás települések szennyvízkezelését mutatom be. Ezek a települések Zala megye déli részén helyezkednek el, Nagykanizsa vonzáskörzetében.



2. ábra Települések elhelyezkedése Zala megye térképén [5]

1.1.2. Gelse, Újudvar, Sormás települések ismertetése

Gelse Nagykanizsától 17,0 km-re északra helyezkedik el. Határában a keletre elterülő dombos szőlőhegyek, nyugat felé az észak-déli irányban végigfolyó Principális csatorna völgy található.

A település a Belső-Zala egyik centruma, nagy vonzáskörzettel, jó megközelíthetőséggel rendelkezik közúton és vasútvonalon egyaránt. A település lélekszáma 1221 fő, területe 22,45 km². Teljes infrastruktúrával ellátott település.

Gelse a közigazgatási központja Gelse, Gelsesziget és Kilimán Községek Körjegyzőségének. Gelse a központja a Principális-menti Önkormányzatok Társulásának, mely 18 település önkormányzatát tömöríti. A települések kapcsolata

nagyon jó. Nagy beruházások megvalósításában is jól együttműködnek (gáz, szennyvíz, hulladéklerakó építése). [6]

Újudvar a Mura folyótól 22,0 km-re északkeletre, Nagykanizsától északra mintegy 10,0 km-re fekszik. Alacsony fekvésű vidék, a hajdani mocsárvilág lecsapolására számos csatorna szeli át a környékbeli nedves réteket, legelőket. A községet erdős dombvidék övezi. Területe 16,31 km², népessége 1014 fő. [7]

Sormás Nagykanizsa város központjától 6,0 km-re nyugatra található. Területe 16,37 km², teljes népesség: 922 fő. [8]

1.1.3. A községek szennyvíztisztító telepei

A bemutatott településeken keletkező szennyvíz mennyiségét a 1. táblázat mutatja be.

Település	m ³ / hónap
Gelse	2050
Újudvar	2110
Sormás	4344

1. táblázat Települések átlagos szennyvízmennyisége

Gelse községben 1992-ben kezdődött meg a szennyvíztisztító telep építése mely SBR és a Lemna rendszer kombinációjából tevődött össze. Az akkori adatok alapján 100 m³/d tisztítókapacitásra lett méretezve a telep. A szennyvíztisztítás folyamata a következő:

1. *Rács*: A telep elején lévő 10 mm pálcaközü kézi tisztítású síkrács a mechanikai tisztítását végzi. A rácstról lekerülő rácsszemét a rács melletti szeméttároló edénybe kerül.
2. *Kiegyenlítő műtárgy*: A műtárgy feladata a beérkező szennyvíz folyamatosan változó mennyiségének és minőségének kiegyenlítése az SBR reaktor ciklusainak megfelelően. A műtárgy térfogata 25,0 m³.
3. *SBR reaktor*: A reaktor szakaszos üzemű, 65,0 m³ térfogatú vasbeton műtárgy, melyben naponta 5 ciklusban megy végbe a tisztítás.
4. *Lemna tó*: A Lemna tóba a vizet, az SBR reaktor tisztavíz-szivattyúja, nyomóvezetéken keresztül juttatja. A békálcát 3,0 m x 3,0 m-es hálózatot képező úszógátak tartják egyhelyben. A Lemna tóból a tisztított víz

gravitációsan jut a fertőtlenítő műtárgyon keresztül a Principális-csatorna befogadóba.

5. *Iszaptároló*: Az SBR reaktor tetején lévő vályúból az iszapszivattyú által szállított iszap a fölősiszap-vezetéken keresztül az iszaptárolóba folyik. Amennyiben az iszaptároló megtelik, az iszap szippantós autóval a Délzalai Vízmű Nagykánizsai iszaptározójába kerül. [9]

Újudvaron 1995-ben kezdődött meg a szennyvíztisztító telep építése. A községben ipari létesítmény nincs, a keletkezett szennyvíz kommunális jellegű. A tisztítótelep kapacitása $95,0 \text{ m}^3/\text{d}$.

A településen keletkező szennyvíz gravitációs és nyomóvezetéken érkezik a szennyvíztisztító telep átemelő aknájába, ahol egy sík rács biztosítja a szennyvizek mechanikai tisztítását. Az aknán keresztül adagolják a nitrifikáció megindításához szükséges vegyszert is. Az átemelő aknából szivattyú nyomja a nyers szennyvizet a biológiai műtárgy anoxikus terébe. Ide kerül bekötésre a recirkulációs iszapot és a belső recirkulációt szállító gravitációs vezeték. A denitrifikálásra $8,0 \text{ m}^3$ hasznos térfogat áll rendelkezésre. A biológiai műtárgy aerob tere mélylégbefúvásos rendszerű, a levegőztető tér térfogata $48,0 \text{ m}^3$.

Az eleveniszap és a tisztított szennyvíz fázisszétválasztása az utóülepítőben történik. A tisztított szennyvíz gravitációs vezetéken jut a befogadóba, az Újudvari patakba. [10]

Sormáson 1994-ben indult a tisztítótelep próbaüzeme. A keletkező szennyvíz kommunális jellegű, a szennyvíztisztító telep kapacitása $130 \text{ m}^3/\text{d}$. A szennyvíztisztító telep az alábbi részekből áll:

1. A telep elején lévő 10 mm pálcaközü *kézi tisztítású síkrács* a mechanikai tisztítást végzi. A rácsról lekerülő rácsszemét a rács melletti szeméttároló edénybe kerül.
2. *Szennyvízátemelő*, MOBA rendszerű előregyártott aknaelemek felhasználásával, kútsüllyesztéssel készült. Belső átmérője $D = 2,0 \text{ m}$.
3. *UNIR kombinált műtárgy*, mely egy sík vasbeton lemezen álló hengeres acéltartály, külső átmérője 8 m , palástmagassága $4,5 \text{ m}$. A henger belső, $6,5 \text{ m}$

átmérőjű térrésze levegőztető medencét, a külső 1,5 m-es körgyűrű egy hosszanti átfolyású ülepítőt foglal magába.

Az alkalmazott technológia eleveniszapos biológiai tisztítás nitrifikációval. A durva szennyeződéstől mentes (a rácson átszűrt) szennyvizet a telepi átemelő emeli fel a tisztító-berendezésre. A levegőztető medencében lejátszódik a könnyen bontható szerves anyagok lebontása és a nitrifikáció. A recirkuláció a medence felett alternáló mozgást végző hídra függesztett mamutszivattyúkkal biztosítható, az iszapelvétel a recirkuláció megcsapolásával, gravitációsan történik. A szükséges levegőmennyiséget 2 db légfúvó biztosítja.

A biológiailag megtisztított és eleveniszappal kevert szennyvíz a levegőztető medence alsó harmadában levő fal átörésein keresztül áramlik a hosszanti átfolyású ülepítőbe. Az ülepítőben kialakított úszós vízelvétel közel állandó intenzitású vízelvételt biztosít, kiegyenlítő hatása tompítja a fertőtlenítő (és a befogadó) szivattyús betáplálásból adódó lökésszerű terhelést.

4. *Gravitációs iszapsűrítő*, egy 2,5 m átmérőjű 11,0 m³ hasznos térfogatú, vasbeton alaptesten álló hengeres acéltartály, ami kúpos fenékkialakítású és hőszigeteléssel ellátott. A tartály felső harmadában elhelyezett 2 db tölcser, és a műtárgy alján kiépített vízelvételi csomópontok segítségével lehet az iszap dekantálását elvégezni. Ugyanitt lehet elvégezni a dekantált iszap eltávolítását is az erre szolgáló elvételi csomópontokra való szippantó autós rácsatlakozással.

5. *Fertőtlenítő műtárgy*, egy 2,0 x 3,9 m belméretű 90 cm vízmélységű, nyitott, vízzáró vasbeton műtárgy, amelybe 3 db terelőfal lett beépítve. A fertőtlenítés nátrium-hipoklorittal történik. [11]

1.2. Nagykanizsai szennyvíztisztító telep bemutatása

A szennyvíztisztító telep Nagykanizsa déli részén a Dencsár árok völgyében terül el. Keleti részén az Ady Endre utca, nyugati részén pedig a Dencsár árok határolja. A terület síkvidék jellegű, a Dencsár árok felé kelet-nyugat irányba enyhén lejt. A környező terület beépítetlen. A helyszínről és a fűrészi helyek elrendezéséről a mellékelt helyszínrajz ad tájékoztatást. A műtárgy a meglévő szennyvíztisztító telep területén az üzemelő műtárgyak mellé kerül megépítésre. [12]

A településen a teljes csatornázottság kiépülése mellett összesen 21 250 m³/d tisztítandó szennyvízmennyiséggel lehet számolni. A településen jelentős ipari szennyvízkibocsátás nincs.

Szennyvíztisztító telep technológiája

A településről összegyűjtött szennyvíz gravitációs és nyomott rendszeren jut a szennyvíztisztító telepre. A tisztítótelepre érkező 4 db vezeték a rácsok előtt meglévő csatornába köt be, ahová a csurgalékvíz átemelőből, a szippantott szennyvíz fogadóból és a záporvíz átemelőből szivattyúzott víz is folyik. A szennyvíz szűrése 2 db párhuzamosan kiépített 3 mm pálcaközü, gépi tisztítású rácson történik, melyek egységenkénti kapacitása 1600 m³/h. A két darab gépi rács egymás tartalékai. A rácson kifogott rácsszemetet egy közös rácsszemét kihordó csiga gyűjti össze, és továbbítja a rácsszemét víztelenítő csigába, ahonnan konténerbe hullik.

A gépi tisztítású finomrácsokon szűrt szennyvíz a 2 db meglévő hosszanti átfolyású levegőztetett homokfogókba folyik. A homokfogók szivattyús homokkiemeléssel működnek, a homokfogóból kikerülő zagy a homokzagy vályúba, majd a homokmosó/víztelenítő berendezésbe kerül. A víztelenített homokot konténerben gyűjtik, majd a rácsszeméttel együtt elszállítják.

A homokfogókból elfolyó mechanikailag tisztított szennyvíz a biológiai osztóműbe jut, ahonnan biológiai tisztításra kerül maximum 1 563 m³/h szennyvíz. Amennyiben a telepre befolyó szennyvíz pillanatnyi mennyisége ezt meghaladja, a többlet szennyvíz a meglévő záporvíz tározókba folyik. A záporvíz tározóban a csapadékok idején a szűrt, homokfogón átfolyt szennyvíz tározásra kerül. Amennyiben a záporvíz tározó megtelik, úgy a szennyvíz meglévő túlfolyón keresztül a befogadóba folyik.

A biológiai tisztítás vasbeton medencékben valósul meg. A mechanikailag előtisztított szennyvíz az anaerob medencébe jut, ahol a recirkulációs iszappal keveredik el. Ez a tér a foszforbeoldódás megvalósulására szolgál. Az anaerob térben a szennyvíz és az eleveniszap mozgásban tartását búvárkeverőkkel oldják meg. Az anaerob szakaszt anoxikus reaktorterek követik, ahol a levegőztető medence elfolyási oldaláról visszavezetett, nitrátban dús szennyvizet a heterotróf mikroorganizmusok denitrifikálják. A folyamat során szerves széntartalmú vegyületeket használnak fel. A denitrifikációs terekben a homogenizálást búvárkeverőkkel biztosítják.

A denitrifikáló terekből elfolyó szennyvíz a levegőztető medencébe jut, ahol a medencefenéken elhelyezett finombuborékos, mélylégbefúvásos levegőztetéssel tartható fenn a medencében szükséges oldott oxigénszint. A levegőztetés elsősorban a hatékony nitrifikációhoz, a szennyvízben lévő ammónium nitráttá alakulásához, másodsorban a szennyvízben lévő maradék szerves széntartalmú vegyületek lebontásához szükséges. A levegőztetőből elfolyó szennyvíz egy részét elegy recirkuláció céljából az anoxikus medencébe szivattyú nyomja vissza, a tisztított szennyvíz az utóanoxikus térrészbe folyik át. Az utóanoxikus térben a heterotróf mikroorganizmusok a tisztított szennyvízben lévő maradék széntartalmú szennyezőanyagok jelenléte mellett anoxikus körülmények között a nitrát nitrogén gázzá alakítását végzik el. A szennyvíz nitrát tartalmát folyamatosan mérőműszer méri. A biológiai foszforeltávolítást vegyszeres foszforkicsapítás egészíti ki, ha a telep tisztított szennyvizében határérték feletti a foszforkoncentráció.

Az utóülepítők feladata a szennyvíz-eleveniszap elegy fázisszétválasztása Dorr típusú, 40 m átmérőjű műtárgyakban történik meg. A 2 db biológiai műtárgyból elfolyó szennyvíz a meglévő utóülepítők osztóhengerébe folyik. Az ülepített szennyvíz a fogazott bukóeleken át folyik az elvezető vályúba, majd az ülepítők elfolyó vizét közös gravitációs csatorna vezeti a fertőtlenítő medencébe. A fertőtlenítő medencéből a szennyvíz betoncsatornán keresztül jut a befogadó patakba. [13]

1.3. Szennyvízkezelés centralizálásának lehetősége

A szennyvízelvezetés és tisztítás közfeladat, amely megoldása során olyan megoldást kell kiválasztani, amely hosszútávon (legalább 30 év) gazdaságosan üzemeltethető, figyelembe veszi a település és lakosság helyzetét.

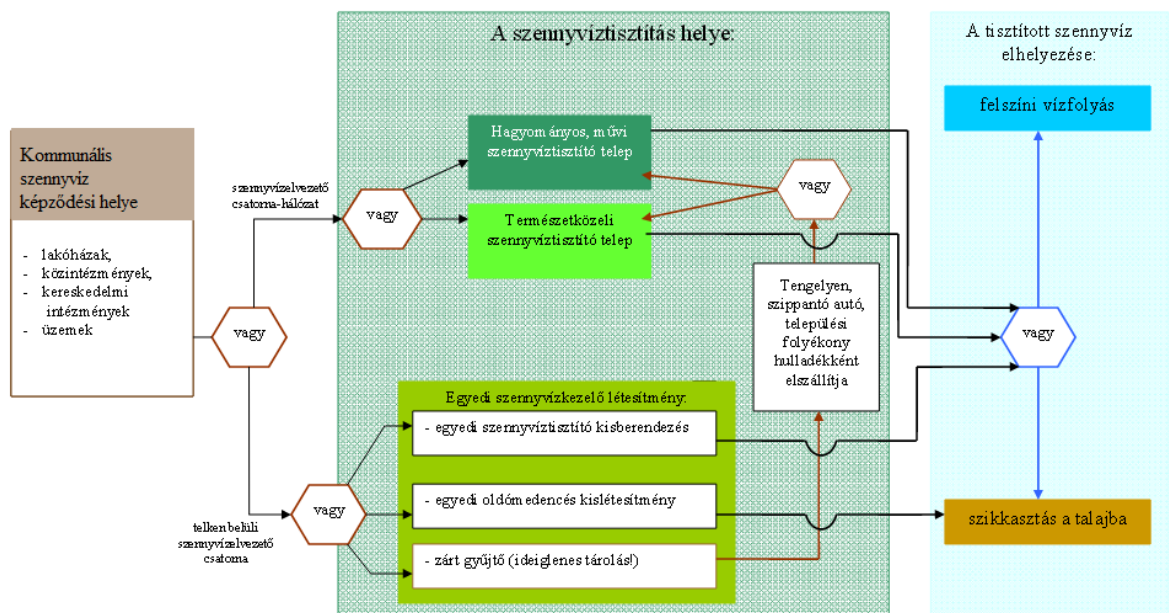
A települések legmegfelelőbb szennyvízkezelési megoldásának kiválasztásához minden esetben részletes gazdaságossági, hatékonysági vizsgálatok szükségesek.

Lehetőségek:

- Gyűjtőrendszer és önálló művi szennyvíztisztító telep, a szennyvíz felszíni vízbe vezetésével
- Gyűjtőrendszer, művi szennyvíztisztító telep és a tisztított szennyvíz helyben tartása természetközeli hasznosítással (pl.: nyárfás öntözés)
- Gyűjtőrendszer és természetközeli szennyvíztisztító telep, a tisztított szennyvíz felszíni vízbe vezetésével

- Gyűjtőrendszer és természetközeli szennyvíztisztító telep, a tisztított szennyvíz elszikkasztásával, helyben tartásával
- Közzolgáltatásba vont egyedi kisberendezések egy vagy 2-4 családonként, a tisztított szennyvíz felszíni vízbe vezetésével
- Közzolgáltatásba vont egyedi kisberendezések egy vagy 2-4 családonként a tisztított szennyvíz helyben tartásával
- Egyedi zárt szennyvíztárolók létesítése, az összegyűjtött szennyvíz művi szennyvíztisztító telepen, vagy természetközeli szennyvíztisztító telepre történő szállítása.

A fent felsorolt megoldásokat az alábbi ábra összegzi, amely a képződő kommunális szennyvíz lehetséges útját mutatja a képződés helyétől a befogadóiig.



3. ábra Szennyvíz kezelésének lehetőségei [14]

A szennyvízelvezetés és tisztítás megvalósítása sokszor gazdaságosabb, ha több település összefog, és közös rendszert valósít meg. Ez esetben a kötelezettségek nem egyes településekre, hanem úgynevezett *szennyvízelvezetési agglomerációkra* vonatkoznak. A szennyvízelvezetési agglomeráció olyan területet jelent, ahol a népesség és/vagy a gazdasági tevékenység elegendően koncentrált ahhoz, hogy a települési szennyvizet összegyűjtsék és egy települési szennyvíztisztító telepre vagy végső kibocsátási pontra vezessék.

A szennyvíz elvezetési agglomeráció állhat egy, vagy több közigazgatásilag önálló településből. Ez utóbbinál a szennyvíztisztító teleppel rendelkező település válik az agglomeráció központjává.

Az előző fejezetben ismertetett kis települések szennyvíztisztító telepei elavultak. A szakdolgozatomban egy Nagykanizsa központtal rendelkező szennyvízelvezetési agglomerációt vettem alapul, mely a város környéki kis települések szennyvíztisztító telepeit váltaná ki.

A községek a nagykanizsai szennyvíztisztító telep segítségével biztosítanák a közigazgatási területükön képződött szennyvíz tisztítását. A jelenlegi szennyvíztisztító telep kapacitása véges, a bekapcsolásra szánt területek szennyvizét már nem tudná biztonsággal kezelni.

A régióban elhelyezkedő, önálló tisztítóteleppel rendelkező települések szennyvizeit a már meglévő vezetékekre való csatlakozással lehetne Nagykanizsára vezetni. Ehhez a szennyvíztisztító telepeken átemelő műtárgyakat kellene elhelyezni, ahol a gravitációs szennyvízelvezetés a terület adottságaiból adódóan nem kivitelezhető, ott nyomóvezetékek kiépítése válna szükségessé. [14] [15]

2. Szakirodalmi összefoglaló

Ebben az összefoglalóban szeretném bemutatni azokat a technológiákat, amelyek a tanulmányaim során elsajátított tudásanyagon alapulnak, valamint feldolgozásra kerültek a kapcsolódó szakirodalmak is.

Tekintve, hogy a megtervezendő műtárgy felszín közeli (medence), csak a hozzá kapcsolódó technológiák kerülnek részletes bemutatásra (pl.: nyílt építési módszerek).

Az építési-, munkatérhatárolási technológiák után ismertetem a lehetséges vízszintsüllyesztési, vízkizárási módszereket. A fejezetet alkalmazni kívánt technológiák kiválasztásával zárom.

2.1. Zárt építési módszerek

A zárt építési módszerek esetében a szerkezet és szigetelés építéstechnológiája szervesen összefügg. Egy bizonyos építési technológiához egy bizonyos szerkezet és szigetelés tartozik. A talaj nem csak terheli a szerkezetet, hanem részt is vesz az üreg kiváltásában. A talaj illetve a közet tehát a műtárgy részévé válik, ezért meg kell határozni minden olyan anyagjellemzőjét, amely az építés szempontjából jelentőséggel bír.

A zárt módszerrel épített földalatti műtárgyakat úgy hozzák létre, hogy nem távolítják el a létesítmény körüli (feletti, melletti) talajtömeget, hanem kibányásszák (kifejtik) a kívánt térfogatban a talajt és a helyére beépítik a tartószerkezetet. A műtárgy építését hegyes terepen a felszínre kifutó alagút kapuzatból indítják, illetve sík terepen függőleges tengelyű aknából^[1]. Ebben az esetben az aknán keresztül szállítják a kitermelt talajt a felszínre, illetve ugyanitt juttatják a szerkezet anyagait az építés szintjére. [16]

Zárt építési módszereket két nagy csoportra lehet bontani:

1. Hagyományos bányászati módszerek

- robbantásos fejtés;
- mechanikus fejtés;

^[1] Az akna egy függőleges vagy ferde hossztengelyű, tetszőleges alakú és méretű keresztmetszettel rendelkező, felülről nyitott földalatti műtárgy. (függőleges akna, lejt akna)

- belga módszer;
- német módszer.

2. Új építési módszerek

- új osztrák építési módszer;
- pajzsos alagútépítés.

A zárt építési módszerek a feladatom szempontjából nem relevánsak, ezért a továbbiakban áttérek a nyitott építési módszerek ismertetésére.

2.2. Nyitott építési módszerek

A nyitott módszerrel épített műtárgyakról a földalatti műtárgy teljes területe felett eltávolítják a talajt, és az így létrejött, ideiglenesen beomlás ellen megtámasztott, felülről nyitott munkagödörben építik meg az igényeknek megfelelően szigetelt műtárgyat, majd visszatöltik a talajt vagy hasznosítják a földalatti teret a terepszintig. Ezt az építési módszert akkor alkalmazzák, ha a műtárgy a felszín közelében létesül, vagy járulékos beruházásként a műtárgy feletti teret is hasznosítani tudják. A nyitott építési műtárgycsoportra jellemző, hogy hagyományos mélyépítési és szigetelési szerkezetek tartoznak ide, ahol a talaj általában csak terheli a szerkezetet, és a teherviselésben nem vesz részt. Az alapsík felett lévő talajtömeget alapozáskor el kell távolítani, vagyis ki kell alakítani az alapgödört, munkateret. [16] [17]

A munkatér határolása többféle módon alakítható ki:

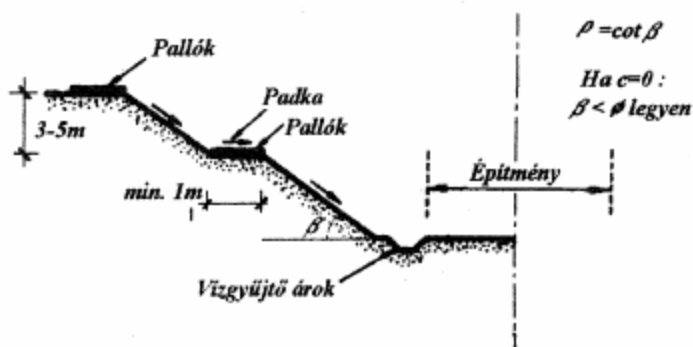
- rézsűsen;
- dúcolással (fa, vasbeton, acél, műanyag elemek);
- szádfalakkal (fa, acél, vasbeton);
- réselt falakkal;
- talajszegezéssel;
- horgonyzással;
- fagyasztott vagy vegyileg szilárdított falakkal.

2.2.1. Rézsűs munkatérhatárolás

Ezzel a módszerrel a legegyszerűbb a munkatér elhatárolása nyitott építés esetén. Hátránya, hogy nagy helyet igényel és jelentős földtömeg megmozgatása szükséges a kialakításához. A földrézsút célszerű megóvni a különböző káros hatások ellen, a munkatér felső élét és a padkákat pallókkal kell védeni a letiprás ellen, a rézsút a felszíni vizek elvezetésével óvni kell a csapadék erodáló hatásától, a munkagödörbe kerülő vizeket pedig a rézsű lábánál elhelyezett árok segítségével a legrövidebb időn belül el kell távolítani.

A rézsűs állékonyságát csökkenti a cölöpverés vagy a közeli forgalom generálta dinamikai hatás is. Veszélyes lehet a rézsűs kialakítás a rétegzett talajban, ha a rétegek között puhább talajok is jelen vannak, illetve ha a rétegek a munkatér felé lejtenek. Ilyenkor a felszíni terhek (építmény, depónia) hatására az állékonyságát elvesztett földtömeg megcsúszhat.

Kialakítása során fontos a tereprendezés, a kitermelt földet a szakadólapon kívül kell deponálni, valamint figyelmet kell fordítani a talajvíz emelkedésére is, mivel a víz rézsűmozgást idézhet elő. Abban az esetben, ha a rézsűs kialakítás nem kivitelezhető (pl. helyhiány miatt), vagy nem gazdaságos (vonalas létesítmény építése esetén), esetleg számítani lehet a talaj állékonyságvesztésére, akkor földmegtámasztást kell alkalmazni.[18]



4. ábra Rézsűs munkatér határolás [5] 59. oldal

2.2.2. Hagyományos dúcolati rendszerek

A dúcolás olyan földmegtámasztást jelent, amelynél az alapgödört határoló (általában függőleges) földfalak nyomását, fa vagy acélpallók, illetve táblák, ezekre merőleges hevederek és a hevedereket megtámasztó dúcok rendszere veszi fel.

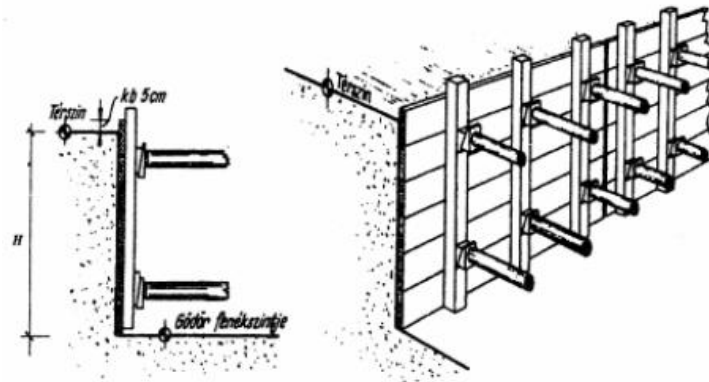
Megtámasztás nélkül a földfalak, talajtípustól függően, csak bizonyos mélységig állékonyak. Minimális dúcolást akkor is el kell helyezni, ha a földpart, anyagának

szilárdsága folytán megtámasztás nélkül is megállna. A megtámasztás rendszerét az határozza meg, hogy hogyan helyezzük el a pallókat, illetve a hevedereket. Keskeny munkagödörben (kb. 2,5 - 3,0 m szélességig) általában nem befolyásolja túlzott mértékben a dúcok keresztmetszeti méreteit a kihajlás, viszont széles munkagödör esetén már szükségessé válhat a ferde dúcolatok alkalmazása. Amennyiben ferde dúcolatok elhelyezésére nincs lehetőség, kihorgonyzással lehet a hevederek helyzetét biztosítani. [18] [19]

Hagyományos dúcolás elemei:

- pallók;
- hevederek;
- dúcok;
- faékek.

Állított dúcolásról beszélünk, ha a talaj megtámasztás nélkül kiemelhető teljes mélységig. A munkaárok lemélyítése után a pallókat beállítják vízszintesen vagy függőlegesen, rájuk merőlegesen elhelyezik az összefogó hevedereket, és ezeket dúcokkal megtámasztják. Állékony talajban megengedhető a hézagos pallózás is. [18][19]



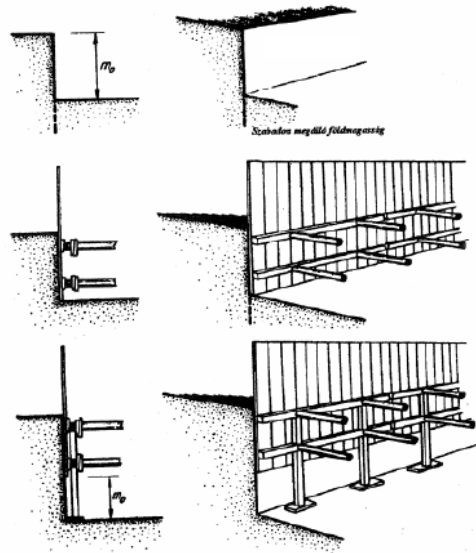
5. ábra Állított pallózás [19] 61. oldal

Utánhajtott dúcolást abban az esetben alkalmazzuk, ha $H^{[3]} > m_0^{[4]}$, tehát a talaj ideiglenesen sem állékony a kívánt mélységig. Először kiássák a talajt addig a mélységig, amíg nem rokad be, majd beállítják a pallókat (függőlegesen), megtámasztják őket, ezután tovább mélyítik újabb m_0 mélységig, majd éklazítás után a

^[3] A megtámasztott oldalfal magassága.

^[4] Az a méret, ameddig a talaj megtámasztás nélkül megáll.

pallókat egyenként leverik a gödör aljáig. 3,0 m-nél nagyobb mélység esetén lépcsőzetes kialakítás szükséges. [18][19]



6. ábra Utánhajtott pallózás [19] 61. oldal

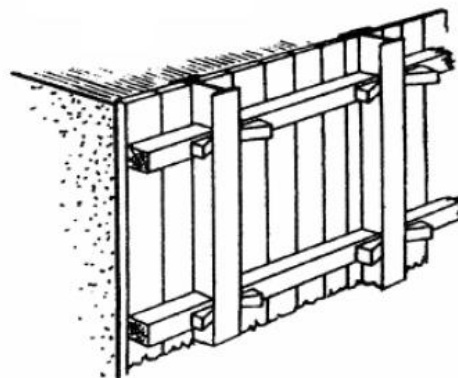
Előrevert dúcolást ritkán alkalmazzák, de szükséges, ha a gödör fala függőlegesen még néhány deciméter magasságig sem áll meg szabadon ($m_0 \sim 0$). A földkiemelés előtt vízszintes koszorúgerendát helyeznek el a térszínen, a gödör tervbe vett felső élénél. Megtámasztják, majd mellette zárt sorban, kissé kifelé hajló tűzőpallókat vernek le egyenként vagy párosával. Ezek védelme alatt kiemelik a földet olyan mélységig, hogy a pallók alsó vége még legalább 25 cm-rel, a talaj szintje alatt maradjon. Ezután a gödör alján vízszintes hevedert helyeznek el, ezt kidúcolják, a koszorúgerendát függőleges oszlopokkal alátámasztják, a dúcokat, hevedereket, oszlopokat ácskapoccsal egymáshoz erősítik. A palló sor alsó végéhez egy vastagabb vízszintes támasztópallót helyeznek el és ezt méterenként kitámasztják a hevederhez úgy, hogy végül a palló és a heveder között 8-12 cm szabad hely maradjon. Ide verik be a következő tűzőpallósort, amelyeknek minden egyes elemét ékekkel kell a heveder és a vízszintes támasztópalló közé szilárdan beszorítani. Így folytatják váltakozva a pallók előreverését és megtámasztását a kívánt mélységig. [18] [19]

Elemek elhelyezése szerint megkülönböztetünk függőleges és vízszintes elhelyezésű dúcolatokat.

Vízszintes dúcolást kell alkalmazni akkor ha H mélység többszörösen meghaladja m_0 -t, és az utóbbi csak deciméteres nagyságrendű (pl. szemcsés, kis kohézióval rendelkező talajok). Először kiemelik a gödröt m_0 mélységig, majd elhelyezik a vízszintes pallókat, megtámasztják őket függőleges hevederekkel, és ezeket kidúcolják. Az így elkészített megtámasztás védelme mellett tovább mélyíthető a talaj ismét m_0 mélységgel. Ezután újabb vízszintes pallókat helyeznek az előzőek alá, s a már kitámasztott hevederek mellé újabb függőleges hevedereket helyeznek el, amelyek az összes pallót megtámasztják. Ezt követően az előző hevedereket kiveszik. A vízszintes pallózás előnye, hogy a pallók hossza nincs korlátozva, az elhelyezés során nem rongálódik (nem verik). Hátránya viszont, hogy a talajvízszint alatt nehezebb a munka, mint a függőleges pallók esetén. [18][19]

2.2.3. Egyéb földmegtámasztó szerkezetek

Berlini (Siemens) dúcolat 6,0 méternél mélyebb és 3 - 4,0 méternél szélesebb munkagödrök megtámasztására használható előnyösen. A gödör határa mentén I gerendákat vernek a talajba, egymástól 2,0 m távolságra. Ezek közé a földkiemeléssel lépést tartva, megfelelő hosszúságú vízszintes vagy függőleges pallókat csúsztatnak. A pallókat az I gerendák övlemezeihez kiékelt hevederek támasztják meg. Szilárdabb talajban hézagosan is elhelyezhetők a pallók. A vasgerendák a munkagödör fenékszintje alá vannak verve, felül pedig vagy dúccokkal támasztják meg vagy hátrahorgonyozzák őket. A Siemens dúcolat méretezése a szádfalakhoz hasonlóan történik. [18] [19]



7. ábra Berlini (Siemens) dúcolat [19] 64. oldal

Nagytablás dúcolat felhasználása közműépítésnél, vonalas létesítmények építésénél elterjedt. A dúckeret általában egybe van építve a dúcolattal, mely a munkaárok két oldalán elhelyezkedő, általában különálló dúclapokat támasztja meg. A dúcok menetes száruk.

Zsaluszerkezetként is használhatók. Elhelyezésük gyors és könnyen visszanyerhető. Élő munkaigényük kicsi, szélességük változatható, szinte bármilyen talajban alkalmazhatók, szállíthatóságuk könnyű.[20]

A szádfal talajba vert és egymáshoz hornyokkal kapcsolódó szádpallókból álló fal. A munkagödör kiemelése előtt verik le, ideiglenes vagy végleges használat céljából. Biztosít az oldalfal beomlása ellen, hornyos kapcsolatokkal elősegíti az oldalsó vízzárást, szükség esetén pedig egyes létesítmények szerkezeti elemét is képezheti.

Szádfalak anyaga:

- fa;
- vasbeton;
- acél.

Fa- és vasbeton szádfalakat régebben használták, manapság az acél szádfalak vannak elterjedve. Egymásba kapcsolódó hornyokkal, hengerelt acélpallókból állnak. Anyaguktól elvárt, hogy korrózióálló és az elverődéssel szemben kellően szívós legyen. A rozsdásodás ellen az acél minőségének helyes megválasztásával védekeznek, de ezen felül ajánlatos korrózió elleni szerrel is bevonni őket.

Keresztmetszetük szerint az alábbi szádfalakat különböztetjük meg:

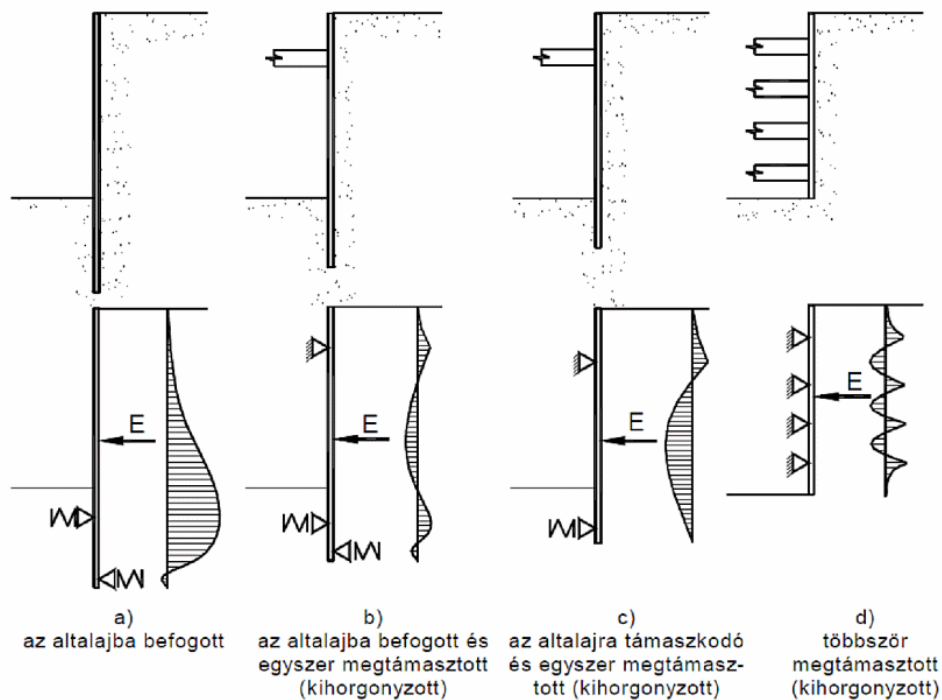
- egyenes;
- félhullám (U alakú, Z alakú);
- teljes hullám.

Szádpallók lehajtása a talajba, ütő (verő) vagy vibráló hatást kifejtő gépekkel történik. Rendszerint acélszerkezetű verőállvány szükséges, amely csörlőjével segít a pallók felemelésénél és beállításánál, majd verés közben tartja a pallót, illetve a verőeszközt.

A szádfalakra a földnyomáson kívül a talajvíznyomás is hat. Ezeket a fal, mint megtámasztott és (vagy) befogott tartó veszi fel. A méretezés során szükséges meghatározni a befogási mélységet (t), a legnagyobb (mértékadó) $M_{\max}$ nyomatékot, és ezek segítségével meghatározni a megtámasztás helyén fellépő erőt.

Statikailag 4 fő típus különböztethető meg:

- szabadon álló, befogott fal (a);
- egy szinten megtámasztott (kihorgonyzott), szabadon támaszkodó fal (b);
- egy szinten megtámasztott (kihorgonyzott), befogott szádfal (c);
- több szinten megtámasztott (kihorgonyzott) fal (d).



8. ábra Szádfal erőjátéka [21] 1. oldal

A szabadon álló, megtámasztás nélküli szádfalak gazdaságtalanok, mert a szükséges beverési mélység meghaladhatja a megtámasztott föld magasságának méretét, illetve a mértékadó nyomtatók is sokszorosára nő dúcolattal, vagy kihorgonyzással ellátott szádfalakéhoz képest. [18] [19]

A **réselt falak** függőleges falú árkok kibetonozásával készült földmegtámasztó szerkezetek, mélyalapok. A réseléses technológia a tixotróp tulajdonságú bentonitos zagy (résiszap) függőleges falat megtámasztó, talajvizet kizáró hatásán alapul. Rések szélessége általában 40 - 120 cm, az egyszerre elkészíthető réspillér maximális hossza

8-10,0 m. Készülhet folyamatos fal, de pillérszerű kialakítással is. A földkiemelés történhet markolóval illetve fúrási technológiával. A réselés a résvezető gerenda elkészítésével kezdődik, a gerenda elősegíti a földkitermelés iránytartását és megakadályozza az árok felső élének beomlását. A földmegtámasztás résiszappal történik melynek sűrűsége kb. $1,05 \text{ g/cm}^3$ ezzel akadályozza a talajvíz beáramlását, és így a finomszemcsék bemosódását. A kívánt mélységet elérve, elhelyezhető a betonacél armatúra és betonszivattyú segítségével a fenékszinttől felfelé haladva elvégezhető a kibetonozás. A bentonitos zagy a rés tetején távozik, megfelelő utókezelést követően újrafelhasználható.

A réselt falak előnyei:

- nagy teherbírás;
- kis süllyedés;
- munkatér határolás;
- vízkizárás;
- nem igényel zsályzatot, dúcolást;
- megfelelő felépítmények alapozásaként;
- foghíjbeépítésnél szomszédos épület biztosítására szolgálhat;
- vízszintes és függőleges teherviseléssel egyaránt rendelkezik;
- térszín alatti építmény oldalfalát is képezheti.

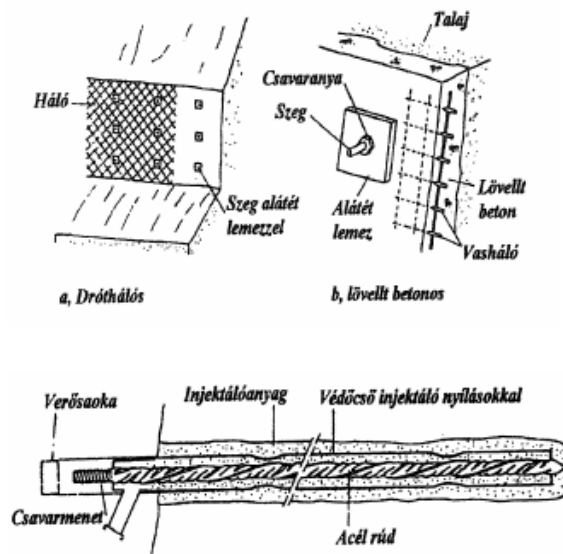
A résfal helyettesíti a szádfalat és új lehetőségeket nyújt a munkagödör kontúrja mentén kialakítva, földmegtámasztó szerkezetként. A határoló résfalat a szádfalakhoz hasonlóan kell méretezni.

Léteznek előregyártott résfalak, ekkor a hagyományos módon, zagy védelme mellett elkészített résbe előregyártott réselemeket helyeznek el. Közvetlenül az elemek beemelése előtt egy injektáló csövön keresztül a rés aljába bentonit-cement összetételű, önszilárduló réshabarcot vezetnek be, amely alulról felfelé kiszorítja a résből a támasztó zagyot. A benne elhelyezett előregyártott vasbeton elemek általában 35 - 45 cm vastagok, 1,2 - 3,0 m szélesek és 6 - 15,0 m hosszúságúak. Az elemeket daruval vagy markoló gémmel emelik a résbe és a résvezető gerendára függesztik őket a kitöltő habarcs megszilárdulásáig. [18] [19]

Előnyei a monolit résfalakkal szemben:

- belső falfelület sima, egyenletes;
- elemek vékonyabbak;
- jobb vízzárás, táblakapcsolat;
- beton minősége jobb, megbízhatóbb;
- vasalás pontosabb elhelyezésű, betonfedés jobb;
- falban kiképezhető csatlakozások (pl. földémek) helye szabatos.

A **talajszegezés** esetében a szegek, a várható csúszólap mögé kellő mélységig nyúlnak be, húzó, nyíró- és hajlító igénybevételeknek vannak kitéve. A munkagödör oldalfalát általában vékony drót vagy acélhálóval erősített lövellt betonnal borítják. A függőleges földkiemelés 90 - 180 cm-es szakaszokban történik. H mélységű munkagödörnél a szegek szükséges hossza 0,8 - 1,2 H a talajtól függően, viszont ennek a megtámasztási módnak az alkalmazása nem célravezető vízzel telítet, puha agyagok esetén. A felületkialakítás történhet drótos borítással, (állékony talajok esetén), vagy 6-8 cm vastag lövellt beton borítással, 6 - 8 mm átmérőjű betonvas háló erősítéssel. [18]



9. ábra Szegezett részfűfelszín és injektált szeg [19] 78. oldal

Kétféle szegezési technológia ismert:

- az egyik eljárás során 5-8,0 m hosszú szegeket (betonvas, L, Z vagy négyzet keresztmetszetű zárt szelvényű rudakat) vernek, vibrálnak vagy lőnek (sűrített levegővel) a talajba;

- a másik esetben, az injektált szegezés során, 10-15 cm-es lyukat fúrnak a talajba, melybe 12-36 mm-es, nagyszilárdságú acélrudat helyeznek, majd a lyukat kiinjektálják. [19]

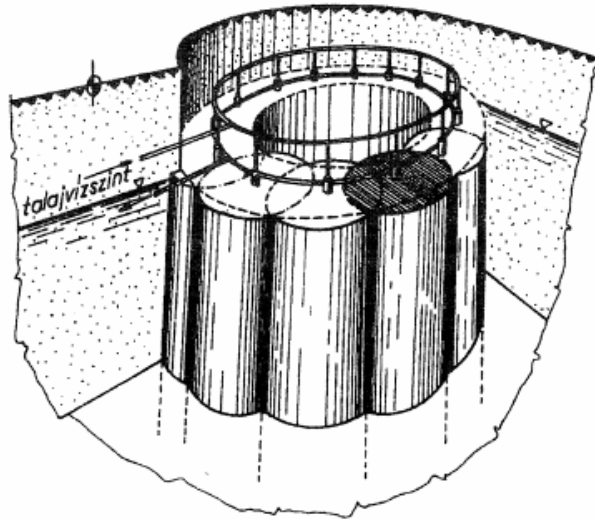
A **horgonyzás** alkalmazása akkor indokolt, ha az egyszerűbb, olcsóbb dúcolásra nincs szabad munkatér, vagy a szembetámasztási távolság nagy. Az eljárás során a megtámasztó szerkezetet a megtámasztott földtömegbe (hátra) horgonyozzák. A horgony a létesítmény, szádfal és a környező talaj erőtani együttműködését biztosító húzott szerkezeti elem.

A horgony fő szerkezeti része:

- horgonyfej;
- horgonyszár;
- horgony csúcsa (befogási szakasz).

A horgony lehet végleges (pl. a partfalnál) és ideiglenes (szádfalnál) rendeltetésű. A horgonyrúd készülhet betonacélból, hengerelt szelvényből és acélkábelből. A horgonyszár kialakítható a helyszínen készített furaton át, ezen kívül sajtolással, veréssel vagy vibrálással. A teherbíró altalajba juttatott acélszerkezetet, az elhelyezés után, megfelelő hosszon kiinjektálják, így hozva létre a befogási hosszt. A húzóerő átadás, a szilárdulást követően ezen a részen történik. Horgonyokkal a szádfalakhoz hasonlóan a réselt falak biztosítása is megoldható. [18] [19]

Talajfagyasztást akkor alkalmazzák, ha talajvíz alatti vastag homok vagy kavicsrétegben kell mély munkagödröt kiemelni, és a vízzáró réteg olyan mélyen van, hogy szádfalakkal vagy résfallal gazdaságosan nem érhető el. Lényege, hogy mesterséges hőelvonással szilárd, vízzáró falat hoznak létre a talajban lévő víz megfagyasztásával, amely a fagyasztási üzem tartamára önmagában állékony oldalhatárolást képez.



10. ábra Talajfagyasztással határolt akna felülnézete [19] 77. oldal

Előnyei:

- tökéletes vízzárást biztosít;
- nem igényel más oldalhatárolást, megtámasztást;
- szinte az összes talajtípusban alkalmazható;
- gépház rövidebb üzemzavara nem zavarja a munka menetét.

Hátrányai:

- bonyolult gépi berendezés kell;
- költséges;
- előkészítése hosszadalmas, a fagyasztott fal kialakítása 2 - 3 hónapig is eltarthat;
- áramló vagy sós vízben kisebb hatásfokú, vagy nem is használható;
- a fagyott talajtömeg felengedése az eredeti hőmérsékletre évekig is eltarthat (ez kihat pl. a beton kötésejére);
- fagyveszély elkerülésére a szerkezeteket szigetelni kell.

A talajfagyasztáskor a körülzárandó tér alaprajza mentén egymástól 1,2 - 1,5 m távolságra furatokat mélyítenek, s e fagyasztó kutakban mélyen hűtött, alacsony fagyáspontú folyadékot cirkuláltatnak, ami hőt von el a talajból és megfagyasztja maga körül a talajvizet. Idővel a kutak körüli fagyhengerek összeérnek, egymásba fonódnak, szilárd falat alkotnak. Ez az aktív fagyasztás szakasza. Ezután csak a fal fenntartásához szükséges hideg mennyiséget kell pótolni, ily módon alsó zárás is elérhető. A fagyasztott talaj szilárdsága függ, a talaj típusától, a hőmérséklettől és a talaj telítettségétől. [18] [19]

A fagyasztás lehet:

- egyfázisú;
- kétfázisú;
- hűtött levegős.

2.3. A milánói módszer

A résfalak közé, a talajra építhető födémek lehetőségét használja ki. Ennek a módszernek az a lényege, hogy a felső záró födém a lehető leghamarabb elkészül, és az építése ezután a födém alatt folyik tovább a felszín minimális zavarásával. Első ütemben elkészítendő a határoló rés- vagy cölöpfalak, majd ezt követően épül meg a felső vasbeton zárófödém a földre zsaluzva. Az építési munkák ezután tovább folynak a födém alatt.

A felső födém alól a földkiemelés bányászati módszerekkel történik, a helyi adottságoknak megfelelően, a födémbe kihagyott földkiadó nyíláson keresztül mely az építés munkáinak kiszolgálására is alkalmas.

A födém alatti földkiemelés lassabban végezhető, a nyitott módszerekhez képest, valamint világítást és szellőzést is igényel. A módszernek köszönhetően nem szükséges drága és időigényes segédszerkezeteket építeni (pl. horgonyok), helyettük közbenső födémek épülnek a résfalak, cölöpfalak megtámasztására.[22]

2.4. Munkaterek víztelenítése

A munkagödörbe a víz, csapadékvíz, élővíz és talajvíz formájában juthat be. Ezek kizárása, illetve távoltartása természetüknek megfelelően többféle módon lehetséges. A legfontosabb feladat a talajvizek távoltartása és eltávolítása.

Víztelenítés során ügyelni kell rá, hogy a víz ne bontsa meg a talaj szerkezetét, ne mossa ki a finom szemcséket. Az időszakos felszíni vizeket a munkagödörbe jutás előtt övárokkal fel kell fogni, és el kell vezetni. A gyakorlatban használt módszerek három nagy csoportba sorolhatók, melyek a következők:

- nyíltvíztartás;
- talajvízszint - süllyesztés;
- speciális eljárások.

Víztelenítés tervezéséhez szükséges ismernünk az altalaj felépítését (talaj rétegződését), az egyes talajok talajfizikai jellemzőit (pl. vízáteresztő - képességi együttható [k]). A víztelenítés csak részletes talajfeltárást követően tervezhető. A feltáró fúrásoknak a munkagödör vagy munkaárok fenékszintje alá a földkiemelési mélység másfélszeresének megfelelő mélységig kell lenyúlniuk. A vízáteresztő képességi együttható természetes állapotban, a legmegbízhatóbb módon helyszíni próbaszivattyúzással állapítható meg.

A víztelenítési tervnek tartalmaznia kell:

- a tervezett víztelenítési mód megjelölését;
- az elszívandó vízmennyiséget, a kívánt vízszintsüllyesztési mélységet;
- a tervezésnél figyelembe vett adatokat;
- a szükséges kutak számát, méretét, kiosztását, teljesítményét;
- a vezetékek, berendezések közelítő méreteit;
- a kiszivattyúzott víz befogadóját;
- a befogadóba vezetés módját, a befogadó felvevőképességét;
- azokat az intézkedéseket, amelyeket az építmény védelme érdekében meg kell tenni, ha előre nem látható okok miatt a vízszint megemelkedne;
- a talajvízszint várható ingadozását;
- a felszíni és időszakos vizek távoltartásának módját;

- a munkahely környékén fellelhető állandó vagy időszakos vízfolyások adatait, amennyiben azok a talajvízszint ingadozását befolyásolják;
- 50,0 m-es körzetben lévő süllyedésre érzékeny építmények listáját, azok felvételkori magassági adatait;
- a munkaterületre eső földalatti vezetékek megnevezését, helyzetét.

A víztelenítési terv egy keretterv, mely a leszívandó vízoszlop magasságának és az eltávolítandó víz mennyiségének, mint műszaki változónak a tervben megadott értékhatárai között érvényes.

A talajvíz eltávolítása előtt fontos feladat a munkatér körüli vízelvezetés megoldása, a munkatér csapadékvíztől való megóvása.

Lejtős oldalon épített bevágások, hegy felőli részén, a rézsű erózió elleni védelmére övarkot kell létesíteni. Az övark feladata, hogy a hegyoldalra hullott csapadékvizet a bevágás rézsűjétől elvezesse. Oldalárok létesítése, a bevágás koronájára és a rézsűjére hullott csapadékvizek elvezetése szolgál, a talpárok feladata pedig az, hogy az 5%-nál nagyobb esésű lejtőkre épített töltések hegy felőli rézsűjének lábát víztelenítse, és megakadályozza a töltés lábának átázását.

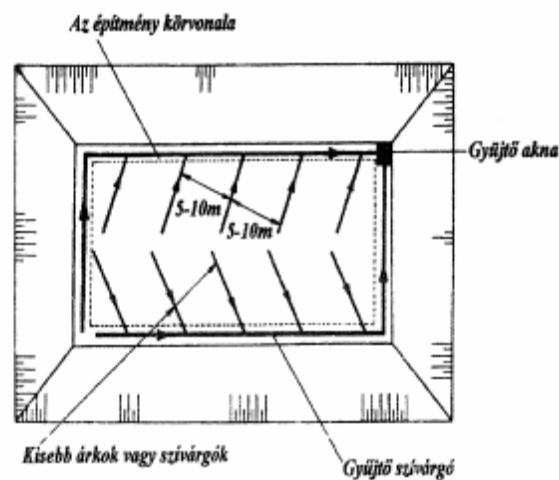
A nyílt árkok kivitelezése során az árokból kiemelt földanyagot közvetlen vagy távolabbi környezetben úgy kell elhelyezni, hogy a depónia a felszíni vizek lefolyását ne gátolja. Az árkok földmunkáját fagymentes, csapadékszegény időszakban célszerű végezni. A vízelvezető árkok belső burkolása szükséges abban az esetben, ha a víz sebessége a felső határsebességénél gyorsabb és kimosás keletkezhet. [18] [19]

2.4.1. Nyíltvíztartás

A nyíltvíztartás a legegyszerűbb víztelenítési mód. Lényege, hogy a munkatérbe jutott vizet nyílt árkokkal vagy szivárgókkal gyűjtik össze, melyeket a munkatér legmélyebb pontján létesített gyűjtőaknákba (zsompba) vezetik, ahonnan szivattyúzással távolítják el.

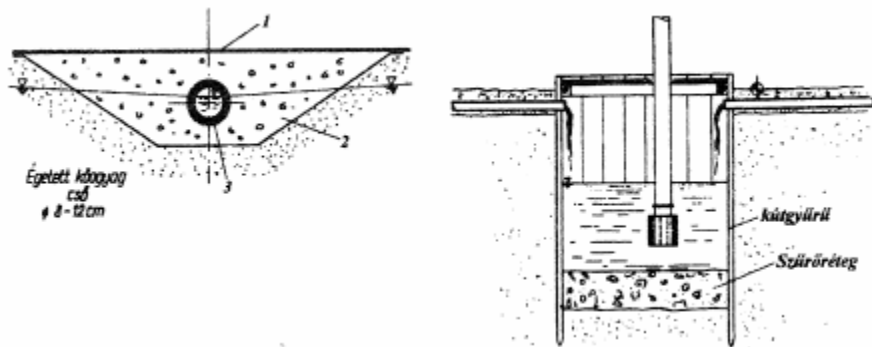
Alkalmazása csak olyan talajokban megengedett, ahol az áramló víz sebessége nem veszélyezteti a talaj szerkezetét, vagyis várhatóan hidraulikus talajtörés nem következik be. Az áramló víz bizonyos sebességnél kezdi magával ragadni a kisebb talajszemcséket, a talajban vízerek, járatok alakulhatnak ki, a szemcsék pedig a víz felszínre bukkánása körül, gyűrű alakban rakódnak le. Ezeket a munkagödör alján

jelentkező forrásokat nevezzük buzgároknak. A buzgárok megjelenése, hidraulikus talajtörés közeli állapotra figyelmeztet. Buzgárosodás esetén, a talajtörést elkerülendő durva szemcséjű kavics, zúzott kő leterhelés nem jelent megoldást. A védekezés helyes módja a víz útjának meghosszabbítása lehet (pl. szádpalló leverés). Elsősorban kis áteresztőképességű, ($k = 10^{-5} - 10^{-9} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$) plasztikus talajokban (agyagokban) tervezhető vagy durva szemcséjű talajban, ahol csekély mértékű a víz utánpótlás. Szemcsés talajban való alkalmazása függ az áramló víz utánpótlásának mennyiségétől és sebességétől.



11. ábra A rézsús határolású munkagödör alaprajza [19] 80. oldal

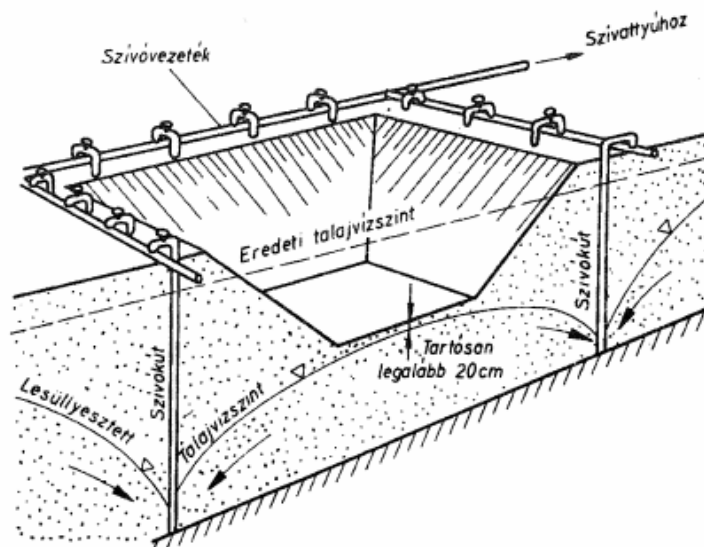
Nyíltvíztartás során a folyamatosan mélyített alapgödör fenékszintjén jelentkező nyílt vizet nyílt árokban vagy szivárgó hálózattal gyűjtik össze és zsompba vezetve kiszivattyúzzák. A gyűjtőaknát (zsompot) az építési szivárgók kiépítése előtt, az építmény alapterületén kívül kell megépíteni. Ezek az aknák olyan méretűek legyenek, hogy a néhány perces üzemszünet alatt tárolni tudják az összegyülekező vízmennyiséget. A gyűjtőakna általában 80 - 150 cm átmérővel (gyakran kútgyűrűkből) készül; a mélysége 1-2,0 m. Vonalas létesítményeknél kb. 80 m-enként kell gyűjtőaknákat építeni, széles munkagödörökben pedig a terület mentén 80 - 100 m-enként egyet-egyét, lehetőleg a legmélyebb pontokon. A talajvizet az alapsík alá min. 20 cm-re le kell süllyeszteni, s addig tartani, amíg felúszási veszély nincs. A szivárgót utólag csöveken keresztül 1:3 arányú cement/homok habarccsal kiinjektálják. A zsompot pedig víz alatti betonozással kell megszüntetni. Az építés befejezése után fokozatosan kell megszüntetni a nyíltvíztartást. Laza talajban a fenékhátrókat homokos kavicsal, zúzott kővel töltik ki (szivárgóárok) a 12. ábrán látható módon. [18] [19]



12. ábra A szivárgó és a gyűjtőakna kialakítása: 1-kátránypapír; 2-kavics; 3-draincső [19] 80. oldal

2.4.2. Talajvízszint-süllyesztés

Talajvízszint-süllyesztés során nem a munkagödörbe bejutott vizet távolítjuk el, hanem a köré telepített kutakból szívjuk ki a talajvizet és így azt a munkatér fenékszintje alá csökkentjük. A mélyebb depresszió miatt több vizet kell kiszívni, mint a nyíltvíztartásnál. A víz áramlása csak olyan mértékű lehet, hogy ne bonthassa meg a talaj szerkezetét.



13. ábra Munkagödör víztelenítése talajvízszint-süllyesztéssel [19] 82. oldal

Durvaszemcsés talajokban (kavics, durva homok) a gyors vízutánpótlás miatt nem alkalmazható, plasztikus talajokban a nyíltvíztartás gazdaságosabb, így alkalmazása olyan talajokban ajánlott ahol a szivárgási tényező $k = 10^{-1}-10^{-6} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ körüli (közepes homok, homokliszt, homokos iszap).

Alkalmazása indokolt, ha:

- a nyíltvíztartás nem alkalmazható, vagy gazdaságtalanabb;
- a dinamikus hatás miatt a szádfalas (vízzáró) munkatérhatárolás nem alkalmazható;
- az alapgyödröt hosszú időn át kell szárazon és tisztán tartani.

Előnyei:

- alkalmazása során az építés a talaj szerkezetének és teherbírásának megzavarása nélkül teljesen szárazon hajtható végre;
- teljes értékű víztelenítés, nem igényel vízzáró oldalhatárolást.

Hátrányai:

- kényes és megszakítás nélküli szivattyúzási ütemet, kifogástalan gépi felszerelést igényel, ezért költségei jelentősek;
- hosszú előkészítő munkát igényel;
- talajsüllyedést eredményezhet.

A talajvízszint süllyesztés rendszer részei:

- víz összegyűjtésre szolgáló kutak;
- víz elszállítására szolgáló vezetékek;
- vizet mozgató gépek, szivattyúk, motorok, gépház.

Talajvízszint süllyesztést csak tervek (hidraulikai és gépészeti) alapján szabad végezni. A munkagyödr fenékszintje alatt min. 20 cm-re (ha gépek is dolgoznak a gödörben, akkor min. 50 cm-re) legyen a lesüllyesztett talajvízszint. Észlelő (megfigyelő) kutak telepítése is szükséges és víztelenítési naplót kell vezetni. Elháríthatatlan zavar esetén a félig kész építmény felúszását elárasztással kell megakadályozni, ehhez elárasztó csöveket kell beépíteni. A talajvízszint süllyesztés üzemét csak az építető engedélyével szabad leállítani. Ekkor sem szabad hirtelen, egyszerre befejezni, hanem a kutak fokozatos kikapcsolása mellett, folyamatosan kell leállni. A kutak helyét gyorsan kötő cementhabarccsal kell kitölteni.

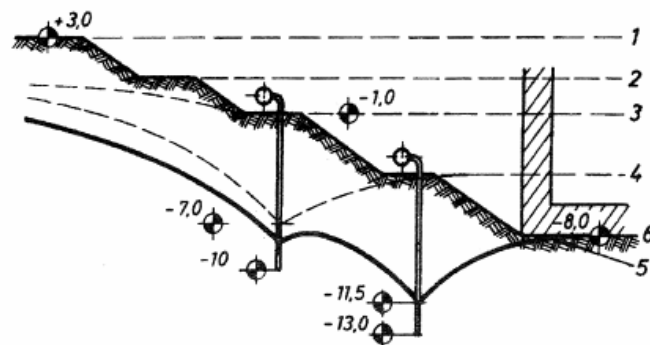
Talajvízszint süllyesztés fajtái:

- "Siemens" rendszerű (ha a talaj áteresztőképessége: $(k = 10^{-1} - 10^{-4} \frac{\text{cm}}{\text{s}})$);
- pontkutas ($k = 10^{-1} - 10^{-6} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$);
- vákuumkutas ($k = 10^{-3} - 10^{-7} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$);
- mélykutas ($k = 10^{-1} - 10^{-3} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$).

A talajvízszint süllyesztő berendezéseket a víz összegyűjtésére szolgáló csőkutak, a víz elszállítására szolgáló vezetékek, a vizet mozgó gépek, szivattyúk, motorok illetve a gépház alkotják. [18] [19]

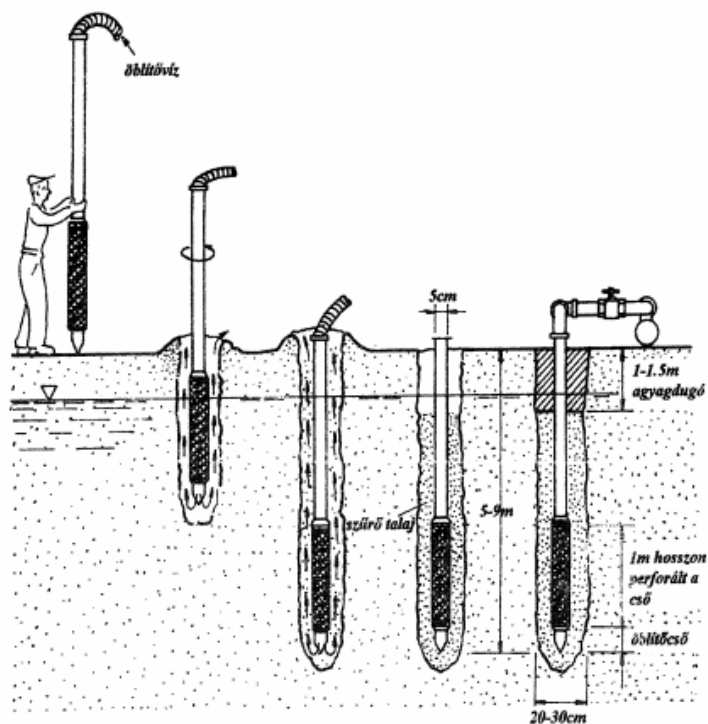
Siemens rendszerű (szűrőkutas) süllyesztés esetében a vízáramlás a megszívott kútban lévő alacsonyabb vízszint és a nyugalmi talajvízszint közötti magasságkülönbség hatására keletkezik (gravitációs süllyesztés). A kutak mélysége 8-12,0 m között változhat, távolságuk 6 - 10,0 m, átmérőjük: 20 - 60 cm. Egy kút metszete a 16/a. ábrán látható.

A fűrés bélésű védelme mellett történik, a furat aljára pedig kavics szűrőréteg kerül, majd függőlegesen beállítják a szűrőcsövet, amely 3 - 5 mm vastag perforált, horganyzott acélcső, amire drótháló, szűrőszövet, geotextília és az azokat rászorító acélhuzal kerül. Alul fadugóval vagy acélsapkával zárják le. A bélésű és a szűrőcső közé kavicszűrő kerül. A szívócsőre felül tolózár szerelnek. A szívóvezeték a gépház felé emelkedjen, hogy az esetleg belé került levegő eltávozhasson. Általában villanymotorral meghajtott szivattyúkat alkalmaznak, amelyeknek benzinmotoros (100%-os) tartaléka van. A szívómagasság elméletileg 10 m lehet, de a veszteségek miatt ebből csak nagyjából 7,0 m valósítható meg a szűrőkútban. Az egymástól 8 - 10,0 m távolságban lévő kútsorral 3 - 3,5 m leszívást lehet a felezővonalban elérni. Ha ennél nagyobb leszívás kell, akkor lépcsős talajvízszint-süllyesztést kell alkalmazni. A talajvíz leszívásának képe, depressziós görbével jellemezhető.



Nagyobb mélységek esetén három, vagy akár több lépcső alkalmazása is előfordulhat. Ilyenkor homogén talajviszonyok mellett már gazdaságosabb lehet a mélykutas rendszer. [18] [19]

Pontkutas rendszer esetében a kutakat 5 - 7 cm átmérőjű csövekből készítik, amely egyidejűleg szűrőcső és szívócső is. A cső alsó 1 - 1,5 m hosszban perforálva van, ide szitaszövetet, geotextiliát borítanak, rácsavart dróttal rögzítve (16/b. ábra, mint vákuumkút). A kutakat 60 cm, 120 cm vagy 180 cm távolságban telepítik egymás mellé fűrésszel vagy öblítéssel. Öblítéssel a cső 5 - 10 perc alatt lesüllyeszthető. Az öblítőfej golyós szelepe telepítéskor nyit, kútüzemben zár. Szívási üzem a Siemens rendszerhez hasonló, a kutakat közös gyűjtővezetékre kell kapcsolni. [18] [19]



15. ábra Pontkút lehajtása [19] 84. oldal

Vákuumkutas rendszer olyan, mint a pontkutas rendszer, csak a szivattyútelepet légszivattyúkkal egészítik ki. A kút alsó, perforált részén légritkítást hoznak létre, így a víz nemcsak a gravitáció, de a p_0 légnyomás hatására is áramlik a kút felé. A vákuumhatás miatt a szűrőhomok felső 1- 1,5 m hosszú részét agyagdugóval kell lezárni (16/b. ábra) elérhető leszívási mélység 4 - 4,5 m.

Előnye:

- finomabb szemcséjű talajokban is gazdaságos;
- depresszióhoz kevesebb idő kell, mint a gravitációsnál;
- munkagödör rézsúvi meredekesek lehetnek a levegő támasztóhatása miatt.

Hátrány:

- bonyolultabb gépi berendezés;
- durvaszemcséjű talajban nem használható.

A vákuumkút abban különbözik a pontkúttól, hogy a szűrőfelületét a levegőtől elzárjuk és a kút alján létesítjük a légritkítást. A vákuumkút a talaj hézagaiban lévő vízre közvetlen szívóhatást gyakorol a vákuum és a külső légnyomás közötti nyomáskülönbség segítségével. A vákuumhatás csak akkor érvényesül, ha a létesített vákuum és a külső légköri nyomás valamilyen légjáraton közvetlenül nem tud kiegyenlítődni. Alkalmazása ezért finom szemcsés, rendszerint kötött vizet is tartalmazó talajokban fordul elő. A süllyesztés során a víz áramlásához szükséges nyomásmagasságot a vákuum szívóhatása biztosítja ezért a kútsorok között csaknem vízszintes depressziós görbe alakítható ki. Különösen előnyös ez akkor, ha a vízzáró réteg felszíne csak kevéssel fekszik az alapsík alatt. A vákuumhatás a munkagödör falainak stabilizálásban is megnyilvánul. A víz alatt folyós, beomló talaj minimális megtámasztás mellett és meredekes rézsúvval is megáll.

A vákuumot az egész rendszerben fokozatosan kell növelni a víztelenítés megkezdését követően és a befejezés során is fokozatosan kell megszüntetni a hatást. A kutak vizét naponta ellenőrizni kell homoktartalom szempontjából. [18] [19]

alkalmazott feszültség: 15 - 150 V, az áramerősség: 10 - 30 A/kút, a teljesítmény: 30 kWh/víztelenített talaj m³.

Légnyomásos víztelenítés során térbelileg öt oldalról víz és légzáróan határolt térségbe sűrített levegőt vezetünk, melynek megfelelően választott túlnyomása a vizet, a szabadon hagyott nyitott hatodik oldal felé kiszorítja. A kiszorítás történhet nyílt mederbe vagy talajba vissza. A légnyomásos (keszon) víztelenítés, tehát pontosan a vákuum kutas talajvízszint süllyesztés ellentéte, előbbinél a levegő túlnyomásával visszaszorítjuk a vizet, utóbbinál a levegő ritkításával szívjuk. A nyitott oldalról a zárást a légnyomásos víztelenítésnél maga a külső víztömeg biztosítja, így az alkalmazott levegő túlnyomás nem lehet nagyobb a külső vízoszlop nyomásánál. A zárt munkateret felülről zárt szekrényben vagy föld alatti térségekben állítjuk elő, a sűrített levegőről pedig külön gépház gondoskodik. Ritkán alkalmazott módszer, mivel nagyon költséges és a dolgozók egészségére a nyomás alatt tartózkodás ártalmas. Szigorúan szabályozott a maximális alkalmazható légnyomás, a munkatérből való kijutás ideje, a levegő cseréje és a hőmérséklet. Mindezeket kívül biztosítani kell az állandó orvosi ellenőrzést és felügyeletet.

Talajfagyasztást a nagyon mély munkagödrök esetén használják, melyek szádfallal és légnyomással nem vízteleníthetők. Mesterséges hőelvonással szilárd, vízzáró falat hoznak létre, amely a fagyasztási üzem idejére önmagában állékony oldalhatárolást képez. Főként vízdús homok és kavics rétegekben való építkezés során alkalmazzák, általában 35 méternél nagyobb mélységben.

A fagyasztás előnyei:

- tökéletes vízzárást biztosít;
- nem igényel más oldalhatárolást, vagy megtámasztást;
- a légnyomásos módszerrel ellentétben egészségre nem káros;
- a gépház rövid üzemzavara nem okoz problémát.

Hátrányai:

- bonyolult gépi berendezéseket igényel;
- előkészítése hosszadalmas;
- a fagyasztást követően 2-3 hónapig is eltart az olvadás;
- meleg, áramló, vagy sós vízben nem alkalmazható.

Az eljárás lényege, hogy a fúrással létrehozott fagyasztó kutakban alacsony fagyáspontú, lehűtött folyadékot cirkuláltatnak, így a kutak hőt vonnak el és megfagyasztják maguk körül a talajt. Idővel a kutak körül kialakuló fagyhengerek összeérnek és szilárd falat alkotnak. A fagyhengerek összeéréséig tart az aktív fagyasztás, ez után a fal fenntartásához szükséges hidegmennyiséget kell csak biztosítani, ezt nevezik passzív szakasznak. Megfelelő kútelrendezéssel alsó lezárást is el lehet érni.

Ily módon határolt munkateret esetén különleges rendszabályokat kell betartani, mint például megfelelő cement és előmelegített adalékanyag alkalmazása és a már beépített beton utómelegítése. [18] [19]

2.5. Választott technológiák

A munkatér határolást befogott szádfal rendszerrel tervezem meg. Azért esett a választásom erre a módszerre, mert a teljes munkateret rézsűs kialakítással a szűkös hely miatt nem lehetne kivitelezni; a szádfal kihorgonyozása a sűrű közműhálózatot veszélyeztetné; a belső megtámasztás pedig további helyet igényelne a munkatérben.

A befogott szádfal a vízzárást is biztosítja a munkálatok során, a 8,5 m-en megjelenő vízzáró agyagba való bekötéssel.

A szádfallal határolt részen rekedt víz kitermelését szűrőkutas megoldással tervezem, a kívánt leszívási mélység elérése után, a kutak megszüntetésre kerülnek. A talajvizet a munkagödörtől a vízzáró agyagba való szádfal bekötésével tartom távol. A talaj kitermelésével szintet tartva, trapéz szelvényű árkot tervezek, az esetleges felszíni vizek elvezetésére. A szádfal mentén körbe futó árok egy zsompba végződik, ahonnan szakaszos szivattyúzással kell eltávolítani a munkálatok során a felszínről összegyűlő vizet.

3. Kiindulási adatok

A helyszín pontos megismerése érdekében, megvizsgálom a táj földtörténeti kialakulását, éghajlati viszonyait és morfológiáját. A talajmechanikai szakvéleményekből megismert talajrétegződés alapján összefoglalom a talajok talajfizikai paramétereit. A talajmechanikai adatokat a fúrásokban megjelenő talajvízszintek összegzése követi.

A tervezett létesítmény koncentrikusan elhelyezkedő, álló hengerekből áll. A hengerek magassága azonos, 5,0 m. A külső henger külső átmérője 45,0 m, a középső henger külső átmérője 30,0 m, a belső henger külső átmérője 15,0 m. A fenéklemez 49,0 m átmérőjű, vastagsága 50 cm, a hengerek falvastagsága szintén 50 cm. A falvastagságokat alapvetően a felúszás elleni védekezés határozta meg.

A fejezetet a felhasznált anyagok fizikai tulajdonságainak felsorolásával zárom.

3.1. Általános ismertetés

3.1.1. A táj felosztása, morfológiája

A Zala folyó völgyének két szakasza, az Alsó-, illetve a Felső-Zala-völgy, a Principális-csatorna által elfoglalt Principális-völgy és a Mura északi partján elhelyezkedő Mura-balparti sík (Muravölgyi-sík, Muramente) alkotják a terület alacsonyabban fekvő régióit. A kiemelt helyzetű területeket 5 részre oszthatjuk fel: a legnyugatabbi Hetésre (Kerka vidék és Lendva-vidék), a központi helyzetű Göcsejre, az Egerszeg–Letenyei dombságra, amely a legnagyobb területű, illetve a Zalaapáti- és a Zalavári-hátra, amelyek a terület keleti felét alkotják. Létezik egy másik felosztás, mely három nagy egységre osztja fel a tájat és ezeken belül osztja kisebb részegységekre:

- Nyugat-Zalai dombság;
- Kelet-Zalai dombság;
- Mura-balparti sík.[3]

3.1.2. Dél-Zala természetföldrajzi kialakulása

A térségben elhelyezkedő egykori hegység főleg észak-kelet - dél-nyugati irányú vonulatokból állt. A hegység nyugat felé egyre mélyebbre süllyed, a gerinceket rögökre tagoló haránt törések mentén. Anyaga főleg triász kori mészkövekből és dolomitokból

épült fel. Ez a hatalmas hegység több 10 millió éven keresztül töredezett és pusztult, amit igazol a fűrőiszapot elnyelő sok üreg és hasadék, valamint azok a durva törmelékek, amelyek a szárazföldi lepusztulás nyomán keletkeztek.

A Kárpátok miocénkori felgyűrődése nagy változásokat hozott. A hatalmas törések mentén vulkánok keletkeztek. A kiömlő andezit láva helyenként 1000 m vastag takarót borított a felszínre. Ezzel egy időben megindult a hegység lassú süllyedése, föléje tenger nyomult és abból 3000-5000 m vastag neogén (miocén és pliocén) üledék rakódott le, amely végül a legmagasabb csúcsokat is elnyelte. Anyaguk: agyag, márga, homok, homokkő, konglomerátum, breccsa stb.

A térség gazdag szénhidrogénekben (kőolaj, földgáz), melyek mellett még egy komoly érték rejtőzik a neogén üledékekben. Ez az érték a föld belső hőjétől felmelegedett termálvíz, amely sok értékes sót is tartalmaz. Nagykanizsa környékén a földkéreg vékonysága miatt átlagosan 20 méterenként növekszik 1 °C-al a hőmérséklet a föld mélye felé. (A világátlag 33 m/l °C.)

A felsőpliocén időszakban erőteljesen megemelkedett a terület, s az egykori tengerfenék egyhangú térszint képezve felszínre került. Ezen terítette szét a dél felé folyó Ős-Mura és az Ős-Rába, esetleg az Ős-Duna is, kavicsos-homokos hordalékát, melynek nyomait ma a dombság legmagasabb szintjein találjuk a felszínen (pl. a börcönicei kápolna mellett.). A jégkorszak kezdetén gyökeres változások következtek a felszínfejlődésben. A korábbi szubtrópusi jellegű éghajlat fokozatosan hidegre és szárazra fordult. A terület lassú emelkedése miatt az Ős-Duna és az Ős-Rába észak felé kanyarodott, az Ős-Mura, pedig jóval nyugatabbra talált egy újonnan kialakult süllyedéket.

Ugyancsak a jégkorszak során képződött, a dombok oldalát és tetejét befedő lösztakaró, amely a sok csapadék hatására felső szintjében a legtöbb helyen elválógosodott. A mai völgyhálózat kialakulásán túl szerkezeti változások is történtek. A Principális-völgy középső része mellett besüllyedt az a 4-5,0 km széles árok is, amely észak-kelet – dél-nyugati irányba húzódik a Balatonnal párhuzamosan. Süllyedése miatt nem szabdalódott fel a felszíne, s így helyet adott Nagykanizsa város utcáinak, épületeinek. Az óholocén száraz és meleg klímája alatt lendült mozgásba a Principális-völgymedence magasabb térszíneinek homokja.

A táj mai képe egy változatos dombsági felszín, zömmel észak-déli irányban elnyúló völgyekkel. Sík terület kevés akad. A gerinceket mindenütt laza üledék fedi. A völgyek kitakarítása és a domboldalak pusztulása ma is tart, sőt felgyorsult az ember

földművelő munkája nyomán. Az erdőtakaró alatt vízmosások most is mélyülnek, de a futóhomokot már lekötötte a gazdag növénytakaró. [23]

3.1.3. Éghajlat

Nagykanizsa az ország délnyugati sarkában helyezkedik el. Helyzeténél fogva a nedves kontinentális klímán belül jobban érvényesül az óceán hatása és némiképp a Földközi-tengeré is. Ennek megfelelően Nagykanizsa az ország egyik legcsapadékosabb városa. A 70 évi átlag 766 mm. A csapadék évi eloszlása egyenletesebb, mint másutt az országban. Maximuma májusra esik az óceáni légtömegek behatolása miatt, de a földközi-tengeri hatás következtében ősszel is kialakul egy másodmaximum. A téli csapadékminimum a hideg szárazföldi származású levegő uralmát jelzi. A havas napok száma megegyezik az országos átlaggal, de a hótakaró vastagabb, mint máshol.

Az északkeleti és a délnyugati szelek a leggyakoribbak Nagykanizsán (30-30%). Nyáron az észak-nyugati viharos szelek uralma a jellemző. A szélcsendes napok száma 5% csupán, a nyári zivatarokat kísérő jégeső gyakoribb az országos átlagnál. A vegetáció gazdagságát növeli a levegő magas relatív nedvességtartalma (76% évi átlagban). A csapadékos időszakot kísérő tartós felhőzöttség jelentékenyen csökkenti a napsütéses órák számát. Az évi 110 - 120 borult nap miatt, csupán 1800 - 1900 óra az évi napsütés. Ez az érték 200 - 300 órával elmarad az Alföld adottságaitól, s ezzel minőségi hátrányba kerül a napfényigényes növények termelése. A hűvös óceáni és a meleg földközi-tengeri légtömegek télen enyhítik a hideget, nyáron a meleget, így a hőmérséklet évi közepes ingadozása országosan is a legkisebbek között van (21,7 °C). Az évi középhőmérséklet 10,2 °C. [23]

Összefoglalva a fentiek elmondható, hogy mérsékelt hűvös- mérsékelt nedves éghajlatú táj. Általánosan évi 700 - 750 mm közötti csapadék jellemző. A nyári félévben Délen valamivel több, mint 460 mm, Északon 430 - 450 mm eső várható. A táj uralkodó széliránya az északi. A magasabb dombvonulatokon nincs összefüggő talajvízszint, az alacsonyabb helyeken a terepszint alatt 2 - 6,0 m között érhető el. Magasabbra csak a völgyekben emelkedik. Mennyisége nem jelentős. Kémiaiailag túlnyomóan kalcium, magnézium-hidrogénkarbonátos. A szulfáttartalom alacsony, 60 mg/l alatti, viszont nitrátban gazdag.

3.1.4. Vízrajz

Nagykanizsához legközelebb eső jelentős vízfolyás a Mura folyó. A város vízellátásában döntő szerepe van és befogadja a megtisztított szennyvizeit. A talajvíz és a domboldalakról lefutó csapadékvíz a patakok medrében talál lefolyást. A völgyhálózat elég sűrű (2 km/km^2) és jelentékeny a lefolyás is a sok csapadék, valamint a meredek és kötött talajú domboldalak miatt. A lehullott csapadék 18%-a távozik átlagosan a vízfolyásokon keresztül, a többi elpárolog, illetve raktározódik. A patakok vize sem elég tiszta már.

Szennyezi egyrészt a mezőgazdasági területek lemosott és a talajvízbe szivárgott kémiai anyaga, másrészt a települések bevezetett és bemosott szemetete. Több helyütt elgátolták a völgyeket és halastavakat alakítottak ki. A tóépítés káros következményeként a kisesésű völgyek tó feletti szakasza hosszan elmocsarasodott. A környék vizeinek fő gyűjtője a Principális-csatorna. A misefai eredetétől a Muráig gyűjti össze a mellékvizeket, illetve lecsapolja a pangó vizes területeket és levezeti a város csapadékvizét és megtisztított szennyvizeit.

A széles völgy mocsaraiba egy terjedelmes teraszszigetre épült Kanizsa hajdan híres vára. A város környéki dombság gazdag forrásokban. A terjedelmes erdőségekben fakadó vizek tiszták és egészségesek. A gyenge utánpótlással rendelkező rétegvizek minősége kitűnő, mennyisége azonban megcsappant a nagymértékű felhasználás nyomán. A termálvíz-készlet hasznosítására még alig került sor. A lezárt kutak 100°C körüli lyukhőmérsékletű vizével, akár épületeket is lehetne fűteni, bár a felsőpannoniai víztartó rétegek viszonylagos vékonysága miatt a készlet korlátozott. Nagyobb mértékben csupán a zalakarosi gyógyfürdőben használják ki ezt a lehetőséget. [23]

3.1.5. Szeizmicitás, földrengések

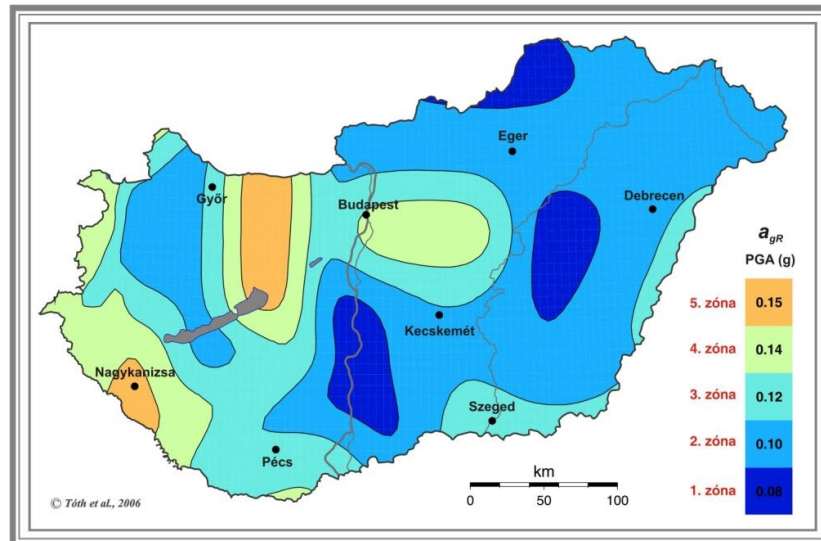
Magyarország területén évente 100 - 120 kisebb földrengést regisztrálnak az érzékeny szeizmológiai hálózat segítségével. Ezek nagy része nem éri el az érezhetőség határát. A nagyobbak ritkábban, de jellemző visszatérési idővel fordulnak elő.

Nagyobb történelmi földrengés nem volt az általam vizsgált területen vagy annak közelében. A tágabb környezetben a kis intenzitású történelmi rengések eloszlása Kelet –Nyugati illetve Észak – Déli irányítottságú. Az É–D-i sáv két szélén a földrengések epicentrumai egy Letenye – Zalaegerszeg és egy Kapronca – Nagykanizsa irányú vonalon sorakoznak fel.

Historikus (1995 előtti) rengésekből mindössze néhány ismert a területen és környezetében Szepetnek, Órtilos, Nagykanizsa, Zákány és Iharos térségében. Az újabb, már műszeres vizsgálatokkal észlelt (1995–után) rengéseket dokumentáltak 2002 - 2009 között Órtiloson, Pogányszentpéteren, Szepetneken, Kiskanizsán, Szemenyecsörnyén, Rigyácon, Letenyén és Szentmargitfalva környezetében.

A közelmúlt jelentősebb intenzitású, a Richter skála szerinti 3,7 erősségű földrengése 2003 december 16-án történt, a földrengés epicentruma Nagykanizsától néhány kilométerre délre volt, azonban ez sem okozott károkat.

Az Európai Unió országaiban egységes földrengés szabvány (Eurocode 8) van érvényben, mely részletesen meghatározza a földrengésbiztos tervezés módszereit különböző építmények esetében. 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 földrengés viszonyai miatt minden ország saját Nemzeti Mellékletében adja meg a helyi szeizmikus zónákat, a tervezéshez szükséges alapadatokat. [24] [25]



17. ábra Magyarország szeizmikus zónatérképe [25]

Az épületek 4 fontossági osztályba sorolhatók attól függően, hogy az összeomlásnak milyen következményei lesznek az emberi életre, a közbiztonságra és a polgári védelemre közvetlenül a földrengést követő időszakban, valamint hogy milyenek az összeomlás szociális és gazdasági következményei. [26]

A fontossági osztályok meghatározását az első táblázat mutatja be.

Fontossági osztály	Épületek
I.	A közbiztonság szempontjából kisebb jelentőségű épületek, pl. mezőgazdasági épületek, stb.
II.	Közönséges épületek, amelyek nem tartoznak más kategóriákba.
III.	Olyan épületek, amelyeknek a szeizmikus ellenállása fontos az összeomlás következményeinek szempontjából, pl. iskolák, gyűléstermek, kulturális intézmények, stb.
IV.	Olyan épületek, amelyeknek az épsége a földrengés alatt életfontosságú a polgári védelem szempontjából, pl. kórházak, tüzoltóállomások, erőművek, stb.

2. táblázat Épületek fontossági osztályai [26]

A korábban ismertett információk birtokában megállapítható, hogy az általam vizsgált területen a földrengések kialakulásának kockázata minimális.

3.2. Geotechnikai feltárások, vizsgálatok

Az altalaj és talajvízviszonyok megismerésére a Délzalai Víz- és Csatornamű ZRt. archívumából beszerzett adatok, illetve adattári adatok szolgáltak.

A vizsgált területen 4 db fúrás készült, valamennyi 10,0 m mélységig, melyeket VIZITERV végzett el. A fúrásokat Borró készülékkel készítették, a fúrások összes hossza 40,0 m. A fúrások a tervezett mélységet elérték.

A terület mélyebben fekvő altalaját feltételezhetően pannon korú talajok alkotják. A feltárt mélységig (10,0 m) a plasztikus és szemcsés rétegek szeszélyesen váltogatják egymást. A térszín közelében több a plasztikus, míg az altalajban a szemcsés talaj. Ezek a talajok a pleisztocénben keletkezett ártéri üledékek, vagy azok mállásával, bomlásával keletkezett képződmények.

A finomszemcsés talajokat általában meredek lefutású szemeloszlási görbe jellemzi. Többségük folyósodásra hajlamos. A talaj rétegződését, a rétegek vastagságát, osztályozó és állapotjellemzőit a mellékelt talajszelvényeken tüntettem fel. Ugyanitt adtam meg a tervezéshez szükséges egyéb talajfizikai jellemzők karakterisztikus értékeit is. [9]

A fúróval mélyített fúrások átmérőjét, terepszint feletti magasságát, valamint a fúrás mélységét a 3. táblázat tartalmazza.

Fúrás száma	Fúrás átmérője [mm]	Terepszint feletti magasság [mBf]	Fúrás mélysége [m]
P1	80	138,62	10
P2	80	139,12	10
P3	80	138,94	10
P4	80	138,88	10

3. táblázat Fúrási adatok [27]

A feltárások alapján megállapítható, hogy a terület térszín közeli altalaját gyengén plastikus, átmeneti és finom szemcsés talajok alkotják. Ez alatt összefüggő finom homok talaj kerül el, a finom homok alatt plastikus, átmeneti és finomszemcsés talajok találhatók. Jellemzően közepesen tömör településűek, színük a felső rétegeknél barna ill. barnásszürke, az alsó rétegeknél sárga, sárgásszürke és szürke színűek. Konzisztenciájuk jellemzően merev ($I_c = 0,75 - 1,0$) és kemény ($I_c > 1,0$). Fejtési osztályuk: III – IV, $I_c > 1,0$ esetén IV.

A fúrások során a laboratóriumi vizsgálatok elvégzéséhez 1 db zavartalan és számos zavart magmintát vettek. A zavartalan magmintát a P2-es fúrás során 2,2 m mélységből vették és azon kompressziós vizsgálatot végeztek.

Zavart mintákat 0,8 méteres gyakorisággal vették, illetve ahol a talajrétegződés indokolta ott kiegészítő mintavételezésre is sor került. Az alábbi 4. táblázatban láthatók azok az adott mélységből nyert minták, melyeken laborvizsgálatokat végeztek.

Fúrás	P1	P2	P3	P4
Zavart minták mintavétel mélysége [m]	0,4	0,4	0,4	0,4
	2,0	1,2	1,2	2,8
	2,8	2,2	2,8	3,6
	6,0	2,8	3,6	7,5
	7,6	6,8	4,4	7,8
	8,4	8,3	8,4	8,2
	9,2	9,1	-	-

4. táblázat Zavart minták [27]

A feltárt talajrétegződést a Rétegszelvények (R-1) rajzdokumentáció mutatja be. A talajrétegek a 4 fúrás által meghatározott rétegváltásoknál vesznek fel reális értéket, a fúrások között a talajrétegződés feltételezett. [27]

3.2.1. Laboratóriumi vizsgálatok

A mintákat a VIZITERV vizsgálta és tervezéshez szükséges talajfizikai jellemzőket is meghatározták.

A szemcsés és átmeneti talajok azonosítása szemeloszlási vizsgálatokkal történt. A szemeloszlási görbéken az alábbi tulajdonságok kerültek meghatározásra:

- szemcsefrakciók megoszlása [%];
- 60 tömegszázalékhoz tartozó szemcseátmérők [d_{60}];
- 10 tömegszázalékhoz tartozó szemcseátmérők [d_{10}];
- egyenlőtlenségi mutatók [c_u];
- görbületi mutatók [c_c].

A plasztikus talajok azonosítása a konzisztencia határok alapján történt. A vizsgálatok során, a

- folyási határok [w_L];
- sodrási határok [w_p];
- plasztikus indexek [I_p];
- relatív konzisztencia indexek [I_c];

lettek meghatározva.

A vízáteresztő képességi együttható értékét állandó és változó víznyomásos kísérlet adja meg, a nyírószilárdsági paraméterek meghatározása triaxiális berendezéssel történt. Az alakváltozási paraméterek, ödométeres kísérletek eredményei, amelyek alapján megrajzolásra kerültek a kompressziós görbék.

3.2.2. Talajok részletes jellemzése

A fúrások eredményeként az alábbi talajok alkotják a vizsgált területet (zárójelben azok a fúrások, amelyekben az adott talajfajta megjelent):

- Iszapos homok (P1, P3);
- Iszapos finom homok (P1, P2, P3, P4);
- Homokos iszap (P1, P2, P3, P4);
- Homokos sovány agyag (P2);
- Sovány agyag (P3, P4);
- Közepes agyag (P1, P2, P3, P4).

Talajfajta		Homokos iszap	Homokos sovány agyag	Sovány agyag	Közepes agyag
Folyási határ	w_L [%]	30,00	41,00	33,00	40,00
Plasztikus határ	w_p [%]	18,05	22,35	16,32	21,13
Plasztikus index	I_p [%]	12,20	15,70	16,00	20,50
Konzisztencia index	I_c [%]	0,65	1,02	0,96	1,05
Természetes sűrűség	ρ_n [g/cm ³]	1,90	2,15	1,60	1,90
Telített sűrűség	ρ_t [g/cm ³]	1,95	2,16	1,98	2,00
Száraz sűrűség	ρ_d [g/cm ³]	1,48	2,00	1,64	1,62
Összenyomódási modulus	E_{oed} [MN/m ²]	5,80	15,50	9,00	9,50
Poisson tényező	μ	0,28	0,40	0,35	0,37
Súrlódási szög	φ [°]	16,00	21,50	16,50	14,00
Kohézió	c [kN/m ²]	21,50	28,00	49,00	60,00
Vízáteresztő képességi együttható	k [m/s]	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$< 10^{-8}$	$< 10^{-9}$	$< 10^{-9}$

5. táblázat Plasztikus talajok talajfizikai jellemzőinek karakterisztikus értéke

A plasztikus talajok természetes víztartalma $w = 10 - 25\%$, folyási határa $w_L = 30 - 41\%$, a plasztikus index $I_p = 12 - 25\%$ közé adódott. A sovány agyag fagyra érzékeny, míg a homokos iszap fagyveszélyes talajok közé sorolható. A plasztikus

talajok, számításhoz szükséges talajfizikai jellemzőinek karakterisztikus értékeit, az 5. táblázat foglalja össze.

Finomszemcsés rétegek (iszapos homok, iszapos finom homok, finom homok). Jellemzően laza – közepesen tömör településűek, színük szürke - barna. Agyag-iszap tartalmuk 5 - 40%, homok 41 – 86%, kavicsstartalmuk 0- 18 %. Fejtési osztályuk: III. Talajmechanikai szempontból folyásra hajlamosak és fagyveszélyes talajnak minősülnek, teherbírásuk gyenge – közepes.

Talajfajta		Iszapos homok	Iszapos finom homok
Folyási határ	w_L [%]	-	-
Plasztikus határ	w_P [%]	-	-
Plasztikus index	I_P [%]	-	-
Konzisztencia index	I_c [%]	-	-
Természetes sűrűség	ρ_n [g/cm ³]	1,85	1,88
Telített sűrűség	ρ_t [g/cm ³]	1,95	2,00
Száraz sűrűség	ρ_d [g/cm ³]	1,65	1,70
Összenyomódási modulus	E_{oed} [MN/m ²]	20,00	19,00
Poisson tényező	μ	0,30	0,32
Súrlódási szög	φ [°]	27,00	30,00
Kohézió	c [kN/m ²]	-	-
Vízáteresztő képességi együttható	k [m/s]	$5,9 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-6}$

6. táblázat Szemcsés talajok talajfizikai jellemzőinek karakterisztikus értéke

A fúrások felhasználásával a tervezett műtárgyhoz talajszelvényeket készítettem. A talajszelvényeken feltüntettem a rétegződést, az észlelt nyugalmi és megütött talajvízszinteket, valamint a műtárgy tervezett alapozási síkját. A talajszelvényeket Rétegszelvények (R-1) rajzdokumentáció tartalmazza.[27]

3.3. Talajvízviszonyok, talajvízminőség

A talajmechanikai fúrások során, minden esetben jelentkezett talajvíz, melynek szintjeit az alábbi táblázat foglalja össze.

Fúrás jele	Megütött vízszint terepszint alatt [m]	Megütött vízszint [mBf]	Nyugalmi vízszint terepszint alatt [m]	Nyugalmi vízszint [mBf]
P1	2,23	136,39	2,48	136,12
P2	2,21	136,91	2,53	136,62
P3	2,31	136,63	2,61	136,44
P4	2,04	136,84	2,47	136,38

7. táblázat Talajvízszintek

A vizsgált területen a talajvíz nyomás alatti; járását döntően a csapadékeszivárgás, ill. a háttérterület felől történő utánpótlás adja. A feltáró fúrásokban a talajvíz nyugalmi szintje a térszín alatt 2 - 3 m mélységben állt be. A vizsgált területen a talajvízszint közel vízszintes. A mélyebb fekvésű nyugati részen a Dencsár árok vízállása befolyásolja a mindenkori vízállást. Az árokról nem áll rendelkezésre vízjárás adat, elképzelhető, hogy időszakosan el is önti a terület mélyebb részeit.

A térség talajvízjárása kiegyenlítettnek tekinthető. A kivitelezést alacsony talajvízállású időszakokra célszerű ütemezni, ebben az esetben az építési talajvízszint 136,50 mBf vehető fel.

A fúrásokból talajvízminta vétel is történt, a szulfát és hidrogénion koncentráció megállapítása céljából. A vizsgálat számszerű értékeit a 8. táblázatunk tartalmazza.

Fúrás száma	SO ₄ [mg/l]	pH
P1	125	7,13
P2	87	6,92
P3	143	7,01
P4	103	6,97

8. táblázat Talajvíz vízkémiai vizsgálat eredménye

A talajvíz vízkémiai vizsgálati eredményét összevetve az MSZ EN 206 – 1:2002.sz. szabványban foglaltakkal megállapítható, hogy a talajvíz szulfát és hidrogénion koncentrációját tekintve a beton és vasbetonszerkezetekre nem agresszív.[27]

3.4. Felhasznált anyagok és anyagminőségük

3.4.1. A választott szádfal típusa és paraméterei

Az elem megnevezése: Arcelor AU 14

Szélesség: $b = 750 \text{ mm}$

Mélység: $h = 408 \text{ mm}$

Lemezvastagság: $t = 10 \text{ mm}$

Keresztmetszeti inercia: $I = 2,868 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$

Felület 1 m-re vetítve: $A = 13\,200 \text{ mm}^2$

Rugalmassági modulus: $E_s = 206\,000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Húzási merevség: $E_A = 2,719 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$

Hajlítási merevség: $E_I = 5,908 \cdot 10^{13} \text{ Nmm}^2$

3.4.2 Beton

Anyagminőség: C30/37 - XD2 – XV2(H)– 16 - F3

Nyomószilárdság tervezési értéke: $f_{cd} = 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Nyomószilárdság karakterisztikus értéke: $f_{ck} = 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Húzószilárdság karakterisztikus értéke: $f_{ctd} = 1,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Húzószilárdság várható értéke: $f_{ctm} = 2,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Rugalmassági modulus: $E_{cm} = 33\,000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

A beton Poisson tényezője: $\nu = 0,2$

A vasbeton sűrűsége: $\rho_c = 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

3.4.3 Betonacél

Acél jelölése: B500

Folyáshatár tervezési értéke: $f_{yd} = 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Folyáshatár karakterisztikus értéke: $f_{yk} = 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Rugalmassági modulus: $E_s = 200\,000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

A nyomott betonzóna magasságának határhelyzetének számításához szükséges csökkentő tényező: $\xi_{c0} = 0,49$

4. Számítások

4.1. Földnyomások meghatározása

A földnyomásokat a P1-P2 talajszelvényből határoztam meg. A számolás során az előző fejezetben ismertetett talajfizikai jellemzőket használtam fel, felszíni teherként $10 \frac{kN}{m^2}$ -t vettem.

4.1.1. Függőleges földnyomás

A függőleges földnyomás a következő képletből számítható.

$$\sigma_{zn} = \sigma_{z(n-1)} + h \cdot \rho \cdot g$$

ahol,

σ_{zn} – a függőleges földnyomás [$\frac{kN}{m^2}$]

h – a réteg vastagsága [m]

ρ – a térfogatsúly [$\frac{t}{m^3}$]

g – a nehézségi gyorsulás [$\frac{m}{s^2}$] $\sim 10 \frac{m}{s^2}$

A függőleges földnyomások

$$\sigma_{z0} = 10 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{z1} = 10 + 1,4 \cdot 2,15 \cdot 10 = 40,1 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{z2} = 40,1 + 6,6 \cdot 1,88 \cdot 10 = 164,18 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{z3} = 164,18 + 0,8 \cdot 1,90 \cdot 10 = 179,38 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{z4} = 179,38 + 3,6 \cdot 1,90 \cdot 10 = 247,78 \frac{kN}{m^2}$$

4.1.2. Nyugalmi földnyomások

Az nyugalmi földnyomás a következő képletből számítható.

$$\sigma_{x0} = \sigma_z \cdot K_0$$

ahol,

σ_{x0} – a nyugalmi földnyomás [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$]

σ_z – a függőleges földnyomás [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$]

K_0 – a nyugalmi földnyomás tényezője

A nyugalmi földnyomás tényezője

$$K_0 = 1 - (\sin \varphi)$$

φ – a belső súrlódási szög [°]

Ezt felhasználva az egyes talajok nyugalmi földnyomás tényezői

$$K_0 = 1 - (\sin 21,5) = 0,630$$

$$K_0 = 1 - (\sin 30) = 0,500$$

$$K_0 = 1 - (\sin 16) = 0,724$$

$$K_0 = 1 - (\sin 14) = 0,758$$

A nyugalmi földnyomások

$$\sigma_{x01} = 40,1 \cdot 0,630 = 25,26 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{x012} = 40,1 \cdot 0,500 = 20,05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

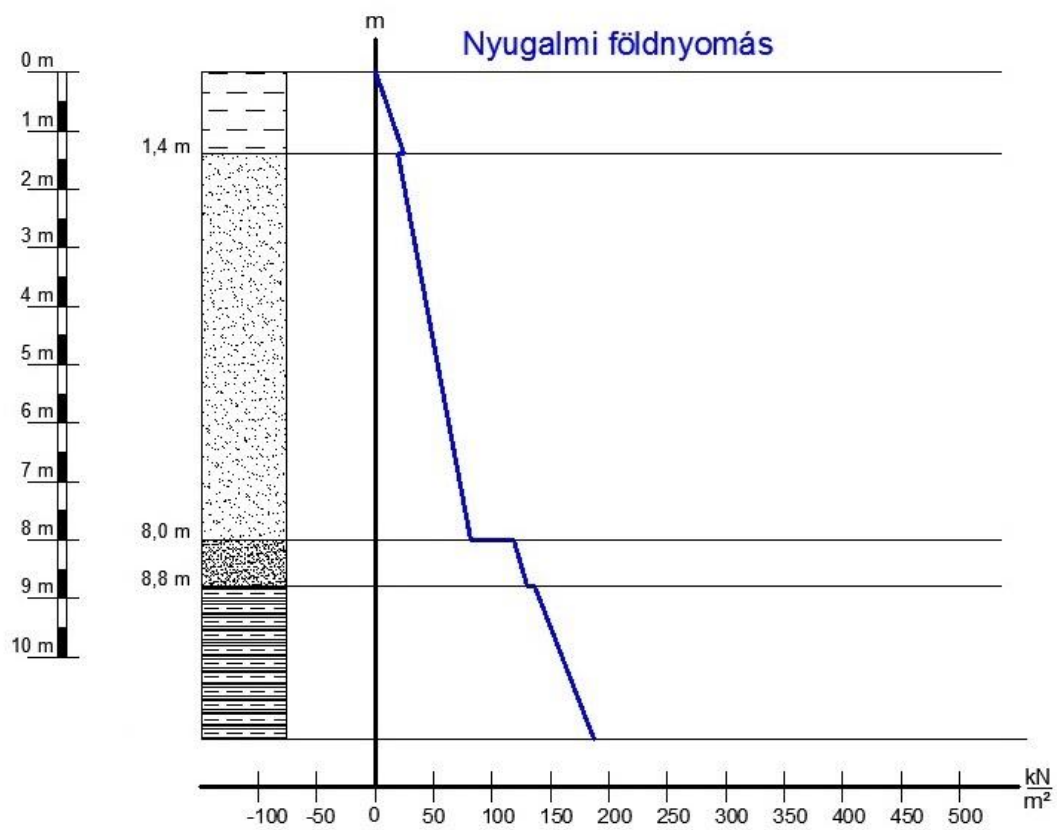
$$\sigma_{x02} = 164,18 \cdot 0,500 = 82,09 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{x023} = 164,18 \cdot 0,724 = 118,86 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{x03} = 179,38 \cdot 0,724 = 129,87 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{x034} = 179,38 \cdot 0,758 = 135,97 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{x04} = 247,78 \cdot 0,758 = 187,82 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



18. ábra Nyugalmi földnyomások ábrája

4.1.3. Aktív földnyomások

Az aktív földnyomás a következő képletből számítható.

$$\sigma_{xa} = \sigma_z \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

ahol,

σ_z – a függőleges földnyomás [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$]

K_a – az aktív földnyomás tényezője

c – a kohézió [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$]

Az aktív földnyomás tényezője

$$K_a = \left[\frac{\sin(\beta - \varphi)}{\sqrt{\sin(\beta - \delta)} + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \varepsilon)}}} \right]^2$$

Ha $\beta = 90^\circ$, $\delta = \varepsilon = 0$, akkor az ismert Rankine-féle értéket kapjuk:

$$K_a = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$$

φ – a belső súrlódási szög [$^\circ$]

Ezt felhasználva az egyes talajok aktív földnyomás tényezői

$$K_{a1} = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{21,5}{2}\right) = 0,464$$

$$K_{a2} = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{30}{2}\right) = 0,333$$

$$K_{a3} = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{16}{2}\right) = 0,567$$

$$K_{a4} = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{14}{2}\right) = 0,610$$

Az aktív földnyomások

$$\sigma_{xa1} = 40,1 \cdot 0,464 - 2 \cdot 28 \cdot \sqrt{0,464} = -19,54 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xa12} = 40,1 \cdot 0,333 - 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0,333} = 13,35 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

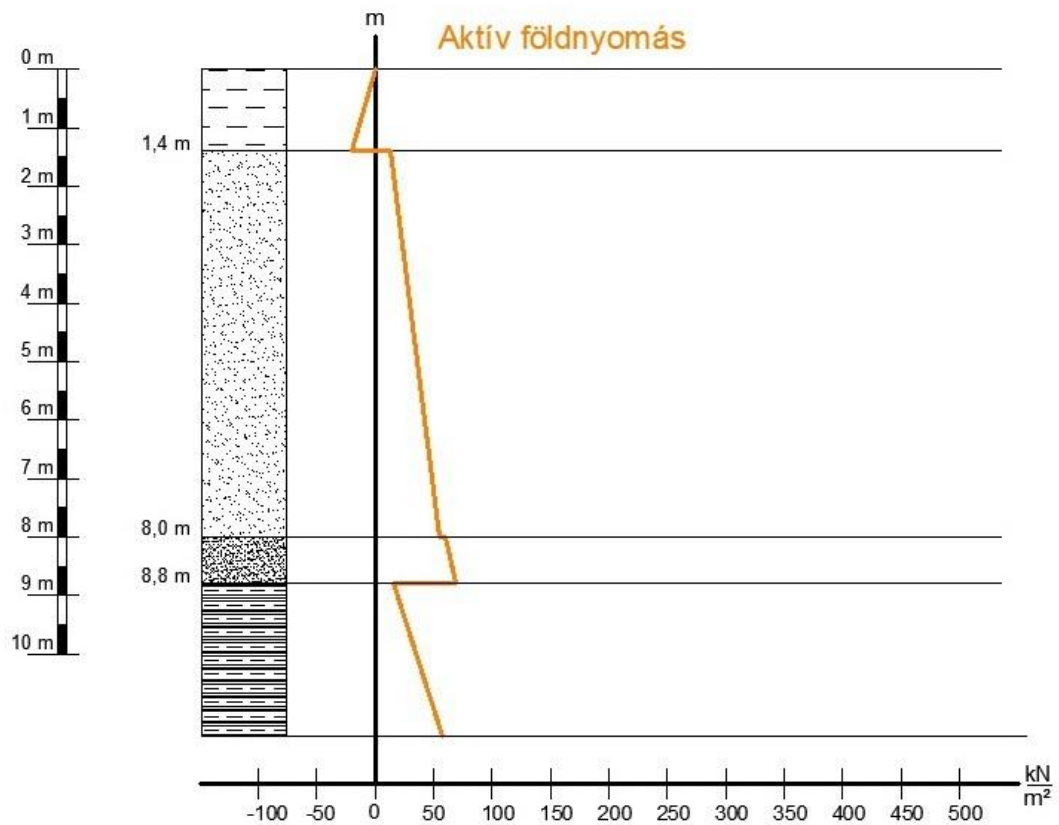
$$\sigma_{xa2} = 164,18 \cdot 0,333 - 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0,333} = 54,67 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xa23} = 164,18 \cdot 0,567 - 2 \cdot 21,5 \cdot \sqrt{0,567} = 60,71 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xa3} = 179,38 \cdot 0,567 - 2 \cdot 21,5 \cdot \sqrt{0,567} = 69,33 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xa34} = 179,38 \cdot 0,610 - 2 \cdot 60 \cdot \sqrt{0,610} = 15,70 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xa4} = 247,78 \cdot 0,610 - 2 \cdot 60 \cdot \sqrt{0,610} = 57,42 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$



19. ábra Aktív földnyomások ábrája

4.1.4. Passzív földnyomások

Az passzív földnyomás a következő képletből számítható.

$$\sigma_{xp} = \sigma_z \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

ahol,

σ_{zp} – a passzív földnyomás [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$]

σ_z – a függőleges földnyomás [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$]

K_p – a passzív földnyomás tényezője

c – a kohézió [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$]

A passzív földnyomás tényezője

$$K_p = \text{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

φ – a belső súrlódási szög [°]

Ezt felhasználva az egyes talajok passzív földnyomási tényezői

$$K_{p1} = \text{tg}^2\left(45^\circ + \frac{21,5}{2}\right) = 2,15$$

$$K_{p2} = \text{tg}^2\left(45^\circ + \frac{30}{2}\right) = 3,00$$

$$K_{p3} = \text{tg}^2\left(45^\circ + \frac{16}{2}\right) = 1,76$$

$$K_{p4} = \text{tg}^2\left(45^\circ + \frac{14}{2}\right) = 1,63$$

A passzív földnyomások

$$\sigma_{xp1} = 40,1 \cdot 2,15 + 2 \cdot 28 \cdot \sqrt{2,15} = 168,33 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xp12} = 40,1 \cdot 3,00 + 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{3,00} = 120,3 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

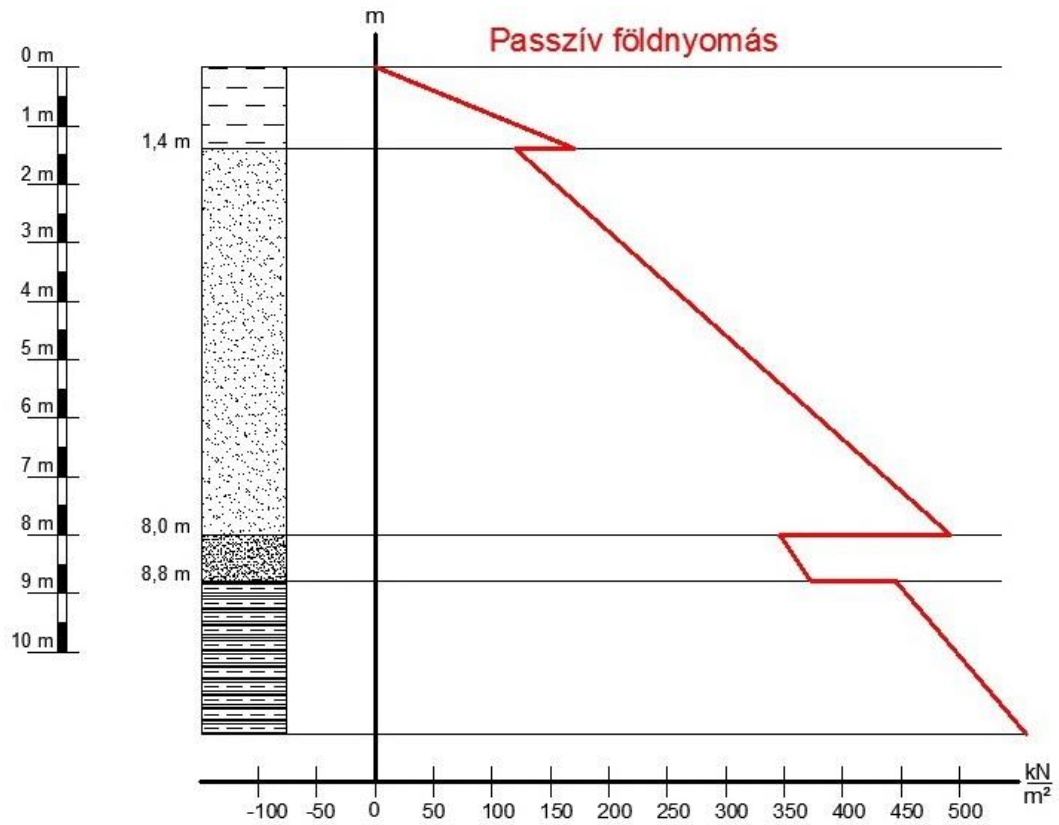
$$\sigma_{xp2} = 164,18 \cdot 3,00 + 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{3,00} = 492,54 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xp23} = 164,18 \cdot 1,76 + 2 \cdot 21,5 \cdot \sqrt{1,76} = 346,00 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xp3} = 179,38 \cdot 1,76 + 2 \cdot 21,5 \cdot \sqrt{1,76} = 372,75 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xp34} = 179,38 \cdot 1,63 + 2 \cdot 60 \cdot \sqrt{1,63} = 445,59 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\sigma_{xp4} = 247,78 \cdot 1,63 + 2 \cdot 60 \cdot \sqrt{1,63} = 557,08 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

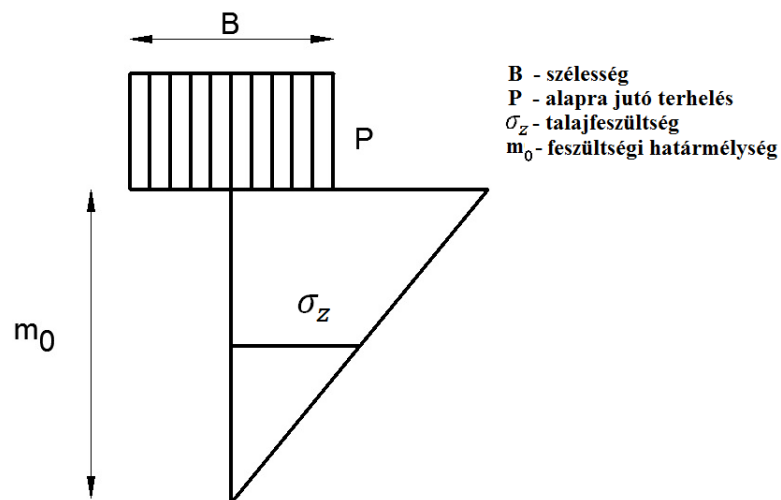


20. ábra Passzív földnyomások ábrája

4.2.Ágyazási tényező meghatározása

Az ágyazási tényező meghatározásához szükséges süllyedésértékeket Jáky módszerrel és Fischer szerint (Széchy – Varga (1971) nyomán) határoztam meg.

4.2.1. Jáky féle határmélység elmélet



21. ábra Határmélység [19]

Jáky szerint a talajfeszültség az alapozási síktól számítva lineárisan csökken a határmélységig. A határmélységet az alábbi képletek segítségével határozhatjuk meg.

$$m_0 = 2 \cdot B \cdot \left(1 - \frac{B}{2 \cdot L}\right)$$

A határmélység az a mélység, ami alatt úgy vesszük, hogy a terhelésből nem keletkezik talajfeszültség.

A képlet sávalapoknál és pilléralapoknál a következőképpen alakul:

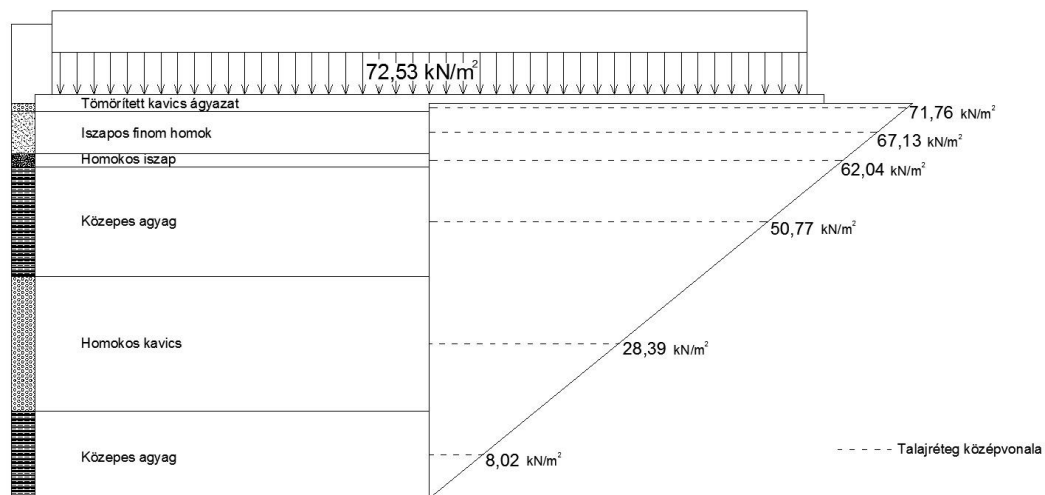
- Sávalap $\rightarrow m_0 = 2 \cdot B; (L \rightarrow \infty)$
- Pilléralap (négyzetes, köralap) $\rightarrow m_0 = B; (L = B)$

[19]

Határmélység meghatározása:

$$m_0 = \frac{D}{2} = \frac{47}{2} = 23,5\text{m}$$

A grafikus meghatározást követően (22. ábra), $72,53 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ megoszló terhelést alapul véve, az alábbi hatékony feszültségek adódtak a talajrétegek közép vonalában (9. táblázat).



22. ábra Hatékony feszültség meghatározása Jáky süllyedéshez

Talajmechanikai fúrások a vizsgált területen 10,0 m-ig terjedtek, a számításhoz szükséges, mélyebben fekvő altalaj rétegződését egy közeli kútfúrás rétegszelvényéből egészítettem ki.

Talajok megnevezése	Talaj vastagsága	Hatékony feszültség	Összenyomódási modulus
	[m]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
Tömörített HK ágyazat	0,5	71,76	150
Iszapos finom homok	2,5	67,13	19
Homokos iszap	0,8	62,04	5,8
Közepes agyag	6,5	50,77	9,5
Kavicsos homok*	8	28,39	80
Közepes agyag*	5,2	8,02	9,5

*:Magyar Bányászati és Földtani Hivatal adattára alapján

9. táblázat A talajban keletkező hatékony feszültségek

Süllyedések számítása:

$$s_1 = \frac{\sigma'_1 \cdot m_0}{E_{s1}} = \frac{71,76 \cdot 23,5}{150000} = 0,0056\text{m}$$

$$s_2 = \frac{\sigma'_2 \cdot m_0}{E_{s2}} = \frac{67,13 \cdot 23,5}{19000} = 0,0415\text{m}$$

$$s_3 = \frac{\sigma'_3 \cdot m_0}{E_{s3}} = \frac{62,04 \cdot 23,5}{5800} = 0,1257\text{m}$$

$$s_4 = \frac{\sigma'_4 \cdot m_0}{E_{s4}} = \frac{50,77 \cdot 23,5}{9500} = 0,0628\text{m}$$

$$s_5 = \frac{\sigma'_5 \cdot m_0}{E_{s5}} = \frac{28,39 \cdot 23,5}{80000} = 0,0042\text{m}$$

$$s_6 = \frac{\sigma'_6 \cdot m_0}{E_{s6}} = \frac{8,02 \cdot 23,5}{9500} = 0,0099\text{m}$$

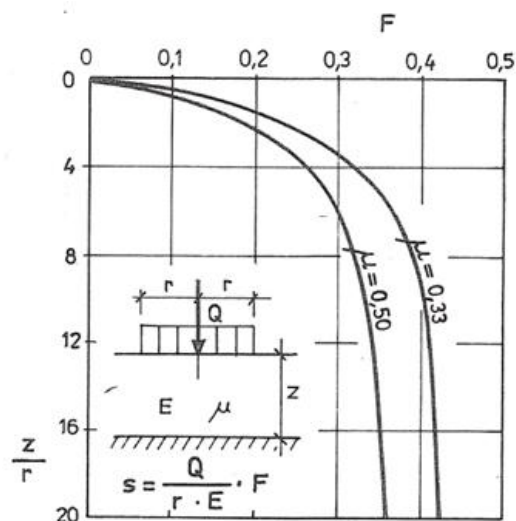
$$\Sigma s = 0,2497\text{m}$$

Ágyazási tényező meghatározás:

$$c = \frac{\sigma'_1}{\Sigma s} = \frac{72,53}{0,2497} = 290,46 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

4.2.2. Fischer szerint meghatározott süllyedések

A süllyedések meghatározásához a diagram F értékének meghatározása szükséges, ehhez ki kell számolni a $\frac{z}{r}$ értékeket, majd a diagramon a $\frac{z}{r}$; μ görbe metszéspontját fel kell vetíteni F tengelyre.



23. ábra Merev, kör alakú alaptestek süllyedése Fischer szerint [28] 4.8.2 példa 735. oldal

A süllyedések az alábbi képletből számíthatók:

$$s = \frac{Q}{r \cdot E} \cdot F\left(\mu; \frac{z}{r}\right)$$

ahol,

Q – az alapozási síkon fellépő terhelés

r – az alaptest sugara

E_s – összenyomódási modulus

F – diagramról leolvasható érték

z – rétegvastagság

$$r = 23,5\text{m}$$

$$m_0 = \frac{D}{2} = \frac{47}{2} = 23,5\text{m}$$

$$Q = 125,836 \text{ MN}$$

Talajok megnevezése	Talaj vastagsága (z)	$\frac{z}{r}$	F	Összenyomódási modulus E _{oed}
	[m]	[m]	-	[MN/m ²]
Tömörített HK ágyazat	0,5	0,021	0,04	150
Iszapos finom homok	2,5	0,106	0,085	19
Homokos iszap	0,8	0,034	0,02	5,8
Közepes agyag	6,5	0,277	0,12	9,5
Kavicsos homok*	8	0,340	0,18	80
Közepes agyag*	5,2	0,221	0,11	9,5

*:Magyar Bányászati és Földtani Hivatal adattára alapján

10. táblázat Fischer féle süllyedés számításához szükséges számított és diagramról leolvasott értékek

Süllyedések számítás

$$s_1 = \frac{Q}{r \cdot E_{s1}} \cdot F_1 = \frac{125,836}{23,5 \cdot 150000} \cdot 0,04 = 0,0014$$

$$s_2 = \frac{Q}{r \cdot E_{s2}} \cdot F_2 = \frac{125,836}{23,5 \cdot 19000} \cdot 0,085 = 0,0127$$

$$s_3 = \frac{Q}{r \cdot E_{s3}} \cdot F_3 = \frac{125,836}{23,5 \cdot 5800} \cdot 0,02 = 0,0600$$

$$s_4 = \frac{Q}{r \cdot E_{s4}} \cdot F_4 = \frac{125,836}{23,5 \cdot 9500} \cdot 0,012 = 0,0564$$

$$s_5 = \frac{Q}{r \cdot E_{s5}} \cdot F_5 = \frac{125,836}{23,5 \cdot 80000} \cdot 0,18 = 0,0120$$

$$s_6 = \frac{Q}{r \cdot E_{s6}} \cdot F_6 = \frac{125,836}{23,5 \cdot 9500} \cdot 0,11 = 0,0395$$

$$\Sigma s = 0,1820\text{m}$$

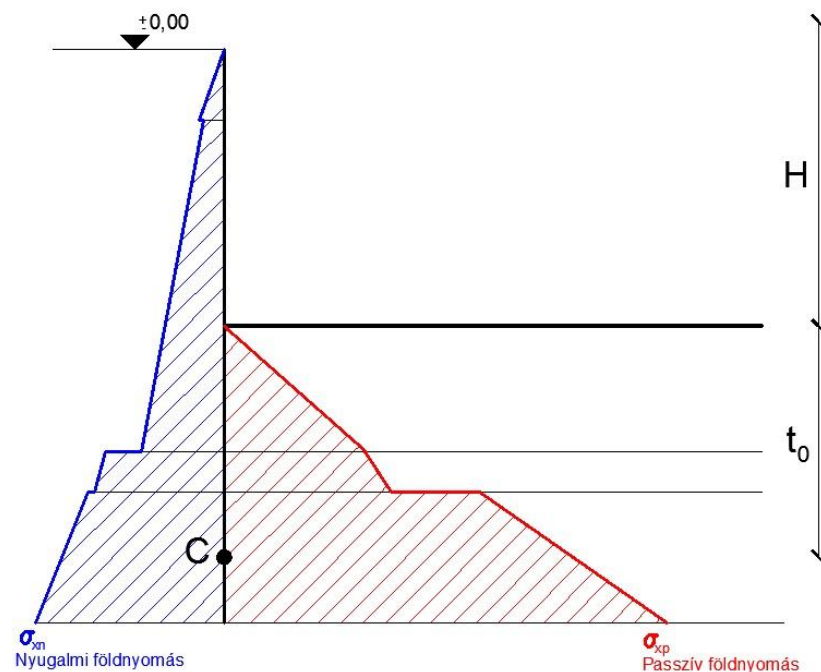
Ágyazási tényező meghatározás:

$$c = \frac{\sigma'_1}{\Sigma s} = \frac{72,53}{0,182} = 398,54 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

4.3. Földmegtámasztó szerkezet méretezése

4.3.1. A szádfal befogásának kézi számítása

Számításom során az 4.1. fejezetben leírt földnyomásokat vettem alapul. A szádfal C pontjára nyomatéki egyensúlyi egyenletet írtam fel. Az egyenlet eredményeként kapott 3. fokú egyenletet iterációs módszerrel oldottam meg.



24. ábra Szádfal méretezése

$$\Sigma M_C = 0$$

$$\left[\left(\left(\frac{\sigma_{x01} \cdot h}{2} \right) \cdot (4,6 + t_0) \right) + \left(((\sigma_{x02}^1 \cdot h) \cdot (0,8 + t_0)) + \left(\left(\frac{\sigma_{x02}^2 \cdot h}{2} \right) \cdot (t_0 - 0,3) \right) \right) \right. \\ \left. + \left((\sigma_{x03}^1 \cdot h \cdot (t_0 - 2,9)) + \left(\frac{\sigma_{x03}^2 \cdot h}{2} \cdot (t_0 - 3) \right) \right) + \right. \\ \left. + \left(\left((\sigma_{x04}^1 \cdot (t_0 - 4,6)) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) \right) + \left(\left(\frac{\sigma_{x04}^2 \cdot (t_0 - 4,6)}{2} \right) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \right) \right] \cdot 1 =$$

$$= \left[\left(\left(\frac{\sigma_{xp1}' \cdot h}{2} \right) \cdot (t_0 - 1,6) \right) + \right. \\ \left. + \left(((\sigma_{xp2}'^1 \cdot h) \cdot (t_0 - 2,9)) + \left(\frac{\sigma_{xp2}'^2 \cdot h}{2} \cdot (t_0 - 3) \right) \right) + \right. \\ \left. + \left((\sigma_{xp3}'^1 \cdot (t_0 - 4,6)) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) \right) + \left(\left(\frac{\sigma_{xp3}'^2 \cdot (t_0 - 4,6)}{2} \right) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \right] \cdot 1$$

$$\left[\begin{aligned} & (875 \cdot (4,6 + t_0)) + ((6600 \cdot (0,8 + t_0)) + (10230 \cdot (t_0 - 0,3))) + \\ & + (4740 \cdot (t_0 - 2,9) + 220 \cdot (t_0 - 3)) + \\ & + \left(\left(((179,38 + (t_0 \cdot 1,9 \cdot 10) \cdot 0,724) \cdot (t_0 - 4,6)) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) \right) + \right. \\ & \left. + \left(\left(\frac{(68,4 + ((t_0 \cdot 1,9 \cdot 10) \cdot 0,758)) \cdot (t_0 - 4,6)}{2} \right) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \right) \end{aligned} \right] \cdot 1 =$$

$$= \left[\begin{aligned} & (8812,50 \cdot (t_0 - 1,6)) + ((5590,4 \cdot (t_0 - 2,9)) + (528 \cdot (t_0 - 3))) + \\ & \left(((62,2 + (t_0 \cdot 1,9 \cdot 10) \cdot 1,63) + (2 \cdot 60 \cdot \sqrt{1,63})) \cdot (t_0 - 4,6) \right) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) + \\ & \left(\left(\frac{((114,4 + (t_0 \cdot 1,9 \cdot 10) \cdot 1,63) + (2 \cdot 60 \cdot \sqrt{1,63})) \cdot (t_0 - 4,6)}{2} \right) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \end{aligned} \right] \cdot 1$$

$$\left[\begin{aligned} &((4025 + 875t_0)) + (((5280 + 6600t_0)) + ((10230t_0 - 3069))) + \\ &\quad + ((4740t_0 - 13746) + (220t_0 - 660)) + \\ &\quad + \left(((129,87 + (t_0 \cdot 13,754)) \cdot (t_0 - 4,6)) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) \right) + \\ &\quad + \left(\left(\frac{(51,85 + (t_0 \cdot 14,4)) \cdot (t_0 - 4,6)}{2} \right) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \end{aligned} \right] =$$

$$= \left[\begin{aligned} &(8812,5t_0 - 14100) + ((5590,4t_0 - 16212,16) + (528t_0 - 1584)) + \\ &\quad + \left((((101,38 + (t_0 \cdot 30,97)) + 153,2) \cdot (t_0 - 4,6)) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) \right) + \\ &\quad + \left(\left(\frac{((186,47 + (t_0 \cdot 30,97)) + 153,2)) \cdot (t_0 - 4,6)}{2} \right) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \end{aligned} \right]$$

$$\left[\begin{aligned} &-8170 + 22665 t_0 + \left(((129,87 + 13,754 t_0) \cdot (t_0 - 4,6)) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) \right) + \\ &\quad + \left(\left(\frac{(51,85 + (t_0 \cdot 14,4)) \cdot (t_0 - 4,6)}{2} \right) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \end{aligned} \right] =$$

$$= \left[\begin{aligned} &14930,9 t_0 - 31896,16 + \left(((254,58 + 30,97 t_0) \cdot (t_0 - 4,6)) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) \right) + \\ &\quad + \left(\left(\frac{((186,47 + (t_0 \cdot 30,97)) + 153,2)) \cdot (t_0 - 4,6)}{2} \right) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \end{aligned} \right]$$

$$\left[\begin{aligned} &-8170 + 22665 t_0 + \left((129,87 t_0 + 13,754 t_0^2 - 597,4 - 63,27t_0) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) \right) + \\ &\quad + \left((25,93 t_0 + 7,2 t_0^2 - 11927 - 33,12t_0) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \end{aligned} \right] =$$

$$= \left[\begin{aligned} &14930,9 t_0 - 31896,16 + \left((254,58 t_0 + 30,97 t_0^2 - 1171 - 142,46t_0) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{2} \right) \right) + \\ &\quad + \left((169,84t_0 + 15,48 t_0^2 - 781,24 - 71,12 t_0) \cdot \left(\frac{(t_0 - 4,6)}{3} \right) \right) \end{aligned} \right]$$

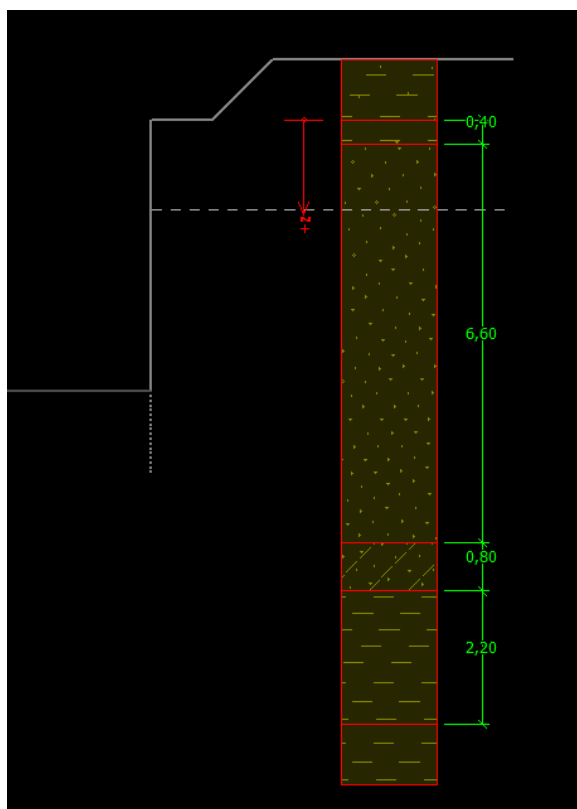
$$\begin{aligned}
& \left[\begin{aligned} & -8170 + 22665 t_0 + \\ & + (33,3 t_0^2 + 6,877 t_0^3 - 298,7 t_0 - 153,18 t_0 - 31,635 t_0^2 + 1374,02) + \\ & + (-2,39 t_0^2 + 2,4 t_0^3 - 3975,66 t_0 + 11,02 t_0 - 11,04 t_0^2 + 18288,06) \end{aligned} \right] = \\
& = \left[\begin{aligned} & 14930,9 t_0 - 31896,16 + \\ & + \left((56,06 t_0^2 + 15,485 t_0^3 - 585,5 t_0 - 258,06 t_0 - 71,23 t_0^2 + 2693,3) \right) + \\ & (32,9 t_0^2 + 5,16 t_0^3 - 260 t_0 + 151,34 t_0 - 23,74 t_0^2 + 1196) \end{aligned} \right] \\
& 9,27 t_0^3 - 11,765 t_0^2 - 18248,48 t_0 + 11492,08 = \\
& = 20,65 t_0^3 - 6,01 t_0^2 - 13978,68 t_0 - 28006,9 \\
& -11,368 t_0^3 - 5,75 t_0^2 - 4269,8 t_0 + 39498,94 = 0 \\
& t_0^3 + 0,506 t_0^2 + 375,6 t_0 - 3474,57 = 0
\end{aligned}$$

Az egyenlet megoldásaként $t_0 = 7,9 \text{ m} - t$ kaptam. A befogás értéke tapasztalati úton $t = t_0 \cdot 1,2$ képlettel számolható, melynek eredményeként a szádfal szükséges befogási hossza 9,5 m-re adódik.

4.3.2. Szádfal szoftverekkel való méretezése és ellenőrzése

A szádfal méretezését Geo5 program, Szádfal tervezés moduljával végeztem el. A programban lehetőség van a talaj rétegződésének megadására, be lehet állítani, hogy hol helyezkedik el a talajvíz szintje. Az egyes talajrétegekhez hozzá lehet rendelni az adott talaj talajfizikai paramétereit.

Első lépésként a modell térben megadtam a talajrétegek vastagságát (25. ábra), majd talajok menüpont alatt létrehoztam a vizsgált szelvényben előforduló talajok listáját és feltöltöttem a talajfizikai paramétereiket az egyes talajokhoz (26. ábra).



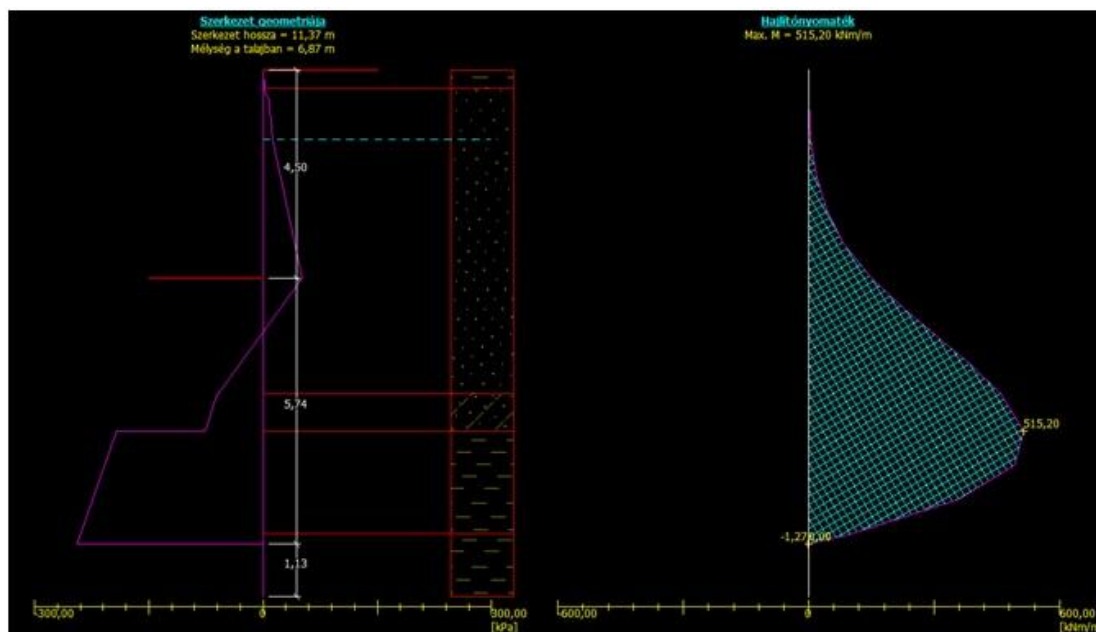
25. ábra Geo5 Tervezés modulban létrehozott modell és talajrétegződés

26. ábra Talajadatok megadása

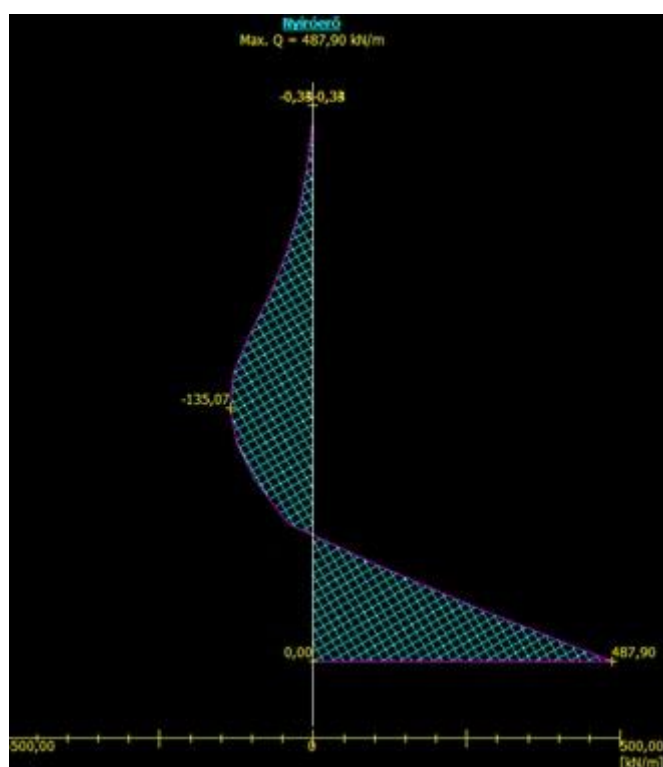
Ezt követően a talajokat hozzárendeltem a modell rétegeihez, megadtam a talajvíz magasságát és beállítottam a geometriai kialakítást.

A munkatér -1 m mélységig 1:1-es rézsűvel van kialakítva, a munkagödör alja -4,5m-re van a rézsű talpától.

Lefuttattam a számítást, melynek eredményeként a program a befogás mélységként 6,87m állapított meg, a szerkezet teljes hossza így 11,37 m-re adódott (27. ábra).

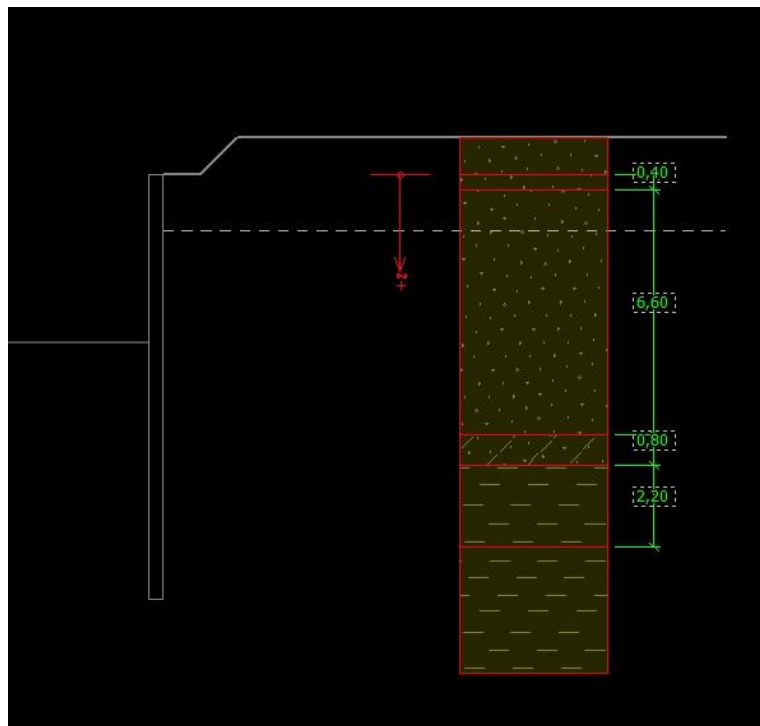


27. ábra Geo5 számított befogási mélység, nyomatéki ábra



28. ábra Geo5 nyíróerő ábra

A szádfal tervezését követően ellenőriztem a szádfalat Geo5 Szádfal ellenőrzés moduljával. A modell megrajzolása és a talaj adatok megadása a tervezéshez hasonlóan történt (29. ábra).



29. ábra Geo5 Ellenőrzés modulban létrehozott modell és talajrétegződés

A tervezéstől eltérően itt meg kellett adnom a szádfal méretét (11,4 m) és fizikai tulajdonságait (30. ábra).

Metsz. szerk.

Fal típusa: Szádlemez

Keresztmetsz. neve: szádfal

Metszet hossz: $l = 11,40$ [m]

Árokfenék alatti nyomás csökk. tény.: 1,00 [-]

Geometria

Arcelor AU 14 750 x 408 x 10.0 mm

Anyag

Rug. modulus: $E = 206842,72$ [MPa]

Nyírási modulus: $G = 82737,09$ [MPa]

Információ

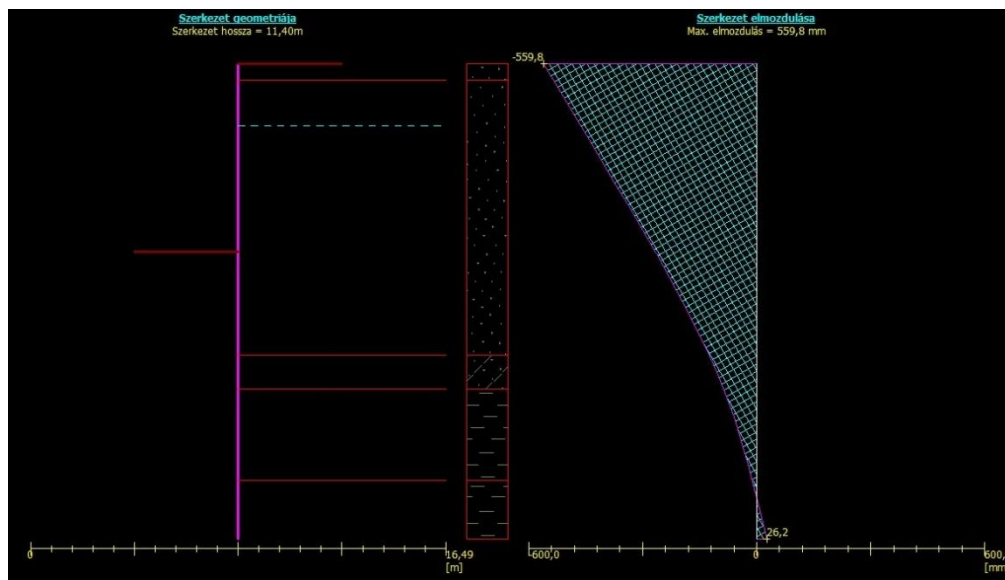
$A = 1,32E-02$ [m²/m] $I = 2,87E-04$ [m⁴/m]

$E = 206842,72$ [MPa] $G = 82737,09$ [MPa]

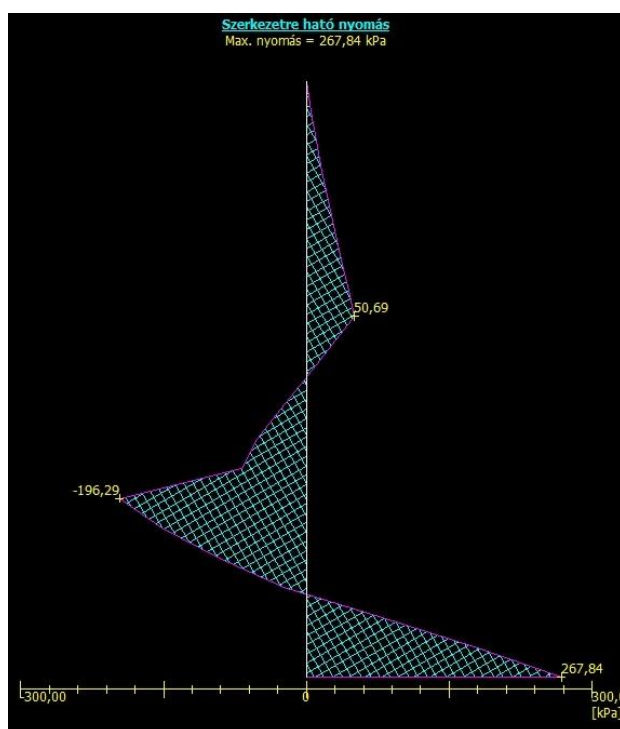
Elhaszn. katalóg. OK Mégsem

30. ábra Szádfal adatainak megadása

A számítás lefutása után az igénybevételek nem változtak. A szerkezet elmozdulását és a rá ható nyomást 31.- 32. ábrák mutatják. A Szádfal ellenőrzés modul lehetőséget ad stabilitás vizsgálatra is, melynek eredményeként, az összes módszer szerint megfelelt.

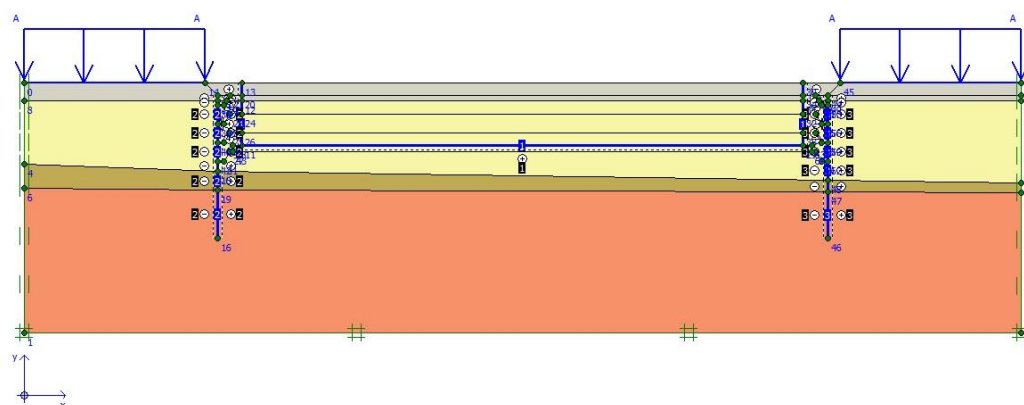


31. ábra Geo5 ellenőrzés, a szádfal elmozdulása

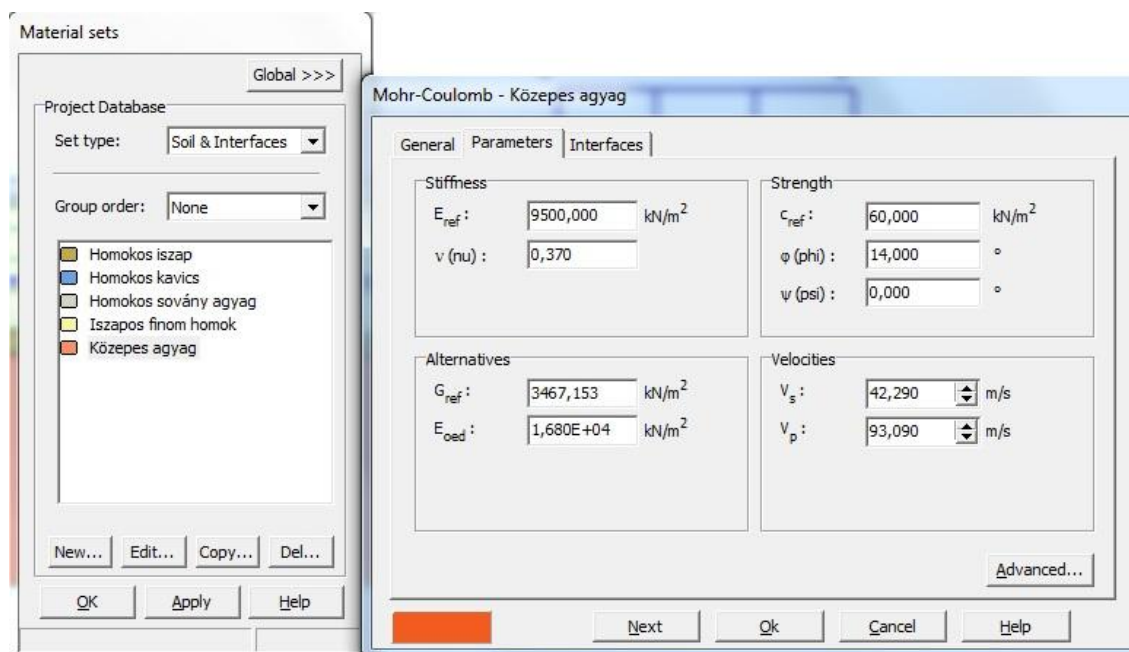


32. ábra Geo5 ellenőrzés, a szerkezetre ható nyomás

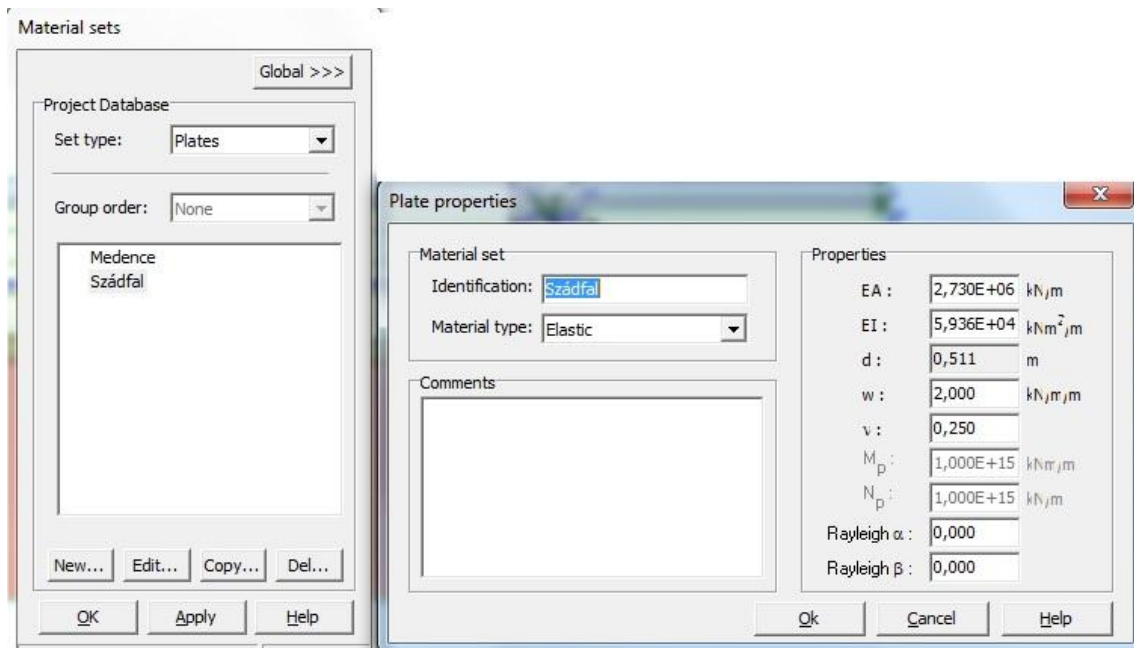
A Geo5 programmal megtervezett szádfalat Plaxis programmal is ellenőriztem. Plaxisban szintén a modell felépítésével kezdtem a feladatot, a korábban meghatározott szádfal méretet vettem alapul (11,4m). Megrajzoltam a talajrétegződést illetve a szerkezetet (33. ábra), majd hozzárendeltem a talaj és a szádfal fizikai adatait a modellhez (34. - 35. ábrák).



33. ábra Plaxis modell

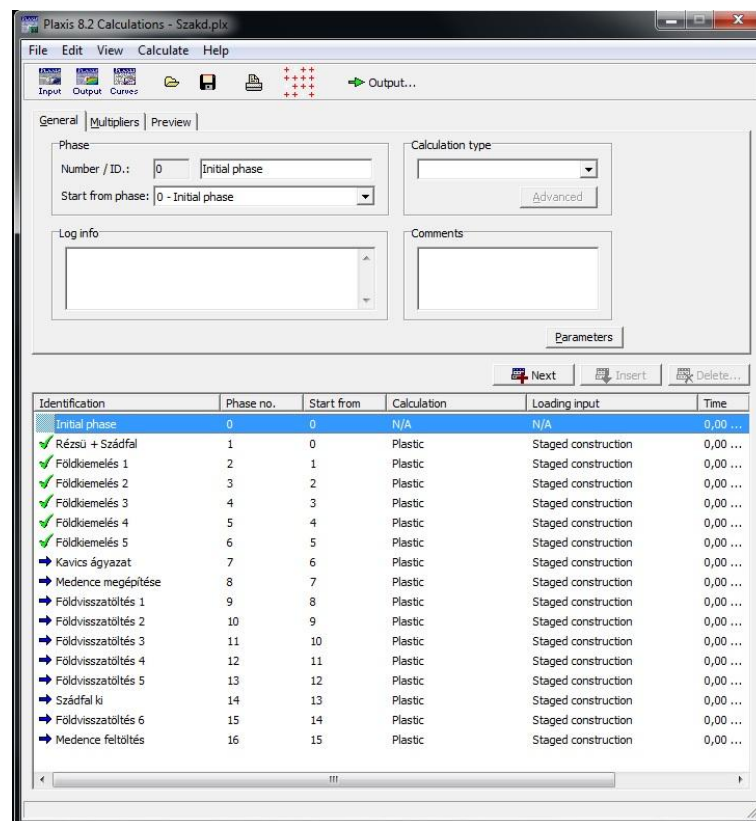


34. ábra Plaxis talajadatok megadása



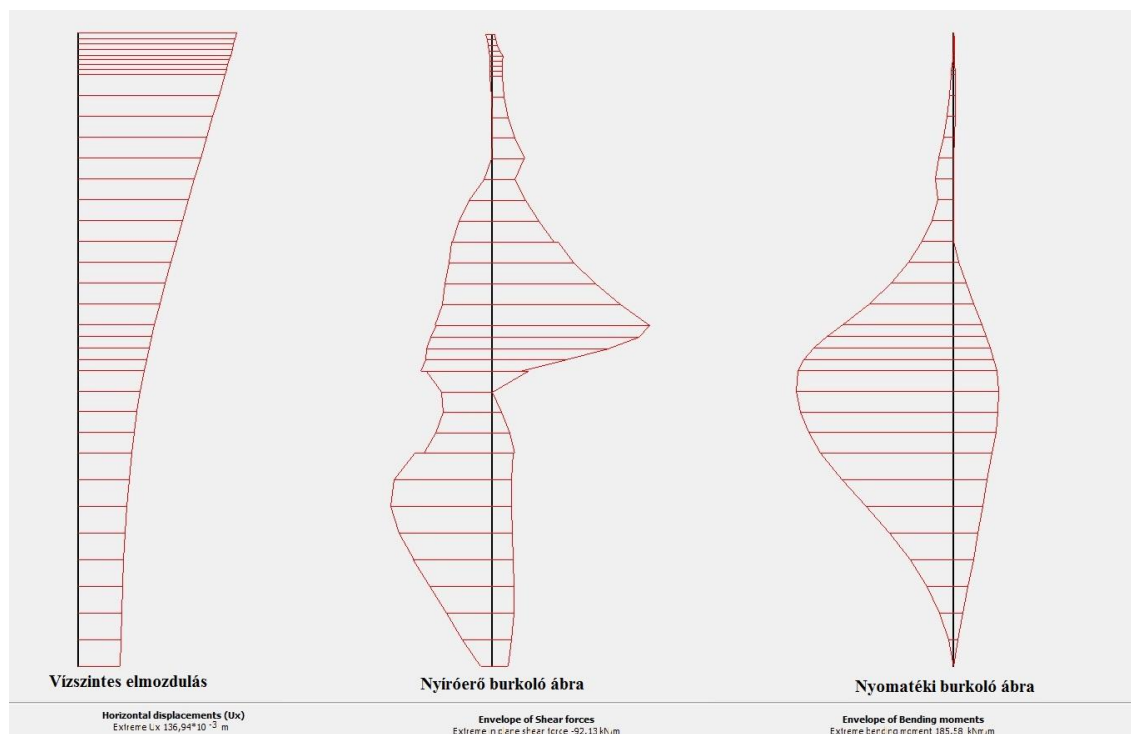
35. ábra Plaxis szádfal adatainak megadása

Ezt követően generáltam a modellre egy végelelemes hálót, majd tovább léptem a Calculations menübe. Calculations menüben lehetőség van több lépésben felépíteni a számítást (36. ábra). Első lépés a rézsű kialakítása és a szádfal beépítése. 2-6 lépések során szakaszosan távolítottam el a talajt a munkatér alsó szintjéig.



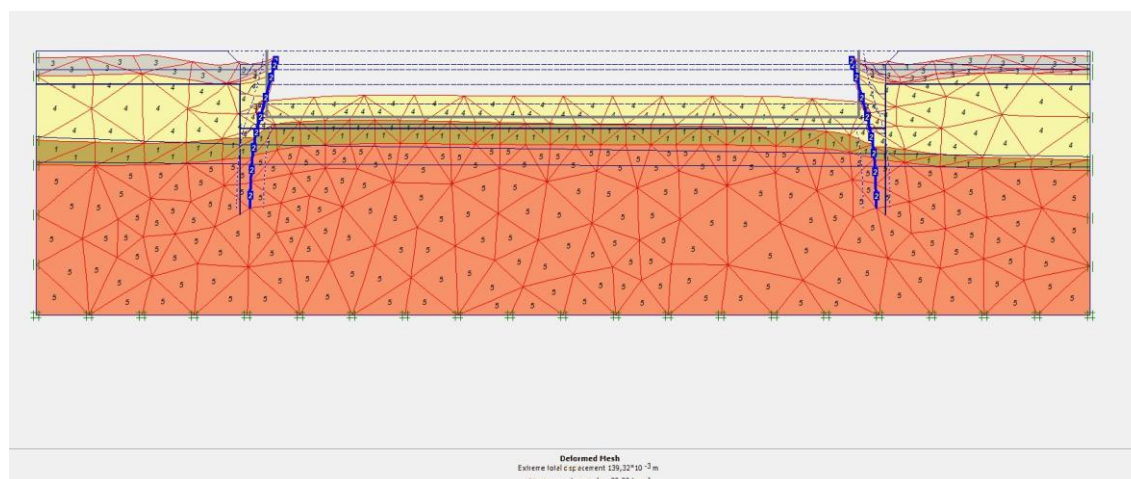
36. ábra Számítás lépései

A számítás lefutott, eredményül az 37. ábrán látható elmozdulást és igénybevételeket kaptam.



37. ábra Plaxis - Szádfal igénybevételei, elmozdulása

A szádfal torzított alakváltozását az 38. ábra mutatja.



38. ábra Szádfal torzított léptékű elmozdulása

4.4. Víztelenítés méretezése

A szádfallal határolt részen rekedt víz kitermelését szűrőkutas megoldással tervezem. A kutakat a munkatér szélétől 10,0 m-re helyezem el, hogy a munkatér területéről egyenletesen szívják ki a vizet. Először kiszámolom a leendő munkatérben rekedt víz mennyiségét, majd a kutak vízhozamát.

A szádfallal határolt munkatér teljes területe 2400 m^2 . A talajvíz -2,5 m-el a felszín alatt található. A munkagödör fenékszintje -5,5 m. A kívánt leszívási mélység a fenékszint alatt 0,5 m-el kell legyen.

A leszívandó víz mennyisége

$$A \cdot h_v \cdot (\rho_d - \rho_n) = 2400 \cdot 3,5 \cdot (2 - 1,88) = 1008 \text{ m}^3$$

Vízhozam meghatározása

A talaj áteresztőképességi tényezője – $k = 2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Furat átmérője – $D_f = 0,3 \text{ m}$

A szűrőzött hossz – $h_p = 2,0 \text{ m}$.

Egy kút palástfelülete

$$A_p = D_f \cdot \pi \cdot h_p = 0,3 \cdot \pi \cdot 2 = 1,88 \text{ m}^2$$

A beáramló víz sebessége

$$v = \frac{\sqrt{k}}{15} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10^{-4}}}{15} = 9,42 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Egy kút vízemésztő képessége

$$Q_1 = A_p \cdot v = 1,88 \cdot 9,42 \cdot 10^{-4} = 1,77 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

A munkatérben rekedt víz eltávolításának ideje 4 db kút alkalmazása esetén, az alábbi képlettel számolható.

$$t = \frac{V}{4 \cdot Q_1} = \frac{1008}{4 \cdot 1,77 \cdot 10^{-3}} = 142372,88 \text{ s} \rightarrow 39,5 \text{ h}$$

A talajvizet a munkagödörtől a vízzáró agyagba való szádfal bekötésével tartom távol. A talaj kitermelésével szintet tartva, a szádfal mentén 0,5 m mélységű trapéz

szelvényű árkot tervezek 3%-os lejtéssel, az esetleges felszíni vizek eltávolítására. A szádfal mentén körbe futó árok egy-egy 1,0 x 1,0 m-es zsompba végződik, ahonnan szakaszos szivattyúzással kell eltávolítani a munkálatok során a felszínről összegyűlő vizet.

4.5. Hidraulikus talajtörés lehetőségének vizsgálata

Építéskori talajvízszint $\rightarrow$ ÉTV = -2,5 m

Munkagödör fenékszint $\rightarrow$ MGF = -5,5 m

Szádfal talpszint $\rightarrow$ SZT = -11,4 m

$$h = \text{ÉTV} - \text{MGF} = 3 \text{ m}$$

$$t = \text{MGF} - \text{SZT} = 5,9 \text{ m}$$

$$i = \frac{h}{h + 2t} = \frac{3}{3 + 2 \cdot 6,4} = 0,189$$

$$\gamma_t = \frac{\Sigma(\gamma \cdot h)}{\Sigma h} = \frac{1,4 \cdot 21,5 + 6,6 \cdot 18,8 + 0,8 \cdot 19 + 3,6 \cdot 19}{1,4 + 6,6 + 0,8 + 3,6} = 19,17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_v = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$1,35 \cdot (i \cdot \gamma_v) \leq (\gamma_t - \gamma_v) \cdot 0,9$$

$$1,35 \cdot 0,189 \cdot 10 \leq (19,17 - 10) \cdot 0,9$$

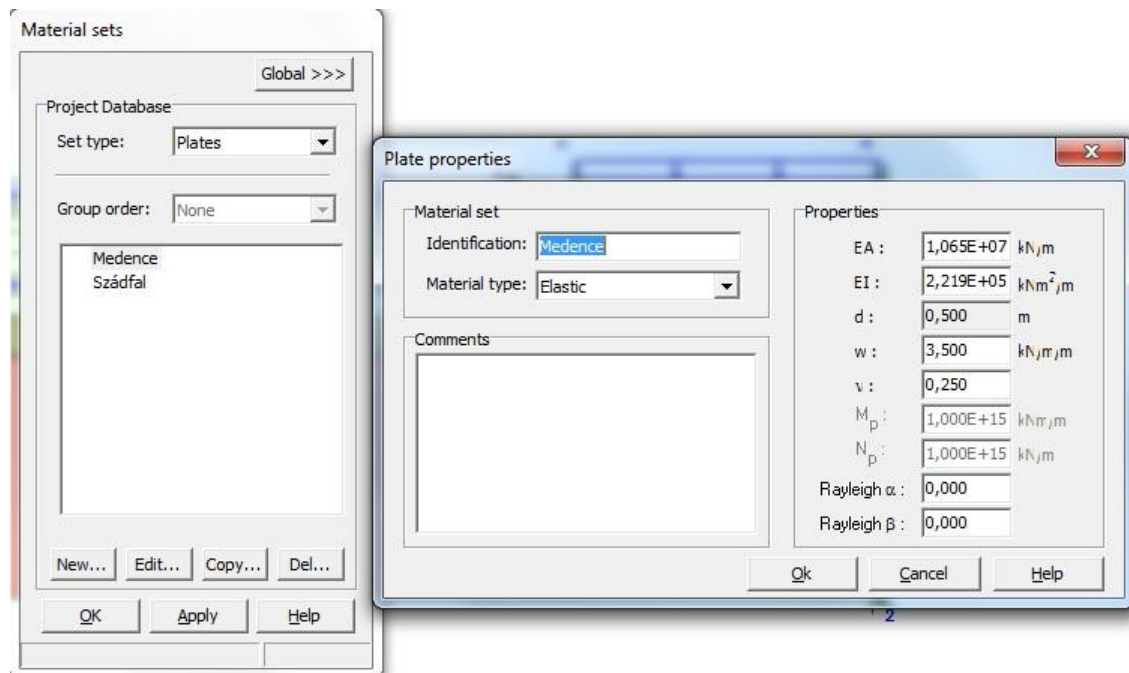
$$\underline{2,56 \leq 8,25}$$

Hidraulikus talajtörés veszélye nem áll fenn.

4.6. Vasbeton medence méretezése

4.6.1. Igénybevételek meghatározása Plaxis és Axis programokkal

A medence igénybevételeinek meghatározása Plaxis programmal történt. Először megrajzoltam a medence 1:1-es modelljét, majd megadtam a talajfizikai adatokat és a szerkezet adatait a Materials menüpont alatt (39. ábra).



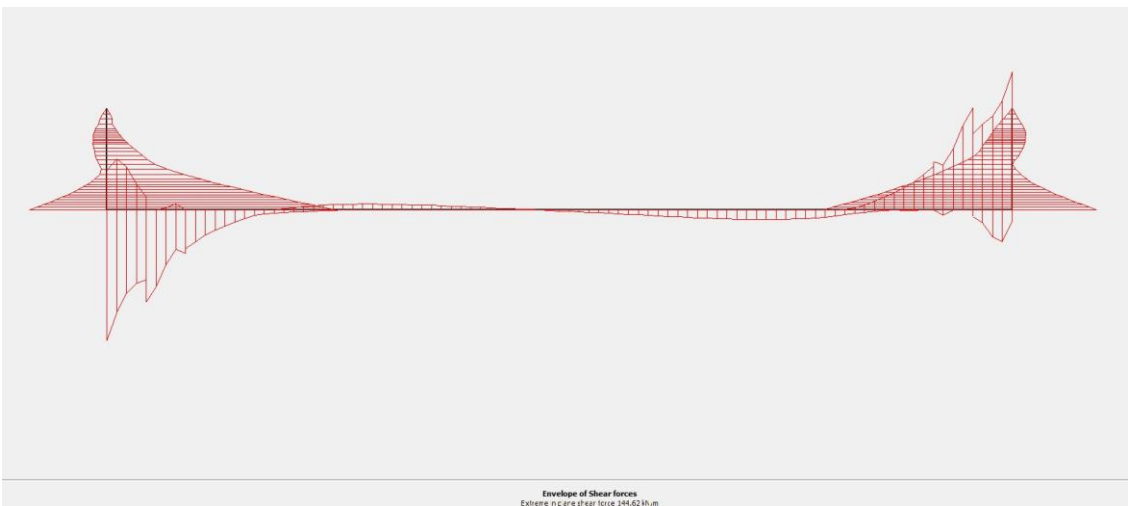
39. ábra Medence adatok megadása

A medence megrajzolását követően hozzárendeltem az anyag tulajdonságokat a modellhez, végeselemes hálót generáltam és megrajzoltam a talajvíz szintjét. A számítások menüben 7. lépésként aktiváltam a kavicságyazatot. A 8. lépésként aktiváltam a medencét és meghatároztam az igénybevételeit vízzel feltöltött állapotban a földvisszatöltést megelőzően. 9.-13. lépésben szakaszosan visszatöltöttem a földet a medence mellett. 14. lépésben kivettem a szádfalat. 15. lépésben visszatöltöttem a rézsús részen kitermelt földmennyiséget. 16. lépésben megvizsgáltam az üres medencét föld-, és talajvíznyomás hatására.

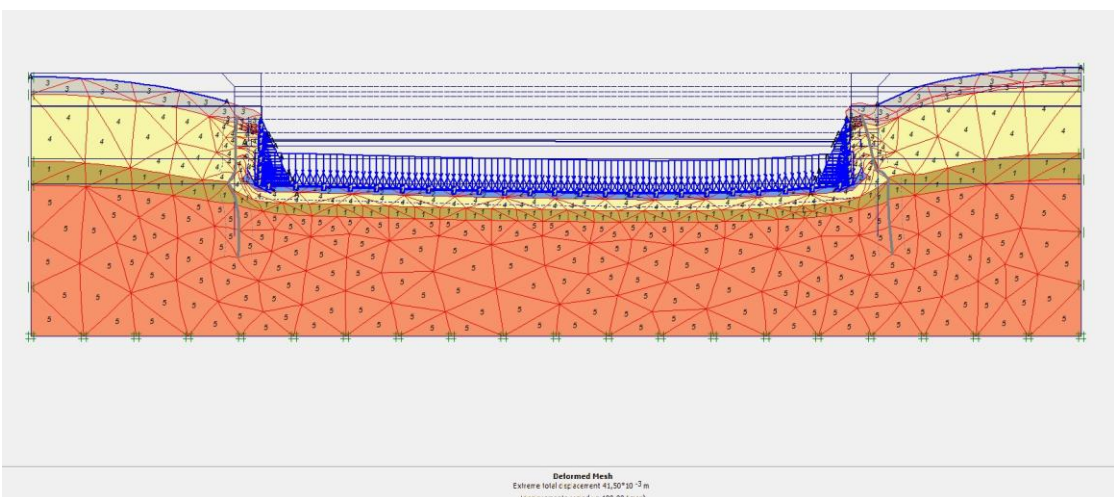
A program által meghatározott nyomatéki-, és nyíróerő burkoló ábrákat a 40. ábra, 41. ábra szemlélteti, a süllyedéseket a 42. ábra mutatja be.



40. ábra Nyomatéki burkoló ábra

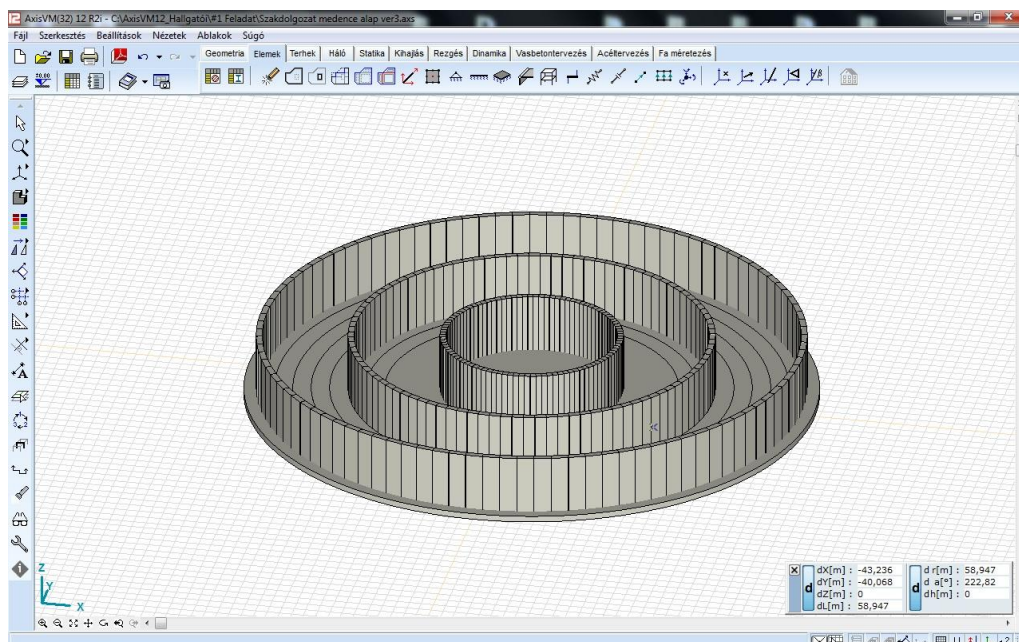


41. ábra Nyíróerő burkoló ábra



42. ábra Medence süllyedésének torzított ábrája

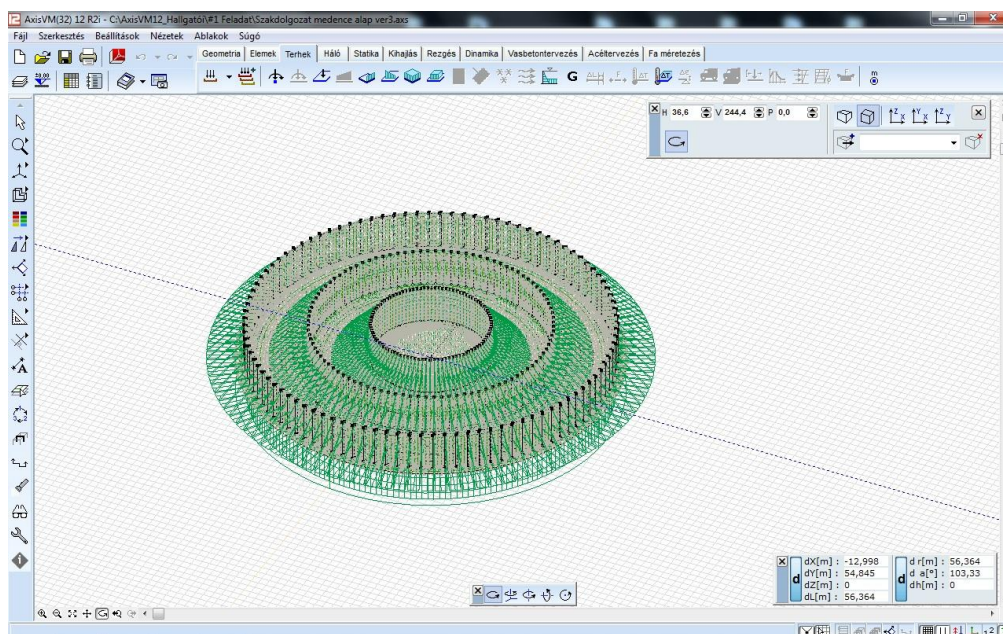
A Plaxis által meghatározott eredmények után, Axis programmal összehasonlító számítást végeztem. Az Axis-ban már lehetőség van 3 dimenziós modell megadására (43. ábra).



43. ábra Axis modell

Végeselemes módszereket alkalmaz ez a program is viszont nincs lehetőség a talajszintek és talajfizikai adatok megadására.

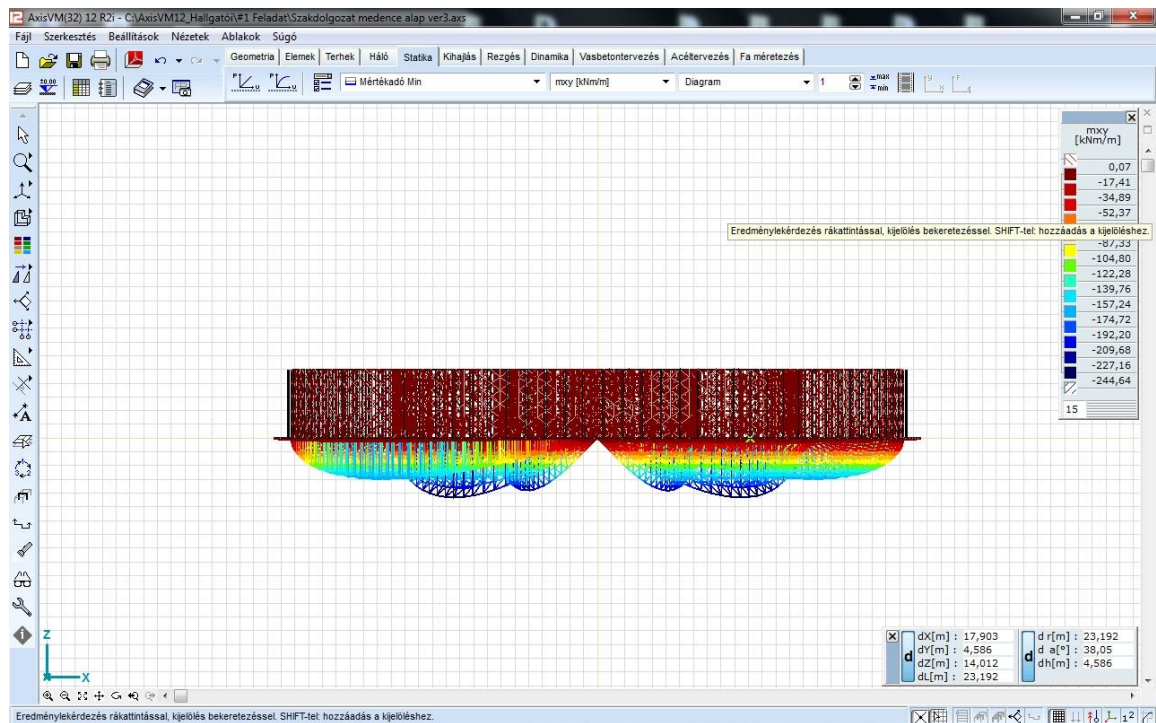
Ahhoz, hogy a két program eredményét összehasonlíthassam, a már meghatározott földnyomásokat felületi megoszló terhelésként kellett megadnom az oldalfalakon, hasonlóképpen a talajvízterheléshez (44. ábra).



44. ábra Axis terhek megadása

A terhelésen kívül szükség volt az 4.2. fejezetben meghatározott ágyazási tényező felületi támaszként való alkalmazására is.

A számítást követően a program a 45. ábrán látható nyomatéki ábrát adta eredményül.



45. ábra Axis nyomaték ábra

A medence méretezését a Plaxis-ban kapott igénybevételekkel számolom, mivel az Axis modell a földnyomásokat és az ágyazási tényezőt tekintve modellhibával terhelt. A méretezés során $M_{Ed} = 209,54$ kNm hajlító nyomatékot és $V_{Ed} = 156,19$ kN nyíró erővel számolok.

4.6.2. Vasmennyiségek kiszámítása

Szükséges betonfedés az acélbetéteken

$$c_{\text{nom}} \geq 10 \text{ mm} + \max \begin{cases} c_{\text{min},b} \\ c_{\text{min},dur} \\ 10 \text{ mm} \end{cases}$$

c_{nom} – a betonacélok betonfedése [mm]

$c_{\text{min},b}$ – a tapadáshoz szükséges elméleti minimális betonfedés, egyenlő az acélbetét átmérőjével [mm]

$c_{\text{min},dur}$ – a szerkezet jellemzőitől és a környezeti feltételektől függő tényező [mm]

$$c_{\text{nom}} \geq 10 \text{ mm} + \max \begin{cases} 12 \text{ mm} \\ 40 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\underline{c_{\text{nom}} \geq 50 \text{ mm}}$$

Hatékony magasság

$$d = h - c_{\text{nom}} - \frac{\phi}{2}$$

c_{nom} – a betonacélok betonfedése [mm]

ϕ – a tervezett betonátmérő [mm]

h – keresztmetszet magassága

$$d = 500 - 50 - 6 = \underline{444 \text{ mm}}$$

A szükséges vasmenyiséget az alábbi összefüggésből határozzuk meg

$$M_{\text{Ed}} \leq M_{\text{Rd}}$$

M_{Ed} – A mértékadó nyomaték [kNm]

M_{Rd} – A határnyomaték [kNm]

$$M_{\text{Ed}} \leq M_{\text{Rd}} = b \cdot x_c \cdot f_{\text{cd}} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$209,54 \cdot 10^6 = 1000 \cdot x_c \cdot 20 \cdot \left(444 - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$209,54 \cdot 10^6 = -10000 x_c^2 + 8880000 x_c$$

$$0 = x_c^2 - 888 x_c + 20954$$

$$x_{c1,2} = \frac{-(-888) \pm \sqrt{888^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-20954)}}{2 \cdot 1}$$

$$\underline{x_c = 24,26 \text{ mm}}$$

$$x_{c0} = \xi_{c0} \cdot d = 0,49 \cdot 444 = 217,56 \text{ mm} > x_c$$

Szükséges vasmenyiség

$$A_{s,requ} = \frac{b \cdot x_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{1000 \cdot 24,26 \cdot 20}{435} = \underline{1115,38 \text{ mm}^2}$$

Választott vasalás: $\phi 12/10$

Ellenőrzés

$$A_{s,prov} = 1131 \text{ mm}^2$$

$$x_c = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1131 \cdot 435}{1000 \cdot 20} = 24,6 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$M_{Rd} = 1000 \cdot 24,6 \cdot 20 \cdot \left(444 - \frac{24,6}{2}\right) = 212,39 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} < M_{Rd}$, a vasalás nyomatékra megfelel.

Nyírási vasalás

$$V_{Rdc} = c \cdot b \cdot d \cdot f_{ctd}$$

V_{Rdc} – A beton nyírási teherbírása (zérus normálerő esetén)

c – csökkentő tényező

b – keresztmetszet szélessége

d – hatékony magasság

f_{ctd} – Beton húzószilárdságának tervezési értéke

$$V_{Rdc} = 0,317 \cdot 1000 \cdot 444 \cdot 1,2 = \underline{168,89 \text{ kN} > 156,19 \text{ kN}}$$

$$V_{Rdmax} = 0,75 \cdot b \cdot z \cdot v \cdot f_{cd}$$

V_{Rdmax} – a beton szerkezet maximális nyírási ellenállása

b – keresztmetszet szélessége

$z = 0,9d$ – alakító tényező

$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$ – csökkentő tényező

f_{cd} – nyomószilárdság tervezési értéke

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 444 = 399,4$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

$$V_{Rdmax} = 0,75 \cdot 1000 \cdot 399,4 \cdot 0,528 \cdot 20 = \underline{3146,8 \text{ kN} > V_{Ed}}$$

Falak és az alaplemez csatlakozása

$$V_{Rd_s}^s \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd_s}^s = \frac{z}{s} \cdot A_{sw} \cdot f_{yd}$$

$V_{Rd_s}^s$ – a nyírási vasalással felvehető nyíróerő értéke

$z = 0,9d$ – alakí tényező

s – kengyelek távolsága

A_{sw} – azonos síkban lévő kengyelszárok keresztmetszete

f_{yd} – folyáshatár tervezési értéke

$$156,19 \text{ kN} = \frac{0,9 \cdot 444}{s} \cdot 226 \cdot 435 \rightarrow 251,5 \text{ mm} \rightarrow \text{alk. } \Phi 12/150 \text{ mm}$$

$$V_{Rd_s}^s = \frac{0,9 \cdot 444}{200} \cdot 226 \cdot 435 = \underline{196,42 \text{ kN} > V_{Ed}}$$

4.6.3. Szerkesztési szabályok

A szerkesztési szabályokat a Vasbeton szerkezetek segédlet alapján határoztam meg.[29]

Minimális vasmennyiség

$$A_{s,min} = \rho_{min} \cdot b_t \cdot d$$

$$\rho_{min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm}}{f_{yk}} - \text{minimális húzott vashányad} \right. \\ \left. 0,0015 \right.$$

f_{ctm} – Húzószilárdság várható értéke:

f_{yk} – Folyáshatár karakterisztikus értéke:

b_t – húzott zóna átlagos szélessége

d – a keresztmetszet hatékony magassága

$$\rho_{min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot 2,9}{500} = 0,001352 \rightarrow 0,0015 \right. \\ \left. 0,0015 \right.$$

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 444 = \underline{666 \text{ mm}^2 < 1131 \text{ mm}^2}$$

Maximális vasmennyiség

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$$

A_c – a teljes betonkeresztmetszet területe

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1000 \cdot 500 = 20000 \text{ mm}^2$$

A betonacélok legnagyobb távolsága

- Fővas

$$s_{max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot h = 2 \cdot 500 = 1000 \\ 300 \end{array} \right. \rightarrow 1000 \text{ mm}$$

- Keresztvas

$$s_{min} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot h = 3 \cdot 500 = 1500 \\ 400 \end{array} \right. \rightarrow 1500 \text{ mm}$$

Legnagyobb vasátmérő

$$\phi_{max} \leq \frac{h}{10} = \frac{500}{10} = 50 \text{ mm}$$

Lehorgonyzási hossz

$$l_{bd} = \max \left\{ \begin{array}{l} l_{b,eq} \cdot \frac{A_{s,requ}}{A_{s,prov}} \\ l_{b,min} \end{array} \right.$$

l_{bd} – lehorgonyzási hossz tervezési értéke [mm]

$l_{b,eq} = \alpha_a \cdot l_b$ – a húzásra kihasznált betonacél lehorgonyzási hossz [mm]

α_a – lehorgonyzás módját figyelembe vevő szorzó ($\alpha_a = 1$; egyenes vasvég esetén)

$l_b = c \cdot \phi$ – lehorgonyzási hossz alapértéke [mm] ($c=40$ beton-, acélminőség táblázatból)

$A_{s,requ}$ – lehorgonyyzandó vaskeresztmetszet területe [mm²]

$A_{s,prov}$ – tényleges vaskeresztmetszet területe [mm²]

$l_{b,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 10\phi \\ 100 \text{ mm} \end{array} \right.$ – a minimális lehorgonyzási hossz [mm]

$$l_b = 40 \cdot 12 = 480 \text{ mm}$$

$$l_{b,eq} = 1 \cdot 480 = 480 \text{ mm}$$

$$\frac{A_{s,requ}}{A_{s,prov}} = \frac{1115,38}{1131} = 0,98$$

$$l_{b,min} = \max \left\{ \frac{10 \cdot 12}{100} = 120 \text{ mm} \right.$$

$$l_{bd} = \max \left\{ \frac{480 \cdot 0,98}{160} = \underline{470,4 \text{ mm}} \right.$$

Toldási hossz

$$l_0 = \max \left\{ \alpha_6 \cdot l_{bd} \right.$$

α_6 – toldási hossz biztonsági tényező, táblázatos érték

l_{bd} – lehorgonyzási hossz

$$l_{0,min} = \max \left\{ \frac{15\phi}{200 \text{ mm}} - \text{a toldási hossz minimális értéke} \right.$$

$$l_{0,min} = \max \left\{ \frac{15 \cdot 12}{200} = 200 \text{ mm} \right.$$

$$l_0 = \max \left\{ \frac{1,5 \cdot 470,4}{200} = \underline{705,6 \text{ mm}} \right.$$

Repedéstágasság

$$w_k = \max \left\{ \begin{array}{l} s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \\ 0,6 \cdot s_{r,max} \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \end{array} \right.$$

$$s_{r,max} = 3,4c + 0,425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_s} - \text{repedések maximális távolsága}$$

c – betonfedés a húzott fővas betéteken

k_1 – 0,8 bordás betéteknél, 1,6 sima betéteknél

k_2 – 0,5 hajlításnál, 1 központos húzásnál

ϕ – a húzott acélbetétek átmérője

$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b$ – hatékony húzott terület

A_s – alkalmazott húzott acélkeresztmetszet

$$\epsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - 0,4 \cdot f_{ctm} \cdot \frac{A_{c,eff}}{A_s}}{E_s} - \text{a húzott acélbetétek átlagos nyúlása a repedések között}$$

$$\epsilon_{cm} = \frac{0,4 \cdot f_{ctm}}{E_{cm}} - \text{a húzott beton átlagos nyúlása a repedések között}$$

f_{ctm} – a beton átlagos húzószilárdsága

E_{cm} – a beton rugalmassági modulusa

$$\sigma_s = f_{yd} \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} - \text{acélfeszültség a repedés keresztmetszetében a vizsgált használati tehernél}$$

E_s – rugalmassági modulus

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b$$

$$h_{c,eff} = \min \begin{cases} 2,5 \cdot (h - d) \\ \frac{(h - x_{II})}{3} \\ \frac{h}{2} \end{cases}$$

$$x_{II} \rightarrow \frac{1}{2} x_{II}^2 \cdot b + \alpha_e \cdot (x_{II} - d) \cdot A_s = 0$$

x_{II} – elfordulás tengelye

b – keresztmetszet szélessége

d – hatékony magasság

A_s – húzott acélkeresztmetszet

$\alpha_e = \frac{E_s}{E_c}$ – acél és betonfeszültség aránya

$$\alpha_e = \frac{200}{10,5} = 19,05$$

$$\frac{1}{2} x_{II}^2 \cdot 1000 + 19,05 \cdot (x_{II} - 444) \cdot 1257 = 0$$

$$500x_{II}^2 + 23945,85x_{II} - 10631957,4 = 0$$

$$x_{II}^2 + 47,89x_{II} - 21263,91 = 0$$

$$x_{II} = \frac{-47,89 \pm \sqrt{47,89^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-21263,91)}}{2} \rightarrow \underline{x_{II} = 171,72 \text{ mm}}$$

$$h_{c,eff} = \min \begin{cases} 2,5 \cdot (500 - 444) \\ \frac{(500 - 171,72)}{3} \\ \frac{500}{2} \end{cases} \rightarrow h_{c,eff} = 109,43$$

$$A_{c,eff} = 109,43 \cdot 1000 = 109430 \text{ mm}^2$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot 56 + 0,425 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 12 \cdot \frac{109430}{1131} = 210,14 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 435 \cdot \frac{209,54}{212,39} = 429,16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{429,16 - 0,4 \cdot 2,9 \cdot \frac{109430}{1131}}{200\,000} = 0,001584$$

$$\varepsilon_{cm} = \frac{0,4 \cdot 2,9}{33000} = 0,00003515$$

$$w_k = \max \left\{ \begin{array}{l} 210,14 \cdot (0,001584 - 0,00003515) = 0,325 \\ 0,6 \cdot 210,14 \cdot \frac{429,16}{200000} = 0,270 \end{array} \right. \rightarrow \underline{w_k = 0,325} \leq w_{k,eng} = 0,4$$

4.6.4. A medence felúszás vizsgálata

A medencét felúszásra felszín alatt 2,0 m-el elhelyezkedő vízszint esetére vizsgáltam meg.

Szerkezet rész	D _{külső} [m]	D _{belső} [m]	h [m]	v [m]	V [m ³]	Fajlagos tömeg [$\frac{t}{m^3}$]	Súly [MN]
Belső gyűrű	15,0	14,0	5,0	0,5	113,88	25,0	2,79
Középső gyűrű	30,0	29,0	5,0	0,5	231,69	25,0	5,68
Külső gyűrű	45,0	44,0	5,0	0,5	349,50	25,0	8,57
Fenéklemez	45	-	-	0,5	795,2	25,0	19,50
							Σ 36,55

11. táblázat Vasbeton medence önsúly számítása

Stabilizáló erők

$$\Sigma G_{\text{szerkezet}} = 36,55 \text{ MN}$$

Destabilizáló erők

$$\rho \cdot V \cdot g = 1000 \cdot 4409,8 \cdot 9,81 = 43,26 \text{ MN}$$

A destabilizáló erő nagyobb, mint a stabilizáló erő, tehát a medence önmagában felúszásra nem felel meg.

Annak érdekében, hogy a medence üres állapotban is megfeleljen a felúszás vizsgálat során, az alaplemezt az oldalfalon 1,0 m széles sávban túlnyújtottam, erre a részre talajleterhelés kerül. Számításom során a talaj nyírószilárdsági paramétereit a biztonság javára elhanyagolom.

Szerkezet rész	D _{külső} [m]	D _{belső} [m]	h [m]	v [m]	V [m ³]	Fajlagos tömeg $\left[\frac{t}{m^3}\right]$	Súly [MN]
Belső gyűrű	15,0	14,0	5,0	0,5	113,88	25,0	2,79
Középső gyűrű	30,0	29,0	5,0	0,5	231,69	25,0	5,68
Külső gyűrű	45,0	44,0	5,0	0,5	349,50	25,0	8,57
Fenék lemez	47,0	-	-	0,5	867,4	25,0	21,27
							Σ 38,32

12. táblázat Vasbeton medence önsúly számítása megnövelt átmérőjű alaplemezzel

Peremen lévő talaj leterhelés	D _{k perem}	D _{b perem}	h [m]	v [m]	V [m ³]	Fajlagos tömeg $\left[\frac{t}{m^3}\right]$	Súly [MN]
Teljes	47,0	45,0	5,5	1,0	679,20	-	-
Víz alatti rész	47,0	45,0	2,7	1,0	390,20	0,85	3,25
Víz feletti rész	47,0	45,0	2,0	1,0	389,02	1,85	5,24
							Σ 8,49

13. táblázat Talajleterhelés számítása

Stabilizáló erők

$$\Sigma G_{\text{szerkezet}} + \Sigma G_{\text{perem terhelés}} = 38,32 + 8,49 = 46,82 \text{ MN}$$

Destabilizáló erők

$$\rho \cdot V \cdot g = 1000 \cdot 4409,8 \cdot 9,81 = 43,26 \text{ MN}$$

A stabilizáló erő nagyobb, mint a destabilizáló erő, tehát felúszás ellen biztosítva van a medence.

A biztonság mértéke: 1,08

Műszaki leírás

Tartalom

1. Feladat ismertetése.....	92
2. Helyszín ismertetése	92
3. Alapadatok	93
4. Technológia ismertetése, kivitelezési utasítások	94
5. Minőségbiztosítás	95
6. Baleset- és munkavédelem.....	95
7. Tervezői nyilatkozat	96

1. Feladat ismertetése

Feladatom a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Építőmérnöki Intézet, Geotechnika Szakcsoport által meghatározott tervdokumentáció elkészítése.

A tervdokumentáció tartalma egy biológiai műtárgy megtervezése és a hozzá kapcsolódó szakirodalom feldolgozása. Az első fejezetében általános ismertetésre került sor, ahol bemutattam Nagykanizsát és környékének településeit, az alkalmazott szennyvízkezelési megoldások jelenlegi helyzetét és az általam javasolt fejlesztés lehetőségét.

Ezt követően ismertettem a tanulmányaim alatt megismert építési-, munkatérhatárolási-, és víztelenítési technológiákat. A szakirodalmi összefoglalóban összegzem a számítások alapjául szolgáló adatokat (talajfizikai paraméterek, talajvízszintek, felhasznált anyagok tulajdonságai).

Számításaim során egyaránt alkalmaztam szoftvereket és képleteken alapuló kézi számításokat. A szoftverek alkalmazása képekkel dokumentálásra került a *Számítások* című fejezetben. Számításaim ellenőrzését is végrehajtottam, a tervezést követően elkészítettem a szükséges tervrajzokat.

Felhasználásra kerültek a Délzalai Vízmű ZRt. archív dokumentációi, amelyeket adattári információkkal egészítettem ki.

A tervezett létesítmény koncentrikusan elhelyezkedő, álló hengerekből áll. A hengerek magassága azonos, 5,0 m. A külső henger külső átmérője 45,0 m, a középső henger külső átmérője 30,0 m, a belső henger külső átmérője 15,0 m. A fenéklemez 49,0 m átmérőjű, vastagsága 50 cm, a hengerek falvastagsága szintén 50 cm. A falvastagságokat alapvetően a felúszás elleni védekezés határozta meg.

2. Helyszín ismertetése

Nagykanizsa Zala megye második legnagyobb városa, az ország délnyugati sarkában található a Kelet-Zalai dombság déli részén. A vizsgált terület Nagykanizsa város belterületétől délre a Dencsár árok völgyében helyezkedik el. A terület morfológiája síknak tekinthető. A szintkülönbség 5 m-en belül van. A tervezett műtárgy az üzemelő műtárgyak mellé kerül. A helyszínt részletesen az *Átnézeti helyszínrajz (H-1)* rajzi melléklet mutatja be.

3. Alapadatok

A helyszín pontos megismerése érdekében, megvizsgáltam a táj földtörténeti kialakulását, éghajlati viszonyait és morfológiáját. A talajmechanikai szakvéleményekből megismert talajrétegződés alapján összefoglaltam a talajok talajfizikai paramétereit. A talajmechanikai adatokat a fúrásokban megjelenő talajvízszintek összegzése követi.

A talajfizikai paramétereket és a talajvízszinteket, az alábbi táblázatok mutatják be.

Talaj megnevezése	ρ_n [g/cm ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	k [m/s]	E [MN/m ²]
Iszapos homok	1,85	27,0	-	$5,9 \cdot 10^{-7}$	20,0
Iszapos finom homok	1,88	30,0	-	$2 \cdot 10^{-6}$	19,0
Homokos iszap	1,90	16,0	21,5	$1,3 \cdot 10^{-7}$	5,8
Homokos sovány agyag	2,15	21,5	28,0	$< 10^{-8}$	15,5
Sovány agyag	1,60	16,5	49,0	$< 10^{-9}$	9,0
Közepes agyag	1,90	14,0	60,0	$< 10^{-9}$	9,5

Talajfizikai paraméterek

Fúrás jele	Megütött vízszint terepszint alatt [m]	Megütött vízszint [mBf]	Nyugalmi vízszint terepszint alatt [m]	Nyugalmi vízszint [mBf]
P1	2,23	136,39	2,48	136,12
P2	2,21	136,91	2,53	136,62
P3	2,31	136,63	2,61	136,44
P4	2,04	136,84	2,47	136,38

Talajvízszintek

A felhasznált anyagok adatai szintén a 4. fejezetben kerülnek meghatározásra.

A választott szádfal típusa: Arcelor AU 14.

Az alkalmazott beton és betonacél minősége: C30/37 - XD2 – XV2(H) – 16 – F3; B500.

4. Technológia ismertetése, kivitelezési utasítások

Az üzemelő szennyvíztisztító telep területén a műtárgyak tervezésének és építésének geotechnikai akadályai nincsenek. A műtárgyak kivitelezése előtt a területről a humuszos talajréteget (min. 50 cm vastagságban) teljes egészében el kell távolítani (depóniába rendezve).

A munkatérhatárolást 1 m mélységig 1:1-es rézsúhajlású rézsű, a rézsű talpától vert, befogott szádfal biztosítja. A munkaterület alját tömöríteni szükséges ($T_{rp} \geq 90\%$). A területen feltárt talajok a III – IV. fejtési osztályba tartoznak. Tömörítés szempontjából a kissé plasztikus és finomszemcsés talajok a nehezen, a plasztikus talajok (agyag) a közepesen tömöríthető talajosztályba sorolható.

A műtárgy alatt 50 cm vastag homokos kavics ágyazó réteg készül, melyet két rétegben (25-25 cm vastagságban), rétegenkénti tömörítéssel kell beépíteni ($T_{rp} \geq 95\%$). Az ágyazatnak a lemezperemen min. 1,0 m-t túl kell nyúlnia. A tömörítés megfelelő értékét szűrőpróbaszerű mintavétellel ellenőrizni kell. Az ágyazaton 20 cm vastag szerelőbeton készül.

Víztelenítési problémák csökkentése érdekében csapadékszegény, száraz időszakokra javasolom időzíteni a kivitelezési munkát (nyár, kora ősz). A csapadékvizeket mindenhol távol kell tartani a munkaterülettől. Erre különös gondot kell fordítani mind az építkezés ideje alatt, mind a műtárgy végleges kialakítása után. A munkatér szűrőkutas talajvízszint-süllyesztéssel vízteleníthető. A víztelenített munkatérben lehet az ágyazati rétegrendet kialakítani. A műtárgy építése idején a csapadékvíz elvezetéséről a munkatérben nyílt árokkal gondoskodni kell.

A felmenő hengeres falak befogással kapcsolódnak az alaplemezhez. A talplemez 1,0 m-t túlnyúlik a falon, hogy a peremre felhordott föld segítsen stabilizálni a műtárgyat felúszás ellen. A műtárgy betonjának anyaga: C30/37 - XD2 – XV2(H)– 16 - F3 beton. A vasbeton szerkezetek szálvasakból, helyszíni szereléssel készülnek. Az alkalmazandó betonacél jele: B500. Az előírt betonfedés 50 mm. Az alaplemez és a hengeres falak között lévő munkahézagba a vízzáróság érdekében vízzáró szalagot kell alkalmazni, amely keresztezi a munkahézagot.

A műtárgy elkészülte után víztartási próbát kell végezni. Először az összes cellát egyszerre, az egyes cellákban azonos vízszint biztosításával kell feltölteni. Végül az egyes cellákat külön-külön is víztartási próbának kell alávetni. A víztartást elsősorban szemrevételezéssel, másodsorban vízszintméréssel ellenőrizendő. Minden

munkahézagoknak láthatónak kell lennie, azaz földvisszatöltés, csak a sikeres víztartási próba után lehetséges. A medencefalakon szivárgások, gyöngyözések nem megengedhetők. A vízzárás megfelelő a vonatkozó előírások szerint, ha a vízvesztés 72 órás feltöltés után nem haladja meg a $0,3 \text{ l} / \text{m}^2 / 24 \text{ óra}$ értéket. A vízszint mérését a falakon megjelölt szintvonalakhoz kell viszonyítani.

Földvisszatöltésre a humuszos talajok kivételével a kitermelt talajok felhasználhatók. A földvisszatöltést max. 25 cm-es rétegekben terítve és tömörítve kell elvégezni. A tömörségi fokra vonatkozóan az MSZ 15105/65 szabványban foglaltakat kell betartani (termett talaj: $T_{rp} \geq 90\%$, homokos kavics: $T_{rp} \geq 95\%$). A megfelelő tömörség elérését rendszeresen ellenőrizni kell. A visszatöltések tetejét füvesíteni célszerű.

A műtárgy építése során a várható süllyedés jelentős része az építés ideje alatt lezajlik. A technológiai rendszerbe történő bekapcsolás előtt meg kell várni a süllyedések min. 90 %-ának bekövetkezését.

5. Minőségbiztosítás

A 3/2003 (I.25) BM-GKM-KvVM rendelet alapján a beépítésre kerülő építési termékek megfelelőségét megfelelőségi tanúsítvánnyal vagy szállítói megfelelőségi nyilatkozattal igazolni kell. A betonok megfelelőségét a szállítói megfelelőségi nyilatkozattal kell igazolni, és azt az építési naplóhoz csatolni.

6. Baleset- és munkavédelem

A kivitelezés folyamán az építésre vonatkozó szakmai-, műszaki-, egészségvédő és munkavédelmi előírásokat szigorúan be kell tartani. A kivitelezési munkákra vonatkozóan a 191/2009. (IX.15.) Kormányrendelet intézkedik. Ez rendelkezik arról is, hogy munkálatokat csak megfelelő képesítésű felelős műszaki vezető irányítása mellett szabad végezni. A munkavédelemről az 1993. évi XCIII. törvény, végrehajtásáról az 5/1993. (XII.26.) MüM rendelet intézkedik.

7. Tervezői nyilatkozat

Az egyes építményekkel, építési munkákkal és építési tevékenységekkel kapcsolatos építésügyi hatósági engedélyezési eljárásokról és az építési hatósági ellenőrzésről szóló 193/2009 (IX.15) Korm.rend. alapján az alábbi nyilatkozatot teszem:

A tervdokumentáció összeállításánál és a hidraulikai számítások, illetve a szerkezetek méretezése során a vonatkozó jogszabályok szerint, valamint az érvényes hatósági előírások és a szakági Szabványok szerint és azoknak megfelelően jártam el, továbbá figyelembe vettem a 191/2009 (IX.15.) Korm. r. az Építőipari Kivitelezési Tevékenységről és a 4/2002 (II.20.) SzCsM-EüM. együttes r. Az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről szóló rendeleteket.

Az alkalmazott műszaki megoldások megfelelnek az általános érvényű és az eseti hatósági előírásoknak.

A tervdokumentáció műszaki tartalmát és az alkalmazott megoldásokat a tervezés folyamán a társtervezőkkel egyeztettem. A Szakhatóságokkal folytatott egyeztetésre és az érvényes előírások alóli felmentésre nem volt szükség.

Kijelentem, hogy a szerzői jogokra vonatkozó törvény előírásait jelen tervezési munka során betartottam.

Mint a tervdokumentáció készítője rendelkezem a megfelelő tervezői jogosultsággal.

Jakab Szabolcs

.....

Budapest, 2015

Összefoglalás

Szakdolgozatomban a feladatkiírásban megadottak alapján egy biológiai műtárgyat kellett megterveznem a nagykanizsai szennyvíztisztító telepre.

A felszín közeli műtárgyhoz (medence) kapcsolódó építési technológiák részletesen bemutatásra kerültek.(pl.: nyílt építési módszerek).

Ismertettem a munkatérhatárolási lehetőségeket és a vízszintsüllyesztési, vízkizárási módszereket.

A 3. fejezetben összegyűjtöttem a kiindulási adatok. A számításokat a földnyomások meghatározásával kezdtem, melyek felhasználásával először kézzel meghatároztam a szádfal befogási hosszát.

A kézi számítást követően szoftverek segítségével is méreteztem a szádfal szükséges befogási hosszát. *Geo5 tervezés* moduljával tervezem meg a szádfalat, majd ezt ellenőriztem *Geo5 ellenőrzés* és *Plaxis* programokkal.

A szádfal befogási hosszának a *Geo5* eredményt fogadtam el, a szádfal elmozdulásának értékére *Plaxis* adta a legpontosabb eredményt.

A munkatérben rekedt víz mennyiségének meghatározását követően, kiszámoltam, hogy szűrőkutas rendszerrel mennyi ideig tartana a kívánt szintre süllyeszteni a vízszintet.

A víztelenítést követően megvizsgáltam a hidraulikus talajtörés lehetőségét, melynek eredményül, azt kaptam, hogy hidraulikus talajtörés veszélye nem áll fenn.

A medencére ható igénybevételeket *Plaxis* programmal határoztam meg, *Axisymetry* modell-el, mely a végtelen féltér helyett, aximetrikus modellel számol, így pontosabb eredményt produkál. Számításom összevettem *Axis*-al is, mivel ez a program a talajokat nem kezeli, ezért némileg pontatlanabb eredményeket kaptam. A medence méretezése során *Plaxis* által meghatározott eredményeket vettem alapul.

A medence vasbeton méretezését, kézzel hajtottam végre, a számítást szerkesztési szabályok kiszámítása követi. Az eredményeket a 4.6.2. fejezet tartalmazza.

A medence repedéstágassági feltételnek megfelelt, a süllyedéskülönbségek is minimálisra adódtak.

A medencét felúszás vizsgálatát elkészítettem. Önmagában az üres medence mértékadó talajvízszint esetén felúszott volna, ezért az alaplemezt az oldalfalon 1 m-el túlnyújtottam, melyre földterhelést terveztem, a felúszás megakadályozása érdekében.

A számításaim után a kapott eredmények tudatában megrajzoltam a szükséges terveket. A tervdokumentációt az alábbi felsorolás tartalmazza.

1. Rajz: Átnézeti helyszínrajz (H-1);
2. Rajz: Feltárási helyszínrajz (H-2);
3. Rajz: Rétegszelvények (R-1);
4. Rajz: Munkatér határolás (M-1);
5. Rajz: Víztelenítési terv (Sz-1);
6. Rajz: Alaplemez vasalása (V-1);
7. Rajz: Alaplemez vasalás csomópontok (V-2);
8. Rajz: Oldalfalak vasalása (V-3).

A műszaki leírásban összeszedtem a kivitelezésre vonatkozó előírásokat, illetve előírtam a műtárgy víztartási próbáját a földvisszatöltés megkezdése előtt.

Felhasznált irodalom

[1] Nagykanizsa megyei jogú város hivatalos honlapja

URL: <http://www.nagykanizsa.hu/index.php?m=1&id=3> (Letöltve: 2014-11-15)

[2] Zala megye földrajza

URL: <http://genea.hu/delzala/tanulmanyok/20.pdf> (Letöltve: 2014-11-15)

[3] Zalai-Dombság

URL: <http://genea.hu/pannonhat/images/stories/tanulmanyok/5.pdf>

(Letöltve: 2014-11-15)

[4] Nagykanizsa város

URL: <https://www.google.hu/maps/place/Nagykanizsa/@46.4478423,16.9984775,6670m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x476893061c075be9:0x400c4290c1e12b0>

(Letöltve: 2014-11-15)

[5] Wikipédia, a szabad enciklopédia

URL: <http://hu.wikipedia.org/wiki/> (Letöltve: 2014-12-10)

[6] Gelse, a Wikipédiából

URL: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Gelse> (Letöltve: 2014-12-10)

[7] Újudvar, a Wikipédiából

URL: <http://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%9Ajudvar> (Letöltve: 2014-12-10)

[8] Sormás, a Wikipédiából

URL: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Sorm%C3%A1s> (Letöltve: 2014-12-10)

[9] Délzalai Víz- és Csatornamű ZRt. - 48. G-SZV Műszaki leírás, 2013

[10] Délzalai Víz- és Csatornamű ZRt. - 40. U-SZV Összefoglaló műszaki leírás

[11] Délzalai Víz- és Csatornamű ZRt. - 45. G-SZV Műszaki leírás, 2005

[12] Délzalai Víz- és Csatornamű ZRt. – Tsz: 19518 Területismertető talajmechanikai szakvélemény a nagykanizsai szennyvíztisztító telephez, 1974

[13] Délzalai Víz- és Csatornamű ZRt. – Nagykanizsa szennyvíztisztító telep próbaüzeme Tsz:11043, 2013

[14] Útmutató a 2000 lakosegyenérték szennyezőanyag- terhelés alatti települések szennyvízelvezetési és –tisztítási megoldásainak kialakításához, 2010

URL:http://www.kvvm.hu/cimg/documents/utmutato_2000LE_alatti_telepuleseknek.pdf (Letöltve: 2015-01-03)

[15] Tájékoztató Magyarország településeinek szennyvízelvezetési és – tisztítási helyzetéről, a települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv Nemzeti Megvalósítási Programjáról, 2012

URL: http://www.teszir.hu/uploads/files/Tajekoztato_Kiadvany2012.pdf

(Letöltve: 2015-01-03)

[16] Huszák Tamás: A Földalatti műtárgyak, mélyalapozás, 2013

URL:http://www.gtt.bme.hu/gtt/oktatas/feltoltesek/BMEEOGTAS11/foldalatti_mutargyak.pdf (Letöltve: 2014-09-25)

[17] BME Geotechnika Tanszék: Alagútépítés, 2007

URL:<http://www.gtt.bme.hu/gtt/oktatas/feltoltesek/BMEEOGTASC2/alagutepitesbsceloadas.pdf> (Letöltve: 2014-09-25)

[18] Dr. Bartos Sándor - Mélyépítés II., I. kötet Földművek, 2006, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar

[19] BME Geotechnika Tanszék: Alapozás, 2004

URL:ftp://witch.pmmik.pte.hu:2001/Tanszeki_anyagok/Szilardsagtan%20es%20Tartoszervezetek%20Tanszek/V%E1s%E1rhelyi%20Bal%E1zs/Alapoz%E1s/alapozas_eloadas_jegyzet_hefop.pdf (Letöltve:2014-09-16)

[20] Dúcszerkezetek

URL: <http://www.transinvest.hu/es-duc.html>

(Letöltve:2014-09-16)

[21] Faur Krisztina Beáta - Szabó Imre: Geotechnika, 2011

URL:http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFKHT6504S_I/sco_11_06.htm (Letöltve:2014-10-02)

[22] Állomásépítés

URL: <http://www.metro4.hu/hogyanepul.php#8> (Letöltve: 2014-10-02)

[23] Dr. Cseke Ferenc - Dr. Horváth László - Dr. Kerecsényi Edit – Tóth Kálmánné: Nagykanizsa

URL: <http://genea.hu/delzala/tanulmanyok/12.pdf> (Letöltve: 2014-11-15)

[24] Nagykanizsa – Nyugat geotermikus koncesszióra javasolt terület komplex érzékenységi és terhelhetőségi vizsgálati jelentése

URL: http://www.mbfh.hu/gcpdocs/201407/nagykanizsany_geotermikus_koncesszios_e_rzekenysegi_vizsgalati_jelentes.pdf (Letöltve: 2014-11-17)

[25] Dr. Tóth László - Mónus Péter - Dr. Győri Erzsébet: Magyarország földrengés-veszélyeztetettsége

URL: http://www.foldrenges.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=94:magyarorszag-foeldrenges-veszelyeztetettsege&catid=5&Itemid=7

(Letöltve: 2014-11-17)

[26] A földrengésről mérnök szemmel

URL: <http://www.csmi-mernoki-kamara.hu/files/2011.12.16.%20-%20M%C3%A9retez%C3%A9s%20f%C3%B6ldreng%C3%A9sre.pdf>

(Letöltve: 2014-12-12)

[27] Délzalai Víz- és Csatornamű ZRt. archívuma - Nagykanizsa szennyvíztisztító telep talajmechanikai szakvélemény (VIZITERV) Tsz: 19518

[28] Szepesházi Róbert - Geotechnika Példatár – Széchenyi István Műszaki Főiskola Építési Intézet – Kézirat; Tankönyvkiadó, Budapest 1992

**[29] Deák György – Draskóczy András – Dulácska Endre – Kollár László – Visnovitz György: Vasbeton szerkezetek, Tervezés az Eurocode alapján, 2. kiadás
BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék 2012**

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat Települések átlagos szennyvízmennyisége	11
2. táblázat Épületek fontossági osztályai	47
3. táblázat Fúrási adatok	48
4. táblázat Zavart minták	48
5. táblázat Plasztikus talajok talajfizikai jellemzőinek karakterisztikus értéke	50
6. táblázat Szemcsés talajok talajfizikai jellemzőinek karakterisztikus értéke	51
7. táblázat Talajvízszintek	52
8. táblázat Talajvíz vízkémiai vizsgálat eredménye	53
9. táblázat A talajban keletkező hatékony feszültségek	63
10. táblázat Fischer féle süllyedés számításához szükséges számított és diagramról leolvasott értékek	65
11. táblázat Vasbeton medence önsúly számítása	89
12. táblázat Vasbeton medence önsúly számítása megnövelt átmérőjű alaplemezzel	90
13. táblázat Talajleterhelés számítása	90

Kép és ábrajegyzék

4. kép Nagykanizsa elhelyezkedése	8
1. ábra Szennyvíztisztító telep helyszínrajza	9
5. ábra Települések elhelyezkedése Zala megye térképén	10
6. ábra Szennyvíz kezelésének lehetőségei	16
4. ábra Rézsús munkatér határolás	20
5. ábra Állított pallózás	21
6. ábra Utánhajtott pallózás	22
7. ábra Berlini (Siemens) dúcolat	23
8. ábra Szádfal erőjátéka	25
9. ábra Szegezett rézsűfelszín és injektált szeg	28
10. ábra Talajfagyasztással határolt akna felülnézete	29
11. ábra A rézsús határolású munkagödör alaprajza	33
12. ábra A szivárgó és a gyűjtőakna kialakítása	34
13. ábra Munkagödör víztelenítése talajvízszint-süllyesztéssel	34

14. ábra Lépcsős talajvízszint-süllyesztés	37
15. ábra Pontkút lehajtása	37
16. ábra Talajvízszint-süllyesztő kutak fajtái	39
17. ábra Magyarország szeizmikus zónatérképe	46
18. ábra Nyugalmi földnyomások ábrája	57
19. ábra Aktív földnyomások ábrája	59
20. ábra Passzív földnyomások ábrája	61
21. ábra Határmélység	62
22. ábra Hatékony feszültség meghatározása Jáky süllyedéshez	63
23. ábra Merev, kör alakú alaptestek süllyedése Fischer szerint	64
24. ábra Szádfal méretezése	66
25. ábra Geo5 Tervezés modulban létrehozott modell és talajrétegződés	70
26. ábra Talajadatok megadása	70
27. ábra Geo5 számított befogási mélység, nyomatéki ábra	71
28. ábra Geo5 nyíróerő ábra	71
29. ábra Geo5 Ellenőrzés modulban létrehozott modell és talajrétegződés	72
30. ábra Szádfal adatainak megadása	72
31. ábra Geo5 ellenőrzés, a szádfal elmozdulása	73
32. ábra Geo5 ellenőrzés, a szerkezetre ható nyomás	73
33. ábra Plaxis modell	74
34. ábra Plaxis talajadatok megadása	74
35. ábra Plaxis szádfal adatainak megadása	75
36. ábra Számítás lépései	75
37. ábra Plaxis - Szádfal igénybevételei, elmozdulása	76
38. ábra Szádfal torzított léptékű elmozdulása	76
39. ábra Medence adatok megadása	79
40. ábra Nyomatéki burkoló ábra	80
41. ábra Nyíróerő burkoló ábra	80
42. ábra Medence süllyedésének torzított ábrája	80
43. ábra Axis modell	81
44. ábra Axis terhek megadása	81
45. ábra Axis nyomaték ábra	82

Mellékletek

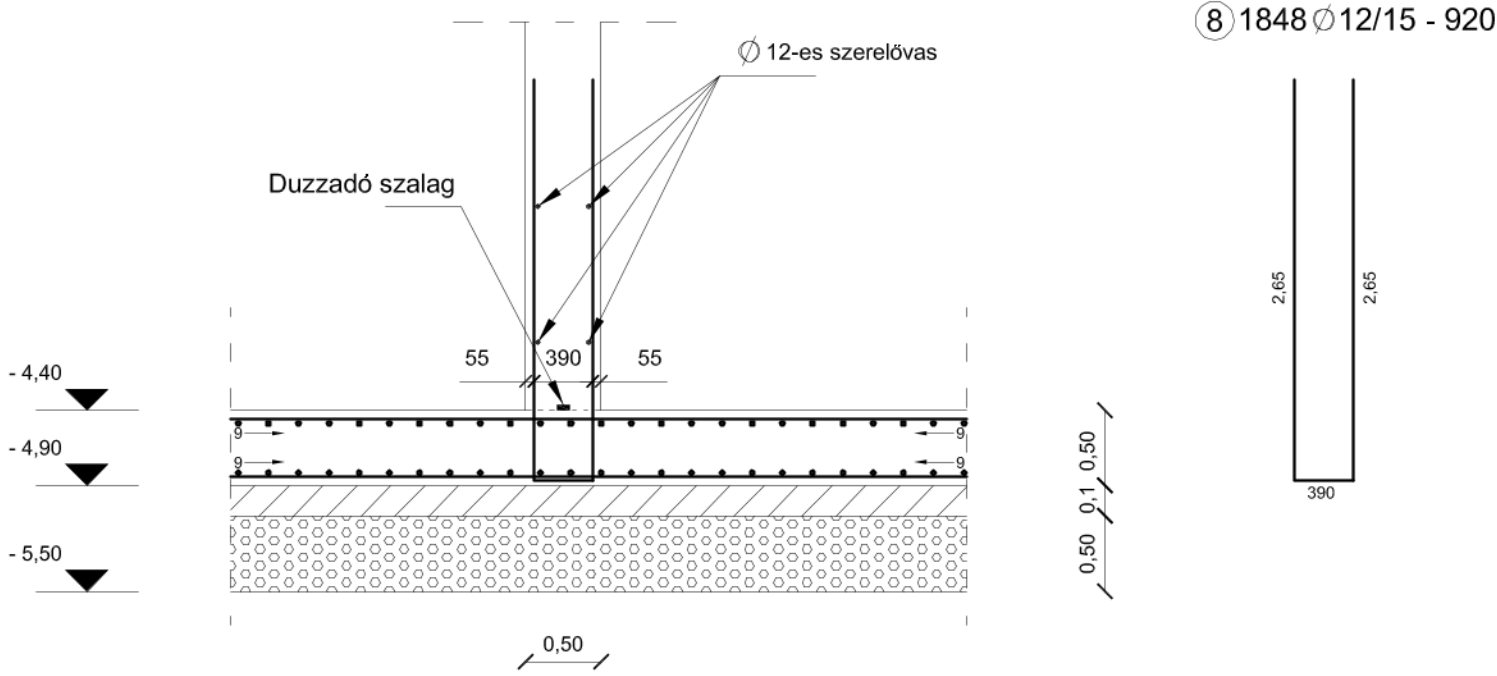
Rajzdokumentumok

1. Rajz: Átnézeti helyszínrajz (H-1)
2. Rajz: Feltárási helyszínrajz (H-2)
3. Rajz: Rétegszelvények (R-1)
4. Rajz: Munkatér határolás (M-1)
5. Rajz: Víztelenítési terv (Sz-1)
6. Rajz: Alaplemez vasalása (V-1)
7. Rajz: Alaplemez vasalás csomópontok (V-2)
8. Rajz: Oldalfalak vasalása (V-3)

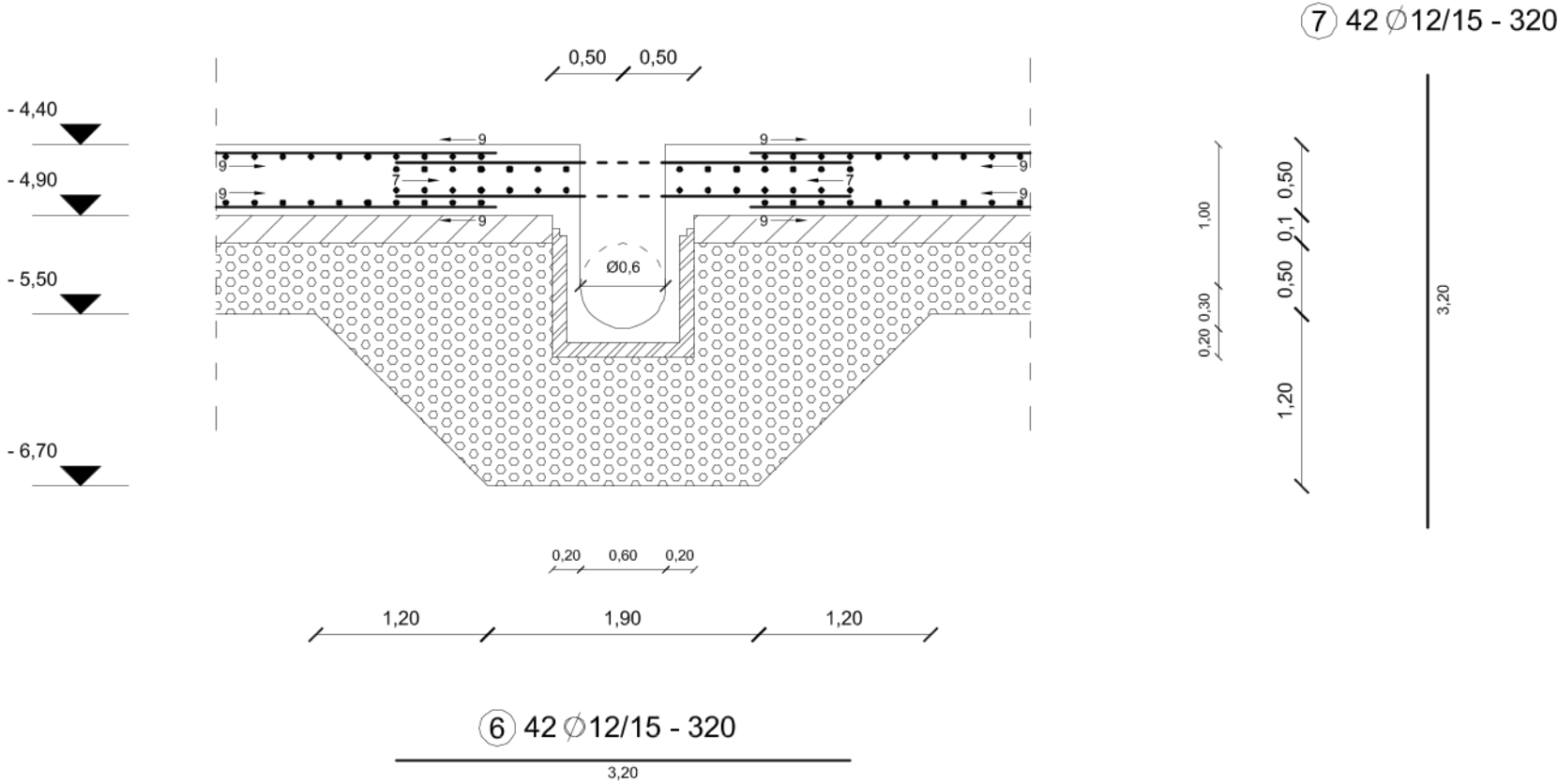
Hivatkozás

Az átnézeti helyszínrajz (H-1), *UTB Envirotec Zrt.* által biztosított helyszínrajz alapján saját szerkesztés.

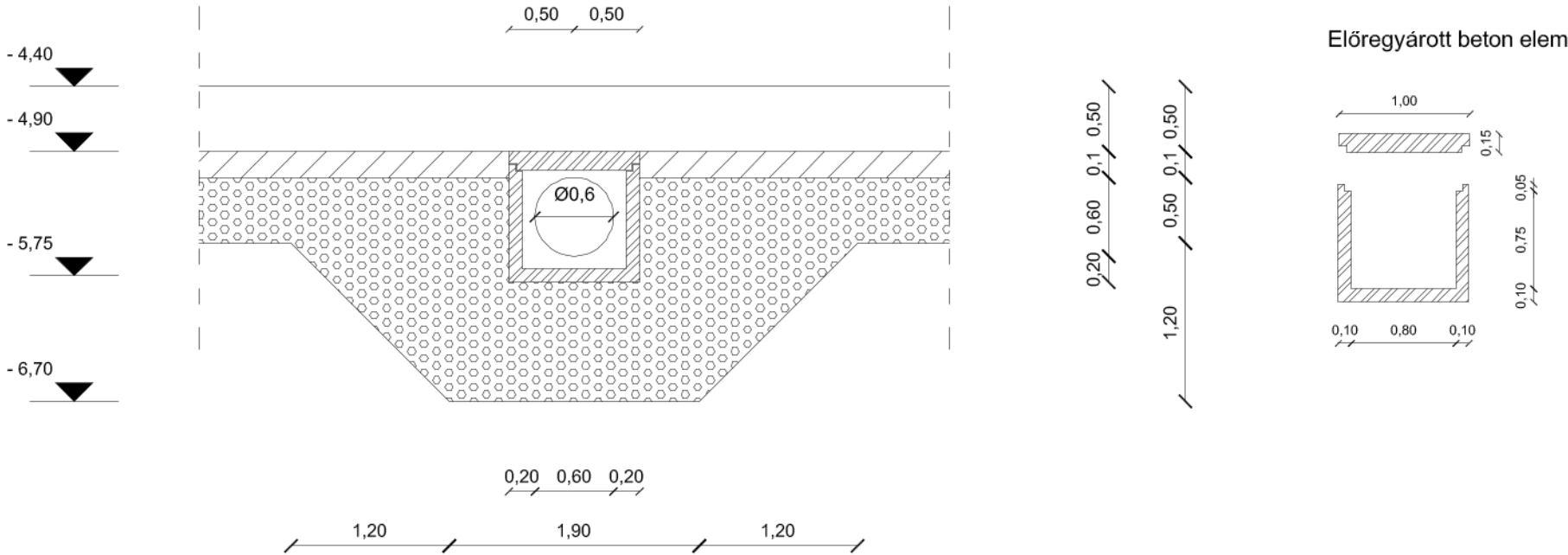
B - B metszet M=1:50



D - D metszet M=1:50



C - C metszet M=1:50



Megjegyzések:

0,00 = 138,94mBf

A felszíni csapadékvizek megfelelő elvezetésével biztosítani kell, hogy az alaplemez alá ne szivároghasson víz. Az ágyazati rétegrendet vízmentes munkatérben lehet csak kialakítani!

Szerelőbeton

Az alaplemez alatt, kavicságyazaton 10,0 cm vastagságú, C12/15 - XD2 - 16 - F2 szerelőbeton készül.

Szerkezeti beton:

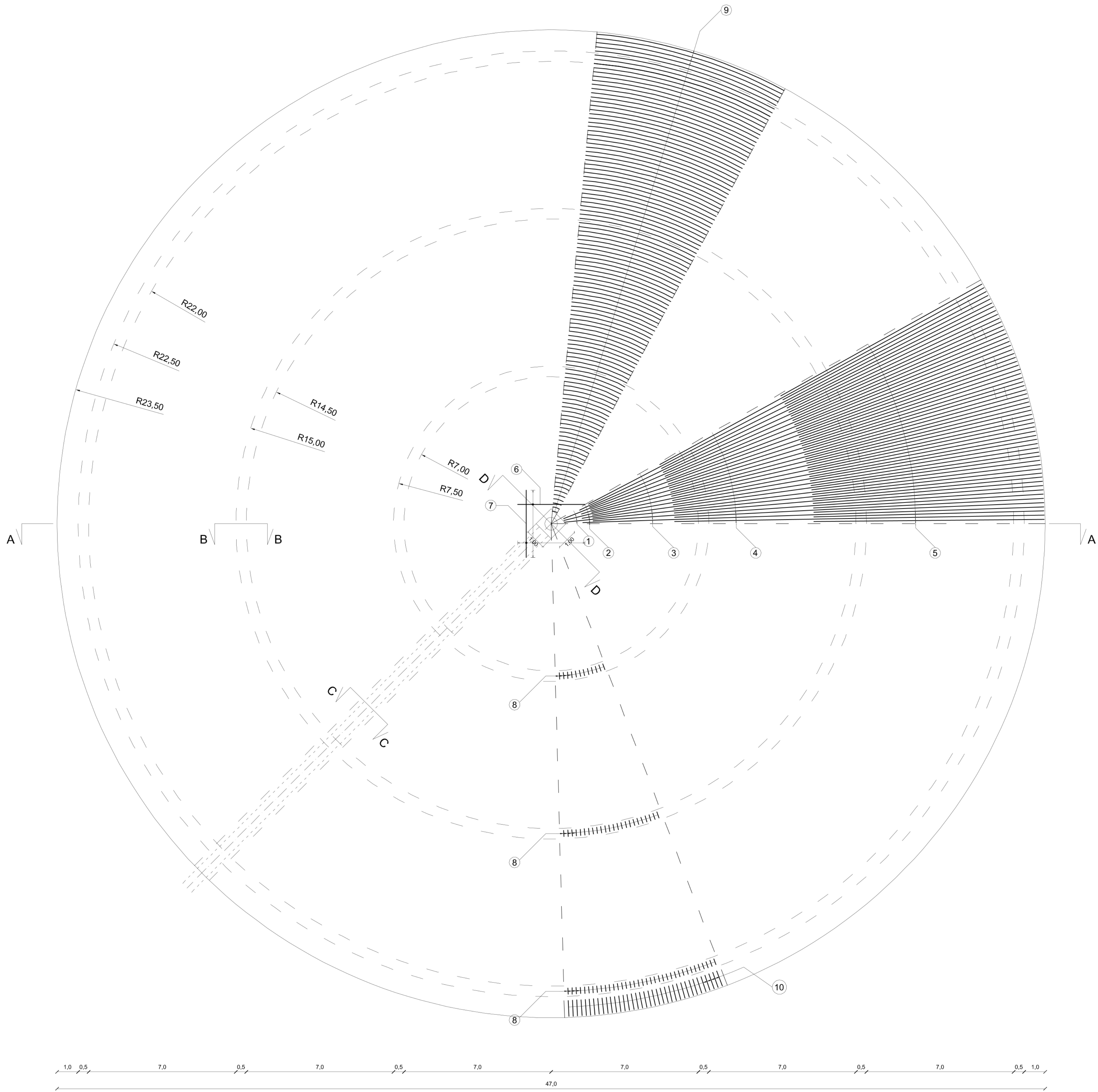
C30/37 - XD2 - XV2(H) - 16 - F3
Betonfedés: 50 mm

Betonacél:

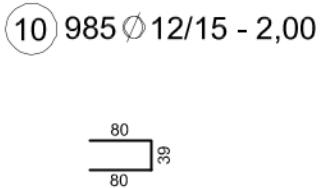
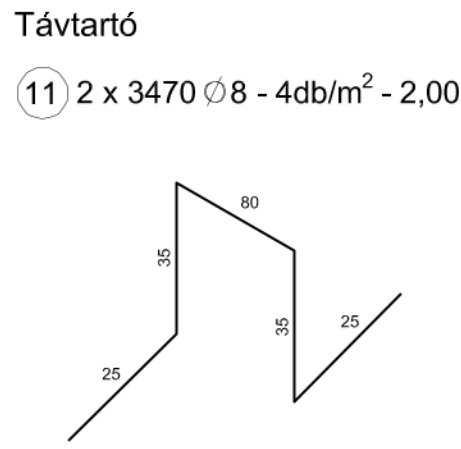
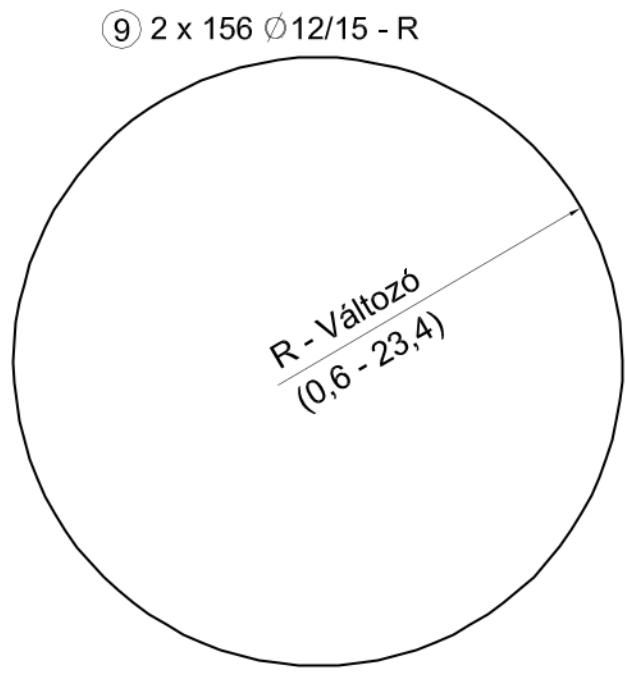
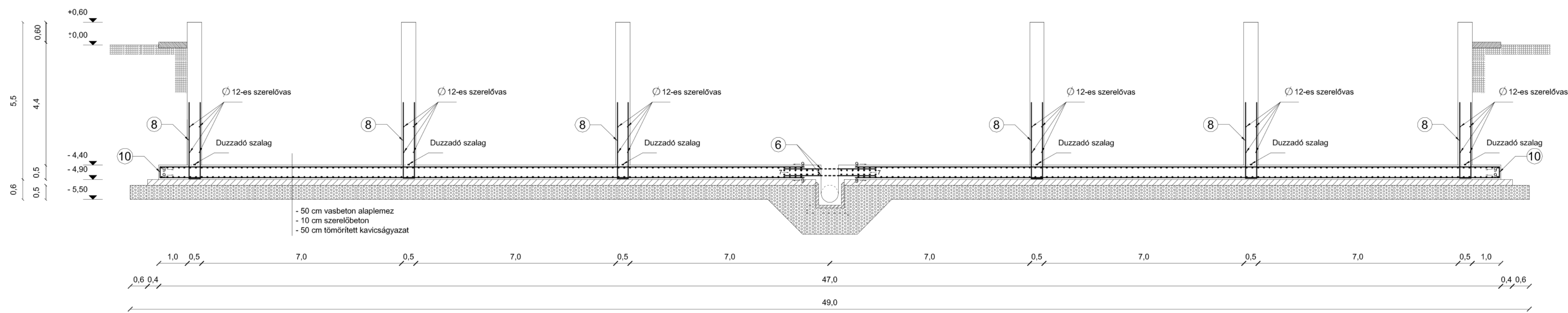
Anyagminőség: B500
A terven megadott betonacél méretek tengelyben értendők.
A betonacél toldási hossza: 40 d.A toldásokat minimum 1,00 méteres eltolásokkal szabad alkalmazni.

Együtt kezelendő a H-1; H-2; M-1; R-1; Sz-1; V-2; V-3 tervekkel.

SZIE - Ybl Miklós Építéstudományi Kar Építéstudományi Intézet Geotechnika szakcsoport	Biológiai műtárgy tervezése a nagykanizsai szennyvíztelep bővítéséhez	V-2
	Alaplemez vasalás csomópontok	M=1:50
Belső konzulens: Firgi Tibor	Készítette: Jakab Szabolcs	2014.12.28
Külső konzulens: Takács Csaba		



A - A metszet M=1:100



1	2 x 94	Ø12/10	- 22,80
2	2 x 31	Ø12/10	- 22,00
3	2 x 244	Ø12/10	- 21,50
4	2 x 416	Ø12/10	- 17,60
5	2 x 628	Ø12/10	- 11,00
			11,00

Betonacél kimutatás

Betonacél jele	Átmérő Ø	DB	Hossz (m)	Össz hossz (m)
1.	12	188	22,8	4286,4
2.	12	62	22,0	1364
3.	12	488	21,5	10492
4.	12	832	17,6	14643,2
5.	12	1256	11,0	13816
6.	12	42	3,2	134,4
7.	12	42	3,2	134,4
8.	12	1648	9,2	17001,6
9.	12	312	R	11536
10.	12	985	2,0	1970
11.	8	6940	2,0	4020
Összes hossz (m)			13880	71081,6
Fajlagos tömeg (kg / m)			0,394	0,887
Össz tömeg méterénként (kg)			5468,7	66860,3
Összes vasaszkálajel (kg)				72329,0

Megjegyzések:

A felzárkó csapadékvíznek megfelelő elvezetésével biztosítani kell, hogy az alaplemez alá ne szivárgasson víz. Az igényelt megengedett tömörségi munkákban lehet csak kialakítani!

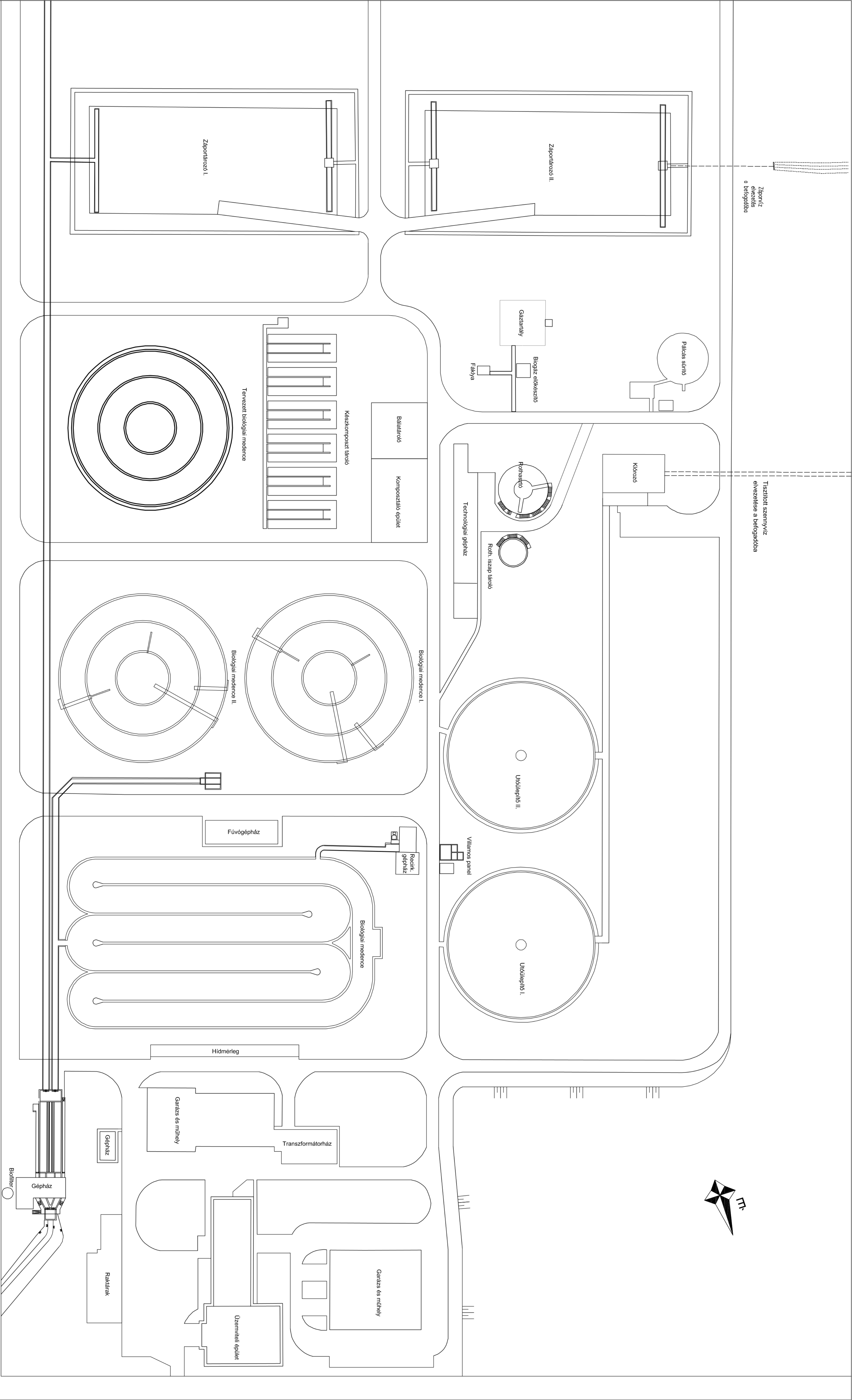
Szerelőbeton
Az alaplemez alatt, kivételként 10,0 cm vastagságú, C12/15 - XD2 - 16 - F2 szerelőbeton készült.

Szerkezeti beton:
C30/37 - XD2 - XX(2)(H) - 16 - F3
Betonhővezetési: 50 mm

Betonacél:
Árnyékolás: 5000
A tervben megadott betonacél méretek terjedelműek.
A betonacél töltési hossza: 40 cm A töltőket minimum 1,00 méteres előtolásokkal szabad alkalmazni.

Együtt készített a H-1, H-2, M-1, R-1, R-2, V-2, V-3 tervekkel.

SZIE - Ybl Miklós Építéstudományi Kar Építéstudományi Intézet Geotechnika szakcsoport	Biológiai műtárgy tervezése a nagykanizsai szennyvíztelep bővítéséhez Alaplemez vasalása	V-1
Belső konzultans: Fűrő Tibor	Készítette: Jakab Szabolcs	M=1:100
Külső konzultans: Takács Csaba		2014.12.28

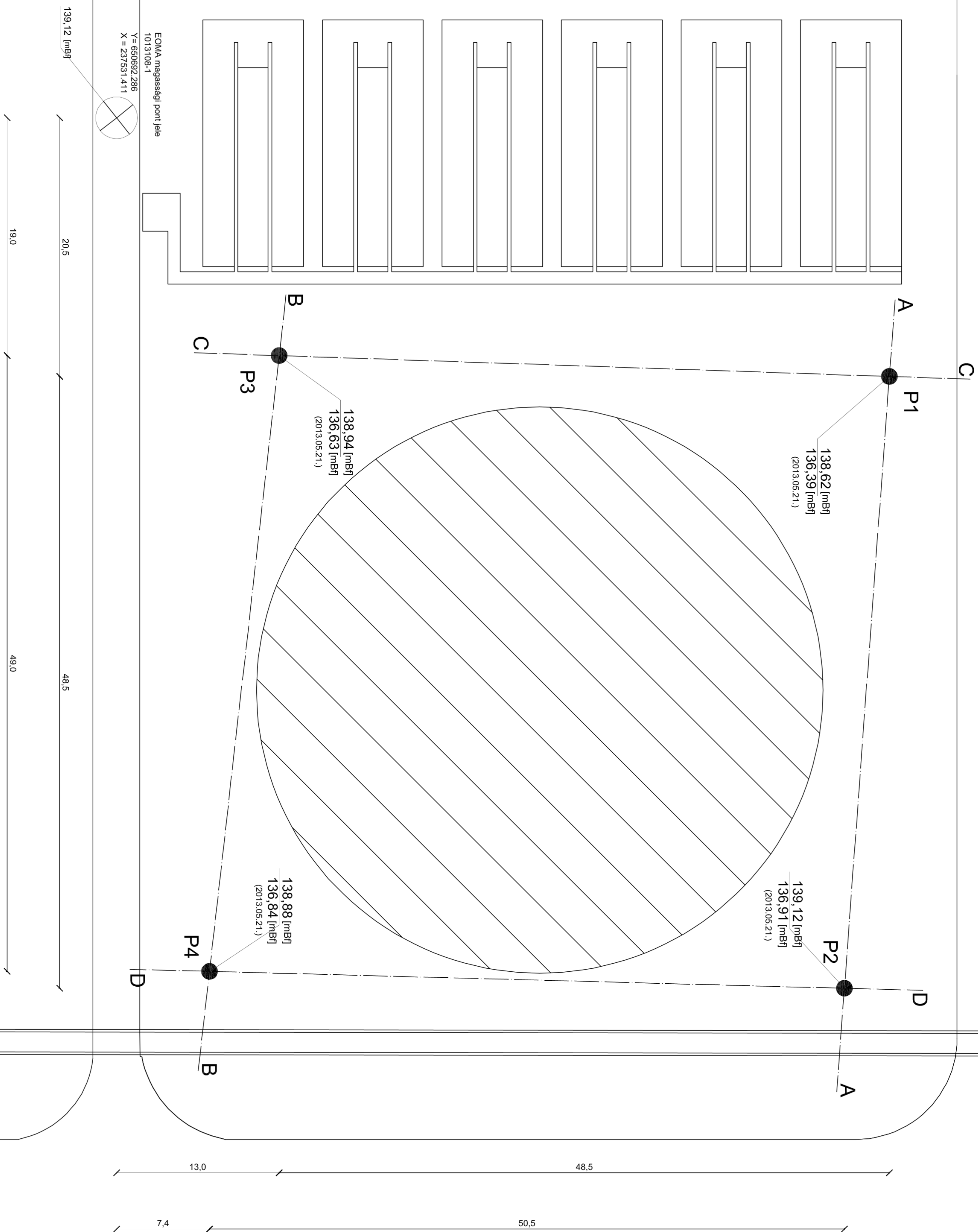
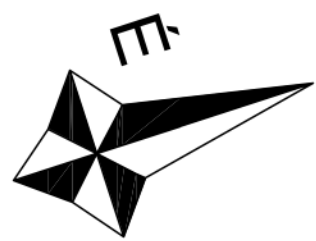


Megjegyzés:
Együtt kezelendő a H-2; M-1; R-1; Sz-1; V-1;
V-2; V-3 lerakékkal.

SZIE - Ybl Miklós Építéstudományi Kar Építéstudományi Intézet Geotechnika szakcsoport		Biológiai műanyag tervezése a nagykanizsai szennyvíztelep bővítéséhez	H-1
Belső konzulens: Frigi Tibor		Ábrázelti helyszínrajz	M-1:200
Külső konzulens: Takács Csaba		Készítette: Jakab Szabolcs	2014.12.28

Biológiai medence I.

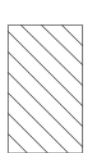
Biología medence



Jelmagyarázat:

- | | |
|--------|-----------------------|
| 139,12 | terepszint |
| 136,91 | megüött talajvízszint |
| | Fűræsszlvény tengelye |

A méretek balti rendszerben értelmezendők [mBf].

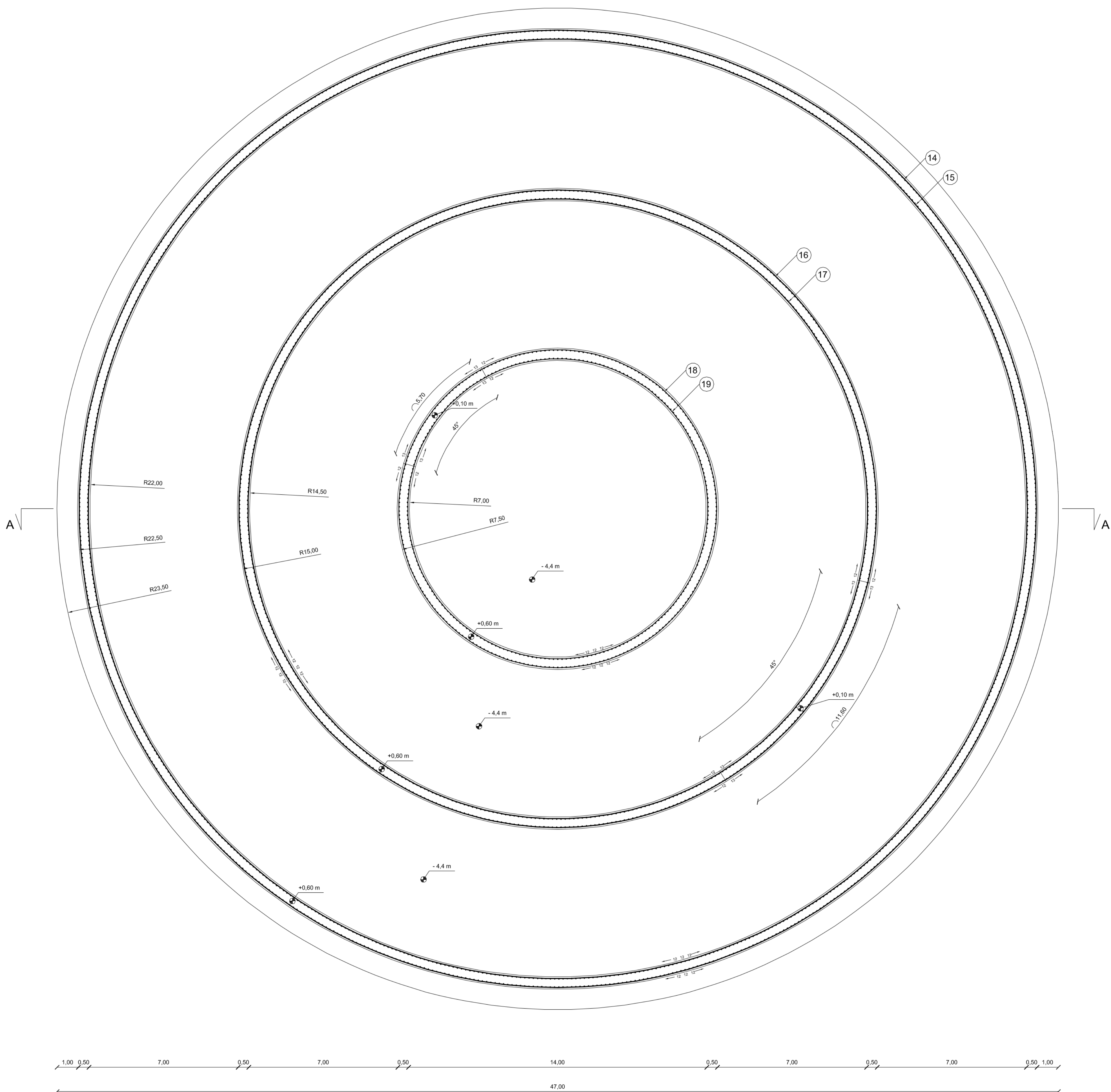


Tervezett műtárgy helye

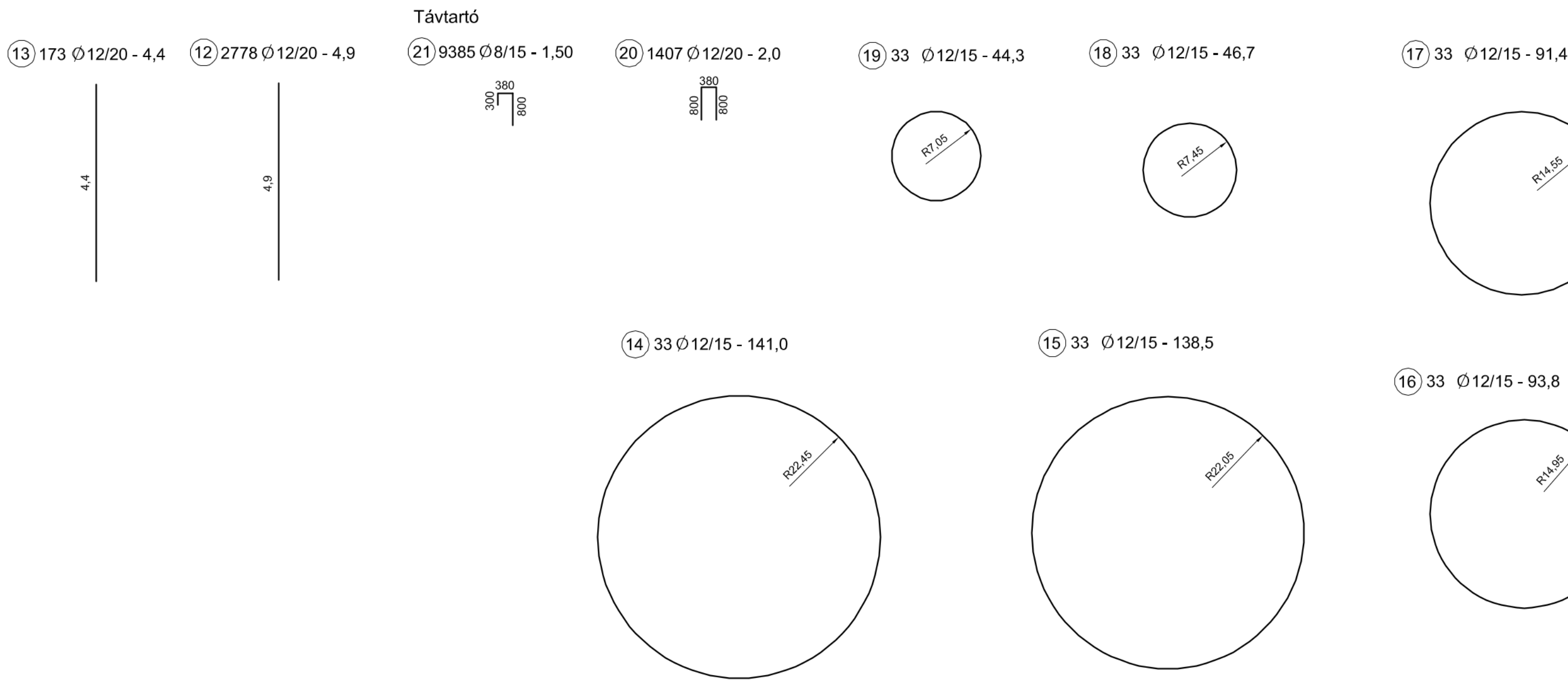
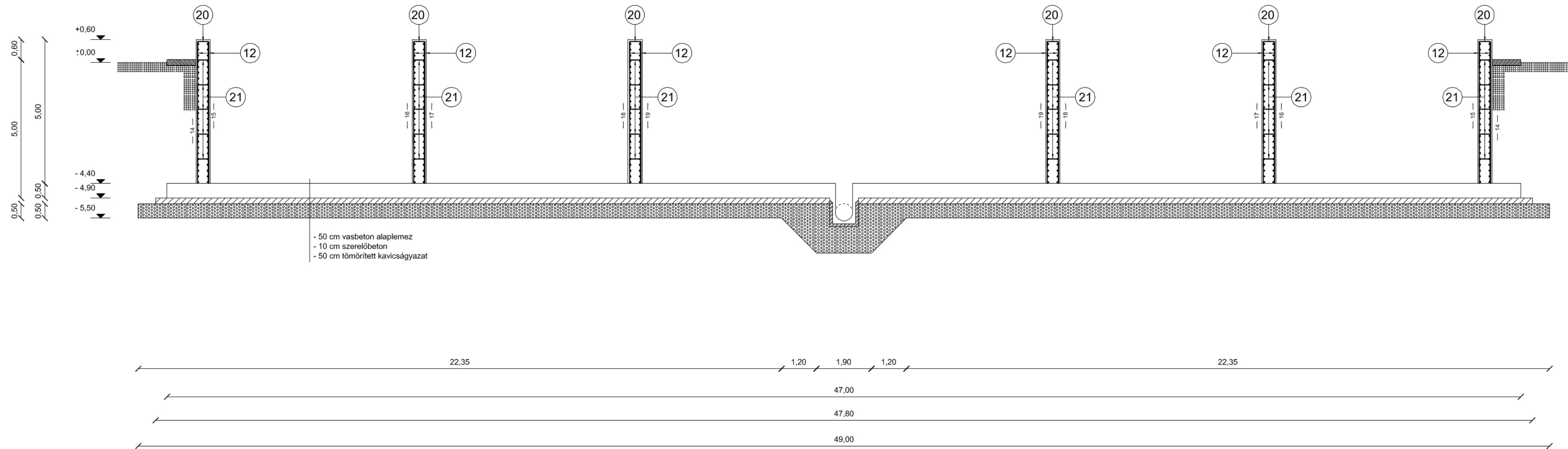
Megjegyzés:

Együtt kezelendő a H-1; M-1; R-1; Sz-1; V-1; V-2; V-3 tervekkel.

SZIE - Völ Minkos Emléstudományi Kar Építészudományi Intézet Geodéziai szakcsoport	Biológiai művelési ág a mezőgazdasági szennyvízelé- pítéshézhöz	H-2
Beadó koordinátori: Függi Thor	Készítette: Jakab Szabolcs	M-1-2004
Külső koordinátori: Takács Csabla	2014. 12. 22	



A - A metszet M=1:100



Betonacél kimutatás

Betonacél jele	Átmérő Ø	DB	Hossz (m)	Össz hossz (m)
12	12	2778	4,9	13612,2
13	12	173	4,4	761,2
14	12	33	141	4653
15	12	33	138,5	4570,5
16	12	33	93,8	3095,4
17	12	33	91,4	3016,2
18	12	33	46,7	1541,1
19	12	33	44,3	1461,9
20	12	1407	2	2814
21	8	9385	1,5	14077,5
Összes hossz (m)				14077,5 35525,5
Fajlagos tömeg (kg / m)				0,394 0,887
Össz tömeg atmérőnként (kg)				5546,5 31511,1
Összes vasszükséglet (kg)				37057,6

Megjegyzések:

±0,00 = 138,84mÉrf

A felszíni csapadékvíznek megfelelő elvezetésével biztosítani kell, hogy az alaplémez alá ne szivárogasson víz. Az ágyazat rétegeirendet vízmentes munkafelületen végezni csak kizárólag!

Szerelőbeton

Az alaplémez alatt, kavicságyazaton 10,0 cm vastagságú, C12/15 - XD2 - 16 - F2 szerelőbeton készíti.

Szerkezeti beton:

C20/25 - XD2 - H10/12 - 16 - F3

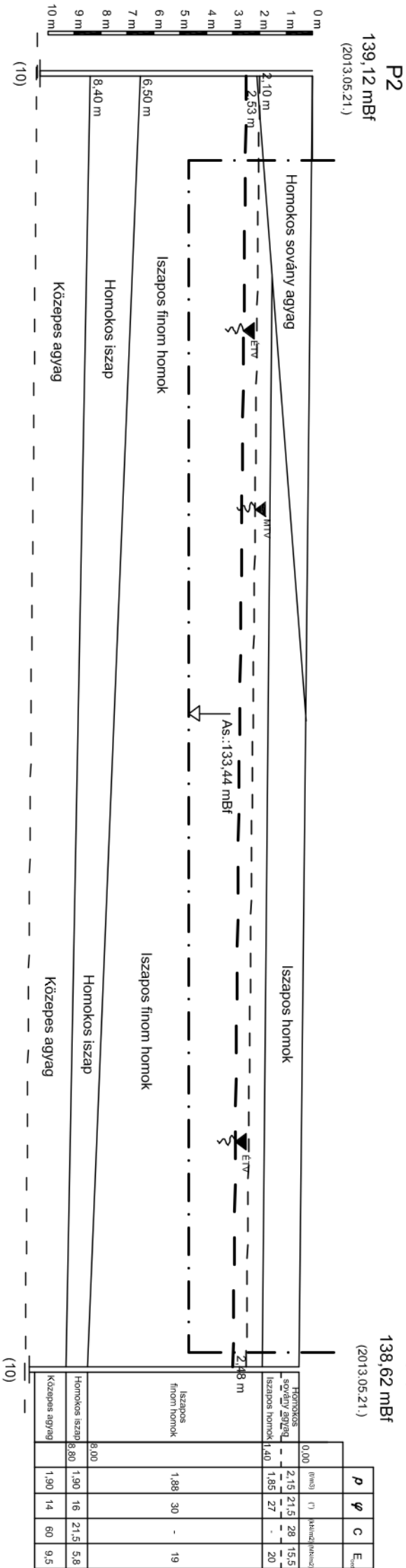
Betonrúd: 50 mm

Betonacél:

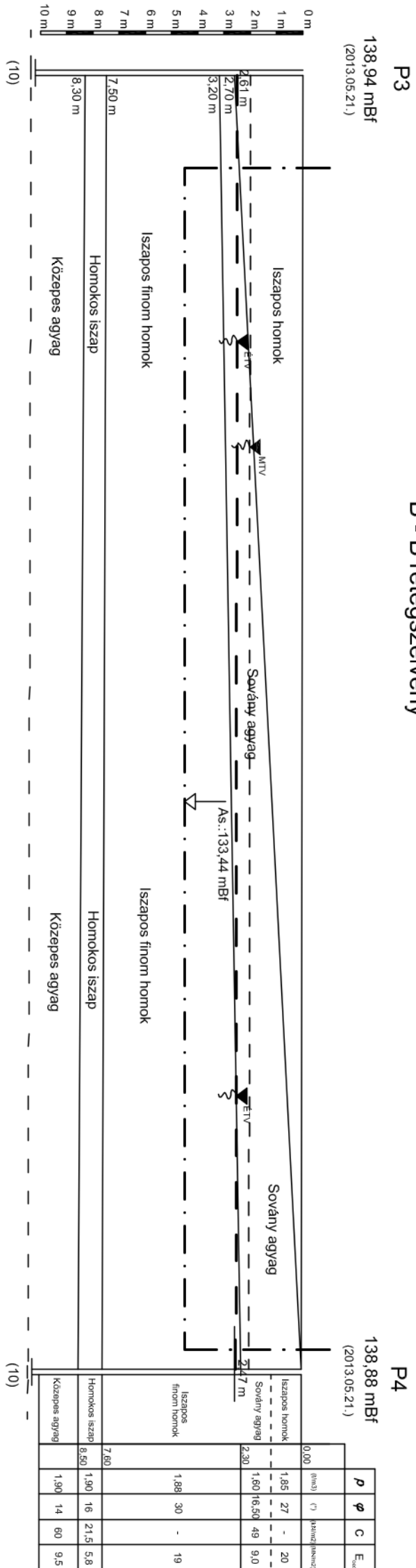
Anyagminőség B500
A leírtan megadott betonacél méreteket tengelyben értendő.
A betonacél oldalsó hossza: 40 d A toldásokat minimum 1,00 méteres eltolásokkal szabad elválasztani.

Együtt készendő a H-1; H-2; H-3; H-4; H-5; H-6; H-7; H-8; H-9; H-10; H-11; H-12; H-13; H-14; H-15; H-16; H-17; H-18; H-19; H-20; H-21; H-22; H-23; H-24; H-25; H-26; H-27; H-28; H-29; H-30; H-31; H-32; H-33; H-34; H-35; H-36; H-37; H-38; H-39; H-40; H-41; H-42; H-43; H-44; H-45; H-46; H-47; H-48; H-49; H-50; H-51; H-52; H-53; H-54; H-55; H-56; H-57; H-58; H-59; H-60; H-61; H-62; H-63; H-64; H-65; H-66; H-67; H-68; H-69; H-70; H-71; H-72; H-73; H-74; H-75; H-76; H-77; H-78; H-79; H-80; H-81; H-82; H-83; H-84; H-85; H-86; H-87; H-88; H-89; H-90; H-91; H-92; H-93; H-94; H-95; H-96; H-97; H-98; H-99; H-100; H-101; H-102; H-103; H-104; H-105; H-106; H-107; H-108; H-109; H-110; H-111; H-112; H-113; H-114; H-115; H-116; H-117; H-118; H-119; H-120; H-121; H-122; H-123; H-124; H-125; H-126; H-127; H-128; H-129; H-130; H-131; H-132; H-133; H-134; H-135; H-136; H-137; H-138; H-139; H-140; H-141; H-142; H-143; H-144; H-145; H-146; H-147; H-148; H-149; H-150; H-151; H-152; H-153; H-154; H-155; H-156; H-157; H-158; H-159; H-160; H-161; H-162; H-163; H-164; H-165; H-166; H-167; H-168; H-169; H-170; H-171; H-172; H-173; H-174; H-175; H-176; H-177; H-178; H-179; H-180; H-181; H-182; H-183; H-184; H-185; H-186; H-187; H-188; H-189; H-190; H-191; H-192; H-193; H-194; H-195; H-196; H-197; H-198; H-199; H-200; H-201; H-202; H-203; H-204; H-205; H-206; H-207; H-208; H-209; H-210; H-211; H-212; H-213; H-214; H-215; H-216; H-217; H-218; H-219; H-220; H-221; H-222; H-223; H-224; H-225; H-226; H-227; H-228; H-229; H-230; H-231; H-232; H-233; H-234; H-235; H-236; H-237; H-238; H-239; H-240; H-241; H-242; H-243; H-244; H-245; H-246; H-247; H-248; H-249; H-250; H-251; H-252; H-253; H-254; H-255; H-256; H-257; H-258; H-259; H-260; H-261; H-262; H-263; H-264; H-265; H-266; H-267; H-268; H-269; H-270; H-271; H-272; H-273; H-274; H-275; H-276; H-277; H-278; H-279; H-280; H-281; H-282; H-283; H-284; H-285; H-286; H-287; H-288; H-289; H-290; H-291; H-292; H-293; H-294; H-295; H-296; H-297; H-298; H-299; H-300; H-301; H-302; H-303; H-304; H-305; H-306; H-307; H-308; H-309; H-310; H-311; H-312; H-313; H-314; H-315; H-316; H-317; H-318; H-319; H-320; H-321; H-322; H-323; H-324; H-325; H-326; H-327; H-328; H-329; H-330; H-331; H-332; H-333; H-334; H-335; H-336; H-337; H-338; H-339; H-340; H-341; H-342; H-343; H-344; H-345; H-346; H-347; H-348; H-349; H-350; H-351; H-352; H-353; H-354; H-355; H-356; H-357; H-358; H-359; H-360; H-361; H-362; H-363; H-364; H-365; H-366; H-367; H-368; H-369; H-370; H-371; H-372; H-373; H-374; H-375; H-376; H-377; H-378; H-379; H-380; H-381; H-382; H-383; H-384; H-385; H-386; H-387; H-388; H-389; H-390; H-391; H-392; H-393; H-394; H-395; H-396; H-397; H-398; H-399; H-400; H-401; H-402; H-403; H-404; H-405; H-406; H-407; H-408; H-409; H-410; H-411; H-412; H-413; H-414; H-415; H-416; H-417; H-418; H-419; H-420; H-421; H-422; H-423; H-424; H-425; H-426; H-427; H-428; H-429; H-430; H-431; H-432; H-433; H-434; H-435; H-436; H-437; H-438; H-439; H-440; H-441; H-442; H-443; H-444; H-445; H-446; H-447; H-448; H-449; H-450; H-451; H-452; H-453; H-454; H-455; H-456; H-457; H-458; H-459; H-460; H-461; H-462; H-463; H-464; H-465; H-466; H-467; H-468; H-469; H-470; H-471; H-472; H-473; H-474; H-475; H-476; H-477; H-478; H-479; H-480; H-481; H-482; H-483; H-484; H-485; H-486; H-487; H-488; H-489; H-490; H-491; H-492; H-493; H-494; H-495; H-496; H-497; H-498; H-499; H-500; H-501; H-502; H-503; H-504; H-505; H-506; H-507; H-508; H-509; H-510; H-511; H-512; H-513; H-514; H-515; H-516; H-517; H-518; H-519; H-520; H-521; H-522; H-523; H-524; H-525; H-526; H-527; H-528; H-529; H-530; H-531; H-532; H-533; H-534; H-535; H-536; H-537; H-538; H-539; H-540; H-541; H-542; H-543; H-544; H-545; H-546; H-547; H-548; H-549; H-550; H-551; H-552; H-553; H-554; H-555; H-556; H-557; H-558; H-559; H-560; H-561; H-562; H-563; H-564; H-565; H-566; H-567; H-568; H-569; H-570; H-571; H-572; H-573; H-574; H-575; H-576; H-577; H-578; H-579; H-580; H-581; H-582; H-583; H-584; H-585; H-586; H-587; H-588; H-589; H-590; H-591; H-592; H-593; H-594; H-595; H-596; H-597; H-598; H-599; H-600; H-601; H-602; H-603; H-604; H-605; H-606; H-607; H-608; H-609; H-610; H-611; H-612; H-613; H-614; H-615; H-616; H-617; H-618; H-619; H-620; H-621; H-622; H-623; H-624; H-625; H-626; H-627; H-628; H-629; H-630; H-631; H-632; H-633; H-634; H-635; H-636; H-637; H-638; H-639; H-640; H-641; H-642; H-643; H-644; H-645; H-646; H-647; H-648; H-649; H-650; H-651; H-652; H-653; H-654; H-655; H-656; H-657; H-658; H-659; H-660; H-661; H-662; H-663; H-664; H-665; H-666; H-667; H-668; H-669; H-670; H-671; H-672; H-673; H-674; H-675; H-676; H-677; H-678; H-679; H-680; H-681; H-682; H-683; H-684; H-685; H-686; H-687; H-688; H-689; H-690; H-691; H-692; H-693; H-694; H-695; H-696; H-697; H-698; H-699; H-700; H-701; H-702; H-703; H-704; H-705; H-706; H-707; H-708; H-709; H-710; H-711; H-712; H-713; H-714; H-715; H-716; H-717; H-718; H-719; H-720; H-721; H-722; H-723; H-724; H-725; H-726; H-727; H-728; H-729; H-730; H-731; H-732; H-733; H-734; H-735; H-736; H-737; H-738; H-739; H-740; H-741; H-742; H-743; H-744; H-745; H-746; H-747; H-748; H-749; H-750; H-751; H-752; H-753; H-754; H-755; H-756; H-757; H-758; H-759; H-760; H-761; H-762; H-763; H-764; H-765; H-766; H-767; H-768; H-769; H-770; H-771; H-772; H-773; H-774; H-775; H-776; H-777; H-778; H-779; H-780; H-781; H-782; H-783; H-784; H-785; H-786; H-787; H-788; H-789; H-790; H-791; H-792; H-793; H-794; H-795; H-796; H-797; H-798; H-799; H-800; H-801; H-802; H-803; H-804; H-805; H-806; H-807; H-808; H-809; H-810; H-811; H-812; H-813; H-814; H-815; H-816; H-817; H-818; H-819; H-820; H-821; H-822; H-823; H-824; H-825; H-826; H-827; H-828; H-829; H-830; H-831; H-832; H-833; H-834; H-835; H-836; H-837; H-838; H-839; H-840; H-841; H-842; H-843; H-844; H-845; H-846; H-847; H-848; H-849; H-850; H-851; H-852; H-853; H-854; H-855; H-856; H-857; H-858; H-859; H-860; H-861; H-862; H-863; H-864; H-865; H-866; H-867; H-868; H-869; H-870; H-871; H-872; H-873; H-874; H-875; H-876; H-877; H-878; H-879; H-880; H-881; H-882; H-883; H-884; H-885; H-886; H-887; H-888; H-889; H-890; H-891; H-892; H-893; H-894; H-895; H-896; H-897; H-898; H-899; H-900; H-901; H-902; H-903; H-904; H-905; H-906; H-907; H-908; H-909; H-910; H-911; H-912; H-913; H-914; H-915; H-916; H-917; H-918; H-919; H-920; H-921; H-922; H-923; H-924; H-925; H-926; H-927; H-928; H-929; H-930; H-931; H-932; H-933; H-934; H-935; H-936; H-937; H-938; H-939; H-940; H-941; H-942; H-943; H-944; H-945; H-946; H-947; H-948; H-949; H-950; H-951; H-952; H-953; H-954; H-955; H-956; H-957; H-958; H-959; H-960; H-961; H-962; H-963; H-964; H-965; H-966; H-967; H-968; H-969; H-970; H-971; H-972; H-973; H-974; H-975; H-976; H-977; H-978; H-979; H-980; H-981; H-982; H-983; H-984; H-985; H-986; H-987; H-988; H-989; H-990; H-991; H-992; H-993; H-994; H-995; H-996; H-997; H-998; H-999; H-1000; H-1001; H-1002; H-1003; H-1004; H-1005; H-1006; H-1007; H-1008; H-1009; H-1010; H-1011; H-1012; H-1013; H-1014; H-1015; H-1016; H-1017; H-1018; H-1019; H-1020; H-1021; H-1022; H-1023; H-1024; H-1025; H-1026; H-1027; H-1028; H-1029; H-1030; H-1031; H-1032; H-1033; H-1034; H-1035; H-1036; H-1037; H-1038; H-1039; H-1040; H-1041; H-1042; H-1043; H-1044; H-1045; H-1046; H-1047; H-1048; H-1049; H-1050; H-1051; H-1052; H-1053; H-1054; H-1055; H-1056; H-1057; H-1058; H-1059; H-1060; H-1061; H-1062; H-1063; H-1064; H-1065; H-1066; H-1067; H-1068; H-1069; H-1070; H-1071; H-1072; H-1073; H-1074; H-1075; H-1076; H-1077; H-1078; H-1079; H-1080; H-1081; H-1082; H-1083; H-1084; H-1085; H-1086; H-1087; H-1088; H-1089; H-1090; H-1091; H-1092; H-1093; H-1094; H-1095; H-1096; H-1097; H-1098; H-1099; H-1100; H-1101; H-1102; H-1103; H-1104; H-1105; H-1106; H-1107; H-1108; H-1109; H-1110; H-1111; H-1112; H-1113; H-1114; H-1115; H-1116; H-1117; H-1118; H-1119; H-1120; H-1121; H-1122; H-1123; H-1124; H-1125; H-1126; H-1127; H-1128; H-1129; H-1130; H-1131; H-1132; H-1133; H-1134; H-1135; H-1136; H-1137; H-1138; H-1139; H-1140; H-1141; H-1142; H-1143; H-1144; H-1145; H-1146; H-1147; H-1148; H-1149; H-1150; H-1151; H-1152; H-1153; H-1154; H-1155; H-1156; H-1157; H-1158; H-1159; H-1160; H-1161; H-1162; H-1163; H-1164; H-1165; H-1166; H-1167; H-1168; H-1169; H-1170; H-1171; H-1172; H-1173; H-1174; H-1175; H-1176; H-1177; H-1178; H-1179; H-1180; H-1181; H-1182; H-1183; H-1184; H-1185; H-1186; H-1187; H-1188; H-1189; H-1190; H-1191; H-1192; H-1193; H-1194; H-1195; H-1196; H-1197; H-1198; H-1199; H-1200; H-1201; H-1202; H-1203; H-1204; H-1205; H-1206; H-1207; H-1208; H-1209; H-1210; H-1211; H-1212; H-1213; H-1214; H-1215; H-1216; H-1217; H-1218; H-1219; H-1220; H-1221; H-1222; H-1223; H-1224; H-1225; H-1226; H-1227; H-1228; H-1229; H-1230; H-1231; H-1232; H-1233; H-1234; H-1235; H-1236; H-1237; H-1238; H-1239; H-1240; H-1241; H-1242; H-1243; H-1244; H-1245; H-1246; H-1247; H-1248; H-1249; H-1250; H-1251; H-1252; H-1253; H-1254; H-1255; H-1256; H-1257; H-1258; H-1259; H-1260; H-1261; H-1262; H-1263; H-1264; H-1265; H-1266; H-1267; H-1268; H-1269; H-1270; H-1271; H-1272; H-1273; H-1274; H-1275; H-1276; H-1277; H-1278; H-1279; H-1280; H-1281; H-1282; H-1283; H-1284; H-1285; H-1286; H-1287; H-1288; H-1289; H-1290; H-1291; H-1292; H-1293; H-1294; H-1295; H-1296; H-1297; H-1298; H-1299; H-1300; H-1301; H-1302; H-1303; H-1304; H-1305; H-1306; H-1307; H-1308; H-1309; H-1310; H-1311; H-1312; H-1313; H-1314; H-1315; H-1316; H-1317; H-1318; H-1319; H-1320; H-1321; H-1322; H-1323; H-1324; H-1325; H-1326; H-1327; H-1328; H-1329; H-1330; H-1331; H-1332; H-1333; H-1334; H-1335; H-1336; H-1337; H-1338; H-1339; H-1340; H-1341; H-1342; H-1343; H-1344; H-1345; H-1346; H-1347; H-1348; H-1349; H-1350; H-1351; H-1352; H-1353; H-1354; H-1355; H-1356; H-1357; H-1358; H-1359; H-1360; H-1361; H-1362; H-1363; H-1364; H-1365; H-1366; H-1367; H-1368; H-1369; H-1370; H-1371; H-1372; H-1373; H-1374; H-1375; H-1376; H-1377; H-1378; H-1379; H-1380; H-1381; H-1382; H-1383; H-1384; H-1385; H-1386; H-1387; H-1388; H-1389; H-1390; H-1391; H-1392; H-1393; H-1394; H-1395; H-1396; H-1397; H-1398; H-1399; H-1400; H-1401; H-1402; H-1403; H-1404; H-1405; H-1406; H-1407; H-1408; H-1409; H-1410; H-1411; H-1412; H-1413; H-1414; H-1415; H-1416; H-1417; H-1418; H-1419; H-1420; H-1421; H-1422; H-1423; H-1424; H-1425; H-1426; H-1427; H-1428; H-1429; H-1430; H-1431; H-1432; H-1433; H-1434; H-1435; H-1436; H-1437; H-1438; H-1439; H-1440; H-1441; H-1442; H-1443; H-1444; H-1445; H-1446; H-1447; H-1448; H-1449; H-1450; H-1451; H-1452; H-1453; H-1454; H-1455; H-1456; H-1457; H-1458; H-1459; H-1460; H-1461; H-1462; H-1463; H-1464; H-1465; H-1466; H-1467; H-1468; H-1469; H-1470; H-1471; H-1472; H-1473; H-1474; H-1475; H-1476; H-1477; H-1478; H-1479; H-1480; H-1481; H-1482; H-1483; H-1484; H-1485; H-1486; H-1487; H-1488; H-1489; H-1490; H-1491; H-1492; H-1493; H-1494; H-1495; H-1496; H-1497; H-1498; H-1499; H-1500; H-1501; H-1502; H-1503; H-1504; H-1505; H-1506; H-1507; H-1508; H-1509; H-1510; H-1511; H-1512; H-1513; H-1514; H-1515; H-1516; H-1517; H-1518; H-1519; H-1520; H-1521; H-1522; H-1523; H-1524; H-1525; H-1526; H-1527; H-1528; H-1529; H-1530; H-1531; H-1532; H-1533; H-1534; H-1535; H-1536; H-1537; H-1538; H-1539; H-1540; H-1541; H-1542; H-1543; H-1544; H-1545; H-1546; H-1547; H-1548; H-1549; H-1550; H-1551; H-1552; H-1553; H-1554; H-1555; H-1556; H-1557; H-1558; H-1559; H-1560; H-1561; H-1562; H-1563; H-1564; H-1565; H-1566; H-1567; H-1568; H-1569; H-1570; H-1571; H-1572; H-1573; H-1574; H-1575; H-1576; H-1577; H-1578; H-1579; H-1580; H-1581; H-1582; H-1583; H-1584; H-1585; H-1586; H-1587; H-1588; H-1589; H-1590; H-1591; H-1592; H-1593; H-1594; H-1595; H-1596; H-1597; H-1598; H-1599; H-1600; H-1601; H-1602; H-1603; H-1604; H-1605; H-1606; H-1607; H-1608; H-1609; H-1610; H-1611; H-1612; H-1613; H-1614; H-1615; H-1616; H-1617; H-1618; H-1619; H-1620; H-1621; H-1622; H-1623; H-1624; H-1625; H-1626; H-1627; H-1628; H-1629; H-1630; H-1631; H-1632; H-1633; H-1634; H-1635; H-1636; H-1637; H-1638; H-1639; H-1640; H-1641; H-1642; H-1643; H-1644;

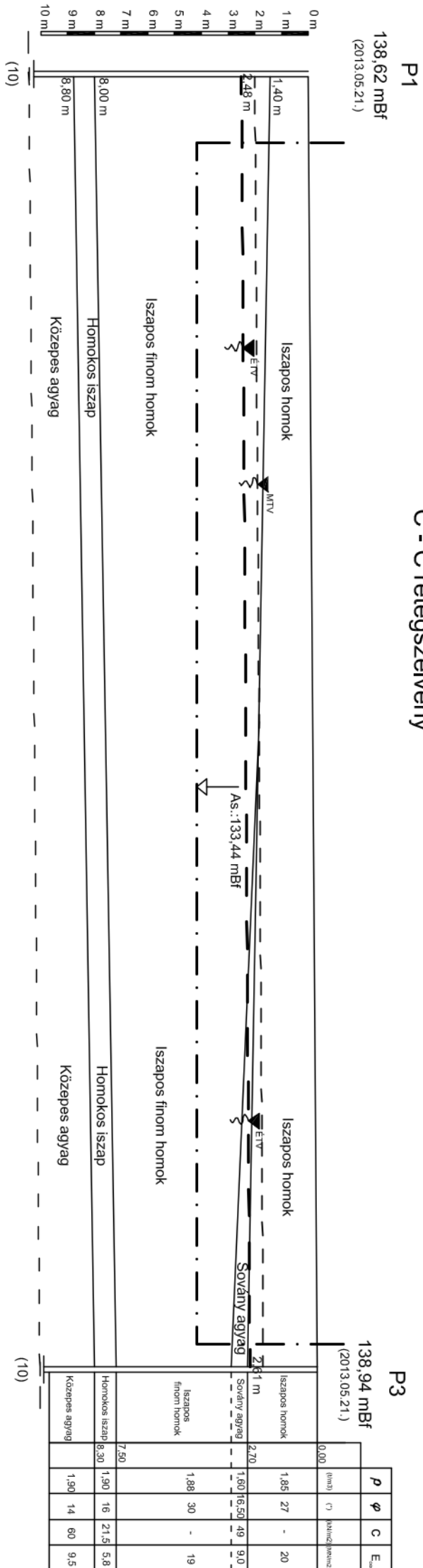
A - A rétegszelvény



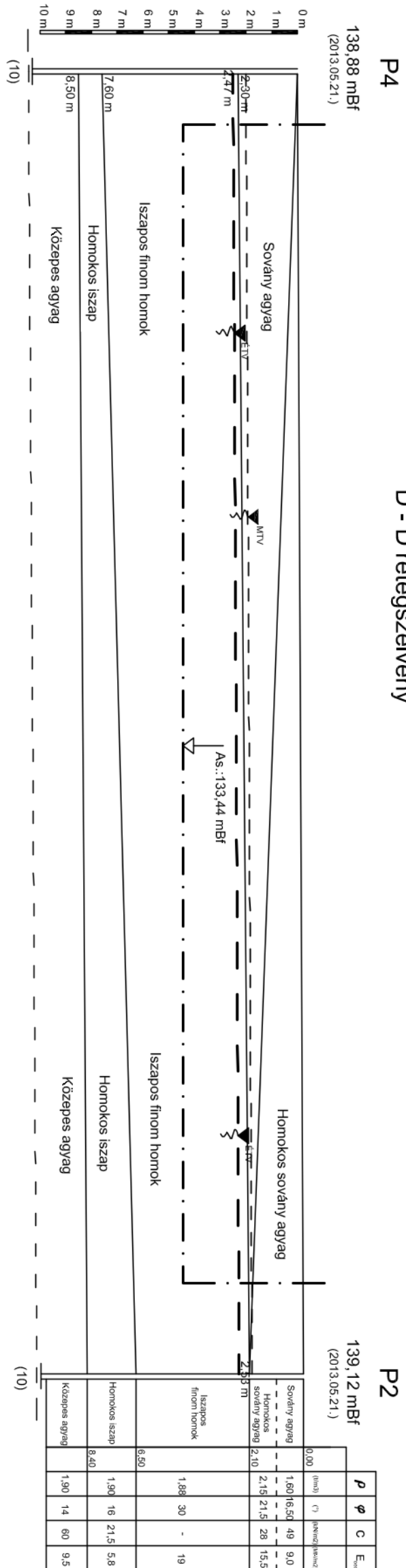
B - B rétegszelvény



C - C rétegszelvény



D - D rétegszelvény



Jelmagyatározat:

- Műtárgy körvonala
- Építési talajvesszint
- Mértékadó talajvesszint
- Fúrászelvény zátkóvonalala
- Réteghatár

Megjegyzés:

± 0,00 = 138,94mBf

A méretek balról rendszerben értelmezendők [mBf].

Együtt kezelendő a H-1; H-2; M-1; SZ-1; V-1; V-2; V-3 barakkal.

SZIE - Ybl Miklós Építudományi Kar Építudományi Intézet Geotechnika szakcsoport	Biológiai műtárgy tervezése a nagykanizsai szennyvíztisztelő bővítéséhez	R-1
Belső konzultens: Fűrő Tibor	Rétegszelvények	M=1:200
Külső konzultens: Takács Csaba	Készítette: Jakab Szabolcs	2014.12.28

