A MAGYAR MÉRNÖKAKADÉMIA AJÁNLÁSAI

Globális és helyi fenntarthatóság, környezetmenedzsment

Vízgazdálkodásunk néhány aktuális kérdése

(Témadokumentáció)

AZ ELŐTERJESZTÉST ÖSSZEÁLLÍTOTTA:

Erdélyi Tímea pénzügyi szakértő (MV)

Farkas Róbert informatikus (MVM)

Prof. Dr. Juhász Endre elnök (MTA Vízig, Biz., Víz- és Szennyvíztechn. Biz.)

Prof. Dr. Ligetvári Ferenc témafelelős (MMA)

Dr. Tóth József főtitkár (BiTeSz)

Készült az MMA INNOKATALIZÁTOR 2021 Programját támogató NKFIH ED_18-1-2019-0016 számú Szerződés keretében

Budapest, 2020. november

KONZULTÁCIÓS KÖZREMŰKÖDŐK:

Bodáné Dr. Kendrovics Rita dékánhelyettes (ÓE)

Dr. Galambos Ildikó kampuszigazgató (PE, Nagykanizsa)

Dr. Gerencsérné Berta Renáta kampuszig-helyettes (PE)

Dr. Kocsis István ny. dékánhelyettes (SzIE)

Dr. Papp Mária c. egy. docens közgazd. és jogi szakértő (EnQua)

Dr. Oláh István főszerkesztő (MAG)

Dr. Orbán Vera vegyész, egy. docens (KE))

Dr. Simándi Péter ny. intézet igazgató

Dr. Tolnai Béla ny. főmérnök (Főv. Vízművek)

TARTALOM

1. PREAMBULUM 4
2. A FÖLD GLOBÁLIS PROBLÉMÁI 7
2.1. A fenntartható fejlődés elméletről 8
2.2. A körforgásos gazdaság fenntarthatósága a globális rendszerben. 8
3. VESZTÉSRE ÁLL–E VIZEINK MEGMENTÉSE ? 10
3.1. A hidrológiai ciklus változása a klímaváltozás következtében és annak hatásai 12
3.2. A víz okozta katasztrófák elhárítási lehetőségei 12
4. VÍZBŐL SZENNYVÍZ 14
4.1. A szennyvíztisztítás története 14
4.2. Vízellátás,csatornázottság szennyvíztisztítás Magyarországon 16
5. SZENNYVÍZISZAP HASZNOSÍTÁS ÉS ELHELYEZÉS 18
5.1. Mi is valójában a szennyvíziszap? 20
5.1.1. Mi van a szennyvíziszapban? *22*
5.1.2. A szennyvíziszap ártalmatlanítási és hasznosítási lehetőségei *24*
5.2. A szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítása 26
5.2.1. A nyers iszap talajba injektálása *27*
5.2.2. A szennyvíziszap víztelenítéséről *28*
5.2.3. A víztelenített iszap mezőgazdasági felhasználása *30*
5.2.4. A mechanikailag víztelenített iszap közvetlen mezőgazdasági célú felhasználása *32*
5.3. Szennyvíziszap komposztálás 33
5.4. Biogáz előállítás szennyvíziszapból 38
5.4.1. A keletkező biogáz hasznosítása *41*
5.5. Szennyvíziszap égetés 43
5.5.1. Égetési lehetőségek *43*
6. AZ ÖNTÖZÉS SZÜKSÉGESSÉGE 44
6.1. Mi történik ma a kivett ivóvízzel? 45
6.1.1. Mi történik a szennyvíztisztító telepeken? *46*
6.2. A jelenlegi tisztításirendszer hatásai összegezve 47
6.3. Lehetne-e másképpen? 48
6.3.1. Egy ígéretes energianövény: a salix *52*
6.4. Mennyit ér a hazai szennyvíz? 53
7. AJÁNLÁS 54

1. PREAMBULUM

A XX. század második felében a technika és a tudomány fejlődése – a korábbiakhoz viszonyítva – hihetetlen mértékben felgyorsult, és az informatika fejlődésének következtében a tudomány eredményei rövid idő alatt átmentek a gyakorlatba. Ez azzal járt, hogy az egész világ globalizálódott:

> *„A globalizáció a világot átfogó társadalmi kapcsolatok intenzitásának növekedése, amelynek révén távoli helyek úgy kapcsolódnak össze egymással, hogy az egyik helyen bekövetkező eseményeket sok kilométernyi távolságban lejátszódó folyamatok befolyásolják és viszont." (Anthony Giddens[1])*

Az anyagi javak egyre bőségesebben álltak rendelkezésre. Ezeket értékesíteni kellett, és a világ nagy részén létrejött a *fogyasztói társadalom:*[2], *ahol az egyre növekvő számú javak és szolgáltatások fogyasztása az emberi élet társadalmilag elfogadott célja és egyszersmind sokak legfontosabb személyes motivációja.*

A fogyasztói termékeket és kultúrát előállítók számára csak az az „értékes ember", aki korlátlanul fogyaszt, és akiket minden lehetséges eszközzel ösztönöznek annak gyakorlására. Az egyik legjelentősebb iparággá vált a reklámipar.

> *Jelentős pozitív hatással van az Európai Unió gazdaságára a reklám. Ezt eddig is lehetett tudni, azonban a Deloitte által készített felmérés most első alkalommal konkrét számokat is közöl erről. A tanulmány – Value of Advertising[3] – szerint minden hirdetésre költött egyetlen euró 7 eurónyi hozzájárulást jelent a GDP-hez. Ez azt jelenti, hogy a 2014-ben 92 milliárdos eurós reklámpiac 643 milliárd eurónyi többletbevételt hozott, vagyis a közösség GDP-jének 4,6 százalékát." (Összehasonlításul: az EU mezőgazdaságának GDP-je 436 milliárd € volt.)*

Ez a folyamat mérhetetlen *energia és anyagéhséget* idézet elő. Ennek kielégítése egyrészről a Föld erőforrásainak egyre nagyobb fokú igénybevételével járt, másrészt a hulladék mennyiségének soha nem látott növekedésével hozta magával.

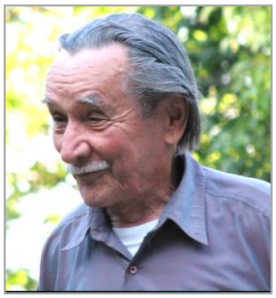
Ugyanakkor az életkörülmények javulásával hosszabb lett az élettartam, csökkent a halálozási arány, így a népesség robbanásszerűen növekedett.

Mindemellett a XX. század végére világossá vált, hogy a Föld egy felmelegedési időszak küszöbén áll. Ez a jelenség az utolsó 800 000 évben már kilencszer előfordult, amelyet hitelt érdemlően dokumentáltak. A jelenségek akkor történtek, amikor ember még nem is élt a Földön. Sajnálatos, hogy a várható felmelegedés kizárólagos okaként a „hivatalos vélemény" kizárólag az emberi tevékenység által előidézett szén-dioxid többlet (az összes szén-dioxid kibocsátás 5%-a) által okozott üvegházhatás növekedését tette felelőssé. Annak ellenére él ez a feltételezés, hogy ma már bizonyítottnak vehető, hogy a korábbi felmelegedési periódusokban a felmelegedést mintegy 700 éves késéssel követte a légkör szén-dioxid koncentrációjának növekedése és nem fordítva.

Már korábban számos tudós próbálta felhívni a figyelmet arra, hogy a szén-dioxid kibocsátás minden áron való csökkentése elhibázott koncepció.

---

[1] https://hu.wikipedia.org/wiki/Anthony_Giddens
[2] https://hu.wikipedia.org/wiki/Fogyasztói_társadalom
[3] https://wfanet.org/about-wfa/our-priorities/the-value-of-advertising



„Tízezrek kutatnak, közölnek, utaznak, tárgyalnak, költenek százmilliókat a CO_2 „fantom" bűvöletében. Vajon miért? Netán azért, hogy az ***átokkal*** *együtt csökkenjen az* ***áldás?*** *Ezzel összefüggésben felmerül egy kérdés: hogyan alakul a táj ötven év múlva, ha fúziós reaktorok szolgáltatják az energiát, ha fokozatosan csökken a CO_2 kibocsátás és ezzel a légtrágyázás?" (Mőcsényi Mihály[4])*

Dollármilliárdokat költenek világszerte a szén-dioxid kibocsátás csökkentésére. Határozatok születnek (pl. ENSZ, EU) arra vonatkozóan, hogy mennyivel növekedhet a Föld átlaghőmérséklete, és ehhez milyen mértékben kell csökkenteni a szén-dioxid kibocsátást. (Utána persze rendre megállapítják, hogy a célkitűzés nem teljesült, és további erőfeszítéseket kell tenni.) Eközben a „karbonkredit" biznisz[5] a világ valaha volt legnagyobb üzletévé válik. (Karbonkredit milliárdosok[6])

A felmelegedés megállítása, még inkább annak visszafordítása, reménytelen vállalkozás. Ahhoz viszont már rendelkezünk megfelelő felkészültséggel, hogy készenlétben legyünk a várható hatásokra. A „katasztrófából (??)" előnyt kovácsoljunk. (Ez persze koránt sem hoz akkora profitot, mint a CO_2 elleni szélmalomharc.)

Az már szinte mindenki előtt világossá vált, hogy a technika és a társadalom fejlődésével olyan mértékű problémák (ellentmondások) halmozódtak fel, amelyek valóban veszélyeztetik az emberi társadalom létét. Egyre többen foglalkoznak a „fenntarthatóság" feltételeivel, mivel felismerték, hogy a jelenlegi „berendezkedés" hosszabb távon nem fenntartható, mivel a véges készletek képtelenek a hosszútávú igények kielégítésére.

> *A világ – a gazdaság működése, energia- és nyersanyagigénye szempontjából – már elérte, sőt túl is lépte a fenntarthatóság szintjét. Jelenleg évente nagyjából 40-50 százalékkal több környezeti erőforrást használunk fel, mint amennyi 12 hónap alatt regenerálódik." (Dennis Meadows[7])*

Sokan fogalmazták meg eddig is korunk alapvető problémáit (*1. ábra*), amelyeket sürgősen meg kell oldani ahhoz, hogy civilizációnk fennmaradhasson.

Sokakkal együtt magam is úgy látom, hogy a közeljövő egyik legnagyobb kihívása (a fentiek megoldása mellett) a bolygó élővilágának megfelelő mennyiségű édesvízzel történő ellátása. A hidrológiai készlet természetesen összességében nem fog változni, viszont a jégmezőkben, glecscserekben, hóban tárolt édesvíz a globális melegedés következtében csökken és nagyrészük a tengerekbe, óceánokba kerülve sóssá válik, így az ezen alapuló élővilág számára elvész. A szennyezések következtében az emberi szervezet által igényelt édesvíz minősége is egyre inkább csökkeni fog. A várható felmelegedés okozta változások miatt az édesvízhez való hozzáférés egyre nehezebbé válik.

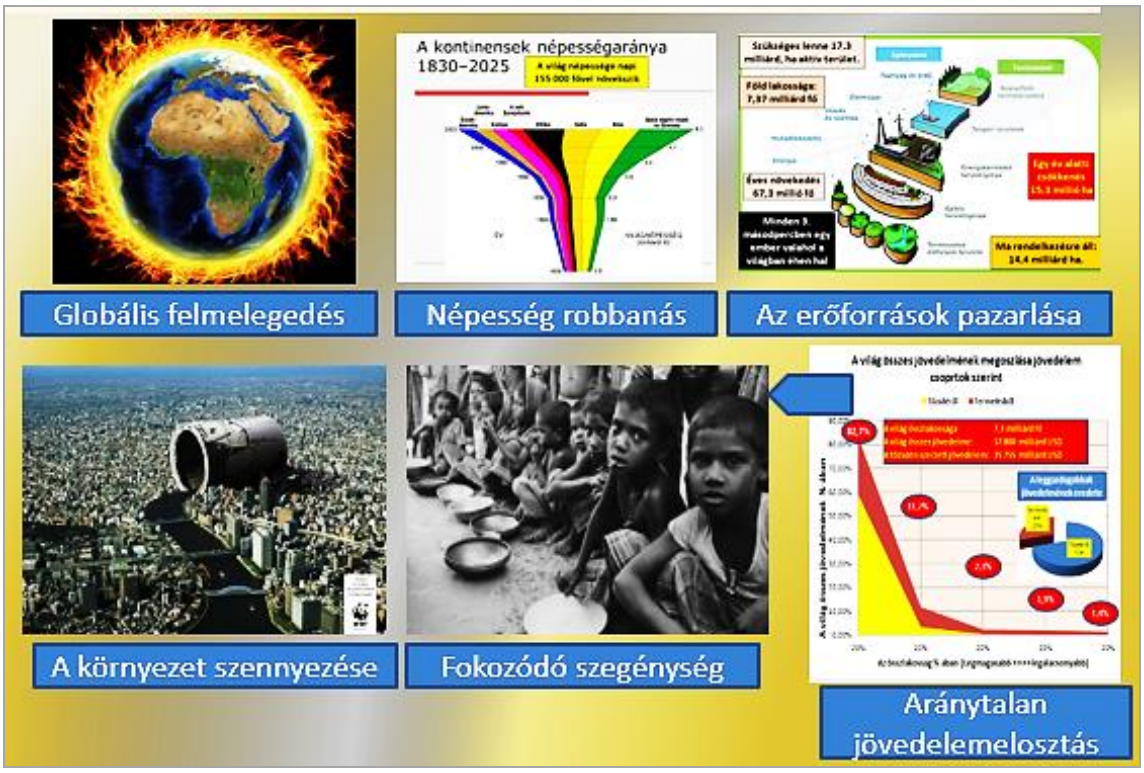
---

[4] https://www.bitesz.hu/wp-content/uploads/2016/11/co21.docx

[5] https://qubit.hu/2019/10/17/a-klimakatasztrofa-is-egy-biznisz-ami-tokeletesen-illeszkedik-a-kapitalizmus-logikajaba

[6] https://karbonkredit.blog.hu/2011/07/12/kik_rendelkezhettek_eddig_karbon_kredittel

[7] https://en.wikipedia.org/wiki/File:Already_Beyond_-_40_Years_Limits_to_Growth,_279b,_Dennis_L._Meadows,_Massachusetts_Institute_of_Technology_MIT_-1972,_Dartmouth_College_-1988,_University_of_New_Hampshire_-2004,_The_Limits_to_Growths,_Club_of_Rome.jpg



1. ábra. A jelenkor alapvető problémái

A klímaváltozással (a felmelegedéssel) együtt jár a környezeti feltételek negatív hatásának jelentkezése, úgy a mérsékelt égövi, mint a boreális övezetben. Átalakulnak a termelési övezetek, különösen a mezőgazdasági növények előállítását illetően. Egységnyi növényi termék előállításához szükséges vízigény – idővel – másfél, ill. kétszeresére növekedhet. Az északi féltekén is vízkorlátozások jelentkezhetnek. Ezért integráltan kell a térségi vízgazdálkodást és a lokális életvezetést mielőbb újjá szervezni, ill. arra törekedni, hogy egységnyi vízmennyiségből minél több társadalmi terméket állítsunk elő. Ez a javaslat egyezik az új nemzetközi szemlélettel, amely főleg a szennyvíz sokoldalú hasznosítására hívja fel a figyelmet.

Munkacsoportunk a globális környezetnek, a külső térből érkező befolyásoló hatásoknak az átfogó rendszerbe szervezését fontos feladatának tartotta. Mindezek mellett tanulmányunk a lokális megoldásokra, a társadalmat jelentős mértékben, közvetlenül szolgáló technológiák érvényesülésére helyezi a hangsúlyt és az innovatív cselevésen keresztül kíván hozzájárulni a nemzeti jövedelem növeléséhez.

Ligetvári Ferenc DSc.

2. A FÖLD GLOBÁLIS PROBLÉMÁI

Az emberiség négy nagy kihívás előtt áll:

1. Tud-e alkalmazkodni a biztosan bekövetkező klímaváltozáshoz?
2. Meg tudja-e oldani az egészséges ivóvízzel való ellátást?
3. Meg tudja-e állítani a hulladéknövekedés okozta környezetszennyezést?
4. Meg tudja-e állítani a szegénység folyamatos újratermelődését?

Manapság dollár milliárdokat fordítanak a „klímaváltozás késleltetésére". EU és ENSZ határozatok, egyezmények születnek arról, hogy mennyivel kell csökkenteni a szén-dioxid kibocsátást ahhoz, hogy a hőmérséklet emelkedése ne haladja meg az „akárhány" fokot. Minden probléma okozója a szén-dioxid kibocsátás. Ezt halljuk a TV-ben, erről szól minden kommunikáció. A világon szén-dioxid hisztéria van. Az élelmesebbek jól jövedelmező piramis játékot is indítottak: Vegyél karbon kreditet! Véded a környezetet és még meg is gazdagodsz! Persze sem egyik, sem másik nem igaz. Nézzünk néhány apró tényt, ami bizonyított.

1. Klímaváltozási ciklus az elmúlt 800 000 évben 9 db volt. Felmelegedéseket lehűlések követték. Ezeknek kozmikus okai voltak. Bárki az interneten is talál erre számos magyarázatot.
2. Az antropogén – emberi tevékenység által okozott - szén-dioxid kibocsátást számos kutató meghatározta. Általában az összes kibocsátásnak 5-8%-ában szokták megadni. (10%-nál nagyobb értékkel mi nem találkoztunk.) Vajon, ha ez nullára csökkenne, megállna a felmelegedés? Hát ez alig hihető.
3. Bizonyított tény[8], hogy az előző ciklusokban mindig először a hőmérséklet emelkedett majd ezt követte a szén-dioxid koncentráció növekedése. Akkor hát a szén-dioxid koncentráció növekedése nem ok, hanem következmény? Ez teljesen logikus. A két legnagyobb szén-dioxid kibocsátó a világtenger és a talaj. A tengerekben óriási mennyiségű szén-dioxid van feloldva. (Nézze meg bárki, mi történik, ha melegíti a szódavizet. Ugyanez áll a talajra is.)
4. Azon is érdemes elgondolkozni, hogy miként kerülhet a magas légkörbe –hogy ott üvegházhatást okozzon – a légkört alkotó gázok közül az, amelyik a legnehezebb.
5. Végezetül: A szén-dioxid nem mérgező a földi légkörben levő koncentráció esetében, hanem az élet alapja! A növények szárazanyagának 95%-a szén-dioxidból keletkezik. 5%-ot vesz fel a talajból. Tehát a magunk is végső soron ugyanilyen arányban ebből állunk.

A klímaváltozás a hőmérséklet folyamatos emelkedése, tehát biztosan be fog következni. Véleményünk szerint meddő erőlködés a szén-dioxid kibocsátás csökkentésétől ennek lassulását várni. Ehelyett az erőforrásokat arra kellene fordítani, hogy miként tudunk az elkerülhetetlenhez alkalmazkodni. „Ha valamit nem tudsz megváltoztatni, annak állj az élére" szellemében.

Csak a pontosítás kedvéért szeretnénk leszögezni, hogy miközben a szén-dioxid kibocsátás csökkentésének értelmetlenségét bizonyítjuk, nagyon fontosnak tartjuk a környezet szennyezés – benne a légszennyezés – minden formájának csökkentését. Mi mindössze azt állítjuk, hogy a levegőszennyezés és a széndioxid kibocsátás nem szinonim fogalmak. A szénnek van egy természetes

[8] Az Antarktisz jégtakarójából vett mintákból számított értékek alapján. (https://hu.wikipedia.org/wiki/Kainozoikumi_eljegesed%C3%A9s)

körforgása. (Ezzel kapcsolatos véleményünket részletesen kifejtettük a „Szén-dioxid kibocsátás, üvegházhatás, globális felmelegedés és éghajlatváltozás" című cikkünkben.[9])

Persze ha a körforgás egy elemének kapacitását megváltoztatjuk, mondjuk kiírtjuk az eső erdőt, abból baj lesz.[10]

2.1. A fenntartható fejlődés elméletről

A korábbi időszakban sok szó esett a fenntartható fejlődésről, mint egy kívánatos életformáról. Fogalmilag is meghatározták, és számos modellt is alkottak (*2. ábra*):

A fenntartható fejlődés[11]: *„olyan fejlődési folyamat, ill. szervezési elv, ami kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy csökkentené a jövendő generációk képességét, hogy kielégítsék saját szükségleteiket.*"

2. ábra. A fenntartható fejlődés modellje

Ez a cél az 1970-es évek közepétől kezdett megfogalmazódni. Aztán 2010 környékén bebizonyosodott, hogy nem működnek a modellek:

> „A *világgazdaság működése, energia és nyersanyagigénye szempontjából már túllépte a fenntarthatóság szintjét. Jelenleg évente 50%-al több környezeti erőforrást használunk fel, mint amennyi 12 hónap alatt regenerálódik."* (Dennis Meadows[12])

Persze ezt előre is lehetett volna látni, hiszen az képtelenség, hogy bármely véges rendszer végtelen növekedésre legyen képes. A fenntartható fejlődés fogalom viszont egy végtelen növekedést sejtet, bár nem szükségszerű a fejlődést az energia- és nyersanyagigény korlátlan növelésére alapozni.

2.2. A körforgásos gazdaság fenntarthatósága a globális rendszerben.

Ma már körforgásos gazdaságról beszélnek mindenütt. Ez már korántsem olyan illuzórikus, mint a fenntartható fejlődés (*3. ábra)*.

---

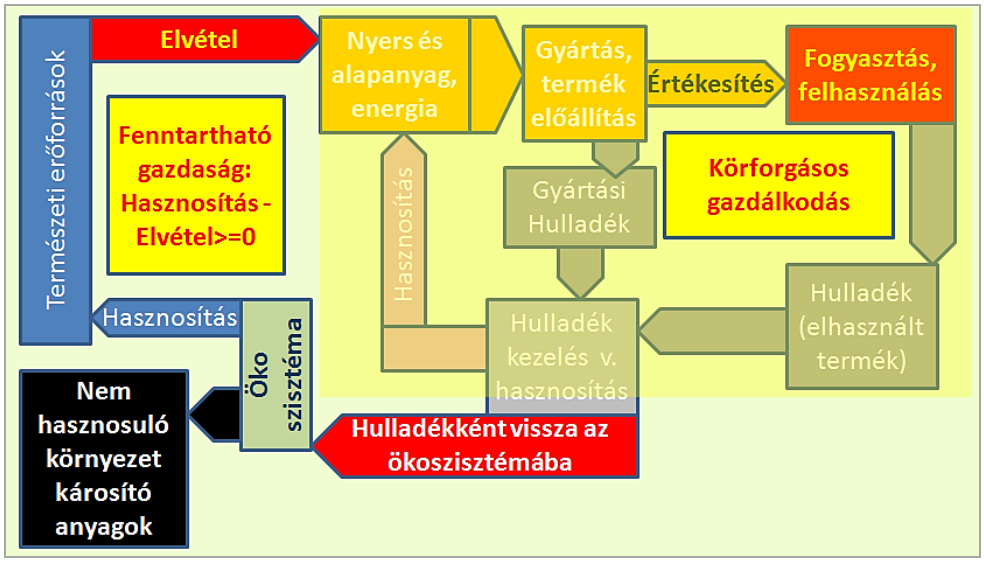
[9] http://www.bitesz.hu/wp-content/uploads/2017/01/szendioxid_klimavaltozas.pdf

[10] Persze érdemes elgondolkodni azon is, hogy mennyire hatékony dolog azoknak a fejlett gazdaságú országoknak az állásfoglalásai a brazíliai esőerdők kiirtása ellen, akik legnagyobb felvásárlói az onnan származó fának.

[11] https://hu.wikipedia.org/wiki/Fenntarthat%C3%B3_fejl%C5%91d%C3%A9s

[12] Mondta a Corvinus Egyetemen 2010-ben.

„A körforgásos gazdaságban az anyagcsere-folyamatok tervezetten, zárt körben áramlanak, a hulladék szinte 100%-osan hasznosul, és a biológiai, illetve technikai alkotórészek nem keverednek, hanem minőségi veszteség nélkül visszakerülnek a biológiai és gazdasági körfolyamatokba."



3. ábra. Körforgásos és fenntartható gazdaság modellje

A meghatározás azért még ebben a formában is idealizált. A magunk részéről elképzelhetetlennek tartunk olyan általános rendszert, amelyben nincsen valamennyi nem hasznosítható, és az ökoszisztémába vissza nem vihető hulladék. (Elég utalni például az atomerőművek kiégett elemeire.) *Ezért a magunk számára kissé átfogalmaztuk ezt a modellt.*

Bármely konkrét (definiálható gazdasági, fizikai biológiai stb.) folyamatot nézünk, annak vannak inputjai és outputjai. *Az input > output egyenlőtlenség mindig fennáll*. (100%-os hatásfok nem létezik.) Persze is itt igaz az, hogy annál hatékonyabb az adott rendszer,[13] amelyben a vizsgált folyamat lezajlik, minél kisebb értéket ad a ∑input - ∑output értéke, ami valójában a rendszeren belül már nem hasznosítható erőforrások (anyag és energia) mennyiségét jelenti. Ezek a vizsgált rendszerből (belső kör) kikerülnek a „rendszer környezetébe".

A fizika egy alapvető állítása szerint folyamatok körfolyamatokká alakíthatok, *ha kívülről elég energiát viszünk be* a rendszerbe. Ez azt jelenti, hogy nem létezik körfolyamat külső erőforrás bevitele nélkül. Ha az egész Földet egy rendszerként értelmezzük, akkor megtalálhatjuk a külső erőforrást, jelesül a napból kapott energiát.

Nekünk azonban nem szükséges ilyen mélységekben vizsgálódni. Ezt a kérdést az Európai Unió is nagyon pragmatikus formában közelítette meg. A korábbi gyakorlat szerint az egyes területekre vonatkozóan önálló stratégiákat dolgozott ki, illetve írta elő ezek kidolgozását a tagállamok részére is. (Ilyen stratégiák például: a vidékfejlesztési, környezetvédelmi, földvédelmi, hulladékgazdálkodási, energia, megújuló energia, Duna stratégia stb.) A most kiadott irányelv szemléletében más. Biztosítani a rendelkezésre álló erőforrások körforgását. Ez a fő cél. Ehhez részfeladatok kapcsolódnak:

- az élelmiszer-pazarlás csökkentését célzó intézkedések;
- a másodlagos nyersanyagokra vonatkozó minőségi előírások kidolgozása;

[13] A rendszer alatt most egy körülhatárolható, általában több konkrét folyamatot tartalmazó kisebb vagy nagyobb egységet értünk. Lehet például egy mezőgazdasági üzemen belül pl. a kukoricatermelés, de lehet az adott üzem növénytermesztése vagy akár az egész üzem is. A kérdés csak az, hogy milyen összefüggéseket akarunk vizsgálni.

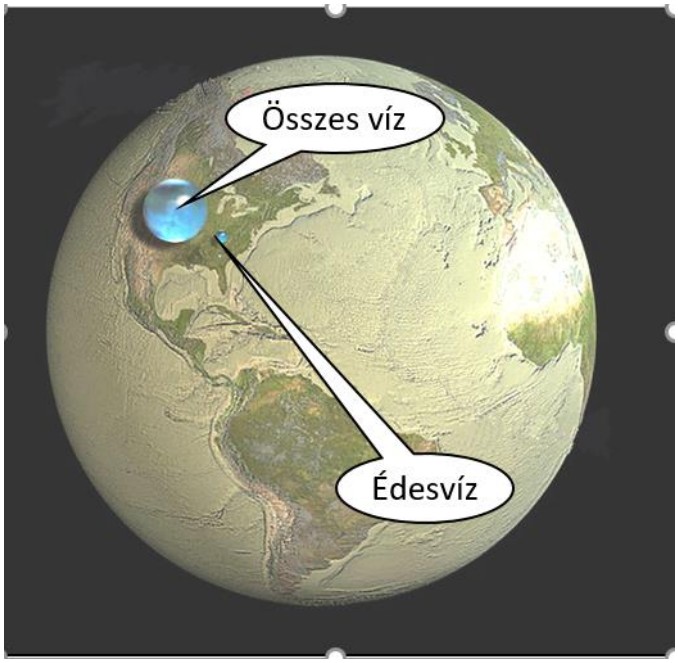
- a környezettudatos tervezésre vonatkozó irányelvek;
- a műtrágyákról szóló rendelet felülvizsgálása a biotápanyagok nagyobb arányban való felhasználása érdekében;
- a műanyagok körforgásos gazdaságban betöltött szerepére vonatkozó stratégia kidolgozása;
- a tengeri hulladék csökkentésére vonatkozó stratégia kidolgozása;
- a víz újrafelhasználását célzó intézkedéssorozat meghatározása.

A továbbiakban úgy gondoljuk, e helyen indokolt áttekinteni, hogy a jelenlegi szennyvízkezelési megoldások vajon hasonulnak-e ehhez az újnak mondható felfogáshoz.

3. VESZTÉSRE ÁLL–E VIZEINK MEGMENTÉSE ?

> *„Víz! Se ízed nincs, se színed, se zamatod, nem lehet meghatározni téged, megízlelnek anélkül, hogy megismernének. Nem szükséges vagy az életben: maga az élet vagy.” (Antoine de Saint-Exupéry)*

A Föld felszínének ugyan kétharmadát víz borítja, de a teljes földi vízkészlet a Föld térfogatát tekintve - 1,32 milliárd km^3 – csak 0,14%-ot jelent. (Az összes víz tömege pedig a Föld tömegének mindössze 0,03%-a.) A teljes vízkészletnek mindössze 2,8%-a az édesvíz (*4. ábra*), amely a szárazföldi élet fenntartásának feltétele. A sós tengervíz erre alkalmatlan.[14]



4. ábra. Az összes víz és az édesvíz mennyisége a Földön, méretarányosan

Az összes édesvíz 77,7%-a a sarkok jégtakarójában, illetve a gleccserekben található. A szárazföldi élet fenntartásához tehát a rendelkezésre álló – valójában csak elméletileg igénybe vehető víz – az édesvíz-készletnek mindössze 22,3%-a. (Ez a teljes vízkészletnek mindössze 0,62%-a.)

A Föld vízkészletének megoszlását (vízfajta szerint) az *1. táblázat* tartalmazza. Az adatok ismeretében már állíthatjuk, hogy a vízzel való takarékosság és a felszíni, valamint a felszín alatti

[14] Természetesen lehetséges ennek sótalanítása, néhány helyen élnek is ezzel a lehetőséggel, de a sótalanítás igen jelentős energiafelhasználást igényel.

vizeink minőségének megóvása a fejlődés, de talán azt is mondhatjuk a szárazföldi élet fennmaradásának egyik alapvető feltétele.

A Föld lakosságának exponenciális növekedése, az ezzel egy időben zajló gazdasági növekedés és az életminőség javulás jelentősen növeli a felhasználható édesvíz iránti igényt.

Emellett a gazdasági növekedésnek van egy egyáltalán nem kívánatos, és nem is elkerülhetetlen mellékhatása, a környezet és ezen belül a vízszennyezés. [15]

1. táblázat. A Föld vízkészlete és megoszlása

Vízfajták	Összes vízmennyiség		Édesvíz %-ában
	ezer km^3	%	
Óceánok, tengerek	**1 320 104**	**97,16%**	
Sarki jég, gleccserek	30 000	2,21%	77,71%
- felszíni vizek	126	0,01%	0,33%
- felszín alatti vizek	8 400	0,62%	21,76%
- talajnedvesség	67	0,00%	0,17%
Légköri vizek	13	0,00%	0,03%
Édesvíz	**38 606**	**2,84%**	**100,00%**
Víz mindösszesen	**1 358 710**	**100,00%**	

Azt gondoljuk, mindenki látott már az *5. ábrához* hasonló fényképet. Ez a szennyezés, ha azonnali ökológiai katasztrófát még ugyan nem okoz, akkor is biztos, hogy hozzájárul az ivóvíz szennyezéshez.

Jelenleg közel egymilliárdra teszik a világon azoknak a számát, akik bizonyítottan szennyezett ivóvizet fogyasztanak, mivel nem tudnak megfelelő minőségű ellátáshoz jutni.

A Föld vízkészlete állandó.[16] Az egyes vízfajták azonban arányaiban kismértékben változhatnak. Ez alól az édes és sós víz arányváltozása sem kivétel.

5. ábra. Szennyezett folyószakasz

[15] A vízszennyezés alatt az emberi tevékenység hatására kialakuló olyan körülményeket értjük, amelyek közvetlenül befolyásolják a felszíni, illetve a felszín alatti vizek minőségét. Más megközelítésben: a különböző veszélyes és egyéb anyagoknak a természetes vizek koncentrációját meghaladó értéke a vízszennyezés. Egy harmadik definíció szerint vízszennyezést okoz minden olyan anyag megjelenése a vízben, amely károsan befolyásolja a természetes víz emberi fogyasztásra alkalmasságát, illetve korlátozza vagy lehetetlenné teszi a vízi élet számára.

[16] Elvileg ugyan előfordulhatna egészen speciális esetben, hogy a szabad vagy felszabaduló hidrogén vízzé való elégése révén nő a vízkészlet. Ez a reakció azonban természeti környezetben valószínűtlen. Speciális esetben előfordulhat ellentétes reakció is. (Vízbontás)

Az élőlények által elfogyasztott vízzel, illetve az egyéb emberi tevékenység során felhasználtakkal nem csökken a Föld vízkészlete, mivel az hosszabb vagy rövidebb idő elteltével változatlan mennyiségben visszakerül az ökoszisztémába.

3.1. A hidrológiai ciklus változása a klímaváltozás következtében és annak hatásai

Napjainkban egyre több tudományos és hétköznapi szakmai tudósítás tájékoztat bennünket, hogy a klímaváltozás következtében jelentősen átalakul a hidrológiai ciklusok időtartama. A téli csapadék többször is nagy intenzitással érkezik a földfelszínre. A városok burkolt felületeiről villámgyorsasággal távozik a csapadékvíz és a felszíni szennyeződést magával sodorja. Ez egyre nagyobb szennyeződéssel jár, amely a víztestek állatvilágát veszélyezteti. Ugyanakkor a társadalom tagjainak egészsége is károsodik, mivel a tápláléként hasznosuló vízi állatok testébe kerülő szennyeződések az emberek szervezetébe jutnak.

A jövőben számolni kell azzal, hogy az elkerülhetetlen felmelegedés következtében a sarki jégmezők és a gleccserek, amelyek az édesvíz készletünk háromnegyedét tárolják, vissza fognak húzódni.

Szinte naponta kapunk híreket felhőszakadás okozta árvizekről, földcsuszamlásokról, sárlavinákról. Ezeket a média felkapva, természetesen – fontos hírértékként – azonnal a szén-dioxid kibocsátásunk következményeként aposztrofálja.

Kétségtelen tény, hogy az időjárási anomáliák mértéke és száma növekedésben van. Ennek oka azonban elsősorban az, hogy a légkörben a melegedés miatt megnövekszik a vízpára mennyisége. A hőmérséklet emelkedése ezen túl még erőteljes felszálló légköri áramlatokat is létrehoz, így egyes helyeken a felhőképződés intenzívebbé válik. (Márpedig tudjuk – bár nagyon keveset beszélünk róla – hogy a *földi életet lehetővé tevő „üvegházhatást" valójában elsősorban a levegőben lévő vízpára hozza létre.* Szükséges lenne ezeknek a folyamatoknak a mélyreható tanulmányozása. Már vannak a helyi kistérség pillanatnyi időjárásának alakítását célzó (működő) módszereink, pl. jégeső elhárítás.

A természeti katasztrófákat okozó időjárási elemek (hurrikánok, tornádók, tájfunok) elhárításának elvi lehetőségéről már sok tanulmány jelent meg, azonban jelenleg nem rendelkezünk akkora (veszélytelenül alkalmazható) energiaforrással, amely ehhez elegendő lenne. A nem túl távoli jövőben, azonban lehet, hogy rendelkezni fogunk ilyennel is. (Magfúzió[17])

Persze addig is tehetünk valamit!

Abból kell kiindulnunk, hogy a legnagyobb *édesvíz tartalékaink* – a sarki jégsapkák és a gleccserek – *tömege már a közeljövőben csökkenni fog*. Ha nem gondoskodunk megfelelő pótlásukról, akkor a felszabaduló víz – jelentős katasztrófákat okozva – hasznosítás nélkül a világtengerben landol. Emiatt globális „édesvízhiány" keletkezik. Ha ezt el akarjuk kerülni – márpedig ez létszükséglet – akkor gondoskodnunk kell az átmeneti többletvíz (felhőszakadások, olvadás) okozta árvizek által okozott károk elhárításáról, vagy még inkább azok felhasználásáról.

3.2. A víz okozta katasztrófák elhárítási lehetőségei

Az Európai Unió felismerve, hogy az árvizek kockázata várhatóan növekedni fog, már 2007-ben részletes irányelvet adott ki[18] az vízi kockázatok csökkentése érdekében.

[17] https://www.origo.hu/tudomany/20031010fuzios.html

[18] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/LSU/?uri=CELEX:32007L0060

Az Irányelv végrehajtását és hatásait az Európai Bizottság folyamatosan értékeli, utoljára 2018-ban készült el az Európai Számvevőszék vizsgálatáról szóló jelentés. A jelentés ajánlásokat tartalmaz, melyeket az Európa Parlamentnek terjesztettek be[19].

Mind az alapjelentés, mind a végrehajtásról szóló jelentés elsősorban az árvízvédelemre, illetve az árvizek tárolásának megoldására – árvízi tározók építésére - koncentrál. Elsősorban ezekhez a projektekhez kívánják a rendelkezésre álló pénzeszközöket is biztosítani. Ez nyilvánvalóan helyes törekvés, hiszen a várható „melegedés" több régióban „aszályossá" teszi az időjárást, amelynek hatását csak öntözéssel lehet ellensúlyozni, és ehhez jó lehetőséget biztosíthatnak az árvízi tározók, amennyiben aszálymentes időben is gondoskodunk a tározók feltöltéséről.

Várható-e változás? Itthon a nagy folyókra telepítendő vízlépcsők nem támogatottak. A Széchényi által a Tiszára javasoltak közül kettő megvalósult (Tiszalök és Kisköre), viszont a másik háromról (Záhony, Vásárosnamény, Csongrád) még koncepcionális szinten sem tárgyalunk. Pedig, ha az Alpok gleccserei elfogynak (mintegy 30 év múlva), akkor csak annyi vizünk lesz, amennyi az ország területére hullik. Ez a helyzet pedig vízlépcsőért kiállt! Legalább a dombvidéki tározókat kellene gyors ütemben építeni.

Az irányelvben és a jelentésben is hiányolható, hogy nem, vagy csak érintőlegesen esik szó a másik kitűnő lehetőségről, nevezetesen a talajban való víztárolásról.

A talaj – amennyiben élő organizmusnak tekintjük és kultúrállapotban tartjuk – nagyon jelentős mennyiségű vizet képes tárolni. Ez lehetővé teszi, hogy a termesztett növényeink, még a hosszú aszályos időszakot is átvészeljék.

A cél tehát az lehet, hogy növeljük talajaink „vízbefogadó és víztartó képességét úgy, hogy a talajban a „holtvíz" tartalom a lehető legkisebb legyen.[20]

A magunk részéről sajnálatosnak tartjuk, hogy napjainkban a talajművelési technika tendenciája ennek pontosan az ellenkezője. *A ma divatos, mondhatnánk a többség által elfogadott (!) „talajművelési irányzat" a forgatás nélküli művelés.*

A módszer hívei szerint:

> *„… a szántás nélküli talajművelő módszerekkel egyrészt javítani tudjuk talajaink szerkezetét, mikrobiális tevékenységét, másrészt megoldást adhatunk az éghajlatváltozással jelentkező problémákra, de látnunk kell, hogy ez egy hosszabb folyamat eredménye."*

Szerintünk:

> *Egyrészt:*
>
> *Az állítás önmagának is ellentmond. Gondoljuk csak meg! Ha igaz lenne, hogy a „mikrobiális tevékenység javul" – bár nem tudni, hogy mit értenek javulás alatt – akkor azzal növekedne a szén-dioxid kibocsátás, hiszen itt csak aerob körülmények lehetnek, és az itt élő mikroszervezetek mindegyike csak oxidálhat. Nem lehet igaz tehát a második állítás, miszerint megoldja az éghajlatváltozást, amely felfogásuk szerint a szén-dioxid kibocsátás csökkentéséből adódik.*

[19] https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/floods-directive-25-2018/hu/

[20] https://agroforum.hu/agrarhirek/novenytermesztes/a-talaj-vizgazdalkodasanak-elmeleti-alapjai-es-a-vizmegorzes-lehetosegei-a-gyakorlatban/

Másrészt:

Övezetünkben elkerülhetetlen a globális felmelegedés kísérőjelensége, a gyakori nagy intenzitású csapadék. Jóval nagyobb a víz befogadásának esélye egy mélyebben művelt talajon.

Emiatt mi kívánatosabbnak tartjuk a klasszikus talajművelés fenntartását, természetesen betartva azt az ismert alapelvet, hogy minden műveleti elemet a felső réteg lezárásának kell követnie.

A globális felmelegedés következményeként hazánk éghajlata – az eddigi ismereteink alapján – várhatóan a mediterrán övezethez válik hasonlóvá. A domborzati és talajviszonyaink viszont indokolják a jelenlegi (vagy ehhez nagyon hasonló) termelési szerkezet fenntartását. Ez csak úgy lehetséges, ha a lehető legnagyobb területen meg tudjuk valósítani az öntözéses gazdálkodást felhasznált vízből és szennyvízből.

4. VÍZBŐL SZENNYVÍZ

Ha a vizet bármilyen célra felhasználjuk, az – előbb vagy utóbb – visszakerül a természetbe, csakhogy ez már nem ugyanaz a víz, mint amit felhasználtunk. Elkerülhetetlen, hogy abban oldott, szuszpendált vagy emulgeált állapotban idegen anyagok is legyenek.[21] Az természetbe visszakerülő víz tehát mindenképpen valamilyen mértékben szennyezett, tehát szennyvíz.

Ahol csatorna nincs, ott ez a szennyvíz – alapesetben – a talajra/talajba kerül. Ez mindaddig nem okoz problémát, ameddig egyedi esetekről van szó. (Egy tanyán, ahol ásott kútból nyerik a vizet, és a „szennyvizet" kiöntik az udvarra, abból nem fog semmi baj származni.) Más körülmények azonban már okozhatnak komoly problémákat. Ebből most csak kettőt említünk.

- A középkori csatornázatlan „nagyvárosokban" az utcára kiöntött szennyvizek számos járvány okozói voltak.
- A falvakban – kezdetben itthon is – elsősorban a vezetékes (egészséges) ivóvíz biztosítására törekedtek. Az esetek többségében ezt a csatornázás csak késéssel követte, illetve néhol még ma sem biztosított. A vezetékes víz kísérője a szennyvíz is. Ezt a szennyvizet nem egyszer a már használaton kívülre került kutakba vezették. Következmény: a korábban egészséges felszín alatti vizekből származó ivóvíz fogyasztásra alkalmatlanná vált.

4.1. A szennyvíztisztítás története

Az életvitel változásával a lakosság egyre inkább a városokba koncentrálódott. Az urbanizáció feltétele volt a vízellátás biztosítása, vízvezeték rendszerek kiépítése. Ennek következtében megjelent a „szennyvíz", amelytől valami módon meg kellett szabadulni. Mivel a városok többsége valamilyen felszíni vízhez közel települt, kézenfekvő volt, hogy a szennyvizet is ide vezessék vissza. Az élő víz ökoszisztémája képes megbirkózni a szennyező anyagokkal (öntisztulási mechanizmus), amennyiben azok még elviselhető koncentrációban vannak jelen. A koncentráció növekedésével azonban egyre több helyen bebizonyosodott, hogy a felszíni víz ezt a terhelést már nem volt képes kompenzálni.

Az 1700-as évek második felétől kezdve az iparosodás felfokozódott (ipari forradalom). Az egyre-másra létesülő ipari üzemek jelentős mennyiségű vizet igényeltek, és az általuk kibocsátott

[21] Kivétel az az eset, ha a felhasznált víz vagy annak egy része vízpára formában kerül vissza a természetbe. Ezt azonban inkább tisztításnak kell felfogni (desztilláció). Jellemző eset pl. a főzéskor a légkörbe távozó vízgőz.

szennyvíz már új veszélyforrást jelentett. E szennyvízben már nemcsak természetes anyagok, hanem mérgek is kerültek.

Tisztítás nélküli bevezetésük a felszíni vízbe nem egyszer annak élővilágát teljesen kipusztította.

Világossá vált, hogy az egyre nagyobb tömegben megjelenő mérgező anyagokat is tartalmazó szennyvizet – büntetlenül – nem lehet visszavezetni a felszíni vizekbe. Megszületett a felismerés: a szennyvizet tisztítani kell.

A technika fejlődésével párhuzamosan természetesen a szennyvíztisztítás technológiája is fejlődött. A kezdeti szűrés kiegészült biológiai folyamatokkal, és irányított kémiai reakciókkal is. Ennek hatására a befogadókba visszatáplált tisztított szennyvíz – „az újvíz" – egyre kevesebb káros anyagot tartalmazott. A fejlett országokban (pl. Anglia, Németország) a korszerűsítés hatására a korábban „szennycsatorna szintig" lerontott nagy folyók (Temze, Rajna) újra élő vizekké váltak.

Ma Európában és a világ egyéb gazdaságilag fejlett államában, a nagyobb városokban szinte mindenütt, de egyre inkább a kisebb településeken is:

- a szennyvizet csatornákon a településen létesült központi tisztító telepre vezetik,
- a telepen fizikai, biológiai és kémiai műveletekkel eltávolítják a szennyvízből a benne oldott, szuszpendált vagy emulgeált idegen / szennyező anyagokat,
- a jelenlegi technológiának megfelelő tisztított vizet vezetik vissza a felszíni vízbe (befogadó)[22].

Az utóbbi időben van más törekvés is.

Napjaink kérdése, hogy a szennyvizek tisztítása továbbra is központosítva, a lakókörzetektől kellő távolságban történjen-e, vagy a kisebb településeknél, lakáscsoportoknál akár a lakóházak között, vagy a lakóház mellett is oldják meg a kívánt mértékű szennyvíztisztítást és maradékának (elsősorban a tisztított víz) elhelyezését. A műszaki ismeretek, a technikai fejlődés ma már az utóbbi eset igényeihez is biztosítják a szennyvíz tisztítását. A perdöntő kérdés a tisztított víz és tisztítási maradék elhelyezési lehetősége, befogadó vízfolyás vagy az elszivárogtatásra alkalmas talaj megléte. A kommunális szennyvízből minimális mennyiségben keletkező iszap újrahasznosítása is az utóbbi függvénye (*Randall 2003)*[23].

A lakosság városokból történő jelenlegi kiáramlása mindenképpen a közvetlen környezethez illeszthető szennyvíztisztítás fejlesztését tenné szükségessé. Az ilyen körzetekben a tisztított víz újra felhasználására egyre fokozódó igény jelentkezik. Ugyanitt a keletkező szennyvíziszap természetes, növény-, nád-ágyas stabilizálása, komposztálása is igen egyszerűen kialakítható, biztonságos megoldás (*Kárpáti és Taxner 2004)*[24]. Míg a gazdag országok nagyvárosaiban a tisztított szennyvíz újra felhasználása (WC-öblítés stb.), valamint a második vízkör kiépítése napjaink realitása, nálunk a decentralizált szennyvíztisztítás és a tisztított víz újra felhasználása jogi és műszaki szabályozásának a megalkotása látszik a legsürgősebben megoldandó feladatnak."

---

[22] Egyes helyeken a szennyvíztisztítást olyan mértékig tökéletesítették, hogy a tisztított szennyvizet (5% mértékig) az ivóvíz hálózatba vezetik vissza. Ilyen konkrét példa Szingapúr. Az viszont már gyakoribb, hogy tisztított szennyvizet másodlagosan „ipari vízként" hasznosítják.

[23] Randall, C.V. (2003). Changing needs for appropriate excreta disposal and small wastewater treatment methodologies or the future of small wastewater treatment systems. Water Science and Technology, 49(11-12), 1-6.

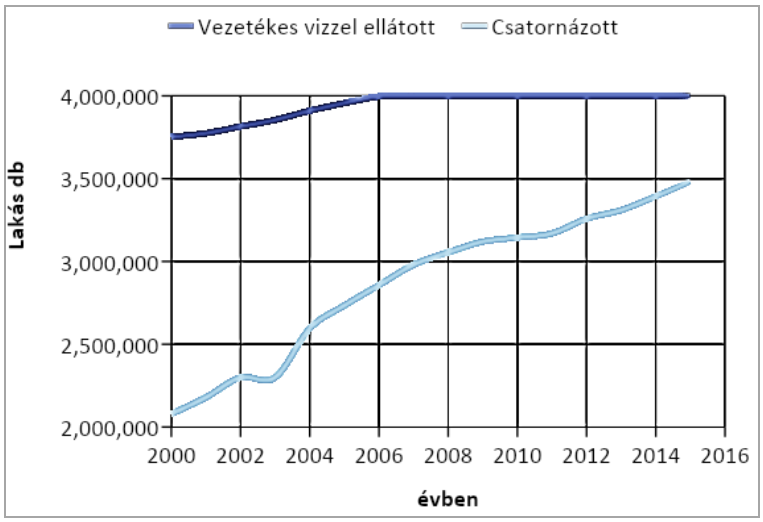
[24] Kárpáti Á. és Taxner Gy. (2004). Iszap stabilizálás és elhelyezés lehetőségei kis települések szennyvíztisztításánál. A Szennyvíztisztítás hazai tapasztalatai és a szennyvíziszap kezelés, hasznosítás lehetőségei című ismeretgyűjtemény. Szerk.: Kárpáti Árpád, Veszprémi Egyetem, 69-75.

4.2. Vízellátás,csatornázottság szennyvíztisztítás Magyarországon

Magyarország – kis késéssel ugyan – de követte azokat a tendenciákat, amelyek Nyugat-Európában alakultak ki, mind a vezetékes vízzel való ellátásban, mind a csatornázottságban, mind pedig a szennyvízkezelésben. 2000-re az összes hazai lakás 92%-át vezetékes ivóvízzel látták el. Ezzel szemben a csatornázottság mindössze 53,6%-os volt.

Ezekből az adatokból az is következik, hogy a vezetékes vízzel ellátott lakások több mint fele (55,4%-a) 2 000-ben még nem volt a (szennyvíz) csatornahálózatba bekapcsolva. Ez aztán számos helyen – elsősorban a kisközségekben – problémákat okozott, mert igen sokszor elmaradt a megfelelő derítő akna kiépítése (talaj- és vízszennyezés).

2000-től kezdődően, a korábbihoz viszonyítva, sokkal ütemesebben folytatódott a csatornahálózat kiépítése. Ezzel együtt létesültek a szennyvíztisztító telepek is. A *6. ábrán* látható, hogy a vizsgált időszakban a vezetékes ivóvízzel ellátott lakások csatornázottsága sokkal jobb képet mutat. A korábbi 55,4%-ról 82%-ra nőtt.

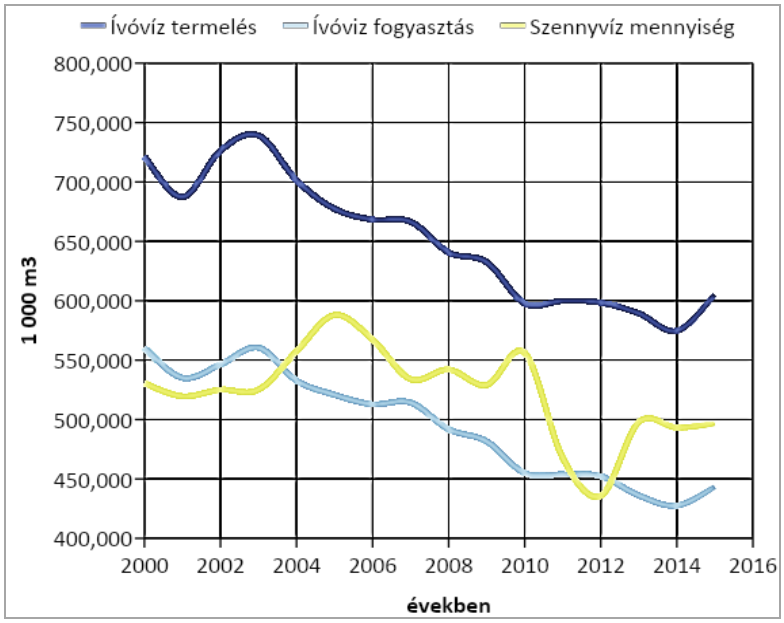


6. ábra. A vezetékes vízzel és csatornával ellátott lakások számának alakulása 2000- 2015 között (KSH adat)

Az is javított a helyzeten, hogy időközben – még azokon a helyeken is, ahol eddig nem épült csatorna – szervezettebbé (elérhetőbbé) vált a derítőaknák ürítése, és az így összegyűlt szennyvíznek a tisztítótelepekre történő szállítása. Ez a tendencia követhető a KSH adatszolgáltatásában is.

A csatornahálózat bővülése révén azt várnánk, hogy a szennyvíztisztító telepekre beérkező szennyvíz mennyisége növekszik. Ennek ellenkezője történt.

A *6. és a 7. ábrán* szemléltetett adatokat vizsgálva ellentmondást látunk. Nem könnyű elfogadni azt az állítást, hogy miközben a csatornahálózatba bekapcsolt lakások száma az időszakban 1,6 szeresére nőtt, addig az innen befolyó szennyvíz mennyisége gyakorlatilag nem változott.



7. ábra. Az ivóvíztermelés, fogyasztás, valamint a tisztítótelepekre befolyó szennyvíz mennyisége 2000-2015között (KSH adat)

Az egyértelmű, hogy az időszak alatt jelentősen csökkent a nem lakossági fogyasztók vízfelhasználása. Erre találhatunk magyarázatot az alkalmazott technológiák változásában, és valójában az időszak alatt csökkent ezen felhasználók száma is.

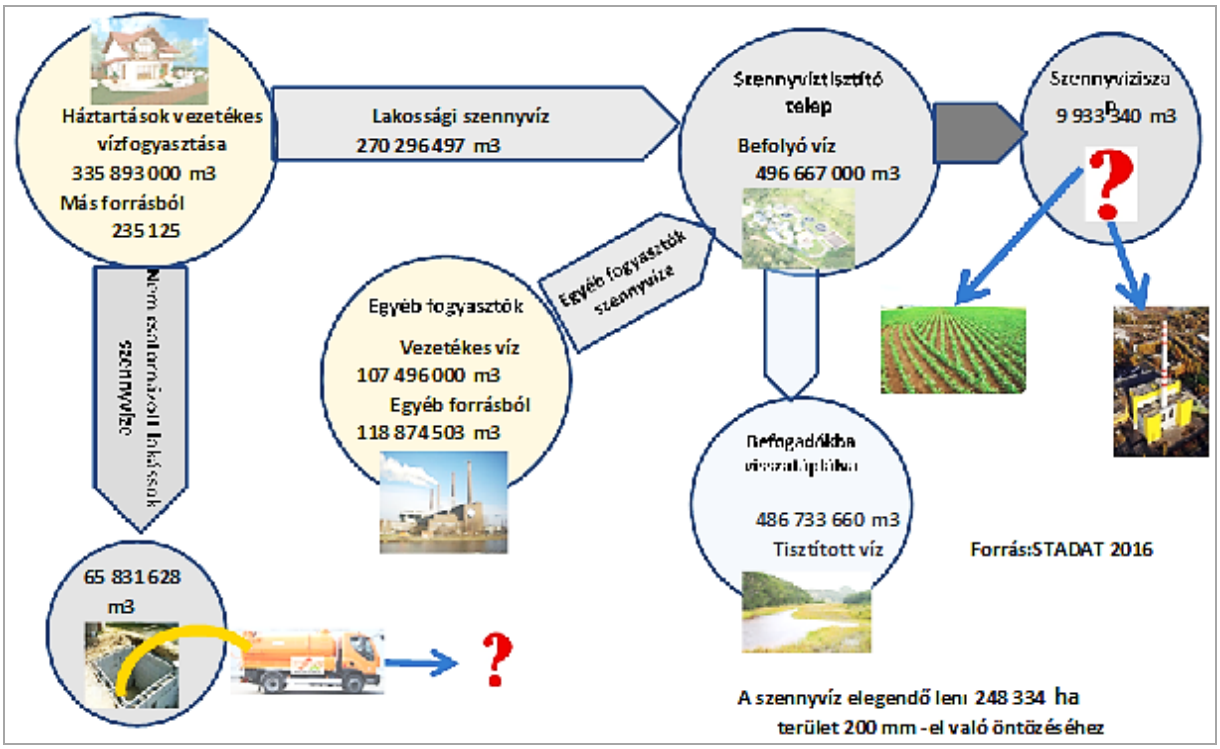
Azt viszont már nehezebb megmagyarázni, hogy miként lehetséges az, hogy miközben a vízvezeték hálózatba bekötött lakások száma 442 000-rel nőtt (ez minimálisan háromnegyedmillió személyt jelent), eközben a vízfogyasztás 53 millió m^3-rel csökkent.

Arra sincs támpontunk, hogyan lehetséges az, hogy pl. 2010-ben a befolyó szennyvíz mennyisége 91 millió köbméterrel meghaladta a szolgáltatott vízmennyiséget. Ez az összes szolgáltatott vízmennyiség 21% -át jelenti.

Műszaki szempontból ennek kétféle oka lehet: az első a szennyvíz beszállítása, a második pedig az esővíz szennyvízcsatornába jutása. Ez elvileg lehetséges lenne, de akkor nem fordulhatna elő egy esetben sem, hogy a szennyvíz ne haladná meg az elfogyasztott vízmennyiséget. Ez így nem áll fenn.

Marad tehát az a feltételezés, hogy a közölt adatok tartalma időközben változott, illetve súlyos problémák vannak az adatszolgáltatással.

Jobb híján a KSH adatokból készítettünk el a 2015. évre egy víz-, szennyvíz- és szennyvíziszap mérleget (*8. ábra*).



8. ábra. Magyarországi „vízközművek” anyagáramai

Az ábráról látható, hogy a nyilvántartott befogadott szennyvíz mennyisége csak úgy “hozható össze”, ha feltételezzük, hogy mind a lakossági, mind az egyéb fogyasztók esetében az ivóvízen kívül - egyéb forrásból - jelentős mennyiségű szennyvíz keletkezik. A lakosság esetén a 235 000 m^3 még talán el is képzelhető. Az egyéb fogyasztóknál viszont elképzelhetetlen, hogy 108 millió m^3 vezetékes víz igénybevétele mellett 118 millió m^3 olyan szennyvíz folyjék be tőlük a tisztító telepre, amelynek a „vize” egyéb forrásból származik.

A csatornahálózatba be nem kapcsolt lakásoknál – átlagértékeket figyelembe véve – 66 millió m^3 szennyvíz keletkezik. Ennek a sorsa bizonytalan.

A befolyó szennyvíz mennyisége alapján – kiszámoltuk a tisztítás során várhatóan keletkező szennyvíziszapot.[25] Az iszap mennyisége évi 10 millió m^3-re tehető. A tisztított és a befogadókba visszatáplált víz mennyisége így 487 millió m^3-re tehető. (Itt csak megjegyezzük, de későbbiekben visszatérünk rá, hogy ez 2,2-szerese annak a vízmennyiségnek, amennyit 2015-ben összesen öntözésre felhasználtak.)

A továbbiakban áttekintjük, hogy mi történjen, illetve mi történhet azzal a 10 millió tonnányi szennyvíziszappal, amely a tisztítás után a szennyvíztisztító telepen marad.

5. SZENNYVÍZISZAP HASZNOSÍTÁS ÉS ELHELYEZÉS

A szennyvíziszap elhelyezésére és hasznosítására vonatkozóan 2014-ben „stratégia” készült, amely a tennivalókat 2023-ig határozta meg.[26] Mivel ezt a stratégiát az Országgyűlés elfogadta,

[25] A számításnál a szennyvíz szárazanyag tartalmát 0,05%-nak vettük. Az iszapot fölös- és eleveniszap keveréket feltételezve 2,5% szárazanyag tartalommal kalkuláltuk.

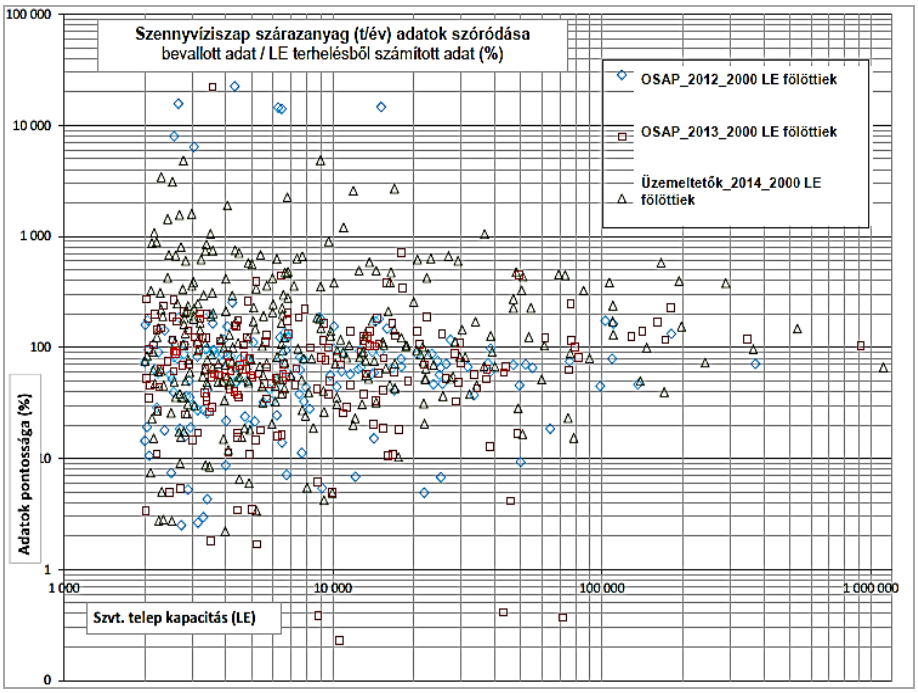
[26] Hazánkban nem vagyunk szűkében a stratégiáknak. A szennyvíziszap stratégia mellett van hulladék stratégia (amelynek része a szennyvíziszap is, noha nem ugyanazt tartalmazza, mint a szennyvíziszap stratégia), aztán van vízstratégia és külön Duna régió stratégia, van a homokhátságra vonatkozó jó néhány kidolgozás, van energia stratégia és külön megújuló energia stratégia, környezetvédelmi stratégia. A felsoroltak mindegyikének valamilyen

logikusnak tűnik, hogy a szennyvíziszap hasznosítási lehetőségeit e stratégia mentén kellene minősíteni. A helyzet azonban ennél bonyolultabb. A problémát elsősorban az okozza, hogy már a szennyvíziszap fogalmi meghatározásánál számos ellentmondással találkozunk.

Megjegyezzük, hogy a *szennyvíziszappal kapcsolatos uniós jogszabályi rendszer is sok kívánni valót hagy maga után*, amint ezt elismerte az EU által finanszírozott szennyvíztelepi korszerűsítések vizsgálatáról szóló jelentésében az Európai Számvevőszék:

> *„A 2014-es értékelés következtetése szerint a szennyvíziszapról szóló irányelv relevanciája jelenlegi formájában kétséges. Az eltelt közel 30 év alatt sem történt meg az irányelvben foglalt előírások és követelmények felülvizsgálata és aktualizálása”.*[27]

Az Európai Számvevőszék megállapítása hazánkban is megállja a helyét. *Egyáltalán nem rendelkezünk megbízható szennyvíziszap kataszterrel*. Már a szennyvíziszap stratégia készítői is elismerték, hogy a tisztítótelepek által szolgáltatott adatok megbízhatatlanok. *A telepeken keletkező éves iszaptömegre vonatkozó adatszolgáltatások és adatbázisok ellentmondásokkal és pontatlanságokkal terheltek (9. ábra).*



9. *ábra. A szennyvíziszapok szárazanyag tartalmának szóródása (Forrás: Nemzeti szennyvíziszap kezelési és hasznosítási stratégia 2014-2023* [28]*)*

Az adatok szórásának vizsgálatakor a szennyvíziszapok szárazanyag tartalmának fajlagos értékét vettük 100%-nak. Ettől az értéktől számos okból keletkezhet eltérés, pl. az egyesített rendszereknél a felszínről bemosódó szervetlen szennyezések nagymértékben növelhetik a keletkező iszap szárazanyag tömeget, az anaerob iszapkezelés számottevően csökkenti az iszap szárazanyag szerves hányadának részét stb. Ezek figyelembevétele érdekében, korrektnek fogadtunk el min-

---

szinten része a víz, a szennyvíz, a szennyvíztisztítás, így a szennyvíziszap is. Az egyes stratégiákban azonban a tennivalók nem ugyanúgy kerültek meghatározásra, továbbá a hatályos jogszabályink nem egyszer ellentmondanak a kitűzött stratégiai céloknak. Így aztán a települési fejlesztési tervek készítői tetszőlegesen „szörfözhetnek” a stratégiák célkitűzései között. Minden célkitűzésre és ellenkezőjére is könnyen találnak stratégiai célt vagy jogszabályt.

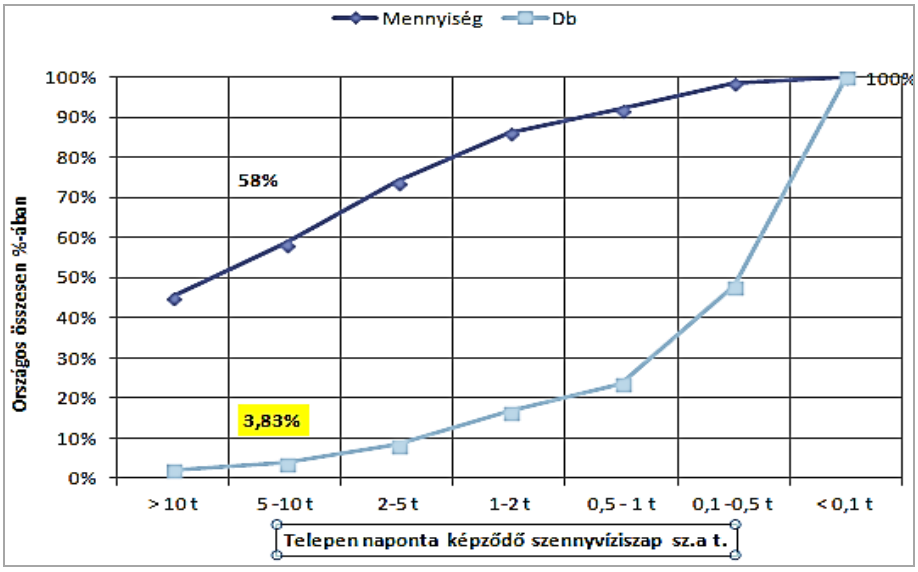
[27] European Court of Auditors (2014), Special Report (No 4/2014): "Integration of EU water policy objectives with the CAP: a partial success"

[28] http://www.nemzetizoldprogram.hu/szennyviziszap-kezelesi-es-hasznositasi-strategia-2014-2023/

den olyan szolgáltatói vagy nyilvántartási adatot, amely a számított érték 50% és 200%-a közé esik. A többi adat korrekcióra szorult. Jellemző a helyzetre, hogy egyes adatoknak az elméleti értékhez viszonyított nagy szórása miatt az előző ábra adat-felhőjét *logaritmus léptékben* kellett ábrázolni, *mert néhány kirívó esetben két nagyságrendű eltérések (100-200 szoros értékek) is adódtak!*

Egyáltalán nem tartjuk megnyugtatónak, hogy a fejlesztési célokat is meghatározó stratégia ilyen megbízhatóságú induló adatokra támaszkodik.

Ma Magyarországon 700 szennyvíztisztító telepen történik a mintegy 600 millió m^3 települési szennyvíz befogadása, tisztítása[29]. A folyamatok során elméletileg 210 - 230 000 t szennyvíz-iszap keletkezik (szárazanyagban számolva). Ez évente 1,1 -1,4 millió tonna víztelenített (20% szárazanyag tartalmú) iszapot jelenthetne. A *10. ábrán* látható, hogy az összes képződő iszap 58%-a, a telepek 3,8%-án, vagyis 30 telepen keletkezik. A kisebb telepek egy részénél azonban még víztelenítő berendezés sincsen, így ott csak legfeljebb valamilyen nyers iszap keletkezhet, amelynek további sorsa ismeretlen.



10. ábra. A szennyvíztelepek megoszlása a naponta keletkező iszap mennyisége szerint (A telepek 2015-ös egyedi adatai)

A 30 nagytelepen viszont az iszapból (annak legnagyobb részéből) biogázt állítanak elő, így ott csak fermentációs maradvánnyal számolhatunk. Ennek szárazanyag tartalma 30-35%-kal kisebb, mint a fermentorokba bevitt szennyvíziszapé.

Valójában tehát a szennyvíziszap rendelkezésre álló mennyisége – még akkor is, ha ebbe a fermentációs maradványt is belevesszük – jóval kisebb annál, mint amennyivel a szennyvíziszap stratégia számol.

5.1. Mi is valójában a szennyvíziszap?

A szakma mindeddig a szennyvíziszapot a szennyvíztisztítás hulladékának tartotta. Ezt a következők szerint szokták meghatározni:

> *„A szennyvíziszap a szennyvíztisztítás legnagyobb mennyiségben keletkező hulladéka, elhelyezése gond. Összetétele miatt hasznosítható energiaforrásként (biogáz előállítása), emel-*

[29] Megjegyezzük, hogy ez tájékoztató adat. A KSH és szövetség által nyilvántartott adatok között ugyanis 100 millió m^3 eltérés van.

lett a mezőgazdaságban trágyaként (engedéllyel), rekultivációra vagy tüzelőanyagként. Hulladéklerakóban elhelyezése kevésbé előnyös."[30]

Ez a meghatározás egyértelműen hulladéknak minősíti a szennyvíziszapot. Figyelemre méltó, hogy magába foglalja – ha nem is teljeskörűen – a lehetséges hasznosítási módokat is.

Hulladék definíciója a hulladéktörvény szerint:

„hulladék: bármely anyag vagy tárgy, amelytől birtokosa megválik, megválni szándékozik vagy megválni köteles." (2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról[31]*).*

Eddig rendben is lenne, hiszen a kérdéses anyag birtokosa – nem kétséges – a szennyvíztisztítótelep, hiszen a szennyvíztisztítás során ez keletkezik, és kénytelen ettől az eredeti tömeg mintegy 2%-át kitevő, a számára haszontalan anyagtól valamilyen módon megválni.

Mivel a szennyvíziszap folyamatosan – növekvő tömegben – keletkezik, speciális és mindenképpen környezeti kockázatot tartalmazó anyag, tehát szükséges volt az elhelyezését, illetve hasznosítását részletesen szabályozni. Ezt tette az 50/2001 (IV.3) Kormányrendelet[32]:

„Iszap: a települési szennyvíz tisztítása során keletkező és az ehhez hasonló összetételű szennyvizeket kezelő egyéb szennyvíztisztító művekből, szennyvízkezelő berendezésekből származó iszap és a települési folyékony hulladék" (3. §. a.).

Látható, hogy ez a kormányrendelet is a szennyvíziszapot egyértelműen folyékony hulladékként definiálja.

A ma is hatályos jogszabályok alapján a szakhatóságok, eleget téve a kötelezettségüknek, a szennyvíziszapot besorolták a megfelelő hulladék-kategóriába. A szennyvíziszapra vonatkozóan három hulladékbesorolást is találunk:

„Szennyvizekből keletkezésük helyén származó iszap: EWC kód 0605.
Települési szennyvíz tisztításából származó iszapok: EWC kód 190805.
Hulladékok anaerob kezeléséből származó hulladékok: EWC kód 1906".[33]

Látható, hogy a besorolás szerint még sok közleményben ártalmatlanításnak, illetve hasznosításnak minősített anaerob kezelésből (anaerob rothasztásból) származó biogáz előállítás maradványa is egyértelműen hulladéknak minősül.

Az eddigiekből kiderül, hogy minden e témában született és hatályos jogszabály *a szennyvíziszapot és hasznosítása utáni maradványokat hulladéknak minősíti.* Elfogadjuk, hogy annak beltartalmától függően a környezetre káros hatású is lehet.

Az eddigiekkel szemben a már említett szennyvíziszap stratégia első bekezdése a következő:

„Magyarország az elmúlt években magas szinten igyekezett eleget tenni nem csak az Európai Uniós tagállami kötelezettségéből fakadó jogharmonizációs elvárásoknak, hanem annak a korszerű környezetvédelmi szempontrendszernek is, amely szerint a szennyvíziszap elsősorban nem hulladék, amelyet ártalmatlanítani kell, hanem hasznosítható másodlagos nyersanyag, illetve megújuló energiaforrás."

---

[30] https://hu.wikipedia.org/wiki/Szennyv%C3%ADziszap

[31] https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200185.tv

[32] https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0100050.kor

[33] http://hulladekok.hu/index.php?page=szervetlen-kemiai-folyamatokbol-szarmazo-hulladekok

Arról van tehát szó, hogy az idézett stratégia felfogásában ellentétes minden ma hatályos a témát érintő jogszabállyal. Ezek után nem lehet csodálkozni azon, hogy a témában megjelenő tanulmányok, közlemények szélsőségesek. Az egyik szélsőség szerint a szennyvíziszap a „mezőgazdaság aranya" (ez van többségben), a másik szélsőség pedig az, hogy a szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása életveszélyes. Nyilván a valóság valahol a kettő között van.

5.1.1. Mi van a szennyvíziszapban?

A szennyvíztisztítás céljaként – a fellelhető definíciók többsége – azt határozza meg, hogy a szennyező anyagokat a szennyvízből valamilyen módon olyan mértékben távolítsa el, hogy az így megtisztított víz már károsító hatás nélkül a befogadóba visszavezethető legyen.

Az irodalomban a szerzők döntő többsége –annál is inkább, mivel a meglévő szennyvíztisztító telepek majd mindegyike ilyen– *csak a tisztított víz befogadóba való visszavezetését tudja elképzelni.* Ebből következik, hogy feladatként a tisztított víz paramétereit (követelmény) a befogadó öntisztuló képességének függvényében kell meghatározni. Ha ez nem biztosított, úgy a befogadó el fog szennyeződni.

Mindenki által ismert, hogy a talaj többszörös mennyiségű szennyező anyagot képes ártalmatlanítani, mint az élővíz. Ezért is jelölik meg a szennyvíztisztítás hulladékának elhelyezési lehetőségeként a talajt.

Ezek után kérdezhetjük azt is, hogy nem lenne-e egyszerűbb és főleg olcsóbb, ha egy alacsonyabb tisztítási fokozatú szennyvizet, (ami elsősorban fertőtlenítés) öntözővízként azonnal a talajra vinnénk?

A szennyvíztisztítás célját ma – mondhatjuk kivétel nélkül – abban látják, hogy a „befogadóba" visszatáplált víz ne okozzon abban károsodást. Így fogalmaznak az Európai Unió dokumentumai is:

> *Települési szennyvíztisztító telep: „olyan tisztítási eljárások sorozatát biztosító infrastruktúra, amelynek az a célja, hogy a befogadó vizekbe történő kibocsátást megelőzően a beérkező települési agglomerációs szennyvíz szennyezettségét megfelelő szintre csökkentse."*[34]

A különböző időben épült szennyvíztisztító telepeken különböző technológiákat[35] alkalmaznak ugyan, de a végeredmény mindegyiknél az, hogy a telepre befolyó 0,04-0,06% szárazanyagot tartalmazó szennyvízből fizikai, kémiai és biológiai eljárásokkal ennek minél nagyobb hányadát leválasszák**.** *A folyamat végén visszamarad a 2-3,5% szárazanyag tartalmú szennyvíziszapnak nevezett szubsztrátum, amely a szennyvízhez viszonyítva 60-70-szer koncentráltabban tartalmazza mindazt, ami a szennyvízben eredetileg benne volt.*

Megjegyezzük, hogy a szennyvízben az eredetileg oldott állapotban lévő anyagok jelentős része az iszapban már vízben oldhatatlan vegyületekké alakult át.

A szennyvíziszapok összetétele általánosságban a *2. táblázat* szerint jellemezhetők.

2. táblázat. A szennyvíziszapok általános összetétele (Forrás: Dr. Juhász Endre 2015.10.15., NKE előadás)

Hasznosítható anyagok	Iszapvíz	szabad és könnyen eltávolítható iszapvíz (70%)
		kapilláris víz (20%)
		pehelyrészecske nedvesség tartalma (2%)
		sejtben kémiailag kötött víz (8%)

[34] https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR15_02/SR_DANUBE_RIVER_HU.pdf

[35] E technológiák ismertetése nem témája e dolgozatnak, mivel ez más helyén már megtörtént.

	Aprított, őrölt ásványi részecskék	finom és durva homok
		egyéb szemcsés anyagok
	Szerves anyagok	széntartalmú maradék anyagok
	Tápanyagok	N
		P
		K
	Nyomelemek	fémes elemek, szervesvegyi anyagok
Hasznosítást gátló (kockázati tényezőt növelő) anyagok	Mérgező anyagok	nehézfémek (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zr)
		egyéb toxikus anyagok (As, Mo, Se stb.)
	Patogének	baktériumok
		vírusok
		paraziták
		gombák
	Antropogén anyagok	gyógyszermaradványok, kozmetikumok stb.

Mivel a szennyvíziszapban sokféle összetevő van, amelyeknek környezetre gyakorolt hatása ellentétes, így annak hasznosítási lehetőségét nem lenne helyes egyik vagy másik összetevő kiemelése alapján szorgalmazni, vagy elvetni. Az egyes szennyvíziszapok összetételében nagyon nagyok lehetnek a különbségek. Sőt, ugyanazon tisztítótelepről származó iszap összetétele időszakosan eltérhet. A szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználhatóságának elbírálásakor a nehézfémek és egyéb mérgező elemek vizsgálata ma már, ha nem is a kellő időszakokban, de általános. Kevesebb figyelmet kapnak azonban a patogén szervezetek és különösen azok szaporító anyagai, noha erre a témával foglalkozó szerzők többsége felhívja a figyelmet.

A szennyvíziszapban lévő szabad víz, a növényi tápanyagok, valamint a növények számára szükséges esszenciális nyomelemek, annak mezőgazdasági célú felhasználása esetén nyilvánvalóan értéket jelentenek. A mérgező anyagok (nehézfémek és egyéb toxikus anyagok), a patogének, valamint az antropogén anyagok viszont mindenképpen kockázati tényezőt jelentenek. Hazai törekvés – lásd az elfogadott „szennyvíziszap stratégiát" – preferálja a szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználását. A hatályos 50/2001. (IV.03) Kormányrendelet tételesen meghatározza, hogy milyen feltételeknek kell megfelelni a mezőgazdasági célra felhasználható szennyvíziszapnak. Megjegyezzük, hogy az elkészült eredeti stratégia e feltételek liberalizálását tartja szükségesnek, különösen a síkvidéki erdőtelepítések "starter" tápanyag forrásaként.

A hazai szennyvíziszapok többsége – összetétele alapján – megfelel a hivatkozott rendeletben meghatározott feltételeknek. A benne lévő nehézfémek határértéken belül vannak. A szennyvíziszapok – változó mennyiségben ugyan – de mindig tartalmaznak a növények számára hasznos makró tápanyagokat is. Ezek kétségtelenül értékesek lehetnek a mezőgazdasági termelés számára. Szükséges azonban megjegyezni, hogy a vizsgálat salétromsavas oldással készül, tehát nem feltétlenül oldhatók vízben, így semmiképpen nem jelent a növények számára azonnal felvehető tápanyag mennyiséget.

A szennyvíziszapban található nehézfémek és egyéb vizsgált káros anyagok mellett egyre többen hívják fel a figyelmet a nem, vagy csak esetenként vizsgált gyógyszer- és hormon-maradványok által okozott potenciális veszélyre.

Mindezekkel együtt az eddig megjelent, a szennyvíziszap felhasználhatóságával foglalkozó tanulmányok nagyobb hányada szerint a szennyvíziszap talajerő visszapótlásra alkalmas anyag, amely részben pótolhatja az állatállomány jelentős csökkenése miatti istállótrágya hiányát.

Ennek következtében (az eredeti) szennyvíziszap stratégia is a szennyvíziszap, illetve szennyvíziszapból készített termékek (komposztok, termésnövelő anyagok) mezőgazdasági felhasználását szorgalmazta. (1,5-2 millió ha-ban jelölte meg az erre alkalmas szántóterületet.)

Megjegyezzük, hogy Európa egyes országaiban kategorikusan tiltott a szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása. Főleg Németországban, ahol már most arra törekszenek, hogy az iszapból visszavonják a foszfort, mivel az csak korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre.

Azt is hozzá kell tenni, hogy a mezőgazdasági termelők többsége idegenkedik a szennyvíziszap felhasználásától, bár a vízművek által rendelkezésre bocsátott mennyiséget mindig felhasználják.

5.1.2. A szennyvíziszap ártalmatlanítási és hasznosítási lehetőségei

Napjainkban, a korábban készült szennyvíziszap stratégia újbóli áttekintése folyik. Ebben a törekvésben már sokkal differenciáltabban jelennek meg a szennyvíziszap hasznosításának lehetséges és ajánlott módszerei:

> *„Álláspontunk szerint a mezőgazdasági felhasználás stagnálását előirányzó II. szcenárió feltételezése reális, mivel a mezőgazdaságban hasznosított mennyiség növelésére nem látunk esélyt, tehát az égetési célú hasznosítás lehetőségeinek kiépítése, bővítése szükségessé válik. Az Agrárminisztérium álláspontja szerint bővülésre lehetőség a mezőgazdasági hasznosítás területén nincs mód, ezért nem értenek egyet a mezőgazdaságban hasznosított szennyvíziszap mennyiség növelésével, és javasolják az arányt az energetikai hasznosítás irányába eltolni. A termék-komposzt felhasználás aránya a jelenlegihez képest növelhető, így a II. szcenárió több szempontból is megfelelő.*
>
> *Az égetési célú hasznosítás lehetőségeinek megteremtéséhez együttműködési megállapodások elősegítése szükséges az energia szektor szereplőivel, továbbá a 2021 utáni időszakban forrásigényt jelentenek a beruházások.*"

Ennek, az új felfogásnak, valamint az EU körforgásos gazdaságról szóló állásfoglalásának[36] tükrében a szennyvíz és szennyvíziszap lehetséges hasznosítási módjai az alábbiak lehetnek:

I. A szennyvíziszap mezőgazdasági célú hasznosítása:

a. Talajba történő injektálás.
b. Mechanikai víztelenítés és a stabilizálást követően közvetlen kijuttatás.
c. Adalék anyaggal való keverés és ezt követő komposztálás, a komposzt „szerves trágyaként" való felhasználása.

II. A szennyvíziszap energetikai célú felhasználása

1.) *Rothasztás* – a képződő biogáz energetikai felhasználása a fermentáció maradványát pedig:

d. Mezőgazdasági célra hasznosítani
   i. Injektálással talajba juttatni.
   ii. Mechanikai úton vízteleníténi, stabilizálni, majd közvetlenül kijuttatni.
   iii. Adalékanyaggal komposztálni és a komposztot szerves trágyaként használni.

e. Vízteleníténi, szárítani, majd megfelelő berendezésben elégetni, egyedül, (monoégetés) vagy más hulladékkal (RDF) keverve elégetni. (Az utóbbi esetben már hasznosítható energia is keletkezik.)

2.) *Szennyvíziszap égetés:*

f. Monoégetés: Ebben a formában kinyerhető nettó energia nem keletkezik, mivel az iszap előzetes szárítása az égetésnél keletkező energiát/hőt felemészti viszont:

[36] https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/76/eroforras-hatekonysag-es-a-korforgasos-gazdasag

i. Van lehetőség a hamuban jelenlévő foszfor visszanyerésére és annak mezőgazdasági felhasználására.

g. A települési szilárd hulladék szerves maradványával való együtt égetés:
   i. Mivel itt szárítani nem szükséges, többlet energia mindenképpen keletkezik.
   ii. A hamu – ártalmatlanítás utáni – mezőgazdasági felhasználhatósága (termésfokozó anyagként) valószínűsíthető.

III. A részlegesen tisztított szennyvíz öntözésre való felhasználása.

A lehetséges módszerek között értelemszerűen nem szerepel a lerakás, mert az nem felhasználás, és ezt minimalizálni szükséges. Nem szerepeltettük az erőművekben és cementgyárakban való „együtt égetést" sem. Ezek ugyanis „hulladék státuszban" lévő szennyvíziszapot egyáltalán nem fogadnak. Néhány százalékban a tüzelő anyagukhoz tudnak keverni „szennyvíziszap komposztot". (Ezt teszik néhol ma is.) A szennyvíziszapot előzetesen adalékanyaggal és jelentős egyéb ráfordítással (emisszióval) komposztálni, majd ezt elégetni, minden logikának ellentmond, és teljesen felesleges „pénzkidobás" és energiafelhasználás.

Szerintünk komposztálni csak annyi szennyvíziszapot szabad, amennyit a mezőgazdaság ténylegesen fel is használ, megjegyezve, hogy a komposzt készítése során nagymennyiségű metán kerül a légtérbe.

A felsorolásban viszont megjelentettük a nagyon ritkán emlegetett részlegesen tisztított szennyvízzel való öntözést, mint felhasználási lehetőséget. Ezzel a lehetőséggel kevesen foglalkoznak[37] [38] [39] és még kevesebb – legalábbis Magyarországon – ennek gyakorlati megvalósítása. A jövőben azonban a várható klímaváltozás miatt ennek jelentősége és szükségessége meg fog növekedni. Ezt tükrözi az EU körkörös gazdaságról szóló állásfoglalása, amelynek lényeges eleme a víz visszanyerése is.

A szennyvíz és a szennyvíziszap, valamint az abból származó készítmények egyes felhasználási módjai hatásának elemzésénél, annak összetétele mellett, vizsgálni kell a koncentrációt is.

Minden, az emberek által elfogyasztott vagy felhasznált anyagot (és energiát) a környezetünkből vesszük el. A felhasználási ciklus végén – hosszabb, rövidebb idő elteltével – az oda is kerül vissza. A problémát (szennyezést, illetve károsítást) az okozza, hogy nem oda, és nem olyan koncentrációba adjuk vissza a természetnek az elhasznált anyagokat, mint ahonnan, és amilyen mennyiségben elvettük. (Ha 1 kg sót feloldunk 1 m^3 vízben és azt kipermetezzük 1 ha területre, ott semmilyen kár nem fog keletkezni. Ha azonban ezt az 1 kg sót 10 m^2 területen szétszórjuk, azt a területet alkalmatlanná tesszük mindenféle termelésre.) Ez igaz a szennyvíziszapra is. Tekintsük meg a *3. táblázatot*.

3. táblázat. Szennyvízből, illetve iszap és iszapkészítményből 1 ha-ra kivihető maximális mennyiség az 50/2001. Korm. rendelet alapján

Megnevezés	Szárazanyag [%]	Koncentráltsági szorzó	10 t/év sz.a.t feltételezve 1. ha-ra kivihető [t/év]
Szennyvíz	0,05%	1	20 000,00
Nyers (fölös/eleven) szennyvíziszap	3,50%	70	285,71
Víztelenített szennyvíziszap	20,00%	400	50,00

[37] https://www.bitesz.hu/wp-content/uploads/2018/10/Szennyv%C3%ADz_Ligetv%C3%A1ri_2018_10_10_30.pdf

[38] Bodáné Kendrovics Rita (2017). A szennyvíz mezőgazdasági hasznosításának indokai és feltételei. Hírcsatorna, 2017/6. szám, pp. 5-23.

[39] https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee_files/regional/sustainable-sanitation-hu.pdf

Szennyvíziszap komposzt	75,00%	1 500	13,33
Szárított szennyvíziszap	95,00%	1 900	10,53

Szennyvízből kiöntözhetnénk akár 20 000 m^3-t is egy hektárra (2 000 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiség) a határérték túllépése nélkül.

Ezek után tekintsük át az egyes lehetséges hasznosítási módokat.

5.2. A szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítása

A szennyvíziszap mezőgazdasági területen való felhasználásának szabályait az 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet határozza meg. A rendelet rögzíti a szennyvíz, a szennyvíziszap és a szennyvíziszap készítmények felhasználásának alapvető elveit az alábbiak szerint.

> *„A rendelet szabályozza a szennyvízelvezető művel összegyűjtött és szennyvíztisztító műben tisztított szennyvíz, illetve iszap és kezelt iszap, ideértve a szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági területre történő kijuttatását, illetve felhasználásának szakmai feltételeit, ideértve a gyűjtött és kezelt települési folyékony hulladékok mezőgazdasági felhasználásának feltételeit is.*
>
> *A szennyvíz, a szennyvíziszap és a szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználása engedélyhez kötött tevékenység, amit a talajvédelmi hatáskörében eljáró megyei kormányhivatal talajvédelmi feladatkörében eljáró megyeszékhely szerinti járási hivatala (a továbbiakban: talajvédelmi hatóság) engedélyez.*
>
> *A szennyvíz, a szennyvíziszap és a szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználása adott mezőgazdasági területre legfeljebb ötéves időtartamra engedélyezhető.*
>
> *A talajvédelmi hatóság határozatában csak a földhasználó hozzájárulásával, a felhasználásra tervezett területre engedélyezi a szennyvíz, a szennyvíziszap vagy a szennyvíziszap komposzt kijuttatását, és egyidejűleg előírja annak feltételeit. Ha a föld használója és a tulajdonosa nem azonos, akkor a földtulajdonos hozzájárulása is szükséges."*

Az összes szennyvíz, szennyvíziszap és szennyvíziszap készítmény (kivéve azokat, amelyeket már előzetesen termékké minősítettek) és az ezekből készült termékek előállítási, kezelési technológiáját, illetve felhasználhatóságának mikéntjét maga a termékről kiállított dokumentum tartalmazza. A mezőgazdasági felhasználásuk tehát az adott területre szóló engedélyhez kötött.

A rendelet azt is meghatározza, hogy:
- mely területekre nem szabad egyáltalán ezeket a hulladékokat kijuttatni,
- milyen növénykultúrák esetén tilos ezek használata,
- milyen talajtípusokon tiltott a használat.

Az engedély kiadásának feltétele az előzetes talajvizsgálat. A rendelet a talajra vonatkozóan is tartalmaz egyes anyagokra (nehézfémekre) vonatkozó maximális értékeket. (Ha a talajvizsgálat szerint a talajban a megadott elemek mennyisége meghaladta az előírtat, tilos a további iszapfelhasználás. A rendelet előírásokat tartalmaz arra is, hogy a felhasználni kívánt szennyvíziszapnak milyen paramétereknek kell megfelelnie ahhoz, hogy az „felhasználhatónak" minősüljön. (Ez természetesen feltételezi a keletkező iszap folyamatos vizsgálatát.)

A fentieken túl a környezetvédelmi hatóság – a vizsgálatok alapján - az engedélyben megadja, hogy a területre mi vihető ki (nyers- vagy víztelenített iszap, szennyvíziszap komposzt, szennyvíz) és abból évente mennyi használható fel. Továbbá azt is előírja, hogy a földhasználó a kijuttatást követően milyen további műveleteket köteles elvégezni.

Az engedély tartalmazza azt is, hogy mikor köteles a földhasználó az újabb talajvizsgálatot elvégeztetni.

A *4. táblázatban* összegeztük a rendelet által meghatározott határértékeket az ott feltüntetett nehézfémekre és egyéb mérgező anyagokra, a szennyvíz, a szennyvíziszap és a szennyvíziszapból készült komposztra vonatkozóan.

A táblázatban feltüntettük minden nehézfémre vonatkozó koncentrációt, ameddig az adott hulladék még a mezőgazdaságban felhasználható. Megjelöltük azt a mennyiséget is, amennyi az adott káros anyagra vonatkozóan egy évben maximálisan kivihető 1 ha területre. (Ezt is a rendelet határozza meg.)

Szemléltetésképpen meghatároztuk, ha az adott anyagban (szennyvíziszap komposzt vagy szennyvíz) minden káros anyag pontosan a határértéknek megfelelő, akkor abból mennyi lenne felhasználható.

4. táblázat. Az 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendeletben megadott határértékek és ennek alapján felhasználható mennyiségek

A nehézfém vegyjele	**50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet szerinti megengedett káros anyag arányok**					**Határértékek és az éves maximum alapján évente felhasználható**		
	Talajban	**Szennyvíz iszap**	**szennyvíz komposzt**	**Szennyvíz [mg/l]**	**Évente kivihető [kg/ha]**	**Szennyvíz iszap**	**Sz. iszap komposzt**	**Öntözés [m³/ha]**
	mg/szárazanyag kg					**[t/év]**		
As	15	75	25	0,20	**0,50**	7	20	2 500
Cd	1	10	5	0,02	**0,15**	15	30	7 500
Co	30	50	50	0,05	**0,50**	10	10	10 000
Cr	75	1 000	350	2,50	**10,00**	10	29	4 000
Cu	75	1 000	750	2,00	**10,00**	10	13	5 000
Hg	1	10	5	0,01	**0,10**	10	20	10 000
Mo	7	20	10	0,02	**0,20**	10	20	10 000
Ni	40	200	100	1,00	**2,00**	10	20	2 000
Pb	100	750	400	1,00	**10,00**	13	25	10 000
Se	1	100	50		**1,00**	10	20	
Zn	200	2 500	2 000	5,00	**30,00**	12	15	6 000

Ezek után tekintsünk át az egyes „iszapformák” mezőgazdasági hasznosítását és annak hatásait.

5.2.1. A nyers iszap talajba injektálása

A talajba injektálni 5-6%-os szárazanyag tartalmú szuszpenziót lehetséges. Ennek megfelel a szennyvíztisztító telepeken folyamatosan képződő szennyvíziszap. A talajba történő injektálás azonban csak vegetációs időszakon kívül lehetséges. Ezért a folyamatosan képződő iszapot fél–egy évig tárolni kell. A hosszú tárolás azért is szükséges, mivel – előírás szerint – csak már stabilizálódott szennyvíziszapot szabad a talajba bevinni.

A szennyvíziszap átmeneti tárolására megfelelően szigetelt ideiglenes vagy a véglegesnek megfelelő befogadó képességű medencéket kell kiépíteni. Ezeknek a medencéknek – a baleset- és fertőzésveszély miatt – kerítéssel elzárt területen kell lenniük, lakott területtől megfelelő távolságra (szaghatás). Mivel a tárolt szennyvíziszapban kémiai és biológiai folyamatok is zajlanak, a tárolási idő pedig hosszú, *nem kerülhető el a jelentős diffúz emisszió.* Itt a szén-dioxid mellett számolni kell jelentős mennyiségű metán és ammónia kibocsátással is. A megfelelő tárolómedence kiépítése, izolációja és a meglehetősen nagy tömegű anyag (100-200 t/ha az engedélytől függően) kiszállítása nem elhanyagolható költséget jelent.

A hosszú tárolási idő alatt a szuszpenzió természetesen ülepedni fog, illetve a víznél könnyebb részek a medence felszínén fognak megjelenni. Ezért a kijuttatást megelőzően gondoskodni kell ennek homogenizálásáról.

A következő lépés e szuszpenziót a talaj felszíne alá juttatni. Itt két módszert szoktak alkalmazni. Az egyik az, amikor az iszapot abba a zónába juttatjuk, amelyet a legintenzívebben hálózzák be a haszonnövényeink gyökerei.

A másik eljárás, ha ezt az iszapot a mélylazítás szintjéig juttatjuk be. Az, hogy melyik módszert alkalmazzuk, az függ a talaj adottságaitól (termőréteg vastagságától) és az iszapkezelés céljától is. Ha az iszappal közvetlen talajerő visszapótlást akarunk elérni, akkor elegendő azt 13-18 cm mélyre helyezni. Ha azonban a termőréteget akarjuk „mélyíteni", akkor az iszap szuszpenziót is szükséges ennél mélyebbre bejuttatni. Figyelembe kell venni a talajvíz szintjének mozgását is. Semmiképpen nem lenne célszerű, ha csak rövid ideig is a talajba injektált iszapréteg közvetlenül érintkezésbe kerülne a talajvízzel.

A talaj mély rétegébe való juttatás mélylazítást feltételez, amelynek köztudottan igen nagy az energiaigénye, ezért ezt a módszert ritkábban alkalmazzák.

Bármelyik formát is választják, az injektálás után azonnal gondoskodni kell a talaj lezárásáról.

Injektálás esetén a szennyvíziszap egymástól 50-90 cm-re lévő csíkokba kerül a talajba, tehát nem egyenletesen oszlik el. Mivel a szennyvíziszapban – amely már önmagában is 70-szer koncentráltabb, mint a szennyvíz – a szárazanyag többségébe vízben oldhatatlan állapotban van jelen, az hosszú ideig nagy koncentrációban ott fog maradni, ahova elhelyeztük. Nem fog a talajkolloidok között a vízzel együtt mozogni. Ebből az is következhet, hogy létrejönnek olyan kisebb területek, ahol az iszapban lévő káros anyagok (ami óhatatlanul előfordul) akár a megengedett érték fölé kerüljenek. Ezért mindenképpen biztosítani kell – ha ezt a módszert több egymás utáni évben is alkalmazzuk – hogy a barázdák (ahova az iszapot injektáltuk) ne kerüljenek azonos, vagy egymáshoz nagyon közeli nyomvonalra. (Ha erre a tábla adottsága lehetőséget nyújt, akkor legbiztosabb, ha az injektálás nyomvonalát az előző évihez viszonyítva 45 fokban jelöljük ki.

5.2.2. A szennyvíziszap víztelenítéséről

A szennyvíztisztításkor elsődlegesen keletkező iszap szárazanyag tartalma maximum 5%. Ez állagában egy erősen viszkózus folyadék (részben szuszpenzió, részben emulzió). Az iszap tömegét tekintve is jelentős, hiszen a tisztítótelepre befolyó szennyvíz tömegének 0,9-1,1%-át teszi ki. Ebben az állapotban nehezen kezelhető. Érthető, hogy amennyiben a továbbiakban ezt nem a talajba való injektálásra tervezik felhasználni, minden tisztítótelepen igyekeznek ennek tömegét „besűrítéssel" (víztelenítés) csökkenteni.

A víztelenítéshez rendelkezésre állnak mechanikai eszközök (prések, centrifugák). A szennyvíziszapnál azonban tudni kell, hogy a víztartalmának jelentős része „sejtekbe zárt víz" Ez mechanikai eszközökkel gyakorlatilag eltávolíthatatlan. A tapasztalat szerint a mechanikai eszközökkel való besűríthetőség felső határa 20%.

Nálunk alapvetően kétféle eszköz terjedt el. A szalagprés és a dekanter centrifuga.

Szalagprés

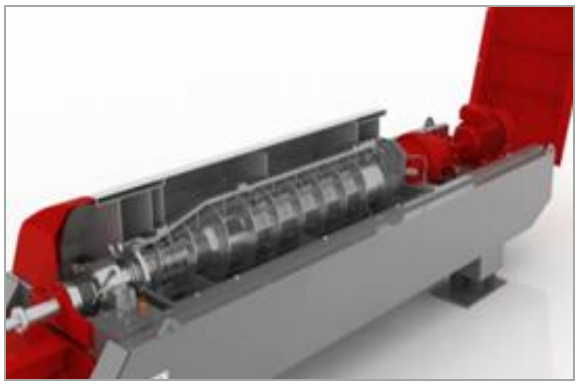
Többféle típus létezik. Működési elve azonban mindegyiknek azonos. A szennyvíziszapot két azonos irányba futó, de fokozatosan egymáshoz közeledő görgőkkel feszített gumiszalag közé adagolják be (*11. ábra*).

11. ábra. Szalagprés

A fokozódó nyomás hatására a szubsztrátumból a „szabad víz” kicsorog, amit a tisztítandó szennyvízbe vezetnek vissza. A szalagprésekkel 17-20% szárazanyag tartalomra lehet maximálisan besűríteni a szennyvíziszapot.[40] A szennyvíztisztító telepek többségében az iszap mechanikai sűrítésére ezt az eszközt alkalmazzák, mivel ennek energia igénye a többi – lehetséges – sűrítő berendezéshez viszonyítva a legalacsonyabb, és ára is viszonylag alacsony.

<u>*Dekanter centrifuga*</u>

Ebből is számos változat és típus van. A centrifuga egy (gyorsan) forgó dob, ide vezetik be tengelyirányban a sűrítendő anyagot. A dob belsejében egy kúposan kiképzett a dobbal azonos irányban, de annál lassabban forgó továbbító csiga van (*12. ábra*).



12. ábra. Dekanter centrifuga

A víz a forgó dob lyukain távozik, míg a víztelenített anyag a dob falára szorul fel. A dob másik végén a falról egy megfelelő (kaparó) eszköz szedi le a már besűrített anyagot. Ezzel az eszközzel akkor érhető el nagyon jó sűrítési arány, ha a sűrítendő anyag szuszpenzió. Ebben az esetben akár 50%-os szárazanyag tartalom is elérhető. A szennyvíziszapnál azonban a víz nagy része sejtekben zárt víz, amelyet ez az eszköz sem képes eltávolítani.

A tapasztalatok szerint legfeljebb 1-2%-al magasabb koncentráció érhető el vele, mint a szalagpréssel. Ez nem ellensúlyozza a lényegesen magasabb fajlagos energia felhasználását és a jóval magasabb árát. Emiatt ezt a berendezést a szennyvíziszap mechanikai víztelenítésére általában nem alkalmazzák.

Jóval elterjedtebben használják a fermentációs maradvány (biogáz üzemekben) mechanikai víztelenítésére. A fermentáció alatt a növényi sejtfalak jelentős része felbomlott, abból a centrifuga már el tudja távolítani a vizet, így itt centrifugával akár 10%-al magasabb koncentráció elérhető mint szalagpréssel.

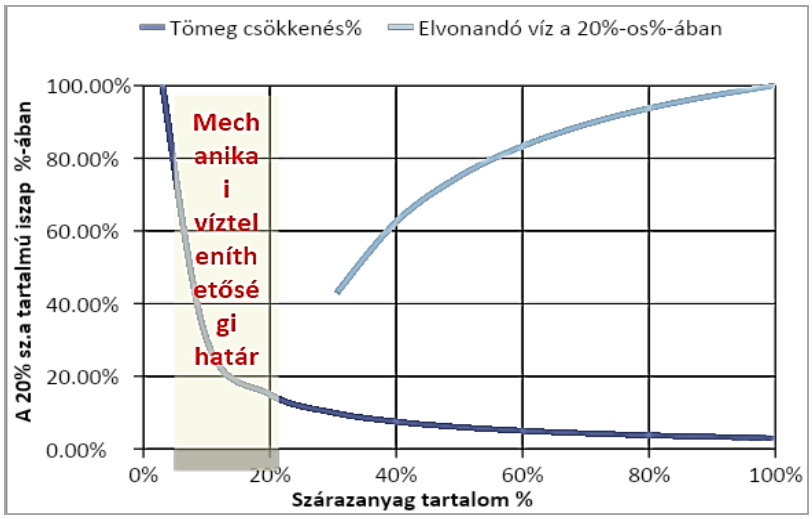
A mechanikai úton víztelenített szennyvíziszap egy „sárszerű” anyag, meglehetősen ragadós, viszont tömegében alig nagyobb a nyers iszap ötödénél.

Ennek szállítása már jóval könnyebben megoldható, mint a nyers iszapé. A szennyvíziszap mechanikai víztelenítésének energia igénye alacsony, viszont a sűríthetőségének mértéke felülről behatárolt.

A mechanikai víztelenítheto ség felső határa 20% (*13. ábra*). Ez a sűrítés viszont a tömeget (és a térfogatot) az eredeti 20%-ára csökkenti le. A további sűrítés (szárazanyag tartalomnövelés) már csak jelentéktelen tömegcsökkentéssel járna.

---

[40] A besűríthetőség fokozása érdekében általában a szalagprésbe bemenő anyaghoz „pelyhesítő” vegyszert szoktak keverni (flotáció). Enélkül a szalagpréssel elérhető koncentráció általában a 18%-ot nem haladja meg. A tapasztalat szerint a 20% csak flotációval érhető el.



13. ábra. Szárazanyag tartalom és a tömeg, valamint a vízelvonás összefüggése

Másképpen, ha a víztelenítésnek „csak” a tömegcsökkentés a célja, akkor nem érdemes 20%-nál nagyobb szárazanyag tartalomra törekedni. Ennél magasabb szárazanyag tartalom már csak szárítással érhető el. A szárításhoz pedig hő szükséges, mégpedig sok hő.

A szennyvíziszap szárítására alkalmas berendezések hatásfoka – a szennyvíziszap sajátos tulajdonsága miatt – meglehetősen rossz. Ezeknek a berendezéseknek a fajlagos hőenergia szükséglete kivétel nélkül 4,5 MJ/víz kg felett van. A *13. ábrán* azt is ábrázoltuk, hogy a szárazanyag tartalom növeléséhez a 20%-os iszapban lévő víz mekkora hányadát kellene elvonni.

Mechanikai víztelenítéssel tehát már egy „kezelhető” tömegű iszaphoz jutottunk. A továbbiakban ezzel a következő történhet:

- Ebben a formában (felhasználási engedéllyel rendelkező) mezőgazdasági vagy rekultiválandó területre visszük ki;
- Adalék anyaggal (zöld anyag, szalma, tőzeg stb.) keverve komposztáljuk;
- Rothasztóba visszük biogáz előállítási céllal;
- Tovább szárítjuk, elégetési vagy egyszerűen a lerakhatósági célból.

5.2.3. A víztelenített iszap mezőgazdasági felhasználása

Közvetlen mezőgazdasági felhasználásnak minősül a felsoroltakból a közvetlen kivitel, illetve a komposztálás. (Az utóbbi csak akkor, ha a komposzt ténylegesen mezőgazdasági felhasználásra kerül.)

A szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználhatóságának két feltétele van:

- Az iszapban káros anyagok mennyisége (nehézfémek, mérgező anyagok, patogén anyagok) ne haladja meg az 50/2001. (IV: 3.) Korm. rendeletben megjelölt határértékeket (*4. táblázat*).
- Legyen felhasználási engedéllyel rendelkező mezőgazdasági vagy rekultivációra kijelölt terület.

Az eredeti, de a módosított „szennyvíziszap stratégia” is a szennyvíziszap hasznosítására vonatkozóan „kívánatosnak” tartja annak minél nagyobb arányú mezőgazdasági célra való felhaszná-

lását, mivel szerzői szerint társadalmi szempontból ez a legkedvezőbb.[41] A stratégia is kénytelen hozzátenni, hogy ezt a felfogást a mezőgazdasági termelők (és a földtulajdonosok) többsége nem osztja, így más hasznosítási lehetőség kialakítása is szükséges.

> *„Magyarországon a települési szennyvíztisztítás szennyvíziszapjainak hasznosításának legnagyobb részét a mezőgazdasági hasznosítás (folyékony vagy víztelenített szennyvíziszap, illetve kiemelten komposzt formájában) és a rekultiváció céljára való hasznosítás (szennyvíziszap vagy komposzt formájában) teszi ki.*
>
> *A korszerű mezőgazdasági hasznosítás szinten tartása elsősorban nem a fejlesztést igénylő kérdéseken, hanem szemléletbeli, finanszírozási kérdéseken múlik. Amennyiben a mezőgazdasági hasznosításból (ami társadalmi szinten legkedvezőbb szennyvíziszap gazdálkodási megoldás) és rekultivációból (ami a második legkedvezőbb szennyvíziszap gazdálkodási megoldás) a növekvő hasznosítási igény nem oldható meg, akkor 2023-ig szükségszerűen meg kell növelni a szennyvíziszapok égető művi hasznosítási részarányát. ….”*

A szennyvíziszap, illetve a szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági célú felhasználását főleg a vízügyi szakemberek és a talajbiológusok nagyobbik része kívánatosnak tartja.

A leggyakoribb érvek:

- Az iszapban jelentős mennyiségű növényi makro tápanyag található. (Ezek mennyiségét szárazanyagra vetítve az egyes források a következő intervallumokban adják meg: N:1-2,2%; P:1,9-2,8%; K:0,3-0,7%.)
- A talaj szerves anyag tartalmának növelése;
- A talajélet élénkítése;
- Mindezek eredményeként jelentős termésfokozó hatás.

Kockázati tényezőként ugyan szinte kivétel nélkül megemlítik a nehézfém tartalmat, illetve a fertőző anyagok esetleges megjelenését.

Mi ezekkel kapcsolatban a következőket jegyezzük meg:

- A makro tápanyagok fent megjelölt mennyiségét erősen túlzónak tartjuk. Ezeket az eredményeket minden bizonnyal salétromsavas kioldással produkálták. A mi vizes kioldással kapott mérési eredményeink szerint – amely a növények szára felvehető mennyiséget jelenti - (2015 Eger) az eredménye: N:0,13%; P:1,26%; K:0,56%.
- Nem vitatjuk a szennyvíziszap szerves anyagot növelő és talajéletet élénkítő hatását.
- Az előnyökhöz még hozzátesszük, hogy a jelentős Ca tartalom kedvező hatást gyakorol a talaj szerkezetére, és a talajok savanyúságát is csökkenti.

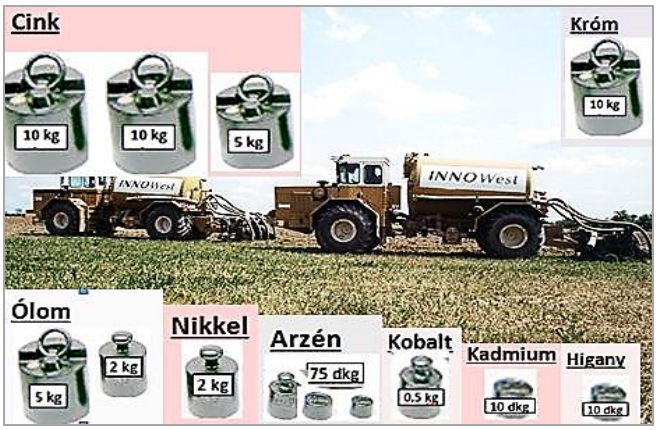
Ami a nehézfémeket illeti, azt mi is kockázati tényezőnek tartjuk. Ez a kockázat azonban szerintünk nem elsősorban a talajban jelentkezik. Ezeknek a nehézfémeknek zöme, hasonlóan a makro tápanyagokhoz, vízben nem oldódó állapotban van jelen. A talajkolloidok felületén is csak részben kötődnek meg. Ebben az esetben viszont jelentős részük végül a vízbázisba kerül. Ott viszont komoly problémákat okozhatnak.

Vannak esetek, hogy a szennyvíziszap felhasználásával a talajainkat már komolyabb terhelésnek tesszük ki. Ha például olyan szennyvíziszapunk van, amelyben a káros anyagokat a határértéken

---

[41] E megállapítást a stratégia semmilyen számítással nem igazolta. Megjegyezzük, hogy a mi számításaink, illetve az életciklus elemzéseink sem támasztották alá ezt a megállapítást. Szerintünk találhatunk társadalmi szempontból ennél jóval kedvezőbb – kisebb kockázatot jelentő és nagyobb hasznot hozó – megoldásokat is.

tartalmazza (tehát még felhasználható) és a maximális mennyiséget ki is visszük, akkor egy év alatt a *14. ábra* szerinti nehézfém mennyiségekkel terheljük talajunkat.



14. ábra. Az 50/2001. (IV. 3) Korm. rendelet szerint a lehetséges nehézfém terhelés hektáronként

A jelenlegi szennyvíztisztítási rendszer legnagyobb kockázatának mi a gyógyszer és hormon maradványokat tartjuk. Ezeket a mai szennyvíztisztító rendszerek nem tudják kiszűrni. Mivel ma a tisztított szennyvizet a befogadókba vezetjük be, ezzel a gyógyszer- és hormon-maradványok is oda kerülnek, ezáltal közvetlenül bekerülhetnek a táplálékláncba. Erre utaló nyugtalanító jelekkel már néhol találkozhatunk.

5.2.4. A mechanikailag víztelenített iszap közvetlen mezőgazdasági célú felhasználása

A mezőgazdaságban csak kezelt iszapot szabad felhasználni, melynek definíciója az 50/2001. (IV: 3) Korm. rendelet szerint az alábbi:

> *„Kezelt iszap (a továbbiakban: szennyvíziszap): biológiai, kémiai, illetve hőkezeléssel vagy más megfelelő eljárással (így különösen szennyvíziszap felhasználásával történő biogáz előállítás, komposztálás révén), továbbá a települési folyékony hulladék tartós, legalább 6 hónapig tartó tárolásával vagy kémiai kezelésével nyert olyan iszapok, melyek szennyezőanyag tartalma e rendelet előírásainak megfelel.”*[42]

Eszerint tehát a mezőgazdaságban közvetlenül felhasználni kívánt víztelenített iszapot legalább hat hónapig kell tárolni. (Ebből maximum két hónap lehet az, amikor már a „föld szélére is ki lehet vinni.) Ez a követelmény a legtöbb szennyvíztisztító telepen problémát okozna (hely probléma, diffúz emisszió, fertőzés veszély).

A szennyvíziszap tárolási ideje alatt a halom belsejében (anaerob viszonyok) mindenképpen képződik metán, amely szállításkor a levegőbe kerül.

A mechanikailag víztelenített iszap esetében a lehetséges maximálisan kijuttatható mennyiség 10 t szárazanyag/ha. Ez a mennyiség teljes tömegben 50 t/ha-t jelent. Ekkora mennyiség egyenletes kijuttatása mindenképpen problémát jelent. Ez ugyanis a műtrágyaszóróknak sok, a trágyaszóróknak viszont kevés.

További problémát jelent a kijuttatásnál a víztelenített szennyvíziszap konzisztenciája. Ennek a ragadós, sárszerű, magas nedvességtartalmú anyagnak az egyenletes kijuttatására alkalmas esz-

[42] A definícióval kapcsolatban több észrevételünk is van. Nem határozza meg a hőkezelés fogalmát. A „megfelelő kémiai biológiai vagy más eljárás” megfoghatatlan. A biogáz előállítást itt azonnal olyan kezelésnek veszi, amely azonos értékű az ártalmatlanítással. Ez valójában nem így van.

közeink nincsenek. A nem egyenletes kijuttatás pedig egyes foltokban olyan „anyag koncentrációkat” okozhat, amely már kifejezetten károsíthatja a termőtalaj állapotát.

Véleményünk szerint ezt a mezőgazdasági célú hasznosítási módot úgy lenne célszerű kezelni, mint egy nagyon nehezen megoldható (elvileg engedélyezhető) elméleti lehetőséget.

5.3. Szennyvíziszap komposztálás

A szennyvíziszap komposztálásának értelemszerűen a mezőgazdasági felhasználás fejezetben lenne a helye. A témával kapcsolatosan használt fogalmakban meglehetősen nagy a „változatosság”. Indokoltnak tartjuk ezzel kapcsolatos véleményünket egyértelműsíteni és pontosan meghatározni. Ezért tettük ezt az egész témát egy teljesen külön fejezetbe. Tudatában vagyunk annak, hogy e törekvéssel nem vagyunk egyedül, hiszen mindenki, aki a „témának” csak közelébe megy, valamiképpen meghatározza ezt a tevékenységet.

Próbáljuk tisztázni az alapfogalmakat.

> *„Komposzt[43] = különféle szerves anyagból, főleg bomlófélben lévő növényi részekből; földből vagy tőzegből és különféle növényi, ásványi és állati anyagok keverékéből álló trágya.” (Magyar Értelmező Szótár).*

Itt tehát egyértelmű: az alapanyag növényi rész. Ezt erősíti meg és viszi tovább Bálint György[44]:

> *„A komposzt a kertben termett és a kerten kívül keletkezett szerves anyagok oxigén jelenlétében végbement bomlásának (korhadásának) végterméke.*
>
> *Legfontosabb összetevője a humusz, bonyolult vegyi összetételű, organikus képződmény, a talajban élő mikroszervezetek tápláléka, a talaj termékenységének egyik legfontosabb meghatározója.”[45]*

Ez a tartalom megmarad a Wikipédián is, noha itt már megjelenik a hulladék kifejezés, de azt tartalmában csak ártalmatlan konyhai hulladékként értelmezik.

> *„A komposztálódás egy olyan biológiai folyamat, amely a hulladékok[46], melléktermékek szerves anyagait humuszszerű[47] anyaggá alakítja át. A mezőgazdaságban, különösen a kertészetekben régóta ismert és alkalmazott módszer. A lezajló folyamat a biológiai oxidáció, valamint földlakó élőlények tevékenysége, mely a szerves anyagokat lebontja. A komposztálás a levegő oxigénjével történik, aerob folyamat. A komposztálással keletkező anyagok: szén-dioxid, valamint ásványi sók, melyek trágyaként használhatók. A folyamat során részben humusz is keletkezik.”*
>
> *Itt már megjelenik a hulladék, mint lehetőség, de a későbbiekben a komposztálható anyagokban: Konyhai hulladékok: gyümölcs, zöldség, kávézacc, teafű; Háztartási hulladékok: kezeletlen papír, pamut rongy, Kerti egyes egyéb hulladékok: kartonpapír, fahamu, elhervadt virágok megunt növények; növényevő állatok ürüléke.*

Az eddigiekből az látható, hogy a komposztálás alapvetően a mezőgazdasági (élelmiszeripar és háztartások) szerves eredetű hulladékainak hasznosítására (eltüntetésére) „lett kitalálva”. Ezekben a hulladékokban nincsen semmi olyan összetevő, amelynek a termőföldre való kivitele ott bármilyen károsodást okozhatna.

---

[43] https://wikiszotar.hu/ertelmezo-szotar/Komposzt
[44] https://hu.wikipedia.org/wiki/B%C3%A1lint_Gy%C3%B6rgy_(kert%C3%A9szm%C3%A9rn%C3%B6k)
[45] https://balintgazda.hu/aktualis-kert/aprilis/mi-a-komposzt-es-mire-hasznalhato.html
[46] https://hu.wikipedia.org/wiki/Hullad%C3%A9k
[47] https://hu.wikipedia.org/wiki/Humusz

Időközben azonban növekvő mennyiségben jelent meg olyan hulladék, amely már nem csak ilyen ártalmatlan anyagokat tartalmaz (szennyvíziszap és a települési szilárd hulladék). Ezek elhelyezése egyre nagyobb problémát okozott. Megoldására törekvés adta az ötletet e hulladékok komposztálással történő „hasznosítására”[48]. Ennek következménye volt, hogy a fogalom-meghatározások „kissé átalakultak”.

> *„A komposzt olyan szerves trágya, amely szilárd és folyékony szerves hulladékanyagokból, továbbá célszerűség szerint hozzájuk kevert ásványi anyagokból lebomlási folyamatok útján alakul ki. A komposzt tulajdonképpen „mesterséges” humusz. Sötétbarna színű, erdei talajra emlékeztető szagú, a növények számára nélkülözhetetlen tápanyagokat tartalmazó, földszerű anyag.”*[49]

Ezek az „átalakulások” aztán megjelentek jogszabályi szinten is. Persze ehhez hozzá kell tenni, hogy nem mindig korrektül. Gyakoriak az egyes jogszabályok közötti ellentmondások. És néhol összemosódnak a különbözőségek. Ilyen például az, hogy a jogszabály nem tesz egyértelműen különbséget a zöld hulladékból, a szennyvíziszapból, és a szennyvíziszap fermentációs maradványából készült komposzt között, holott ezek minőségileg mások. Találunk más ilyen példát is.

> *„Komposzt: A növények tápanyagellátásának, illetve a talaj tápanyag-szolgáltató képességének javítására szolgáló, szerves, szervetlen és ásványi eredetű anyagokból külön jogszabály előírásainak megfelelő komposztálás útján előállított termésnövelő anyag.” (50/2001. (IV.3) Korm. Rendelet)*

> *„Szennyvíziszap komposzt: olyan szennyvíziszap, amelyhez az e rendelet előírásainak megfelelő minőség elérése érdekében biohulladékot és ásványi eredetű adalékokat kevertek, és az a külön jogszabály szerinti komposztáló telepen kerül előállításra.” (50/2001. (IV.3) Korm. Rendelet)*

> *„Kezelt iszap, azaz szennyvíziszap: biológiai, kémiai, illetve hőkezeléssel vagy más megfelelő eljárással (így különösen szennyvíziszap felhasználásával történő biogáz előállítás, komposztálás révén), továbbá a települési folyékony hulladék, tartós, legalább 6 hónapig tartó tárolásával vagy kémiai kezelésével nyert olyan iszapok, melyek szennyezőanyag tartalma e rendelet előírásainak megfelel.” (50/2001 (IV.3) Korm. Rendelet)*

A szennyvíziszap komposztálása – a műszaki-technikai lehetőségek miatt, jogszabályi előírások betartásával – a hulladék tulajdonosának (szennyvíztisztító telepek) ráfizetéses tevékenység lenne (bizonyítást lásd később). Létrejött egy olyan „vállalkozás csoport”, amely ezt a tevékenységet „átvállalta”, mivel adottságai és lehetőségei alapján tudott jövedelmet realizálni. Az együttműködés eredményeként még a hulladéktulajdonosnál is csökkentek a „hulladéktól” való megszabadulás költségei.

Ezzel a komposzt felhasználásáról, annak kedvező hatásáról szóló kommunikációt is ezek a vállalkozások, illetve ezek csoportosulásai vették át. Ez a megállapítás természetesen nem vonja kétségbe a beszámolók hitelességét.

Számos publikáció jelent meg a szennyvíziszapból készült komposzt, kedvező – termésfokozó – hatásáról. Ezt számos, kétségbe nem vonható összehasonlító kísérlettel igazolták is. Azt is szám-

---

[48] Persze itt egyéb tényezők is közrejátszottak. Hazánkban például az utóbbi 20 év állatállomány csökkenése és a tartástechnológia változása nagyon jelentősen csökkentette az istállótrágya mennyiségét. Ez már veszélyezteti a talaj szerves anyagának visszapótlását. A talaj szerves anyag tartalmának csökkenése, pedig a termőképesség csökkenésével is jár. Így sokan a kieső istállótrágya mennyiség pótlási lehetőségét látták és látják e hulladékok mezőgazdasági célú felhasználásában.

[49] http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/zoldkor_komposzt.pdf

szerűsítették, hogy a szennyvíziszapból készült komposzt mennyi növényi makro tápanyagot (N, P, K) tartalmaz. Távol álljon tőlünk, hogy ezeknek a kísérleteknek a hitelességét kétségbe vonjuk. Azt azonban megemlítjük, hogy szennyvíziszap esetében minimálisan a szennyvíziszap tömegével azonos mennyiségű kiegészítő anyagra (zöldhulladékra stb.) van szükség. Ahhoz ugyanis, hogy komposztálhassunk, legalább 50%-nak kell lenni az induló anyag szárazanyagának. A szennyvíziszapban ez az arány csak 20%. Ha pl. az adalék anyag szárazanyag tartalma 60%, akkor 1 t 20%-os szennyvíziszaphoz 3 t adalék anyagra lesz szükség. Ez pedig azt is jelenti, hogy *kilencszer annyi szárazanyagot viszünk be az induló szubsztrátumba az adalék anyaggal, mint amennyi a szennyvíziszapban van.* Joggal merül fel a kérdés, hogy akkor most mit is komposztálunk? Szennyvíziszapot vagy adalék anyagot? Olyan összehasonlító kísérletet viszont egyet sem láttunk, ahol a szennyvíziszapból és adalék anyagból készült komposzt hatását a tiszta adalék anyag komposzt hatásával mérték volna össze.

Kérdezzük: *Nem lehetséges, hogy a szennyvíziszap komposztnak nevezett anyag, amelyben a legkevesebb a szennyvíziszap, kimutatott kedvező hatását az adalék anyag okozza?* A kérdés annál is inkább jogos, mert a szennyvíz tisztítása során éppen az volt a cél, hogy a szennyvízben oldott nitrátokat, foszfátokat és kálium vegyületeket oldhatatlanná tegyék.

Ebből a meggondolásból részben osztjuk a humusz szövetség által már 2008 júniusában kifejtett véleményt:

> *„…Megfelelő kezelés, folyamatos minőség-ellenőrzés mellett persze még mindig jobb megoldásnak tűnik a szennyvíziszap komposztálása, mint a komposztálás nélküli kihelyezés. Hiszen komposztálással a szennyvíziszapnál jobb minőségű termék keletkezik."*

Kérdés azonban, hogy érdemes-e a jó minőségű komposztot szennyvíziszappal elrontani?

Aztán van itt még más is. A vonatkozó jogszabályok pontosan meghatározzák azokat a határértékeket, amelyek mellett a szennyvíziszap hozzáadásával készült komposzt még mezőgazdasági célra felhasználható.

A szennyvíziszap komposztra vonatkozó határértékek szerint 10 t szárazanyag/ha mennyiségnél akár 4 kg ólom, 3,5 kg króm, 7,5 kg réz, 1 kg nikkel és 50 g higany juthat ki a szántóföldek minden hektárjára évente. Vajon mi történhet ezekkel az anyagokkal? A talajvízbe kerülnek vagy azokba a növényekbe, melyeket aztán elfogyasztunk, amelyek végső soron újra a szennyvizeinkbe, majd újra a földekre kerülhetnek, egyre jobban dúsítva annak nehézfém tartalmát.

Ehhez még hozzá lehetne tenni a szennyvizekben egyre növekvő mennyiségben előforduló *gyógyszer-, drog- és hormonmaradványok* problémáját. Ezekre vonatkozóan ma mérési módszereink sincsenek, vagy ha akad ilyen, az nagyon drága. Ezt rendszeresen sehol nem vizsgálják.[50] Álláspontunk szerint ez a potenciális veszély fennáll, és ezt a témát mindenképpen vizsgálni kellene. Ez a probléma azonban – szerintünk – nem a szennyvíziszap kezeléshez, hanem a szennyvíztisztítás egész jelenlegi rendszeréhez kapcsolható.

Beszélni kellene a patogén mikroorganizmusok – amelyek óhatatlanul előfordulnak az összegyűjtött szerves hulladékokban – spóráiról, amelyek egyáltalán nem pusztulnak el a komposztálás hőmérsékletén.

Mindezek alapján a magunk részéről úgy véljük, hogy a szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználásánál kockázattal kell számolni. A felhasználási engedély kiadásakor mért káros anyag értékek ugyanis időközben jelentősen változhatnak. (Általában fél éves gyakoriságú vizsgálatot írnak

---

[50] Néhány tapasztalt kedvezőtlen jelenségből az ezzel foglalkozó biológusok csak következtetnek a hormonok vízbázisban való jelenlétére. Ilyen pl. a vízi élőlények méretváltozása stb.

elő). Így aztán a komposztban vagy annak egy részében a nehéz nehézfém tartalom is akár jelentősen a határérték fölé kerülhet.

Elkészítettük a szennyvíziszap komposztálás anyag, energia és pénz áramát, feltételezve, hogy a szennyvíziszaphoz annyi adalékanyagot (szalma, törek, zöldhulladék, tőzeg stb.) keverünk, hogy teljesüljenek a komposztálódási folyamat megindulásának feltételei. (Legalább 50% szárazanyag és 30:1 szén-nitrogén arány.)

Az alábbi paraméterekkel számoltunk:

Szennyvíziszap szárazanyag %-a	20%
Szennyvíziszap fűtőértéke (szárazanyagra)	18 MJ/kg
Adalékanyag szárazanyag %-a	60%
Adalékanyag fűtőértéke (szárazanyagra)	16 MJ/kg
Szárazanyag tömeg veszteség %	30%
Komposzt szárazanyag %-a	70%
Adalék anyag beszerzési ára	10 000 Ft/t
Komposzt értékesítési ára	3 000 Ft/t

A nem termékké minősített szennyvíziszap komposzt értékesíthetősége ma Magyarországon korlátozott. A mezőgazdasági termelők (szerintünk joggal) idegenkednek tőle. A felhasználásához szükséges engedély megszerzése bonyolult és drága, emiatt az ilyen komposzt eladható ára nem haladja meg a 3 000 Ft/t értéket.

A szennyvíziszapot a szennyvíztisztító telep szinte soha nem maga komposztálja. Egyrészt ezt adottságai sem teszik lehetővé, (a szükséges terület, eszközök, berendezések hiánya) másrészt a telepnek az adalék anyagot vásárolnia kellene. A *5. táblázatból* látható, hogy adalék anyag vásárlás mellett a komposztálás eredendően veszteséges tevékenység.

5. táblázat. Szennyvíziszap komposztálás anyagárama 10 000 t/ év mennyiségre vetítve

Megnevezés	**Tömeg**	**Sz.a**	**Sz.a [%]**	**Arány [%]**	**Szükséges adalék anyag [Ft/év]**	**CO_2 emisszió [t/év]**
Szennyvíziszap. t/év	**10 000**	**2 000**	20,00%	40,00%		
Adalék anyag t/év	15 000	10 500	70,00%	60,00%	**150 000 000**	**13 750**
Induló összesen t/év	**25 000**	**12 500**	**50,00%**		**A komposzt árbevétele Ft/év**	
Szárazanyag tömeg csökkenés		**3 750**	**10 000 t iszapégetés = 5 866 t CO_2**			**Veszteség Ft/év**
Komposzt mennyiség t/év	**11 667**	**8 750**			**35 000 000**	**115 000 000**

Energia folyamat	
Megnevezés	**MJ**
Bevitt energia	204 000
Komposzt energiája	142 800
Energia veszteség	**61 200**

A szennyvíziszap komposztálással foglalkozó vállalkozások mindegyike rendelkezik alkalmas adalék anyaggal (vagy nagyon olcsón hozzájut). A szennyvíziszap átvételéért pedig átvételi díjat kér. Ez az átvételi díj kevesebb annál, mint amennyibe a szennyvíztisztító telepnek egyébként az iszaptól való megszabadulás kerülne, így a telepnek ez kedvező. Az átvételi díj azonban ahhoz elegendő, hogy a komposztálónak az alacsony komposzt értékesítési ár mellett is eredményes legyen e tevékenység.

A *7. táblázatból* látható, hogy:

- komposztálás során jelentős a szubsztrátum szárazanyag tömegvesztesége az oxidáció miatt, amely szén-dioxid kibocsátással jár. Ennek egyenes következménye az energia veszteség. (Látható, hogy a komposztálás CO_2 kibocsátása háromszorosa annak, mintha a szennyvíziszapot elégetnék);
- emisszió szempontjából a szén-dioxidnál sokkal nagyobb veszélyt jelent az ammónia és az esetleges metán, ami óhatatlanul meg fog jelenni. A komposztálás során a bevitt anyagokban lévő energia több mint egyharmada elveszik, pontosabban az éghető anyagokból egy harmad már elégett. Ez – amennyiben a komposztot „rendeltetésszerűen" (a mezőgazdaságban) hasznosítjuk – nem releváns. Ha azonban ez égetésre kerül – amint ezt a lehetőséget elfogadjuk (márpedig erről a szennyvíz stratégia, mint lehetőségről beszél) – egyáltalán nem mindegy, hogy milyen fűtőértékű tüzelőanyagról beszélünk.

A komposztban vannak növényi tápanyagok.[51] Ezek mennyiségét az egyes források nagyon nagy különbségekkel adják meg. (Valószínűsíthető, hogy egyrészt tényleg vannak különbségek, másrészt a vizsgálatnál használt oldószerekben is vannak különbségek.) A magunk részéről azt gondoljuk, hogy itt a növények számára felvehető anyagokkal lehet csak számolni, mégpedig közel semleges közeget (6,5 -7,5 pH érték) lehet figyelembe venni. Az elvégeztetett vizsgálat szerint (Budapesti szennyvíziszapból tőzeg hozzáadásával készült komposzt) mi a *6. táblázatban* látható értékekkel számoltunk.

6. táblázat.10 000 t szennyvíziszapból készített (8 750 t) komposzt felhasználás nettó haszna

Makró tápanyag	**Ható anyag [t/év]**	**Műtrágya [t/év]**	**Műtrágya megtakarítás haszna [Ft/év]**
N	96,25	283,09	42 463 235
P	89,86	427,92	68 466 667
K	43,75	109,38	13 125 000
Összesen			**124 054 902**
Nettó eredmény			**9 054 902**
Emisszió			**-14 918 750**
Összes eredmény üzemviteli költségek és amortizáció nélkül			**-5 863 848**

A táblázatban 10 000 t (feltételezett) szennyvíziszapra vetítettük az értékeket. A hatóanyagból számoltuk a lehetséges műtrágya mennyiségeket, és ezt a jelenlegi piaci áron vettük figyelembe. A 8 750 t komposzt műtrágya tehát 124 millió Ft értéket jelent. Ez a mezőgazdasági termelőknél jelentkező költségmegtakarítás. A komposztálás azonban önmagában veszteséges tevékenység (*7. táblázat. 115 millió Ft*). Ha e kettőt összevetjük, már csak 9 millió Ft marad. Ha ebből még levonjuk az emisszió tőzsdei árát, akkor az egész tevékenység komplexen már veszteséges lesz. E levezetésben nincsenek benne az egész tevékenységhez kapcsolódó egyéb költségek (szállítás, munkabér stb.).

Persze tudjuk, hogy itt egyéb szempontok is vannak. A kijuttatott szerves anyag és a mikroorganizmusok, valamint a komposztban megjelenő talajlakók javítani (élénkíteni) fogják a „talajéletet", és ez a szerkezet javításával termésnövekedéssel fog járni. Persze ezzel együtt negatív hatást

[51] Egy (nem termékké nyilvánított) komposzt beltartalmi vizsgálata vizes oldatban. N:1,01%; P:1,03%; P:0,5%

jelenthetnek a komposztban lévő káros anyagok akkor is, ha azok a megengedett értékhatár alatt vannak.

Nem vetjük el tehát e komposzt mezőgazdasági felhasználásának lehetőségét, illetve hasznosságát, csak arra kívántuk a figyelmet felhívni, hogy ez semmiképpen nem tekinthető olyan módszernek, amely minden területen megoldást jelenthet.

5.4. Biogáz előállítás szennyvíziszapból

A biogáz szerves anyagok mikrobák által anaerob[52] körülmények között történő lebontása során képződő gázelegy. A biogáz összetétele 55/65% metán és 35-45% szén-dioxid. (Valójában 1%-ra tehető a benne lévő szennyező anyag, elsősorban kén és foszfor vegyületek.) A biogáz energiatartalmát (fűtőértékét) a benne lévő metán aránya határozza meg, így annak fűtőértéke 19-23 MJ/m^3-re tehető.

A biogáz előállításra többféle technológiát alkalmaznak. Ezeket szokták sokféle módon osztályozni:

1. Az erjedés egyes fázisainak elkülönítése szerint

Egylépcsős: az erjedés mind a négy szakasza egyetlen térben (fermentorban) történik. Mivel az egyes fázisok optimális lefolyásához kissé különböző kémhatásra lenne szükség, ez itt nem biztosítható. A következmény az, hogy a keletkező biogáz mennyisége elmarad az elméletileg lehetségestől, viszont a berendezés olcsóbb, és a folyamatvezérlés is egyszerűbb.

Több lépcsős: Az egyes fázisok elkülönített térben zajlanak. Ez valamivel nagyobb gázhozamot eredményez, viszont jóval drágább és bonyolultabb berendezést igényel.

2. Az induló szubsztrátum víztartalma szerint

Nedves eljárás. A szárazanyag tartalom <15%. Előnye a folyamatos adagolás lehetősége, ami jól automatizálható és irányítható. Az erjedési idő itt a legrövidebb. Hátránya viszont, hogy nagyobb fermentor térfogatot igényel, és az erjedés utáni maradvány is magas víztartalmú lesz, így annak víztelenítése is szükséges.

Félszáraz eljárás. Az induló szubsztrátum szárazanyag tartalma 15-25%. Előnye, hogy kisebb fermentor térfogatra van szükség, ez olcsóbbá teheti a beruházást és a maradvány szárazanyag tartalma is magasabb, és ez annak további kezelése előnyös. A beadagolás és kitárolás azonban itt már általában szakaszos, ami egyrészt az erjedési időt megnöveli, másrészt bonyolultabb művelet, mint a magas nedvesség tartalmú szubsztrátum bejuttatása.[53]

Száraz eljárás. A szárazanyag tartalom >25%. A legkisebb fermentor térfogatot igényli, és a maradvány – a tényleges induló szárazanyag tartalomtól függően – akár mechanikai víztelenítés nélkül is tovább hasznosítható. A be- és kitárolás itt már szükségképpen csak szakaszos lehet, ami a fermentációs időszak növekedésével jár.

[52] https://hu.wikipedia.org/wiki/Anaerob

[53] Ismerünk ugyan félszáraz eljárással is folyamatos adagolási technológiát ez azonban meglehetősen bonyolult és drága.

3. Az erjedés hőmérséklete szerint osztályozás.

Pszikrofil technológia. Az erjedés hőmérséklete <20 °C. Ez azt jelent, hogy itt nincs szükség az „erjesztő tér" fűtésére. Olcsó technológia, viszont a teljes kierjedés ideje nagyon hosszú lehet.[54]

Mezofil eljárás. Az erjedés hőmérséklete 30-40°C. Ennek biztosítása már a fermentor mérsékelt fűtését igényli. A teljes kierjedés ideje 40-50 nap, az induló alapanyagtól függően.

Termofil eljárás. Az erjedés hőmérséklete 50-60 °C. A teljes kierjedés ideje 20-25 nap. Ennek a hőmérsékletnek a biztosítása csak állandó erőteljes fűtéssel lehetséges. A rövidebb erjedési idő eleve azt jelenti, hogy egységnyi fermentor térfogattal lényegesen több biogáz állítható elő. A tapasztalatok szerint termofil eljárással a szubsztrátum fajlagos gázhozama is emelhető. A fermentor fűtése viszont jelentős energia igénnyel jár.

A felsoroltakon túl még számos egyéb technológiai megkülönböztetés létezik, ezek azonban sem a beruházás bekerülését, sem a gázhozamot nem befolyásolják lényegesen.

A szennyvíziszap rothasztásánál a legelterjedtebb az *egylépcsős, nedves, mezofil*[55] eljárás.

A keletkező biogáz – elvileg – sokoldalúan hasznosítható:

- Biogáz kazánban való elégetése a hőszükséglet biztosítása érdekében.
- A biogáz CHP egységben való elégetése, ahol elektromos áram és hő nyerhető ki.
- A biogáz finomítása – biometán előállítás, amely alkalmas gépjárművek üzemanyagának.
- Biogáz tisztítás után, gázvezetékbe való betáplálásra.
- Mikro gázturbinákban való hasznosítás.

A legelterjedtebb hasznosítási mód a CHP egységben való elégetés.[56]

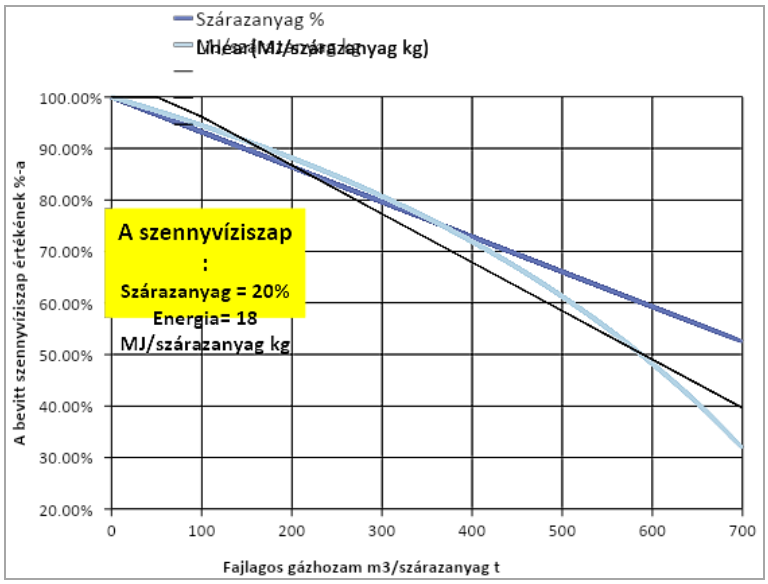
A szennyvíziszap „gázhozama" 1 t szárazanyagra vetítve – az erjesztés technológiától függően – 200-500 m^3. Az erjesztés során az induló szubsztrátum szárazanyag és energiatartalma is csökken (gáz lesz belőle). Mivel az erjesztés zárt térben történik, nyilván sem az összes tömeg, sem annak összes energiája nem változik, így a tényleges gázhozam ismeretében pontosan meghatározható a visszamaradó fermentációs maradvány szárazanyag tömege és annak energiatartalma is (*15. ábra*).

---

[54] Ezt a technológiát nálunk elsősorban a lezárt hulladéklerakókban keletkező biogáz kinyerésére használják. Itt már gyakorlatilag nem beszélhetünk fermentációs maradványról. Nincs betárolás és kitárolás. A lerakó lezárásakor építik be a „kutakat", amelyeket addig használnak, amíg gázképződés van. Amikor ez megszűnik, azokat is lezárják.

[55] Ismereteink szerint hazánkban egyetlen szennyvíztisztító telepen alkalmaznak termofil eljárást.

[56] Hazánkban egyetlen tisztító telepen állítanak elő biometánt gépjármű üzemanyag célra. A kommunális gázvezetékbe való betáplálás elvileg lehetséges, de a minőségi előírások csak nagyon nehezen lennének teljesíthetők.



15. ábra. A fermentációs maradvány szárazanyag és energia tartalma a gázhozam függvényében

A reálisnak mondható gázhozam (450 m^3/t szárazanyag) mellett a szennyvíziszap esetében az energia tartalom közel kétharmada a fermentációs maradványban marad, miközben annak szárazanyag tömege mintegy 30%-kal csökken (*27. ábra*).

A biogáz előállítást – a rothasztást – sokan tekintik befejezett folyamatnak, és a fermentációs maradványt már olyan „terméknek" tekintik, amely hulladékból készült ugyan, de már a rothasztással ártalmatlanítottuk, így az talajerő visszapótlásra korlátlanul hasznosítható. Mások ezt változatlanul kockázatot jelentő hulladéknak tekintik. Ez abból adódik, hogy a hulladéktörvényben (2012. évi CLXXXV. törvény) néhány definíciója – szerintünk – pontatlan vagy erősen félreérthető. Ebből néhány:

- *anyagában történő hasznosítás:* bármilyen hasznosítási művelet az energetikai hasznosítás kivételével;
- *ártalmatlanítás:* minden olyan kezelési művelet, amely nem hasznosítás; a művelet abban az esetben is ártalmatlanítás, ha az másodlagos jelleggel anyag- vagy energiakinyerést eredményez;
- *energetikai hasznosítás:* hasznosítási művelet, amelynek során a hulladék energiatartalmát kinyerik, ideértve a biológiailag lebomló hulladékból történő energia-előállítást, valamint az olyan anyaggá történő feldolgozást, amelyet üzemanyagként, illetve tüzelőanyagként használnak fel;
- *hasznosítás:* bármely kezelési művelet, amelynek fő eredménye az, hogy a hulladék hasznos célt szolgál annak révén, hogy más anyagok helyébe lép.

  újrahasználat: olyan művelet, amelynek révén a *hulladéknak nem minősülő terméket* vagy alkatrészét újra használják arra a célra, amelyre eredetileg szolgált.

Azért indokolt erről beszélni, mert ehhez kapcsolódik a mindenki által ismert „hulladék piramis", amely azt hivatott bemutatni, hogy többféle hasznosítási lehetőség esetén milyen prioritásnak kellene érvényesülnie (*16. ábra*).

16. ábra. Hulladékpiramis

A hulladék piramissal kapcsolatban – azt a hulladéktörvény definíciójával összevetve – számos észrevételünk lenne.[57]

A hulladéktörvény definíciói alapján a rothasztást meglehetősen nehéz besorolni. A szennyvíziszap stratégia gyakorlatilag ártalmatlanításnak minősíti a rothasztást. Persze a definíció alapján ezt meg is teheti. (Más kérdés, hogy ez a megfogalmazás – utána gondolva – képtelenség. Eszerint, ha a hulladékkal bármit csinálok, ami haszontalan, az ártalmatlanítás.) Ezzel szemben áll az, hogy a fermentációs maradványnak van EWC kódja, tehát hulladék.

Ezeket csak azért említjük, hogy felhívjuk a figyelmet arra, hogy ideje lenne fogalmilag is pontosítani dolgokat.

Mi a szennyvíziszap rothasztást olyan részbeni energetikai hasznosításnak tekintjük, amelynek során (felhasználható) energia és hulladék keletkezik. A hulladéknak még jelentős energia tartalma van. Az induló szubsztrátum szárazanyagából csak a szén távozhatott gázok formájában. Eszerint *a fermentációs maradványban* a (a szárazanyag mennyiség tényleges csökkenése miatt) *az eredetinél nagyobb koncentrációban benne van minden olyan anyag (a méreganyagok is) amelyek eredetileg is ott voltak.* A patogén élő szervezetek a termofil eljárás során (talán) elpusztulnak. A mezofil eljárásban azonban már nem pusztulnak el.

5.4.1. A keletkező biogáz hasznosítása

A biogázt az esetek többségében mezofil eljárással állítjuk elő. A mezofil eljárás feltételezi a fermentor fűtését. A tapasztalatok alapján ennek az eljárásnak a „fűtési energiaigénye" egy jó közepes gázhozam esetén a biogázban lévő energia 11-15%-át teszi ki. A fermentor fűtési energiaigénye a külső hőmérséklet függvénye. Ez azt is jelenti, hogy télen ez sokkal nagyobb, mint nyáron. Megfordítva – ha a rendszerünkben a biogázt hőigény kielégítésé a cél – télen kevesebb hőt tud szolgáltatni. Ilyen típusú hasznosítás akkor gyakori, ha a biogáz üzem közelében van nagy és állandó hőigényű üzem. Ilyen lehetne például a bioetanol előállítás. A leggyakoribb azonban a hő fűtési célra való felhasználása. Ennek a fő problémája az, hogy éppen akkor szolgáltatná a biogáz üzem a legnagyobb hőmennyiséget, amikor arra a legkevesebb szükség van (nyáron).

Energetikai szempontból a legkedvezőbb lehetőség, ha a biogázt elégetjük és a keletkező hőt maradéktalanul fel tudjuk használni. Erre azonban nagyon ritkán adódik lehetőség.

[57] A hulladéktörvény definíciója szerint újrahasználható az, ami nem hulladék. Akkor miért van itt. A hulladék keletkezésének megelőzése kívánatos, de az gyártástechnológiai kérdés és nem hulladékhasznosítás.

Ugyanilyen kedvező lenne az is, ha a biogázt a meglévő gázhálózatba táplálhatnánk be. Ennek az elvi lehetősége megvan. Szinte minden európai országban meghatározták a betáplálás feltételeit, vagyis azt, hogy a betáplálható biogáznak milyen paraméterekkel kell rendelkeznie (minimális fűtőérték, maximális szén-dioxid tartalom, szennyezettségi határérték stb.). Ezek az előírások országonként különböznek. Európai viszonylatban erre főleg Németországban és Ausztriában találunk példákat. A betáplálás elvi lehetősége hazánkban is fennáll, azonban az előírások olyan szigorúak, hogy nem, vagy csak nagyon drága berendezésekkel, illetve eljárásokkal lehetne azokat teljesíteni. Emiatt – ismereteink szerint – nincs hazai példa a biogáz gázhálózatba történő betáplálására.

A biogáz tisztítása, majd tisztítás után biometánkénti (jármű üzemanyag) felhasználására jelenleg egyetlen példáról tudunk (Zalaegerszeg). Arról tudomásunk van, hogy több városban is tervezik a tömegközlekedési járművek ilyen üzemanyaggal történő ellátását, illetve a helyben keletkező biogáz ilyen irányú felhasználását.

A biogázban lévő energia kinyerésére a legelterjedtebb eljárás a biogáz CHP egységben való elégetése. A CHP egység egy gázmotor és egy vele összeépített generátor. A gázmotor úgy építik ki, hogy annak kipufogó gázában és hűtővízében jelenlévő hő is hasznosítható legyen. Ezzel az egységgel a biogázban lévő összes energia 82-85%-a kinyerhető. A hőenergiát a teljes szolgáltatott energiamennyiség 51%-ára, az elektromos energiát pedig ennek 49%-ára teszik. (A felhasznált biogáz energiájára vetítve a hő és elektromos energia mennyiségét 43:42%- ban szokták megadni.)

A rothasztás energia viszonyait a *7. táblázatban* foglaltuk össze. Látható, hogy az 1 000 kg szennyvíziszapban lévő 3 600 MJ-ból 45,1% átmegy a biogázba és 54,9% a fermentációs maradványban marad, miközben a szárazanyag tömege 24%-al csökkent. Így a fermentációs maradvány fajlagos energiája 29%-kal csökkent (18 MJ/kg-ról 12,9 MJ/kg-ra).

7. táblázat. A rothasztás anyag és energia folyamatai 1 000 kg 20% szárazanyag tartalmú szennyvíziszapra vetítve

Gázhozam m3/t szárazanyag	**350**	**A szennyvíz iszap összes energia tartalmának %-ában**
A biogáz metán tartalma %	**65%**	
A biogáz fűtő értéke MJ/m^3	**23,205**	
Biogáz fajsúlya	**1,15**	
Szárazanyag tömegcsökkenési arány	**58,30%**	
Fűtőérték csökkenés %	**45,12%**	
Szárazanyag mennyiség kg	**153,04**	
Biogáz mennyisége m3	**70**	
Biogáz fűtőértéke MJ (összes)	**1 624**	**45,12%**
Fermentációs maradványban marad MJ	**1 976**	**54,88%**
Fermentációs maradvány MJ/kg sz.a.	**12,91**	
CHP egység elektromos kWh	**170,56**	**17,06%**
CHP egység hő MJ	**488,93**	**13,58%**

A fermentációs maradványban lévő szárazanyag – amely kitároláskor 5-8% koncentrációjú – 153 kg. A fermentációs maradvány mechanikai eszközzel is könnyebben sűríthető a szennyvíziszapnál. Dekanter centrifugával akár 30% szárazanyag koncentráció is elérhető. Ezt figyelembe véve minden 1 000 kg 20% szárazanyag tartalmú szennyvíziszap erjesztését követően 500 kg tömegű 30% szárazanyag koncentrációjú fermentációs maradvány elhelyezéséről kell gondoskodni.

Az ide vonatkozó rendeletek nem tesznek különbséget – szerintünk helyesen – a szennyvíziszap és a fermentációs maradvány felhasználási feltételei között. Ennek ellenére több tanulmányban ez már úgy jelenik meg, mintha az anaerob erjesztéssel már megtörtént volna ennek ártalmatlanítása. Mi ezt, amint a EWC száma is bizonyítja, ugyanúgy és ugyanolyan hulladéknak tekintjük, mint a szennyvíziszapot. A mezőgazdasági felhasználására vonatkozóan is ugyanazokat állítjuk, amit az előző fejezetben már leírtunk.

5.5. Szennyvíziszap égetés

5.5.1. Égetési lehetőségek

A szennyvíziszap égetésről számos tanulmány és értekezés készült. Ezek részletesen foglalkoznak e szubsztrátum égetésére alkalmas eszközök felsorolásával, az égetés előnyeivel és hátrányaival. Mindegyik megkülönbözteti a monoégetést és a (valamivel való) együtt égetést, valamint harmadikként szokták említeni a szennyvíziszap erőművekben, cementgyárakban való elégetésének lehetőségét. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a normál tüzelőanyaghoz (alapanyaghoz) néhány % szennyvíziszapot hozzákevernek.

Valójában az erőművek és a cementgyárak, vagy csak a már termékké nyilvánított anyagot, például szennyvíziszap komposztot, vagy amelyiknek hulladékégetésre is van „jogosítványa", a szennyvíziszapot csak szárított állapotban veszi át. A ma létező és alkalmazott iszapszárítók fajlagos energiaigénye óriási (4,5-6 MJ/víz kg), és ez az igény nem is csökkenthető. A szárítás hatalmas energiaigénye miatt 1 t szárított iszap energia költsége, a fosszilis energiahordozók beszerzési árát figyelembe véve 42-50 000 Ft. A jelenleg meglévő hazai hulladékégetők sem tudnak más módon szennyvíziszapot fogadni.[58] A magas költség miatt érthető, hogy ezzel a lehetőséggel azok a szennyvíztisztító telepek sem élnek, ahol már korábban létesült iszapszárító.

A hulladékégetés alapvető feltétele, hogy az utolsó égőtérből kilépő füstgáz hőmérséklete soha ne csökkenjen 850 °C alá. Ez csak akkor biztosítható, ha az égetőműbe beadagolt szennyvíziszap szárazanyag tartalma legalább 55%, ha annak fűtőértéke a szárazanyag tartalomra vetítve 18 MJ.

Mechanikai eszközökkel a szennyvíziszap maximum 20% szárazanyag tartalomra sűríthető. Ahhoz, hogy ebből 55% szárazanyag tartalmú iszap legyen minden kg 20%-os iszapból, el kell vonni 0,64 kg vizet. Ennek az energia igénye a szárító berendezés fajlagos teljesítményét figyelembe véve nagyobb, mint amennyi energia elégetés után 1 kg 20% szárazanyag tartalmú iszapból kivehető. Ebből az következik, hogy: a szennyvíziszap monoégetése csak további energia bevitellel lehetséges.

Kézenfekvő lenne a szennyvíziszap és – a ma minden településen óriási problémát jelentő – települési szilárd hulladék (TSZH) szerves hányadának együtt égetése. Ennek „kiszedésére" működőképes technológia létezik, ez pedig az RDF. Ez a technológia lehetővé teszi a TSZH-ból az egyébként hasznosítható anyagok kiválogatását. A maradék másként már nem hasznosítható szerves anyagokból pedig egy magas szárazanyag tartalmú (70-90%) és megfelelő fűtőértékű (14-20 MJ/szárazanyag kg) tüzelhető anyagot állít elő. Ha ezt a mechanikailag víztelenített szennyvíziszappal kevernénk, elhagyható lenne az „energiafaló" iszapszárítás, így az égetésnél energiát lehetne kinyerni. Az energia nyereség jelentősége azonban elhanyagolható ahhoz az előnyhöz viszonyítva, hogy *ezzel az adott településen, komplex módon lehetne a teljes „hulladék problémát" megoldani.*

Ha bármilyen összefüggésben hulladékégetésről esik szó, mindenki azonnal központi nagy kapacitású hulladékégetőre gondol, amelyek valóban drágák. Ide a kívánalmaknak megfelelően előkészített hulladékokat a hulladék tulajdonosai beszállítják, kifizetik az átvételi díjat (kapupénz), és ezekben égetik el a hulladékot. Csak nagyon „félénk felvetések" jelentek eddig meg arra vonatkozóan, hogy *talán jobb lenne, ha nem a hulladékokat „utaztatnánk", hanem az égető berendezéseket vinnénk a hulladékok keletkezési helyére.*

A szennyvíziszap és a TSZH szerves hányadának keverékéből könnyedén lehetne égetésre már alkalmas tüzelőanyagot létrehozni. Már ma is léteznek – igaz csak prototípus formájában – olyan

[58] Ismereteink szerint jelenleg hazai hulladékégetők egyike sem fogad szennyvíziszapot semmilyen formában.

kisebb kapacitású égető berendezések, amelyek minden tekintetben megfelelnek a hulladékégetésre vonatkozó szabályoknak (hőmérsékleti és emissziós előírások).

Ilyen égető berendezések telepítése e hulladékok keletkezési helyére telepítve a következő előnyökkel járna: a hulladékokat gyakorlatilag „a születésük pillanatában" zárt rendszerrel vihetjük az égetőműbe. Ezzel:

- megtakarítható az előkészítés és szállítás költsége;
- megszüntethető a minden más kezeléssel, előkészítéssel szükségképpen együtt járó diffúz emisszió;
- megszűnne a hulladékkezeléssel járó minden környezeti és egészségügyi kockázat;
- mivel ezzel az együtt-égetéssel szükségtelen a szárítás, az égetés során keletkező energia felhasználható.[59]

Az itt leírt rendszerre jelenleg Magyarországon egyetlen működő példa sincsen. Okai:

- Erre alkalmas működőképes berendezés a piacon nem kapható. (Megjegyezzük, hogy prototípus formában magyar fejlesztésként már létezik.)
- Az RDF és a szennyvíziszap együtt-égetésnek jogszabályi akadálya is van. Jelenleg a szennyvíztisztító telepre más hulladékot nem lehet bevinni.
- Az már csak szemléleti ok, hogy ha bármelyik településen elhangzik a hulladékégetés kifejezés, ott azonnal megindul a lakossági tiltakozás. (Az önkormányzatok ezt a konfliktusveszélyt nem szívesen vállalják fel.)

6. AZ ÖNTÖZÉS SZÜKSÉGESSÉGE

Amint a kiinduláskor és azt követően többször is írtuk, a közeljövő egyik legnagyobb kihívása a várható klímaváltozáshoz való alkalmazkodás lesz. Minden előrejelzés azt tartalmazza, hogy hazánk időjárása melegebbé és szárazabbá válik. Ebből következően nekünk kiemelten az öntözésre kellene koncentrálnunk. Ez nemcsak a közvetlen veszély elhárítását jelentené, hanem:

- megfelelő mennyiségű öntözéssel jelentősen fokozható a területegységről lehozható növényi termékek mennyisége és értéke is;
- az öntözéssel intenzívebb kultúrák termeszthetőek, ami önmagában is új munkahelyeket teremt;
- az öntözéssel a melegedés elviselhetővé válik (kedvezőbb mikroklíma az adott területen);

Az indokoltsága ellenére ma a mezőgazdasági üzemek 200 000 ha-on rendelkeznek vízjogi engedéllyel, ezzel szemben mindössze 100 000 ha-on öntöznek. Ennek többféle oka is van. Feltétlenül szükséges lenne ennek az elemzése, de az egészen biztos, hogy a vízhiány nem fog az öntözés csökkenésének okai között szerepelni.

Azt gondoljuk „hungaricumnak" minősül az a tény, hogy egy országból több víz folyik ki, mint amennyi érkezik (*17. ábra*). Pedig „nagyjaink" erről már nagyon sokat beszéltek és írtak:

> *„Házad udvarából ne ereszd ki az eső vagy a hó levét, míg el nem használtad. Úgy határodból, vármegyédből, országodból használatlanul a vizet ki ne bocsássad, mert ez ingyen az Isten becses ajándéka."* (*Beszédes József*)

[59] Az RDF technológiának van ugyan elektromos energia igénye. Ez azonban sokkal kisebb a szárítás energia igényénél. Ha tehát az egész folyamatot együtt vizsgáljuk, az nettó energiatermelő lesz. Az égetésnél kinyerhető energia mennyisége messze meghaladja az RDF technológia által felhasznált energiát.

17. ábra. Magyarország vízmérlege

6.1. Mi történik ma a kivett ivóvízzel?

Ma már hazánkban az összes lakás 92%-a ellátott vezetékes ivóvízzel és a csatornázottság a 80%-hoz közelít. (Az ipari üzemeknél értelemszerűen a vezetékes víz és a csatornázottság is 100%-ban biztosított). A szükséges vizet nagyobb részben a felszíni élővizekből, kisebb részben a felszín alatti vizekből (kutakból) nyerik (*18. ábra*).

18. ábra. A vízfelhasználás jelenlegi (általános) modellje

A vízkivételt követően a vízművek a vizet tisztítják és kezelik. A kezelés minden esetben fertőtlenítést, szükség szerint adalékanyag hozzáadást (pl. lágyítást) jelent. Ez a művelet anyag- és jelentős energiafelhasználással jár. Ezt a vizet juttatják el a fogyasztóhoz.

A víz elfogyasztásával – alapesetben – az szennyeződik, és abból szennyvíz lesz. Kivételt képez az, ha a lakosok a vezetékes vizet öntözésre használják. Ekkor ugyanis annak egy része a talaj mélyebb rétegeibe kerül, a másik része a növények párologtatása révén „légnedvességgé" válik. A szennyezett víz (szennyvíz) nagyobbik része – egy igen nagy értékű infrastruktúrán keresztül – a szennyvíztisztító telepekre kerül.

6.1.1. Mi történik a szennyvíztisztító telepeken?

Jelentős költség- és energiaráfordítással (ugyanakkor nagy mennyiségű ÜHG keletkezése mellett) leválasztják a szennyező anyagokat.

Az oldott nitrogén és foszfor vegyületeket adalékanyagok hozzáadásával és oxidációval kicsapatják (oldhatatlanná teszik).

A tisztított vizet visszavezetik a felszíni vizekbe.

A leválasztott anyag további sorsa:

- Megfelelő „pihentetés" után a talajba injektálás, vagy
- Mechanikus úton való víztelenítés
    - Rothasztás (biogáz előállítás),
    - Stabilizálják és talajba juttatják,
    - Adalék anyaggal komposztálják, és azt a talajba juttatják (a legrosszabb esetben a komposzt elégetése),
    - Szárítás
        - Elégetik vagy
        - Lerakják.

<u>A jelenlegi szennyvíztisztítási rendszer problémái</u>

A szennyvizek tisztítása alatt ma szinte mindenki azt érti, hogy abból el kell távolítani (vízben oldhatatlanná kell tenni) a nitrogén és foszfor tartalmú anyagokat, mivel ezek – az élővízbe kerülve – eutrofizációt okoznának, ezzel súlyosan károsítanák az élővíz ökoszisztémáját. Ez a leválasztás jelentős anyag- és energiaráfordítással, továbbá káros anyag kibocsátással jár. További ráfordítást igényel az, hogy ettől a hulladéktól valamilyen módon a szennyvíztisztító telep „meg tudjon szabadulni". Kétségtelen tény, hogy ebben a hulladékban jelentős mennyiségű „növényi tápláléknak" minősülő anyag[60] található, tehát indokolt az igény, hogy ezt vissza kellene juttatni a talajba, így biztosítani a természetes körforgást. Ezt az iszapot azonban a talajba juttatás előtt kezelni kell. Ez a kezelés drága és meglehetősen nagy diffúz emisszióval jár.

Ma egyre több szó esik a szennyvízben *<u>mind nagyobb mennyiségben megtalálható hormon- és gyógyszermaradványokról.</u>* Ezek előfordulását rendszeresen sehol nem vizsgálják, mert vagy nincs is rá módszer, vagy nagyon drága. Ezeket a jelenleg alkalmazott szennyvíztisztítási technológiákkal nem tudjuk eltávolítani, tehát a vízbázisba kerülnek. Ma már vannak jelek arra, hogy ezek az anyagok a vizek ökoszisztémájában kedvezőtlen változásokat okoznak.

Különösen veszélyesnek tűnnek az ivóvízbe is bekerülő hormonok. Erre Czeizel Endre genetikus professzor hívta fel talán elsőnek a figyelmet.

---

[60] Persze itt már felmerül a kérdés, hogy a szennyvíztisztítási technológiával a vízben oldhatatlanná tett nitrogén és foszfor vegyületeket a növények milyen módon tudják felvenni. Az iszapkezelés során ezért olyan biológiai és kémiai eljárásokat is alkalmaznak, amelyek azt célozzák, hogy ezek az anyagok újra vízben is oldhatóvá váljanak.

„A férfiak spermiumszáma a hatvanas évekhez képest drasztikusan lecsökkent. Míg 1960-ban egy átlagos, egészséges férfi spermiumszáma 1 ml ondóban 73 millió volt, addig a spermium mennyisége ma már alig 31 millió. Ennél is riasztóbb az a tény, hogy minden negyedik, ötödik férfinél a spermiumszám ma már a 20 milliót sem éri el, és ez - a kutatások szerint sok egyéb más környezeti ártalom mellett - a csapvízbe került fogamzásgátlók, hormonmaradványainak is következménye lehet. Fontos tudni, hogy az első fogamzásgátló bevezetése 1962-ben történt meg, tehát még időbeli egyezés is érdekes színben tünteti fel a kutatások eredményét. Ez azonban csak az egyik csapás, a másik viszont az, hogy a női szervezetbe is bekerülnek az ivóvízből a plusz női nemi hormonok, és ez várandósság esetén a fiú magzatoknál már az anyaméhben okozhat hormonális elváltozásokat."

Bármennyire is általános a hormonális fogamzásgátlók használata ezek egyedül nem okozhatnának ilyen drasztikus hatást. Az utóbbi időben azonban más is történt.

Vannak olyan anyagok, amelyek képesek – bekerülve az emberi (vagy állati) szervezetbe hormonhatást kiváltani. Ezek a xenobiotikumok[61].

Különösen veszélyesnek tűnik a xenoösztrogén[62] csoport, amely alkalmas a reproduktív szervek működésének megzavarására. Ezeket a vegyületeket széles körben alkalmazza a kozmetikai ipar, és előfordulnak a mosó-, öblítő-, és lemosószerekben is. Ezekből a szennyvízben – a lehetséges fogamzásgátló maradványokhoz viszonyítva – akár milliószoros mennyiség is lehet. Mivel a szennyvíztisztítás során ezeket nem tudják eltávolítani, a tisztított vizet pedig az élővízbe vezetik vissza, reális annak a veszélye, hogy ezek valóban bekerülnek az ivóvízzel a szervezetünkbe.

Újabban egyre többen foglalkoznak az élő vizekben mind nagyobb koncentrációba megtalálható mikroműanyag káros hatásaival.

„Napjaink kutatása szerint emberek milliárdjai isznak világszerte műanyag részecskékkel szennyezett ivóvizet. Világszerte a vizsgált minták 83%-ban találtak 5-20 µm közötti műanyagot. A műanyag mikroszálak átlagos darabszáma egy 0,5 literes amerikai vízmintában 4,8; míg európaiban 1,9. A természeti erők, eróziók révén a környezetbe kerülő műanyagok aprózódásával, bomlásával keletkező mikroműanyagok (méretüket tekintve kisebbek, mint 5 mm) egyre nagyobb veszélyt jelentenek az emberiségre.

A műanyagok számtalan úton kerülhetnek a környezetbe. Többek között a felhasznált szintetikus ruhák mosásával egyre több apró szemcse morzsolódik le, valamint a mikro gyöngyöket tartalmazó kozmetikumok egy része, melyek a bőrt hivatottak radírozni, szintén szintetikus műanyagot tartalmaznak. A legnagyobb mennyiségben azonban a felhasznált műanyagpalackok okozzák a mindennapos veszélyt. Ezen palackok, nemcsak a környezetbe juttatva és abból aprózódott mikro műanyagok révén jelentenek veszélyt, hanem a belőlük kioldódó veszélyes anyagok miatt. A leggyakrabban felhasznált komponensek a polietilén, polipropilén, polivinilklorid és a polietilén-tereftalát." (Ligetvári Ferenc)

6.2. A jelenlegi tisztításirendszer hatásai összegezve

- A szennyvízben az oldott állapotban lévő – a növények számára értékes – nitrogén és foszfor vegyületeket adalék anyagok és oxidáció segítségével oldhatatlan állapotba hozzuk. Ez a folyamat:
    - meglehetősen nagy anyag és energiaráfordítással jár;
    - nem elhanyagolható légszennyezést okoz;

[61] https://hu.wikipedia.org/wiki/Xenobiotikumok_metabolizmusa

[62] https://peakshop.hu/girl/keruld-a-xenoosztrogeneket/

- e tisztítási folyamat „hulladéka” – a szennyvíziszap – további kezelést (stabilizálást, fertőtlenítést) igényel, ami mindenképpen költséggel és további levegőszennyezéssel jár;
- a kezelt hulladéktól a telepnek meg kell szabadulnia (ld. 5. fejezet).
  - mivel ez a hulladék értékes növényi tápanyagokat tartalmaz a mezőgazdaság számára – további ráfordításokkal – hasznosítható lehet;
  - a mezőgazdasági hasznosítás mindenképpen azt jelenti, hogy a talajt a szennyvíz eredeti állapotához viszonyítva 100-400-szoros koncentrációjú anyaggal terheljük;
  - a benne lévő energiát hasznosítják.

- A jelenlegi tisztítási módszerekkel a szennyvízből nem tudjuk eltávolítani a gyógyszer-, és hormonmaradványokat, az egyre nagyobb mennyiségben előforduló xenobiotikumokat, valamint a mikroműanyagokat sem. Ezek a tisztított, és az élővízbe visszavezetett „újvízzel” szennyezik a befogadókat. Ez a szennyezés hosszú távon beláthatatlanul nagy problémákat okoz.
- A tisztított víz visszavezetése az élővízbe azt is jelenti, hogy a már kivett vizet hasznosítottalanul engedjük ki a területünkről.

A fentiek alapján joggal merül fel tehát a kérdés: találhatunk-e más, ennél jobb megoldást.

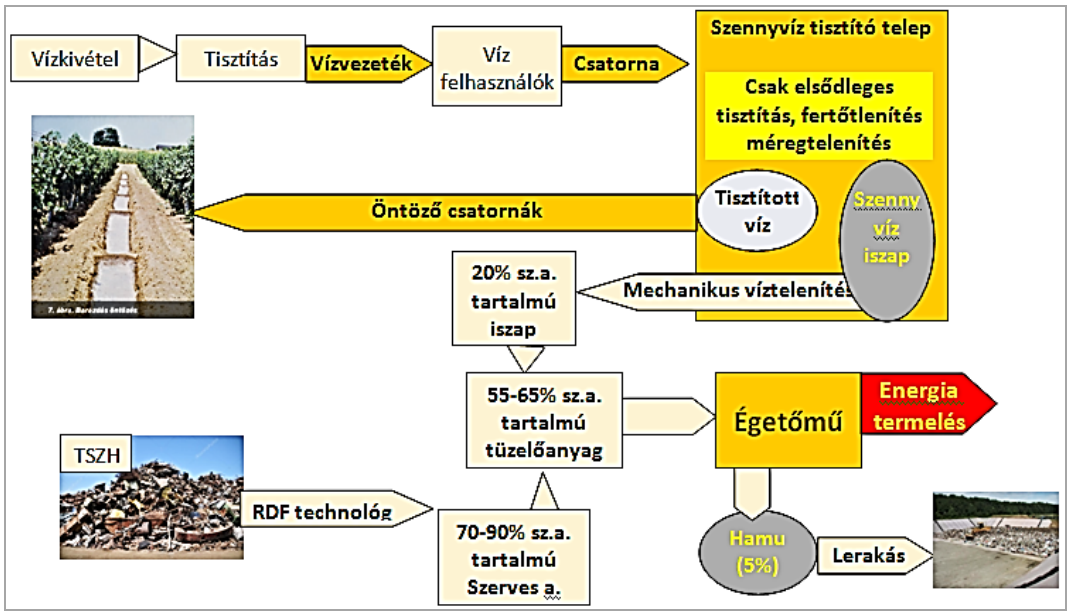
6.3. Lehetne-e másképpen?

A tisztítótelepekre befolyó szennyvíz szárazanyag tartalma 0,05%-ra tehető. Ismeretes, hogy az ökoszisztémára káros anyagokat a talaj sokkal intenzívebben képes semlegesíteni, mint az élővíz. Az is ismert, hogy a szennyvízben vannak oldott állapotban olyan anyagok, amelyek a vízben szennyezést jelentenek, a talajban viszont talajerő visszapótló anyagként jelennek meg.

Ennél a modellnél az lenne a kívánalom, hogy a tisztítás során a nitrogén és foszfor vegyületekhez „ne nyúljunk hozzá”, azok maradjanak változatlanul oldott formában. Történjen azonban valamiféle fertőtlenítés, és a lehető legnagyobb mértékben távolítsuk el az idegen és káros anyagokat. Az így tisztított vizet viszont öntözésre használjuk fel (*19. ábra*).

Ebben az „új vízben”, “szürkevízben”:

- A növények számára hasznos anyagok oldott állapotban vannak jelen, így azok felvehetők.
- A szárazanyag koncentráció nagyon kicsi (<0,05%), ezért, ha előfordul is benne káros anyag, az csak töredéke annak, amit a szennyvíziszappal – annak bármely eddig alkalmazott mezőgazdasági hasznosítási formájával – a szántóföldre juttathatunk.
- A talaj – a nagymennyiségű baktérium tömegnek köszönhetően – sokkal hatékonyabban tud bármilyen káros anyagot, így a gyógyszer-, hormon-, drog- és xenobiotikum maradványokat ártalmatlanítani, mint a víz.



19. ábra. A vízfelhasználás javasolt modellje

Persze még a fentebb jellemzett technológia alkalmazása esetén is keletkezik szennyvíziszap, de ez a mezőgazdaság számára már haszontalan, hiszen ebben növényi tápanyag gyakorlatilag nem lesz.

Kérdés: mi történjen ezzel?

Itt jöhetne számításba a szennyvíziszapnál sokkal nagyobb problémát okozó a települési szilárd hulladékból (TSZH) a hasznos anyagok kiválogatása után vissza maradó szerves rész. Ez ugyanis másra, mint égetésre már nem hasznosítható. Az RDF technológia alkalmas a TSZH-ból minden hasznos anyag kinyerésére. A visszamaradó szerves anyagból viszont magas szárazanyag tartalmú (70-90%) és jó fűtőértékű (14-19 MJ/kg) tüzelhető anyagot hagy hátra. Ezt keverve a szennyvíziszappal, kiküszöbölhető annak az egyébként szükséges rendkívül nagy energia igényű szárítása.

A kettő együtt égetve, megfelelő berendezésben elégetve:

- energiát szolgáltat,
- megoldja az adott településen a teljes hulladékkezelést.

Tudatában vagyunk annak, hogy ez a jelenleg alkalmazott szennyvíztisztítási technológia teljes átalakítását igényelne, és nem egyszerű a nagyvárosokban megoldani az öntözést sem. Ez rövidtávon nem is megoldható feladat.

Az egyre nagyobb problémát okozó hulladékelhelyezés, valamint a várható klímaváltozás ki fogja kényszeríteni a racionálisabb megoldásokat.

Minden előrejelzés szerint hazánk időjárása a várható klímaváltozás hatására szárazabbra és melegebbre fordul. Az öntözés fejlesztése tehát elengedhetetlen lesz. E cél megvalósításának egyik lényeges eleme lehet az olyan technológiával tisztított szennyvízzel való öntözés, amely benne hagyja a növényi makró (esetleg a mikró) tápanyagokat a vízben, viszont kiszedi a káros anyagok lehető legnagyobb hányadát.[63]

[63] Ilyen technológiát jelenleg nem ismerünk. Úgy gondoljuk, ideje lenne, legalább is kutatási szinten, foglalkozni ezzel.

A szennyvízzel történő öntözéssel a korábbi időszakban jó néhányan foglalkoztak. A kutatások eredménye az, hogy a jelenlegi tisztítási technológiát figyelembe véve nem okoz problémát (*8. táblázat*). A növényekbe sem jelennek meg a nehézfémek. Valójában az a helyet, hogy a nehézfém tartalom a hazai szennyvizek döntő többségében meg sem közelíti a vonatkozó rendeletekben a mezőgazdasági felhasználásra engedélyezett határértéket.

8. táblázat. Szennyvízzel való öntözési kísérletek 1989-ben (Vermes L. felmérése)

Település	Tisztítótelep tisztítási rendszere	Ipari szennyvíz terhelése	Kapacitás	Szántó területe	Faültetvény területe
			[m3/d]	[ha]	[ha]
Kecskemét	mechanikai előtisztítás és öntözés	élelmiszer szolgáltató ipari	18.000	700	70 + 6
Cegléd	mechanikai előtisztítás és öntözés	élelmiszer szolgáltató ipari	5.600	800	50
Gyula	mechanikai, biológiai előtisztítás és öntözés	tej-, húsfeldolgozó ipari	7.000	-	140
Nyírbátor	mechanikai előtisztítás és öntözés	fémfeldolgozó, növényolaj-, mosószeripari	2.400	-	50
Zalakaros	mechanikai előtisztítás és öntözés	-	1.000	-	36
Nagykálló	mechanikai előtisztítás és öntözés	-	500	-	18

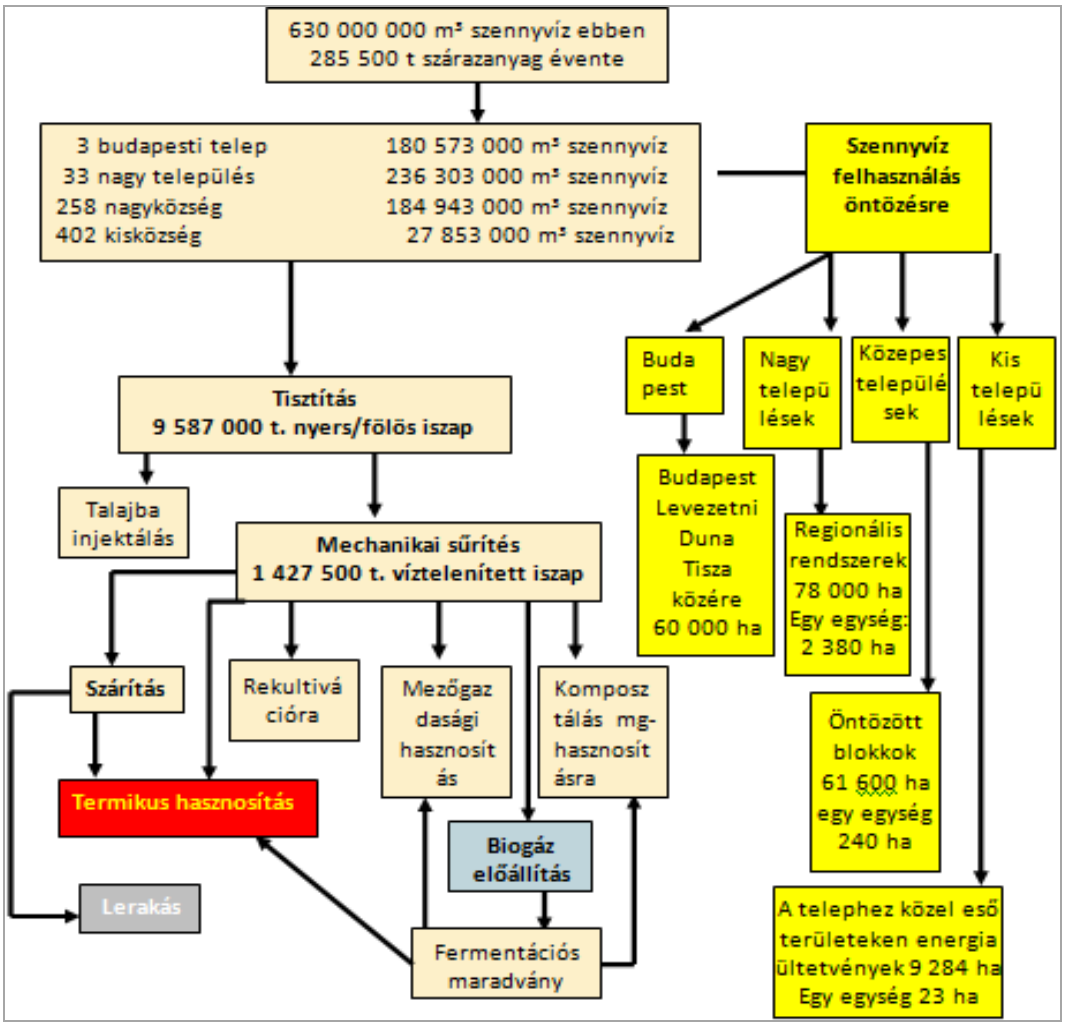
A kísérletek azt bizonyították, hogy sem a talaj nehézfém tartalma nem növekedett, sem pedig az itt termelt növények termésében nem jelentek meg a nehézfémek, tehát a részlegesen tisztított szennyvízzel való öntözés nem jár azzal a veszéllyel, hogy emiatt káros anyagok kerülhetnének a táplálékláncba.

A szennyvíz és szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználásának feltételeit meghatározó 50/2001. (IV.3) kormányrendelet az egy év alatt 1 ha területre kivihető szennyvíz szárazanyag mennyiségének maximumát 10 t/ha-ban határozza meg. Ez szennyvízzel való öntözés esetén 20 000 m^3/ha (2 000 mm-rel) való öntözést jelentene. Amennyiben 3,5% szárazanyag tartalmú iszapinjektálást végzünk, akkor 286 tonna, míg 20% szárazanyag tartalmú víztelenített iszap esetén 50 tonna, de 70% szárazanyag tartalmú komposzt esetén 14 tonna kijuttatását jelentené. Fordítva még szemléletesebb. Egy reálisnak mondható évi 400 mm csapadéknak megfelelő öntözéssel kivitt szárazanyag megfelel 57 t/ha iszapinjektálásnak, vagy 12 t/ha víztelenített iszappal, ill. az előző kettővel azonos mértékben, 2,9 t/ha komposzttal való „trágyázásnak". Emellett a vízben az értékes anyagok zömmel oldott állapotban vannak jelen, amit a növények azonnal fel tudnak venni. A másik két esetben ez vitatható.

Részlegesen tisztított szennyvízzel tehát a jogszabályok alapján ma is lehetne öntözni. Kétséges, hogy engedéllyel vagy a nélkül is.[64]

Elkészítettünk egy összehasonlító ábrát (*20. ábra*). A baloldalon található, hogy jelenleg mi történik, illetve történhet ma a szennyvíziszappal. A jobboldalon azt mutatjuk be, hogy elméletileg miként lehetne az összes keletkező szennyvizet öntözésre felhasználni.

[64] Ha szennyvíziszapról, illetve olyan szennyvíziszap készítményről van szó, amelyik nincs termékké minősítve, akkor annak mezőgazdasági felhasználása egyértelműen engedélyhez kötött. Ha már termék, akkor korlátozás nélkül felhasználható, mivel a szennyvíziszap hulladék. A szennyvíz azonban az elmúlt évben kikerült a hulladékok köréből. (Nincs is EWC kódja.) Persze termékkódja sincs.



20. ábra. Szennyvíztisztítás és szennyvíziszap felhasználás jelenleg, valamint a szennyvízzel való öntözés elméleti lehetősége

Figyelembe vettük azt a lehetőséget is, hogy a Budapesten keletkező hatalmas szennyvíz mennyiséget a Homokhátság öntözésére használnánk fel. Ez már régen megfogalmazódott igényként is. Persze tudjuk, hogy egyrészt ez teljes egészében nem valósítható meg, hiszen biztosan lesz néhány olyan tisztítótelep, ahol a szennyvíz nem lesz mezőgazdasági célra felhasználható vagy területi elhelyezkedése lehetetlenné teszi a víznek talajvíz-dúsításra történő felhasználását.

Kecskemét lakosságának ellátására 7,2 millió m^3 vizet vesznek ki, amelynek egy részét kerti öntözésre, kocsi mosásra stb. használnak fel. A szennyvíztisztító telepre 6 millió m^3 érkezik, amelyet tisztítás után a befogadó vízfolyásba, a Tiszába juttatnak. A folyamatos kivétellel az éves csapadék nem tud lépést tartani, tehát állandóan növeljük a hiányt. A pótlására vagy a Dunából, vagy a Tiszából kellene a vizet pótolni. Ez nagyon sokba kerülne és "csak" egy feladatot oldanánk meg vele. Szemben a szennyvízzel történő talajvíz dúsítással. Az így képződő vízkészlet egy része öntözésre is használható lenne. Sokan javasolják a Duna-Tisza Csatorna megépítését. Ezt, akkor érdemes megvalósítani, ha Észak-Kelet Magyarországról nagyon sok árut kellene Nyugat-Európába szállítani. Ennek a forrásigénye meglehetősen nagy összeget tenne ki.

Ahogy azonban erről már korábban szóltunk, a várható klímaváltozás miatt nem sokáig engedhetjük meg magunknak azt a luxust (vagy ostobaságot), hogy a területünkről több víz folyjék ki a bejövőnél. Az édesvíz egyre nagyobb „kinccsé" fog válni. A víz erőforrás. Ma még talán nálunk nem így jelentkezik, de nagyon valószínűsíthető, hogy néhány évtizeden belül a rendelkezésre álló víz mennyisége fogja meghatározni a termelhető mezőgazdasági termékek tömegét.

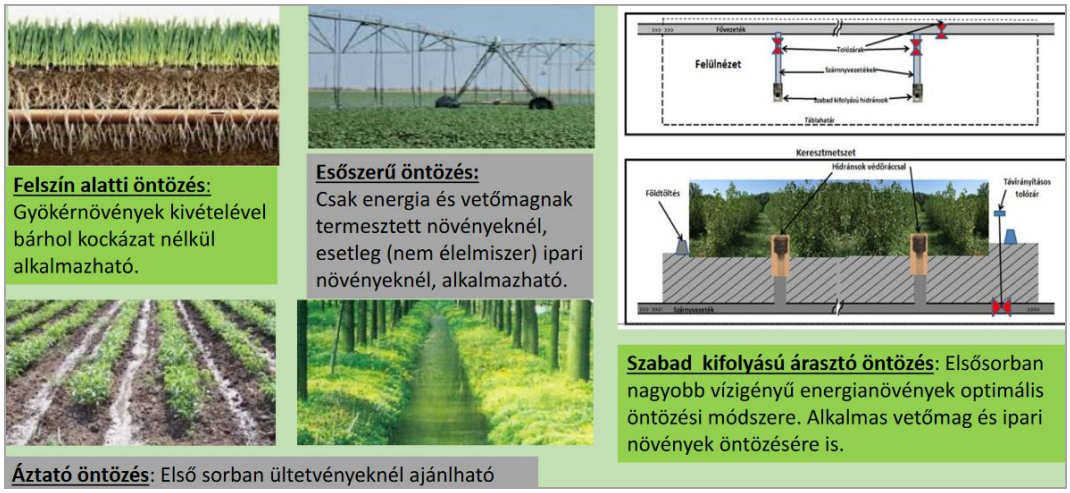
A jelenleg összegyűjtött szennyvízzel 150 000 ha-t öntözhetnénk 400 mm csapadéknak megfelelő vízellátással. Ez azt is jelentené, hogy közel 0,7 km^3-rel csökkenne az országból kifolyó vízmennyiség.

Hogyan függ ez össze a körforgásos gazdaság megvalósításának igényével? Hát úgy, hogy a szennyvízzel való öntözés egy „hulladékképződési forrást" szüntet meg. Nem, vagy csak minimális mennyiségű szennyvíziszap (hulladék) képződik, amit jelenleg jelentős anyag- és energiaráfordítással kezelünk, hogy valamilyen módon újra felhasználhassuk. Eközben jelentősen szennyezi a környezetet a kezelésből származó emisszió.

A talajvízdúsítás és az öntözés mellett lehetőség mutatkozik a vizes élőhelyek rekonstrukciójára. Az egyoldalú vízhasználat, vagyis csak kivesszük a vizet a felszín alatti víztartó bázisokból, az hatással van a korábbi szikes tavakra és azokra a semlyékekre, amelyeken a felszíni vízmozgás végbement. Emiatt feltétlenül szükségesnek tartjuk – kezdetben a kis- és közepes településeken – hogy hozzunk létre néhány ilyen modellt – pilot projektként – amelyekkel megbízhatóan modellezhetnénk a valódi hatást.

Részlegesen tisztított szennyvízzel való öntözés lehetősége

A szennyvízzel való öntözés ellenzői leggyakrabban – ellenérvként – a fertőzésveszélyt szokták emlegetni. Megjegyezzük, hogy ezt is sokkal nagyobb hatékonysággal képes a talaj ellensúlyozni, mint az élővíz. Ezen túl léteznek olyan növénykultúrák és öntözési módszerek, amelyek kizárják, hogy bármilyen káros anyag bekerülhessen a táplálékláncba (*21. ábra*).



21. ábra. Javasolt kultúrák és öntözési módok a részlegesen tisztított szennyvíz felhasználására

6.3.1. Egy ígéretes energianövény: a salix

Jellemzői:

- magas energia tartalom (jó tüzelhetőség),
- magas szárazanyag hozam (50 t/ha/2év),
- víznyomásos, belvizes területeket kedveli,
- jól gépesíthető, de kézi munkával is termeszthető,
- nehézfémekkel fertőzött területek rehabilitációjára is alkalmas,
- hosszú élettartam (25-30 év),
- több célú hasznosíthatóság.

Talajigénye:

X Optimális számára az időszakosan vízzel borított, tápanyagokban gazdag hordalékhomok.

- X Ha vízellátottsága harmonikus a mélyre hatoló gyökere biztosítja a gyengébb minőségű talajokon is az eredményes termesztését.
- X Az energiafűz minden olyan területen jól érzi magát, ahol a kukorica a talaj magas víztartalma miatt sárgul, csökött marad

Ápolás

- X A megfelelő nedvesség biztosítása alapfeltétel. Ha a területen ez nincs meg, öntözés szükséges.
- X Folyamatos gyomtalanítás (ha kell mechanikai, vagy vegyszeres),
- X Gyenge termőképességű talajon sorműtrágyázás,
- X Hajtás válogatás. (egy hajtás/tő),
- X Növény védelem.
- X Az első évben jelentős lehet – védekezés nélkül – a rovar (levél tetvek, lombrágó hernyók és bogarak) és gombakártétel (rozsdagombák) is. Vegyszeres védekezést kell alkalmazni a fertőzöttség függvényében.
- X Szükség szerinti vízpótlás (öntözés).

Betakarítás

- X Telepítést követő második év végére a vesszők átmérője 60-90 mm lesz és magasságuk 6 – 8 m.
- X A betakarítás Járva szecskázóval (Herwestor), de jól betakarítható kézi erővel is.
- X Az apríték felhasználható biomassza erőművekben, vagy nagyobb közösségi biomassza fűtőművekben.
- X tűzifaként feldarabolva
- X Lehetséges további feldolgozása (pelettálás) amely már kiskereskedelemben is forgalomképes.

6.4. Mennyit ér a hazai szennyvíz?

Ha az összes szennyvizet öntözésre használnánk, ez műtrágyaértékben 42,3 milliárd Ft-ot jelentene (*9. táblázat*).

9. táblázat. A magyarországi szennyvíz növényi tápanyagtartalmai és értékei

Figyelembe vett szennyvíz mennyisége [m³/év]				**630 000 000**	
Tápanyag	**A szennyvízben [mg/l]**	**Összes hatóanyag [t/év]**	**Műtrágya egyenértékben [t/év]**	**Műtrágya egységár [Ft/t]**	**Összes érték [Ft/év]**
N	50	31 500	150 000	140 000	**21 000 000 000**
P	30	18 900	105 000	160 000	**16 800 000 000**
K	40	15 120	37 800	120 000	**4 536 000 000**
Összesen					**42 336 000 000**
Szennyvíztisztítás vesztesége				40%	**16 934 400 000**

Akkor is 17 milliárd „pluszt” jelentene a „kiöntözés”, ha feltételezzük, hogy jelenleg az összes iszapot talajerő visszapótlásra használnánk (*10. táblázat*).

10. táblázat. Egyéb becsült hasznok, ha kiöntöznénk a szennyvizet (évente)

Megnevezés	**Becsült haszon [Ft]**
Anyagmegtakarítás a tisztításnál	2 100 000 000
Energiamegtakarítás a tisztításnál	1 700 000 000
Elektromos energia a biogáz üzemből	2 222 640 000
Hőenergia a biogáz üzemből	1 530 000 000
Összesen:	**7 552 640 000**

7. AJÁNLÁS

X A klímaváltozás következtében a hidrológiai körforgás megváltozott, a korábbi egyenletes megjelenés szakaszossá vált, ennek következtében lényegesen lecsökkent a havas napok száma, helyébe az eső lépett. Így a téli időszakban a nagy intenzitású csapadékokat kevésbé képes a talaj befogadni.

Ezért a sikeres szántóföldi növénytermesztés érdekében növelni kell a talajszelvény befogadó képességét.

Ez "új" földművelési eljárások (szántás, középmély-lazítás, vakonddrénezés stb.) bevezetését a termelési körzetekhez igazítottan, "Talajművelési Stratégia" néven kell meghatározni.

X A hulladékgazdálkodásban előnyben kell részesíteni az azonnali feldolgozást, hogy minél kisebb területeket igényeljenek a lerakótelepek és az öngyulladásból eredő tűzesetek megszűnjenek. Ennek érdekében az Indiából átvett szlovákiai, gázosításon alapuló hulladékhasznosítás hazai bevezetését ajánlott elkezdeni.

X Napjainkban egyre több tudományos és hétköznapi szakmai tudósítás tájékoztat bennünket, hogy a klímaváltozás következtében jelentősen átalakul a hidrológiai ciklusok időtartama. A téli csapadék többször is nagy intenzitással érkezik a földfelszínre. A városok burkolt felületeiről villámgyorsasággal távozik és a felszíni szennyeződést magával sodorja. Ez egyre nagyobb szennyeződéssel jár, amely a víztestekben levő állatvilágot veszélyezteti. Ugyanakkor a társadalom tagjainak egészsége is károsodik, mivel a táplálékul hasznosuló vízi állatok testébe kerülő szennyeződések az emberek szervezetébe jutnak.

X A mezőgazdasági műveléssel hasznosított területek vízellátásában ugyancsak nagy hátrányok keletkeznek, mert az ugyancsak nagy intenzitással érkező csapadékot képtelen a talajszelvény befogadni. Ezért a tenyészidőszak vízigényét – többségében – csak tározott víz használatával vagyunk képesek megoldani.

X A korábbi időszakban a magas hegyvidékek gleccsereiből keletkező olvadékvizek gondoskodtak a folyók nyári ellátásáról. Napjainkban a gleccserek rövid (1-2 éves) időszak alatt képesek 5-8 km hosszan elolvadni és megszűnnek „rejtett” vízkészletként rendelkezésre állni. Ezt tapasztaljuk, és már nyilvánosságot kapott, hogy megindult a harc Európában is felhasználható vizekért.

Várható-e változás?

Itthon a nagy folyókra telepítendő vízlépcsők nem támogatottak. A Széchényi által a Tiszára javasoltak közül kettő megvalósult (Tiszalök és Kisköre), viszont a másik háromról (Záhony, Vásárosnamény, Csongrád) még koncepcionális szinten sem tárgyalunk. Pedig, ha az Alpok gleccserei elfogynak (becslések szerint 30 év múlva), akkor csak annyi vizünk lesz, amennyi az ország területére hullik. Ez pedig vízlépcsőért kiállt! Legalább a dombvidéki tározókat kellene elkezdeni építeni. Ugyanis a növénytermesztési termőhelyi optimumok megváltoznak. (A burgonyának már napjainkban sem felelnek meg a korábbiakban kiválóan hasznosított területek, termőhelyi optimumok). A szántóföldi növények mellett több kertészeti növény (málna, ribizli, egres stb.) termesztése is megszűnőben van. (Ezen okok miatt!). Tehát új termőhelyoptimum elemzést kell végezni. A dombok északi kitettségű vizsgálatának elemzésével, ahol az öntözés lehetőségét is figyelembe kell venni.

X A víztározást síkvidéken csak nagyon drágán lehet körtöltéses gátakkal megoldani, mivel költsége a dombvidéki tározásnak több mint a duplája. Sík vidéken a folyók elzárása jelent gazdaságos megoldást, valamint az Európa Bizottság Direktívája, amely szürkevizek hasznosítását szabályozza. Ez alatt a körültekintően előkezelt szennyvizet értjük, amelyet nagyon

hasznosan alkalmazhatunk biomassza előállítására. Mi az igazi előny a szürkevíz hasznosításában? A legnagyobb, hogy a szennyvízben lévő igen nagy mennyiségű tápanyaggal jelentős mértékű biomassza (fás szárú és lágy szárú energianövény) állítható elő.

~~X~~ Mennyiben potenciális a szürkevíz? Többször elhangzik, hogy túl sok (6 km^3/év) víz hagyja el az országot. Ez csak akkor fog csökkeni, ha itt tartózkodásra marasztaljuk. (Ez csak akkor valósítható meg, ha tározókba felfogjuk, mint parasztember a ciszternában, csak országos viszonylatban nagy tárolókra van szükség). Le kell írni, hogy a filoszok nem engedik ezt meg.

X Politika ellenállása nélküli lehetőség a szennyvizek hasznosítása. Nem igényelnek vízlépcsőket! A szennyvíztisztító telepen összegyűjtött vizet a mostaninál sokkal olcsóbb kezeléssel nem a folyókba, hanem a földekre vigyük. A talajban rengeteg baktérium tömeg található, szemben a vízfolyásokkal, amelyek képesek lebontani a vízzel szállított és szennyvíztisztító telepen átforgatott emberi ürüléket. Száz évvel ezelőtt – többségében – nem a víz révén jutott ki ez a tápanyagban (N, P, K) gazdag mátrix a földekre, hanem szalma közé keverve.

X Veszélyes-e a szennyvíz? Mostanában igen.
Napjainkban értesültünk róla, hogy az ausztrál kutatók a bélsárban kimutatták a koronavírust. Mi lesz ennek a vírusnak az útja? Bekerül a szennyvízbe, ahol a fizikai matériától megtisztítják, semlegesítik – magas költséggel – a benne levő növényi tápanyagot (N, P, K) és beengedik a folyóba. Onnan beszivárog a partiszűrésű kutakba és megjelenik – ahol még van ilyen – az ólomcső vezetékben és a kettő együtt roncsolja a csecsemő és az agg szervezetét (a többiekével együtt), hatékonyan.

S mi lesz, ha a koronavírusnál százszor, ezerszer fertőzőbb vírus érkezik? Mi a lehetséges megoldás?

X A szennyvizeket nem szabad a parti szűrésű vízkivételi hely (pl. Szentendre, Csepel stb.) közelébe engedni, hanem a talajon kell elteríteni. A sötét színű felszín sokkal gyorsabban és magasabb hőmérsékletre melegszik, mint folyóink vize. Tehát, ha befogadjuk, akkor a természet segít.

X Az egyéb, újonnan megjelent vegyszerek, a xenobiotikumok, amelyek ezerszer erősebbek a babitablettánál, ezek együttes hatása teljesen ismeretlen. Azt sem tudjuk, hogy mivel mit mérjünk. Még a svájciak is csak a Zürich környéki ivóvíz bázisuk védelmében tapogatóznak (IV. fokú szennyvíztisztítási technológiával) lakosságuk védelme érdekében.

X Mit javasol a környezetvédelmi szakma? Bátorságot. Bátorságot, hogy elhiggyék a magyar szakemberek javaslatát. Más országokban is beszédtéma, de náluk nincs annyi szabad szántóföld, ahol megindulhatna a szennyvízre alapozott vetőmagtermesztés (ez nem kerül az élelemláncba, mert aratás után megy zsákba, majd a búza ősszel a talajba, míg a kukorica tavasszal követi). A települések melletti területeken még a legnagyobb aszály idején is lesz annyi szennyvíz, amivel a következő év, a jövő kenyerét megtermeljük. Az energiafűz sem lebecsülendő. A keletkező 0,6 km3 szennyvíz (egy harmad balatonnyi mennyiség, és 0,1 km3-rel több, mint a halászat éves vízigénye, s ennyi volt csúcs időben hazai öntözővíz felhasználás) alkalmas lenne annyi tűzifa előállítására, amennyit a természetes erdeink produkálnak. Ebből valamennyi minimál nyugdíjas támogatható lenne, ugyanis az éves fagyhalál 300 fő/év.

X Megállapítható, hogy a szennyvízben – műtrágya értékben kifejezve – 42 000 000 000 Ft-nyi növényi tápanyag található. A potenciálisan előállítható tűzifa 92 000 000 000 Ft értéket képvisel. Ez van a mérleg egyik serpenyőjében, de ehhez jön a lakosság egészségvédelme, míg a másik oldalon a csőhálózatépítés, tereprendezés és vízszétosztás, és ezen az oldalon található a legfontosabb: a *döntéshozók* szándéka.

JAVASOLT VILLÁM INTÉZKEDÉSEK

1. Megvizsgálni a vidékfejlesztésben le nem kötött pénzügyi fedezetet. (BITESz – Biomassza Termékpálya Szövetség)
2. Megbízást adni a Duna-Tisza-közi Hátság talajvíz-dúsítási, erdészeti és növénytermesztési potenciáljának meghatározására. Ehhez kapcsolódna természetvédelem legértékesebb területeinek tartott vizes-élőhelyek ellátásának megtervezése. BITESz)
3. A szabad kiömlésű árasztó öntöző berendezés hidraulikai optimalizálása, amelyet külföldön még sehol sem alkalmaznak (Szabad legyen szerénytelennek lenni, ez a témavezető által vázolt megoldás). (MMA - Magyar Mérnök Akadémia).