

**Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar,
Közmű és Mélyépítési Tanszék**

TOLMÁCS KÖZSÉG SZENNYVÍZELHELYEZÉSÉNEK VIZSGÁLATA

The investigation of sewage disposal in Tolmács

Készítette: **Gyuricza Gergő**, Építőmérnök BSc hallgató

Konzulens: Prof. Emerita Dulovics Dezsőné, dr.
Dr. Dulovics Dezső, PhD. c. egyetemi tanár

2012.

Tartalomjegyzék

1. A témaválasztás indoklása	3
2. Tolmács település jellemzése	3
2.1. Tolmács elhelyezkedése	3
2.2. Település bemutatása.....	4
2.3. Domborzati viszonyok	4
2.4. Jelenlegi szennyvízelhelyezés	5
3. Lehetséges megoldási módok (A szennyvíz elhelyezés jövője)	7
3.1 Csatornázás.....	7
3.1.1. A tervezett csatornahálózat ismertetése	8
3.1.2. Csatornázás gazdaságosságának vizsgálata	9
3.1.3. A csatornák költségei.....	10
4. Szennyvíztisztítás megválasztása	12
4.1. A szennyvíztisztítás lehetőségei	13
4.1.1. Mesterséges szennyvíztisztítási eljárások.....	14
4.1.2. Természetes (természetközeli) szennyvíztisztítási eljárások.....	14
5. Települési folyékony hulladék elhelyezése Aparhant településen.....	15
6. Szennyvíz összetevőinek hasznosítása „suháng-fűz” termesztésével.....	17
7. A talajbiológiai szennyvíztisztító telep	18
7.1 A szennyvíztisztító telep méretezése.....	18
7.1.1 Mechanikai szennyvíztisztítás.....	19.
7.1.2. Nyárfás mező méretezése.....	21
8. A természet-közel szennyvíztisztítás létjogosultságának bizonyítása dinamikus költségelemzéssel.....	23
8.1 Dinamikus költségelemzés kiindulási adatai	23
8.2. Költségek számítása	24
8.2.1. „A” alternatíva (csatorna).....	24
8.2.2. „B” alternatíva (tárolás és szállítás)	25
8.3 Eredmények kiértékelése	26
9. konklúzió.....	27
Irodalom jegyzék	28
Függelék	29-35

1. A témaválasztás indoklása

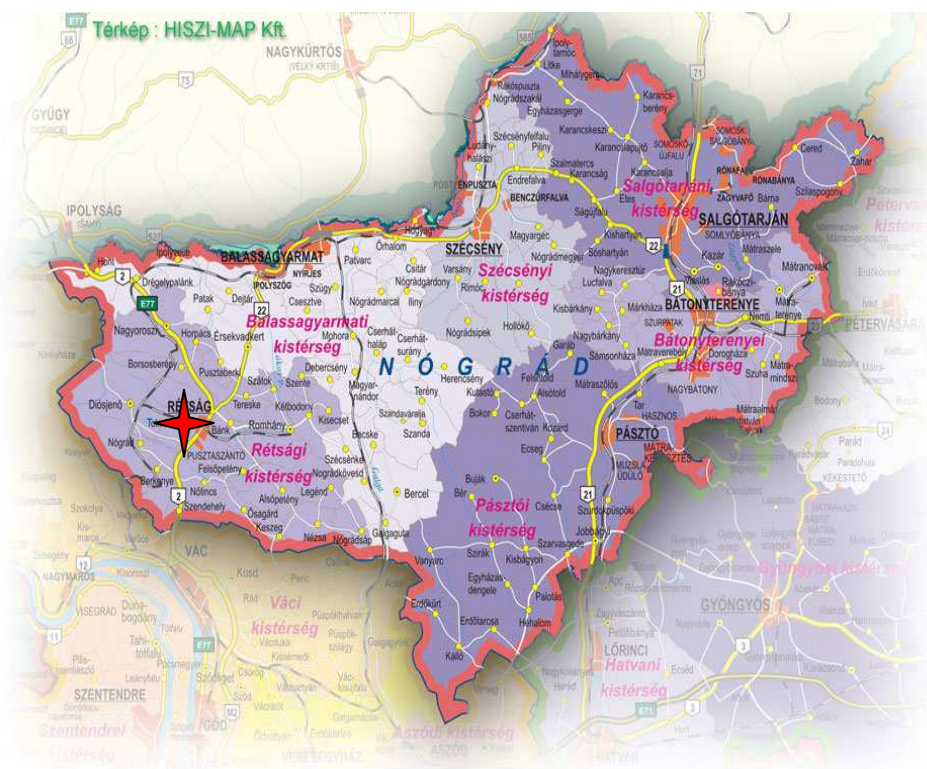
Hazánkban az elmúlt húsz évben a csatornázás és szennyvíztisztítás nagyarányú fejlődésen ment át. A nagyobb városok, és települések zöme a problémát már megoldotta – kiépítették és üzemeltetik a csatornázást és szennyvíztisztítást. Tanulmányomban vizsgálom, hogyan oldódhat meg a probléma szülőfalumban –Tolmácson.

2. Tolmács település jellemzése

2.1. Tolmács elhelyezkedése

Tolmács Nógrád megye nyugati részén, közvetlenül a Börzsöny hegység keleti lábánál fekszik. Éghajlata mérsékelt hűvös és száraz. Nógrád megye nyugati része az ország leghűvösebb területeihez tartozik. Az évi átlag hőmérséklet 8-10 °C, ez Tolmácson, 9 °C, de a közeli Börzsönyben a 8 °C –t sem éri el. A hőmérséklet közepes évi ingadozása 21,7 °C. Az éves hőmérsékleti maximumok sokévi átlaga 34 °C- alatt marad. Az éves hőmérsékleti minimum -18 -19 °C.

Az uralkodó szélirány Ny-i, a térségében az átlagos szélesség < 2 m/s, szélviharok fellépésének gyakorisága ebben a térségben a legkisebb.



1. ábra Nógrád megye térképe

2.2. Település bemutatása

Tolmács Budapesttől 54 kilométer távolságra, északra, a Jenői- és a Tolmácsi-patak kelet-nyugati irányú völgyében fekszik. A 2-es útról lekanyarodva közelíthető meg. Nevét a honfoglalás után egy évszázaddal a Kárpát-medencébe települt egyik besenyő törzsről kapta.

A településen található 340 ingatlanon jelenleg 740 lakos él. Az összes ingatlanból 323 ingatlan van rákötve, az ivóvízvezeték-hálózatra (KSH 2010)

A **2. ábrán** a település légi felvételét, a **3. ábrán** Tolmács község távolságát a szennyvíztisztító teleptől mutatjuk be.



2.ábra A település légi felvétele (Google Earth)



3. ábra A SZVTT távolsága
(<http://utvonalterv.hu>)

2.3. Domborzat és talajviszonyok

A község településszerkezete szennyvízcsatornázás szempontjából kedvezőtlen adottságú, helyenként laza beépítésű, több kisebb településrészből áll. A település talajviszonyainak jellemzése Keszey T. (1979) és Lelik J. (1980) -ban készült talajmechanikai feltárás adataival készült, lásd: Függelék 22-24. ábrákon. Valamint az általam végzett szikkasztási próbák, melyet a 7.1.2 pontban ismertetek. Egyes helyeken a térszín felső 0,3 – 0,8 m vastag humuszos rétege alatt általában több méter vastag szemcsés talaj található, mely zömmel iszap és homok. Néhány fúrásban a fedőréteg és a szemcsés talajréteg között agyagtalaj is található, míg a nem sokkal távolabb lévő fúrásokban szinte csak agyagtalaj látható. Általában változó talajviszonyokat lehet találni melyek különböző szivárgási tényezőkkel jellemezhetők. Agyag és szemcsés talajok váltakozva települtek a település területén. A talajvíz szintje mélyen van, a domboldali területeken néhány fúrásban a fúrás aljáig nem észleltek talajvizet, a patak völgyekben a nyugalmi talajvíz szintje 0,8-1,8 m között változik. (Cifka J. 2008, Keszey T. 1979, Lelik J. 1980)

2.4. Jelenlegi szennyvízelhelyezés

Jelenleg Tolmácson elviekben az összes háztartás decentrális elhelyezésű zárt, szennyvíztárolót alkalmaz. A keletkező szennyvizek az ingatlanokon belül tárolásra kerülnek, majd szippantással, tengelyen szállítják el az Észak Budapesti Szennyvíztisztító Telepre.

A környéken keletkező TFH-t – 2011-ig – a Bánki szennyvíztisztító telepen fogadták. Itt azt 1500 Ft/m³ + ÁFA díjon vették át, ami egyrészt irreálisan magas volt a szállító cégnek, másrészt a Bánki telep elérte kapacitásának határait, így nincs rá lehetőség, hogy a továbbiakban is itt történjen a szennyvíz tisztítása. 2012-től már az 54 km-re lévő Észak Budapesti szennyvíztisztító telepre szállítanak, ahol 360 Ft/ m³ + ÁFA az átvételi díj. Ehhez kapcsolódik a megnövekedett fuvar költség, melyet azonban kénytelenek a lakosságra áthárítani, ami 3000 Ft/ m³-es fogyasztói árhoz vezetett. Eddig egy m³ szennyvíz elszállításának lakossági költsége 2000 Ft volt. A továbbiakban is várható áremelkedés, hiszen a nagy távolság miatt az árat elsősorban az üzemanyag ára határozza meg, melynek körülbelül 60%-os az aránya az összköltségből.

A korábbi TFH szállítási távolságokra készített költségvizsgálatok eredményeiből (Dulovics Dné. 1993) megállapítható, hogy – a vizsgálat során feltételezett szélsőértékeket reprezentáló adatokkal a minimum szélsőértékek esetén – a TFH előkezelő mű megtérülési ideje az ellátott lakos számtól függően változik, elérheti az egyéves és meghaladhatja az ötéves megtérülést. Az egyéves megtérülésnél L határ= 23 km átlagos szállítási útvonal határérték 5000 lakás esetén változik, elérheti az egyéves és meghaladhatja az ötéves megtérülést. Ha ötéves megtérüléssel számolunk, az átlagos szállítási útvonal határértéke a lakásszám függvénye, az alábbi:

L határ (km)	lakásszám(db)
7,0	2000
6,8	2280

A maximum szélsőértékek esetén az előkezelő beruházásának már egy éves megtérülésével is számolhatunk és a határtávolságok itt is a lakásszám függvényeként jelentkeznek az alábbiak szerint:

L határ (km)	lakásszám (db)
7,0	5000
6,5	8500

Ha ötéves megtérülési idővel számolunk, az átlagos szállítási útvonal határértéke: L határ = 2 km

Vizsgálatunk tartományában, már a lakásszámtól függetlennek tekinthető, vagyis főként csak a fajlagos szennyvízhozam, illetve a települési folyékony hulladék kibocsátásától függő érték.”

Elemezve az adott térségben a szállítási határtávolságot, a jelenlegi, 54 km szállítási távolság egyéves megtérülés esetén is a kétszerese a gazdaságosnak tekinthető L határ értékének. Meg kell azonban jegyezni, hogy ezek a megállapítások akkor tekinthetők érvényesnek, ha az akkori árarányok és a jelenlegiek a szállítási költségek és beruházási költségek tekintetében megegyeznek.

Így a jelenlegi TFH elhelyezéséről elmondható, hogy nem gazdaságos, mivel a szállítási távolság túlságosan nagy a település méretéhez képest, (Dulovics, Dné 1993/b).

Felmérésem alapján azonban a valóságban csupán a háztartások 10-20% veszi igénybe a szennyvízszállítási szolgáltatást, főként ennek jelentős költségvonzata miatt. A többi esetben, más „módszerekhez” folyamodnak. A település bizonyos részein a szürke szennyvíz közvetlenül a vízelvezető árkokba folyik, ahonnan a vízfolyásokba jut. Ezen háztartások esetében a fekáliát a kertek végében ásott gödrökben helyezik el.

Ahol a fekete- és szürke szennyvíz együtt kerül tárolásra ott sem jobb a helyzet. Mindennaposnak számít, hogy a szennyvizet szivattyúzzák vagy „vödörzik”. Esetlegesen az a „tárolókön” kialakított túlfolyón keresztül jut közvetlenül a felszíni vízfolyásokba. Ezen túl a tárolók túlnyomó többsége nem zárt kialakítású.

A 4.,5.,6. és 7. ábrákon az említett gyakorlatot mutatjuk be.



4. ábra Szürke szennyvíz bevezetés a patakba



5. ábra Tároló ürítése szivattyúval



6. ábra Szürke szennyvíz kivezetése



7. ábra TFH „elhelyezése” csőátereszbe

A jelenlegi megoldás nagymértékben környezetkárosító. Túl a szennyvízszállítás környezetterhelő hatásán, a kialakított tárolók sok esetben nem megfelelően szigeteltek, nincsenek rendszeres időközönként karbantartva, így az ott tárolt szennyvíz egy része a talajba szivárog. Nem is beszélve a már a 4.- 7. ábrákon bemutatott megoldások környezeti hatásairól.

Ez egyaránt károsítja a felszíni és a felszín alatti vizeket a nem tisztított szennyvíz környezetbe kerülése folytán, ami különösen veszélyes Tolmács település esetében, hiszen ott néhány háztartásban kerti talajvíz-kutakból nyerik az ivóvizet.



8. ábra Közkút („artézi”)

3. Lehetséges megoldási módok (A szennyvíz elhelyezés jövője)

Tolmács község esetében a lehetséges szennyvíz elhelyezési módok közül a csatornázást helyezik előtérbe, mivel lehetőség nyílt EU-s támogatást igénybevételeire. A szennyvíz elhelyezés más lehetséges megoldásai ezért nem lettek megvizsgálva, így nem ismerik kellőképpen, nincsenek tisztában ennek lehetséges előnyeivel, hátrányaival, költségeivel, megvalósíthatóságával, környezeti szempontjaival. Ezen pontban szeretném megvizsgálni, hogy valóban a csatornázás minősül-e a legjobb megoldásnak Tolmács település esetében.

3.1 Csatornázás

A csatornázás ott szükséges, ahol a vízvédelmi érdek szükségessé teszi, tehát nem kell mindenhol csatornázni! Ahol nincs vízvédelmi érdek, ott legfőképp a gazdaságosságot kell mérlegelni a lakosságsűrűség, a település fejlődő-képessége és a rá csatlakozások számának függvényében.

Általánosságban elmondható, hogy 2000 LE (lakosegyenérték) feletti települési agglomerációk esetén gazdaságos a csatornázás (de ott sem minden esetben) akkor, ha a laksűrűség 25-30 fő/ha, a 45 lakás/1 km csatorna, illetve 120 fő/1km csatorna fajlagos értékeket meghaladja. A 2000 LE szennyezőanyag terhelés alatti településeknél a legmegfelelőbb szennyvíztisztítás megoldásának kiválasztásához minden esetben részletes gazdaságossági, hatékonysági vizsgálatok szükségesek. Ennek háttéréül meg kell vizsgálni a településen élők életmódját, szociológiai, demográfiai, műszaki, ökológiai és gazdasági viszonyait.

A fenti vizsgálatok nem, vagy csak részben valósultak meg. A Tolmácsi Önkormányzat Európai Unió pályázaton – az engedélyezési tervek és a megvalósíthatósági terv alapján – 393 M forintot igényelt csatorna építésére, melyhez 43,7 M forint önerő szükséges. A pályázat során igényelt Ft összeg felhasználását a **1. táblázat** szemlélteti, ami egyúttal csatornázás bruttó beruházási költségei képviseli.

A fejlesztés tervezett pénzügyi kereteinek összefoglalása:

Bruttó értékek:

Projekt előkészítés:	Tervezés	18 792 600
Projektmenedzsment:	Projektmenedzsment	7 076 200
Mérnöki, szakértői díjak:	A kivitelezés műszaki ellenőrzése	5 630 000
Tanácsadás:	Tanácsadás:	2 100 000
Építési munkák:	Kiviteli munkálatok	394 727 200
Nyilvánosság biztosítása:	Emléktábla, újsághirdetés, honlapon való megjelenítés	900 000
Közbeszerzési költségek:	Lebonyolítás	4 370 000
Ingatlankezelés:	Földvásárlás	3 600 000
Összesen:		437 196 000

1. táblázat Pénzügyi keretek összefoglalása”b” változat, Forrás: Megvalósíthatósági Tanulmány (2007)

A megvalósíthatósági tanulmányban két lehetséges alternatíva szerepelt, ezek a szennyvíz tisztításának helyétől és módjában különböznek, úgy mint:

- a.) önálló szennyvíztisztító telep építése, (480 MFt) vagy
- b). a rétsági csatornahálózatra csatlakozva, a szennyvíz a Rétsági SZVTT –re való szállítása.¹ (437MFt)

A község polgármestere elmondása szerint, az önálló szennyvíztisztító telep építésére már kaptak elvi-vízjogi engedélyt, azonban mivel ez sokkal költségesebb, mint a rétsági csatornahálózatra való rácsatlakozás, ezért a falu vezetése úgy döntött, hogy a második megoldást választja. Azonban erre még nem kapták meg az elvi vízjogi engedélyt.

3.1.1. A tervezett csatornahálózat ismertetése

A tervek szerint – egybehangzóan a tervek és az elmondás alapján – a csatornahálózat a település minden ingatlanjának biztosítja a rácsatlakozás lehetőségét. A tervezett csatornahálózat gravitációs gerinccsatornából épül, a részvízgyűjtők mélyvonulataiba összegyűjtve a szennyvizeket, innen átemelővel vezetve tovább, a települési végátemelő felé, ahonnan nyomóvezetéken jut el a szennyvíztisztító telepre. A településen 4 db átemelő megépítését tervezik. Az ingatlan csatlakozások többnyire gravitációs- (290 db), ahol a gravitációs megoldás, nem lehetséges oda házi átemelőket terveztek (49 db).

- A tervezett összes gravitációs csatornahossz: egyöntetűen DN 200 méretben összesen 5 162 m.
- Összes nyomócső hossza: 230 m.
- Tervezett gravitációs ingatlancsatlakozások: egyöntetűen DN160 méretben, (290 db) összesen 2775 m. (Cifka J. 2008)

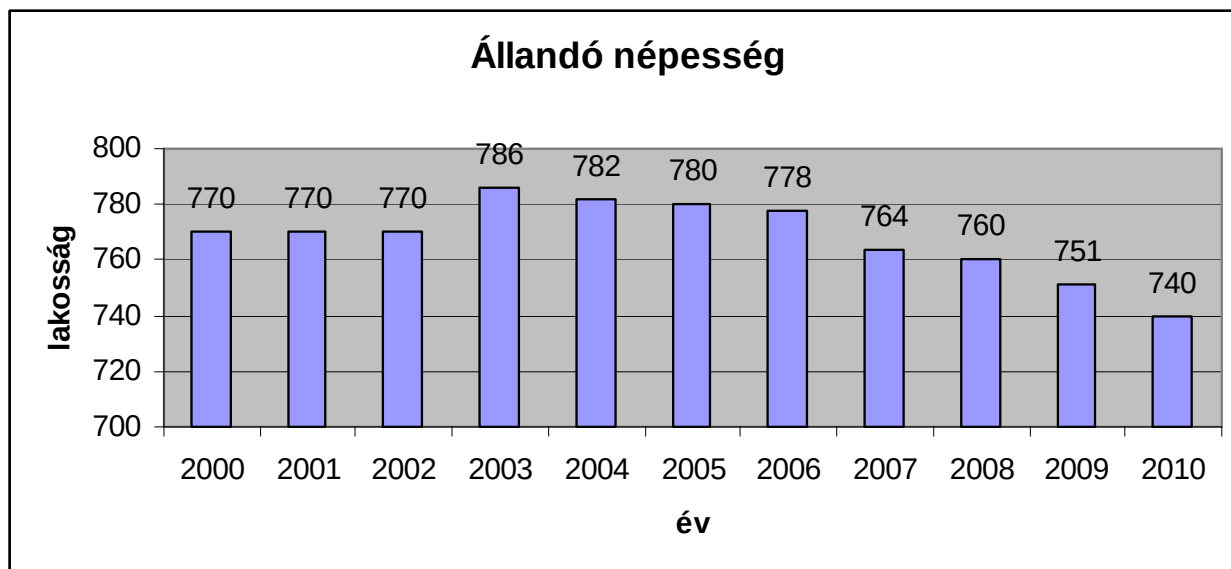
¹ Plantor Kft.

3.1.2. Csatornázás gazdaságosságának vizsgálata

A fenti adatok alapján látható, hogy ideális esetben (ha mindenki csatlakozik a hálózatra), akkor 66 lakás/km csatorna és 144 lakos/km csatorna mutatókat kapjuk. Ezek ugyan megfelelnek a 45 lakás/km és a 120-130 fő/km által meghatározott alsó küszöbértéknek, ami alatt gazdaságtalannak tekinthető a csatornázás, ha azt vízvédelmi érdek nem indokolja. Azonban, hogy a valósághoz igazodóbb adatokat kapjunk, az alábbi gondolatokat kell megvizsgálunk. Egyes utcákat vagy településrészeket külön-külön megvizsgálva, sok helyen a fent említett küszöbértékek nem teljesülnek. A csatornára való rákötések eloszlását lásd: függelék 25. ábra. Mivel nem fejlődő településről van szó, ezért a lakosság számának csökkenésével számolhatunk, ami miatt a küszöbértékek alá fog csökkenni a használók száma. Ezért a csatornával ellátott terület lehatárolását tartom szükségesnek.

Valamint ha figyelembe vesszük az ivóvíz vezetékre csatlakozott ingatlanok számát, és a csatornára való csatlakozás jelentős költségét, nem várható ideális eset, és valószínűsíthető, hogy jóval a becsült értékek alatt lesz a rácsatlakozók száma, minek következtében még nagyobb lesz az egy főre jutó költség a rácsatlakozók számára.

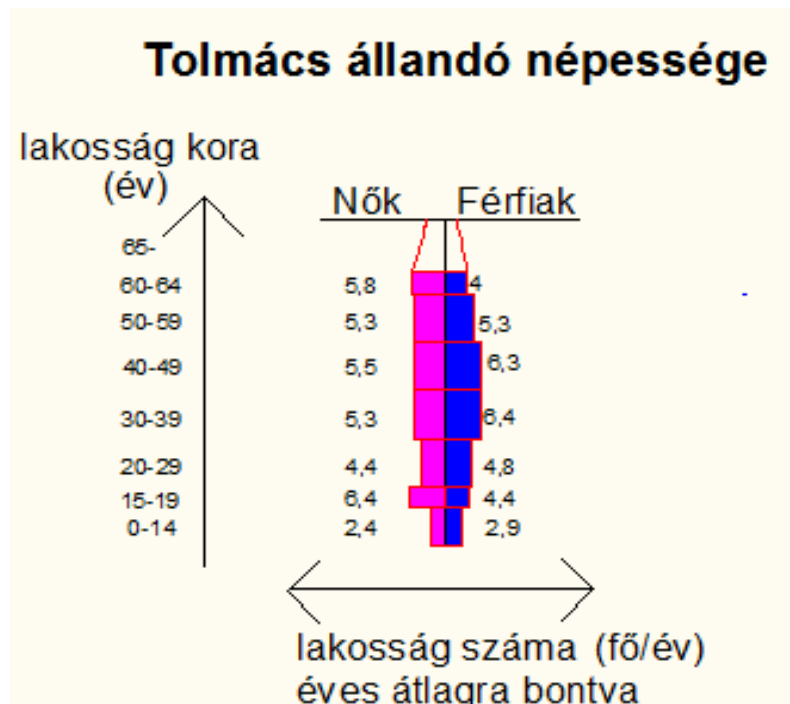
Tolmács település állandó népességének az utóbbi évtizedbeli alakulása a **9. ábrán** látható.



9. ábra Tolmács település állandó népességének alakulása 2000 és 2010 években

Az ábrából kitűnik, hogy a 2003 évtől Tolmácson folyamatosan csökken az állandó népesség, mégpedig évente átlagosan 5,75 fővel.

Ezt a tényt erősíti a település korfájának (**10 ábra**) alakulása is, ami bizonyítja, hogy nem fejlődő településről van szó.



10. ábra Tolmács népességének korfája (KSH adatok alapján)

Látható, hogy az előregedő település korfája fejen-áll. Az előző megállapítások előrevetítik a csatornázás gazdaságosságának kérdését a jövőben, melyet a fenntarthatóság miatt szigorúan szükséges vizsgálni.

3.1.3 A csatornák költségei (statikus módszer)

A csatornák költségei két részből tevődnek össze, úgymint beruházási, és éves költségek.

A **beruházási költségeket** Tolmács község csatornázása vonatkozásában már közöltük a 2. táblázatban. Ennek összege 437 196 000 Ft.

„Az **éves költségek** a közvetlen kiadásokból és a leírásokból tevődnek össze és tartalmazzák a folyamatos fenntartási költségeket is (melyek a csőhálózat esetében a beruházási költségek 0,2-0,5 %-át jelentik évenként), valamint az üzemzavarok megszüntetésével, illetve elhárításával kapcsolatos kiadásokat is.” (Dulovics Dné. 1993)

Tehát:

$$É = \ddot{U} + L \quad \text{Ft/a}$$

ahol

É- éves költség Ft/a

$\ddot{U}$ - üzemeltetés összes közvetlen költség Ft/a

L- leírások, kamatterhek Ft/a

Üzemköltségek ($\ddot{U}$):

- rezsi,
- anyag,
- szállítás,
- energia,
- bér- és bérjellegű költségekből és
- egyéb kiadásokból.

A előzőek szerint az éves üzemköltség az „A” projekt megvalósítása esetén: közelítőleg:
 $437 \text{ M Ft} \cdot 0,005 = 2\,185\,000 \text{ Ft/a}$ (3. táblázat segítségével)

Amortizációs költségek (L):

Az EU 60/2000 Víz Keretirányelvben szereplő „teljes költségmegtérülés” elve magába foglalja, hogy az amortizációs költséget meg kell jeleníteni a víz és csatornadíjjak szerkezetében. (MaVíz)

„Az amortizációs költségek (L) az amortizációs norma alapján kerülnek meghatározásra.”

Amortizációs költségek: A függelékben található 10. táblázat adatai alapján közelítőleg:

$$243.281.200 \cdot 0,022 = 5.352.186 \text{ Ft/a}$$

Tehát a csatornázás éves költsége:

$$5.352.186 + 2.085.000 = 7.500.000 \text{ Ft/a}$$

Ha feltételezzük, hogy minden lakás ráköt a csatornahálózatra, akkor a csatornázás fajlagos költsége

$$7.500.000 \text{ Ft/a} = \sim 22\,000 \text{ Ft/a} + \text{ÁFA}, + \text{a szennyvíztisztítás költsége.}$$

Amennyiben 400 Ft/m^3 szennyvíztisztítási költséggel és az infiltrációt és exfiltrációs vizeket nem vesszük figyelembe akkor a 3.5 részben található éves szennyvízmennyiség alapján:

$17\,870 \cdot 400 = 7\,148\,000 \text{ Ft} + \text{ÁFA}$ a szennyvíztisztítás várható költsége. Ez az összeg nagymértékben változhat a csatorna kivitelezésétől függően a csőhálózat vízzáróságának és a talajvizek függvényében, akár duplájára is növekedhet. Azonban érzékelhető, hogy közel egyenlő (vagy több) a csatorna fenntarthatósági költségeivel. Azaz éves szinten $\sim 50\,000 \text{ Ft/a}$ csatorna költsége lakásonként.

Ez az összeg alsó közelítés a, mivel:

- 2,2%-os éves amortizációval számoltunk pedig néhol ennél sokkal nagyobb (12%),
- Idegenvízzel, akár többszöröse is lehet a szennyvízmennyiség,
- a szennyvíztisztítás műtárgyainak fenntarthatóságának költségeit

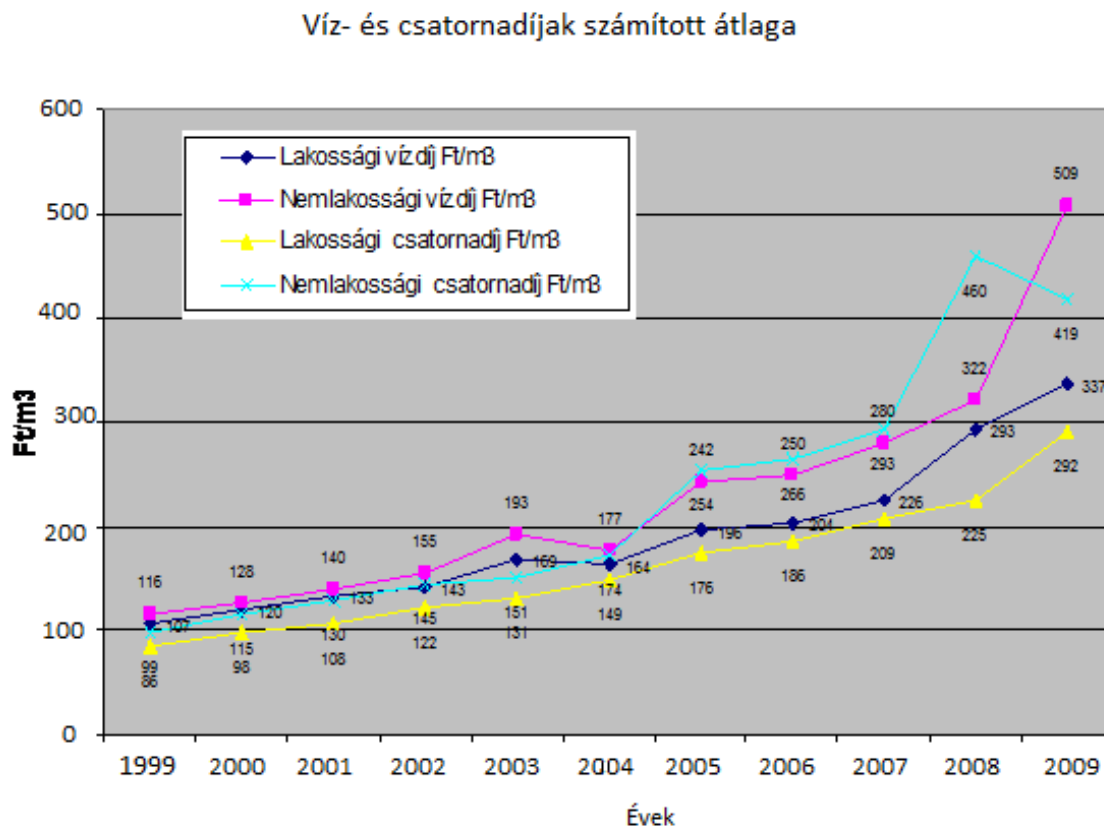
A jelenlegi helyzetet figyelembe véve, ha feltételezzük, hogy **zárt** szennyvíztárolóban tárolják a TFH-t és tengelyen szállítják el az Észak Pesti SZVTT-re, akkor szintén a 3.5 pontban számolt szennyvízmennyiség alapján:

TFH átlagos elszállítási költség:

$$52,56 \text{ m}^3/\text{lakás/a} \cdot 3000 \text{ Ft/m}^3 = 157\,000 \text{ Ft/lakás/a} - \text{ami nagyobb mint a csatorna } 50\,000 \text{ Ft/lakás/a-os becsült éves költsége.}$$

Azaz a csatornázás gazdaságilag kedvezőbb lenne a jelenlegi helyzetnél, hiszen hosszútávon valóban fent-tarthatóbb lenne mint a jelenlegi tárolás és elszállítás. Azonban ez nem feltétlenül a csatornázás javára írható, hanem a jelenlegi helyzet korszerűtlenségének hibája. A kedvezőtlen demográfiai és domborzat viszonyok miatt valószínűsíthető, hogy csatornázás esetén a csatornadíjjak magasan az országos átlag feletti értékek lennének.

A **11. ábrán** (MaVíz) látható, hogy a csatornadíjak 10 év alatt több mint háromszorosára növekedtek (Országos átlagban).



11. ábra Az átlagos víz-, és csatornadíjak 1999 és 2009 évek között (MaVíz 2012)

Megítélésem szerint nem gazdaságos a csatornázás, műszaki szempontból nem indokolt, a település népességének a csatornadíj fizetése indokolatlanul nagy terhet jelent lásd:

8.-pontban (dinamikus költségelemzés). Ezért más, a csatornázással egyenértékű, de gazdaságosabb elhelyezési módot kell keresni. Nem szabad, hogy Tolmács települése is elkövesse azt a hibát mint néhány más alacsony lélekszámú település pl: Nemesvid, hogy a hatalmas beruházással csőd közeli helyzetbe jutatták a települést.

„A 729 lakosú, somogyi község, Nemesvid, a szomszédos 89 lakosú Somogysimonyival 2006-ban csatornázási beruházásába kezdett. A közel 900 millió forintos beruházási költségre 560 millió pályázati támogatást kaptak.” (Dulovics D. 2010)

4. Szennyvíztisztítás megválasztása

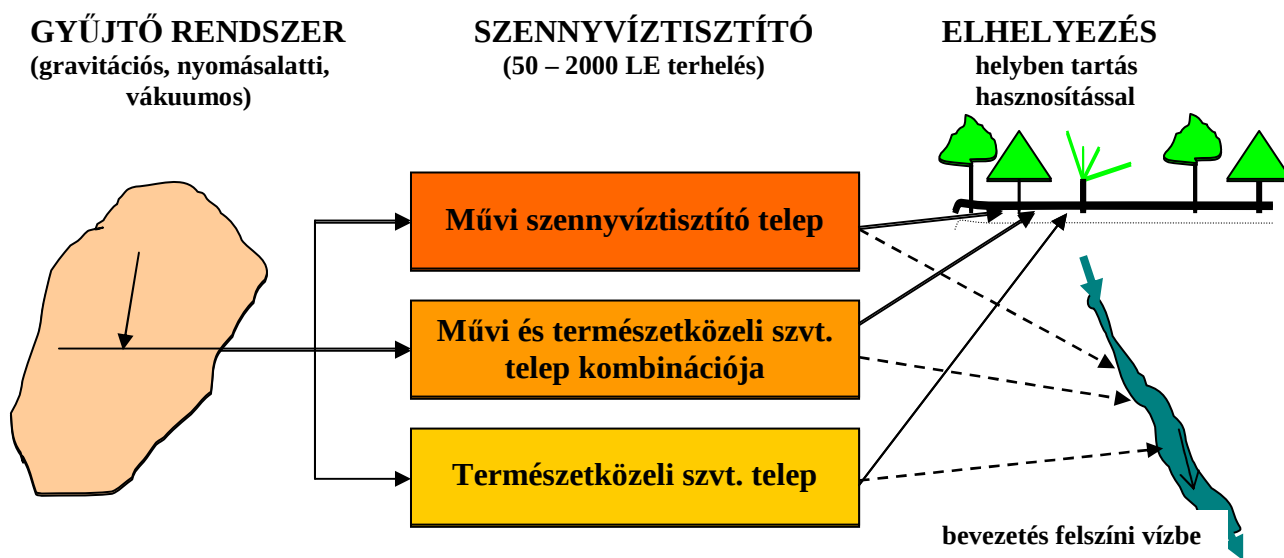
A kedvezőtlen domborzati és demográfiai viszonyok miatt, a csatornázást nem találtam megfelelőnek, viszont „a vízminőség védelem érdekei megkívánják, hogy a nem csatornázott területeken a szennyvíztisztítás és elhelyezés eltávolítási határfok szempontjából a központi szennyvíztisztító telepekéhez közel azonos színvonalú legyen.” (Dulovics Dné 1993)

A következőkben az előírt határértékeknek és gazdaságosság figyelembevételével próbáljuk meg a legkedvezőbb elhelyezési módszert megtalálni.

4.1. A szennyvíztisztítás lehetőségei

A < 2 000 LE terhelési kategóriában szóba jöhetnek mind a mesterséges, mind a természetes (természetközeli) szennyvíztisztítási eljárások (Dulovics 2011).

A 740 fő lakosú Tolmács település a 50 – 2 000 LE terhelési osztály alsó részében helyezkedik el. Ebben a nagyságrendben ugyanúgy alkalmazást nyerhetnek a szennyvíztisztító kisberendezések és a kis szennyvíztisztító telepek is. A 12 ábra bemutatja a gyűjtés, tisztítás és elhelyezés alternatív lehetőségeit.



12. ábra A szennyvízgyűjtés, tisztítás és elhelyezés lehetőségei (Dulovics 2011)

A 2. táblázatban bemutatom (Dulovics (2011) alapján a szennyvíztisztítás technológiai eszközeit az 50 – 2 000 LE terhelési nagyságrendben.

Fokozat	Tisztítási eljárás			
Mechanikai	művi szennyvíztisztítás		természetközeli	
	rácsszűrés. homokfogás		rácsszűrés	
	előülepítés		előülepítés rothasztással	
Biológiai Tisztítás	biofilmes	eleveniszapos	terresztris	aquatikus
	csepegtetőtestes	(C,N eltáv.)	gyökérmezős (vízszintes, függőleges átfolyással), szántóföldi, spec. ültetvény	szennyvíztavas (természetes, levegőztetett), algástavas halastavas
	merülő tárcsás	(C,N,P eltáv.)		
	kötött fixfilm	SBR		
	mozgó fixfilm	membrán EI		
Utótisztítás	szűrés (talaj-, homok-, fixfilmes), fertőtlenítés (klór, ultraibolya, stb.)			
Elhelyezés	élővízbe, talajba (szikkasztás, nyárfás-, haszonnövény-öntözés)			

2. Táblázat A szennyvíztisztítás technológiai eszközei az 50-200 LE terhelési nagyságrendben. (Dulovics 2011)

4.1.1. Mesterséges szennyvíztisztítási eljárások

A mesterséges szennyvíztisztítási eljárások alkalmazási lehetőségei már megvizsgálásra kerültek a 3. fejezetben azzal a következtetéssel, hogy a felvázolt megoldás nem fenntartható, nem gazdaságos.

A szakirodalom szerint ((Dulovics 2010, 2011) legkézenfekvőbb lehetséges megoldásként a családonkénti, vagy néhány lakást összekötve, közös szennyvíztisztító kisberendezések jöhetnének szóba. Első lépésben ennek lehetőségét vizsgálom meg.

A kisberendezések néhány lakást összekötve megkövetelik a tisztított szennyvíz vagy szikkasztásos elhelyezését, vagy természet-közelitűtítást. Mindkét esetben, Tolmács községben nehézségek adódnak. Egyrészt a szikkasztási problémák – kedvezőtlen talaj, talajvíz adottságok, másrészt természet-közelitűtítást a telkeken nem megoldható, a 2.3 pontban ismertetett okok miatt általánosságban nem lehet kimondani, hogy a települési területen az altalaj viszonyok lehetővé teszik a decentralis szennyvíz elhelyezés esetén a szikkasztást. harmadrészt támogatást csak a település kaphat, ezért finanszírozási nehézségekkel is számolni kell.

Összességében ez a megoldás nem jöhet szóba.

4.1.2. Természetes (természet-közelitű) szennyvíztisztítási eljárások

A természet-közelitű szennyvíztisztító rendszerek a Nap energiáját használják fel, ezért alkalmazásuk energiatakarékos felhasználást eredményez, és ezért költségkímélő. Ennek szempontjait és az értékelését az alábbiakban tekintem át.

Előnyök:

- környezetbarát,
- kis építési, működtetési és fenntartási költség,
- kis energiaigény,
- különleges szakképzettséget nem igényel a működtetés közben,
- tájba illeszthető,
- diffúz szennyeződéseket is képes kezelni,
- esztétikus,
- más célokra nem használható területeken is kialakítható.

Hátrányok:

- nagy területigény,
- speciális követelmények,
- hatásfok szezonális változása,
- építési hibák nem derülnek ki azonnal.

Ezek a természetes szennyvíztisztítási rendszerek lehetnek:

Szárzaföldi:

- szikkasztás,
- gyors homokszűrés,
- szennyvíz-öntözés,
- talajszűrés,
- gyökérmezős szennyvíztisztítás.

Vízi:

- tavak (levegőztetett, anaerob, fakultatív),
- úszó v. lebegő vízínövényes,
- nádas tó,
- csörgedeztetés.

Mivel a válaszcél óriási, ezért törekedtünk arra, hogy olyan megoldást keressünk, aminek a működését a gazdaságosság és a költséghatékonyság igazolt. Így találtuk Aparhant településének példáját (5. fejezet), ahol ez a megoldás évek óta gazdaságosan és környezet kímélően működik. A szikkasztási próbával igazoltuk, hogy a település adott területén (31. ábra) lehetséges a szennyvíz tisztítása és elhelyezése.

5. Települési folyékony hulladék elhelyezése Aparhant településen

Aparhant települése 1994-től kezdve saját maga gondoskodik az ivóvízellátásról. Az ivóvizet egymástól mintegy 1 000 m-re lévő és 200 m mély fúrt kutakból nyerik, melyek a falu legmélyebb pontjain találhatók. Az üzemeltetés során figyelemmel kísért vízkémiai elemzések a nitrogént tartalmazó vegyületek kismértékű, de folyamatosan növekedő koncentrációját mutatták, melynek okát a települési szennyvíz elhelyezésében kezdték kutatni.

A helyzetet Stehlik (2009) a következőkben foglalta össze:

„....Igen sok lakásnál nem volt szennyvíztároló, még „szikkasztós” kiépítésű sem. A fürdőszobák, sőt néhány esetben a vízöblítéses WC-k közvetlenül a falut átszelő patakokban végződtek. Nagyon sok oldómedence csak ülepítő tartályként szolgált, mert a felső harmadnál „túlfolyó” vezetett a patakba. Több szennyvíztároló az egykori ásott kutakban létesült, így a szennyvíz közvetlenül a talajvízbe jutott. Többször előfordult, hogy esős időben bűvorszivattyúkkal csökkentették a tárolókban lévő szennyvíz mennyiségét, mert a csapadékkal hígított szennyvíztől könnyebb volt megszabadulni. Becslések szerint az egész faluból a heti 500 m³ ivóvízfogyasztás mellett, hetente 50 m³ szennyvizet szállítottak el.”

A vizsgálat után az Önkormányzat és az illetékes hatóságok a jelenleg is kiválóan működő **nyárfaultetvényes talajbiológiai tisztítást** választották.



13. ábra Az aparhanti nyárfás öntözőterület (Stehlik 2009)



14. ábra Az öntözőterület gyomtalanítását a juhnyáj végzi (Stehlik 2009)

A TFH telep megépítése összesen 40 millió forintba került, melyhez összesen 22 millió forintos támogatást tudtak szerezni. (PHARE forrásból 8 millió és FVM VFC keretéből 14 millió) (Stehlik, 2009)

A SZVTT „kiváló tisztítási határfokon kívül az Aparhanti telepnek illetve a teljes rendszernek igen nagy előnye, hogy példaértékű megoldás az ország kis települései számára. Az, hogy a települések számára a megfizethetetlen csatornahálózat helyett a meglévő TFH tárolókat Önkormányzati segítséggel vízzáróvá teszik, majd a TFH-t ingyen szállítja el az Önkormányzat. Az összegyűjtött TFH megtisztítása mesterséges biológiai tisztító telepen igen nagy fajlagos költségű lenne. Ehelyett az itt üzemelő talajbiológiai tisztítás igen csekély üzemeltetési költségű. Sőt, ha már a ritkításra esedékes nyárfás terület költségét nézzük, az hasznót is hozó” (Stehlik, 2009)

Az Aparhanti szennyvíztisztító és kezelő telep 2001 júliusában került átadásra és azóta megbízhatóan és folyamatosan működik. A SZVTT viszonylag olcsón kialakítható és működtetése gazdaságos a kis létszámú személyzet és az újrahasznosításnak köszönhetően.

A talajbiológiai tisztítás ellenőrzésére mintákat vettek és ezeket kiértékelve elmondható, hogy a figyelő gödörből vett minták az előírt határértékek alatt maradtak. Lásd: 3. táblázat

Mérési pont	Qa	Qd	KOI	NH ₄	NO ₃	ön	öp	öLA
	m ³ /a	m ³ /d	g/m ³					
Nyers TFH	21 300	82	1 050	94	-	128	34	780
Ülepítés után	21 300	82	700	89	20	130	29	100
Tároló után	20 000	81	500	62	80	92	27	50
Figy. gödörből			20	0,3	25	10	0,3	0
Határértékek:10/2000 (VI.2) R. „B”			-	0,5	25	-	0,5	-

3. táblázat Vizsgálati eredmények a rendszer különböző pontjain, valamint az előírt határérték (Stehlik 2009).

„A nyárfás telepek egész évben jó hatásfokkal működnek, hazai tapasztalatok szerint a téli öntözést még -10 °C és hó alatt is folytatni lehet, ha a talaj 50 cm-nél mélyebben nincs átfagyva.” (15. kép) (Stehlik 2009)



15. kép Aparhanti Telep télen

6. Szennyvíz összetevőinek hasznosítása „suháng-fűz” termesztésével

Ha már szó esik a nyárfás szennyvíztisztításról, elengedhetetlen, hogy ne vizsgáljuk meg más fafajták esetleges hasznosíthatóságát is. Mert van olyan fafajta, amivel a tisztítás hatásfoka növelhető és még fatermelésre is felhasználható.

Erre a célra a legalkalmasabb fafajta a „Suháng-fűz”. A suháng-fűz az előtisztított szennyvíz-hasznosításban még jelentősebb, mint a nyárfa.

- A rendkívül gyors növekedésével jóval több szennyvizet és így a szennyvízben lévő nitrogént és foszfort képes felvenni.
- Széles körben felhasználható, gazdaságosan előállítható.
- A mai ismeretek szerint ez a leggyorsabban növő fafajta (naponta 3-5 cm-t is képes növekedni, hozama 3-4 év után 20-40 t/ha).
- Éves N felvevő képessége elérheti az 1 000 kgN/ha. (kétszerese a nyárfának).
- A suháng-fűz használatával csökkenthető a hagyományos erdők irtása.
- Kedvező fűtési paraméterei megegyeznek a feketeszenpor fűtőértékével.

Terület	Terhelési értékek kg/ha.a			Hidraulikai terhelés mm/a
	BOI ₅	öN	öp	
Talaj növényzet nélkül	3-4.000	400	20-40	1 200
Suháng-fűz 1 éves	4-5.000	800	30-60	1 000 – 2 500
2 éves	5-6.000	1 200	40-80	1 500 – 3 000
5 éves	6-8.000	1 600	50-90	3 000 – 3 500

4. táblázat. A suháng-fűz előzetes becsült terhelési értékei (Stehlik, 2009)

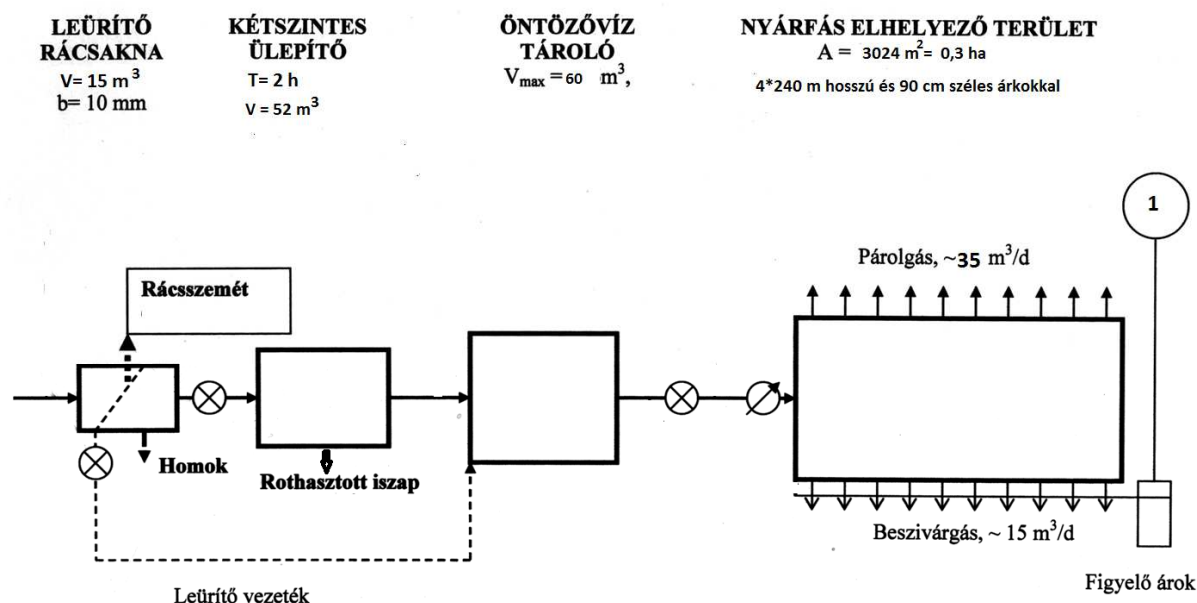
A hasznosítás széles skáláját a MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2009.július-augusztus-i számában található példa mutatja, amelyben energetikai célú felhasználása olvasható:

„Az ALFA-NO VA Energetikai Fejlesztő, Tervező és Vállalkozó Kft. is bekapcsolódott a projekt megvalósításába, mivel az új környezetbarát és takarékos megoldást keresi. Az áremelkedések miatt a távhőszolgáltatást bioenergia alapúra szeretnék megváltoztatni. Ez az energiaerdők, az energiafűz telepítését és tüzelését jelentené, ezért a cég a mezőgazdasági termelők részére egy finanszírozási lehetőséget kínál. Az ALFA-NO VA hektáronként megfinanszírozza az ültetvények telepítését, és ezután a termelők a Kft. Által épített hőerőműbe szállítanák a fűtőanyagot.

Ebből a célból az első szerződések már megkötötték a termelőkkel. A tapasztalat az, hogy sokan idegenkednek az új növényektől, bár az érdeklődés nagy. A tervek szerint 2009-2010-re készül el az erőmű és onnantól a távfűtést is az energia-fára alapozzák. Az energiafának a hajtásait vágják le évente, erre a betakarításra az ALFA-NO VA maga vállalkozik – a fa értéke miatt – térítésmentesen.” (Stehlik, 2009)

7. A talajbiológiai szennyvíztisztító telep

A 16. ábrán bemutatom a szennyvíztisztító telepet, mely előtisztításból (rács, kétszintes ülepítő), kiegyenlítő tárolóból és nyárfás elhelyező telepből áll.



A 16. ábra A szennyvíztisztító telep működési sémája

7.1 A szennyvíztisztító telep méretezése

A méretezés kiinduló adatait: Tolmács 2001-től 2010-ig terjedő időszak közötti népesség és vízfogyasztási adatokat vettem alapul. (5. táblázat.) Az 10. ábrán bemutatott korfa valamint az állandónépesség grafikonon látható, hogy nem kell számítani a lakosság és ezáltal a szennyvíz nagy mértékű növekedésére. Ezért számításaim során a 2001 és 2010 közötti időszak átlag népességét, valamint átlag vízfogyasztását használtam fel.

Év:	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Átlag:	Számolási érték
Lakások száma (db)	328	329	330	329	332	334	334	337	338	340		
Ívvezetékekkel ellátott lakások (db)	264	271	282	286	289	295	311,00	317,00	321	322		
Ívóvízzel ellátott lakások vízfogy. (1000m³)	15,4	15,7	17,4	16,8	18,2	17,9	18,00	17,70	18	17,4		
Összes lakás / ívóvízzel ellátott lakás:	1,24	1,21	1,17	1,15	1,15	1,13	1,07	1,06	1,05	1,06		
Összes vízfogyasztás (1000m³)	19,1	19,1	20,4	19,3	20,9	20,3	19,30	18,80	19	18,4		
Állandó népesség:	770	770	786	782	780	778	764,00	760,00	751	740		
m³/fő/év	24,85	24,75	25,91	24,71	26,81	26,05	25,30	24,76	25,24	24,83		
l/fő/nap	68,08	67,82	70,97	67,71	73,44	71,37	69,32	67,83	69,14	68,02	69,37	70 l/fő/nap
Átlag: fő/lakás	2,35	2,34	2,38	2,38	2,35	2,33	2,29	2,26	2,22	2,18	2,3	2,4 fő/lakás
Keletkező szennyvíz: (l/fő/nap)	0,85* vízfogyasztás 0,85*70=59,5											60 l/nap/fő
Keletkező szennyvíz: (m³/hó/lakás)	2,4(fő/lakás)*60(l/fő/nap)*30(nap)/1000=											4,32 m³/hó/L
												4,5 m³/hó/lakás

5. táblázat Népesség és vízfogyasztási adatok (KSH)

A tervezés során felhasznált kiinduló adatok:

Lakások száma: 340 db,

Fajlagos TFH mennyiség: 60 l/fő/d – a vízfogyasztás 85 % -a

Házankénti TFH mennyiség: 0,144 m³/d

Feltöltési idő: 30 nap

Tárolók átlagos térfogata: 4,5 m³ (havonta egyszeri szállítással)

ürítések száma: 12 /a

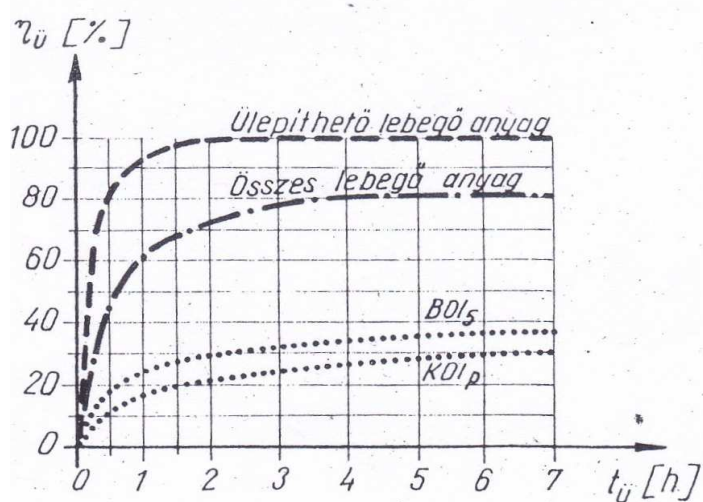
elszállítandó éves mennyiség: 0,144 m³/d x 340 x 365 nap = 17 870 m³/a

250 munkanappal számolva: 17 870 / 250 = 71 m³/d

Várható TFH terhelés napi átlaga: 49 m³/d ~ 50

7.1.1. Mechanikai szennyvíztisztítás

Az 16. ábrán látható, hogy a mechanikai szennyvíztisztítást **kétszintes ülepítő végzi**. Az ülepítéssel elérhető hatásfokokat a tartózkodási idő függvényében a 17 ábra szemlélteti.



Ülepítéssel elérhető hatásfokok a tartózkodási idő függvényében

17 ábra Az ülepítéssel elérhető hatásfokokat a tartózkodási idő függvényében. (Dulovics Dné. 1993)

A mechanikai tisztítás során alkalmazott 2h ülepítési idővel – a 17 ábra szerinti – eltávolítási hatásfokkal:

- $\eta_{LA} = 70\%$,

- $\eta_{BOI} = 30\%$,

érhetők el.

A kétszintes ülepítő feladata az ülepítésen és az uszadék-leválasztáson kívül a leülepített iszap kirohasztása az ülepítőtér alatt lévő iszaptérben, anaerob körülmények között.

Alkalmazható:

- önálló mechanikai tisztítóberendezésként,
- öntözés előtti előtisztításhoz,
- biológiai szennyvíztisztító telepeken előülepítőként

A műtárgy önállóan vagy előülepítőként akkor ajánlott, ha a tisztítótelepen a legalább három ütemben történő teljes kiépítés után legfeljebb 600 m³ ülepítőtérre van szükség, vagy külön rothasztó létesítése nem gazdaságos.

Ha az ülepítőtér igény meghaladja a 300 m³ –t, és a telep egy ütemben épül, a kétszintes ülepítő alkalmazásának gazdaságosságát bizonyítani kell.

Egy-egy műtárgy-egység ülepítőtérét 0,6-150 m³ között célszerű megválasztani.”
(Dulovics Dné. 1993)

A műtárgy ülepítőtérének méretezésének szabályai:

„Méretezése a tartózkodási időre, a felületi hidraulikai terhelésre és bukóél-terhelésre történik.

Az említett 2 h tartózkodási időt feltételezve a számított térfogat ~ 15 m³

Méretezéskor ügyelni kell arra, hogy az ülepítési idő (pl: éjszaka) legfeljebb 6 óra lehet. Ha az éjszakai ülepítési idő a 6 órát meghaladná, a tisztított szennyvíz részleges visszavezetésével vagy 10-30 g/m³ klóradozattal kell a rothadást meggátolni.

A vízszintes áramlási sebesség legfeljebb 1 cm/s, a bukóél-terhelés legfeljebb 6 m³/m²*h lehet. Ha a bukóélterhelés a napi átlagos vízhozam mellett nem haladja meg az 1,8 m³/m²*h értéket, a bukóélt fogazni kell. Fogazást az e érték fölötti értéknél is célszerű alkalmazni”

(Dulovics Dné. 1993)

Műtárgy rothasztótérének méretezésének szabályai:

„A rothasztótérfogat legalább két hónapi friss iszapmennyiség térfogatával legyen egyenlő. A kirotthadt iszapot a fölötte lévő víz nyomóhatása alatt legalább 200 mm átmérőjű iszapleeresztő csövön kell eltávolítani” (Dulovics Dné. 1993)

Műtárgy kialakítása követelményei:

„A kör alaprajzú ülepítők átmérője 6 m –nél, a négyszög alaprajzú ülepítők oldalhossza 10 m –nél nagyobb ne legyen.

Az ülepítőtér szélesség-hosszúság aránya (a befolyásnál és a kifolyásnál bemerülő keresztfalak között mérve) legalább 1:1,6 de lehetőleg 1:2 vagy több legyen. „

„Az ülepítőtér átlagos mélysége 1,5m –nél, legnagyobb mélysége pedig 2,5 m –nél több ne legyen.

Az ülepítőtérét úgy kell kiképezni, hogy azt a rothasztótértől V vagy W elrendezésű, ún. csúszólapok válasszák el. Lásd függelék 18-19. ábráin. A kisebb (0,6-30 m³) kétszintes ülepítők ülepítő és rothasztótère között a zavartalan ülepedés biztosítására legalább 20 cm magasságú, ennél nagyobb ülepítőknél pedig legalább 50 cm magasságú közbenső teret kell kialakítani. (Dulovics Dné. 1993)

Mértékadó TFH:

A műtárgyhoz érkező szennyvízhozam: 15 m³ (szippantós autó térfogata)

Mivel az 1 napra jutó szállítási mennyiség ~71m³/d és 15m³ szállító járművel számolva (71/15=4,7~5) naponta öt forduló szükséges. Az öt fordulót tíz órás munkaidővel számolva két óránként érkezik a szennyvíz. Így a kétszintes ülepítőt:

- T= 2 órára méreteztem.

Az ülepítőtér szükséges térfogata T= 2 órás tartózkodási idő esetén: V= 15 m³

7.1.2. Nyárfás mező méretezése

A szikkasztás lehetőségét leellenőrizendő, a település adott pontján -az uralkodó szélirány és a település távolságának figyelembevételével- (lásd: függelék 31. ábra) szikkasztási próbát végeztem (20a/b. ábrák). Egy egy méter mély, és 20 cm átmérőjű szikkasztógödörben. A szikkasztás ideje 58 perc volt, a szikkasztandó víz mennyisége 14 l. A **20a/b. ábrákon** a szikkasztásról készült fotókat mutatom be.



20 a. ábra A szikkasztás előkészítése (saját felvétel)



20 b. A szikkasztási próba (saját felvétel)

A kísérlet bebizonyította, hogy a talaj nyárfa-erdős, szikkasztásra alkalmas. A (6. táblázat) alapján 1 m³/d szennyvízhozamhoz szikkasztáshoz, 90 cm árokszélességnél 19 m hosszú szikkasztóárok szükséges. A szikkasztó árok hosszát a szikkasztásioefficiens függvényében a 6. táblázat tartalmazza.

A szikkasztó árok hossza a szikkasztási
koefficiens (t) függvényében

Szikkasztásioefficiens (t) (1 cm vízszintsüllyedés időtartama) [min]	1 m ³ /d szennyvízre számítandó árok hossza [m]	
	60 cm széles- ségénél	90 cm széles- ségénél
< 1	25	17
1 - 2	28	19
2 - 4	43	29
4 - 12	65	43
12 - 24	83	56
> 24	szikkasztásra nem alkalmas	

6. Táblázat A szikkasztó árok hossza a szikkasztásioefficiens függvényében (Dulovics Dné 1993)

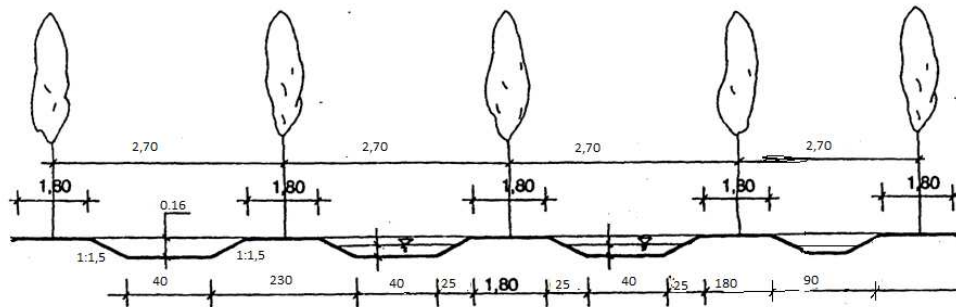
A szikkasztási próba alapján határozhatjuk meg a nyárfás öntözőterület méretét. A szikkasztás ideje 58 perc volt és a szikkasztandó vízoszlop magassága 38 cm. A szikkasztásioefficiens: (percenkénti süllyedés) 58 min/38 cm= 1,5 ami az 1-2 közötti szikkasztásioefficienshez tartozik. A szikkasztó árok szélességét 90 cm szélesre feltételezve.

A előzőek alapján az árok hossz $50 \text{ m}^3/\text{d}$ szennyvízhozamhoz, 19 m fajlagos árokhossz esetén

$$L = 50 \text{ m}^3/\text{d} * 19 \text{ m} = 950 \text{ m} \text{ hosszú árok szükséges.}$$

Feltételezem, hogy 4 sor árok lesz készítve, így az egyes árok hossza: $950 \text{ m} / 4 = \sim 240 \text{ m}$
4 sor árokhoz szükséges 5-sor nyárfa, hogy a két szélén is biztosítva legyen a táplálás. A
nyárfasorokat egymástól 2,7 m –re tervezem elhelyezni, 1,80 m széles koronán és 17 cm mély
árkokban, 1:1,5 arányú rézsűhajlással. A 21. ábrán látható kialakítás szerint.

A nyárfás terület helyigénye: $(5 * 1,8 + 4 * 0,9) * 240 \text{ m} = 3024 \text{ m}^2 = 0,3 \text{ ha}$



21. ábra nyárfás öntözőterület méretei

Az általam választott tisztítási eljárás lényege, hogy a felületre juttatott szennyvíz teljesen átlevégőzik. A nagyszámú mikroorganizmus elvégzi a nitrifikációs biológiai tisztítást a talaj felső rétegében, majd a talaj mélyebb rétegeiben lejátszódik a denitrifikáció is. (O_2 hiány miatt) (Stehlik 2009)

A jelenleg érvényes szabályozás (28/2004 KvVM rendelet), öt határérték kategóriába sorolja a nyers szennyvíz, lakosegyenértékben kifejezett szennyezőanyag tartalmát a lakosságszám függvényében.

$LE < 600$ **$601 < LE < 2000$** $2001 < LE < 10.000$ $10.000 < LE < 100.000$ $LE > 100.000$

A korábbi 3/1984 OVH rendelethez képest a 2004-es rendelet főbb változatai:

- „Méretezés hidraulikai kapacitás helyett a szennyezőanyag terhelés függvényében”
- „Alapvetően csak öt komponens kibocsátási határértéke szerepel”
- „Választási lehetőség a megadott kibocsátási koncentráció betartása, vagy a megadott, nyers szennyvízre vonatkoztatott % -os eltávolítás között.”
- „A területileg illetékes környezetvédelmi hatóság a befogadó jellegének függvényében egyedi határértékeket állapíthat meg.

Tolmács települése a 600-2000 közötti kategóriába sorolandó, ezért a tervezést az alábbi határértékek figyelembevételével végezzük (7. táblázat):

	Kibocsátási koncentráció	Eltávolítási hatásfok
Kémiai oxigénigény (KOI)	200 mg/l	75 %
Biokémiai oxigénigény (BOI)	50 mg/l	80 %
Lebegőanyag (öLA)	75 mg/l	-
Összes foszfor (öP)	-	-
Összes nitrogén (öN)	-	-

7. táblázat (Liczkó I. 2006)

Mivel a 3.4 fejezetben látható SZVTT méretezése az Aparhanti tisztító mintájára készül. Ezért a tisztítási hatásfokot az Aparhanti talajvizsgálatok bemutatásával szemrevételezzük, és ezt vesszük a kiindulási közelítésnek.

Talajvizsgálati eredmények:

A talajvizsgálatok „- tekintettel arra, hogy igen költségesek – ez idáig három alkalommal történtek (2002, 2004 és 2008-ban). Az eredményeket az 3.3 táblázat foglalja össze.”

Paraméter	Eltávolítási hatásfok %-ban	
	Talajbiológia tisztításkor	Előtisztítás + talajbiológia tisztítás
KOI	96	98,1
NH ₄	99,9	99,99
TKN	90	99,92
PO ₄	98	99,1

8. táblázat A talajvizsgálati eredményekből számított átlagos eltávolítási hatásfokok (Stehlik 2009)

A jó mechanikai előtisztítással és talajbiológiai tisztítással minden fő szennyezőanyag 90-99% eltávolítása érhető el. A táblázatból az is kiderül, hogy a 7. táblázatban ismertetett tolmács községre vonatkozó határértékek könnyedén megvalósítható a „nyárfás” szennyvíztisztítással.

8. A természet-közeli szennyvíztisztítás létjogosultságának bizonyítása dinamikus költségelemzéssel.

8.1 Dinamikus költségelemzés kiindulási adatai:

A dinamikus költségelemzés arra szolgál, hogy érdekében a két felmerülő alternatíva közül kiválasszuk a költséghatékonyabb megoldást. A pénz értékének időben való változását a reálértéken történő elemzéssel kerüljük el (minden évben azonos vásárlóerőt képvisel).

A számítás során használt költségtypusok:

- Beruházási költség: egyszer felmerülő, nem visszatérő költség,
- Működési költség: évente felmerülő, visszatérő költség
- Pótlási költség: adott időközönként felmerülő, visszatérő költség

A vizsgált időtartam 50-év mivel a műanyag (PVC) csatornahálózat élettartama és a helyi tárolók élettartam is 50 éves ajánlásokkal vehetők figyelembe.

Mivel a csatornahálózat is EU-s támogatással épülne ezért az EU Bizottsága által is javasolt 5 % -os diszkontráta (reálkamatláb) értékével használjuk számításaink során.

A legköltséghatékonyabb megoldás kiválasztásának problémáját alapvetően kétféle módon oldhatjuk meg:

- a jelenértékek összehasonlításával, (PCPV)
- az évesített (annualizált) költségek összehasonlításával (AC).

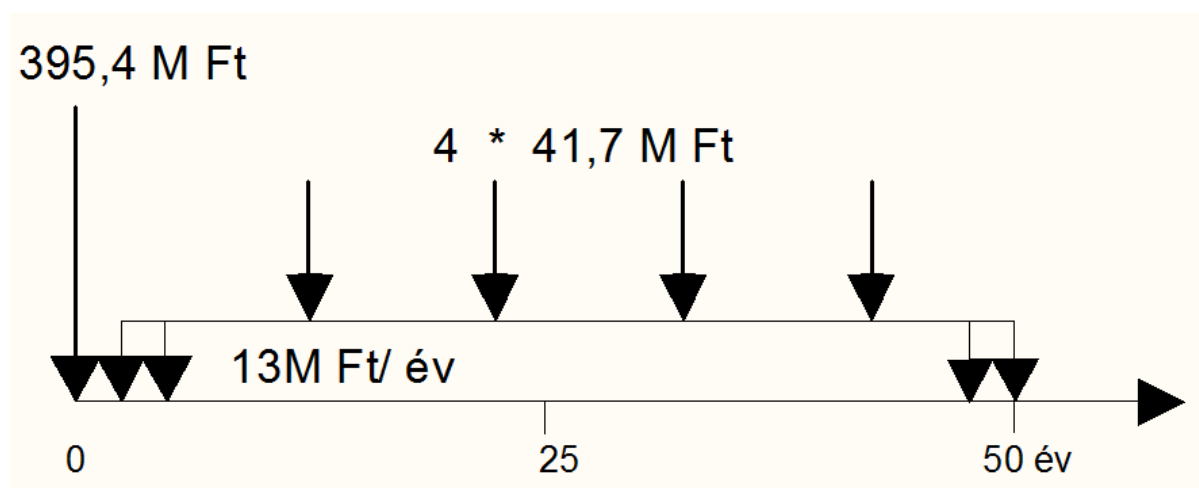
A felhasznált értékek –az irodalom értékei miatt– 2010 -es árszinten értendők.

8.2. Költségek számítása

8.2.1 „A” alternatíva (csatorna):

Költségek:

- Pótlási költség: = Itt a gépészet beruházási költségét vesszük figyelembe, mivel ezek élettartama nem érik el az 50 évet, így ezeket hamarabb cserélni kell. Számításaim során 12 éves élettartamot feltételeztem. (DWA által javasolt érték: 10 év) a függelék 9. táblázatából összegezve ~ 41 700000 Ft.
- Beruházási költség: 3.1 pontban szereplő 1. táblázat alapján az összes beruházási költség: 437M Ft, - azonban ebben benne van az átemelők költsége is- amivel a pótlási költségben számolunk. Így a beruházási költség: $437 \text{ M} - 41,7 \text{ M} = \underline{395\,400\,000 \text{ Ft}}$
- Működési költség: a függelék 11. táblázatában szereplő 2010. –évi árszinten „Üzemeltetési költségek” sorában megadott értéket vettem figyelembe. ~13 M Ft/ év



Évesített költség 2010 –es árszinten (AC): -az annuitás faktorokat a DWA 2011 forrás tartalmazza.

Évesített költségek (AC_{csatorna}):

$$395,4 \text{ M} * \text{CRFAC}(5,50) = 395,4 \text{ M} * 0,054 = 26,75 \text{ M/év (beruházási)}$$

$$41,7 \text{ M} * \text{CRFAC}(5,12) = 41,7 \text{ M} * 0,1112 = 4,6 \text{ M/év (Pótlási 12 évente)}$$

$$+13 \text{ M/év (működési)}$$

$$AC_{\text{csatorna}} = \underline{36,7 \text{ M/év}}$$

Jelenérték számítás: PCPV₅₀:

	395,4 M	(beruházási)
	+ 41,7 M* DFACIC(5,12)= 23,18 M	(Pótlási 12. évben)
	+ 41,7 M* DFACIC(5,24)= 12,9 M	(Pótlási 24. évben)
	+ 41,7 M* DFACIC(5,36)= 7 M	(Pótlási 36. évben)
	+ 13 M* DFACS(5,50)= 237,38 M	(működési)
Jelenértéke:	PCPV_{50 csatorna}=<u>675,86 Ft</u>	

8.2.2. „B” alternatíva (tárolás és szállítás):

Költségek:

- Beruházási költség:
 - Jelenleg nem vízzáró tárolók vízzáróvá tétele: kb: 100 db 200 000 Ft/db
Egységáron. 100db*200 000 Ft/db = 20M
 - 20 db új 5 m³-es tároló építése (ahol a jelenlegi nem lehet vízzáróvá tenni).
Függelék 12. táblázat alapján: 1 tároló:
5m³* 83 000Ft/m³ = 415 000 Ft 20 tároló: 8 300 000 FT
 - SZVTT: DWA alapján (pp. 60). Természetközeli szvtt 500 le esetén 518 500 Ft/m³/d.
60 m³/d átlagfogyasztás esetén: 60*518 500 = 31,1 M Ft

Össz. beruházási költség: 26 M + 8,3 M + 31,1 M = **65,4 M Ft**

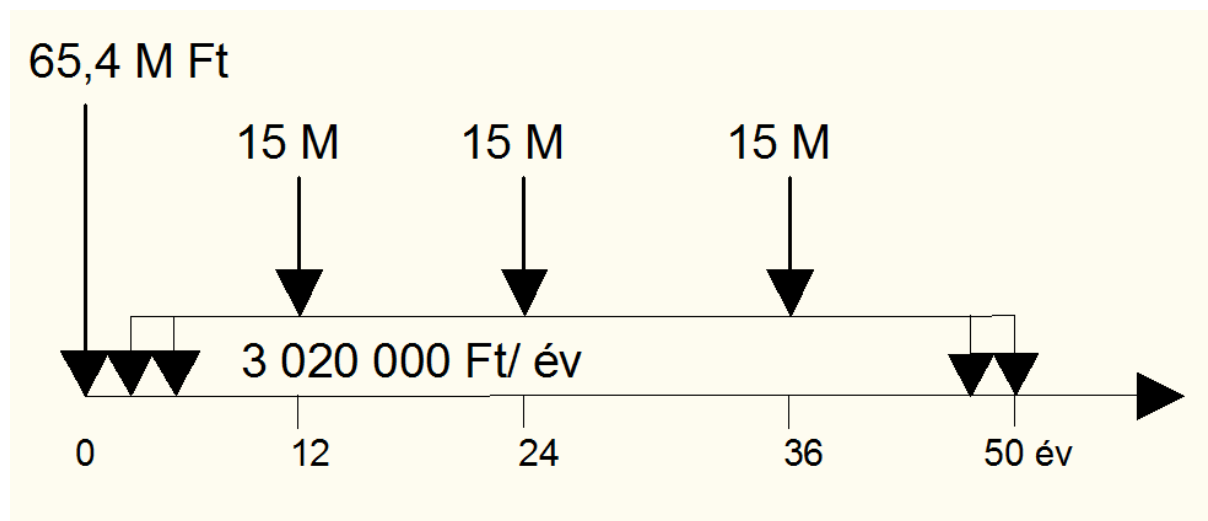
- Működési költség:
 - szállítási bérköltség: 130 000 Ft/hó *12 hó (bérköltség + járulék)
1 560 000 Ft/a

Üzemanyag költség: 3 km átlag távolság, átlag napi 5 fordulóval. Fogyasztás:
üresen 20 l/100 km (0,2 l/km), feltöltve: 30 l/100 km üzemanyag költség: 400Ft/l

- Üresen : 0,2 l/km*4 km*400 Ft/l*5 forduló/nap = 1680 Ft/d
 - Teli kocs: 0,3 l/km *4km *400Ft/l *5 forduló/nap= 2400 Ft/d
- Üzemanyag fogyasztás= 1680+2400=4000 Ft/d =1 460 000 Ft/a

Össz. működtetési költség: 1 460 000+1 560 000 = **3 020 000 Ft/a**

- Pótlási költség:
 - 1 db 15 m³-es szippantó autó 15M forint (12 évente lecserélve).
-egyszerre 3 tartályból is képes elvinni a TFH-t.



Évesített költségek ($AC_{\text{decentrállis}}$):

$$\begin{aligned}
 65,4 \text{ M} * CRFAC(5,50) &= 64,3 \text{ M} * 0,054 = 3,53 \text{ M/év (beruházási)} \\
 15 \text{ M} * CRFAC(5,12) &= 15 \text{ M} * 0,1112 = 1,68 \text{ M/év} \\
 &+ 3,02 \text{ M /év}
 \end{aligned}$$

$$AC_{\text{dec}} = \underline{\underline{8,2 \text{ M/év}}}$$

Jelenérték számítás: $PCPV_{50 \text{ dec.}}$:

$$\begin{aligned}
 &65,4 \text{ M Ft} && \text{(beruházási)} \\
 &+ 15 \text{ M} * DFACIC(5,12) = 8,35 \text{ M Ft} \\
 &\quad DFACIC(5,24) = 4,65 \text{ M Ft} && \text{(pótlási)} \\
 &\quad DFACIC(5,36) = 2,85 \text{ M Ft} \\
 &+ 3,02 \text{ M} * DFACS(5,50) = 55 \text{ M Ft} && \text{(működési)}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jelenértéke: } PCPV_{50 \text{ dec.}} = \underline{\underline{136,25 \text{ M Ft}}}$$

8.3 Eredmények kiértékelése:

A költségek jelenértékének különbsége fejezi ki, hogy a referencia időponttól a teljes életsiklus alatt mekkora költségmegtakarítást érhetünk el az optimális megoldás megvalósítása esetén.

$PCPV_{50 \text{ csatorna}} - PCPV_{50 \text{ dec.}} = 539,61 \text{ M Ft}$ –A decentrális elhelyezéssel az 50 éves periódus alatt 539 M Ft megtakarítás érhető el.

Az évesített költségek különbsége az egy év alatt átlagosan elérhető költségmegtakarítást fejezi ki.

$AC_{\text{csatorna}} - AC_{\text{dec}} = 28.5 \text{ M Ft}$ Éves megtakarítás várható, ha a csatorna helyett a decentrális elhelyezés valósul meg.

A csatornahálózat Dinamikus költséghatékonysági mutatója (DPC):

$$DPC_{\text{csatorna}} = 36.7 \text{ M Ft} / 17870 \text{ m}^3 = 2053 \text{ Ft} / \text{m}^3$$

$$DPC_{\text{dec.}} = 8,2 \text{ M Ft} / 17870 \text{ m}^3 = 459 \text{ Ft} / \text{m}^3$$

A dinamikus költséghatékonysági mutató alapján (DPC) a csatorna esetén 2053 Ft/ m³ míg a decentralis elhelyezés során 459 Ft / m³ –be kerülne a fajlagos szennyvíztisztítási díj.

Azonban ha a felhasznált adatok részleteiben megvizsgáljuk akkor az is kiderül, hogy népességcsökkenés hatására –márpedig a korfa és 10. ábra és a népesség számának változása ezt mutatja–

- Decentrális elhelyezésnél a költségek lecsökkennek, mivel akkor nem kell annyit szállítani, ezért nincs üzemanyag költség.
- Míg a csatorna esetében a költségek állandók. Így csökkenő népesség hatására a költségek nem csökkenek, ami azt jelenti, hogy fajlagosan megnövekednek.

9. Konklúzió

A dolgozatot összegezve kijelenthető, hogy a jelenlegi szennyvíz elhelyezés nem fenntartható Tolmács településén. Mivel a jelenlegi hatalmas szennyvízszállítási díjakkal arra késztették a lakosságot, hogy más alternatív megoldásokat válasszanak a szennyvíz „elhelyezésére”.

Azonban a jelenlegi elképzelésben szereplő csatorna és szennyvíztisztító telep építése nem minősül a megfelelő megoldásnak, mivel a magas fenntarthatósági költségek az alacsony számú lakosságra terhelődnek rá. Ezek a már eleve magas költségek a lakosság esetleges csökkenése esetén fajlagosan emelkednének. A lakosság számának változásából (9.ábra) és a korfa (10.ábra) elemzéséből márpedig kiderül, hogy a demográfiai viszonyok sem kedvezőek. Tehát hiába kecsegtető az EU –s támogatás lehetősége, mivel ezek csak a kezdeti beruházási költségekre vonatkoznak, a hasznos élettartam letelte után az újraelőállítás költsége a település nyakába hárulna. Ez a „rekonstrukciós” költség a beruházási költség körülbelül 1,4 –szerese, -a nehezebb kivitelezés miatt- és vajon itt is az EU fog fizetni helyettünk?!

Ezenkívül a 3.1 fejezetben említésre került, hogy a jelenlegi tervben lévő csatornázás „A rétsági hálózatra való rákötés” szerepel, ami felveti a kérdést hogy az ottani –általunk is használt– csatornaszakaszra háruló költségeket kinek kell állnia?!

Tolmács település esetében a csatornánál gazdaságosabbnak vélem és a 8. fejezetben bizonyítást nyert az Aparhant ugyancsak kis lélekszámú településén is bevált talajbiológiai szennyvíztisztítást. Itt a beruházási és üzemeltetési költségek egyaránt alacsonyabbak.

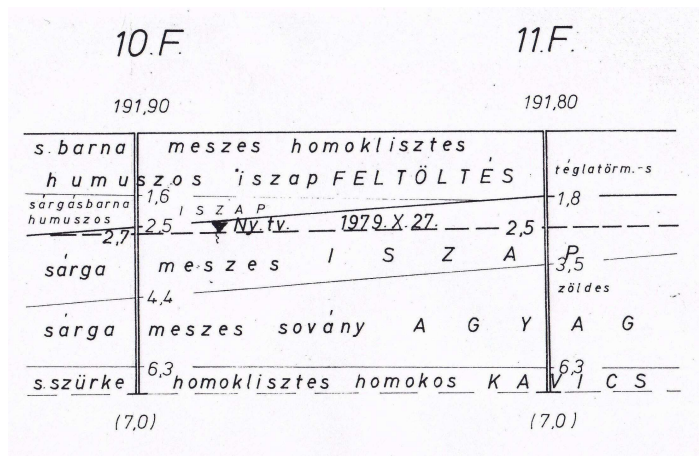
Eleve az egész beruházás kisebb volumenű, mely magába foglalja, hogy a későbbiekben műszaki hiba vagy az élettartam végeztével –támogatás nélkül is- gazdaságosan felújítható a jövőbeni igényeknek megfelelően. (Ez a csatornánál ugyancsak nem mondható el) . Csökkenő népesség hatására 8.3 fejezetben említett módon az üzemelési és beruházási költségek is csökkennek. (Csatornánál ez sem mondható el). A decentralis elhelyezésnél általánosságban a problémát az üzemanyag-ártól való függőség jelenti ami, hatással a szállítási és így az üzemelési költségre, azonban az én esetemben ez nem olyan nagymértékben káros, a SZVTT közvetlen közelsége miatt.

Ezek a kedvező tulajdonságokon kívül a suháng-fűz vagy nyárfák termesztésével és hasznosításával idővel valamennyi költséget vissza nyerhetünk.

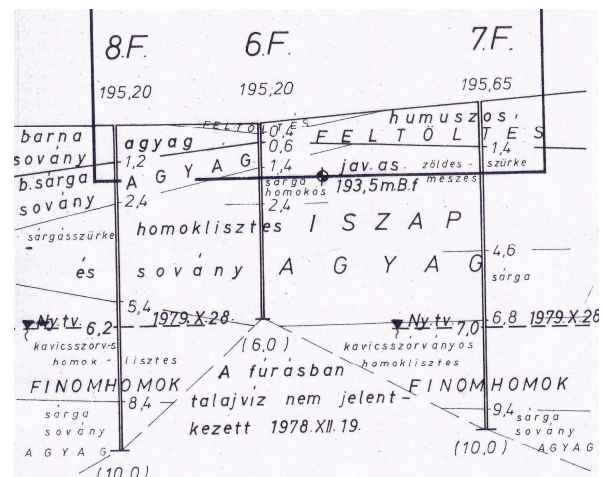
Az általam figyelembe vett hatások értékelve a csatornahálózat építése néhány jó tulajdonsága mellett számtalan hátrányt is hordoz magában. Míg a decentralis elhelyezésről az mondható el, hogy néhány kedvezőtlen tulajdonság mellett a csatornához képest rengeteg előnnyel bír.

Felhasznált szakirodalom:

- Dulovics, Dné (1993): Közműépítés III. (csatornázás) Tervezési segédlet és útmutató pp. 380-422.
- Dulovics, Dné (1993/b): A település csatornázás és vízelvezetés gazdasági elemzése, Acta Politechnika 1993 Bp. pp. 193-217.
- Dulovics, D. (2010): Szennyvíztechnika a kistelepüléseken I. MaSzeSz, HÍRCSATORNA november – december, pp. 3-15.
- Dulovics, D. (2011): Szennyvíztechnika a kistelepüléseken II. MaSzeSz, HÍRCSATORNA január – február, pp. 3-12. .
- Keszey T.(1979): FIM tolmácsi gyáregysége, Kazánház, kémény, olajtároló építéséhez szükséges talajmechanikai feltárás adatai.
- Lelik J.(1980): Ny-Nógrád Térség Vízellátása Rétság-Diósjenő közötti távvezeték, talajmechanikai feltárása.
- Licskó, I. (2006): Szennyvíztisztítás, diáor, BME VKKT, Budapest.
- Stehlik I. (2009): Faültetvényes természetközeli szennyvíztisztítás legújabb üzemeltetési tapasztalatai. MaSzeSz, HÍRCSATORNA július augusztus, pp. 3-13.
- KSH: <http://statinfo.ksh.hu/Statinfo/haDetails.jsp?query=kshquery&lang=hu>
- Megvalósíthatósági tanulmány: Tolmács község szennyvíztisztítási és szennyvíz-csatornázási projekt. Megvalósíthatósági tanulmány Az Észak-Magyarországi Operatív Program 2007-3.2.1 „A” kiírására
- Cifka J (2008/b): Tolmács község szennyvízcsatornázása. Terveinek felhasználásával. (Helyszínrajz, műszaki leírás)
- Papp M. (2012) A magyarországi víziközmű szolgáltatás fejlődése a XIX. századtól napjainkig vagyoneértékelés szükségszerűsége vagyonekezelési szerződések. Előadás SZIE-YMMF 2012 október 11.
- DWA (2011). Dinamikus költségelemzés, Módszertani útmutató víziközmű beruházások költséghatékonysági vizsgálatához, MaSzeSz, Budapest, 2011. június.

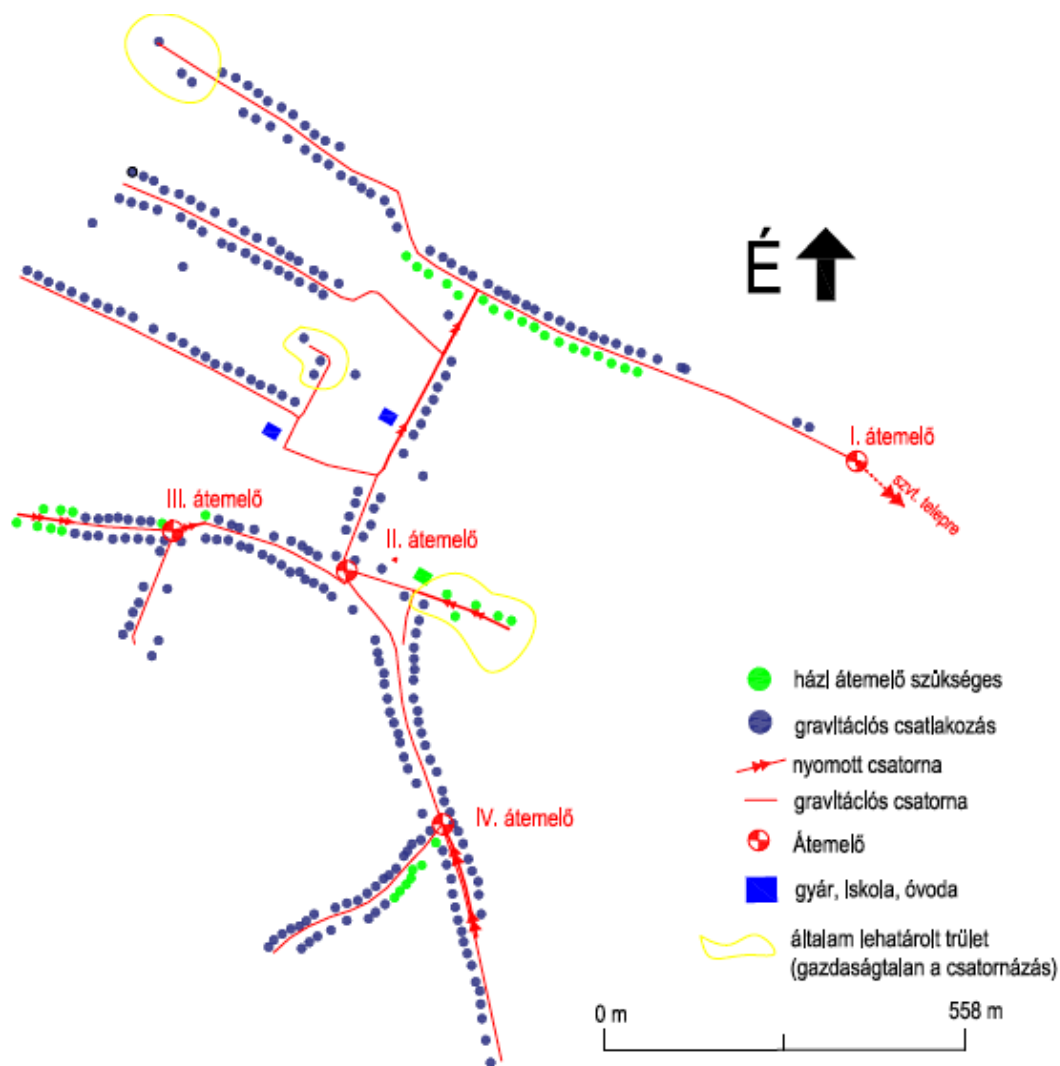


24/a. ábra 10-11 fúrás talajszelvénye Kszey T (1979)



24/b. ábra 6-7-8 jelű fúrások rétegszelvénye Keszey T.(1979)

25. ábra Látható a településen tervezett csatornahálózat, valamint az általam gazdaságtalannak ítélt helyek kijelölése. Készült: Cifka J. csatornázási helyszínrajz felhasználásával.



25. ábra

A csatornahálózat kiterjedése és főbb jellemzői

Csatornahálózat elhasználódási adatait lásd: 9. táblázat.

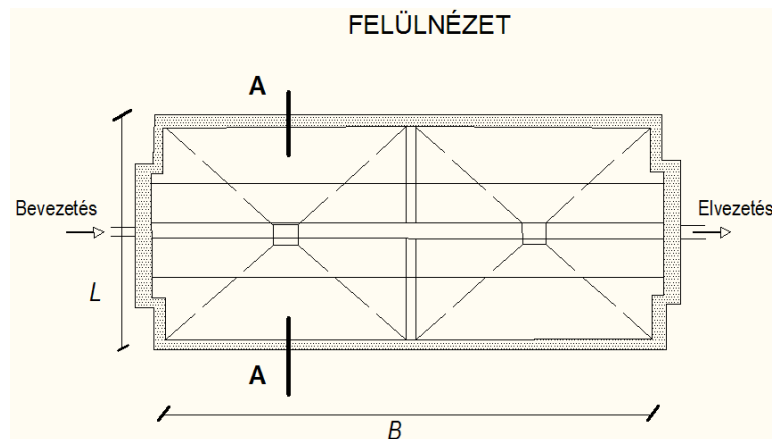
9. táblázat „Műszaki terv nélküli költségbecslés 2007 évi árszinten.”(Esettanulmány)

Csatornázás		Mennyiség	Egységár	Összeg
Gravitációs csatornahálózat építése átlagos körülmények között D 200 KG PVC, a nyomvonal helyreállításával	m	5 162	21 000	108 402 000
Tisztító akna építése betonból	db	90	76 000	6 840 000
Tisztítónyílás D 350 KG-PVC	db	39	55 000	2 145 000
Házibekötések építése NA 160 KG PVC	m	2 775	11 400	31 635 000
Házi beemelők beépítése	db	49	240 000	11 760 000
Nyomóvezeték építése D 90 KPE	m	524	11 400	5 973 600
Nyomóvezeték építése D 75 KPE	m	475	8 800	4 180 000
Nyomóvezeték építése ingatlanbekötések D 40 KPE	m	378	4 200	1 587 600
D=2,00 m átemelő max kapacitás 5 l/s, H=20 m szerelvény aknával komplett gépészettel	db	2	8 200 000	16 400 000
D=1,40 m átemelő 3 l/s, H= 16 m szerelvény aknával komplett gépészettel	db	2	6 800 000	13 600 000
Összesen				202 523 200
Útépítés (opció)				
Kht. kezelésében lévő úton teljes szélességben, marás, szőnyegezés	m ²	3 750	3 600	13 500 000
Önkormányzati utak helyreállítása teljes szélességében (4 m átlag szélesség)	m ²	12 980	2 100	27 258 000
Összesen				40 758 000
Mindösszesen:			Nettó	243 281 200

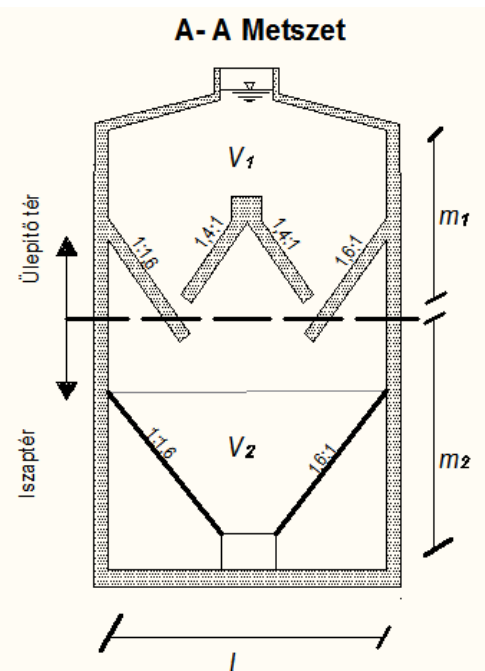
Állóeszközök elhasználódási adatai

Sorszám	Megnevezés	Amortizációs norma %	Névleges élettartam a
I.	ÉPÍTMÉNYEK		
a)	<u>vízszállítás, vízelvezetés</u>		
1.	Szenny- és csapadékvíz elvezető csatornák hálózati műtárgyaikkal	2,2	45
2.	Acél nyomócső	4,0	25
3.	A.c. nyomócső	2,2	45
4.	PVC nyomócső	4,0	25
5.	Öntöttvas nyomócső	1,8	56
6.	Vasbeton nyomócső	1,8	56
7.	Közműalagutak	1,3	77
8.	Vízelvezető árkok, folyókák	4,0	25
b)	<u>tárolás</u>		
	záportározók (földmedrű)	3,0	33
c)	<u>szennyvíztisztítás</u>		
1.	szennyvíztisztítás műtárgyai	2,2	45
2.	felületi levegőztetés műtárgyai	3,0	33
II.	GÉPEK, FELSZERELÉSEK		
1.	elektromotorok	17,0	6
2.	szivattyúk	12,0	8
3.	kompensátorok	12,0	8
4.	alátámasztó szerkezetek	3,0	33
III.	ELEKTROMOS SZERKEZETEK		
1.	légvezeték, kábel	4,0	25
2.	kis- és nagyf. készülékek	12,0	8
3.	jelző- és automata készülékek	25,0	4
4.	műszerek és mérőeszközök	17,0	6

Vízszintes átfolyású, úgynevezett W elrendezésű kétszintes ülepítő elrendezése.



18. ábra Kétszintes ülepítő felülnézet. Méretei számításban.



19. ábra Kétszintes ülepítő keresztmetszete.

Kétszintes Ülepítő méretezése

Az általam választott ülepítő egy kétszintes W- elrendezésű, hosszanti átfolyású, téglalap alaprajzú. A hosszabbik és a rövidebbik oldalak aránya 2:1 (ld: QERT kép)

Ülepítő tér:

$T = 2$ óra tartózkodási idő esetén $V = 15 \text{ m}^3$.

Az ülepítő tér átlagos mélysége max. 1.5 m, az ülepítő tér vízszintes felülete:

$$A = \frac{15 \text{ m}^3}{1,5 \text{ m}} = 10 \text{ m}^2$$

Téglalap alapú ülepítő esetén az oldalhosszúság:

$$L \cdot B = 10 \text{ m}^2$$

$$B = 2 \cdot L ; \quad 2L^2 = 10 ; \quad L = 2,23 \approx 2,3 \text{ m} ; \quad B = 4,6 \text{ m}$$

Ülepítő tér alsó "csonka" részének térfogata:

$$\frac{1,6}{1} \cdot \frac{x}{0,575} ; x = 0,92$$

$$4,6 \cdot \frac{2,3}{2} \cdot 0,92 = 4,87 \text{ m}^3 \cdot 2 = 9,7 \text{ m}^3$$

Felette lévő hasáb alakú tér:

$$\text{Magassága: } \frac{5,3 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^2} = 0,53 \text{ m}$$

Szükséges iszaptér meghatározása:

„Az iszaptér két 1,6:1 rézsűhajlású négyszög alapú gúla, melyeknek 1-1 40*40*40 cm zomp van a fenekén.”

Az ülepítőt csak mechanikai tisztításra használjuk, ekkor a szükséges iszapároló térfogata:

$$740 \cdot \frac{0,05 \text{ m}^3}{LE} = 37 \text{ m}^3$$

Az iszaptér:

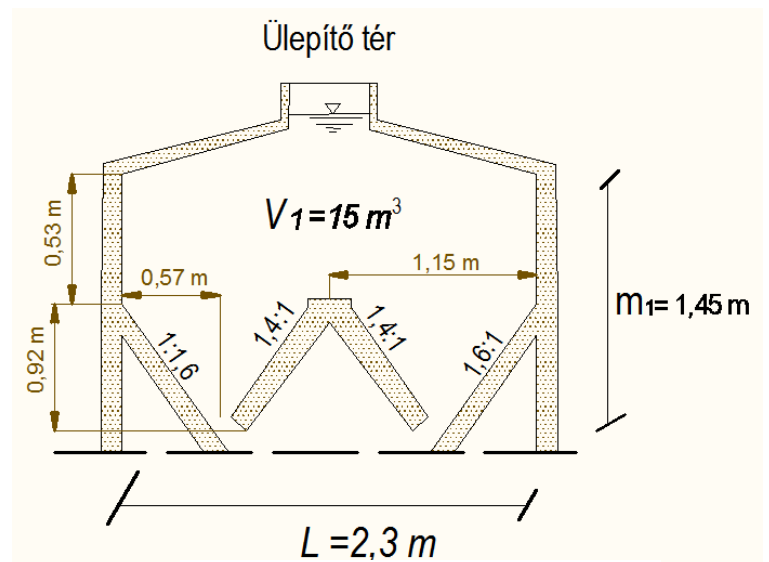
Két négyszög alapú gúla:

$$V = \left[\frac{2,28}{3} \cdot (3,2^2 + \sqrt{3,2^2 \cdot 0,4^2 + 0,4^2}) \right] \cdot 2 = 6,46 \text{ m}^3$$

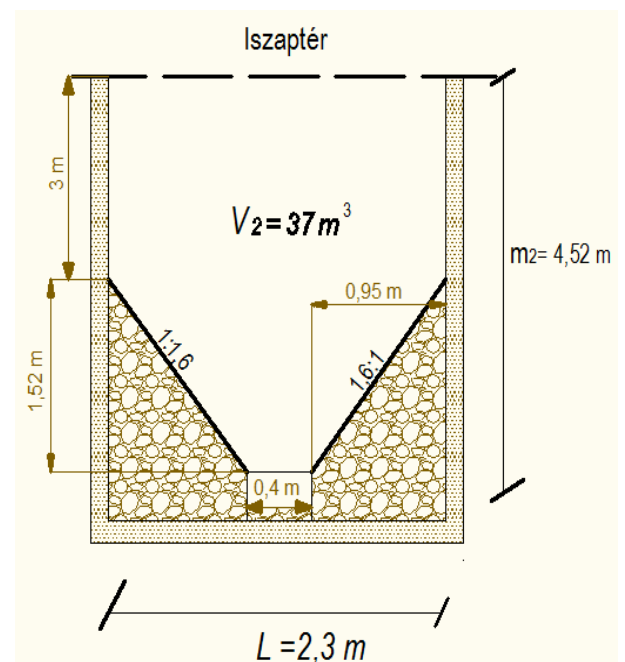
Iszaptér téglatest alakú részének térfogata:

$$37 \text{ m}^3 - 6,46 \text{ m}^3 = 30,53 \text{ m}^3$$

$$\text{magassága: } h = \frac{30,53 \text{ m}^3}{2,3 \cdot 4,6} = 2,9 \approx 3 \text{ m}$$

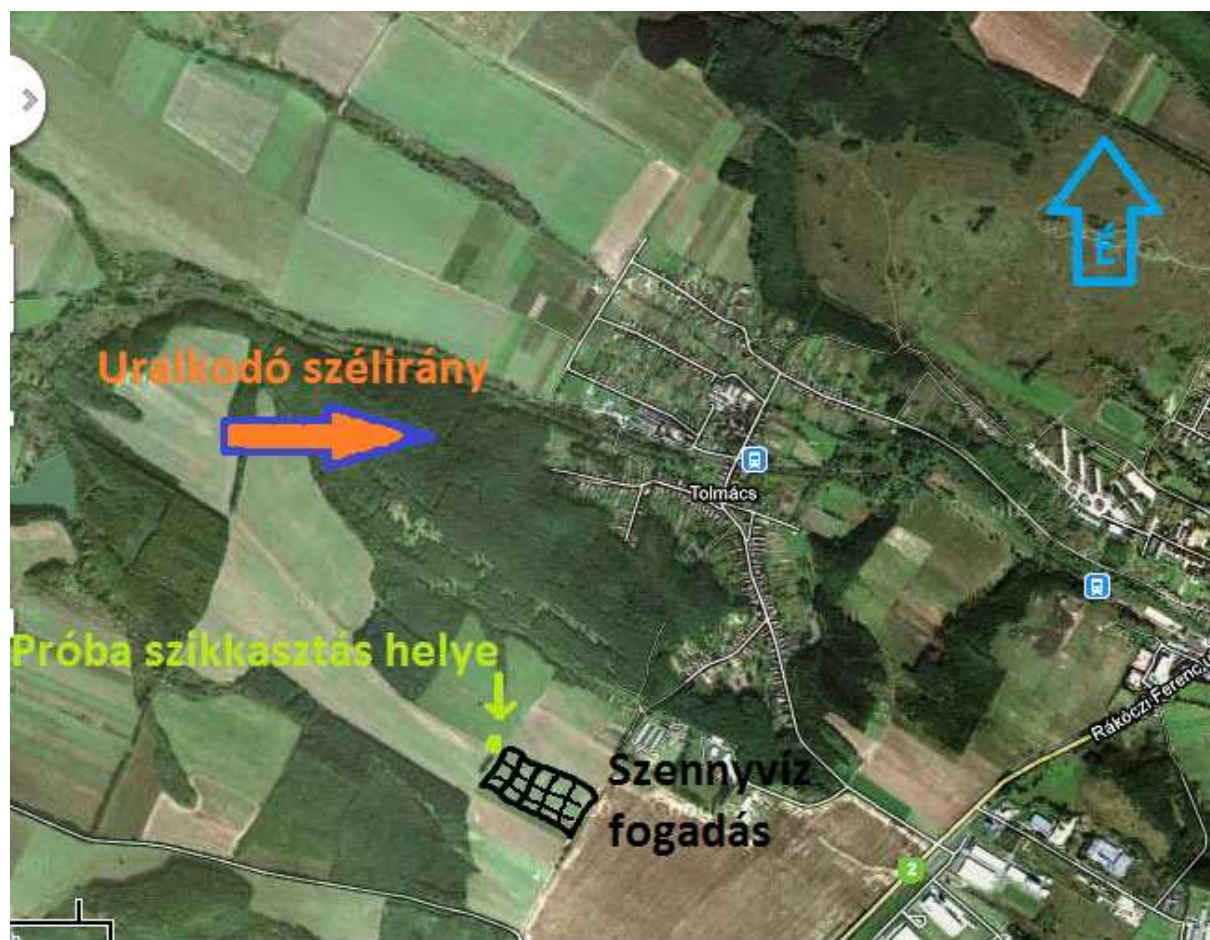


29. ábra Kétszintes ülepítő iszaptere



30. ábra Kétszintes ülepítő iszaptere

A 31. ábrán látható, az általam ideálisnak alkalmasnak ítélt talajbiológiai SZVTT elhelyezése, az uralkodó szélirány és a településtől való védőtávolság figyelembevételével.



31. ábra Próba szikkasztás alapján szennyvízöntözésre alkalmas terület (Google –earth térképen jelölve.)

Közgazdasági és pénzügyi költségbecslés

Működési költségek [EFt] (az inflációval növelt értékek)

Fajlagos költség	működési	Mértékegység	Korábbi időszak jellemző adata	2008.	2009.	2010.	2012.	2017.	2022.	2027.	2037.
Üzemeltetési költségek		EFt	0	0	12 400	13 268	15 191	21 306	29 882	41 911	82 446
Karbantartási költségek		EFt	0	0	1 830	1 958	2 242	3 144	4 410	6 185	12 167
Pótlási költségek		EFt	0	0	7 300	7 811	8 943	12 543	17 592	24 674	48 537

Költségek összegzésen [EFt]

	Jelenérték	2008.	2009.	2010.	2012.	2017.	2022.	2027.	2037.
1. Beruházási költség	417 986	33 782	403 414						
2. Működési költség	325 987		21 530	23 037	26 376	36 993	51 884	72 770	301041
2.1 Üzemeltetési költség	187 749	0	12 400	13 268	15 191	21 306	29 882	41 911	82 446
2.2 Karbantartási költség	27 708	0	1 830	1 958	2 242	3 144	4 410	6 185	12 167
2.3 Pótlás	110 530	0	7 300	7 811	8 943	12 543	17 592	24 674	48 537
3. Maradványérték	2 240 267		394 727	382 885	355 254	323 676	276 308	236 836	157 891
Összes költség	2 984 240	33 782	819 671	405 922	381 630	360247	328 192	309 606	458 932

11. táblázat. Pénzügyi költségbecslés (Megvalósítási t.)

A 12. táblázat mutatja a DWA által készített fajlagos költségkalkulációt. A fajlagos költség tartalmazza a helyszínre szállítást, földkiemelést és beemelést költségét.

Egyedi szennyvíztározók							
Kategóriák	Kapacitás	3 m ³		5 m ³		9m ³	
	Tartály anyaga	Műanyag	Vb.	Műanyag	Vb.	Műanyag	Vb.
Fajlagos költség *(1)	Ft/m ³	108 000	101 500	105 000	83 000	110 000	68 000

12. táblázat DWA által becsült értékek egyedi szennyvíztározók kialakítására.(DWA 2011)