

SZAKDOLGOZAT

Fürdős Martin
2018



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr.Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2017/18

Fürdös Martin

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	Somlóvásárhely település szennyvízhálózatának tervezése és szennyvíztisztító telep létesítésének vizsgálata
Belső konzulens:	Komárominé Dr. Kucsák Mónika adjunktus
Külső konzulens:	Dr. Bardóczyné Dr. Székely Emőke, docens, szakértő

A szakdolgozat beadási határideje: 2018. május 18. (péntek) 12 óra

Budapest, 2018. május 22.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

Részletes feladatkiírás

Füldős Martin

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Somlóvásárhely település szennyvízhálózatának tervezése és szennyvíztisztító telep
létesítésének vizsgálata

című szakdolgozatához

RÉSZLETES FELADATKIÍRÁS

Bevezetés a szakdolgozat témájának bemutatása, indoklása

Vizsgált település bemutatása

Csatornahálózat tervezése

Természetközeli szennyvíztisztítási módszerek vizsgálata

Kiválasztott tisztítási technológia bemutatása

Összefoglalás

Beadandó munkarészek:

Átnézeti helyszínrajz

M 1:5000

Hossz-szelvény

M 1:2000

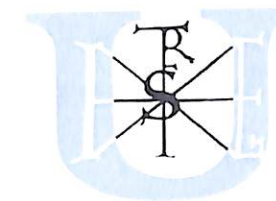
Mellékletek:

természetközeli rendszerek ábrái

helyszínrajzi adatok

Budapest, 2018. május 22.

Komárominé Dr. Kucsák Mónika
belső konzulens



SZENT ISTVÁN
EGYETEM



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Somlóvásárhely település szennyvízhálózatának tervezése és
szennyvíztisztító telep létesítésének vizsgálta

Készítette:

Fürdös Martin

Témavezető:

Komárominé Dr. Kucsák Mónika PhD adjunktus

YBL Építőmérnöki intézet

Budapest

2018

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés	4.
2.A vizsgálatban szereplő terület bemutatása	5.
2.1 Természeti adottságok és viszonyok	6.
2.1.1 A terület geomorfológiai jellege	6.
2.1.2.Éghajlat	7.
2.1.3.Vízkészletek, vízgazdálkodás	7.
2.1.4. Infrastruktúra	9.
3.Települési szennyvizek tisztításának módszerei	10.
3.1. Elsőfokú vagy mechanikai tisztítás	10.
3.2. Másodfokú, biológiai tisztítás	12.
3.2.1. Mesterséges biológiai tisztítás	12.
3.2.2. Természetes biológiai tisztítás	12.
3.2.2.1. Az élő szervezetek szerepe a természetes szennyvíztisztításban	13.
3.2.2.2. Tavas szennyvíztisztítás	14.
3.2.2.3. Az „élőgépek”	18.
4. Természetközeli szennyvíztisztítási lehetőségek	19.
4.1.Típusok,módszerek	21.
4.1.1 Szilárd hordozójú szennyvíztisztítási eljárások	22.
4.1.1.1 Szennyvízszikkasztás	22.
4.1.1.2 Szennyvízöntözés	22.
4.1.1.3. Talajszűrés vagy homokszűrés	23.
4.1.1.4. Gyors beszivárogtatás	23.
4.1.1.5. Lassú beszivárogtatás	23.
4.1.1.6. Gyökérzónás tisztítás	24.
4.1.2 Vizes hordozójú szennyvíztisztítási eljárások	24.
4.1.2.1. Csörgedeztetés rendszer	24.
4.1.2.2. A lagúnás és stabilizációs tavas tisztítás	24.
4.1.2.3 Úszó vízínövényes szennyvíztisztítás	25.
4.1.2.4. Nádistó	26.

4.2. A természet-közelik rendszerek közegészségügyi szempontú elemzése	26.
4.3. Alkalmazási területek	27.
5. Somlóvásárhely döntési lehetőségei	28.
5.1 A fenntartás és az üzemeltetés jogszerű és szakszerű feltételei	32.
5.1.1 A fenntartás jogszabályi feltételei	32.
5.1.1.1 A hagyományos, művi szennyvíztisztításra vonatkozó jogszabályi feltételek	33.
5.1.1.2 A természetközeli szennyvíztisztítás jogszabályi feltételei	33.
5.1.1.3 Az egyedi szennyvíztisztító kisberendezésekre vonatkozó jogszabályi feltételek	34.
5.1.2 Az alkalmazást biztosító, illetve korlátozó legfőbb előírások	34.
5.1.3 Költségek	37.
6. Tervezési feladat	38.
6.1 Helyszínrajzi vonalvezetés	39.
6.2 Gravitációs csatorna méretezése	39.
6.3 Nyomott csatorna méretezése	42.
6.4 Szivattyú méretezése	44.
6.5 Szivattyú kiválasztása	45.
6.6 Tartózkodási idő	46.
6.7 Csatornahálózat műtárgyai	46.
6.8 Kiválasztott természetközeli szennyvíztisztító létesítésének vizsgálata	50.
6.8.1 A növényzet és a gyökérszóna szerepe	50.
6.8.2 Vízzintes és hosszirányú átfolyású telep összehasonlítása	50.
6.8.3 Vízzintes átfolyású gyökérszónás szennyvíz-tisztító létesítése Somlóvásárhelyen	55.

6.8.3.1 Az elosztó és kivezető csövek alkalmazása	a
műtárgyban	56.
6.8.3.2 Építés kronológiája	57.
6.8.3.3 Fontosabb tanácsok a növénytelepítés során	58.
6.8.3.4 A szennyvíztisztító működtetése és fenntartása	58.
7.Összefoglalás	60.
8.Ábrajegyzék	61.
9.Forrásjegyzék	63.
10.Mellékletek	65.

1.Bevezetés

A környezet állapotának átfogó javítása Magyarországon is fontos szempont úgy az ember, mint más élőlények életkörülményeinek fenntartása illetve javítása céljából, különösen az Európai Unió csatlakozással járó elvárások ismeretében. Utóbbiak főleg a hulladékkezelésre és a szennyvíztisztításra koncentrálnak.

A szennyvizek tisztításának nagyarányú fejlődése volt tapasztalható az 1950-es évektől kezdve, ekkortól számos szennyvíztisztító telep épült hazánkban is.

A beruházási hullám első évtizedeiben a hangsúly főleg a megtisztított víz mennyiségén volt, de az ekkor létesült tisztítóművek nem mindig tudták azt a vízminőséget produkálni, melynek a befogadóba történő engedése nem változtatta meg lényegesen annak minőségi paramétereit. Másrészt ezek általában a nagyobb településekhez köthető költséges nagyberuházások voltak, melyek ugyan az érintett város szennyezés kibocsátását jelentősen csökkentették, ám az ezek rendszereibe be nem kapcsolható, távolabbi kistelepülések számára nem követhető példának bizonyultak.

Az alacsony népességű települések kisebb költségen megvalósítható, egyszerűen és kis költséggel üzemeltethető szennyvíztisztító technológiát igényelnek. Mivel ezek nem valósultak meg jelentős számban, a kistelepülések csatornázottsága és a hozzá kapcsolódó szennyvíztisztítás tekintetében számottevően lemaradtak.

Aktuálissá vált tehát egy, az előbbi kívánalmaknak megfelelő hatékony és elérhető, hazánk viszonyaihoz adaptált tisztítási technológia kifejlesztése illetve átvétele. A hazai gyakorlatban is megjelent már néhány kísérleti jellegű, ill. prototípusként megvalósult, természetes vagy telepített nádasokat alkalmazó gyökérszűrő típusú tisztító telep, melyeknek üzemeltetése és hatásfoka is megfelel az elvárásoknak.

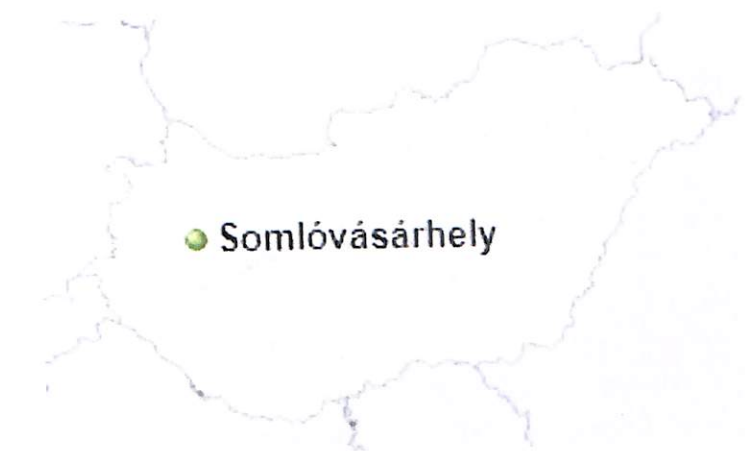
Munkám célja ennek megfelelően egy átfogó képet adni az ismert szennyvíztisztítási technológiákról az ide vonatkozó szakirodalom ismertetésével, valamint megtervezni, illetve megvalósítani Somlóvásárhely település természetközeli szennyvíztisztításának a technológiáját az üzemeltetési és a környezetvédelmi szempontok alapján.

2.A vizsgálatban szereplő terület bemutatása

Szakdolgozatom témájának kiválasztásában, fontos szerepet játszott, hogy egy olyan létező településen alkossak, tervezek valami olyat, amely szívemhez közel áll és az ott élők életszínvonalát, a terület struktúráját, illetve a tudatos környezetvédelem gondolatát magasabb szintre legyen képes emelni.

Ezen szempontok alapján, szülőfalumra, Somlóvásárhelyre esett a választásom. Részévé szeretnék válni Somlóvásárhely fejlődésének történetében és az utánam következő generációnak, ezzel példát statuálva hívnám fel a figyelmet a természet és a technológia találkozásának egyensúlyára, annak fenntartására és az értékek megőrzésére.

Veszprém megye nyugati szélén, a kislalföldi Marcal-medence és a Bakonyalja találkozásánál fekszik Somlóvásárhely, Ajkától mintegy húsz kilométerre, nyugatra .



1. ábra Somlóvásárhely elhelyezkedése [http1]

Meghatározó jelképe a Somló

tanúhegye, a déli oldalt a Torna patak határolja. A település mellett halad el a 8-as számú főút, de megközelíthető a Budapest- Szombathely vasútvonalon is.

A településen korábban folyt régészeti kutatások tanúsága szerint a térség már az őskortól kezdve, az ókorban (római kori nyomok) és népvándorlás-korban (tumulus) lakott volt. 2015-ben tartott népszámlálás alapján, Somlóvásárhely lélekszáma 1108 fő. Népsűrűsége 47,22 fő/km², területe pedig 23,21 km².

2.1 Természeti adottságok és viszonyok

2.1.1 A terület geomorfológiai jellege

Somlónásárhely az ajkai statisztikai kistérségben fekszik. A terület két markánsan elkülönülő részből áll, a Marcal medence-Somlóból és a Nyugat-Bakonyból. A Marcal medence-Somló Veszprém megye nyugati szélén helyezkedik el. A Marcal és a Torna által határolt, a vízfolyások felé fokozatosan lejtő, völgyekkel, dombokkal enyhén tagolt terület. A Kisalföld részétől a Marcal-medence zsákszerűen mélyed a Kemeneshát és a Bakony közé. A Marcal völgy Észak felé lejt fokozatosan (140m-120m-ig). A folyóvölgyet Nyugatról a Kemeneshátja kistáj kíséri, mely egyenletlenül lejt a Marcal felé. Ennek a lejtésnek nincs számottevő befolyása a művelhetőségre. Kelet felől a Pápa - Devecseri sík terül el, mely enyhén tagolt hordalékkúpos síkság, és amit a Bakonyból a Marcal felé igyekvő patakok tagolnak párhuzamos völgyekkel (Torna, Hajagos, Hunyor, Kígyós, Szalóky). A Somló térség jellegzetes, névadó helye a síkságból kiemelkedő 435 m magas, bazalt vulkanikus Somló hegy.



2. ábra Tájegységek bemutatása [http2]

A Marcal medencét, mint mély fekvésű lankás halomvidéket a Magas Bakonytól egy tipikus peremvidék a Nyugat-Bakony határolja el. A Bakonyalja átmeneti táj a hegység északi és nyugati oldala, valamint a Kisalföld között. Ezt a tájegységet mélyen bevágódott eróziós völgyek, meredek sziklás oldalak jellemzik.

Az eltérő gazdálkodási és táji-morfológiai adottságokkal rendelkező peremvidékek találkozásai magas helyzeti potenciált biztosítottak az ember megtelepedéséhez. A kitűnő vadászterületnek is bizonyuló Bakony erdősegei építő-anyagot és tüzelőt is adtak. A patak völgyeket kísérő, Kisalföld felé alacsonyodó térszín pedig inkább a földművelésnek kedvezett.

A Kisalföld síkságából kiemelkedő Somló haranghegye a szőlőművelésre alkalmas területével biztosít megélhetést vagy jövedelmet az itt élőknek.

2.1.2 Éghajlat

A térség klimatikus szempontból átmenetet képez a mérsékeltén hűvös–mérsékeltén száraz éghajlattól a mérsékeltén nedves éghajlat felé. Évi középhőmérséklete 10,0-10,5 C⁰. A leghidegebb hónap a január, legmelegebb pedig a július. A hőmérséklet területi változását követi a fagyos napok száma is. A térség magasabb részein, a hegységek peremein egy évben 100-110 nap, a lejtőkön, illetve a hegylábi síkságokon viszont 90-100 napra tehető a fagyos napok száma. A növényzet, a vegetáció, a mezőgazdasági termelés szempontjából igen fontos 10 C⁰ napi középhőmérséklet elérésének tavaszi, illetve őszi határnapja is rendkívül jellemző. A kitavaszkodás - normális években április 15-20. között várható, azonban 100 m-es magasság emelkedéssel átlagosan 3 nap késéssel. A vegetációs időszakot lezáró őszi határnap október 1- 15. között következik be, amely a 100 m-es magasság csökkenéssel 3 nappal tolódik későbbre.

Az éghajlat fontos tényezője a szél. A légáramlás irányát erősségét, gyakoriságát a makro tényezők mellett a helyi domborzati és felszíni adottságok is meghatározzák. A leggyakoribb szélirány az északnyugat-északi. Az átlagos szélesebesség 2,5-3,0 m/s. A kistérség hazánk szelesebb tájai közé tartozik. A völgyek szelerősítő, szélcsatorna jellege különösen a havas téli napokon érezhető, amikor a Bakony útjain - különösen a nagy forgalmú 8-as úton igen erős hófúvások fordulhatnak elő.

2.1.3. Vízkészletek, vízgazdálkodás

A térség legmeghatározóbb vízfolyása a Marcal, és hozzá csatlakoznak mellékvízfolyásai, a Torna, Hajagos, Hunyor, Szalóky, Kígyós, Csigere- patak. Vízhozamukat jelentős mértékben befolyásolta a bauxitbányászat kapcsán kiemelt karsztvíz mennyiség, méghozzá két ellentétes irány szerint.

Egyfelől a felszíni vizek utánpótlását jelentősen csökkentette a nagy arányú vízkiemelés, másfelől az így kiemelt vizet patakokba engedték bele, minek eredményeként egyes vízfolyások vízhozama jelentősen megnőtt.

Ez a hatás a bányászat befejeztével megszűnt, így az eddig jelentősebb vízhozammal rendelkező Torna, Hajagos, Bitva Gerence-patak most jelentősen vesztett vízhozamából, míg az eddig kiszáradni tűnő mocsaras területek lassan újra vízutánpótláshoz jutnak lassan, bár természetsszerűleg a vizek újra megjelenése nem olyan látványosan gyors folyamat, mint a patakok utánpótlás-vesztése.

A Torna-patak a kistérség és Somlóvásárhely legnagyobb patakja, amely átszeli az egész térséget. Csehbánya melletti Hosszúhát nevű hegy aljában ered, és Városlőd, Kislőd érintésével jut el Ajkáig, majd onnan Devecsert, Somlóvásárhelyt, Somlójenőt, Tüskevárt, Kisberzsenyt érintve Károlyházapuszta mellett Karakónál ömlik a Marcalba.

Szakdolgozatom egyik céljának tekintem, hogy a bauxitbányászat megszűnését követő negatív hatást, vagyis a vízfolyások vízhozamának csökkenését visszaszorítsam, illetve minőségében javítsak azon.

Ennek lehetősége a Somlóvásárhelyen keletkező szennyvizek megtisztítása és kezelése után a befogadóba történő engedésében rejlik.

Az ajkai kistérség talajvízviszonyait a domborzati sajátosságok és a hegységek felépítése befolyásolja. Megállapítható, hogy összefüggő talajvízszint általában nem, csak egyes medencék alján alakult ki. A karsztos kőzeteken, a sekély mállott réteggel fedett területeken és a tömör kőzetekben nincs talajvíz.

A hegységek peremén a kevésbé tagolt hegyláb felszíneken találunk nagyobb foltokban talajvizet. Összefüggő talajvizet a Bakonyalji területeken találunk. A talajvíz minősége az elmúlt évtizedek nagymértvű szennyezései (nagyüzemi állattartás, műtrágya, gyomirtó, illetve háztartási szennyvíz) következtében általánosan szennyezettnek minősíthető.

A kistérségben és egész Veszprém megyében kiemelt jelentőségű a Bakony hegység alatt lévő karsztvíz mennyiség. A térség és a megye ivóvízellátásában nagy szerepet játszó vízkészlet hatalmas érték.

Az utóbbi évtizedben a bányászat visszaesésével megállt a karsztvízszint csökkenése és megindult lassú emelkedése. A kistérség víz által veszélyeztetett területei viszonylag csekélyek.

A külvizek által veszélyeztetve azok a területek vannak, amelyeket a hegyekből, magasabb területről érkező csapadékvizek elöntenek. (Csehbánya, Magyarpolány, Városlőd, Kislőd, Úrkút, részben a Somló környéki települések) Ezek a területek főleg a hegylábi részeken találhatók, ahol a nem megfelelő felszíni vízelvezetés következtében a vizek megtartása, illetve elvezetése nem megoldott.

2.1.4. Infrastruktúra

Közúti érintettség szempontjából a térség fő közlekedési útvonala a 8 sz.főút, amely tágabb térségi kapcsolatok tekintetében kapcsolatot biztosít Budapest, a nyugati országhatár és az M7- es autópálya irányába.

A 8. sz. főút jelen pillanatban Somlónásárhely térségében 2x1 nyomsávos. Említésre méltó út a Devecser-Somlónásárhely összekötő út 7322 , illetve a Somlójenő bekötő út 73182. Somlónásárhely belterületén az utak kivétel nélkül aszfalt burkolatúak. Vasúti érintettséget tekintve egy vasútvonala van, amely a térség legfőbb vasútvonala és Szombathely és Székesfehérvár között teremt kapcsolatot.

A közterületek keresztmetszete a telekhatártól telekhatárig többnyire zöldsáv-árok-út-árok-zöldsáv a jellemző. Megjegyzendő, hogy Somlónásárhely településen mély, mederlapokkal burkolt vízelvezető árok vezet el a csapadékvizet. A településeken a csatornahálózat kivételével minden közmű megtalálható. (vízvezeték, gázvezeték, elektromos hálózat, távközlési hálózat).

Összességében elmondható, hogy Somlónásárhely infrastrukturális ellátottsága közepesnek mondható, de felzárkóztató fejlesztése időszerű lenne, hiszen ez bármilyen magyar vidék jövőjének alapja. Fontos hangsúlyozni, hogy ez a remélt változásokhoz csak szükséges, de nem elégséges feltétel.

A magyar vidék mai és jövőbeli gazdasági társadalmi alapjainak általános gyengesége miatt, e felzárkóztató fejlesztéseknek értékalapúaknak és külön is támogatottaknak kell lenniük, mert csak így biztosítható, hogy képesek legyenek a fenntartható fejlődésre.

3. Települési szennyvizek tisztításának módszerei

A megfelelő szennyvíztisztítási technológia kiválasztásának érdekében szeretném röviden bemutatni a szennyvíztisztítás módszereiben rejlő lehetőségeket a szakirodalom segítségével.

A települési szennyvizek tisztítása három fokozatban történik: fizikai (első-), biológiai (másod-), kémiai (harmadfokú) tisztítás. A gyakorlatban ezen fokozatok különböző eljárásainak kombinációjából áll össze a mesterséges szennyvíztisztítás menete. A mesterséges szennyvíztisztítás tehát bonyolult fizikai, kémiai és biológiai folyamatok célszerűen összeállított láncolata.

3.1. Elsőfokú vagy mechanikai tisztítás

Ennek során a szennyvíz fizikailag elválasztható, darabosabb úszó és lebegő anyagait távolítják el rácsok, szűrők, ülepítő berendezések segítségével. Ez a fokozat sokszor önmagában is működik, szennyezés csökkentő hatása akár 40-60 %-os is lehet, de a korszerű szennyvíztisztítás bármely módszeréhez kapcsolódóan az első fokozatként jön számításba.

Ide tartozik a csatornahálózaton elvezetett szennyvízbe infiltrációval bekerülő homok eltávolítása is homokfogók segítségével. A mechanikai tisztítás műveleti elemei a durvább rácsok és finom rácsszűrők, az ezeken keletkező rácsszemét kezelése, homok és zsírfogók, és az előülepítés. Rácsok: Használunk durva rácsokat 40-100 mm és utána beépítve finom rácsokat 5-10 mm közötti rácsmérettel. A rácson fennakadt szennyeződések (rácsszemét) eltávolítása kézi vagy gépi úton történik.

A rácsokon átfolyó szennyvíz sebességét kb. 0,6 m/s értéken tartják, hogy a homok kiülepedése csak a rácsok után történjen meg. A rács az összes szennyező anyag maximum 5 %-ának visszatartására képes.

A rácsszemét kezelése: A durva rácsokon évente 2-3 l/fő rácsszemét keletkezik, a finom rácsokon kb. 3-4 l/fő. A rácsszemetet összegyűjtik, és vagy ellenőrzött tárolókban, szeméttelen helyezik el, vagy égetéssel semmisítik meg.

A homok és zsírfogóban: a szennyvíznél könnyebb olajok és zsírok, valamint a nagyobb fajsúlyú szennyező anyagok leválasztása történik.

A homokfogón átáramló víz sebessége kb. 0,3 m/s, ami megfelelő a homok és egyéb nagyobb szemcsék lerakódásához, de a szerves szemcsék még tovább sodródhatnak. E művelet eszközei a 16 különböző ülepítő tartályok és medencék.

A leülepedett szilárd fázist rendszeresen eltávolítják kézi úton kaparókanállal, vagy gépi úton általában szivattyú segítségével. A zsírfogó egy úszó merülőfal, mely a kisebb fajsúlyuk miatt felúszó olajokat és zsírokat felfogja.

A merülőfal előtt felhalmozódó anyagot kézi vagy gépi úton időről-időre lemerítik a vízfelszínről. A homok és zsírfogóknak létezik egy levegőztetett változata is, mely kiküszöböli az egyszerű rendszer hátrányait.

Az előnyök: csökken a szaghatás, a homokülepítés és a zsírleválasztás nem függ a bevezetett víz sebességétől. A rendszerbe vezetett levegő ugyanis maga hoz létre egy körkörös áramlást, mely segíti a zsírok felúszását és a homok leülepedését.

Előülepítés: Ez a mechanikai fokozat utolsó, fakultatív eleme. Használatával a bevezetett szennyvíz lebegőanyag tartalma akár 50-60 %-kal is csökkenhet, amely jelentősen tehermentesíti az utána következő biológiai fokozatot. Az így leválasztott szerves iszap kezelése egy későbbi fejezetben, a szennyvíziszapok kezelésénél tárgyalt módokon történhet.

Az előülepítés viszont csak nagy szervesanyag-tartalmú szennyvíznél alkalmazható, hogy a továbbvezetett víz szervesanyag-tartalma elegendő legyen a következő fokozat mikroorganizmusainak táplálására, így a megfelelő hatásfokú biológiai tisztítás fenntartására. (Juhász, 1977)

3.2. Másodfokú, biológiai tisztítás

A másodfokú, vagy biológiai tisztítás folyamán a szennyvízben lévő mikroorganizmusok elszaporítása és tevékenységük felfokozása révén bontják és ásványiasítják, élő sejtanyaggá alakítják a szennyvíz szerves anyagait, ezáltal a víz szennyező hatása jelentősen csökken. A szerves anyagokat rendszerint aerob viszonyok közt működő mikroorganizmusok bontják, de a lebontás történhet levegőtlen, anaerob körülmények között is. A jól működő biológiai fokozattal a szennyvíz tisztulása 80-90%-os hatásfokot is elérhet. A szennyvizek biológiai kezelési megoldásait alapvetően két fő csoportba sorolhatjuk: mesterséges és természetes eljárásokra.

3.2.1. Mesterséges biológiai tisztítás

A mesterséges biológiai tisztítás tipikusnak mondható példái a csepegtetőtestes tisztítás, amely a talajban lejátszódó tisztulási folyamatokat igyekszik utánózni, valamint az eleveniszapos tisztítás, amely a vizekben végbemenő tisztulást veszi példaként. A mesterséges biológiai tisztítás részleteit bővebben nem szeretném kifejteni, hiszen szakdolgozatom elsősorban a természetes biológiai eljárásra irányul.

3.2.2. Természetes biológiai tisztítás.

A természetes biológiai szennyvíztisztítás az a folyamat, melyben a szennyvíz másodfokú tisztítása, vagyis szilárd részeinek eltávolítása és szervesanyagainak lebontása természetes ökoszisztémák (ökológiai rendszerek) igénybevételével folyik, szemben a mesterséges biológiai tisztítással, ahol mindez műtárgyakban, gépi berendezések segítségével, fosszilis energia felhasználásával megy végbe. A természetes biológiai tisztítás is igényel műszaki létesítményeket és beavatkozásokat, de a tisztulás folyamatai zömmel természetes, újratermelődő energiaforrások felhasználásával zajlanak.

3.2.2.1. Az élő szervezetek szerepe a természetes szennyvíztisztításban

A szennyvízben lévő szerves és szervetlen anyagokat a vízben élő baktériumok, növényi és állati szervezetek populációi alakítják át, bontják le és használják föl saját testük felépítéséhez. A tavak aerob zónáiban az aerob baktériumok tevékenykednek, amelyek a szerves vegyületeket egyszerűbb oxidált termékekre pl. szén-dioxidra és vízre bontják. Az ebben a folyamatban részt vevő, leggyakrabban kimutatható 20 baktériumfajok, illetve nemzetségek: *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Beggiatoa alba*, *Flavobacter*, *Pseudomonas*, *Spherotilus natans*, *Zooglea* stb. Az anaerob zónában a heterotróf sav- és metántermelő baktériumok bontják le a komplex szerves vegyületeket egyszerű alkoholokká és savakká, majd ezek további bontása révén szén-dioxiddá, vízzé, metánná és más végtermékekké. A Cyanobaktériumok és a bíbor kénbaktériumok (*Chromatiaceae*) asszimilálni képesek az egyszerűbb szerves vegyületeket, de megélik a szervetlen anyagokon is, és oxigéntermelésükkel nagymértékben hozzájárulnak a tóban élő aerob baktériumok oxigénellátásához.

A szennyvízzel, valamint a szerves anyagok lebontásából a tavakba került oldott növényi tápanyagok a vízben élő algáknak és magasabb rendű vízi növényeknek jelentenek táplálékot, amelyet azok a fotoszintézishez használnak fel, és új növényi szerves anyagot építenek föl belőlük.

A szennyvíztavakban ezért az algák jelenléte általában kedvező és kívánatos, csakúgy, mint az úszó-, vagy a gyökeres vízi növényeké. Ezek jelentős szerepet játszanak a nitrogén-, a foszfor- és a kálium-vegyületek eltávolításában, és táplálékkul szolgálnak a vízben élő mikroszkópikus és makroszkópikus állati szervezeteknek (pl. *Cyclops*, *Daphnia*, halak stb.), amelyek testükbe építik be a vízből kivont anyagokat. A legintenzívebb növényi tápanyag-hasznosítóként –és ezáltal víztisztítóként– ismert a magasabb rendű növények közül a vízijácint (*Eichornia crassipes*), a kagylótutaj (*Pistia stratiotes*), a békalencsék (*Lemna* spp.), de ilyenek az évelő nád (*Phragmites*), a sás (*Carex*), vagy a káka (*Schoenoplectus*) különböző fajtái, változatai is.

Utóbbiak szerepe a tápanyaghasznosítás mellett a talaj szerkezetének fenntartása és javítása, és annak aerob jellegének növelése is. Vízisztító hatásukat újabban mesterséges akvakultúrákban is igyekeznek hasznosítani. (Vermes, 1997)

A mikroorganizmusok és növények által együttesen végzett vízisztító szerepre alapozódnak az ún. gyökérszűrőmezős tisztítórendszerek – így a szakdolgozatom témájául szolgáló nádgyökérteres szennyvíztisztító rendszer is –, amelyeket mesterségesen létesítenek főként kisebb települések, üdülőtelepek kommunális szennyvízeinek kezelésére.

3.2.2.2. Tavas szennyvíztisztítás

A természetes biológiai szennyvíztisztítás sokféle elterjedt módszere, ahol a szennyező anyagok a vízben lezajló természetes folyamatok hatására bomlanak le. A rendszerint földmedrű és viszonylag sekély tavakban a bevezetett szennyvizet a fizikai, a kémiai és a biológiai hatások együttese tisztítja meg, miközben hígulás, oldódás, ülepedés, beszivárgás, szűrés, oxidáció, sejtszintézis, fotoszintézis, gázcseré, párolgás, hőcsere és más folyamatok mennek végbe.

A szennyvíz kiülepedett és szuszpenzióban lévő szerves anyagait egyaránt a vízben élő baktériumok bontják le. Jól tervezett és szakszerűen üzemeltetett szennyvíztavakban ezek a természetes folyamatok eredményesen, megfelelő hatásfokkal használhatók a kommunális szennyvizek tisztítására. Jellemzőjük a kis beruházási és üzemeltetési költség, valamint az egyszerű üzemeltetés. (Vermes, 1997)

A szennyvíztisztító tavakat általában a mélység, a levegőztetés megléte és módja, a biológiai folyamatok típusa, a bevezetett szennyvíz minősége, a víz tartózkodási ideje, a kapcsolás módja, a recirkuláció jellemzői, illetve feladatuk szerint osztályozhatjuk.

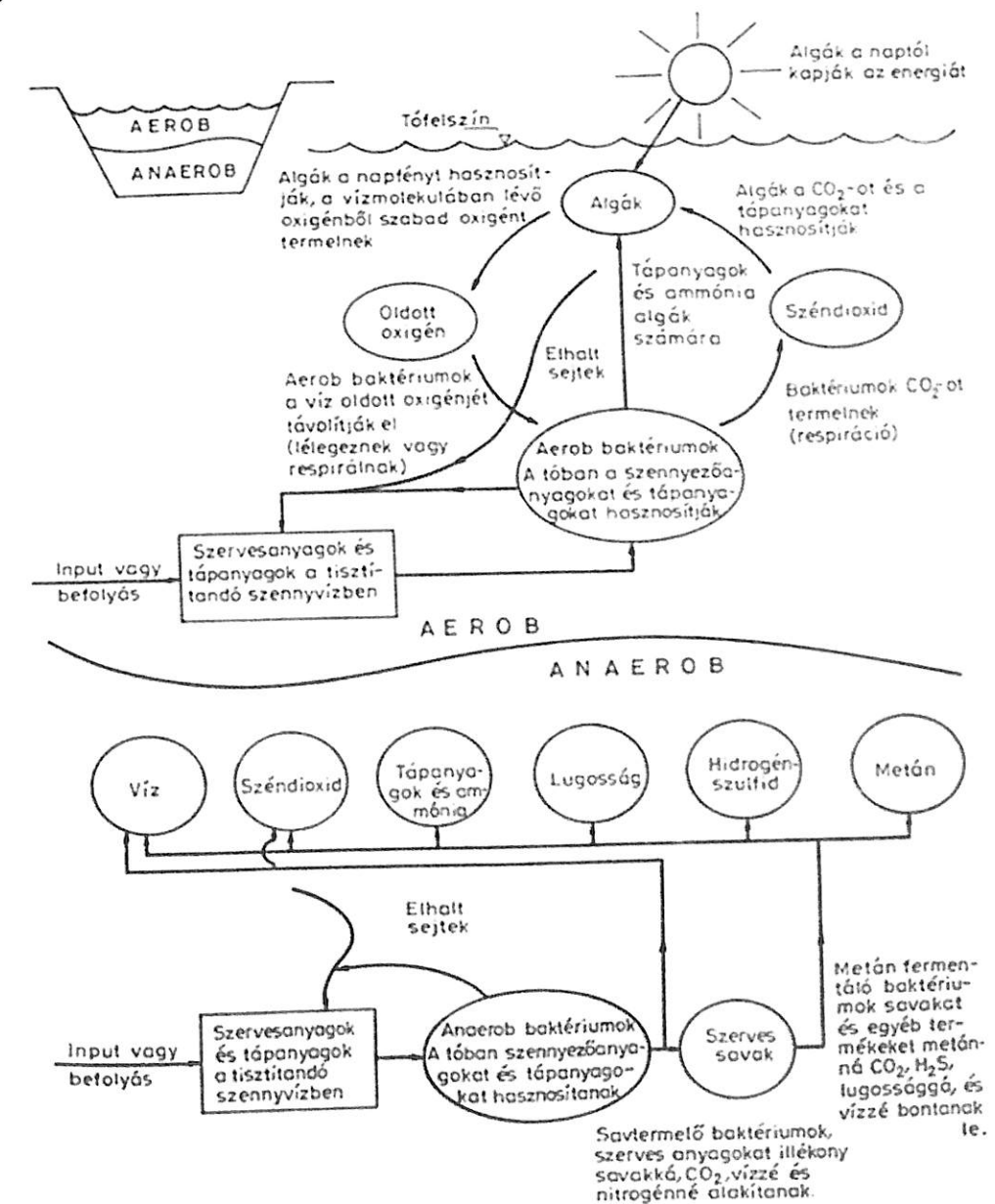
A szennyvíztisztító tavak feladatuk szerint lehetnek:

- Stabilizációs tó: olyan tisztító tó, amelybe a szennyvizet nyersen, minden előtisztítás nélkül vezetik be, feladata a szennyvíz stabilizálása.
- Oxidációs tavak: ezeket előülepítés után biológiai fokozatként, rendszerint sorba kapcsolva működtetik, bennük oxidatív körülmények uralkodnak.
- Utótisztító tavak: olyan aerob vagy fakultatív tó, amely a biológiai tisztításon átesett szennyvíz minőségét tovább javítja az ülepíthető anyagok, a BOI koncentráció, az eutróf tápanyagok (főleg az ammónia) tartalmának, valamint a fekálbaktériumok csökkentése révén, különösen az érzékeny befogadók vízminőségének védelmére. (Öllös, 1991)

Az uralkodó biológiai reakciók szempontjából csoportosítva:

- Aerob tó: ennek jellemzője a kis mélység, a teljes átvilágítottság, oldott oxigéntartalom a teljes mélységben anaerob zónák nélkül.
A tóban a szilárd részecskék szuszpendált állapotban vannak, s ezért az elfolyó vízben a lebegőanyag-tartalom is magasabb, mint pl. a fakultatív tóban. Megfelelő nagyságú terhelés esetén külön levegőztetésre nincs szükség, elegendő a tó felületén beoldódó oxigén mennyiség.
Az aerob tó különösen alkalmas a főleg oldott szerves anyagokat tartalmazó, kis lebegőanyag-tartalmú szennyvizek tisztítására. (Vermes, 1997)
- Fakultatív tó: jellemzője, hogy benne aerob és anaerob folyamatok is végbemennek, ezt jól szemlélteti a 3. számú ábra.

A tisztításhoz szükséges tartózkodási idő viszonylag hosszú, mivel mind a BOI, mind a lebegőanyag csökkentés a tóban megy végbe. Jellemzőjük a közepes (2 m körüli) vízmélység és három vízréteg elkülönülése. A fenék közelében anaerob viszonyok uralkodnak, középen található a fakultatív zóna, efelett pedig az aerob réteg helyezkedik el.



3. ábra Fakultatív tó folyamatára [http3]

Üzemeltetésük és fenntartásuk nem nehéz feladat, de tisztítási hatásfokuk is korlátozott, ezért több, csökkenő nagyságú tó sorba kapcsolása szükséges. Másik megoldás, hogy a fakultatív tavakat párhuzamosan kapcsolva, vagy váltogatott kapcsolású üzemben működtetik.

Hatásfokuk miatt relatíve nagy vízfelületek kialakítása szükséges, ezért területigényük nagy.

A tartózkodási idő szerint megkülönböztetünk rövid (1-3 napos), közepes (3- 20 napos) és hosszú (21-180 napos) tartózkodási idejű fakultatív tavakat.

Az utótisztító tóként alkalmazott fakultatív tóban az elfolyó tisztított víz minőségét rontó algásodás elkerülése végett a víz tartózkodási ideje 60 napnál nem lehet hosszabb.

- Levegőztetett tó: Ennek a tónak az oldott oxigén tartalmát mesterségesen, rotorokkal, szivattyúkkal, illetve sűrített levegő injektálásával kell kiegészíteni. Mivel a levegőztetett tavakban nagy a tápanyag/mikroorganizmus arány, és rövid a tartózkodási idő, a szervesanyag-stabilizálás kismértékű, az oldott szervesanyagok sejtanyagokba alakulnak. Ezen anyagok az elfolyó vízből történő eltávolítása céljából utóülepítésre általában szükség van.
- Anaerob tó: Itt nincs aerob zóna, a nagy szervesanyag-terhelés következtében az oldott oxigén a vízből teljesen hiányzik.

A tisztítás hatásfoka a sav- és a metántermelő baktériumok arányától, ezek megfelelő egyensúlyától függ. Az anaerob tavak főleg a magas szervesanyag tartalmú ipari szennyvizek biológiai, valamint előtisztítására alkalmasak.

Nagy hátrányuk, hogy működésük erős szagképződéssel jár, illetve bennük a tisztulás folyamata csak részleges

A különféle szennyvíztavakból gyakran alakítanak ki különböző kombinált szennyvíztavas rendszereket, újabban szennyvizes halastavak és algás tavak is kapcsolódnak pl. aerob vagy fakultatív szennyvíztisztító tavakhoz. Igen jó eredményeket értek el az egy aerob, egy fakultatív és két utótisztító tó sorba kapcsolásával kialakított tavas rendszerben. (Vermes, 1997)

3.2.2.3. Az „élőgépek”

Az „élőgép” technológia tulajdonképpen egy merített fixfilm-hordozó töltettel intenzifikált eleveniszapos biológiai rendszer, amely azonban új technológiai elemek alkalmazása, és a hagyományos eljárásban is megtalálható elemek sajátos elrendezése révén annál hatékonyabban működik. Jellemzője, hogy töltetként élő növényi gyökereket alkalmaznak, amely hatalmas fajlagos felülettel rendelkezik, valamint oxigénnel és különböző szerves savakkal segíti a mikrobiális lebontást.

A növények a medencék felszínére feszített műanyag rácson helyezkednek el, gyökereik 0,5-1,5 m mélyen nyúlik a reaktortérbe.



4. ábra Élőgép [http4]

A technológia további jellegzetessége a kaszkádszerűen sorba kapcsolt medencesor, a keletkező szaganyagok eltávolítását szolgáló biofilter és a levegőztetett biológiai szűrő.

A technológiai sor a szennyvíz mennyiségétől, összetételétől, a befogadóra előírt paraméterektől, illetve a helyi adottságoktól függően kiegészülhet mechanikai előtisztító fokozattal, biológiai vagy fizikai-kémiai előtisztítóval, iszapkezelő- és víztelenítő, illetve ha szükséges fertőtlenítő egységgel.

A szervesanyag és a növényi tápanyagok lebontását legnagyobb részben különböző mikroorganizmusok végzik. Ezt a folyamatot segíti a szennyvíz, illetve a szennyvíziszap reaktortartályok közötti recirkuláltatása a technológiai sor végén elhelyezkedő nyitott aerob tartályokból és az ülepítőből a sor elején elhelyezkedő

tartályokba. A tisztításban részt vesznek egyéb mikroszervezetek, gombák, kagylók, csigák, a technológiai sor végén pedig bioindikátorként halak élnek. Tehát egy 24 mesterségesen összeállított, de komplex természetközeli ökoszisztéma jön létre.

Ennek köszönhető a rendszer stabilitása. A technológia előnye még, hogy teljesen zárt, nincs kellemetlen zaj- és szagmisszió, illetve az üde növényfelület látványként sem utolsó. A hazai viszonyok mellett üvegházba érdemes telepíteni, így a technológia egész évben kielégíti az elfolyó vízzel szemben támasztott minőségi előírásokat. A folyamat során fajlagosan alacsony mennyiségű fölös iszap képződik. (Takács, 2001)

4. Természetközeli szennyvíztisztítási lehetőségek

A természet-közeli szennyvíztisztítási eljárásokat korábban a biológiailag tisztított szennyvíz utótisztítására használták, ma már egyre több helyen alkalmazzák ezeket kombinációban (pl. lagúnák vagy stabilizációs tó + gyökérmezős vagy homokszűrési technológia), illetve ülepített szennyvíztisztítására (Szilágyi, 2007). A külföldi gyakorlatban elsősorban az utótisztítást végzik ilyen szennyvíztisztító telepeken, hazánkban inkább az eleveniszapos biológiai fokozat kiváltása a cél.

A nyers szennyvíz mechanikai előtisztítását ehhez legtöbbször ülepítőekben (általában kétszintesben) végzik. A házi szennyvíztisztításán kívül ezeket a rendszereket sikerrel alkalmazták háztartási szemét lerakóhelyek csurgalékvizének a tisztítására (Trautmann és társai, 1988) is.

A világ növekvő népessége miatt különösen a harmadik világban a mezőgazdaság, a víz újrafelhasználás, a talajvíz visszapótlás egyre nagyobb szerepet kap a jövőben. Ebben a folyamatban a természet-közeli szennyvíztisztítás fontossága megnő (Bouwer 2000). A természet-közeli szennyvíztisztítóknál a szervesanyagok lebontását döntően ugyanúgy mikroorganizmusok végzik, mint az intenzív technológiájú szennyvíztisztító telepeken.

A szervesanyag oxidálásához szükséges oxigén diffúzióval, a makrofítonok aktív oxigéntranszportjával, vagy az algák fotoszintézise révén jut a rendszerbe. Ez az oxigén utánpótlás azonban lassúbb, mint a mesterséges levegőztetés, ezért a természetes szennyvíztisztítóknak hosszabb tartózkodási idő szükséges azonos mennyiségű szennyvíz tisztításához, ezért a helyigényük nagyobb a hagyományos eljárásokénál. E lényegi különbségből levezethető a természet-közeli szennyvíztisztítás definíciója. E szerint a természet-közeli szennyvíztisztítás, olyan szennyvíztisztítási megoldás, melynek során a baktériumok lebontó tevékenységét és a növények tápanyagfelvételét, valamint a kialakuló komplex szárazföldi vagy vízi ökoszisztémát használják ki többlet energiaigényes levegőbevitel ill. vegyszer hozzáadása nélkül. Ezeket passzív technológiáknak is nevezik.

Előnyei :

- környezetbarát technológiák
- építési, működtetési és fenntartási költségük alacsony
- energiaigényük kicsi
- hatékony működtetésük különleges szakképzettséget nem igényel
- szélsőséges üzemelési körülmények között is képesek működni
- más célokra nem használható területeken is kialakíthatóak
- esztétikusak

Hátrányai:

- nagy a területigényük (a hosszú tartózkodási idő miatt)
- speciális követelmények (topográfia, talajtípus) merülhetnek fel
- előfordulhat a tisztítási hatások szezonális változása, ez nehézségeket okozhat az elfolyó paraméterekre vonatkozó vízminőségi előírások folyamatos betartásában;
- beüzemelésük hosszú időt vehet igénybe (főként mesterséges lápok esetében)
- az esetleges kivitelezési hibák sokáig rejtve maradhatnak

4.1. Típusok, módszerek

A természetes tisztítás technológiákra a változatosság, sokszínűség jellemző. A különböző módszerek azonban lényegüket illetően sok tekintetben hasonlítanak egymáshoz. Általában két csoportot szokás megkülönböztetni : szilárd hordozó alapú rendszereket, és vízalapú rendszereket.

A szilárd hordozójú szennyvíztisztítási eljárások az alábbiak: szennyvízszikkasztás, szennyvízöntözés, talajszűrés vagy homokszűrés, gyors beszivárogatás, gyökérszűrés tisztítás.

Az első csoportba tartozó eljárásoknál az üzemi vízszint a felszín alatt van, a tisztítást a hordozón megtelepedett baktériumok végzik. A különbség az eljárások között abból adódik, hogy a tisztításban makrofítonok részt vesznek-e sem, illetve mekkora a megengedhető fajlagos terhelés.

A vizes rendszereknek az alábbi típusok nevezhetők: csörgedeztetés rendszer, stabilizációs tó, lagúnás szennyvíztisztítás, úszó vagy lebegő vízinövényes szennyvíztisztítás, nádas tó (természetközeli vagy mesterséges). Ezeknél a szennyvíztisztító típusoknál az üzemi vízszint a felszín alatt van.

A szennyvíztisztításban aktívan részt vesznek vízinövények (algák vagy makrofítonok). Amint látható, a két fő csoport között folyamatos az átmenet, a vízszintemeléssel eljuthatunk a szilárd hordozójú eljárásoktól a vízalapú eljárásokig. A tisztított szennyvíz minőségének javítása érdekében a tiszta típusok helyett gyakran alkalmaznak kombinált rendszereket.

A két típuscsoport között vannak hasonlóságok és különbségek a tisztítási mechanizmusok tekintetében is. A természet-közeli szennyvíztisztítási eljárások közül több megvalósítható szigetelt rendszerben is. A meder agyag vagy műanyag fólia szigetelése ugyan jelentős beruházási költségnövelő tényező, azonban általa megakadályozható a talajvíz szennyezése, környezetvédelmi szempontból elfogadhatóbb tisztítás technológia valósítható meg.

A természetközeli szennyvíztisztító eljárások tervezési célja többféle lehet: BOI5, lebegőanyag, nitrogén, foszfor, vagy nehézfém eltávolítás, esetenként ezek valamilyen kombinációja. A tervezés a limitáló tervezési jellemző (LDP = Limiting Design Paraméter) koncepción alapszik (Zirschky és társai, 1990). Az LDP az a jellemző, ami meghatározza a terhelés függvényében azt a legnagyobb területet, ami a rendszer hatékony működéséhez szükséges. A különböző rendszerek esetében eltérő szempontok határozzák meg a szükséges területet, az igénybe vett földterület pedig ezeknek az eljárásoknak legfontosabb költségeleme. A továbbiakban röviden jellemezzük az egyes típusokat.

4.1.1 Szilárd hordozójú szennyvíztisztítási eljárások

4.1.1.1 Szennyvízszikkasztás

A szikkasztás a világon a legelterjedtebb természet-közeli tisztítási módszer, az USA-ban 20 millióra tehető a számuk (Zirschky et al 1990). Általában családok, vagy kisebb közösségek szennyvizének tisztítására használják ezeket csatornázatlan területeken. A jól megépített szikkasztók három részből állnak: előülepítő, biológiai előtisztítást biztosító egység, felszín alatti elosztó csőhálózat. Hidraulikus terhelésük 0,4-4,9 cm/nap. Szervesanyag, lebegőanyag és a foszfor eltávolítása közel 100 %-os. Az ammónia teljes mértékben nitrifikálódik, az összes nitrogén eltávolítása kb. 40 % . Ritkán lakott területeken megfelelő megoldás **(5. és 6.számú melléklet)**

4.1.1.2 Szennyvízöntözés

A szennyvízöntözés főként az arid zónában elterjedt utótisztítási eljárás. Lényege az, hogy az oxidációs tavakban, vagy más módon biológiailag tisztított szennyvizet haszonnövény kultúrák öntözésére használják. A hazánkban gyakran alkalmazott megoldás a nyárfás szennyvíz elhelyezés.

4.1.1.3. Talajszűrés vagy homokszűrés

A talajszűrés (homokszűrési) eljárás lényegében az öntözési szennyvíztisztításhoz hasonló kis terhelésű módszer. A különbség abban nyilvánul meg, hogy a talajszűrés legfontosabb célja a szennyvíztisztítás.

Az arid zónában azonban a talajvízhiány pótlása is kiegészítő cél lehet. Az eljárás során alkalmazható legnagyobb hidraulikai terhelést elsősorban a talaj vízvezető képessége határozza meg

4.1.1.4. Gyors beszivárogtatás

A gyors beszivárogtatás a lassú homokszűréstől csak a hidraulikai terhelésében tér el. A tisztítási mechanizmus lényegében hasonló mindkét rendszerben. A vegetáció jelenléte nem szükségszerű a gyors beszivárogtatás esetében, de ha jelen van, jelentősége a tápanyag eltávolításban sokkal kisebb, mint a lassú szűrési rendszerekben (Zirschky et al. 1990). A gyors beszivárogtatást általában biológiailag tisztított szennyvíz (lagúna, vagy intenzív biológiai oxidáció) utótisztítására használják, de ülepített szennyvíztisztítására is van példa. Az elárasztás 1-3 napot, a száradás pedig 3-10 napot vesz igénybe.

4.1.1.5. Lassú beszivárogtatás

A lassú beszivárogtatás a szennyvíz növényrel borított területen való elhelyezése. A tisztítás a víz talajon történő átszivargása közben megy végbe. Hidraulikus terhelés 1-15 mm/nap. Szervesanyag terhelés 50-500 kg/ha/nap. Nitrogén terhelés a növények szükségletétől függ.

4.1.1.6. Gyökérzónás tisztítás

A gyökérzónás szennyvíztisztítás az egyik legelterjedtebb természet-közelí szennyvíztisztítási technológia. A módszer lényege az, hogy földmedencében lévő, megfelelő vízvezető- képességű szilárd hordozóra (talajra, homokra, sóderre vagy kőre) vízi-mocsári növényeket telepítenek. **(7. számú melléklet)**

Az ülepített, vagy biológiailag tisztított szennyvizet elosztórendszeren keresztül vízszintes vagy függőleges folyási irányban vezetik át a szűrőágyon, majd a tisztított vizet összegyűjtik és elvezetik. A növényzet szerepe főként az oxigénutánpótlás, és a talaj vízvezető képességének megőrzése, a növényzet tápanyagfelvétele kevésbé fontos eltávolítási folyamat. A fontosabb telepített növényfajok a következők: *Phragmites australis* (nád), *Typha latifolia* (gyékény), *Carex acutiformis* (sás) és *Scirpus lacustris* (káka). Ezeket a növényeket általában tiszta állományokban telepítik (BME VKKT 2002).

4.1.2 Vizes hordozójú szennyvíztisztítási eljárások

4.1.2.1. Csörgedeztetés rendszer

A csörgedeztetéses rendszer átmenetet képez a szilárdalapú és vízalapú rendszerek között. Általában teraszos vagy lejtős terepadottságok esetén alkalmazzák. A szennyvíz a talaj fölött vékony rétegben lefelé folyva tisztul meg különböző folyamatok (kiülepedés, adszorpció, szűrés, koprecipitáció mikrobiális átalakulás és lebomlás) révén. A terület aljára érkező szennyvizet összegyűjtik és elvezetik.

4.1.2.2. A lagúnás és stabilizációs tavas tisztítás

A lagúnás és tavas szennyvíztisztítás a világon széles körben alkalmazott eljárás. A kevésbé fejlett országokban önállóan alkalmazott módszerként szerepel, a fejlett országokban újabban egyre inkább szükség van az elfolyó víz egyéb

természet-közeli eljárásokkal történő utótisztítására (nádistó, gyökérzónás tisztítás, gyors beszivárogatás).

A lagúnás és tavas szennyvíztisztítás sok tekintetben hasonlít egymáshoz, ezért együtt tárgyalásuk indokolt. Anaerob körülmények között az átlagos mélység 2,5-5 m között változhat, tartózkodási idő 20-50 nap közé tehető.

Savképződés és anaerob bontás jellemző.

Aerob körülmények között 30-60 cm mélység jellemző, tartózkodási idő 2-6 nap közé tehető. Oldott oxigén tartalom jellemző az algák fotoszintézise és a felszín átlegegzése miatt.

A harmadik körülmény a levegőztetett állapotú tavak, melynek mélysége 2-6 m között változik, tartózkodási idő pedig 3-10 nap. A levegőztetés mechanikai úton vagy diffúzió által történik.

4.1.2.3. Úszó vagy lebegő vízinövényes szennyvíztisztítás

A stabilizációs tavakban az algák elszaporodása úszó vízinövények telepítésével meggátolható. A kétféle rendszer nagymértékben hasonlít egymásra. A tavas szennyvíztisztításban az algák, az úszó vízinövényes eljárásban pedig makrofitonok játszanak szerepet a tápanyag eltávolításban.

A melegebb éghajlaton a telepítésben a Eichornia sp. (vízililiom), a Pistia stratiotes, az Alternanthera sp. fajok a legfontosabbak, míg a mérsékelt égövben a Lemna sp. dominál. Lebegő vízinövények közül a Myriophyllum heterophyllumot, az Elodea nuttallii-t és az E. canadensis-t alkalmazzák (Bishop - Eighmy 1989, Oron 1990, Cornwell et al. 1977, Reddy - DeBusk 1987, Bonomo et al. 1997).

A szennyvíztisztítást javítja a növények sűrű gyökérzetén rögzült baktériumtömeg. A vízinövényeket a hatékonyság növelése érdekében rendszeresen aratni szokták (Zirschky és társai, 1990).

Az eljárás előnyei közé tartozik, hogy a hidraulikai terhelésingadozásra kevésbé érzékeny, mint a felszín alatti tisztítórendszerek, és az eltömődés veszélye nem áll fenn. Amennyiben a tó növényfedettsége 100 %-os, algásodás nem jelentkezik.

Hátránya az eljárásnak az, hogy a vízínövények nem kívánatos módon egyéb felszíni vizekbe is szétterjedhetnek.

Az úszó vízínövényes szennyvíztisztító eljárást éppúgy használják ülepített, mint biológiailag tisztított szennyvíztisztítására.

4.1.2.4. Nádistó

A nádistó felépítésben hasonló a gyökérszónás telephez azzal a különbséggel, hogy a vízszint a talaj felett van, a vízmélység 10-50 cm között változhat. A tisztítási folyamat nagy része ezért a víztérben folyik, és nem a talajban. A telepített növények is hasonlóak a kétféle rendszerben. Meglévő természet-közeli és mesterséges nádistavakat is használnak szennyvíztisztításra.

A nádistavakat általában a szennyvíztisztítás harmadik lépcsőjeként szokták alkalmazni eleveniszapos, lagúnás vagy stabilizációs tavas biológiai tisztítás után, de azok ülepített szennyvíztisztítására is alkalmasak.

4.2. A természet-közeli rendszerek közegészségügyi szempontú elemzése

A természet-közeli szennyvíztisztító rendszerek működésének megítélésakor a közegészségügyi vonatkozásokat is figyelembe kell venni, mivel a népesség egészségvédelme a szennyvíztisztítás egyik alapvető célja. A patogén szervezeteket három csoportba szokták sorolni, ezek: (1) paraziták (2) baktériumok (3) vírusok. A patogének a szennyvíztisztítás során szennyezhetik a talajvizet, a felszíni vizeket, vagy az aeroszolt (EPA 1988).

A különböző szennyvíztisztítási technológiák használhatóságát és hatékonyságát a patogének eltávolítása is befolyásolja. Az ülepítés a legkevésbé hatékony: baktériumok, vírusok és ciszták esetében 0-1, helminthek esetében pedig 0-2 nagyságrendű egyedszám csökkenést okoz. A lassú homokszűrés során a szennyvíz coliform száma 2-3 nagyságrenddel csökkent, az eltávolítási hatásfok 99,8 % és 100 % közötti volt. Hasonlóan hatékonyak bizonyultak a gyors beszivárogtatás is (hatásfok 99,6-100 %).

A stabilizációs tavaknál a befolyó szennyvíz 106 -107 i/100 ml baktériumkoncentrációja 103 -105 -re csökkent, hatásfokuk 86,7 - 100 % értéktartományban változott. Mivel nádistavakat általában harmadik tisztítási fokozatként alkalmaznak, ezek befolyó vizére a 103 -106 i/100 ml baktérium töménység jellemző, mely a tisztítás során 104 -106 i/100 ml-re (egyed/ml-re) csökkent. A hatásfok értékek 81,7 % és 99,9 között változtak. A gyökérszónás szennyvíztisztítók befolyó vizében a coliform baktériumok egyedszáma 102 -106 i/100 ml értéktartományú volt, ami a tisztított vízben 102 -103 i/100 ml-re csökkent, a hatásfok értékek 96-99,7 % értéktartományban változtak.

4.3. Alkalmazási területek

A természet-közeli szennyvíztisztítási eljárások iránti érdeklődés a kistélepusési önkormányzatok körében jelentős mértékben megnőtt az elmúlt években. A fokozódó felhasználói érdeklődéssel egy időben, a közelmúltban újra fellángoltak a viták arról, hogy lehet-e és szabad-e ezeket az eljárásokat nálunk, széles körben alkalmazni a kistélepusések szennyvíztisztítási gondjainak megoldására.

Támogatók és ellenzők véleménye csapott össze szakmai fórumokon .

A támogatók között találhatjuk egyes eljárások elkötelezett híveit, az ellenzők között számos esetben találkozunk a területi hatóságok képviselőivel, akik a napi gyakorlat szintjén szembesülnek ezeknek az eljárásoknak a hátrányaival. Ellenérdekeltek a más eljárásokat (egyedi szennyvíztisztítókat, vagy kis kapacitású eleveniszapos szennyvíztisztító telepeket) kínáló cégek is, akik piacot látnak a kistélepusésekben.

Az EU Telepusési Szennyvíz Direktívájának hazai érvényesülését célzó 2207/1996. (VII. 24.) Kormányhatározat értelmében: meg kell oldani minden olyan 2000 LE-nél kisebb telepusés szennyvízelvezetését (szakszerű egyedi szennyvízelhelyezését) és megfelelő szennyvíztisztítását, amely sérülékeny ivóvízbázis környezetében van, az olyan 2000 LE alatti kistélepusések esetében, amelyek gazdaságosan nem láthatók el szennyvízelvezető vízi közművel.

szakszerű egyedi szennyvíztisztítókat kell kialakítani, amelyek a szennyvízelvezető vízi közművel azonos vagy közel azonos komfortot biztosítanak a vízgazdálkodási, környezetvédelmi és közegészségügyi érdekek sérelme nélkül. E határozat szelleméből tehát az következik, hogy – ugyanúgy, mint az egészséges ivóvízzel való ellátás esetében – a kistelepülések lakóinak is joga van a szennyvíztisztítás szakszerű megoldásához.

Ennek hiánya nem gátolhatja a település fejlődését, új munkahelyek létesítését és az emberek életminőségének javulását. Minden bizonnyal ez vezetett ahhoz a döntéshez, hogy a 100 m³ /d szennyvíztisztító kapacitás alatt alternatívaként vizsgálni kell a természetközeli rendszer megvalósíthatóságát is. A természetközeli szennyvíztisztítás tehát hatósági szinten lehetőség formájában beépült a szabályozásba.

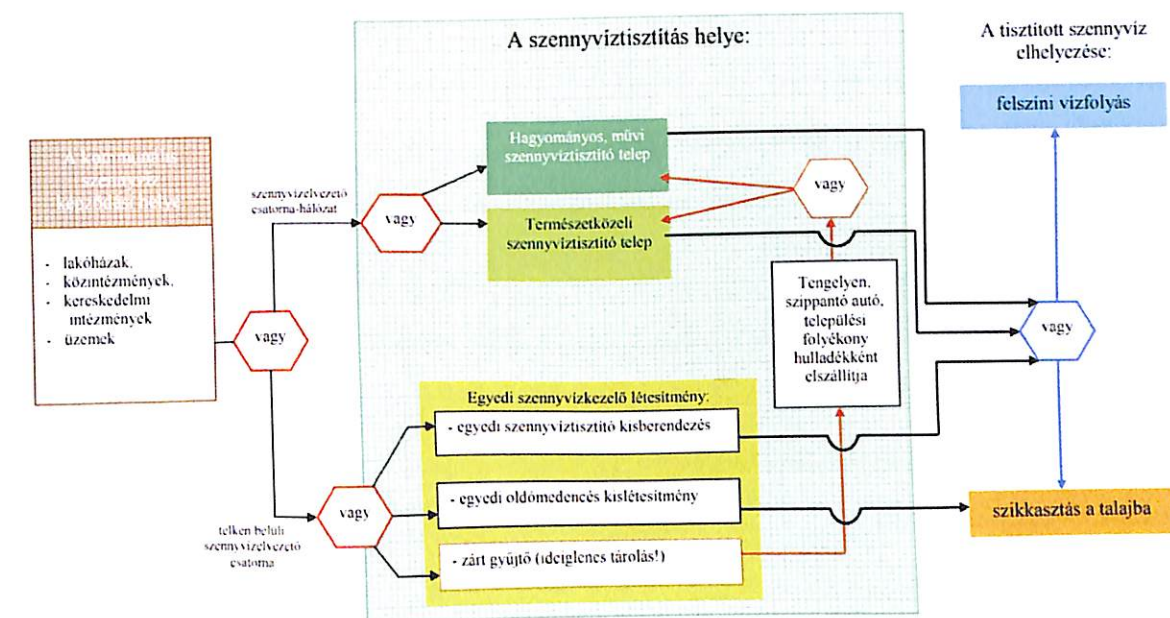
5. Somlóvásárhely döntésének lehetőségei

Somlóvásárhely 2000 Lakosegyenérték alatti települések közé tartozik a maga 1108 fő lakosával. Fontos megemlíteni, hogy a 2000 LE alatti településeken a szennyvízelvezetés és-tisztítás nem kötelező feladat, de a település már egy évtized óta kívánja megoldani ezt a közfeladatot.

Ebben az esetben olyan megoldást kell kiválasztani, amely számára hosszú távon gazdaságosan üzemelhető, vagyis fontos, hogy a teljes költségmegtérülés elve alapján számított szennyvízdíjat a lakosság képes legyen megfizetni. Az egyedi megoldások alkalmazásának eredményeként fokozatosan megszűnnek a településeken a jelenleg még elterjedt, nem vízzáró módon kialakított szennyvíztárolók és a megfelelő előtisztítás nélküli szennyvízszikkasztás alkalmazása.

Az Önkormányzat felelőssége, hogy olyan megoldást válasszon, mely a település helyzetét, körülményeit, a lakosság terhelhetőségét, a rendszer fenntarthatóságát is figyelembe veszi.

E megalapozott, körütekintő döntés meghozatalához kíván segítséget nyújtani az 5. ábra valamint az 1.számú melléklet.



5. ábra Kommunális szennyvíz útjának lehetőségei a befogadóig (Kóthay 2013)

A fenti ábrán látható lehetséges variációkat szeretném pontokban is összefoglalni, tehát a döntési lehetőségek a következők 2000 LE-alatti településeken.

- Gyűjtőrendszer és önálló művi szennyvíztisztító telep a tisztított szennyvíz felszíni vízbe vezetésével.
- Gyűjtőrendszer és művi szennyvíztisztító telep, a tisztított szennyvíz helyben tartása, természetközeli hasznosítással (pl.: nyárfás öntözés). Amennyiben hasznosítani kívánják a művi szennyvíztisztító telepen megtisztított szennyvizet, javasolt a 4. és 5. számú melléklet szerint kialakított faültetvényeken történő szikkasztás.
- Gyűjtőrendszer és természetközeli szennyvíztisztító telep, a tisztított szennyvíz felszíni vízbe vezetésével.
- Gyűjtőrendszerek és természetközeli szennyvíztisztító telep, a tisztított szennyvíz elszikkasztásával, illetve helyben tartásával.
- Közszolgáltatásba vont egyedi kisberendezések egy, vagy 2-4 családonként, a tisztított szennyvíz felszíni vízbe történő bevezetésével.

f.) Közzolgáltatásba vont egyedi kisberendezések egy, vagy 2-4 családonként, a tisztított szennyvíz helyben tartásával, hasznosításával.

(3. számú melléklet)

g.) Egyedi zárt szennyvíztárolók létesítése, az összegyűjtött szennyvíz művi szennyvíztisztító telepen, vagy természetközeli szennyvíztisztító telepre történő szállításával.

A választott megoldások minden esetben körültekintő, egyedi tervezést igényelnek, figyelembe véve azt is, hogy a természetközeli megoldások a hagyományos szennyvíztisztítási technológiákhoz viszonyítva eltérő szakértelmet is igényelnek, de összehasonlítva létesítési és üzemeltetési költségeiket, a természetközeli technológiák alacsonyabb költségeket jelentenek.

A bekezdés elején már említettem, hogy Somlóvásárhely több mint tíz éve szeretne megoldást találni a szennyvízelvezetés és tisztítás kérdésére, de anyagi fedezet nélkül kizárólag önerőből ezt nem tudta és nem tudja megvalósítani. Ennek megoldására 2016-ban született egy javaslat, miszerint Somlóvásárhely a két szomszédos településsel, Somlójenő és Somlószőlős közreműködésével egy közös szennyvízelvezetési agglomerációt hozna létre, melynek központja Somlójenő település lenne, ahol egy újonnan megépülő művi szennyvíztisztító telep végezné el az agglomerációból érkező szennyvizek tisztítását.

Az agglomeráció létesítésével, 2000 LE feletti szennyezőanyag -terhelés besorolásba kerülne a három település együtt.

A javaslatot benyújtották az illetékes vízügyi hatósághoz, melyet a Belügyminisztérium jóváhagyott. A beruházás azonban várat magára, pénzügyi okokból. A kis települések lehetőségei korlátozottak, mondhatni azt a megoldást választják majd, amelyekre állami támogatást vagy hitelt kapnak.

Ezek alapján elmondható, hogy az önkormányzatoknak lehetőségük van pályázat útján támogatáshoz jutni, illetve hitelhez folyamodni. Jelenleg a Széchenyi 2020 program által biztosított forrásokra pályázhatnak a 2000 LE szennyezőanyag-terhelés alatti települések.

Magyarország Kormányának felhívása a vidéki térségben működő települési önkormányzatok, önkormányzati társulások számára készült, a 2000 lakosegyenérték alatti települések autonóm és természetközeli szennyvízkezelésének megvalósításának érdekében.

A támogatásról szóló felhívást egyébként januárban olvastam először és a támogatható tevékenységek között találkoztam azzal az opcióval, amely Somlóvásárhely adottságait, helyzetét a lakosainak terhelhetőségét, illetve a rendszer fenntarthatóságát figyelembe véve, a legideálisabb lehetőségnek mondható.

Ekkor döntöttem el, hogy az agglomeráció létesítésének lehetőségét háttérbe szorítom, a továbbiakban pedig kizárólag egy új gyűjtőrendszer tervezésével és a hozzá tartozó természetközeli szennyvíztisztító telep létesítésének kérdésével szeretnék foglalkozni a szakdolgozatomban.

Megtiszteltetés lenne számomra, ha a szülőfalum fejlődésében részt vehetnék, ezért ezt a koncepciót választottam a tervezési feladatom alapjául, bízva abban, hogy Somlóvásárhely önkormányzata elnyeri a gyűjtőrendszer és a természetközeli szennyvíztisztító telep létesítésére szóló pályázatot a közeljövőben.

Sajnos a pályázat benyújtásának határideje idén április végén lejárt, de az elmúlt évek tapasztalatai alapján a jövőben is várhatóak hasonló felhívások, hiszen a Kormány célul tűzte ki a vidéki térségek falvaiban az alapvető szolgáltatások fejlesztését, a falvak megújulását. Alternatívaként egyébként még szóba jött a tengelyen történő szállítás a közeli Devecseri szennyvíztisztító telepre, azonban az önkormányzat felkeresése során kiderült, hogy a Devecseri szennyvíztisztító telep kapacitása nem megfelelő Somlóvásárhely szennyvizének fogadására, ezért költségvetés összehasonlítást nem állt módomban végzni.

Fontos azonban megjegyezni, hogy bármelyik elvezető illetve tisztító technológiát választunk, a kivitelezési az üzemeltetési, illetve a jogszabályi feltételekkel tisztában kell lennünk.

Ezen tények megismerése, elsajátítása érdekében az általam kiválasztott természetközeli technológiát szeretném szembe állítani a művi szennyvízelvezető és kezelő rendszerrel, valamint az egyedi kisberendezésekkel.

5.1 A fenntartás és az üzemeltetés jogszerű és szakszerű feltételei

A hazai üzemeltetők túlnyomó többsége csak a hagyományos, művi szennyvízelvezető és kezelő rendszerekkel vonatkozóan rendelkezik üzemeltetési tapasztalatokkal.

Ezekhez hasonlóan történik a természetközeli szennyvíztisztítási eljárások üzemeltetése és fenntartása is, tekintettel arra, hogy a szennyvízrendszerek szerves részét képező csatornahálózat üzemeltetési, fenntartási feladatait a szennyvíztisztító telepével együtt általában egy szervezeti felelősséggel szokták ellátni.

5.1.1 A fenntartás jogszabályi feltételei

A művi szennyvíztisztító telepek, valamint a természetközeli szennyvíztisztító telepek üzemeltetésére a jogszabályi előírásokat a víziközművek üzemeltetéséről szóló 21/2002. (IV. 25.) KöViM rendelet tartalmazza. Az egyedi szennyvíztisztító kisberendezések üzemeltetésére vonatkozóan jelenleg nincs külön jogszabályi előírás, így arra sem, hogy a programszerűen telepített kisberendezések közszolgáltatásba kell-e vonni, de szakmai megfontolásokból, valamint az üzemeltetés biztonsága, az ellenőrizhetőség érdekében célszerűnek tartjuk, hogy az így létesített egyedi szennyvíztisztító kisberendezéseket közszolgáltatásba vonva üzemeltessék.

5.1.1.1 A hagyományos, művi szennyvíztisztításra vonatkozó jogszabályi feltételek

A kistelepüléseken létesülő önálló szennyvíztisztító telepekre érvényesek – a település méretétől és környezete érzékenységétől függő – tisztított szennyvíz kibocsátási határértékek, mind a felszíni, mind a felszín alatti víz befogadók tekintetében. A kibocsátási határértékeket a felszíni vizek szempontjából a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól szóló 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet (továbbiakban: KvVM rendelet), a felszín alatti vizek szempontjából a felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet (továbbiakban: Favr.) szabályozza. A tisztított szennyvíz elhelyezésére vonatkozó határértékeket a **2. számú melléklet** foglalja össze.

5.1.1.2 A természetközeli szennyvíztisztítás jogszabályi feltételei

A természetközeli eljárások alkalmazásának létjogosultságát mind az EU, mind a hazai jogszabályok valójában magától értetődőnek tekintik, külön megnevezésükre csak ritkán kerül sor.

Alkalmazásuk részletes környezetvédelmi feltételeit és kibocsátási határértékeit a KvVM rendelet 1. sz. mellékletének I. része szabályozza:

- a kiépített terhelési kapacitás függvényében méretkategóriákba csoportosítja a kibocsátott szennyező komponensek határértékeit, illetve
- a minimális eltávolítási hatásfokot.

A tisztított szennyvíz elhelyezésére vonatkozó határértékeket ebben az esetben is a **2. számú melléklet** foglalja össze.

Fontos azonban megjegyezni, hogy bármelyik elvezető illetve tisztító technológiát választunk, a kivitelezési az üzemeltetési, illetve a jogszabályi feltételekkel tisztában kell lennünk.

Ezen tények megismerése, elsajátítása érdekében az általam kiválasztott természetközeli technológiát szeretném szembe állítani a művi szennyvízelvezető és kezelő rendszerrel, valamint az egyedi kisberendezésekkel.

5.1 A fenntartás és az üzemeltetés jogszerű és szakszerű feltételei

A hazai üzemeltetők túlnyomó többsége csak a hagyományos, művi szennyvízelvezető és kezelő rendszerekkel vonatkozóan rendelkezik üzemeltetési tapasztalatokkal.

Ezekhez hasonlóan történik a természetközeli szennyvíztisztítási eljárások üzemeltetése és fenntartása is, tekintettel arra, hogy a szennyvízrendszerek szerves részét képező csatornahálózat üzemeltetési, fenntartási feladatait a szennyvíztisztító telepével együtt általában egy szervezeti felelősséggel szokták ellátni.

5.1.1 A fenntartás jogszabályi feltételei

A művi szennyvíztisztító telepek, valamint a természetközeli szennyvíztisztító telepek üzemeltetésére a jogszabályi előírásokat a víziközművek üzemeltetéséről szóló 21/2002. (IV. 25.) KöViM rendelet tartalmazza. Az egyedi szennyvíztisztító kisberendezések üzemeltetésére vonatkozóan jelenleg nincs külön jogszabályi előírás, így arra sem, hogy a programszerűen telepített kisberendezések közszolgáltatásba kell-e vonni, de szakmai megfontolásokból, valamint az üzemeltetés biztonsága, az ellenőrizhetőség érdekében célszerűnek tartjuk, hogy az így létesített egyedi szennyvíztisztító kisberendezéseket közszolgáltatásba vonva üzemeltessék.

5.1.1.1 A hagyományos, művi szennyvíztisztításra vonatkozó jogszabályi feltételek

A kistelepüléseken létesülő önálló szennyvíztisztító telepekre érvényesek – a település méretétől és környezete érzékenységétől függő – tisztított szennyvíz kibocsátási határértékek, mind a felszíni, mind a felszín alatti víz befogadók tekintetében. A kibocsátási határértékeket a felszíni vizek szempontjából a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól szóló 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet (továbbiakban: KvVM rendelet), a felszín alatti vizek szempontjából a felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet (továbbiakban: Favr.) szabályozza. A tisztított szennyvíz elhelyezésére vonatkozó határértékeket a **2. számú melléklet** foglalja össze.

5.1.1.2 A természetközeli szennyvíztisztítás jogszabályi feltételei

A természetközeli eljárások alkalmazásának létjogosultságát mind az EU, mind a hazai jogszabályok valójában magától értetődőnek tekintik, külön megnevezésükre csak ritkán kerül sor.

Alkalmazásuk részletes környezetvédelmi feltételeit és kibocsátási határértékeit a KvVM rendelet 1. sz. mellékletének I. része szabályozza:

- a kiépített terhelési kapacitás függvényében méretkategóriákba csoportosítja a kibocsátott szennyező komponensek határértékeit, illetve
- a minimális eltávolítási hatásfokot.

A tisztított szennyvíz elhelyezésére vonatkozó határértékeket ebben az esetben is a **2. számú melléklet** foglalja össze.

5.1.1.3 Az egyedi szennyvíztisztító kisberendezésekre vonatkozó jogszabályi feltételek

Az egyedi szennyvíztisztító kisberendezések alkalmazásának létjogosultságát mind az EU, mind a hazai jogszabályok elismerik. A 91/271/EGK rendelethez tartozó útmutató szerint az elegendően koncentrált területek (azaz agglomerációk) határain kívüli területen fekvő egyéni lakóegységek, kistelepülések és ritkán lakott régiók, a 2000 LE szennyezőanyag-terhelésnél kisebb, gyűjtőrendszerekkel nem rendelkező települések területén a szokásos gyakorlat a szennyvíz összegyűjtésére és kezelésére, hogy a házak különálló egyedi rendszerekkel vannak felszerelve. Ilyen esetekben a szennyvíz kezelhető helyben, vagy szennyvíztisztító telepre szállítható. A vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet (továbbiakban: új OVSZ) részletezi az egyedi szennyvíztisztító kisberendezések létesítésének, üzemeltetésének feltételeit.

Az egyedi szennyvíztisztító kisberendezések programszerű létesítéshez fontos ismerni a beépítésre szánt berendezés minőségi tanúsítványát, ugyanis ma Magyarországon csak olyan egyedi szennyvíztisztító kisberendezés hozható forgalomba, amely rendelkezik CE tanúsítvánnyal. Csak az MSZ EN 12566-3 számú szabvány alapján kiadott CE tanúsítvány - amely az 50 LE szennyezőanyag-terhelés alatti kis szennyvíztisztító berendezésekre vonatkozó műszaki feltételeket szabályozza – fogadható el.

5.1.2 Az alkalmazást biztosító, illetve korlátozó legfőbb előírások

A hatályos jogszabályok alapján a természetközeli eljárások alkalmazása az alábbi legfontosabb előírások szerint biztosított:

Az elismerten legelőnyösebb tulajdonságokkal rendelkező faültetvényes (6. és 7. számú melléklet) szennyvíztisztítás és elhelyezés engedélyezését, illetve

felügyeletét - mezőgazdasági művelésből kivett területen - a felügyelőség a vízjogi engedélyezési eljárás keretében végzi. Az engedélyezési eljárás során a környezetvédelmi szakmai jogszabályok a meghatározóak.

A legfontosabb előírások:

- a felszín alatti vizek állapota szempontjából fokozottan érzékeny területeken ezek nem alkalmazhatóak. A tevékenység nem okozhatja a felszín alatti víz és a földtani közeg állapotának és minőségének romlását (amelyet a célszerűen telepített megfigyelő kutakban kell vizsgálni),
- a felügyelőség egy adott területen egyedi érzékenységi besorolást is megállapíthat, a környezethasználó által végzett lokális vizsgálat alapján,
- időszakos vízfolyásba történő tisztított szennyvíz bevezetése esetén, a tevékenységre vonatkozó korlátok alól a felügyelőség felmentést adhat, a felszíni vízvédelmi jogszabályban az időszakos vízfolyásokra megállapított határértékeknek megfelelően.

A tavas, valamint az épített vízinövényes tisztítás után a tisztított szennyvíz felszíni vízfolyásokba, vagy öntözött növénykultúrákra (talajba történő közvetett bevezetés) kerül. Felszíni víz befogadó esetében a felügyelőség által alkalmazandó, esetenként mérlegelendő kibocsátási feltételeket szintén a KvVM rendelet tartalmazza. A talajba történő közvetett bevezetés esetén Favr. ad feltételeket, amelyet a felügyelőség minden esetben egyedileg határoz meg.

A legfőbb vonatkozó előírások jelenleg:

- 600 LE szennyezőanyag-terhelés felett gazdasági számításokkal kell igazolni, hogy a természetközeli eljárás az adott helyen gazdaságosabb a művi tisztításnál.
- A nádágyas elhelyezés során a nádágy szűrőrétegét folyamatosan ellenőrizni, valamint szükség szerint (általában 6-8 évenként) cserélni kell, a kikerülő anyag elhelyezéséről – hatósági engedély alapján –

gondoskodni kell, továbbá ellenőrizni szükséges az ágy szigetelésének minőségét és az esetleges hibákat meg kell szüntetni.

- Természetközeli szennyvíztisztító az 1-es vízminőség-védelmi területi kategóriában (Balaton és vízgyűjtője) nem telepíthető, a 2-es vízminőségi kategóriában (Egyéb védett területek befogadói), valamint a külön jogszabály szerinti nitrát érzékeny területeken csak a hatóság egyedi engedélye alapján, ha ezáltal vízvédelmi érdek nem sérül.
- Természetközeli szennyvíztisztítás esetében a technológiai határértékek csak az V. 1. és XI. 15. közötti időszakban vonatkoznak a szennyvíztisztító telepről távozó szennyvízre, az ezen kívüli időszakban pedig nincs rendeleti határérték.
- Új létesítmények esetén – a XI. 15. és V. 1. közötti időszakban – a hatóság a befogadó védelme érdekében előírhatja a keletkező szennyvizek tározóban történő gyűjtését, illetve megtilthatja a befogadóba való vezetését.
- A kibocsátási határértékek a telep-kapacitások öt nagyságrendjében lettek meghatározva. Tekintettel a kistelepüléseknél alkalmazott technológiákra, a nagy telepekhez viszonyítva ezeknél sokkal enyhébbek a kibocsátási határértékek.
- A 10 000 LE szennyezőanyag-terhelés alatti kibocsátásokra vonatkozóan kötelező érvénnyel nincs rendeleti előírás a tápanyag eltávolítás tekintetében. Meg kell jegyezni, hogy a hatóság vízvédelmi érdek alapján jogosult egyedi határértéket megállapítani.
- A szigetelt medrű tavak esetében az iszapkitermelés kritikus munkafázis. Ennek megoldatlansága a működtetésében jelentős korlátokat jelenthet.

5.1.3 Költségek

A 2000 LE szennyezőanyag-terhelés alatti települések esetében a kiépítendő szennyvízelvezetési, illetve –tisztítási megoldások kiválasztásakor meghatározott gazdaságossági szempontok esetén minden alkalommal figyelembe kell venni a beruházási költségek mellett az üzemeltetési költségeket is. Az üzemeltetés vonatkozásában a költségek 30 éves időtartamot figyelembe véve számítandók.

Szennyvíztisztító telep létesítése és csatorna kiépítése esetén - 2009. évi áron - átlagosan nettó 980.000 Ft/ingatlan fajlagos költség az irányadó. Ez a költség tartalmazza a szennyvíztisztító telep létesítési költségeit is, függetlenül az alkalmazott technológiától. A különböző talajviszonyok adta költségnövelő tényezőket is figyelembe véve csatornalétesítés esetében a beruházási költség nettó 0,98 – 1,1 millió Ft/ingatlanbekötés értéken vehető figyelembe.

Természetközeli szennyvíztisztító létesítése során a költségekből csak a szennyvíztisztító telep létesítési költségének csökkenése esetén érhető el árcsökkenés, így a beruházási költségekre nettó 750 000 – 850 000 Ft/ingatlan irányozható elő.

A szakszerű egyedi szennyvíztisztítás és -elhelyezés létesítési költsége a forgalmazói adatok alapján nettó 750 000 Ft/ingatlan összértékre tehető.

A zárt szennyvíztárolók létesítési költsége átlagosan nettó 500 000 Ft/ingatlan. Mindegyik lehetséges műszaki megoldás esetében figyelembe kell venni a 30 éves üzemeltetési költséget is.

Ennek vizsgálatakor azonban számításba kell venni, hogy a beruházások a 2000 LE szennyezőanyag-terhelés alatti településeken valósulnak meg, ahol az üzemeltetési költség eltérő a nagyobb települések üzemeltetési költségeitől.

Az így kapott eredményeket 2009. évi nettó áron számolva a 6.számú ábra foglalja össze.

		Egy ingatlanra eső nettó			30 éves diszkontált nettó létesítési és működési költség [Ft]	Költségarány a legdrágább 30 éves nettó létesítési és működési költséghez viszonyítva [%]
		építési költség [Ft/ingatlan]	működési költség [Ft/m ³]	működési költség [Ft/év]		
Zárt szennyvíz tároló		500 000	1 580	156 000	2 726 263	100
Egyedi szennyvíztisztító kisberendezés		750 000	170	16 700	954 688	35
Csatornázás + művi szennyvíztisztító	< 600 LE	1 100 000	1 000	98 550	2 452 844	90
	600 – 2000 LE	980 000	920	90 400	2 255 054	83
Csatornázás + természetközeli szennyvíztisztító	< 600 LE	850 000	640	63 300	1 705 522	63
	600 – 2000 LE	750 000	570	55 800	1 519 574	56

6. ábra Üzemeltetési költségek szemléltetése [http5]

A fenti táblázatban foglalt adatok tájékoztató jellegűek a megfelelő költség-haszonelemzést minden egyes település esetében a helyi viszonyoknak megfelelően el kell végezni.

A beruházási és üzemeltetési költségekre alapozva szükséges kalkulálni az egyes változatokra vonatkozó üzemeltetési díjakat. A beruházási döntést erre is alapozva célszerű meghozni.

6. Tervezési feladat

Az előző fejezetben leírtak figyelembe vételével az egész települést behálózó gyűjtőrendszer és a szennyvíztisztítást szolgáló természetközeli szennyvíztisztító telep kiépítése mellett döntöttem. A tervezéshez szükséges térképet Somlónásárhely önkormányzata biztosította felém , dwg formátumban 1:1000 méretarányban. A település szennyvízelvezetését gravitációs rendszerű hálózatra méreteztem .

6.1 Helyszínrajzi vonalvezetés

A hálózat tervezését vonalvezetéssel kezdtem a helyi adottságok függvényében, majd a mértékadó vonal kijelölésével és annak szelvényezésével folytattam. (TT-1. Helyszínrajz) A mértékadó vonalon jelen esetben az SZ 1-0-0 számú főgyűjtőt, vagyis a leghosszabb útszakaszt értjük, melynek hossza 1809,66 méter. A gravitációs hálózat teljes hossza 6550,48 méter. A terepszint 150,00 - 154,00 mBf, a leásás mélysége pedig 1,85 és 4,93 méter között változó. A hálózat lejtése az összes szakaszon 5 ‰ (TT-2. Hossz-szelvény). A helyszínrajzi adatokat és a kiszámolt értékeket a **8. számú mellékletben** foglaltam össze.

6.2 Gravitációs csatorna méretezése

A gravitációs csatorna átmérője a szakaszon keletkező szennyvízmennyiség kiszámolásával határozható meg, amely függ a szakaszon lévő lakosok számától. A keletkező szennyvízmennyiség megállapításánál a vízellátó hálózat méretezésénél alkalmazott 120 l/fő x d fajlagos vízigényt, valamint a település lakosságát 1108 főt vettem figyelembe:

$$Q=q \times N= 120 \text{ [l/fő} \cdot \text{d]} \times 1108 \text{ [fő]}= 132,96 \text{ [m}^3\text{/d]}$$

A napi átlagos szennyvízhozamot a vízfogyasztás 90%-ában határozzuk meg:

$$Q_{szd}=Q \times 0,9$$

$$Q_{szd}=0,9 \times 132,96 \text{ [m}^3\text{/d]}= 119,664 \text{ [m}^3\text{/d]}$$

A legnagyobb napi fajlagos szennyvízhozamot $z=1/8$ óracsúcs tényezővel határoztam meg:

$$Q_{szh}=Q_{szd} \times \frac{1}{8}$$

$$Q_{szh}=119,664 \text{ [m}^3\text{/d]} \times \frac{1}{8} = 14,958 \text{ [m}^3\text{/h]}= 4,155 \text{ [l/s]}$$

Idegen víz: a napi átlagos szennyvízhozam 50%-a

$$Q_i = Q_{szd} \times 0,5$$

$$Q_i = 119,664 \text{ [m}^3\text{/d]} \times 0,5 = 59,832 \text{ [m}^3\text{/d]} = 0,6925 \text{ [l/s]}$$

Mértékadó szennyvízhozam:

$$Q_{szm} = Q_{szh} + Q_i$$

$$Q_{szm} = 4,155 \text{ [l/s]} + 0,6925 \text{ [l/s]} = 4,8475 \text{ [l/s]}$$

Méretezési vízhozam: 10%-kal növelt érték, ha a későbbi fejlődés miatt a már meglévő ingatlanok száma emelkedne

$$Q_{méretezési} = 4,8475 \text{ [l/s]} \times 1,1 = 5,380725 \text{ [l/s]}$$

A méretezési szennyvízhozam meghatározása után az egyes csőszakaszok terheléseit arányosítva kapjuk meg. Először kiszámoltam az egy főre jutó méretezési szennyvízhozamot, amely a következő.

$$q_{méretezési} = Q_{méretezési} / \text{Lakosság}$$

$$q_m = 5,380725 \text{ [l/s]} / 1108 \text{ [fő]} = 0,00485625 \text{ [l/s x fő]}$$

Somlóvásárhely 1108 lakosa összesen 418 darab házra oszlik el, ebből a lakósűrűség könnyen kiszámolható.

$$n = \text{Lakos} / \text{Ház}$$

$$n = 1108 \text{ [fő]} / 418 \text{ [ház]} = 2,65 \text{ [fő/ház]}$$

Egyes utcákban keletkező szennyvízterhelés, az egy főre jutó méretezési szennyvízhozam, az utcában található házak száma, illetve a lakósűrűség szorzataként számolható ki.

Az így kiszámolt szennyvízterhelés határozza meg az alkalmazott csőátmérőt minden utcában vonatkozóan.

A 7. ábrában foglaltam össze a csatornahálózat ágainak szennyvízterhelését és az alkalmazott csőátmérőket.

Ez alapján Somlónásárhely település szennyvízhálózatán egységesen DN 200 KG-PVC (PVC-U) anyagú csővezeték kerül kialakításra. A csatlakozási pontoknál a szennyvízmennyiségek meghatározását ház-arányos megbontással végeztem.

Lakősűrűség (fő/ház)			2,65
Egy főre jutó méretezési szennyvízhozam(l/s/fő)			0,00485625
Utca	Házak száma (db)	Szennyvíz(Q) l/sec	Alkalmazott csőátmérő
1-0-0	110	1,416	DN 200 KG-PVC
1-1-0	4	0,051	DN 200 KG-PVC
1-2-0	36	0,463	DN 200 KG-PVC
1-2-1	4	0,051	DN 200 KG-PVC
1-2-2	5	0,064	DN 200 KG-PVC
1-3-0	3	0,039	DN 200 KG-PVC
1-4-0	68	0,875	DN 200 KG-PVC
1-4-1	3	0,039	DN 200 KG-PVC
1-4-2	3	0,039	DN 200 KG-PVC
1-4-3	3	0,039	DN 200 KG-PVC
1-5-0	11	0,142	DN 200 KG-PVC
1-5-1	5	0,064	DN 200 KG-PVC
1-5-2	9	0,116	DN 200 KG-PVC
1-5-3	8	0,103	DN 200 KG-PVC
1-6-0	18	0,232	DN 200 KG-PVC
1-6-1	5	0,064	DN 200 KG-PVC
1-7-0	44	0,566	DN 200 KG-PVC
1-7-1	2	0,026	DN 200 KG-PVC
1-7-2	8	0,103	DN 200 KG-PVC
1-8-0	18	0,232	DN 200 KG-PVC
1-9-0	18	0,232	DN 200 KG-PVC
1-10-0	11	0,142	DN 200 KG-PVC
1-11-0	9	0,116	DN 200 KG-PVC
1-12-0	8	0,103	DN 200 KG-PVC
1-13-0	5	0,064	DN 200 KG-PVC
Összesen	418	5,380	

7. ábra Csőátmérők meghatározása (Fürdős 2018)

6.3 Nyomott csatorna méretezése

A keletkező szennyvíz Somlónásárhely mélypontjára vezettük.

E ponttól a szennyvíz nyomott csatornán keresztül érkezik a természetközeli szennyvíztisztító telepre, amelyet a falu határában húzódó Torna patak déli oldalára terveztem, a védőtávolságok betartásával.

A nyomott csatorna hossza 1185 m és a mértékadó szennyvízhozam 4,85 l/s.

A nyomásveszteség jelentősen függ az áramlási sebességtől, de függ még az áramló közeg sűrűségétől valamint a súrlódási tényezőtől. A nyomásveszteség fordítottan arányos a csőátmérővel, tehát minél kisebb a csőátmérő, annál nagyobb a nyomáscsökkenést, illetve nagyobb átmérőjű cső kisebb nyomásveszteséget okoz.

Első lépésként kiszámoltam a szükséges csőátmérőt a mértékadó szennyvízhozam és a szennyvíz áramlási sebességének hányadosaként.

$$Q_{szm} = 4,8475 \text{ [l/s]} = 0,0048475 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$v_k = 1 \text{ [m/s]}$$

$$A_{sz} = \frac{Q_{szm}}{v_k} = \frac{0,0048475 \text{ [m}^3\text{/s]}}{1 \text{ [m/s]}} = 0,0048475 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$d_{sz} = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,0048475}{\pi}} = 0,007856 \text{ [m]} = 79 \text{ [mm]}$$

$$\text{KM-PVC-U} \rightarrow \text{PN}=10\text{bar} \rightarrow \text{SDR}26$$

$$d_{sz} < d_{90}$$

$$d_{90} \text{ SDR}26 \rightarrow \frac{dk}{e} \rightarrow \frac{90}{4,2} \rightarrow d_b = 90 - 2 \times 4,2 = 81,4 \text{ [mm]} \rightarrow 0,0814 \text{ [m]}$$

$$v_{90} = \frac{Q_{szm}}{A} = \frac{0,0048475}{\frac{0,081 \times 0,081 \times \pi}{4}} = 0,94 \text{ [m/s]}$$

$$d_{sz} < d_{110}$$

$$d_{110} \text{ SDR26} \rightarrow \frac{dk}{e} \rightarrow \frac{110}{4,2} \rightarrow d_b = 110 - 2 \times 4,2 = 101,6 \text{ [mm]} \rightarrow 0,1016 \text{ [m]}$$

$$v_{110} = \frac{Q_{szm}}{A} = \frac{0,0048475}{\frac{0,1016 \times 0,1016 \times \pi}{4}} = 0,60 \text{ [m/s]}$$

A kisebb nyomásveszteség miatt a DN110 átmérőjű KM-PVC-U nyomócsövet választottam.

6.4 Szivattyú méretezése

A csőátmérő kiválasztása után, az alkalmazott cső adataiból számoltam tovább a következő módon:

Reynolds szám meghatározása:

$$Re = (v_{110} \times d_b) / \nu = (0,60 \text{ [m/s]} \times 0,1016 \text{ [m]}) / 10^{-6} = 6,09 \times 10^4$$

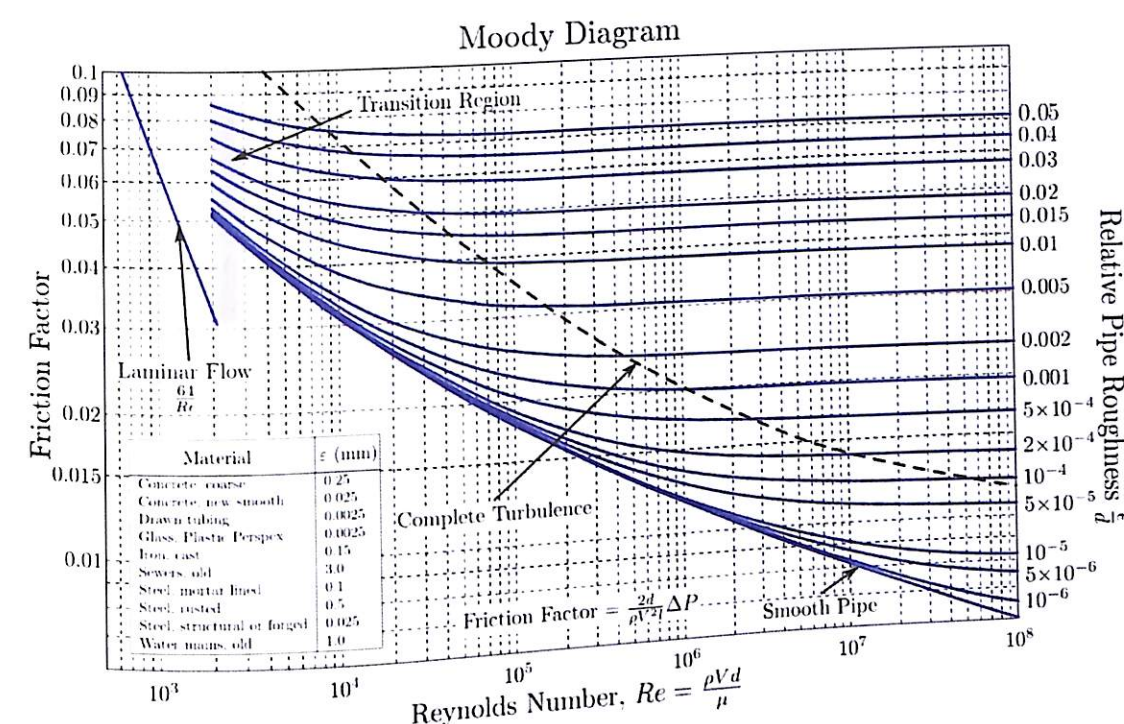
Relatív érdesség meghatározása:

$$R = \varepsilon / d_b = 0,0025 \text{ [mm]} / 101,6 \text{ [mm]} = 2,46 \times 10^{-5}$$

A Helyi veszteség kiszámításának a képlete a következő: $h_v = \lambda * l / d * v^2 / (2 * g)$

Az egyenlet elvégzéséhez szükséges λ -értéket a Moody-diagramról (8.ábra) olvastam le a Reynolds szám és az alkalmazott cső érdességének függvényében.

Az így kapott érték : $\lambda = 0,023$ (8.ábra)



8. ábra Moody Diagram [http6]

Az értékek behelyettesítését követően a helyi veszteség, az alábbi módon számolandó.

$$h_v = 0.023 * (1185 \text{ [m]}/0.1016 \text{ [m]}) * 0.60^2 \text{ [m/s]} / (2 * 9.81 \text{ [m/s}^2]) = 4.92 \text{ [m]}$$

6.5 Szivattyú kiválasztása

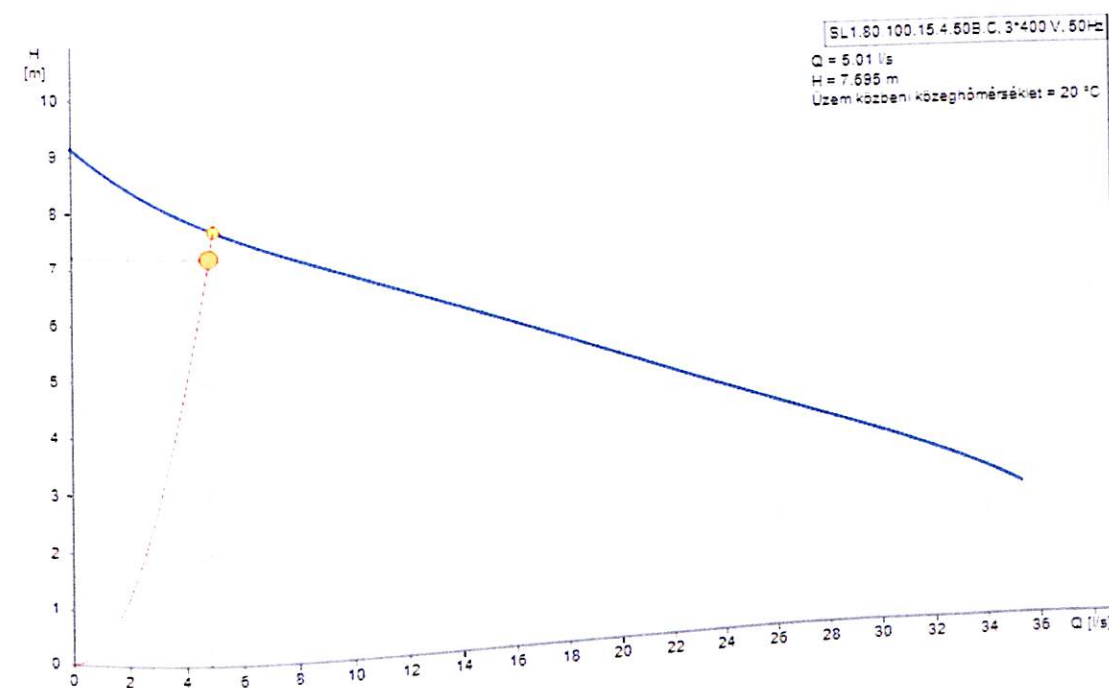
A végátemelő szivattyú kiválasztása érdekében, meg kell határozni a szükséges nyomómagasságot.

$$H_{sz} = H_{geodéziai} + h_v = 2.3 \text{ [m]} + 4.92 \text{ [m]} = 7.22 \text{ [m]}$$

A gyártó weboldalán található szivattyú méretezési program segítségével választottam ki a legmegfelelőbb szivattyút a szükséges nyomómagasság, és a mértékadó szennyvízhozam figyelembe vételével.

Az általam választott szivattyú típusa : SL 1.80.100.15.4.50B.C

A szivattyú jelleggörbéje bizonyítja (9.ábra), hogy az általam megadott paramétereket a szivattyú teljesíteni tudja.



9.ábra Szivattyú jelleggörbe [http7]

A választott szivattyú egy egyfokozatú centrifugálszivattyú, amely szennyvíz, technológiai víz és szűretlen nyers szennyvíz kezelésére lett tervezve. A szivattyú szakaszos vagy folyamatos üzemre alkalmas víz alatti telepítésben. A forradalmian új S-tube® járókeréken akár 80 mm méretű részecskék is áthaladhatnak, ezért használható akár 3% szárazanyagot tartalmazó szennyvízhez is. Egyedi, rozsdamentes acélból készült bilincs összeszerelő rendszer teszi lehetővé a szivattyú és a motor egység gyors és egyszerű szétszerelését szervizeléshez vagy ellenőrzéshez. A csővezetékhez való csatlakozás egy DIN karimán keresztül történik.

6.6 Tartózkodási idő

a.) Gravitációs csatorna

$$L_m = 1809,66 \text{ [m]}$$

$$v_m = 0,4 \text{ [m/s]}$$

$$T_g = \frac{L_m}{v_m} = \frac{1809,66 \text{ [m]}}{0,4 \text{ [m/s]}} = 4524,15 \text{ [s]} = 1,25 \text{ [h]}$$

b.) Nyomott csatorna

$$V_{ny} = \frac{d \cdot d \cdot \pi}{4} \times L_{ny} = \frac{0,102 \text{ [m]} \times 0,102 \text{ [m]} \times \pi}{4} \times 1185 \text{ [m]} = 9,68 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$T_{ny} = \frac{V_{ny}}{Q_{szd}} = \frac{9,68 \text{ [m}^3\text{]}}{119,66 \text{ [m}^3\text{/d]}} = 0,08 \text{ [d]} = 1,92 \text{ [h]}$$

Összes tartózkodási idő

$$T_{\Sigma} = T_g + T_{ny} = 1,25 \text{ [h]} + 1,92 \text{ [h]} = 3,17 \text{ [h]}$$

Minimális sebességgel számolva a szennyvíz tartózkodási ideje, nem haladja meg a 6-órát, ezért nem érdemel fokozott figyelmet a szennyvízcsatorna üzemeltetése.

6.7 Csatornahálózat műtárgyai

Az 1-0-0 jelű főgyűjtőn szükségessé vált két darab átemelő betervezése, hogy az 5‰-es lejtés és a maximális 6 m leásási mélység teljesíthető legyen . Az Á1-es számú átemelő a 0+821,84 szelvényénél 146,77mBf-ről 149,70 mBf-re emeli a szennyvizet, a további 5‰-os lejtés tartva. Az Á2-es jelű átemelő beiktatása az 1+219,27 szelvényénél történt, ahol 3 méteres szintkülönbséget kellett leküzdeni, így jut el a szennyvíz 145,76 mBf-ről 148,76 mBf-re. Ebben az esetben is folytatva az addigi 5‰-es lejtést.

Közbenső átemelő beiktatása mindig megfontolandó, mert ugyan az üzemeltetés költsége nő, de az építési költség jelentősen csökken, mert nem kell a csatornákat nagyon mélyre helyezni, így ez a folyamat kevesebb földmunkával jár. A megfelelő takarás érdekében egy bukóakna beépítésére volt szükség az SZ 1-2-0-ás szakaszon a 0+426,58-as szelvénynél. A bukóakna a 150,50 mbf-en beérkező szennyvizet -1,30 méteren buktatja és az 5%-os lejtést tartva 149,20 mBf-en halad tovább.

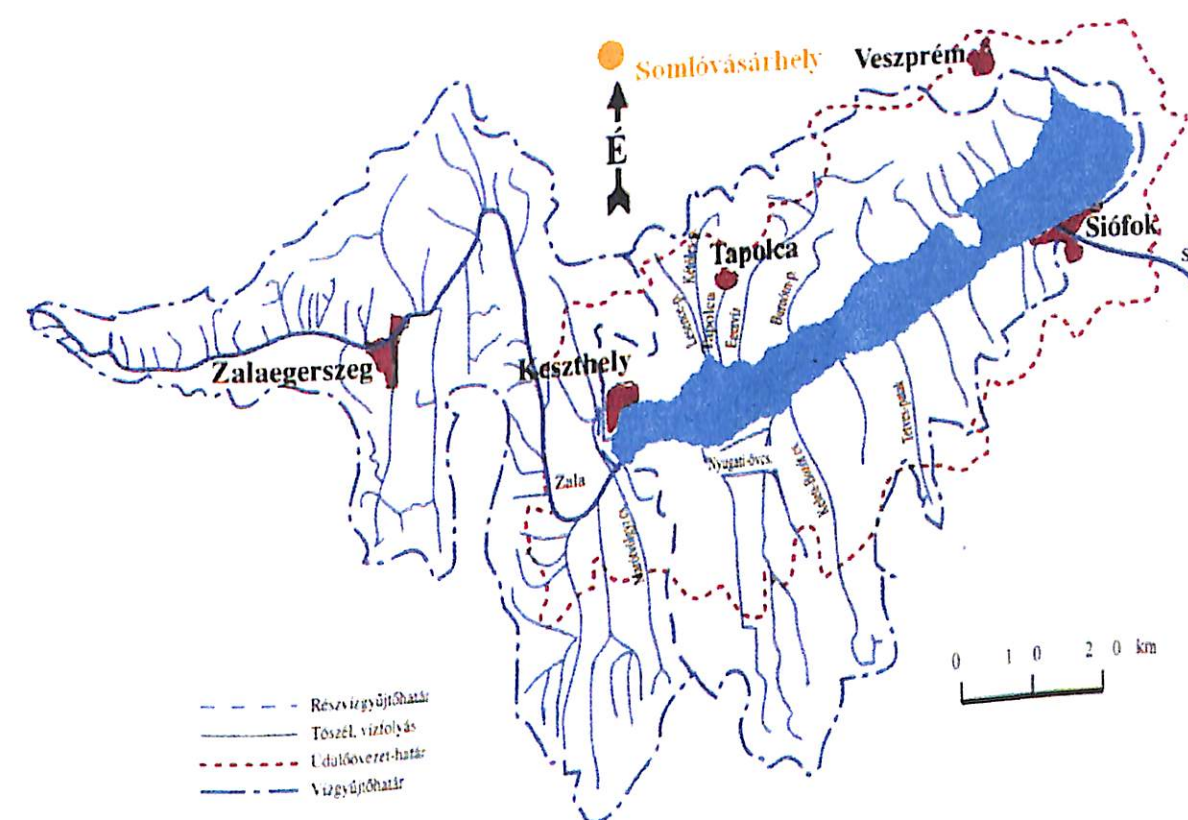
6.8 Kiválasztott természetközeli szennyvíztisztító létesítésének vizsgálata

A természetközeli szennyvíztisztító telep létesítése előtt jogszabályi feladat és kötelesség a telep elhelyezhetőségének kérdése. Szakdolgozatom megkezdése előtt, alapos körbejárást igényelt az általam preferált technológia megvalósíthatóságának jogi háttere. Kutatásom eredményeként, a következő jogszabályokat ismerhettem meg, a természetközeli szennyvíztisztító létesítésével kapcsolatban.

- Természetközeli szennyvíztisztító telep, az I. vízminőség-védelmi területi kategóriában (Balaton és vízgyűjtője) nem telepíthető
- Valamint a II. vízminőségi kategóriában (Egyéb védett területek befogadói), illetve a külön jogszabály szerinti nitrát érzékeny területeken csak a hatóság egyedi engedélye alapján, ha ezáltal vízvédelmi érdek nem sérül.

A vízminőség védelmi területeket egyébként I-VI. kategóriákba sorolják. Somlóvásárhelyre nem vonatkozik az általam ismertetett kizáró tényezők a létesítést illetően, ugyanis a település a VI. kategóriába tartozik, valamint nem nitrát érzékeny terület, ezért nincs szükség egyedi hatósági engedélyre sem.

A 10. ábra mutatja be a Balatont és vízgyűjtőjét, amelyen látható, hogy Somlóvásárhely az I. kategórián kívül esik. Ennek értelmében elmondható, hogy Somlóvásárhely külterületén, természetközeli szennyvíztisztító telep létesülhet.



10. ábra Balaton vízgyűjtő területe [http8]

A természetközeli szennyvíztisztító telep létesíthetőségének meggyőződése után választottam ki a szennyvíz tisztításának elvégzésére szolgáló gyökérvénás szennyvíztisztítási technológiát.

A gyökérvénás szennyvíztisztítást (melyet a hazánkban „gyökérterez” illetve „gyökérmezős” szennyvíztisztítási eljárásnak is szoktak nevezni) a nemzetközi szakirodalomba az ún. épített wetland-ek csoportjába sorolják. A wetland szó alkalmazása az angolszász szakirodalomban sokrétű.

Alapvetően minden időszakosan vagy állandóan vízzel borított élőhelyet természetes wetland-ek közé sorolnak. A mesterségesen kialakított vizes élőhelyeket pedig szó szerinti fordításban épített wetlandeknek hívják. A wetland talán leginkább alkalmas magyar megfelelője a „mocsár” kifejezés. Így épített mocsarak kifejezéssel lehetne talán a leghelyesebben közelíteni az angolszász szakzsargont. Az épített mocsarak között megkülönböztetünk szabad vízfelszínű (függőleges átfolyású), illetve felszín alatti átfolyású (Vízszintes átfolyású) rendszereket (Hammer 1989, Jobbágy et al. 1995). A kettő közötti különbség, hogy a függőleges átfolyású rendszerek esetén az épített medencében elhelyezett töltőanyag felszíne felett időszakosan vagy állandó jelleggel vízátfolyás van, míg a vízszintes átfolyású rendszerek esetén a víz a medencék töltőanyagán keresztül, kizárólag a felszín alatt áramlik. A szennyvíztisztítási céllal épült átfolyásos rendszerű épített mocsarakat nevezik a hazai szakirodalomban gyökérszénás eljárásnak.

A gyökérszénás műtárgyak földműves kialakítású medencékből állnak, melyekben megfelelő anyagú töltetet helyeznek el, majd ebbe ültetik a növényzetet. A növényzet bármelyik vízimocsári növényfaj (makrofiton) lehet, azonban a nád (*Phragmites australis*), sás (*Carex acutiformis*), gyékény (*Typha latifolia*) és káka (*Scirpus lacustris*) a legszélesebb körben alkalmazott fajok. Ezeket a növényeket általában monokultúrákként telepítik (Szilágyi 1994). A medencében elhelyezett töltet anyaga lehet homok, kavics, zúzalék, talaj vagy ezek keveréke. Bár az elmúlt 10 év szakirodalma a széles körben kutatott eltömődési folyamatok miatt, kizárólag jó szivárgási tényezőjű anyagok (frakcionált homok, frakcionált kavics) beépítését javasolja (Dittrich 2006a). A beültetett növényzet gyökérzete megfelelő telepítés, illetve műtárgy-kialakítás esetén teljesen átszővi a szűrőtöltetet.

6.8.1 A növényzet és a gyökérzóna szerepe

A gyökérzónás medencében a szennyvíz tisztítása összetett (fizikai, kémiai, biológiai) folyamatok révén megy végbe. A fizikai folyamatok (üledés, szűrés, adszorpció, stb..) hatására nagymértékben csökken a lebegőanyagok és a kolloidok mennyisége, míg a tisztítandó folyadék szervesanyag, növényi tápanyag illetve nehézfém tartalma kismértékben csökken. A kémiai (abszorpció, kicsapódás, bomlás, stb..) illetve biológiai és biokémiai folyamatok (növényi és bakteriális anyagcsere, enzimatikus reakciók, stb..), révén csökken a tisztítandó szennyvízben lévő szervesanyag, mikro-szennyező, nehézfém, növényi tápanyag mennyisége valamint a vírusok és baktériumok egyedszáma. A biológiai lebontást a műtárgyban több tízezer baktérium- és gombafaj végzi (Jobbágy et al. 1995).

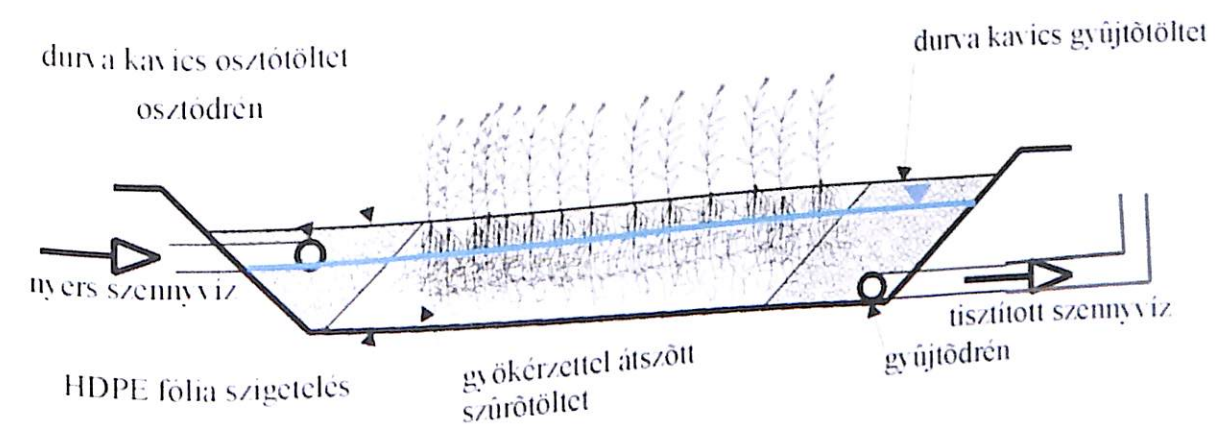
A betelepített makrofítáknak többféle szerepük van, melyeket Brix (1994) foglalt össze: A gyökérzet felülete kiválóan alkalmas, gombák, baktériumok és egyéb tisztítást végző mikroorganizmusok megtelepedésére. A növényzet által biztosított mikroklíma szintén a mikroorganizmusok megtelepedését, illetve szaporodását segíti. A növények gyökérzetükön keresztül oxigént juttatnak a szennyvíztérbe, ezzel kedvezően befolyásolva a műtárgy oxigén-háztartási viszonyait. A növényzet stabilizálja a töltetfelszínt a műtárgyban. A betelepített makrofíták a téli időszakban csökkentik a szennyvíz hő-vesztességét. A növényzet növényi tápanyagokat vesz fel a szennyvízből. Életteret biztosítanak különböző magasabb rendű élőlények számára valamint javítják a műtárgy esztétikai képét.

6.8.2 Vízzintes és hosszirányú átfolyású telep összehasonlítása

Vízzintes átfolyású rendszer esetén az előkezelt szennyvizet a műtárgyban, keresztirányban kialakított osztó dréncső vagy osztó árok osztja szét. A keresztmetszvény menti hidraulikai szétosztás minőségét tovább fokozza, ha az osztó dréncső vagy árok környezetében nagy szemszerkezetű ún. osztótöltet van elhelyezve. Ezután a kezelendő szennyvíz a tölteten, vagyis a „gyökérzónán”

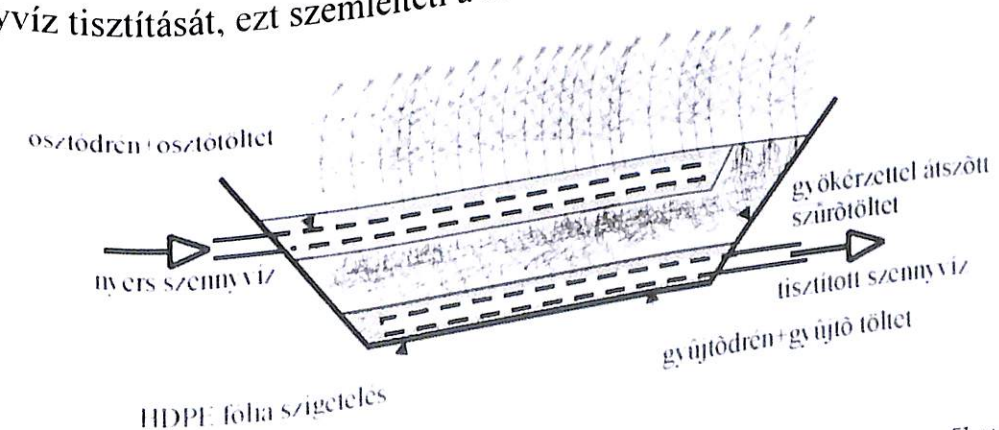
keresztül, halad végig a medence hossza mentén. Ezt követően a tisztított szennyvíz a gyűjtő dréncsőbe szivárog, melyet általában a műtárgy fenekén keresztirányban helyeznek el. A gyűjtődrénből a vizet egy vagy több csövön keresztül vezetik el. A gyűjtődrén köré a megfelelő működés érdekében az osztótöltethez hasonló szemszerkezetű anyagot szoktak elhelyezni. (11. ábra)

A javasolt töltetmélység 0.6-1m.



11. ábra Vízszintes átfolyású gyökérzónás szennyvíztisztító műtárgy [http9]

Függőleges átfolyású konstrukciós változat esetén a töltet felső rétegében, a műtárgy felülete mentén helyezik el az osztódréneket. A műtárgy fenekén az osztódrénekhez hasonló geometriai elosztású gyűjtődréneket építenek be. Az osztó és a gyűjtő dréncsövek között 0,5 – 1,2 m vastag szűrőtöltet végzi a szennyvíz tisztítását, ezt szemlélteti a 12. ábra.



12. ábra Függőleges átfolyású gyökérzónás szennyvíztisztító műtárgy [http10]

A hosszanti átfolyású rendszerek esetében kétfázisú nem permanens változó felszínű szivárgás alakul ki, míg a függőleges átfolyású rendszerekben háromfázisú nem permanens szivárgás a jellemző (Dittrich 2006c). Ez az alapvető áramlási különbség nagymértékű kihatással van a műtárgytípusok töltetanyagára, a tartózkodási időre, az oxigénháztartási folyamatokra és a nádgyökérzet áramlási viszonyokra gyakorolt hatásaira is. A 13.ábra a függőleges és vízszintes átfolyású rendszerek alapvető különbségeit foglalja össze.

	Függőleges átfolyású rendszerek	Vízszintes átfolyású rendszerek
szerves anyag eltávolítás mértéke	kiváló	jó
LA eltávolítás mértéke	közepes	kiváló
NH ₄ -N eltávolítás mértéke	kiváló	alacsony
NO ₃ -N eltávolítás mértéke	alacsony	jó
szennyvíz adagolási mód	szakaszos	folyamatos
áramlás jellege	három fázisú	kétfázisú
makrofiták jelentősége az oxigén háztartásban	kismértékű	nagymértékű
makrofiták gyökérzetének áramlástorzító hatása	elhanyagolható	jelentős
maximális hidraulikai terhelés [mm/nap]	60	40
töltetanyag	homok	frakcionált kavics

13. ábra Függőleges és vízszintes átfolyású rendszerek különbségei (Dittrich 2006)

Azonos töltettípus és azonos fajlagos felület esetén a vízszintes átfolyású rendszerek hidraulikai terhelhetősége kisebb, mint a függőleges átfolyásúaké, a szétosztási felületi arányok, és az áramlási jellegbeli különbség miatt. Ezzel összhangban állnak a szakirodalomban közölt maximális hidraulikai terhelés értékek is. Maximális felületi hidraulikai terhelésre függőleges átfolyású rendszerek esetén a MASZESZ MI-I-1:2003 60 mm/d, míg hosszanti átfolyású rendszereknél Dulovics (2002) 40 mm/d értéket javasol. Az eltömődési folyamatok kedvezőtlen hatásainak csökkentése érdekében a nemzetközi szakirodalom hosszanti átfolyású rendszerek tölteteként kizárólag frakcionált kavics alkalmazását javasolja.

Bár a pontos frakciótartományok megadását illetően megoszlóak a vélemények, a legkisebb szemcseátmérő 3-5 mm-nél kisebb semmiképpen ne legyen (EC-Guide 2002, Crites 1994, Magmedov et al. 1996). A függőleges átfolyású rendszereknél az alkalmazott töltetanyag megválasztása nehezebb feladat, mint az előző típusnál. Amennyiben túl alacsony pórustérfogatú töltetet választunk, akkor az hamar eltömődik. Ha túl magas pórustérfogatút alkalmazunk, akkor pedig a szennyvíz túl gyorsan folyik át a szűrő rétegen és a megfelelő mértékű lebomlási folyamatok sem tudnak lezajlani.

A szakírók szűrőréteggént általában minimum 60 cm homok vagy homokos kavics töltetet ajánlanak, azonban más-más frakció tartományút. Langergraber et al. (2003) illetve Laber et al. (2000) 0.06-4 mm szemcsetartományú vagy 1-4 mm-es frakciótartományú homokos kavics szűrőréteg kialakítását tartja megfelelőnek, mely összhangban van a német tervezési irányelvvel is. Dulovics (2002) szerint a talajtest anyagának áteresztő képességi együtthatója 10-3 – 10-4 m/s-os tartományba essen. A kötött frakció legyen kevesebb, mint 5%. A szemszerkezet feleljen meg az alábbi követelményeknek: $d_{10} > 0,2$ mm, egyenlőtlenségi együttható: $U = d_{60}/d_{10} > 5$. A többféle szakirodalmi javaslatból látható, hogy célszerű a homok, vagy homokos-kavics töltetből a finom-frakciók eltávolítása.

Érdekes különbség van a függőleges és vízszintes átfolyású rendszerek oxigénháztartási viszonyai között is. A vízszintes átfolyású rendszerek oxigénháztartásában jelentős szerepe van a töltetet átszövő rhizómák biztosította oxigén bevitelnek. Ez a makrofíták azon tulajdonságából fakad mely a növények gyökérzetének közvetlen környezetében mindig egy vékony oxigénben gazdag réteget tart fenn. A makrofíták által a szennyvíztérbe juttatott oxigén fluxus 0.5 – 6 g O₂/m², nap közötti értékre becsülhető (Kadlec és Tanner 2003). Ezzel szemben a függőleges átfolyású rendszereknél a szennyvíztérbe történő oxigén bevitelt döntően a háromfázisú függőleges áramlás által keltett oxigén transzport biztosítja. Ahhoz hogy egyszerre érjük el a megfelelő szennyvíz szétosztást, és megfelelő mértékű konvektív oxigén transzportot a szűrő töltet pórusai között, a szennyvíz rávezetést szakaszosan kell megoldani.

Az eltömődési folyamatokra hatással van a naponta rávezetett dózisok száma, és a dózisonkénti szennyvíz mennyisége (Langergraber 2003).

A nemzetközi szakirodalomban a káros eltömődési folyamatok és a megfelelő szervesanyag eltávolítási hatásfok érdekében javasolják a szervesanyag terhelés limitálását. A maximális szervesanyag terhelésre megadott értékek különböző forrásokból: 20 gKOl/m² .nap (Winter és Goetz 2003), 25 gKOl/m² .nap (Weedon 2003), 5 gTOC/m² .nap (Laber et al. 2000). Ezek az értékek függőleges átfolyású rendszerekre vonatkoznak. A kétféle műtárgytípus eltávolítási hatékonysága különböző az egyes nitrogénformák tekintetében. Megfelelő működés esetén a magasabb szintű oxigén-beviteli képességgel rendelkező függőleges átfolyású rendszerekben a nitrifikációs folyamatok hatékonyabban zajlanak le, mint a hosszanti átfolyású változatnál. A jól tervezett függőleges átfolyású műtárgyakban szinte teljes mértékű nitrifikáció jön létre (Cooper 1999). Ez természetesen csak megfelelő szennyvízhőmérséklet esetén igaz.

A hosszanti átfolyású rendszerekben az anoxikus zónák jelenléte biztosítja a denitrifikációs folyamatok lezajlását. Így megfelelő működés esetén a nitrifikációból keletkező nitrát csak kis koncentrációban jelenik meg az elfolyó szennyvízben. Ezzel szemben a függőleges átfolyású konstrukciós változatnál hatékony nitrifikáció esetén a teljesen aerob szűrőtestben nem tud a denitrifikáció lezajlani, ezért az elfolyó szennyvízben, magas koncentrációban jelenik meg a nitrát és a nitrát. A nemzetközi elemzések arra is rávilágítanak, hogy a hosszanti átfolyású rendszerek lebegőanyag eltávolítási hatékonysága magasabb, mint a függőleges átfolyásúaké (Cooper 1999).

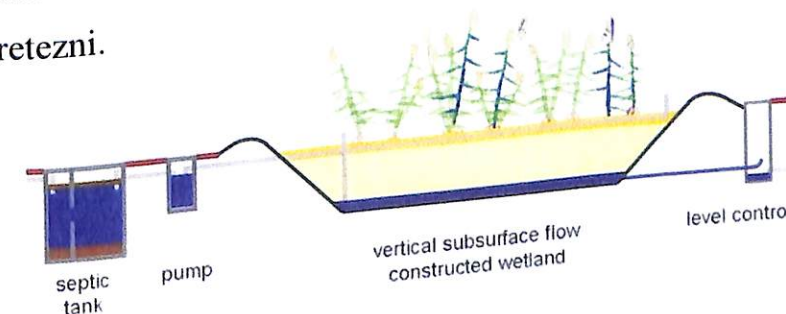
6.8.3 Vízszintes átfolyású gyökérzónás szennyvíz-tisztító létesítése Somlóvásárhelyen

Az előző pontban leírtak alapján, Somlóvásárhely adottságaihoz adoptálva, én a hosszanti átfolyású gyökérzónás telep létesítését választottam ki. Döntésem indoklásának oka, elsősorban a folyamatos szennyvíz adagolási módban, valamint a kiváló lebegőanyag eltávolításban rejlik.

Szeretném bemutatni a szennyvíz útját egészen a befogadóig, az alkalmazott műtárgyak ismeretében. A 0+000,00 szelvényben tervezett végátemelő továbbítja a településről érkező szennyvizet és az általam tervezett 1185 méteres DN110 KM-PVC-U nyomócsövön keresztül juttatja az előülepítőben 150,00 mBf-magasságban (TT-1 Rajz.). A szennyvíz előülepítőbe érkezését megelőzően, rács beépítése elengedhetetlen. Az előülepítő után egy emelőakna beépítése szükséges, amely a megfelelő magasságig emeli a szennyvizet, hogy az a hosszanti átfolyású gyökérzónás tisztítóban gravitációsan tudjon tovább haladni.

A kivezetőnél egy cső biztosítja, hogy összegyűjtse a tisztított vizet. Ezen a cső egy másik, függőleges csőbe torkollik a kivezetőnél (szintező). Ezen a csővön a kivezető nyílás magassága határozza meg a medencében levő kiömlő víz magasságát. A szinttartó aknából (16.ábra) kerül a tisztított szennyvíz a Torna patakba. A víz szintje mindig a töltőanyag felszíne alatt marad és vízszintesen áramlik a beömlő nyílás és a kivezető között levő kis szintkülönbség következtében.

Feladatom elsődleges célja a telep létesítésének vizsgálata, ezért az előülepítőt, valamint a hosszanti átfolyású földmedencét a továbbikában nem kívánom méretezni.



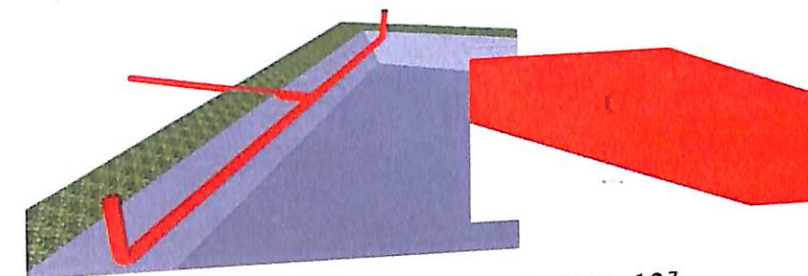
14. ábra Szennyvíz útja az előülepítőtől a befogadóig [http11]

6.8.3.1 Az elosztó és kivezető csövek alkalmazása a műtárgyban

Elosztó csövek szerkezete:

A csövek átmérőjének meghatározására, illetve a lyukak közötti távolságra figyelni kell. Somlóvásárhely esetében perforált Dk 125 KG-PVC cső kerül beépítésre.

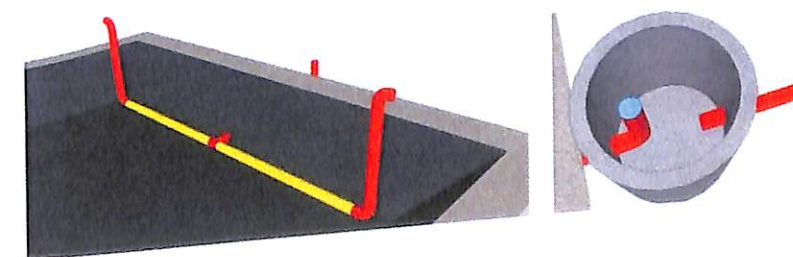
A perforáció lyukbőssége 4 mm. A szennyvízelosztó rendszernek egyenletesen kell szétosztania a szennyvizet a tisztító teljes szélességében. Ezen kívül a csöveken lezárható, ún. megfigyelő csöveket kell alkalmazni, amelyeken keresztül a felhalmozódott részecskéket el lehet távolítani és meghatározott időközönként a csöveket ki lehet takarítani, hogy elkerüljük a lyukak eltömődését, és megakadályozzuk a szennyvízkibocsátás egyenetlenné válását. (15. ábra)



15. ábra Osztódrén [http12]

A kifolyó szerkezete:

A gyűjtődrén anyaga az osztódrénnel azonos, vagyis ebben az esetben is Dk 125 KG-PVC. A kivezetőt összeköttetésbe kell hozni a szabad levegővel, hogy a levegőzést biztosítsuk. A levegőztető cső végeit ventilációs sapkával kell felszerelni.



16. ábra Gyűjtődrén + szinttartó akna [http13]

6.8.3.2 Építés kronológiája

A 6.8.2 fejezet első részében már említettem a földmedence egyéb tartozékait, valamint építési anyagait, azonban az építés lépéseit ebben a fejezetben szeretném részletezni.

- A kialakított külső és belső részük hajlásai egyaránt 1:2.
- A szennyvíztisztító szélei mentén keskeny árok ásása, ide lesz visszahajtv a geo-textil és a bélésanyag
- A szennyvíztisztító aljának és partjának nem szövött geo-textillel történő befedése (minimális sűrűség 200 g/m²)
- A szennyvíztisztító aljának feltöltése homokkal az 1%-os lejtő kialakításához
- A PE bélés (1,5 mm-es HDPE fólia) és azokon áthúzva a csövek elhelyezése a műszaki rajzokban ábrázolt módon
- A szennyvíztisztító aljának és partjának egy második réteg nem szövött geo-textillel történő befedése (minimális sűrűség 200 g/m²)
- A bélések anyagának betűrése a keskeny árokba, azt követően az ároknak a kiásott földdel történő feltöltése
- Az elvezető csövek behelyezése
- Kőréteg elhelyezése (16-64 mm frakcionált kavics) az elvezető csöveken
- Kőréteg elhelyezése (16-64 mm frakcionált kavics) a befolyózónában
- A beérkeztető rendszer elhelyezése a kőrétegen, majd kővel történő feltöltése (16-64 mm frakcionált kavics) a kívánt magasságig
- A szennyvíztisztító kavicsal való feltöltése: fontos és ajánlatos, hogy a kavics mosott és gömbölyű legyen (4-12 mm). A végleges felszín vízszintes, tehát nincs lejtés a kifolyó felé.
- A műtárgy feltöltése tiszta vízzel (próbaüzem).
- Vízínövények telepítése a víztisztítóba, 6-8 tő/m² sűrűségben. (nád, sás, gyékény)

6.8.3.3 Fontosabb tanácsok a növénytelepítés során

- A növényeket gyökerek, rizómák, palánták, hajtások vagy kifejlett növények formájában telepíthetjük be a szennyvíztisztítóba.
- A növényeket lehetőség szerint a közelből kell hozni, és a gyűjtéstől számított 36 órán belül kell kihelyezni, elültetni.
- A növények egészséges átültetése érdekében biztosítani kell a szükséges feltételeket. Például palánták betelepítésekor friss vizet kell a tisztítóba juttatni, mert a szennyvíz a fiatal, érzékeny növényeket elpusztíthatja. A szubsztárumot mindig nedvesen kell tartani, hogy a növények alkalmazkodni tudjanak az új környezeti körülményekhez.
- Ha a tisztítóban levő szennyvíz nem nagyon erős, lehetséges, hogy NPK műtrágyát kell használni az újonnan telepített növények miatt.
- A gyomnövények problémát okozhatnak a szennyvíztisztító beindítási periódusában. Meg kell találni a helyes, és egyben leghatékonyabb védekezési módszert. A szennyvíztisztító átmeneti elárasztása lehet az egyik megoldás.

6.8.3.4 A szennyvíztisztító működtetése és fenntartása

Az alábbiakban felsorolok néhány karbantartási és üzemeltetési feladatot, melyek feltétlenül szükségesek az optimális működéshez, a víztisztító tartós és megbízható teljesítményéhez. Más szóval a következő feladatok közvetlen hatással vannak a teljesítményre abban az esetben, ha nem végzik el őket rendesen. Természetesen nem minden feladat azonos súllyal esik latba, azonban figyelembe kell venni, hogy az elhanyagolásuk befolyással van a szennyvíztisztító hosszútávú üzemelésére.

- Az előkezelő, az üleptető, a zsírfogó felügyelete és tisztítása.
- A növényzet vágása a környéken.

- A szennyvíztisztító általános felügyelete: Feljegyzések vezetése, amelyek tartalmazzák a dátumot, időt, az időjárási feltételeket és az elvégzett karbantartási munkát, amelyek nagyon fontosak a növényzet funkcionálásának megfigyeléséhez.
- Feljegyzések a működésről, különös tekintettel az alábbiakra:

- o A szivattyúk működése
 - o A helyes vízeloszlás biztosítása a szűrőközeg felszínén a működés minden fázisában, hogy a tisztítás és a kibocsátás egyensúlyban legyen;
 - o A vízínövények fejlődésének biztosítása, gyomlálás: a vízínövények egyenletesen, sűrűn nőnek be a víztisztítót az ültetést követő év során. Bármilyen lényeges eltérés azt mutatja, hogy a beérkező folyadék eloszlása nem megfelelő
 - o Nitrát és ammónia tesztek elvégzése egy egy elárasztás után.
- A szennyvíztisztító optimális működésekor nitrát keletkezik, ezért a nitrát-szint csökkenése vagy az ammónia szint emelkedése oxigénhiányra utal. Ez azt jelentheti, hogy a rendszer túlterhelt, vagy egyéb, a közeljövőben várhatóan súlyosbodó probléma merült fel. Ezek a tesztek könnyen elvégezhetők tesztsíkok alkalmazásával.

Az előzőekből felmerülhet a kérdés, ha mindezekre az önkormányzatnak kell felügyelni, hogyan képes arra, hogy a kiépítés után a hálózatot és a tisztító telepet megfelelően tudja működtetni, üzemeltetni. Hogyan ellenőrizheti egy ilyen szervezet a szabályozó rendeletek folyamatos alakulását, követelményeinek változását, a tisztítók kiépítettségét, annak a fejlesztés igényét, működését, költségeit. Messze nem biztosított, hogy mindezek megfelelő elvégzésére Somlóvásárhely önkormányzatának legyenek megfelelően képzett szakemberei. Szükségszerű ezért, hogy valamilyen szakmai vállalkozást bízson meg a feladat, vagy legalább is egyes részeinek a végzésével, ezért egy Víziközmű Társulat létrehozását javasolnák.

7.Összefoglalás

Zárásként elmondható, hogy a jó minőségű víz, manapság stratégiai erőforrás lett. Ezen érték megőrzése érdekében ,elengedhetetlen a környezetvédelmi és a szociális társadalmi érdekek szem előtt tartása is. Szakdolgozatom írása során mindvégig arra törekedtem, hogy megismertessem a természetben rejlő potenciált a különböző technológiák által. A munkám első részében a települési szennyvizek tisztításának módszereit, valamint a természetközeli szennyvíztisztítás lehetőségeit vizsgáltam. Szembe állítottam a hagyományos megoldásokat a természetközeli megoldásokkal. A természetközeli és a hagyományos szennyvíztisztítási technológiák alapján véve a felhasznált energiaforrásban, és a technológia kiépítéséhez és az üzemeltetéséhez felhasznált anyagokban különböznek. Egyfajta útmutatást próbáltam nyújtani a megfelelő technológia kiválasztásában, adott körülmények között. A dolgozatom legfőképp a kistelepülések (2000 LE alatti) lehetőségeit mutatja be a szennyvízelvezetés és a természetes szennyvíztisztítás kérdésében.

A módszerek és az egyéb lehetőségek ismertetése után, Somlósárhely település gravitációs szennyvízhálózatát terveztem meg. A tervezési feladat során, a rendelkezésemre álló adatokból, a helyi adottságok ismeretében készítettem el Somlósárhely település szennyvízhálózatának a helyszínrajzát 1:5000 méretarányban (TT-1). A településen kiépülő teljes hálózat 6650 méter hosszú lett, a település minden utcájában egységesen DN 200 KG-PVC cső kerül beépítésre. A településen keletkező szennyvizet egy 1185 méteres DN110 KM-PVC-U nyomócső továbbítja a falu határában létesítendő szennyvíztisztító telep felé. A szennyvíz, a gyökérszónás szennyvíztisztítást követően a Torna patakba kerül bevezetésre. A tervezés során, saját számításokkal, rajzokkal is alátámasztottam az itt leírtakat.

Egy olyan működő rendszer létesítése volt a célom, amely felszámolja a jelenleg nem vízzáró módon kialakított szennyvíztárolókat, valamint hosszú távon gazdaságosan üzemeltethető az ökológiai tudatosság fényében, ezzel felhívva a figyelmet a természetes ökoszisztémák megőrzésére, illetve annak fontosságára !

8. Ábrajegyzék

1. ábra [http1] Somlóvásárhely elhelyezkedése:

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Soml%C3%B3v%C3%A1s%C3%A1rhely>

2. ábra [http2] Tájegységek bemutatása

<http://europa.terkepek.net/>

3. ábra [http3] Fakultatív tó folyamatára

https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_kornyeztgazdalkodas1/ch17s04.html

4. ábra [http4] Élőgép

<http://zoldtech.hu/cikkek/20080109-elogepes-szennyvztisztitas>

5. ábra [Kóthay László 2013] Kommunális szennyvíz útjának lehetőségei a befogadóiig

6. ábra [http5] Üzemeltetési költségek szemléltetése
http://www.kvvm.hu/cimg/documents/utmutato_2000LE_alatti_telepuleseknek.pdf

7. ábra [Füredő 2018/saját ábra] Csőátmérők meghatározása

8. ábra [http6] Moody Diagram

https://en.wikipedia.org/wiki/Moody_chart

9. ábra [http7] Szivattyú jelleggörbe

<https://hu.grundfos.com/products.html>

10. ábra [http8] Balaton vízgyűjtő területe

<https://www.vizugy.hu/print.php?webdokumentumid=44>

11. ábra [http9] Vízszintes átfolyású gyökérszénás szennyvíztisztító műtárgy

https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0010_14_Hulladegszallitas/3438/index.html

12. ábra [http10] Függőleges átfolyású gyökérszénás szennyvíztisztító műtárgy

https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0010_14_Hulladegszallitas/3438/index.html

13. ábra [Dittrich 2006] Függőleges és vízszintes átfolyású rendszerek különbségei

14. ábra [http11] Szennyvíz útja az előülepítőtől a befogadóig

http://www.constructedwetlands.net/Constructed_Wetlands_total_hon_sec.pdf

15. ábra [http12] Osztódrén

<http://docplayer.hu/12217694-Code-of-good-practices.html>

16. ábra [http13] Gyűjtődrén + szinttartó akna

<http://docplayer.hu/12217694-Code-of-good-practices.html>

9. Forrásjegyzék

- http://www.constructedwetlands.net/salai_magyar.html
- http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QNQWWVS117EJ:www.fuzesabony.hu/index.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D398%26Itemid%3D3+&cd=3&hl=hu&ct=clnk&gl=at
- <http://www.iranymagyarország.hu/terkep/somlovasarhely>
- <http://greenfo.hu/uploads/szakdolgozatok/Gajdov.pdf>
- www.vedegylet.hu/doc/mernokokologia.doc
- <https://wapp.hu/technologiak/biologiai-szennyvisztisztas/gyokerzonas-szennyvisztisztasi-technologiak/>
- <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/z%C3%B6ldzsterszenyvztisztGK5.pdf>
- remaizsuzsa.hu/DOC/Helytortenet/somlovasarhely_tortenete.pdf
- http://www.terport.hu/webfm_send/2540
- http://www.vfmk.hu/sites/default/files/u452/csatari_balint_a_vidék_infrastukturaja.pdf
- <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/z%C3%B6ldzsterszenyvztisztGK5.pdf>
- <http://mkweb.uni-pannon.hu/tudastar/anyagok/10-szennyviz-2011.pdf>
- <http://ttk.nyme.hu/fldi/Documents/Farsang%20%C3%81gota/V%C3%ADzkezel%C3%A9s/szennyv%C3%ADztiszt%C3%ADt%C3%A1s.pdf>
- http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/kornyezet/2004/04/0406.pdf
- https://www.palyazat.gov.hu/korabbi_fejlesztési_programok
- http://www.kvvm.hu/cimg/documents/utmutato_2000LE_alatti_telepuleseknek.pdf
- <http://slideplayer.hu/slide/11277412/>

- https://product-selection.grundfos.com/product-detail.product-detail.html?from_suid=1526655451396025893428162382626&pumpsyste mid=378362053&qcid=378401596
- <https://repozitorium.omikk.bme.hu/bitstream/handle/10890/1513/ertekezes.pdf?...2...>
- <http://docplayer.hu/12217694-Code-of-good-practices.html>
- <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0400028.kvv>
- <http://docplayer.hu/9957595-A-telepulesi-szennyvizek-utotisztitasa-es-az.html>
- <http://docplayer.hu/4806422-A-szurke-szennyviz-tisztitasanak-modjai.html>
- http://users2.ml.mindenkilapja.hu/users/szolflev/uploads/vizkezeles_es_szennyviztisztitas.pdf
- http://www.constructedwetlands.net/Constructed_Wetlands_total_hon_sec.pdf

10. Mellékletek

1.sz melléklet :A 2000 lakosegyenérték alatti települések döntési lehetőségei

2.sz melléklet: A tisztított szennyvíz elhelyezésének lehetőségei, a vonatkozó határértékek

3.sz melléklet: Az oldómedence után alkalmazott szivárogtató rendszer és a védőtávolságok

4.sz melléklet: A szennyvíz elszikkasztása esetén leggyakrabban használt fafajok

5.sz melléklet: A tisztított szennyvíz elszikkasztása faültetvényen

6.sz melléklet: Az alkalmazható természetközeli rendszerek I.

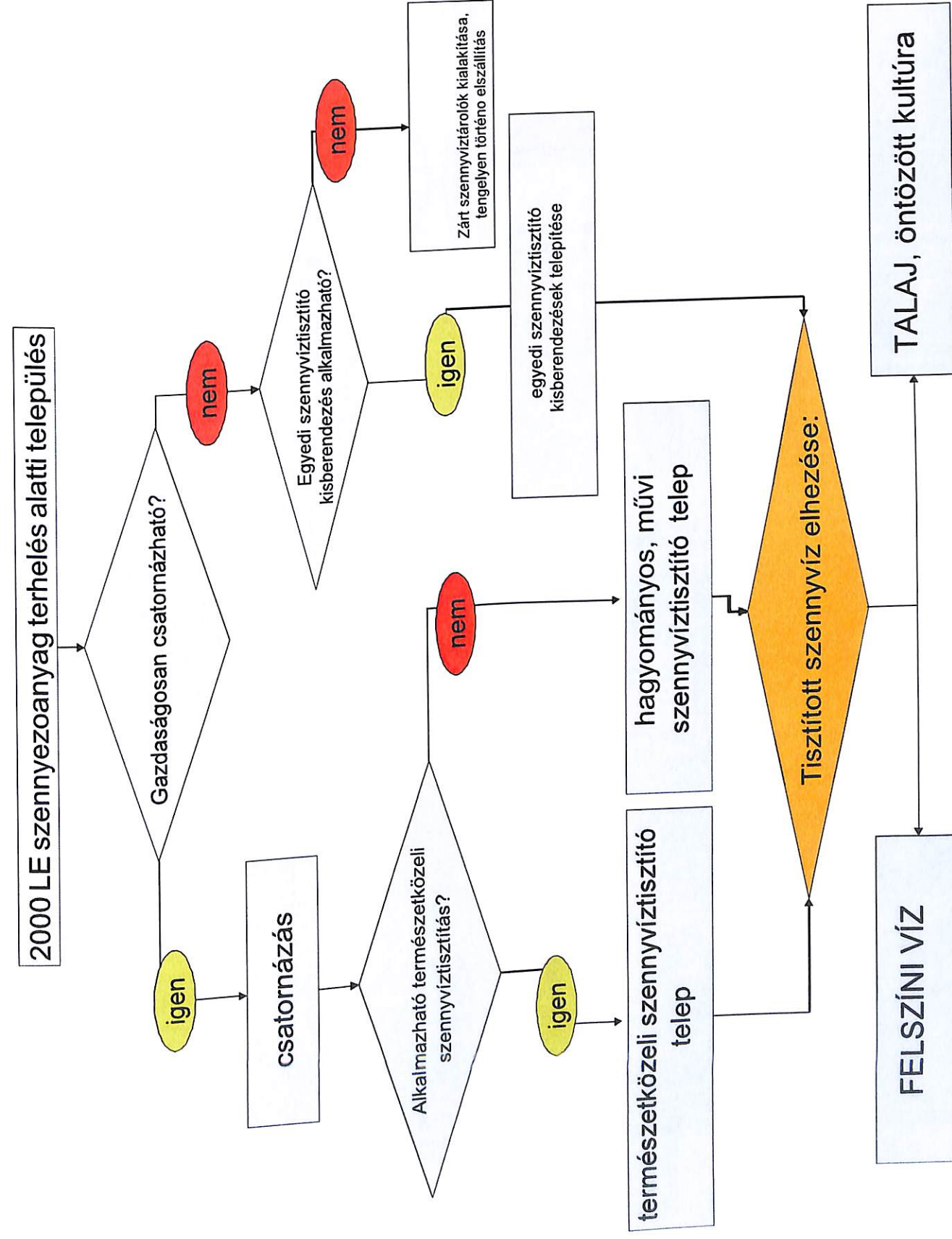
7.sz melléklet: Az alkalmazható természetközeli rendszerek II.

8.sz melléklet: Helyszínrajzi adatok

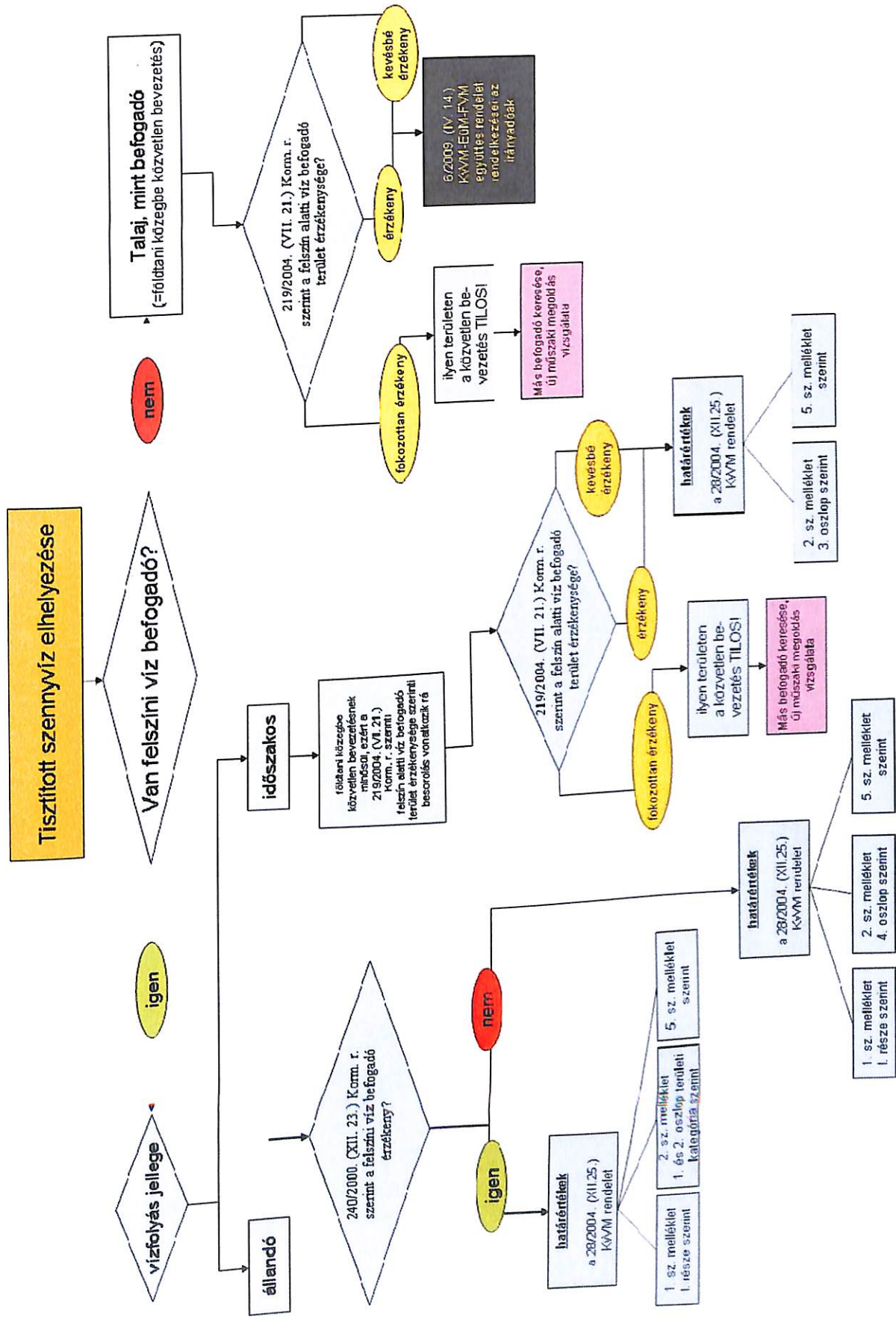
TT-1 sz. Rajz: Helyszínrajz 1:5000 (Somlóvásárhely szennyvízcsatornázásának terve)

TT-2 sz. Rajz: Hossz-szelvény 1:2000 (Somlóvásárhely szennyvízcsatornázásának terve)

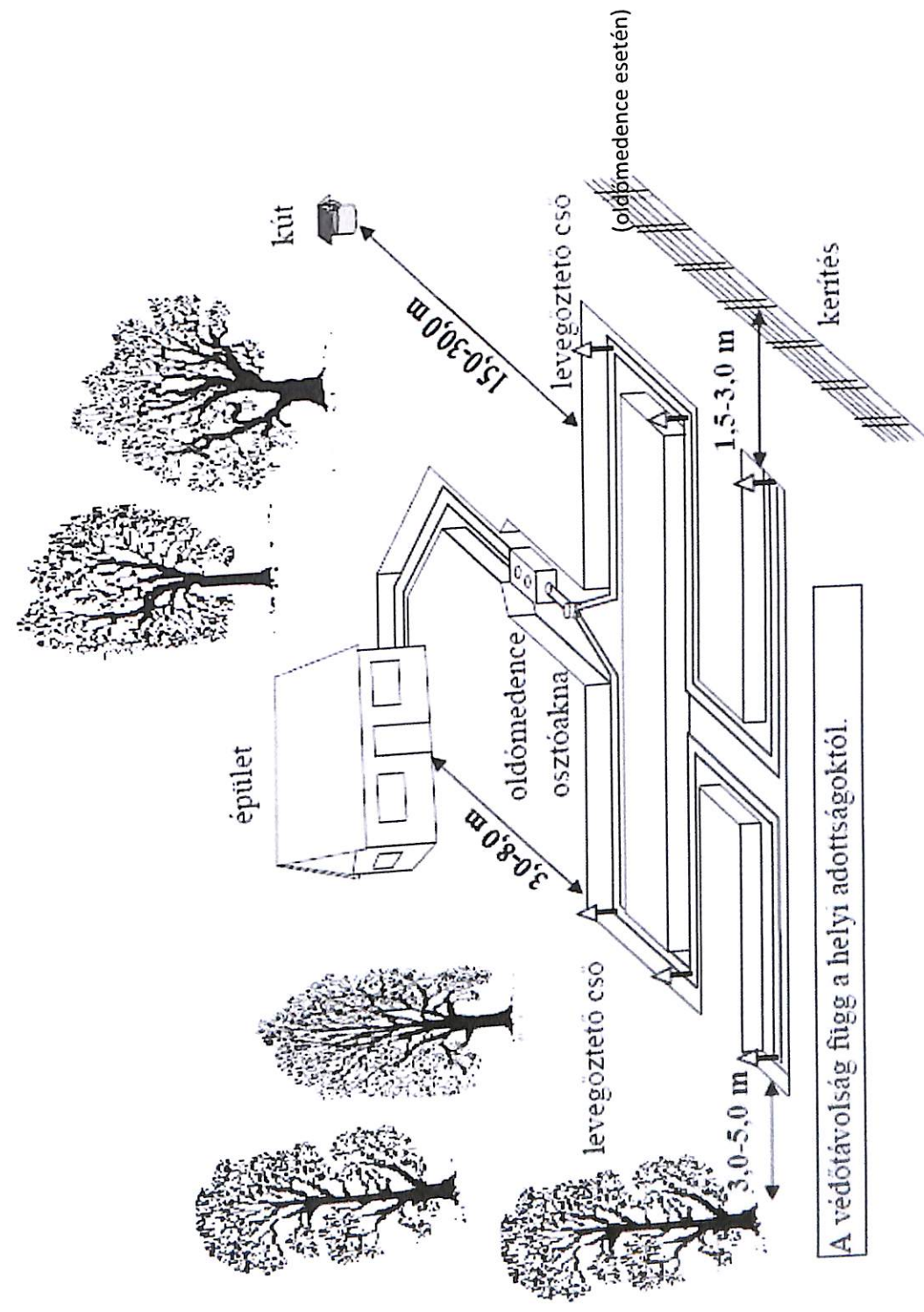
1. számú melléklet: A 2000 lakosegyenérték alatti települések döntési lehetőségei



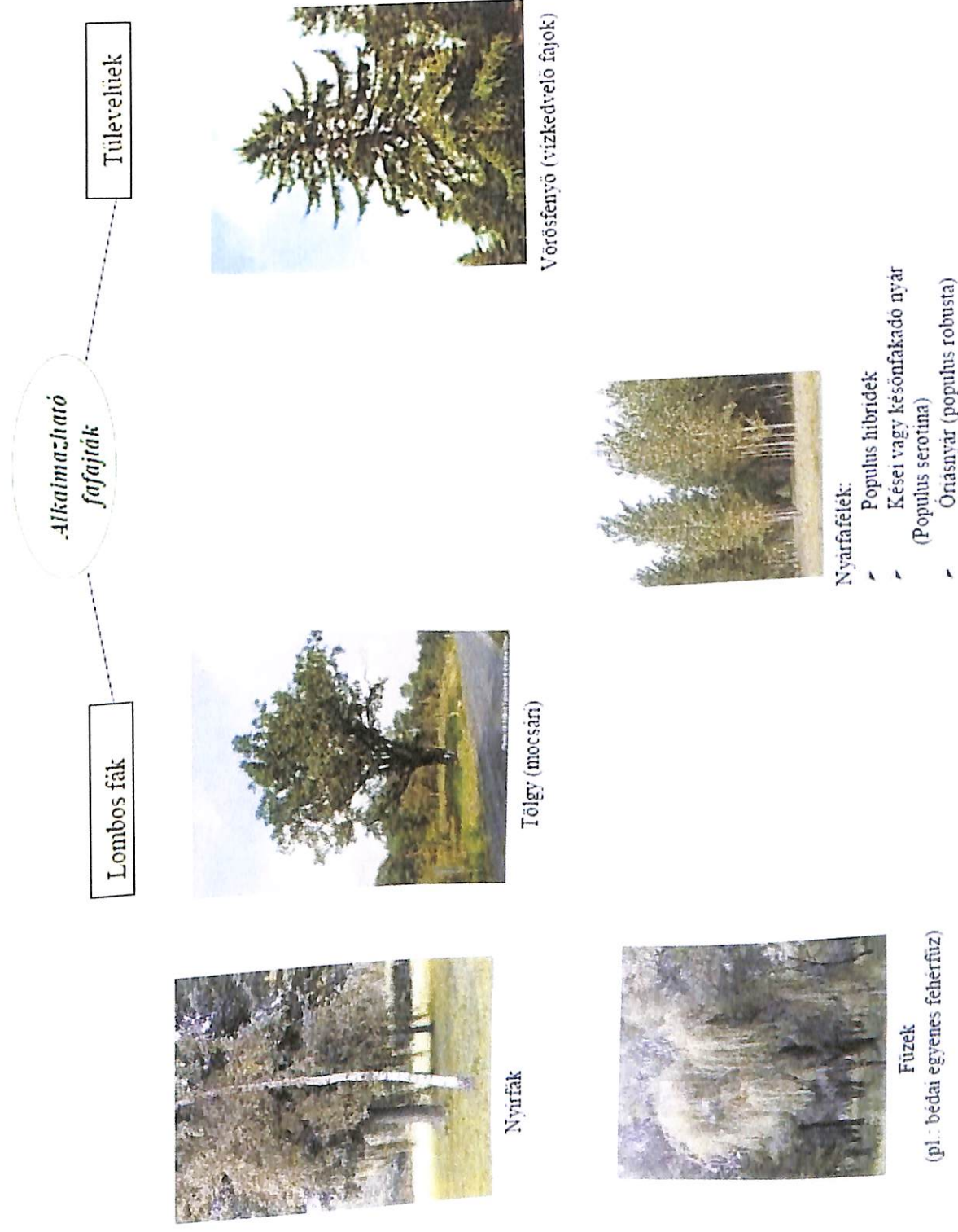
2. számú melléklet: A tisztított szennyvíz elhelyezésének lehetőségei, a vonatkozó határértékek (2010. február 1-jei állapot)



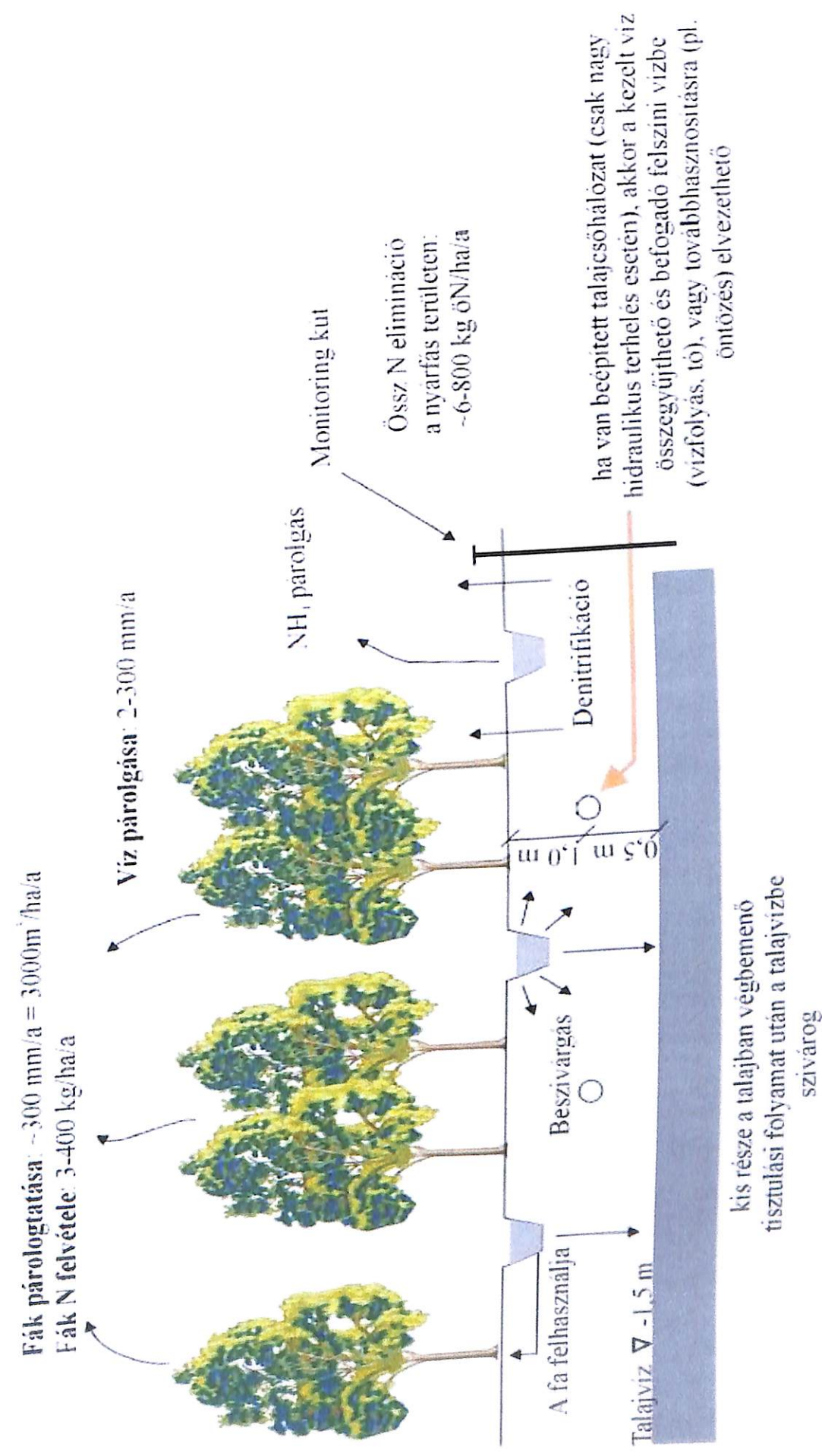
3. számú melléklet: Az oldómedence után alkalmazott szivárogtató rendszer és a védőtávolságok



4. számú melléklet: A szennyvíz elszikkasztása esetén leggyakrabban használt fafajok

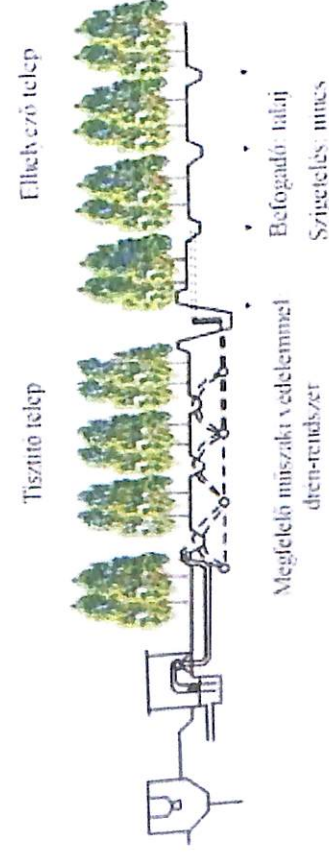


5. számú melléklet: A tisztított szennyvíz elszikkasztása faültetvényen

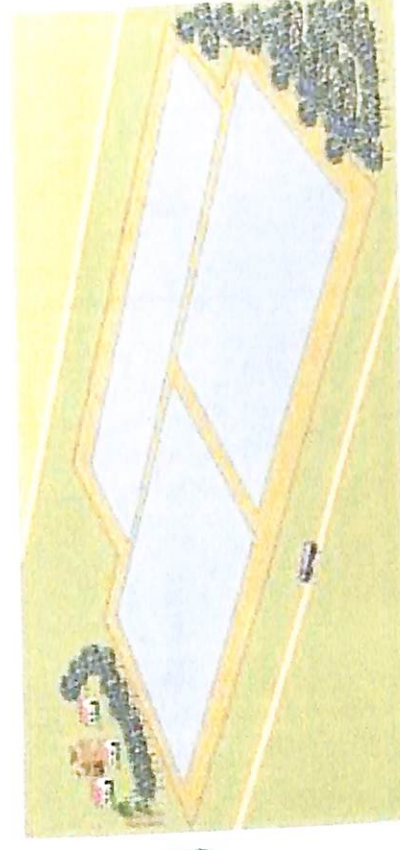


6. számú melléklet: Az alkalmazható természetközeli rendszerek I.

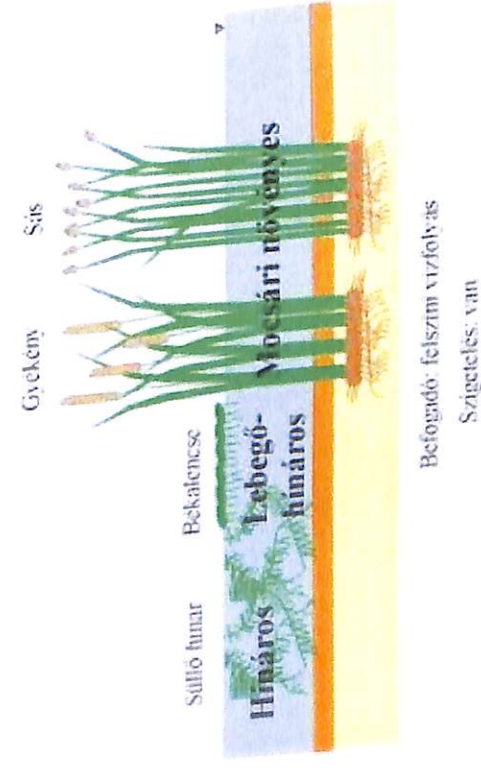
- Fautervényes (talajbiológiai) rendszer



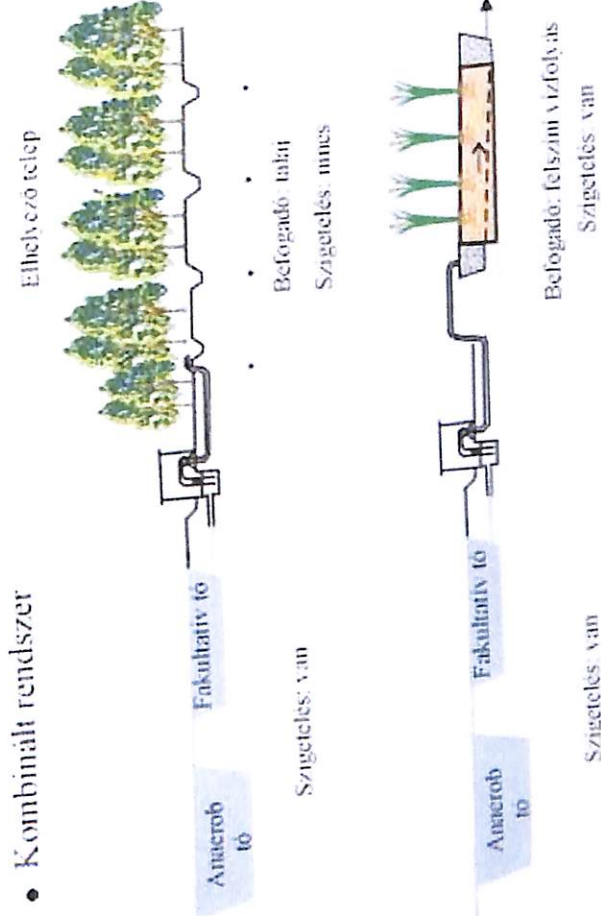
- Tavas rendszer



- Épített víznövényes rendszer



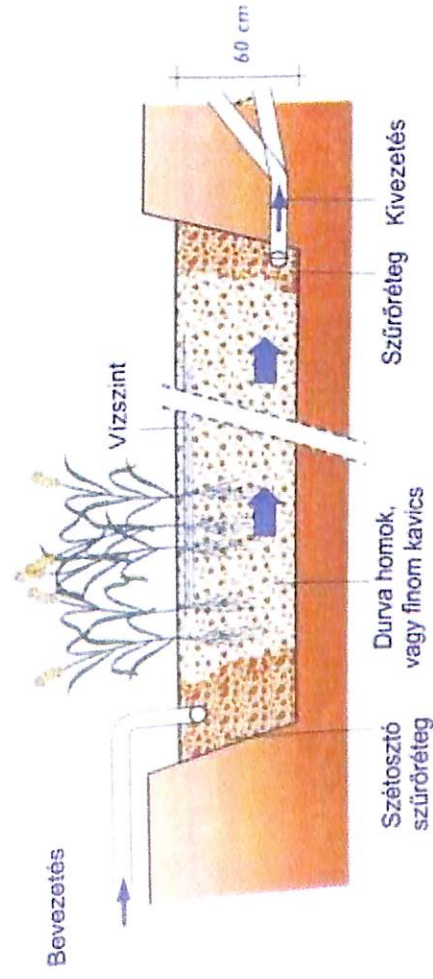
- Kombinált rendszer



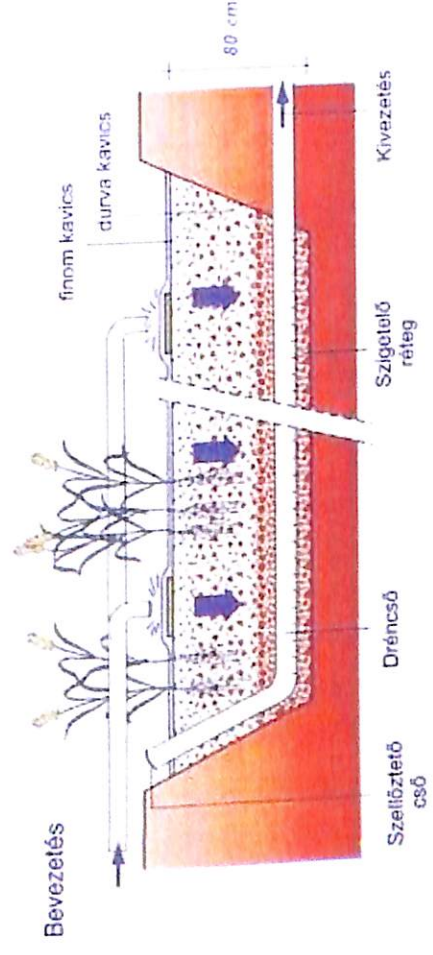
7. számú melléklet: Az alkalmazható természetközeli rendszerek II.

Gyökérmezos rendszerek:

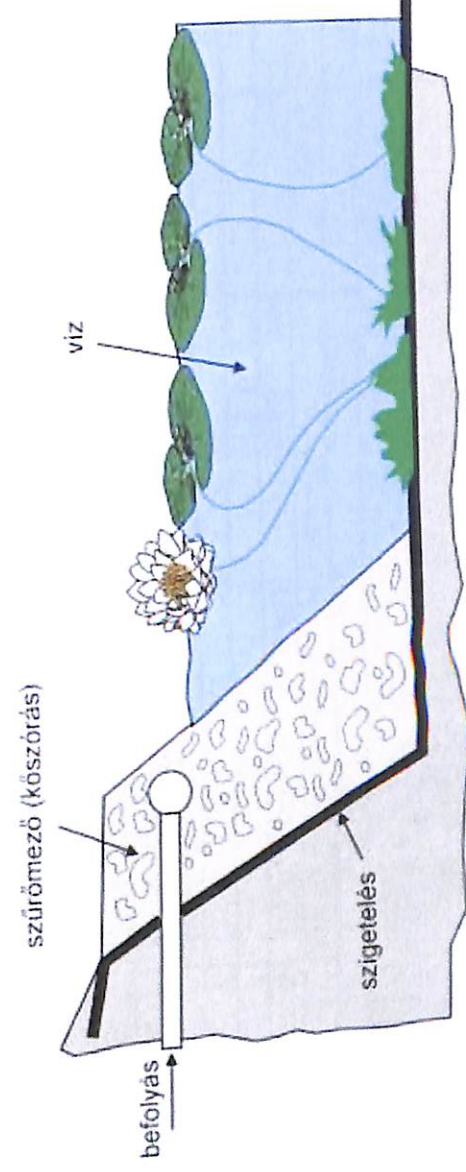
VÍZSZINTES ÁTFOLYÁSÚ RENDSZER



FÜGGŐLEGES ÁTFOLYÁSÚ RENDSZER



Lebegőhínáros rendszer:

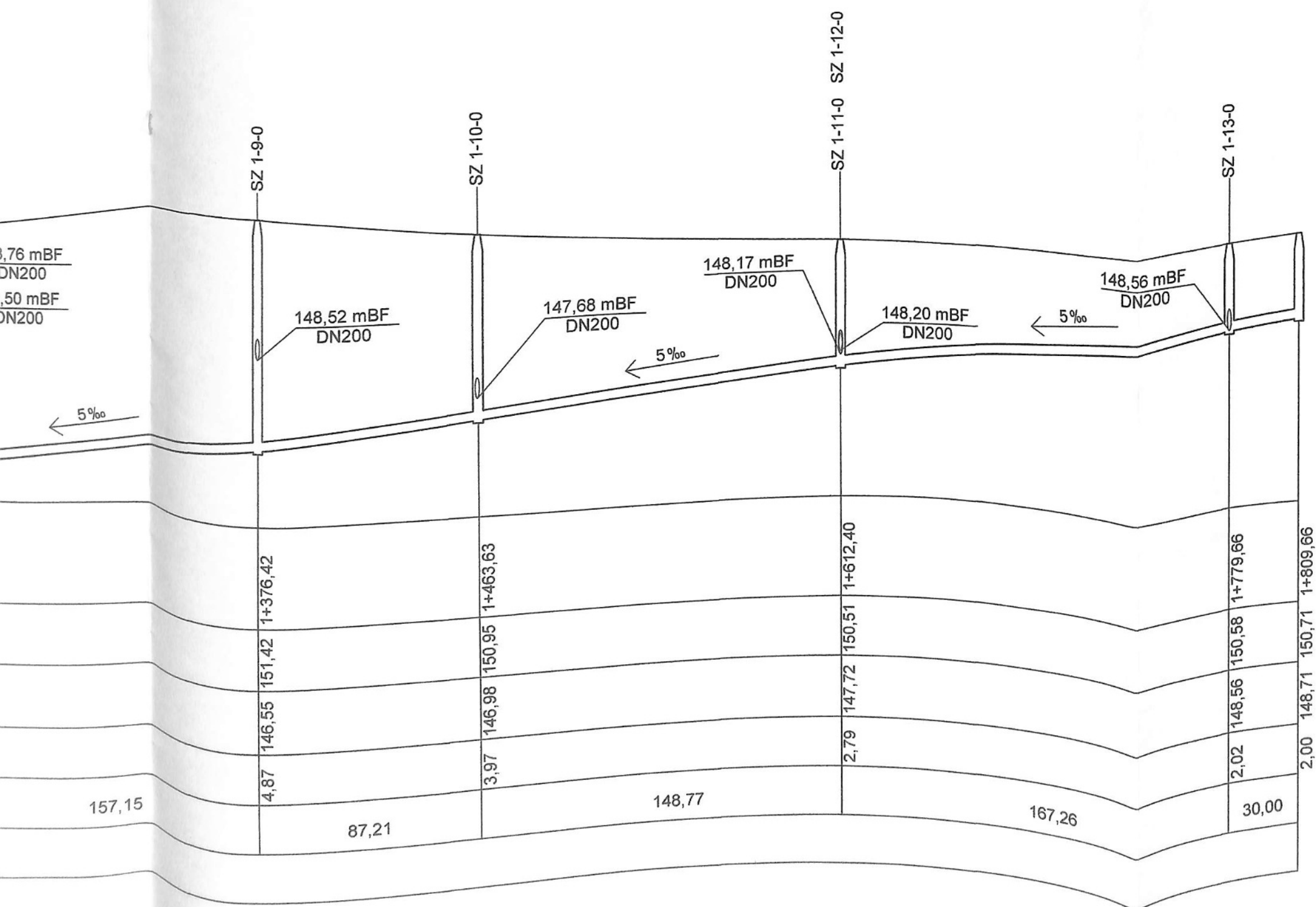


8. számú melléklet: Helyszínrajzi adatok

Mellékgyűjtők	Szelvényszám	Terepszint [mBf]		Folyási fenékszint [mBf]		Teljes hossz [m]	DN	Leásás [m]	
		Sz.e.	Sz.v.	Sz.v.	Sz.e.			Sz.e	Sz.v
1-1-0	0+281,88	0+682,22	150,55	151,73	146,98	149,73	400,34	200	3,57
1-1-1	0+561,22	0+600,68	151,22	151,28	149,13	149,32	39,46	200	2,09
1-2-0	0+315,88	0+693,08	150,65	153,83	147,15	151,83	377,20	200	3,50
1-2-1	0+426,58	0+480,72	152,22	152,63	150,22	149,95	54,14	200	2,00
1-2-2	0+564,58	0+593,42	153,74	154,00	151,19	152,00	28,84	200	2,55
1-3-0	0+706,20	0+757,49	152,34	152,40	150,14	150,40	51,19	200	2,00
1-4-0	0+821,84	1+487,26	151,70	152,10	146,77	150,10	665,42	200	4,93
1-4-1	0+857,57	0+929,5	151,30	150,80	148,44	148,80	71,93	200	2,86
1-4-2	0+974,28	1+066,13	151,43	152,22	149,34	149,80	91,85	200	2,09
1-4-3	0+974,28	1+040,66	151,43	151,19	147,53	149,19	66,40	200	3,90
1-5-0	0+887,45	1+366,56	151,12	152,00	147,60	150,00	479,11	200	3,52
1-5-1	1+147,64	1+247,64	151,26	152,10	149,26	149,76	100,00	200	2,00
1-5-2	1+259,57	1+359,57	151,88	151,96	149,46	149,96	100,00	200	2,42
1-5-3	1+366,56	1+446,56	152,00	152,97	150,00	150,40	80,00	200	2,00
1-6-0	0+950,85	1+260,86	150,60	151,35	147,80	149,35	310,00	200	2,80
1-6-1	1+019,57	1+189,57	151,00	151,12	148,14	149,00	170,00	200	2,86
1-7-0	0+969,67	1+356,71	150,42	151,70	147,51	149,76	387,04	200	2,91
1-7-1	1+193,51	1+364,76	151,00	151,73	148,95	149,80	171,25	200	2,05
1-7-2	1+258,51	1+312,21	151,38	151,50	149,27	149,53	53,70	200	2,11
1-8-0	1+219,27	1+384,27	150,76	151,32	148,50	149,32	165,00	200	2,26
1-9-0	1+376,42	1+573,69	151,42	151,51	148,52	149,51	197,27	200	2,26
1-10-0	1+463,63	1+706,97	150,00	150,90	147,68	148,90	243,34	200	2,32
1-11-0	1+612,40	1+777,74	150,51	151,00	148,17	149,00	165,34	200	2,34
1-12-0	1+612,40	1+399,40	150,51	150,63	148,20	148,63	87,00	200	2,31
1-13-0	1+779,66	1+964,66	150,58	151,28	148,56	149,43	185,00	200	2,02
			Mellékgyűjtők összesen:			4740,82 m			
Főgyűjtő:									
1-0-0	0+000,00	1+809,66	150,20	150,71	145,57	148,71	1809,66	200	5,14
				A teljes közműhálózatra jutó csővezetékek hossza:					6550,48 m







SZIE-YMÉTK		Tantárgy/félév: Szakdolgozat 2018/19/1	
Terv megnevezése: Somlóvásárhely szennyvízcsatornázásának terve		Rajzszám: TT-2	Lapméret: Egyedi 297*1260 mm
Rajz megnevezése: Hossz-szelvény 1-0-0		Méretarány: H=1:2000 V=1:100	
Név: Füldös Martin	Nepi: [Redacted]	Konzulens: Dr. Kucsák Mónika	Dátum: 2018.05.15

1-0-0 számú főgyűjtő

