

DIPLOMADOLGOZAT

TAJTINÉ TÜRK ÁGNES

környezetgazdálkodási agrármérnök MSc

Gödöllő
2023.



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Környezetgazdálkodási agrármérnök MSc szak**

**HEVES VÁRMEGYE KOMMUNÁLIS SZENNYVÍZTISZTÍTÓ
TELEPEIN KELETKEZŐ SZENNYVÍZISZAPOK
HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI**

Belső konzulens: Dr. Cserhádi Mátyás István
egyetemi docens

Készítette: **Tajtiné Türk Ágnes**
WWE1N5
levelező

Intézet/Tanszék: Akvakultúra és
Környezetbiztonsági Intézet
Molekuláris Ökológia Tanszék

Gödöllő
2023.

TARTALOMJEGYZÉK

I. Bevezetés.....	3
II. Szennyvíziszap hasznosítása a mezőgazdaságban	4
1. A szennyvíziszapról	4
2. A szennyvíziszapok hasznosítása.....	6
2.1. Mezőgazdaságban történő hasznosítás	7
2.2. Energetikai célú hasznosítás.....	11
3. Szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása az Európai Unióban	13
4. Szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználásának lehetőségei hazánkban	15
4.1. Jogszabályi környezet.....	15
4.2. Magyarország szennyvíziszap kezelési- és hasznosítási stratégiája.....	18
4.3. Mezőgazdasági felhasználás a gyakorlatban	19
5. A műtrágyahasználat jelentősége Magyarországon	22
III. Szennyvíziszap hasznosítása Heves vármegyében.....	28
1. Szennyvíziszap keletkezése és kezelése.....	28
2. Összehasonlító elemzés konkrét példa alapján	32
2.1. Vizsgálati módszerek, adatgyűjtés	32
2.2. A vizsgált terület bemutatása	33
2.3. Tápanyagok kijuttatása szennyvíziszappal.....	36
2.4. Tápanyagok kijuttatása kizárólag műtrágyával	44
2.5. Heves vármegye szántóföldjeinek tápanyagpótlási lehetőségei szennyvíziszappal... 48	
2.6. Következtetések, javaslatok	49
IV. Összefoglalás	53
Irodalomjegyzék, forrásjegyzék	56

Mellékletek:

- 1.: Heves vármegye kommunális szennyvíztisztító telepein keletkezett iszapok 2021
- 2.: Szennyvíziszap vizsgálati jegyzőkönyvek (2021)
- 3.: A kihelyezésre szánt szennyvíziszapok nehézfém tartalma (2019-2020-2021)
- 4.: Kirohasztott szennyvíziszap (Eger) vizsgálatát is tartalmazó jegyzőkönyv (2022)

I. Bevezetés

A mai kor emberének az egyik legnagyobb kihívást a folyamatosan növekvő népesség élelmezése jelenti. Ebből kiindulva a mezőgazdaság felé alapvető elvárás, hogy az emberiség számára kellő mennyiségben állítson elő minőségi és minden szükséges tápanyagot tartalmazó élelmiszert vagy élelmiszer alapanyagot. A termésnövelés érdekében ezért váltott irányt az agrárszektor és fordult az iparszerű, gépesített, intenzív eszközök és módszerek felé. A mai modern gazdaság műtrágyáz a terménymennyiség növeléséhez, vegyszerez a növényvédelem érdekében, a termelés optimalizálásához talajművelő és betakarító gépparkot üzemeltet, emellett pedig alkalmazza az információtechnika legújabb vívmányait a kontrollhoz és a jogszabályi kereteknek történő megfeleléshez.

A talajok termelékenységének növelésére a műtrágyán kívül vagy azt kiegészítendő szerves trágyát, zöldtrágyát is felhasználnak a gazdák, de ezeket a megoldásokat még jellemzően a kisebb, vagy a kimondottan ökológiai gazdaságokban alkalmazzák. A nagyobb gazdaságok intenzív növénytermesztő technológiája kizárólag a műtrágyahasználatra alapoz. A növénytermesztésben a szükséges tápanyagok pótlására a szennyvíztisztító telepeken hulladékként megjelenő és folyamatosan keletkező kezelt iszapok alkalmazása az elmúlt évtizedek során egyre nagyobb teret nyert. A szennyvízvezetékes közműellátás fejlesztésének folyamata a kommunális víztisztításból keletkező szennyvíziszapok növekvő mennyiségét vonja maga után, ezért a kezelésükre és leginkább a hasznosításukra megfelelően környezetkímélő megoldást kell találni.

A diplomamunkám célja annak bemutatása és alátámasztása, hogy a kommunális szennyvíztisztításából származó kezelt iszap a mezőgazdaságban termésnövelő anyagként úgy alkalmazható, hogy az a gazdának költségcsökkenést eredményez a kizárólag műtrágyával való termésnöveléssel szemben. Ezzel összefüggésben pedig választ keresek arra a kérdésre, hogy Heves vármegye képes lenne-e a saját területén belül keletkező kezelt iszapokkal a megyei szántóföldi növénytermesztés tápanyagigényeit kiszolgálni, illetve rendelkezik-e az összes keletkező iszap mennyiségének elhelyezésére elegendő szántó területtel.

II. Szennyvíziszap hasznosítása a mezőgazdaságban

1. A szennyvíziszapról

A kommunális szennyvíztisztítás kezdete óta a szennyvíztisztítás során, a technológiai sor különböző pontjainál képződnek olyan anyagok, amelyek már a szennyvíztisztítás folyamatában nem használhatók fel. A hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény 2. § 23. pontja alapján bármely anyagot vagy tárgyat, amelytől birtokosa megválnak, megválni szándékozik vagy megválni köteles, hulladéknak kell tekinteni. A technológia egyes lépéseit követve a kommunális szennyvíz mechanikai tisztítása során rácsszemét, a homokfogóból származó homok, olajfogóból származó olajos szennyezőanyagok és az előüleptetésből származó primer iszapok, a biológiai kezelési fázisból pedig az utóüleptetésből származó szekunder iszapok közül a technológiába már vissza nem forgatott fölösiszap keletkezik. A felsorolt hulladékok a hulladékjegyzékről szóló 72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet 2. melléklete szerinti 19-es főszámú és 08-as alszámú csoportba sorolhatók. Ennek alapján a 2012. évi CLXXXV. törvény hatálya alá tartoznak és hulladéknak tekintendők. A települési csatornázottság mértékének növekedésével a szennyvíztisztítás során keletkező hulladékok mennyisége jelentősen megnőtt, melyek közül a legnagyobb volument a kezelt iszapok jelentik. A hulladékok mennyiségi növekedése miatt a kezelésük megoldása egyre égetőbbé vált.

Magyarországon 2020-ban a 700 szennyvíztisztító telepen fogadott, megközelítőleg 600 millió m³ szennyvíz megtisztítása során a szárazanyag tartalmat tekintve a szennyvíziszap mennyiségét 210 - 230 000 tonnára becsülték. Ez a mennyiség évente 1,1 – 1,4 millió tonna víztelenített (20%-os) iszap mennyiségének felel meg. (Ligetvári F. 2021)

A kezelt iszapok mennyiségének csökkentésére a szennyvíztisztítási technológiában megvalósított fejlesztésekkel kerestek megoldást a szakemberek. Így alakultak ki a kezdetben csak fizikai (I. fokozatú) tisztítást, majd emellett a biológiai (II. fokozatú) tisztítást és később a kémiai (III. fokozatú) tisztítást, fertőtlenítést is magukba foglaló technológiák. A ma már eredményesen működő legújabb technológiák az anaerob fermentáció, vegyszeres- és hőkezelések, illetve az ultrahangos kezelés. A kutatások során felismerték, hogy az emberi anyagcsere termékeket is tartalmazó szennyvíz, illetve annak tisztításából származó iszapok magas szervesanyag tartalommal rendelkeznek és a növények számára jól hasznosítható formában tartalmazznak tápanyagokat. A 75-85 %-os szervesanyag tartalom a talajok szén

készleteinek utánpótlását képes biztosítani, amellyel hozzájárul a talajtermékenységet biztosító mikroszervezetek fenntartásához. Magas nitrogén és foszfortartalmuk a növények fejlődéséhez elengedhetetlen alapvető tápanyagokat tudja biztosítani, nyomelem és mikroelem tartalmuk pedig az egészséges fejlődésükhöz nyújthat támogatást. A tápanyagok pótlása mellett, a talajok szerkezetének, vízmegtartó képességének és humusztartalmának javításában is jó eredményeket lehet elérni a felhasználásukkal (web 1). A szennyvíziszapok kolloidális méretű alkotóelemeket tartalmaznak, melyek a talajba kerülve megnövelik a mikroorganizmusok elterjedéséhez szükséges aktív felületet. A mikrobák számára a tápanyagokat is biztosítani tudják, mely által élénkítik a talajéletet. Az iszapokkal javul a talaj porozitása, illetve a víz- és levegőháztartása is. Mivel a kezelt iszap egyaránt jó hatással bír a talajok fizikai, kémiai és biológiai állapotára, kihatással van azok szennyezéssel szembeni ellenálló képességére is (Kádár I. 2013).

A szennyvíziszapok fogalmát jogszabályi szinten a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló 50/2021. (IV.3.) Kormányrendelet 3. § b) pontja rögzíti. Ennek alapján a „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, és amelyekben a kezelés hatására a fekál coli és a fekál streptococcus szám iszap ml-ben mért mennyisége az eredeti érték tíz százaléka alá csökken.”

A fenti megfogalmazásból is kitűnik, hogy a települési szennyvíztisztítóknál keletkező kezelt iszapok nem csak hasznos anyagokat tartalmaznak, hanem a talajéletre, a felszíni és felszín alatti vizekre, és az emberi egészségre nézve is káros, akár megbetegedést okozó komponenseket (nehézfémek, patogén mikrobák, szermaradványok) is. A kezelésük során ezért nagyon fontos a megfelelő eljárások alkalmazása.

A mezőgazdaságban történő felhasználásra szánt iszapok csíráztatására a hőkezeléssel történő fertőtlenítés több formája is bevált módszer, amely történhet komposztálással vagy anaerob rothasztással. A komposztálás és a rothasztás során a kezelt iszapok szervesanyag tartalmának bomlási folyamatai hőt termelnek, melynek hatására a kórokozók egy része

elpusztul. A szennyvíziszapok deponálása során is megfigyelték, hogy a csíraszám a hatodik hónap végére jelentősen lecsökkent. Az ezt követő termőföldre történő bedolgozás után néhány hónap elmúltával a kórokozó mikroorganizmusok a talajban már nem mutathatók ki. (web 2) A csíráatlanítás kémiai módszerrel is történhet, melynek során a szennyvíziszaphoz oltott vagy égetett meszet adagolnak. A folyamat során a pH érték erősen lúgos (pH 12) tartomány fölé lép, a keverék hőmérséklete pedig 60°C körüli értékre emelkedik. Ennek köszönhetően a mikrobiológiai folyamatok leállása miatt a csíraszám lecsökken. Az így kezelt iszapok a mésztartalmuk miatt savanyú talajok esetében a mezőgazdaságban jól felhasználhatók (Sallai T. 2007).

Az iszapok tápanyagpótló anyagként történő felhasználásának lehetőségeit a nehézfém tartalma korlátozza be. Hazai vizsgálatok azt mutatják, hogy a szennyvíziszapokban Zn, Mn, Cr, Pb fordul elő első sorban. A jogszabályi előírások betartásával történő kihelyezés mellett azonban a fémek feldúsulására irányuló vizsgálatok nem mutatták ki ezeknek a fémeknek a felhalmozódását hosszú távon. (Csányi K. et Al. 2018)

Az iszapok nehézfém tartalmának eltávolítására, csökkentésére ma már több lehetséges fizikai (hőkezelés, elektroremediáció), kémiai (savanyítás, ionos reagensek alkalmazása, kelátképzés) és biológiai (bio-felületaktív anyagok alkalmazása, biológiai kioldás, vermikomposztálás) eljárás létezik, melyek közül a kutatások, a kémiai és fizikai eljárások költséges volta és a másodlagos szennyezések esetleges kialakulása miatt, várhatóan a biológiai eljárások irányába fognak elmozdulni. (Nagy-Mezsei Cs. et Al. 2022)

2. A szennyvíziszapok hasznosítása

Az előző fejezetben láthattuk, hogy a szennyvíziszapok egyaránt rendelkeznek pozitív és negatív jellemzőkkel. Mivel nagy mennyiségben keletkeznek évről-évre, ezért a pozitív tulajdonságaikat kiaknázva a hasznosításuk megoldást jelenthet a hulladéklerakókban történő lerakással¹ ártalmatlanított mennyiség csökkentésére. Ma már több hasznosítási módot is alkalmaznak a gyakorlatban. A hasznosítási technológiák változatosak, illeszkedve ahhoz, hogy milyen célra szeretnénk felhasználni az iszapok előnyös paramétereit. Ennek megfelelően a hasznosítás irányulhat tápanyag pótlására vagy energiatermelésre.

¹ A dolgozatban a lerakás alatt a hulladéklerakókon történő elhelyezést, ártalmatlanítást értjük.

2.1. Mezőgazdaságban történő hasznosítás

A növénytermesztéshez szükséges tápanyagok biztosításának természetes anyagokkal történő megoldása a növénytermesztéssel közel egyidős. Régen a háztáji kertekben keletkező biológiailag lebomló növényi hulladékokat felhalmozták és a következő év elején, a természetes úton komposztálódott anyagot a kertek megművelésekor bedolgozták a talajba. A nagyobb területen történő gazdálkodás esetében állati eredetű szerves trágyák kijuttatása volt jellemző, amely az állattartás csökkenő tendenciája miatt később már nem tudta fedezni a szükséges tápanyagmennyiséget.

Már az ókorban felismerték, hogy nem csak az állati eredetű, hanem az embertől származó fekália is eredményesen hasznosítható a mezőgazdaságban. Mi több, egy idő után akkora értéket képviselt, hogy a tehetősebb gazdák versenyeztek a vásárlási jogért és még licitáltak is rá. A középkorban még szintén jellemző volt az árnyékszékek tartalmáért való versengés. Az 1500-as években Hollandiában komoly kereskedelme volt a fekáliának. Olaszországban, Franciaországban és Németországban az emberi eredetű „trágya” felhasználása a 19. században még széles körben elterjedt volt. (Kádár I. 2013.)

Az emberiség történelme során tehát már a kezdetektől jelen volt az állati trágya mellett az emberi fekália mezőgazdasági hasznosítása is. A mai technológiákkal kezelt szennyvíziszap szervesanyag és tápanyag tartalma mindenképpen indokolja, hogy mezőgazdasági felhasználásra ismételten számításba vegyünk. A kezelt szennyvíziszapok kihelyezésre való alkalmassá tételére több megoldás és kezelési eljárás is használatos.

Víztelenítés:

A kezelt szennyvíziszapok víztartalmának csökkentésével az iszapokat olyan állapotba hozzuk, amellyel már közvetlenül a talajba injektálhatók, vagy kiszórhatók, illetve további kezelést (rothasztás, komposztálás) követően termőföldre kijuttatható állapotba kerülnek. A víztelenítési technológiai folyamat még a szennyvíztisztító telepeken lejátszódik, a primer és a főlösiszapok összegyűjtését követően.

A víztartalom csökkentése történhet iszapsűrítéssel, amely 5-7 %-os szárazanyag tartalomra sűrítik a kezelt iszapokat. Erre akkor van szükség, ha a sűrítést követően az iszapok biogáz előállítására céljából a rothasztási technológiába kerülnek tovább. Amennyiben a

mezőgazdaságban injektálással kívánják az iszapot a talajba juttatni, szerves flokkulálószeres elővíztelenítést alkalmaznak, melynek során az iszapok 7-8 %-os szárazanyag tartalomra sűrűsödnek. Az iszapok víztelenítése a továbbiakban az iszapprésházakban történik, ahol az iszapok szárazanyag tartalmát szalagprésekkel, centrifugákkal, dekanterekkel növelik 20-35%-ig. Az így kapott iszapokat deponálják és azt követően kihelyezik a termőföldekre vagy komposztálják. (Kárpáti Á. 2014)

Komposztálás:

A komposztálás során a kezelt szennyvíziszapok szervesanyag tartalmát bontják le speciális mikororganizmus csoportok és egyszerűbb talajban előforduló lebontó szervezetek révén. A folyamat során a szervesanyag tartalom úgy alakul át, hogy a mineralizáció mellett a növények számára szükséges tápanyagok tárolására és leadására képes humusz keletkezik. A szennyvíziszapok magas nedvességtartalma miatt az önálló komposztálás nem működőképes, ezért más, biológiailag lebomló anyagot (szalma, fűrészpor, faapríték) kevernek hozzá kondicionálás céljából. Az így előkészített keverék már rendelkezik az optimális paraméterekkel a komposztáláshoz.

Ahhoz, hogy a komposztálás megfelelőképpen menjen végbe az alábbi feltételek együttes fennállása szükséges:

- Megfelelő kémiai összetétel: A legfontosabb kritérium a megfelelő szervesanyag tartalom. Az optimális C: N arány 25-35:1.
- A nyersanyagok hasonló mértékben legyenek komposztálhatóak.
- A nyersanyagok szerkezeti stabilitása fontos tényező. Lényeges, hogy a komposztálandó anyagalmaz elemei megfelelőképpen porózusak legyenek. Így biztosítható a kellő oxigén-jelenlét a folyamat során. Az optimális porozitás: 30 tf%.
- Nedvességtartalom: A megfelelő nedvességtartalom 40-60 t%, ennél szárazabb és nedvesebb közegben sem indulnak meg a komposztálódási folyamatok.
- Előkezelés, kondicionálás
- Idegen anyagok eltávolítása

A komposztálásra több, nyitott és zárt, egyszerű és összetett technológia ismeretes. A legelterjedtebb a nyitott rendszerű prizmakomposztálás.

A technológia több szakaszból áll

1. Előkészítés: A nagyobb nyersanyagok aprítása, az idegen anyagok kiválogatása. A szennyvíziszapnak víztelenítettnek kell lennie. A keverés során be kell állítani az optimális tápanyag, nedvesség és eloszlási paramétereket.
2. Komposztálás: A komposztálótéren a bekevert anyaghalmból prizmát képeznek, melyet vagy rendszeres forgatással, áthalmozással (1. kép), vagy pedig beépített levegőztető rendszer segítségével látnak el a lebomláshoz szükséges oxigénnel. A kiszáradás ellen alkalmazhatnak locsolást, vagy geotextíliával történő lefedést.
3. Konfekcionálás: a komposztálási folyamat végén rostálással el kell távolítani a még nem, vagy nem megfelelőképpen komposztálódott részeket. A kész komposztot zsákolják a könnyebb szállítás és tárolás érdekében. (Kárpáti Á. 2014.)



1.kép: Szennyvíziszap komposzt forgatása gépi erővel (Debrecen, 2013) saját felvétel

A kész szennyvíziszap komposzt minősítésen kell, hogy átessen ahhoz, hogy kikerülhessen a hulladékkörből, így válik termékkomposzttá. Ha nem vonható ki a hulladék státuszból, akkor is kihelyezhető a termőföldre, de a komposztálatlan iszapra vonatkozó kritériumok betartása mellett. A komposztok, mivel magas a szárazanyag tartalmuk, az istállótrágyához hasonló módon, trágyaszóró segítségével juttathatók ki egyenletesen a termőföldre. A terítést követően pedig be kell forgatni a talajba.

Injektálás:

A technológiának speciális a gépigénye és csak magas víztartalmú, maximálisan 10 %-os szárazanyag tartalommal rendelkező iszapok használhatók fel hozzá. Az eljárás során traktorral összeköthető, tartálykocsira szerelt injektorokat vagy önjáró, önfeltöltő berendezéseket alkalmaznak, melyek feltöltést követően a táblán végighaladva, a talajban az injektáló késekkel kialakított barázdákba egyenletesen juttatják ki a híg iszapot (2. kép). Az injektálás a veteménytől függően lehet sekély (20-25 cm) vagy közép mély (40-50 cm). Vannak olyan injektálók, amelyek a művelet során a barázda takarását is elvégzik.



2.kép: Szennyvíziszap injektáló berendezés²

Víztelenített iszap kihelyezése termőföldre:

A kihelyezhető iszapok szárazanyag tartalma 10-40 %. Az iszapot a halmazállapotának megfelelően tartálykocsiból vagy trágyaszóró segítségével a területen egyenletesen szétterítik, majd beszántják a talajba.

Az iszapok kijuttatását és bedolgozását a fenti elhelyezési módok alkalmazásakor minden esetben a jogszabályban előírtak szerint kell végezni.

² Forrás: <https://www.agrarunio.hu/hirek/5177-higtragya-kijuttatas-kapasnovenyek-ala>

2.2. Energetikai célú hasznosítás

Égetés, együttégetés:

A szennyvíziszapok stabilizálást követően akár 60-65 %-os szárazanyag tartalommal is rendelkezhetnek. Ezek az iszapok már alkalmassá tehetők arra, hogy termikus eljárásokban hőenergiát nyerjenek ki belőlük. Míg a víztelenített szennyvíziszapoknak 1000-2000 KJ/kg a fűtőértéke, addig a stabilizált iszapoké elérheti a 7000-12000 KJ/kg-ot. Itt szeretném megjegyezni, hogy a barnaszén fűtőértéke 8000 és 11000 KJ/kg érték közötti. (Sallai T. 2007) Ebből is látszik, hogy a stabilizált iszapok megfelelőek az energiatermelési célú felhasználásra.

Az iszapokat jellemzően más hulladékokkal és/vagy fűtőanyagokkal együtt égetik el. Ehhez az előválogatott hulladékot aprítják, majd összekeverik a szennyvíziszappal. A keveréket az elérni kívánt égési hatásoknak megfelelően minősítik, és csak azt követően továbbítják az égetőkazánokba – szükség esetén szénporral együtt. Az égéshő segítségével előállított gőz turbinákra való vezetésével elektromos áram állítható elő.

Léteznek monoégetők is, amelyekben a szennyvíziszapot önállóan, adalékok nélkül égetik el. Ezek korábban forgó égetőkemencék voltak, ma viszont már jellemzően fliudizált ágyas megoldást alkalmaznak. Ebben az esetben a kellő hatásfok eléréséhez előmelegítés szükséges.

A termikus eljárások során a szennyvíziszap térfogata jelentősen lecsökken és a benne található kórokozók is elpusztulnak. A keletkező füstgázok szűrésével és az égés során visszamaradó por és salak már tovább nem hasznosítható, ezért hulladéklerakóba kerül.

Biogáz előállítása szennyvíziszapból

A víztelenített szennyvíziszapok magas szervesanyag tartalmuk miatt a megfelelő technológiában lebontva energiatermelésre felhasználható biogáz előállítására is alkalmasak. A biogáz előállítás oxigén jelenléte nélküli anaerob rothasztás, melynek során a szennyvíziszap szervesanyag tartalma fermentálódik és 60-65%-ban metánt, 30-35%-ban szén-dioxidot és minimális mennyiségben kénhidrogént tartalmazó gázelegy keletkezik.

A rothasztási technológia lehet hideg (15°C alatti hőmérsékleten), vagy fűtött (mezofil: 32-38°C, vagy termofil: 55-58°C). Az eljárás során a szervesanyagok lebomlásának időtartama

(tartózkodási idő) 15-25 nap. Minél magasabb a hőmérséklet, annál gyorsabban megy végbe a fermentáció. (web 11)

A technológia során a kezelt iszapokat 5-6% szárazanyag tartalmúra elősűrítik, majd úgy adják fel a rothasztó tornyokba (3. kép). A tornyokat a kívánt hőmérsékletre felfűtik, a benne lévő anyagot pedig folyamatos keveréssel mozgásban tartják.



3.kép: Rothasztó tornyok (Debrecen 2013), saját felvétel

A fermentáció során a képződő biogáz a fermentorok tetején lévő gázdómokban összegyűlik, majd onnan elvezetve víztelenítésre, és a gázmosóban tisztításra kerül (H_2S eltávolítása). A tisztított biogázt nyomás alatt álló gázgyűjtő tartályba vezetik, ahol a felhasználásig tárolják. A biogázzal gázmotorok segítségével elektromos áramot tudnak termelni, a hulladék hőt pedig a fermentorok vagy a telephely fűtésére is fel tudják használni.

A technológiából kikerülő rothasztott iszapok a bemenő iszapokhoz képest kb. 45%-kal kevesebb szervesanyagot tartalmaznak, a szárazanyag tartalmuk pedig a további szárítást követően a 35-40 %-os értéket is eléri. Ezek az iszapok a mezőgazdaságban nagyobb biztonsággal felhasználhatók, mivel a bomlási folyamat hőtermelése miatt a rothasztott közegben a csíraszám jelentős mértékben lecsökken. A rothasztott iszapok kihelyezése az istállótrágyák kihelyezéséhez hasonlóan, trágyaszóró berendezésekkel történhet, melyet minden esetben a talajba történő beforgatás kell, hogy kövessen.

3. A szennyvíziszap mezőgazdaságban történő felhasználása az Európai Unióban

Az Európai Unió Tanácsa a szennyvíziszapok mezőgazdasági hasznosításával kapcsolatosan létrehozta a szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása során a környezet és különösen a talaj védelméről szóló 86/278/EGK irányelvet. Az irányelv célja hogy feltételeket támasszon és kritériumrendszert állítson fel a kommunális szennyvíztisztításból származó iszapok termőföldön történő hasznosítására vonatkozóan. A kritériumok alkalmazásával az iszapok felhasználhatók lehetnek tápanyagpótlásra, a környezet és az emberi egészség veszélyeztetése nélkül, a növények tápanyagigénye biztosíthatóvá válik anélkül, hogy a talajok valamint a felszíni- és felszín alatti vizek károsodást szenvednének.

Az irányelv hét olyan nehézfém (kadmium, réz, nikkel, ólom, cink, higany és króm) nevez meg, amely az élőlények számára potenciálisan mérgező lehet. A felsorolt fémekre vonatkozóan konkrét határértékeket is rögzít a kihelyezendő iszap és az iszapot fogadó talajok nehézfém tartalma, illetve a talajokra kijuttatható nehézfém dózisok tekintetében. Külön mellékletben tér ki a talajok, az iszapok vizsgálatára, illetve a vizsgálati módszertanra vonatkozóan.

A direktíva főbb pontjai:

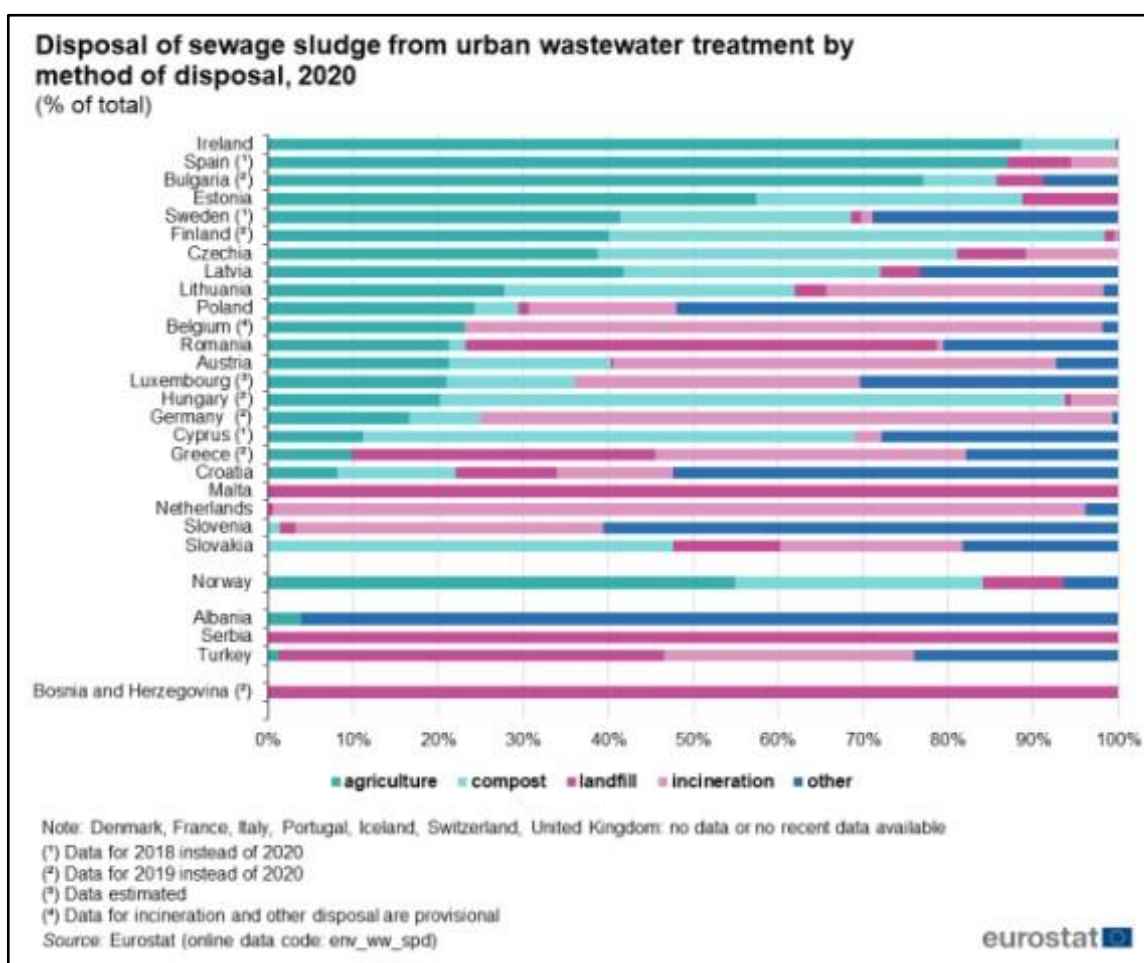
- A mezőgazdaságban történő felhasználást megelőzően az iszapot kezelni kell.
- Bizonyos körülmények között az iszap egyáltalán nem használható a mezőgazdaságban.
- A nemzeti hatóságok feladata annak biztosítása, hogy a mezőgazdasági termelők az iszap használata során ne lépjék túl a jogszabályi úton meghatározott határértékeket.
- Mintát kell venni a kihelyezésre szánt iszapból, a talajból, ahová kihelyezni szeretnék és a mintákat ki kell elemezni.
- Naprakész nyilvántartást kell vezetni az iszap kihelyezésének körülményeiről (felhasznált mennyiség, összetétel, tulajdonság, kezelési mód).

A direktíva módosításai a nyilvántartással, adatszolgáltatással és a nyilvánosság tájékoztatásával kapcsolatos részekkel egészítették ki az alap dokumentumot. A direktíva 1986 június 18. napjától hatályos, a tagországoknak pedig 1989 június 18. napjáig kellett biztosítani a nemzeti jogba történő adaptációt.

A statisztikai adatok szerint az Európai Unió területén az elmúlt évek során a szennyvíztisztítási technológiába csatlakoztatott háztartások aránya egyre nagyobb lett. Tizenhat EU-tagállamban ez az arány meghaladta a 80 %-ot. (pl. Dánia, Németország, Luxemburg, Hollandia, Ausztria és Svédország). Csak Máltán és Horvátországban minden második háztartás csatlakozott legalább másodlagos települési szennyvíztisztító telepre, és ugyanez igaz Izlandra, Albániára, Szerbiára, illetve Bosznia - Hercegovinára. 2002 és 2020 között több országnak sikerült drasztikusan növelnie a szennyvízkezelés lefedettségét, például Cipruson (18,3%-ról 82,7%-ra) és Portugáliában (27,0%-ról 84,6%-ra). (web18)

A szennyvíztisztítás területi lefedettségének növekedésével a keletkező iszapok mennyisége is megnövekedett. A tagországok, mivel a területeiken keletkező szennyvíziszapok egymástól eltérő tulajdonságokkal (tápanyag tartalom, szennyezőanyagok, nehézfém tartalom, víztartalom) rendelkeznek, eltérő módszereket kerestek és alkalmaztak a kezelésükre, amelynek megoszlása az 1. számú ábrán látható.

1.sz. ábra: A települési szennyvíztisztításból származó szennyvíziszap elhelyezése kezelési módok szerint, az összes keletkezett mennyiség %-ában kifejezve (2020)



Az ábráról leolvasható, hogy 2020-ig az EU tagországaiban alapvetően négyféle kezelési módot alkalmaztak. A kezelt szennyvíziszapok összes mennyiségének több mint 80 %-át a mezőgazdaságban használták fel Spanyolországban (87 %) és Írországra (89 %). Az iszapban lévő tápanyagok felhasználásának másik módja a komposztálás, melynek aránya több mint 50% volt Finnországban, Magyarországon és Cipruson. A szennyvíziszapok ártalmatlanítására az égetés és a hulladéklerakás volt a jellemző megoldás. Mivel a hulladéklerakással kapcsolatban egyre több a környezetvédelmi aggály, ezért vannak, akik inkább az égetést választják, mint Hollandia (96 %), Belgium (75 %) vagy Németország (74 %). (web 18)

4. A szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználásának lehetőségei hazánkban

4.1. Jogszabályi környezet:

Magyarországon a szennyvíztisztításból származó kezelt iszapok kizárólag a talajvédelmi hatóságok engedélyével helyezhetők ki termőföldre, melynek szükségességét a termőföld védelméről szóló 2007. évi CXXIX. törvény 49. § (1) bekezdés a) pontja állapítja meg. Az engedély megszerzéséhez a (4) bekezdés írja elő a talajvédelmi terv készítésének kötelező voltát, melynek tartalmi követelményeit a talajvédelmi terv készítésének részletes szabályairól szóló 90/2008 (VII. 18.) FVM rendelet 1. és 2. mellékletei tartalmazzák. A talajvédelmi terv elkészítéséhez szakértői jogosultság szükséges, melyet az engedélyezési eljárás során igazolni kell. Az engedélyezési eljáráshoz szükséges dokumentumok és feltételek az 50/2001. (IV. 3.) Kormányrendeletben kerültek felsorolásra. A rendelet tartalmazza a talajok és a szennyvíziszapok szennyezőanyag tartalmának vizsgálatára vonatkozó paraméterek listáját szabvány megjelölésével, a mérgező elemek és káros anyagok megengedett határértékeit az érintett talajokra és a mezőgazdasági hasznosításra szánt iszapokra vonatkozóan és a szennyvíziszapokkal kijuttatható mérgező elemek és káros anyagok maximális mennyiségét is. A talajok és az iszapok vizsgálatához a mintákat az arra vonatkozó szabványnak megfelelően kell venni, a vizsgálatokat pedig csak akkreditált³ laboratóriumban lehet elvégezni. Az eljárás során kiadott engedély maximálisan öt évre jogosítja fel a birtokosát az adott termőterület szennyvíziszappal való kezelésére.

³ Az akkreditálás annak hivatalos elismerése, hogy egy szervezet, természetes személy alkalmas bizonyos megfelelőség-értékelési tevékenységek (vizsgálat, kalibrálás, mintavétel, tanúsítás, ellenőrzés stb.) elvégzésére. Nemzeti Akkreditáló Hatóság (NAH)

A kezelt iszapok azonban nem helyezhetők ki bármely mezőgazdasági területre. Az 50/2001. (IV. 3.) Kormányrendelet a kihelyezést szabályozó kritériumrendszert is tartalmazza, melyben lehetőségeket és tiltásokat fogalmaz meg.

A kihelyezés körülményeire vonatkozó előírások:

- Tisztítatlan szennyvíz, nyersiszap, valamint a kezeletlen települési folyékony hulladék vagy más kezeletlen iszap a mezőgazdaságban nem használható fel.
- Termőföldön szennyvíziszap nem tárolható. A felhasználásra kijelölt mezőgazdasági területre csak az azonnal felhasználható és bedolgozható szennyvíziszap mennyiség szállítható ki. A hatóság engedélyével azonban, az általa megszabott időtartamra, ha a munkavégzés ezt megkívánja, a megfelelő műszaki védelemmel kialakított gyűjtő tárolóban tárolható.
- A felhasználandó szennyvíziszap komposzt a felhasználásra engedélyezett mezőgazdasági tábla szélén legfeljebb 2 hónapig tárolható. A tárolás céljára minden évben más helyszínt kell kijelölni.
- A szennyvíziszapot a talaj felszíne alá kell juttatni, vagy felszíni kijuttatás esetén szikkadás után haladéktalanul be kell dolgozni. A szennyvíziszap komposztot felszínre történő kijuttatás után azonnal be kell dolgozni.

A területen termesztani kívánt növénykultúrák szempontjából megfogalmazott előírások:

- Szennyvíz, szennyvíziszap felhasználása tilos a zöldségnövények és a talajjal érintkező gyümölcsök termesztése esetében a termesztés évében, valamint az azt megelőző évben.
- Termő szőlő és bogyógyümölcs-, valamint intenzív, alacsony törzsű gyümölcsültetvényekben szennyvizet és szennyvíziszapot csak a vegetációs időn kívül lehet felhasználni. Hagyományos művelésű magas törzsű gyümölcsfák esetében a kijuttatás és a betakarítás között legalább hat hét várakozási idő szükséges.
- Szántóföldi növények termesztésére, valamint takarmánytermesztésre használt területen szennyvíziszap csak a betakarítás és a következő vetés közötti időszakban használható fel.

A kihelyezéssel érintett talajok és felszín alatti vizek szempontjából tett kikötések:

Nem helyezhető ki szennyvíziszap olyan talajokra, amely

- a 3. számú mellékletben közölt értékeket meghaladó koncentrációban tartalmaz mérgező (toxikus) elemeket és káros anyagokat,

- pH-értéke 5,5-nél alacsonyabb,
- szélsőséges mechanikai összetételű, azaz durva homok (a leiszapolható rész kisebb, mint 10 százalék) vagy nehéz agyag (a leiszapolható rész nagyobb, mint 80 százalék),
- termőrétegének vastagsága 60 centiméternél kevesebb,
- talajvizének évi átlagos szintje 150 cm-nél magasabb, és a talajvízszint legmagasabb átlaga (a mértékadóan magas talajvízállások 5 éves átlagára vonatkoztatva) nem éri el a 100 centimétert,
- talajvizének nitrát koncentrációja az 1. melléklet szerinti mintavétellel vett minta vizsgálata alapján meghaladja az 50 mg/l értéket,
- fagyott, hóval borított, vízzel telített.
- A szennyvíziszap komposzt az (1) bekezdés a), e) és g) pontjaiban meghatározott talajon nem használható fel.
- Ha a talaj pH-értéke 5,5-6,2 közötti, a szennyvíz és szennyvíziszap felhasználása csak mésztrágya egyidejű kijuttatásával lehetséges.
- A 6 %-nál nagyobb lejtésű területen szennyvíz, illetve folyékony szennyvíziszap felhasználása tilos. Víztelenített szennyvíziszapot (ha szárazanyag tartalma több mint 25 %) csak 12 százaléknál kisebb lejtésű területen lehet felhasználni.
- A szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználásának engedélyezési eljárása során a hatóság a felszíntől számított 5 méteren belüli talajvízszint esetén előírhatja talajvíz észlelő kút létesítését a talajvíz állapotának figyelemmel kísérése érdekében. Az észlelő kút a mezőgazdasági terület rendeltetésszerű használatát nem zavarhatja.

A kihelyezéssel érintett talajok és felszín alatti vizek szempontjából tett kikötések:

- Tilos a szennyvíz vagy szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása, ha azokban a mérgező (toxikus) elemek vagy károsanyagok koncentrációja meghaladja a 4. és 5. számú mellékletekben közölt határértékeket.
- A szennyvíziszap komposztban megengedhető mérgező (toxikus) elem, káros anyag határértékeket az 5. számú melléklet tartalmazza. Amennyiben a mérgező (toxikus) elem, valamint káros anyag koncentrációja meghaladja az 5. számú melléklet határértékeit, úgy a szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználására a szennyvíziszap felhasználására meghatározott előírások vonatkoznak.
- Tilos a szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználása, ha az nem felel meg az 5. számú melléklet szerinti talajhigiénés mikrobiológiai előírásoknak.

- Tilos a szennyvíz, szennyvíziszap felhasználása védett természeti területen, továbbá azon a földrésztelen, ahol ökológiai gazdálkodást folytatnak.
- Tilos a szennyvíziszap felhasználása a rét és legelő művelési ágban hasznosított mezőgazdasági területen.
- A felszíni vizek külön jogszabályban meghatározott parti sávjában és hullámterében, árvíz és belvíz, valamint a fakadó és szivárgó vizek által veszélyeztetett és vízjárta mezőgazdasági területeken szennyvíz és szennyvíziszap nem használható fel.
- Az ivóvízbázisok védőterületén a szennyvíz és szennyvíziszap elhelyezésének külön jogszabályban - a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízi létesítmények védelméről szóló 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendeletben - megállapított szabályait e rendeletben foglalt előírásokkal együttesen kell alkalmazni.
- Tilos a szennyvíz, szennyvíziszap felhasználása azokon a karsztos területeken, ahol a felszínen vagy 10 méteren belül a felszín alatt mészkő, dolomit, mész- és dolomitmárga képződmények találhatók.
- Szennyvizek, szennyvíziszapok és szennyvíziszap komposztok mezőgazdasági felhasználása esetén 300 méter védőtávolságot kell tartani a lakott területtől, lakóépülettől.

Az eddigi gyakorlat azt mutatja, hogy az engedélyeket és az azokhoz szükséges talajvédelmi terveket a szennyvíziszap birtokosa, az adott területen működő közüzemi szolgáltató szerzi be. A földterületek általában nem állnak a szolgáltatók tulajdonában, ezért a terület tulajdonosainak hozzájárulása is szükséges az engedély kiadásához.

Az iszapokat a közüzemi szolgáltatók vagy a helyszínrre, vagy sok esetben a felhasználási hely közelében létesített depóniákba szállítják. A végfelhasználók onnan az engedélyben megnevezett területükre, saját szállítóeszközzel juttatják el, illetve saját használatú berendezés segítségével dolgozzák a talajba a kezelt iszapokat.

4.2. Magyarország szennyvíziszap kezelési és hasznosítási stratégiája

Magyarország rendelkezik a szennyvíziszap kezelésére és hasznosítására vonatkozó stratégiával, melyet 2013-ban megújítottak. Az új stratégia 2014 – 2023. időtartamra vonatkozóan tartalmaz célkitűzéseket. A dokumentum kizárólag a kommunális szennyvíztisztító telepeken keletkező iszapok kezelésének kérdéskörével foglalkozik, annak a

készítés időpontjában jellemző keletkezési adataival és hasznosításának lehetőségeivel, illetve prognosztizálja a 2023. és távlatokban a 2027. évben várható mennyiségek és hasznosítási megoszlások értékeit.

A stratégia alapján a mezőgazdaságban történő iszaphasznosításra vonatkozó 2013-as adatok szerint országos viszonylatban a keletkezett összes iszap mennyiségének 38%-át, azaz 68 000 tonna iszap szárazanyagnak megfelelő iszapmennyiséget hasznosítottak mezőgazdasági célra. A felhasznált iszapok egy része termékkomposztként került hasznosításra. Szántóföldi kihelyezésre megközelítőleg 30 000 tonna szárazanyagnak megfelelő mennyiségű szennyvíziszap és szennyvíziszap komposzt került kihelyezésre, amelyből kb. 17 000 tonna hulladék státuszban volt.

A prognosztizált adatok arra mutatnak, hogy a stratégiában kitűzött, az EU-s célokkal harmonizáló célok mentén haladva – amennyiben a szabályozókban lefektetett kritériumrendszer nem szigorodik – 2023-ra a mezőgazdaságban hasznosított szennyvíziszapok mennyisége az összes keletkező iszapmennyiség várhatóan 38 %-a marad, vagy esetleg 34 %-ra csökkenhet. Azonban ez a technológiai fejlesztések rothasztás és komposztálás irányában tervezett elmozdítása miatt az iszap szárazanyagra tekintett mennyiség növekedését jelenti.

A stratégiában célként megfogalmazódott, hogy törekedni kell a szennyvíziszapok hulladékkörből történő kivonására, amelyhez a jogszabályi környezet változtatását is megoldásnak találták. Minderre azért is lehet szükség, mert a gazdák, annak ellenére, hogy a rendelkezésre álló, jogszabálynak megfelelő minőségű iszapokat átveszik mezőgazdasági hasznosítás céljára, mégis magától az anyagtól még idegenkednek.

4.3. Mezőgazdasági felhasználás a gyakorlatban

Magyarországon a termőföldben történő hasznosítás aránya az 50/2001. (IV. 3.) Kormányrendelet megjelenése óta növekedő tendenciát mutat. Már a 2002. évben jelentősen megemelkedett a kezelt szennyvíziszapot fogadó mezőgazdasági területek nagysága az előző évekhez képest, melyet az 1. számú táblázat is jól szemléltet.

1.számú táblázat: Szennyvíziszappal kezelt területek Magyarországon

Megye	1998	1999	2000	2002
	hektár			
Baranya	0	0	0	0
Bács-Kiskun	271	271	539	331
Békés	90	120	90	85
Borsod-Abaúj-Zemplén	930	1001	1093	957
Csongrád	0	0	0	0
Fejér	61	85	93	427
Győr-Moson-Sopron	75	75	94	531
Hajdú-Bihar	0	0	15	23
Heves	210	280	260	208
Jász-Nagykun-Szolnok	12	25	12	627
Komárom-Esztergom	178	190	45	215
Nógrád	0	0	0	0
Pest	0	2	38	188
Somogy	410	432	451	470
Szabolcs	50	7	152	0
Tolna	211	275	270	282
Vas	412	456	483	497
Veszprém	430	460	460	892
Zala	1035	1149	864	965
Összesen	4375	4828	4959	6698

Forrás: Horváth I. (2002) (web3)

A 2014-2023. évre vonatkozó szennyvíziszap kezelési- és hasznosítási stratégia előtti időszakban, ha évről – évre történő folyamatos emelkedési tendencia nem is volt jellemző, általánosságban a szennyvíziszap kihelyezésre engedélyezett területek nagyságának növekedése figyelhető meg. A 2. számú táblázat adatai jól mutatják, hogy 2010-ben a területek nagysága erős csökkenést mutat, azonban az elkövetkező két évben már újból emelkedő tendencia volt jellemző.

2.számú táblázat: Szennyvíziszappal való kezelésre engedélyezett területek Magyarországon

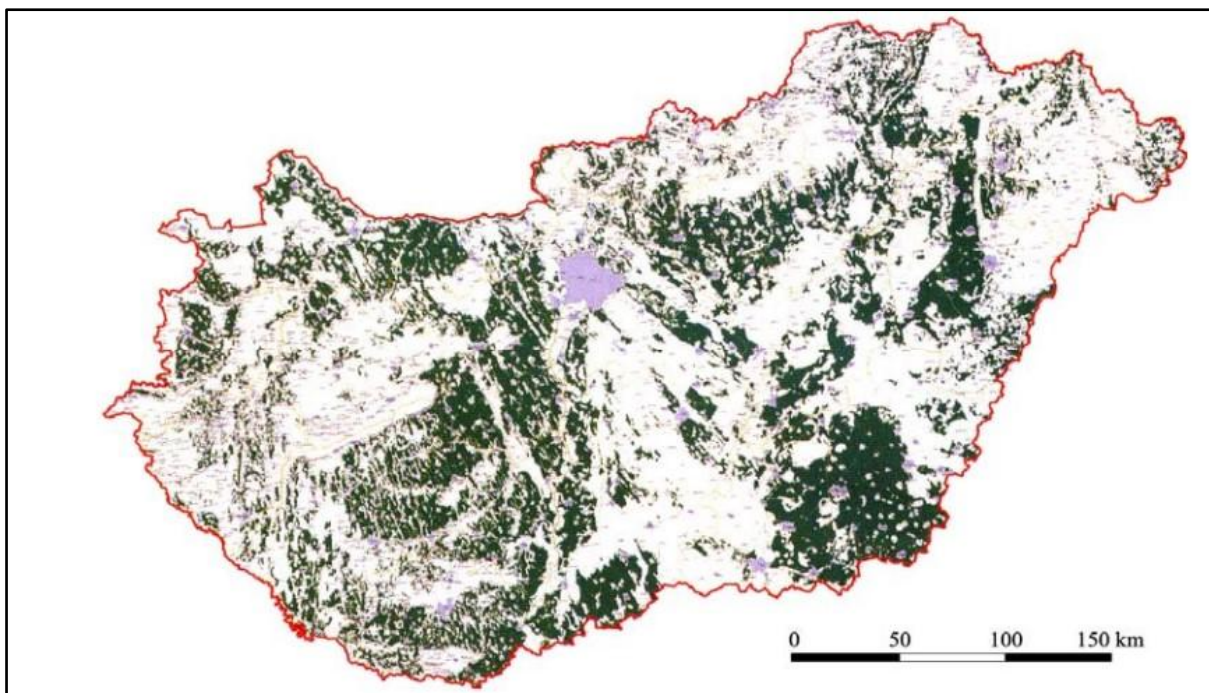
Megye	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	hektár						
Baranya	887	887	887	53	79	99	99
Bács-Kiskun	356	478	465	362	336	196	127
Békés	222	103	811	829	553	637	774
Borsod-Abaúj-Zemplén	170	223	309	365	126	138	234
Csongrád	192	0	9	9	0	-	0

Megye	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	hektár						
Fejér	664	591	681	391	572	580	580
Győr-Moson-Sopron	1 262	2 759	3 510	3 366	964	1 307	1 307
Hajdú-Bihar	682	1 276	1 548	1 360	669	2 133	1 731
Heves	23	226	226	226	84	86	170
Jász-Nagykun-Szolnok	700	466	350	364	174	198	267
Komárom-Esztergom	180	160	107	107	0	-	0
Nógrád	0	0	0	0	344	344	418
Pest	603	631	572	617	377	463	355
Somogy	1 897	1 224	1 055	1 026	291	408	1 072
Szabolcs-Szatmár Bereg	432	511	691	756	311	459	379
Tolna	804	424	810	555	277	277	262
Vas	1 989	2 294	2 195	2 865	1 104	2 187	2 791
Veszprém	605	433	447	220	468	468	468
Zala	2 109	1 812	1 331	2 249	982	949	949
Összesen	13 777	14 498	16 004	15 720	7 711	10 929	11 983

Forrás: (web9)

A NÉBIH oldalán (web 10) megtalálható 1. számú térképen sötétzöld színnel feltüntetve látható, hogy Magyarország területén belül hol helyezkednek el azok a mezőgazdasági területek, amelyek alkalmasak szennyvíziszap fogadására.

1.sz. térkép: Szennyvíziszap fogadására alkalmas területek Magyarországon



A kezelt iszapok mezőgazdasági felhasználása jelen van a mindennapokban. Az elmúlt évtizedek során, a termőföldön történő iszaphasznosításba bevont területek nagysága növekedő tendenciát mutatott. Ez arra utal, hogy a magyarországi gazdálkodók lehetőségként tekintenek a szennyvíziszapra és egyre nagyobb arányban használják fel a területeik tápanyagigényének kielégítésére.

A termőföldi kihelyezésre jó hazai példa a Hanságban található. Az érintett, összesen 185 hektár terület tulajdonosa egy agrármérnök házaspár, akik a gazdaságukban már több mint tíz éve használnak tápanyagpótlásra szennyvíziszapot. A tapasztalatik azt mutatják, hogy a műtrágyákhoz képest sokkal kisebb a költsége, viszont a tápanyagpótlásban közel ugyanazt az eredményt lehet elérni az iszapok bedolgozásával.

Foszfor és kálium, illetve mikroelemek pótlása szempontjából a kezelt szennyvíziszap képes kiváltani a műtrágyákat, azonban kálium pótlására fejtrágyát kell alkalmazniuk. Az iszapok az alapvető tápanyagok pótlása mellett a talaj fizikai tulajdonságait is javítják és élénkítik a talajéletet. Az idők folyamán folyamatosan vizsgálták a talajok állapotát és megállapították, hogy az hátrányt nem szenvedett. Véleményük szerint az egyre növekvő műtrágya árak mellett érdemes megfontolni a szennyvíziszapok és komposztok használatát, hiszen a műtrágyákat nagyrészt, vagy jobb esetben teljes mértékben is kiválthatnák.

A gazdák lényegesnek tartották megemlíteni, hogy a jó szervezés és a megfelelő gépesítettség elengedhetetlen a szennyvíziszap megfelelő bedolgozásához. Ez ugyan nagyobb odafigyelést és logisztikát követel meg a gazdától, viszont ellentételezi az a tény, hogy a közüzemi szolgáltató ingyen a rendelkezésükre bocsátja és a helyszínre a megfelelő kialakítású járművel ki is szállítja a megfelelő időben a szükséges iszapmennyiséget. (web 8)

5. A műtrágyahasználat jelentősége Magyarországon

Európában a műtrágya felhasználás az 1900-as évek elejétől már jelen volt a mezőgazdaságban. A II. világháborút megelőzően már több Nyugat-európai országban (Hollandia, Olaszország, Németország) jelentős mennyiséget használtak fel a magasabb termésmennyiségek elérése érdekében.

Magyarországon az első műtrágya gyárak (Hungária Vegyiművek Rt., Klotild Rt.) az 1800-as évek végén alakultak. A műtrágyahasználat ekkoriban kizárólag a szuperfoszfát kijuttatását jelentette. A század végén az egy hektárra kiszórt műtrágya mennyisége 4-5 kg körül volt; ez a mennyiség 1913-ra elérte a 21 kg-ot hektáronként. Az első világháború ideje alatt a műtrágya felhasználás mértéke jelentősen visszaesett.

A két világháború közti időszakban még mindig a foszforműtrágyák használata volt jellemző. Az első nitrogén műtrágya gyár Magyarországon, Péten létesült Magyar Ammóniagyár néven. A második világháború idejére újból visszaesett a foszfát és már a nitrogén műtrágyák kijuttatott mennyisége is, első sorban a hadiipar nitrogén- és foszforigénye miatt.(web 12)

A világháborút követően az ötvenes években lendült fel a műtrágyagyártás és így a felhasználás mértéke is nöhetett. Az akkori adatok alapján azonban a hazai volumen Nyugat-Európához képest csak a töredéke mennyiséget jelentette. Amíg ott az átlagos műtrágya felhasználás 100-300 kg volt hektáronként, addig a felhasznált műtrágya mennyisége itthon nem haladta meg a 15 kg-ot holdanként⁴.

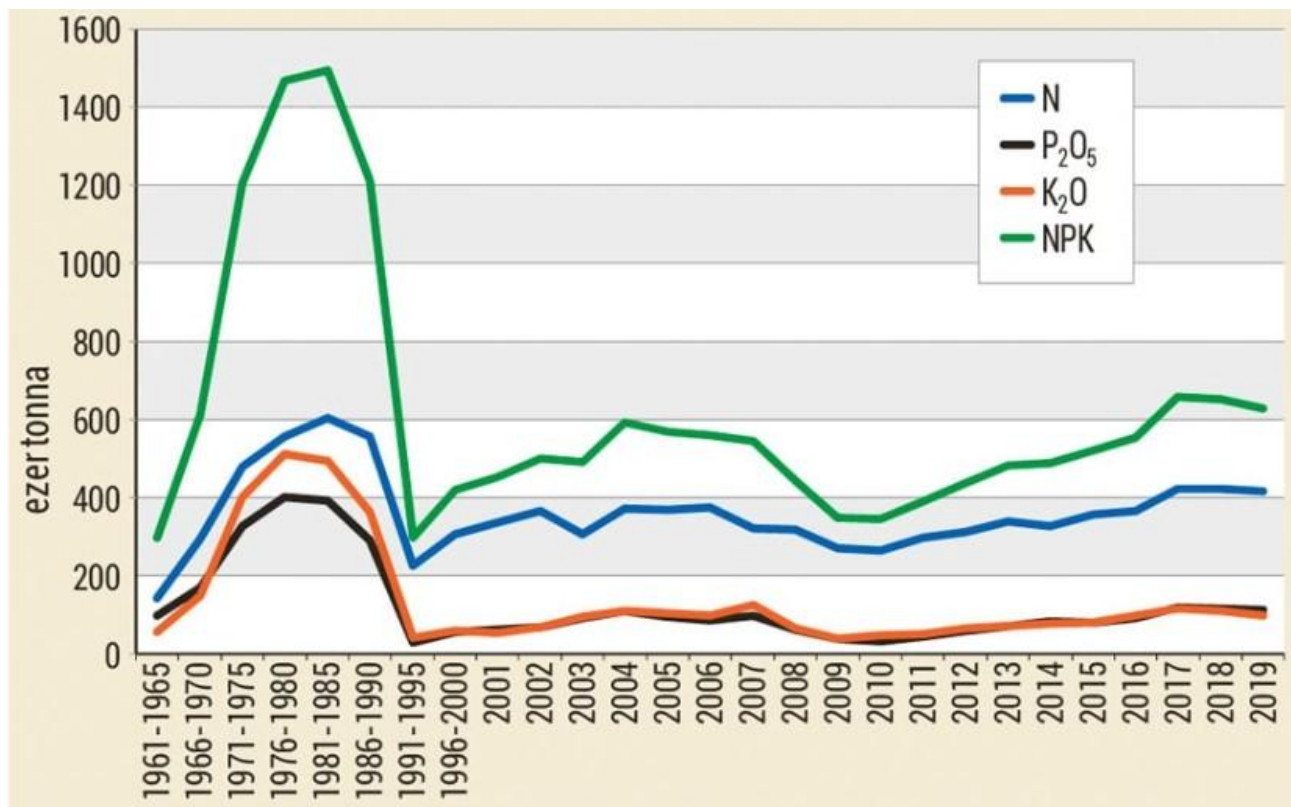
A műtrágya használata ezt követően Magyarországon is egyre nagyobb teret nyert. Sorra létesültek a műtrágyát előállító gyárak (Borsodi Vegyi Kombitnát, Tiszamenti Vegyiművek, Tiszai Vegyi Kombinát), mellyel a fokozódó termésmennyiség-növelési igényeknek eleget tudtak tenni. Ennek köszönhetően a búza és a kukorica termésátlaga a háború utáni években jellemző 2 t/ha-ról negyven év alatt közel a háromszorosára nőtt.

Magyarországban a '70-es évektől jelent meg az intenzív mezőgazdaság gyakorlata. Ezzel a korszerűbb műszaki felszereltség, gépek és berendezések, új fajták és fokozottabb NPK műtrágyahasználat egyre nagyobb teret hódított. Akkoriban átlagosan 1 492 000 tonna műtrágyát, azaz 278 kg NPK hatóanyagot használtak fel hektáronként tápanyagpótlásra. A műtrágya felhasználás a '80-as évek első felében már elérte a Nyugat-európai felhasználás mértékét. A '80-as évek végétől újabb visszaesés volt tapasztalható, melynek eredményeként a rendszerváltás utáni években egy hektár területre már csak 50 kg hatóanyag kijuttatása volt jellemző átlagosan. (web 13)

⁴ 1 hold = 0,57546 hektár

Az 1.sz. ábrán jól látható a '70-es '80-as évek idejére jellemző mennyiségi „csúcs” és a '90-es évekbeli jelentős visszaesés.

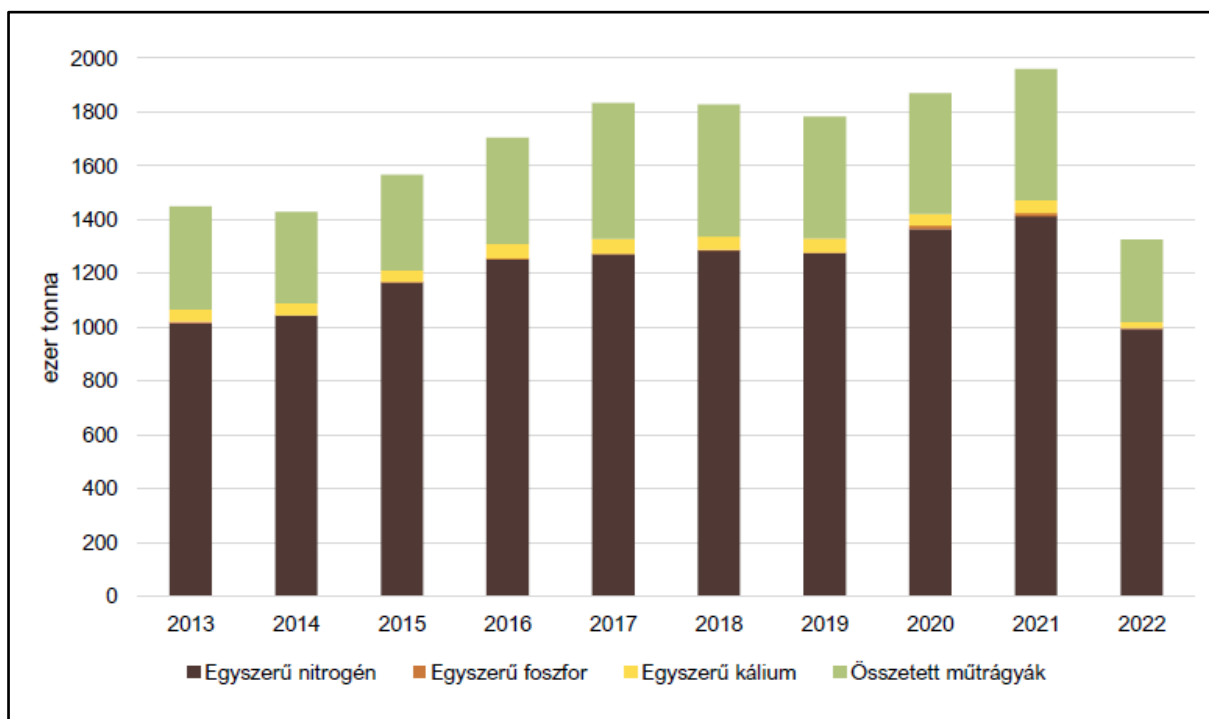
1.sz. ábra: Magyarország műtrágya felhasználási adatai (1961-2019)



(Forrás: web15)

2020-ban a gazdáknak értékesített műtrágya összes mennyisége 1,85 millió tonna volt. Ez a mennyiség a 2021-es évben 1,9 millió tonnára emelkedett. 2022-ben az eladott összes műtrágya mennyiség 1,3 millió tonnára esett vissza. (Csoltai V. 2023.) Az összes mennyiségből az egyes műtrágyafélék megoszlását a 2.sz. ábra mutatja be.

2.sz. ábra: A mezőgazdasági termelők részére értékesített műtrágyák mennyisége (2012-2022)

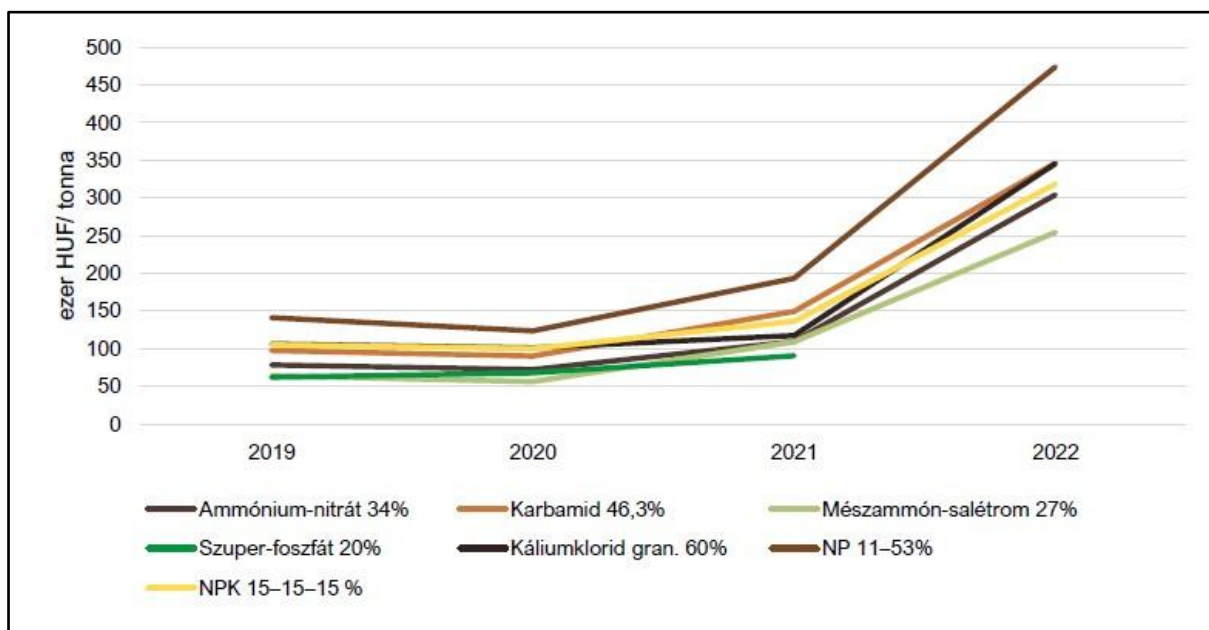


(Forrás: AKI 2023.)

Magyarországon ma a Nitrogénművek Zrt. a legjelentősebb műtrágya gyártó cég. A gyár kapacitása közel 1 millió tonna, mellyel a hazai műtrágya piac igényeinek 50-60%-át tudja kielégíteni. A műtrágyagyártás erősen energiaigényes technológia. Az elmúlt két év során tapasztalt többszörös gázár növekedés természetesen kihatással van a műtrágyaárakra. Magyarország a műtrágya igényeket a saját előállítású műtrágyákkal nem tudja fedezni. 2005-ben az import műtrágya mennyisége közel 900 000 tonna volt, 2006-tól pedig meghaladta az egymillió tonnát.

A legnagyobb beszállítók Ausztria, Oroszország (kálium tartalmú műtrágyák), Németország és Szlovákia (jellemzően Nitrogén műtrágyák). (web 15) A távolság szintén az árak emelkedéséhez vezet, hiszen a nagy távolságról történő beszállítás magasabb energia és logisztikai költségekkel jár. Az elmúlt évek során történt árváltozásokat a 3.sz. ábra szemlélteti.

3.sz. ábra: Az egyes műtrágyák árainak alakulása (2019-2022)



(Forrás: AKI 2023.)

A 3.sz. ábrából jól kivehető, hogy az elmúlt négy év során a műtrágyák árai – a szuperfoszfát kivételével – jelentősen megemelkedtek. Az áremelkedés mértéke 2021. évről 2022. évre drasztikus, a legtöbb műtrágya esetében kétszeres, egyes esetekben közel háromszoros volt. A 10 legnagyobb műtrágya-forgalmazó vállalat értékesítette 2022-ben közvetlenül a mezőgazdasági termelők felé a teljes műtrágyamennyiség 82 %-át. (Csoltai V. 2023.)

A költségek mellett a műtrágyák talajokra gyakorolt hatása is szót érdemel. A szakszerűtlen, nem kielégítő vagy esetleg túlzó műtrágyahasználat hosszú távon kedvezőtlen hatással van a talajok állapotára. A nagy mennyiségű műtrágya kijuttatása a talaj kalcium tartalmának kilúgozásához vezet, így hosszabb távon a talaj elsavanyodását okozhatja.

A műtrágyák a hatóanyagot szervesetlen kötésekben tartalmazzák. Szervesanyag hiányában a kolloidális fázis a talajban csökken, melynek hatására a műtrágyákkal kijuttatott foszfor- és kálium hatóanyagoknak a növények által fel nem használt része kimosódik, a kijuttatás helyétől elvándorol és a felszíni- felszín alatti vizekbe kerülve szennyezést okozhat.

A túl nagy mennyiségben kijuttatott nitrogén hatóanyag fel nem használt része könnyen a légkörbe kerülhet kipárolgás, vagy denitrifikáció útján. Mivel a talajkolloidhoz nem kötődik, ezért a kimosódása a felszíni vizekbe kerülve eutrofizációhoz, a felszín alatti vizekbe kerülve

az ivóvízbázisok elszennyeződéséhez vezethet. Az egyoldalú vagy túl nagy dózisban történő műtrágyázás a talaj mikroelem tartalmára is kedvezőtlenül hat. A műtrágya használata a gyomnövények fejlődésére is intenzív hatást gyakorol, ezért a használata mellett fokozott növényvédelem is szükséges.

Láthatjuk tehát, hogy a műtrágyahasználat bár rövidtávon kimondottan előnyösnek hat a növénytermesztésben, a hosszú távú használata a talajokban negatív változásokat idéz elő. A nagy energia és szénhidrogén alapanyag igénye pedig a jelenlegi gáz- és kőolaj árak mellett költségessé teszi a használatát. A jövőre nézve mindenképpen indokolt az egyéb szerves anyagok talajjavító, tápanyagpótló tulajdonságait szem előtt tartani és a műtrágyák legalább egy részének kiváltására felhasználni.

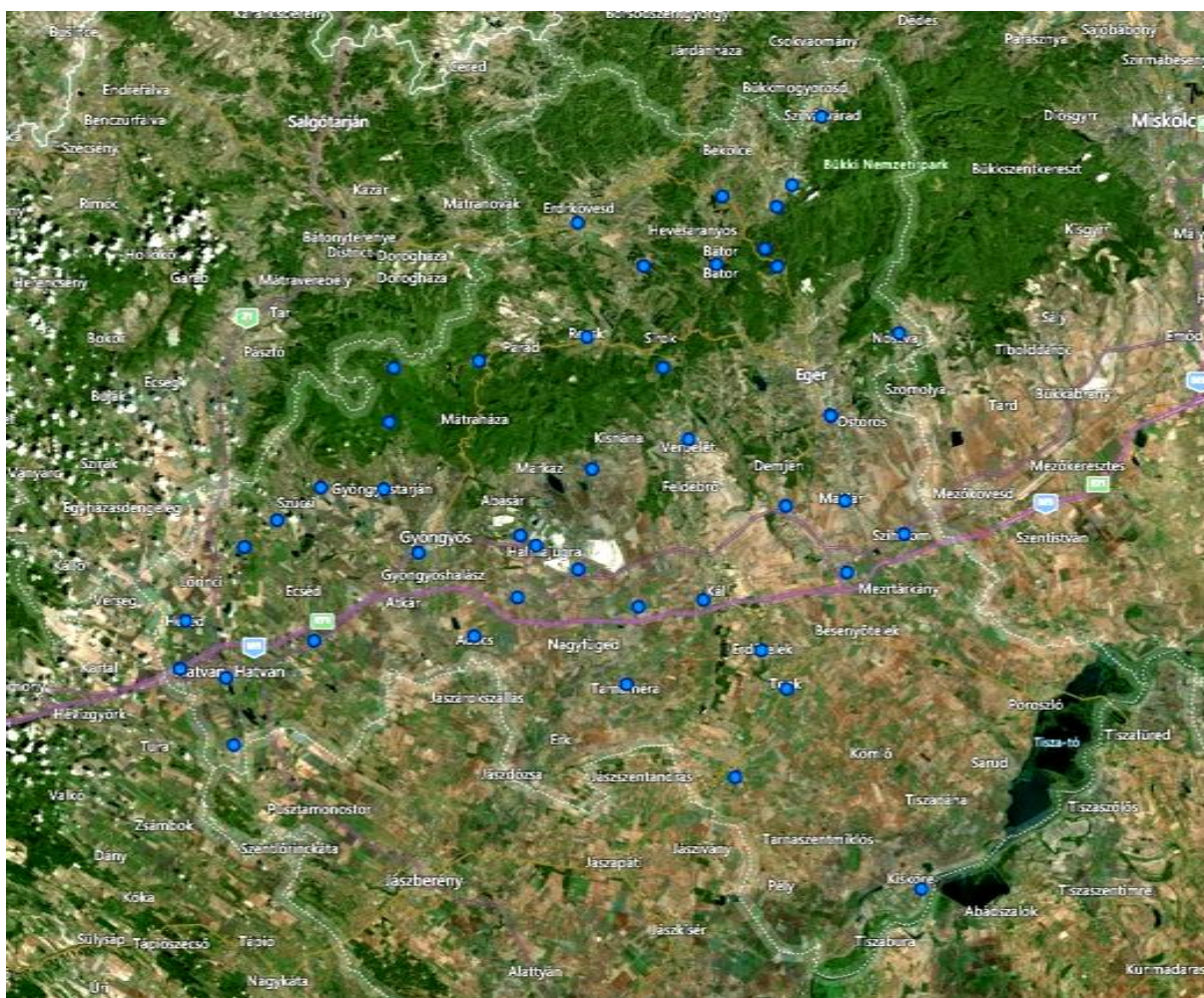
III. Szennyvíziszap hasznosítása Heves vármegyében

1. Szennyvíziszapok keletkezése és kezelése

A vizsgálataimhoz szükséges adatok beszerzését már 2022. őszén elkezdtem. Ahhoz, hogy helytálló megállapításokat lehessen tenni, legalább egy teljes évre vonatkozó adatok szükségesek, ezért a dolgozatom a teljes 2021. év adataira támaszkodik elsősorban.

Heves vármegye területén három szolgáltató üzemelteti az összesen 43 db kommunális szennyvíztisztító telepet. Ebből az Észak Magyarországi Regionális Vízművek Zrt. (ÉRV Zrt.) működési területéhez 11, a Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt. (TRV Zrt.) működési területéhez 1, a Heves Megyei Vízmű Zrt. üzemeltetésébe pedig 31 telep tartozik. A megye területén található szennyvíztisztító telepek elhelyezkedését az alábbi, 1.sz. térkép mutatja be. A térkép a szolgáltatóktól kapott adatok és a honlapjaikról származó információk alapján készült.

1.sz. térkép: Heves vármegye kommunális szennyvíztisztító telepei

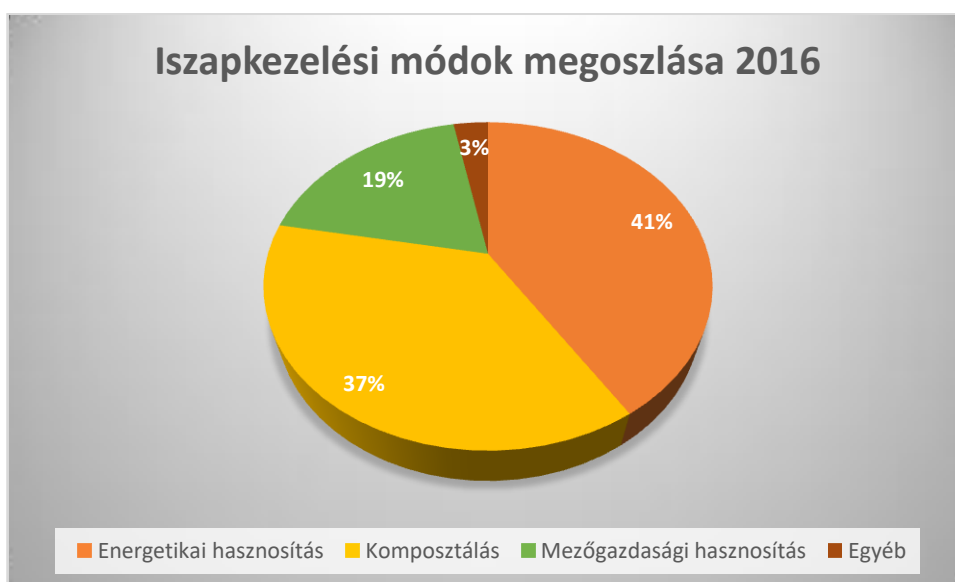


Saját készítésű térképi ábrázolás. A kék pontok jelölik a szennyvíztisztító telepeket.

A szennyvíz tisztító telepeken 2021-ben összesen 19 665 tonna kezelt szennyvíziszap keletkezett, melyből a Heves Megyei Vízmű Zrt. telepei 16 885 tonna, az ÉRV Zrt. telepei 2 740 tonna, a TRV Zrt. által üzemeltetett telepek 40 tonna mennyiséget állítottak elő (1.sz. melléklet).

A szennyvíziszapok a telephelyeken a szennyvíztisztítás egyik hulladékaként keletkeznek, ezért a hulladékstátusz miatt a megfelelő kezelésükről gondoskodni kell. A gyakorlat azt mutatja, hogy az elmúlt években, a megyében elsősorban energetikai célú hasznosítás (jellemzően égetés) történt, amely mellett a komposztálás, a mezőgazdasági célú hasznosítás és a lerakás is megoldást jelentett a kezelésre. A következő 4. sz. ábrán látható az egyes kezelési módok közti megoszlás.

4.sz. ábra: Szennyvíziszap kezelési módok megoszlása Heves vármegyében (2016.)



Saját készítésű diagram Heves megye Környezetvédelmi programja (2018-2022) adatai alapján

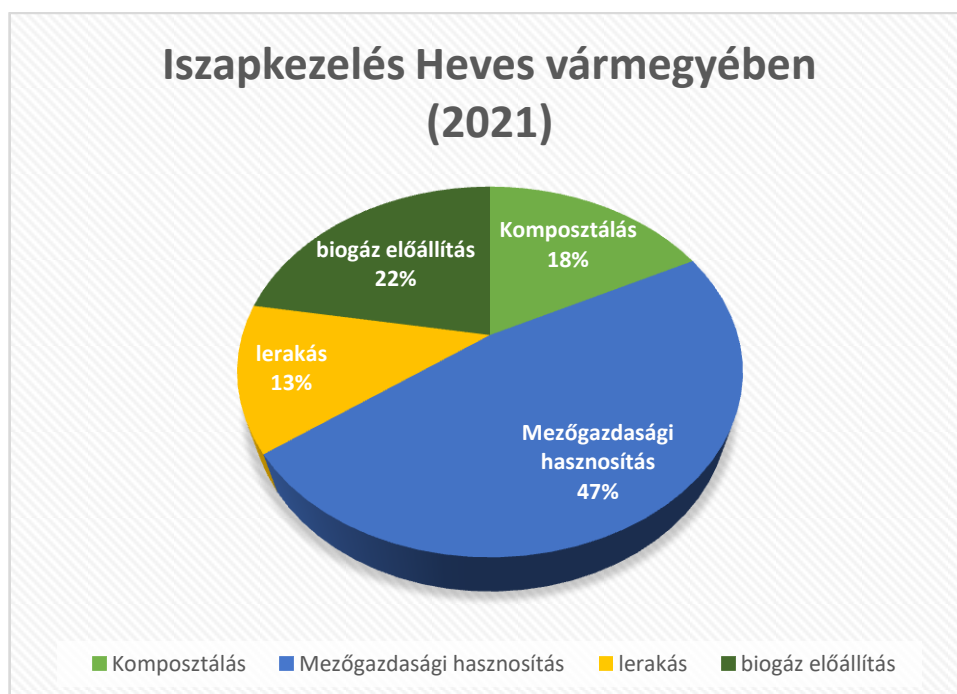
2021-ben ez a megoszlás megváltozott. Az ÉRV Zrt. szennyvíztisztító telepein keletkezett iszapok kezelésére jellemzően (78%) a hulladéklerakókon történő elhelyezést alkalmazzák, kisebb mértékben (22%) komposztáló telepekre szállítják. A TRV Zrt. üzemeltetése alatt Heves vármegye területéről csak a Kiskörei szennyvíztisztító telep áll. Az ott keletkező kezelt kommunális szennyvíziszapok kezelése kizárólag lerakással történő ártalmatlanítással valósul meg.

A Heves Megyei Vízmű Zrt. telepeiről származó iszapok esetében a legnagyobb mértékben a mezőgazdasági célú hasznosításra történő átadás a jellemző. A préselt, víztelenített iszapokon kívül a Gyöngyösi szennyvíztelepen működő rothasztási technológiából kikerülő iszapok is

mezőgazdasági felhasználásra kerülnek. A többi kezelt iszap komposztáló telepeken kerül hasznosításra.

A rendelkezésre álló adatok alapján tehát megállapíthatjuk, hogy a 2021-es évben a keletkezett iszapok 18 %-a komposztálásra, 47 %-a mezőgazdasági területeken történő hasznosításra, 22 %-a biogáz előállításra, 13 % pedig hulladéklerakókba került. Meg kell jegyeznünk, hogy a biogáz előállítási technológiából kimenő rothasztott iszapmennyiség is a mezőgazdaságban lett hasznosítva. A szennyvíziszap kezelési módok 2021-es évre vonatkozó megoszlását az 5. sz. ábra mutatja be.

5.sz. ábra: Szennyvíziszap kezelési módok megoszlása Heves vármegyében (2021.)



Saját készítésű diagram Heves vármegye szennyvíz közmű szolgáltatóitól kapott adatok alapján

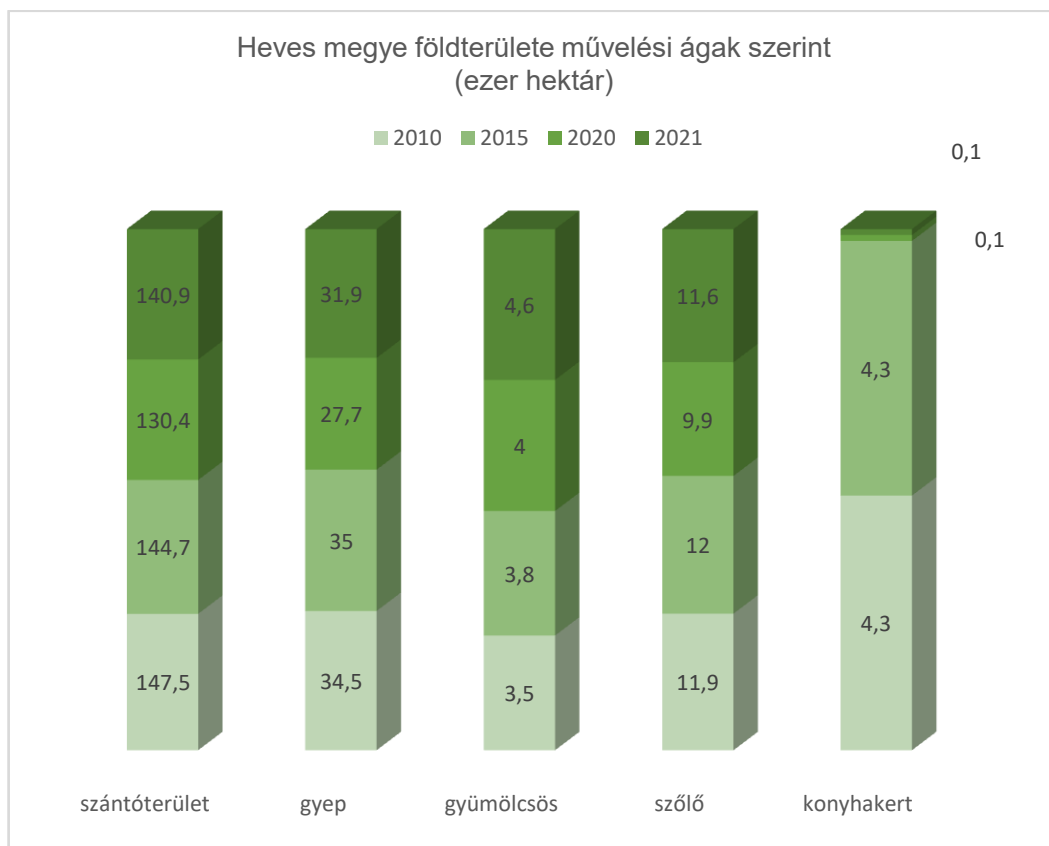
Az iszapkezelésre vonatkozó 2016. és 2021. éves megoszlási adatokat összehasonlítva látható, hogy a tendencia mennyit változott. Bár a lerakással ártalmatlanított kezelt iszapok aránya nőtt 2016-hoz képest, az elégetés teljes mellőzése miatt viszont a mezőgazdaságban való felhasználás aránya jelentősen megnövekedett.

A Heves Megyei Vízmű Zrt. részéről rendelkezésre bocsátott iszapvizsgálati jegyzőkönyvek alapján a 2021-ben kihelyezésre szánt iszapok a szerves anyag és tápanyag tartalmuk szerint megfelelnek a termőföldön történő hasznosításra. A TRV Zrt. által rendelkezésre bocsátott iszapvizsgálati jegyzőkönyvek is ezt támasztják alá (2.sz. melléklet), bár a Kiskörei

telephelyről kezelt iszapot nem használnak fel mezőgazdasági termésnövelő célokra. A kapott jegyzőkönyvekből szintén megállapítható, hogy egyetlen vizsgált iszap nehézfém tartalma sem érte el vagy haladta meg az 50/2001. (IV. 3.) Kormányrendelet 5. számú mellékletében szereplő határértékeket (3.sz. melléklet). Heves vármegyében az elmúl években a vizsgált kezelt szennyvíziszapok jellemzői a termőföldön történő hasznosításra alkalmassá tették az iszapokat, ezért általánosságban elmondható, hogy a megye területén keletkező iszapok nagy eséllyel felhasználhatók tápanyagpótlásra.

Magyarországon 2021-ben mezőgazdasági tevékenységet 5 490 000 ha területen folytattak a gazdák. Ebből Heves vármegyében 189 100 ha terület állt mezőgazdasági művelés alatt. A mezőgazdasági területek szántó, gyeplő, gyümölcsös, szőlő és konyhakert művelési ágba tartoznak. A 2010 és 2021 között eltelt időszakban az egyes művelési ágak között a területi megoszlás aránya a szántó, gyeplő, szőlő, gyümölcsös esetében kis mértékben változott, a konyhakert művelési ágba tartozó területek aránya viszont drasztikus csökkenést mutat. Ez a tendencia jól kivehető az alábbi, 6. számú ábráról.

6.sz.ábra: Az egyes művelési ágak megoszlása Heves vármegye összes mezőgazdasági területeinek vonatkozásában a 2010-2015-2020 és 2021. években



Forrás: Tájékoztató Heves megye mezőgazdasági helyzetéről, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (2022.06.08.)

Az adatok szerint az összes kiterjedés szempontjából a legnagyobb területet 2021-ben a szántók fedték le (140 900 ha), majd ezt követi a gyep (31 900 ha), a szőlő (11 600 ha) és a gyümölcsös (4 600 ha), az utolsó helyen a konyhakert (100 ha) besorolású területek állnak.

A kapott kihelyezési adatok alapján a Heves Megyei Vízmű Zrt. már kizárólag komposztálásra, illetve szántóföldön történő hasznosításra ad át kezelt iszapot Heves vármegyében. A működési területén belül Heves, Nógrád és Borsod-Abaúj –Zemplén vármegyékben egyaránt történik termőföldre kihelyezés.

2021-es évben a három szolgáltató közül csak Heves Megyei Vízmű Zrt. működési területéről származott olyan kezelt iszap, amelyet mezőgazdasági tevékenység során használtak fel terménynövelő anyagként. A kihelyezésre felhasznált iszapok összes mennyisége 9 166 tonna volt, melyet összesen 795 hektár szántóföldön hasznosítottak. Ebből következően az átlagosan kihelyezett szennyvíziszap mennyiség 11,5 t/ha volt. Az iszapot fogadó szántóföldek összes területéből Heves vármegyében 135 hektár, Borsod-Abaúj-Zemplén Vármegyében 42 hektár, Nógrád Vármegyében 618 hektár terület fekszik.

A fenti adatok segítségével kiszámítható, hogy a Heves vármegye területén belüli, szennyvíziszappal kezelt terület a megye összes szántó területeinek csak a 0,1 %-a. Az átlagosan kihelyezett iszapmennyiséggel számolva megkapjuk, hogy a 2021-ben összesen keletkezett 19 665 tonna kezelt iszap megközelítőleg 1 700 ha területre kihelyezhető lenne. Ez a terület Heves vármegye összes szántó területének mindössze csak 1,2 %-a. Mindezekből levonhatjuk a következtetést, hogy a megyében évente keletkező szennyvíziszap mennyiség elhelyezésére bőven áll rendelkezésre mezőgazdasági terület.

2. Összehasonlító elemzés konkrét példa alapján

2.1. Vizsgálati módszerek, adatgyűjtés

A diplomamunkám elején kitűzött cél elérése érdekében olyan adatokra volt szükségem, amelyekből ki lehet számítani és össze lehet hasonlítani a kezelt szennyvíziszappal való tápanyagpótlás gazdára háruló költségét a kizárólag műtrágyával történő tápanyagpótlás költségével.

A szennyvíziszapok mennyiségével, azok minőségével és tápanyagtartalmával kapcsolatos adatokat az Észak Magyarországi Regionális Vízmű Zrt., a Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt. és a Heves Megyei Vízmű Zrt. bocsátotta rendelkezésemre. A Heves Megyei Vízmű Zrt-től kapott talajvédelmi tervek, éves jelentések és vizsgálati jegyzőkönyvek alapján tudtam megállapítani, hogy a konkrét példaként kiválasztott mezőgazdasági terület milyen adottságokkal rendelkezik. A szántóföldre kihelyezni tervezett szennyvíziszapokra vonatkozó terhelésszámítások megerősítették, hogy azok kihelyezése a jogszabályi előírásoknak megfelelően lehetséges, illetve a kihelyezhető maximális mennyiséget is megszabta. Mivel a terület nitrátérzékeny, ezért a nitrogén kijuttatásnál figyelembe kellett venni a nitrát rendeletben a terület adottságainak megfelelően megállapított maximális kihelyezhető mennyiséget.

A számítások alapján világossá vált, hogy a szennyvíziszap nem fedezi teljes mértékben a kiválasztott kukorica vetemény tápanyag igényeit, ezért azokat pótolni szükséges. Kiválasztva a megfelelő tápanyagpótló anyagokat kiszámítottam a tápanyagigényt fedező trágya szükséges mennyiségét. A bekerülési költséget ezek alapján számítottam ki.

A következő lépés a kizárólag műtrágyával való tápanyagpótlás költségének kiszámítása volt. A korábban már meghatározott tápanyagigény adatokra támaszkodva a megfelelő műtrágya (alap-és kiegészítő trágyák) kiválasztását követően számítottam ki a szükséges műtrágya mennyiséget. A műtrágya-felhasználás költségének kiszámításához a 2023. április 15. napi aktuális árakat vettem figyelembe.

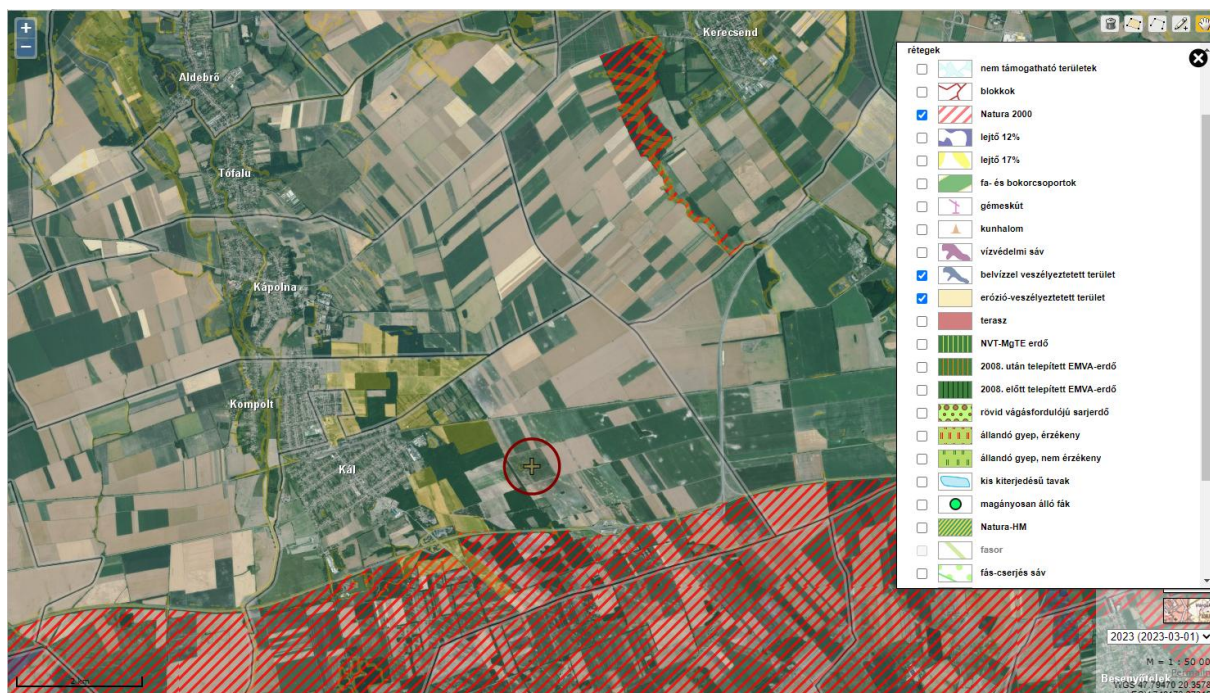
A költségek összehasonlítását követően annak vizsgálatára tértem ki, hogy a Heves Vármegyében szántóként nyilvántartott összes terület képes-e befogadni a megye közigazgatási területén belül keletkező összes iszapmennyiséget.

A kapott eredmények alapján vontam le a következtetéseket és tettem javaslatot a kezelt szennyvíziszapok nagyobb arányú hasznosításának szorgalmazására a mezőgazdaságban.

2.2. A vizsgált terület bemutatása

A kiválasztott mezőgazdasági terület Heves vármegye déli részén, Kál község külterületén, a Maklári szennyvíztisztító teleptől 25, a Káli teleptől 4, a Nagyúti szennyvíziszap depóniától

11 km-re helyezkedik el. Területe 28,4685 ha, a művelési ág szerinti besorolása szántó. Nem érint NATURA 2000 és Magas Természeti Értékű Területet, nem esik sérülékeny vízbázis területére, erózióval és belvízzel nem veszélyeztetett, viszont nitrátérzékeny. A terület adottságait bemutató 2. sz. térkép a Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer (MEPAR) adatbázisa alapján készült.



2.sz. térkép: A vizsgált terület jellemzői

A terület rendelkezik a HL-LAB Környezetvédelmi és Talajvizsgáló Laboratórium szakértője által készített talajvédelmi tervvel és a Heves Megyei Kormányhivatal Agrárügyi Főosztály Növény- és Talajvédelmi Osztály által kiadott, szennyvíziszap kihelyezésére vonatkozó engedéllyel. A talajvédelmi terv mellékletét képező talajvizsgálati jegyzőkönyvek alapján a termőterület talajtani besorolása mechanikai összetétel szerint: homok, homokos vályog; genetikai típus és altípus szerint: agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Vízgazdálkodási szempontból: nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok, illetve igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok kategóriájába sorolható.

A talajok minőségi jellemzői a 0-25 cm-es felső rétegből vett minták alapján lettek meghatározva, melyre vonatkozó adatokat a 3. sz. táblázat tartalmazza.

3. sz. táblázat: A tápanyagigény meghatározásához szükséges fontosabb minőségi paraméterek a teljes szántóterületről vett talajminták alapján

Vizsgált paraméterek	Talajvizsgálati eredmények*					
	1	2	3	4	5	6
pH	6,22	5,42	6,67	7,17	7,53	6,93
Arany-féle kötöttségi szám (K_A)	34	31	37	35	25	25
szénsavas mész	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	2,6	<0,1
humusz	1,1	2	1,8	1,8	1,1	1,2
kálium-oxid	165	164	131	132	110	141
foszfor-pentoxid	44	60	72	65	216	107
nitrogén	1	1	<1	2	<1	1

*A vizsgált három talajszelvény 0-25 cm-es rétegéből vett mintákból képzett átlagmintákban

A 3. sz. táblázatban szereplő adatok alapján megállapítható, hogy a vizsgált mezőgazdasági terület talaja nitrogénből gyenge, foszforból és káliumból közepes tápanyag-ellátottsággal bír. Az érintett terület a MÉM-NAK „Fehér Könyv” (1987) szerinti N, P, K műtrágyázási irányelvek alapján a II. szántóföldi termőhelyi kategóriába sorolható.

Az érintett területen négy féle szántóföldi növénykultúrát (őszi búza, őszi árpa, kukorica, napraforgó) termesztene. Ebből az összehasonlító elemzéshez a kukoricát választottam ki.

A talajmintavétel eredményei alapján a termesztetni kívánt kukorica egy hektárra vonatkoztatott tápanyagigénye 7 t/ha tervezett termésátlaggal számolva a következőképpen határozható meg:

Fajlagos tápanyagigény (kg/t):

nitrogén:	27
foszfor-pentoxid:	18
kálium-oxid:	26

A fajlagos tápanyagigényt a hektáronként elérni kívánt 7 t termésmennyiséggel megszorozva megkapjuk az egyes tápanyagokra vonatkozó tényleges tápanyagigényt egy hektárra vetítve.

Összes tápanyagigény (kg/ha):

nitrogén:	189
foszfor-pentoxid:	126
kálium-oxid:	182

A termeszteti tervezett kukorica így kapott tápanyagigényének kielégítésére alkalmazhatunk állati eredetű szerves trágyát, zöldtrágyát, műtrágyákat vagy szennyvíziszapot, illetve ezek kombinációját. A következőkben a szennyvíziszappal, illetve műtrágyával történő tápanyagpótlás kérdésével foglalkozunk.

2.3. Tápanyagok kijuttatása szennyvíziszappal

A választott területen három település (Kál, Nagyút, Maklár) szennyvíztisztító telepéről származó kezelt szennyvíziszapot terveztek kihelyezni. A szennyvíziszap kihelyezésének engedélyezéséhez szükséges a felhasználni kívánt iszapok összetételének vizsgálata és a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló, a 40/2008. (II. 26.) Kormányrendelettel módosított 50/2001. (IV. 3.) Kormányrendelet 5. számú mellékletében foglalt nehézfém szennyezettségi határértékeknek való megfelelés igazolása.

A talajminták vizsgálatának eredményei, az adott terület terhelhetősége, a termeszteti kívánt növénykultúra tápanyag igénye, az alkalmazni kívánt szennyvíziszap tápanyag-, és nehézfém tartalma alapján terhelésszámítást kell végezni, melynek eredményeként megkapjuk az adott területre kijuttatható iszap mennyiségét. A talajvédelmi szakértő a számításokat egy a MÉM-NAK adatai alapján működő programmal végezte, amely a fenti paraméterek mellett a maximálisan kijuttatható tápanyag mennyiségek meghatározásakor a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről szóló 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet 3. sz. mellékletében foglalt határértékeket is figyelembe veszi. A kihelyezést megelőzően az iszapokat nem keverték, ezért a számítások az egyes iszapokra külön-külön készültek.

A felhasznált kezelt iszapokra vonatkozóan 2020-ban készült vizsgálati jegyzőkönyvek alapján a szennyvíziszapokról általánosságban elmondható, hogy a kémhatásuk enyhén lúgos, a szárazanyag- és tápanyag tartalmuk pedig magas. Nehézfém tartalmukat tekintve egyetlen fémre nézve sem haladják meg a jogszabályban előírt határértéket. A kapott adatokat a 4. számú táblázat mutatja be, amely tartalmazza a jogszabályban megszabott határértékeket is.

4. sz. táblázat: A kihelyezésre bevizsgált szennyvíziszapok nehézfém tartalma

ssz.	megnevezés	határérték*(mg/kg sz.a.)	A szennyvíziszapok származási helye		
			Kál	Maklár	Nagyút
1.	Arzén (As)	75	<2	<2	<2
2.	Kadmium (Cd)	10	1,09	0,75	0,54
3.	Kobalt (Co)	50	2,95	2,5	3,31
4.	Króm (Cr)	1000	34,6	23	29,6
5.	Réz (Cu)	1000	226	217	216
6.	Higany (Hg)	10	<0,5	<0,5	<0,5
7.	Molibdén (Mo)	20	6,04	7,76	4,95
8.	Nikkel (Ni)	200	23,7	17,2	18
9.	Ólom (Pb)	750	16,1	11,9	14,8
10.	Szelén (Se)	100	<2	2,53	<2
11.	Cink (Zn)	2500	803	722	481

*az 50/2001. (IV. 3.) Kormányrendelet 5. számú melléklete szerint

A fenti táblázatban szereplő adatok alapján tehát a vizsgált szennyvíziszapok termőföldben történő hasznosításának nem volt akadálya.

A terhelés számítását mindhárom helyről származó szennyvíziszapra külön elvégezték. A számítások alapján a terhelhetőség mértékét az 5. számú táblázatban foglaltam össze.

5. sz. táblázat: A bemutatott 28 hektáros területre kihelyezhető maximális iszapmennyiség az egyes iszapokra vonatkozóan

Származási hely	kihelyezhető szárazanyag tartalom (t/ha)	természetes állapotában kihelyezhető mennyiség (t/ha)	a teljes területre kihelyezhető összes mennyiség (t)
Kál	2,75	20,37	579,78
Maklár	1,47	8,3	236,24
Nagyút	3,33	16,56	471,34

A kapott adatok alapján tehát a vizsgált 28,5 hektár területre a Káli iszapból maximálisan közel 580 tonna, a Maklárról származó iszapból 236 tonna, a Nagyúti iszap kihelyezése estén pedig 471 tonna mennyiség juttatható ki. Az iszapokkal kijuttatható összes tápanyag mennyiséget a megengedett maximális iszapterhelés mértékét szem előtt tartva állapította meg a talajvédelmi szakértő. Az eredményeket a 6. számú táblázatban foglaltam össze.

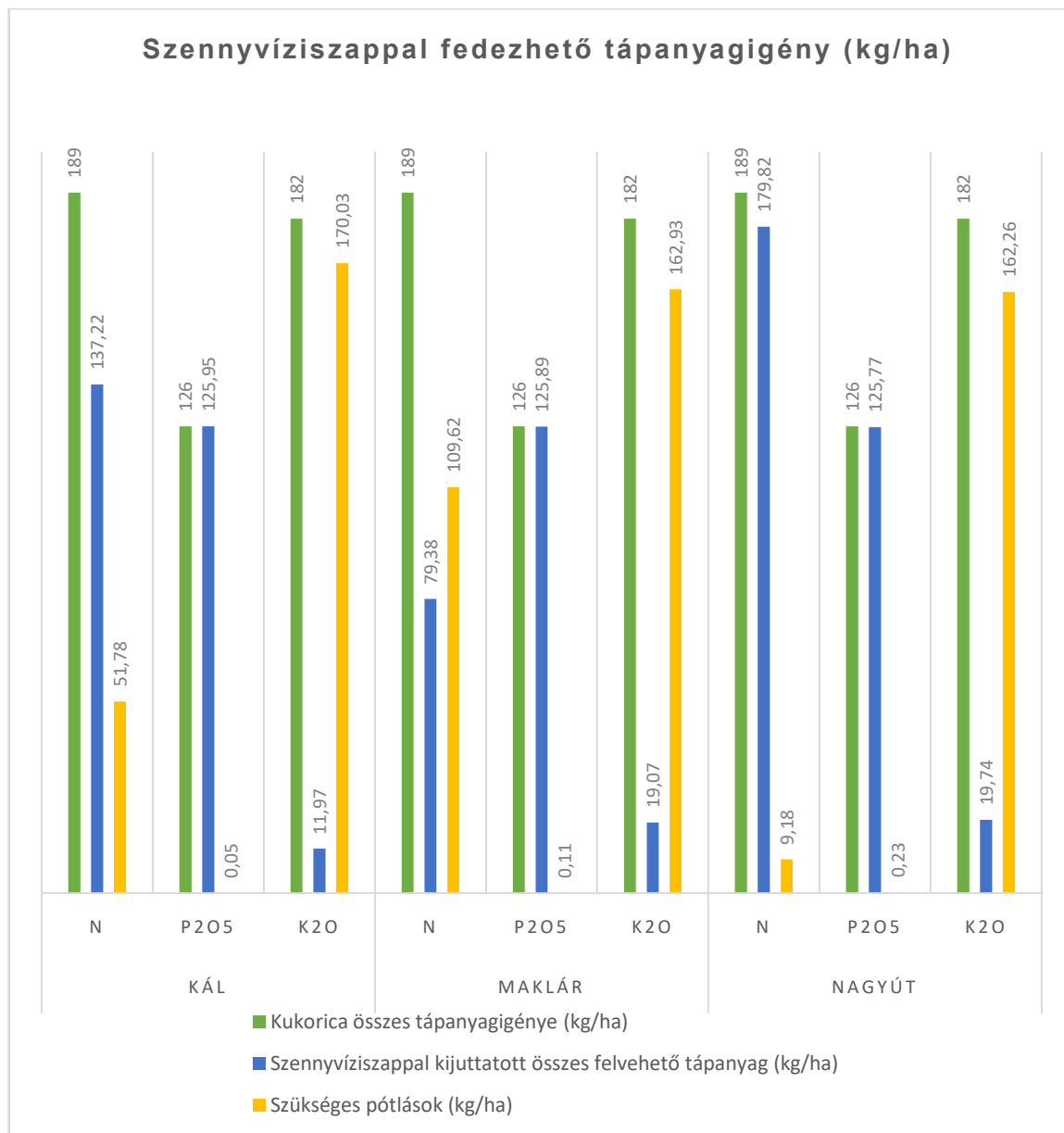
6. sz. táblázat: A tápanyagpótlás lehetséges maximális mennyiségének számítása a különböző iszapok esetében

Iszap származási helye	Kál			Maklár			Nagyút		
Tápanyagok	N	P₂O₅	K₂O	N	P₂O₅	K₂O	N	P₂O₅	K₂O
A kukorica fajlagos tápanyagigénye (kg/t)	27	18	26	27	18	26	27	18	26
A kívánt termésátlag (t/ha)	7	7	7	7	7	7	7	7	7
A termésátlagra vonatkoztatott fajlagos tápanyagigény (kg/ha)	189	126	182	189	126	182	189	126	182
Iszap tápanyagtartalma (kg/t sz.a.)*	49,9	45,8	4,35	54	85,64	12,98	54	37,77	5,93
A teljes területre maximálisan kiadható iszapmennyiség (t)	579,78			236,24			471,34		
Iszappal kijuttatott felvehető tápanyag mennyisége (kg/ha)	137,22	125,95	11,97	79,38	125,89	19,07	179,82	125,77	19,74
Szükséges tápanyagpótlás (kg/ha)	51,78	0,05	170,03	109,62	0,11	162,93	9,18	0,23	162,26

* A 2020-ban készült vizsgálati jegyzőkönyvek alapján

A 6. számú táblázat adatai alapján mindhárom település iszapja esetében megállapítható, hogy termésmenővelő anyagként történő hasznosításkor a felhasznált iszapok tápanyagtartalma nem fedezi teljes körűen a választott növénykultúra tápanyagigényét, amelyet a következő, 7. számú diagram jól szemléltet. A táblázatból az is jól kivehető, hogy az egyes iszapok eltérő mennyiségben képesek fedezni a fennálló tápanyagszükségletet. Az eltérés oka az egyes iszapok tápanyag- és nehézfém tartalmában keresendő. A nehézfém tartalom limitáló tényező a kihelyezhető iszapmennyiség meghatározásakor, ezért csak annyit lehet az iszaptól a területre juttatni, amennyit a terhelésszámítás alapján lehetséges. Így tehát a hiányzó tápanyagokat még pótolni kell.

7.sz.ábra: A három telepről származó szennyvíziszapokkal fedezhető tápanyagigény az elérni kívánt 7 tonna/ha termésátlag esetében



A 7.számú ábra adataiból látható, hogy a szennyvíziszapok kiegészítéseként még további tápanyag kijuttatásra van szükség a tervezett termésátlag eléréséhez szükséges tápanyagmennyiség biztosításához. A kezelt területre kijuttatandó kiegészítő tápanyagok egy hektárra vetített szükséges mennyiségét a 6. számú táblázat utolsó sora tartalmazza. Az eredmények alapján a növénykultúra mindhárom esetben elsősorban kálium, másodsorban nitrogén utánpótlásra szorul. A foszfor igényt az iszapok elenyésző mértékben nem tudják csak fedezni, ezért annak pótlására alacsony foszfáttartalmú műtrágya is elegendő. A tápanyagpótláshoz szükséges műtrágya mennyiségének meghatározásához úgy kell

kiválasztanunk a megfelelő műtrágyát, hogy az a szennyvíziszapos kezelést követően fennálló tápanyagigényt teljes mértékben fedezze.

Nitrogénpótlás Pétisóval

A hiányzó nitrogén pótlására 27%-os N tartalmú pétisót választottam ki. A termék a Nitrogénművek Zrt. Genezis termékcsaládjába tartozó, a kukoricanövény termesztéséhez kifejezetten ajánlott, 39 %-os hatóanyag tartalmú műtrágya. Az összetétele alapján 27 %-ban tartalmaz nitrogént ammónium-nitrát formájában, emellett 7 % kalcium-oxidot és 5 % magnézium-oxidot is, dolomitpor formájában. A pétisó nagy előnye, hogy egyszerre tartalmaz elhúzódo hatású és gyorsan oldódó nitrogénforrást is, így a növények számára egyenletesebb, könnyen felvehető nitrogén ellátást biztosít. A használatával megelőzhető a nitrogén kimosódása a talajból. A benne található többi komponens mellett, hogy hozzájárul a növények Ca és Mg igényének kielégítéséhez, segítséget nyújt a talaj savasodásának megelőzésében. (web 4)

A tápanyagpótláshoz szükséges pétisó egy hektárra eső fajlagos mennyiségének, abból pedig a teljes területre vonatkozó mennyiségének meghatározásához a 6. számú táblázat utolsó sorában szereplő szükséges tápanyagpótlási adatokat és a pétisó %-os N tartalmának mennyiségét használtam fel. A számításokat az alábbiak szerint végeztem el:

A Kálból származó szennyvíziszap esetében a pótolandó N fajlagos mennyisége: 51,78 kg/ha. A szükséges műtrágya fajlagos mennyisége ebben az esetben: $(51,78 \times 100)/27 = 191,78$ kg/ha, amely a teljes kezelt területre vonatkoztatva: $191,78 \text{ kg/ha} \times 28,5 \text{ ha} = 5\,459,6 \text{ kg}$, azaz 5,46 tonna pétisó.

A Maklári és a Nagyúti iszapok vonatkozásában a számításokat hasonlóképpen végeztem el. Ezek alapján a hiányzó N tápanyag mennyiségeket a 7. számú táblázatban szereplő adatok szerinti pétisó mennyiségekkel pótolhatjuk.

7. sz. táblázat: A teljes területre szükséges pétisó mennyiségek az egyes iszapok használata mellett

szennyvíziszap származási helye	Kál	Maklár	Nagyút
kiegészítő műtrágya megnevezése	pétisó (N)		
műtrágya tápanyag tartalma (%)	27	27	27
fajlagos műtrágya szükséglet (kg/ha)	191,77	406	34
a teljes területre vonatkozó összes műtrágya szükséglet (t)	5,46	11,56	0,97

A szükséges mennyiségekre vonatkozó költségeket a 7. számú táblázat adatai alapján számítottam ki. A költségszámításhoz a pétisót egy az interneten nagytételben műtrágyát is forgalmazó cég oldalán (web 5) választottam ki, melynek az ára a vizsgálat időpontjában 155 000,- HUF/t + Áfa volt.

Az egyes iszapok használata mellett a tápanyagpótláshoz szükséges pétisó költsége a teljes terület műtrágya igényének és a pétisó tonnára kifejezett árának szorzataként számítható ki. A Káli iszap felhasználása mellett kijuttatandó pétisó költsége a teljes kezelt területre ezek alapján: $5,46 \times 155\,000 = 846\,193,-$ HUF + Áfa. A Maklári szennyvíziszap esetén ez a költség $1\,791\,523,-$ HUF + Áfa, a Nagyúti iszap használata esetén pedig $150\,029,-$ HUF + Áfa.

Kálium- és foszforpótlás PK trágyával

A kálium- és foszforhiány pótlására a NaturKáli PK 5-28 trágyát választottam ki ugyanannál a kereskedőnél, mint a pétisót. A NaturKáli PK 5-28 trágya természetes alapú kevert trágya, az EcoPlant terméke. Összetételét tekintve klórmentes, legalább 28 %-ban tartalmaz káliumot karbonát és szulfát formájában. 5 %-os foszfor tápanyag tartalma mellett kén, magnéziumot és kalciumot is tartalmaz. A tápanyag tartalma fokozatosan táródik fel, ezért a hatása hosszan tartó. 1-3 mm-es granulált formájának köszönhetően a kijuttatásnál nem porzik. Őszi alaptrágyaként, tavaszi starterként és fejtrágyaként is jól alkalmazható. Magnézium és kalcium tartalmának köszönhetően lúgos kémhatású, ezért savanyú talajokon is jól használható. Klórra érzékeny kultúrák esetén is eredményesen alkalmazható, mert klórmentes. (web 6)

A kálium pótlásához az egy hektárra eső fajlagos trágya mennyiséget, és a teljes kezelt területre vonatkozó mennyiséget szintén a 6. számú táblázat utolsó sorában szereplő

szükséges kálium tápanyagra vonatkozó adatok és a NaturKáli %-os K-tartalmának felhasználásával számoltam ki.

A Káli szennyvíziszap felhasználása esetén a szükséges K pótlás fajlagos mennyisége: 170,03 kg/ha. Ebben az esetben a szükséges trágyamennyiség: $(170,03 \times 100)/28 = 607,25$ kg/ha, amely a teljes területre vonatkoztatva: $607,25 \text{ kg/ha} \times 28,5 \text{ ha} = 17\,287,5 \text{ kg} = 17,29$ tonna trágya.

A Maklári és a Nagyúti iszapok vonatkozásában a számításokat hasonlóképpen végeztem el. Ezek alapján a hiányzó K tápanyag mennyiségeket a 8. számú táblázatban szereplő adatok szerinti trágyamennyiségekkel pótolhatjuk.

8. sz. táblázat: A teljes területre szükséges NaturKáli mennyiségek az egyes iszapok használata mellett

szennyvíziszap származási helye	Kál	Maklár	Nagyút
kiegészítő trágya megnevezése	NaturKáli (K)		
trágya tápanyag tartalma (%)	28	28	28
fajlagos trágya szükséglet (kg/ha)	607,25	581,89	579,5
A teljes területre vonatkoztatott összes trágya szükséglet (t)	17,287	16,56	16,5

A 8. számú táblázat szerinti trágyamennyiségek költségének kiszámításához a kiválasztott kevert NaturKáli trágya ára a vizsgálat időpontjában 300 000 HUF/t + Áfa volt.

Az egyes iszapok használata mellett a tápanyagpótláshoz szükséges trágya költsége a teljes terület trágya igényének és a NaturKáli tonnára kifejezett árának szorzataként számítható ki. A Káli iszap felhasználása mellett kijuttatandó trágya költsége a teljes kezelt területre ezek alapján: $17,29 \times 300\,000 = 5\,186\,100,-$ HUF + Áfa. A Maklári szennyvíziszap esetén ez a költség $4\,968\,000,-$ HUF + Áfa, a Nagyúti iszap használata esetén pedig $4\,950\,000,-$ HUF + Áfa.

A NaturKáli kijuttatásával a kálium mellett nagy mennyiségű foszfor is kerül a talajba, amely a kukorica fejlődését pozitívan befolyásolja. A foszforigény kielégítésére vonatkozóan külön költség nem merül fel, mivel a trágya ára a két tápanyagra együttesen vonatkozik.

A kapott eredményeket összegezve a szennyvíziszapok kijuttatását követően még kijuttatni szükséges tápanyagpótló anyagok teljes költségét a 9. számú táblázat foglalja össze.

9. sz. táblázat: A szükséges tápanyagpótlás költsége az egyes iszapok használata mellett, az engedéllyel rendelkező teljes területre vonatkozóan

Szennyvíziszap származási helye	Kál	Maklár	Nagyút
Pétisó költsége (HUF)*	846 193	1 791 523	150 029
NaturKáli költsége (HUF)*	5 186 100	4 968 000	4 950 000
A tápanyagpótlás összes költsége (HUF)*	6 032 293	6 759 523	5 100 029

* Az árak az Áfa-t nem tartalmazzák

A táblázatban szereplő eredményekből látszik, hogy a pótolandó tápanyagok mennyisége és azok költsége függ a kihelyezésre került szennyvíziszap tápanyagtartalmától. A költség emellett nagyban függ a tápanyagpótló anyagok aktuális piaci árától is.

A számítások szerint tehát a tápanyagpótláshoz szükséges teljes műtrágyamennyiség a Káli szennyvíziszap hasznosítása esetén 6 032 293,- HUF + Áfa, a Maklári iszap felhasználásakor 6 759 523,- HUF + Áfa, a nagyúti szennyvíziszap esetén pedig 5 100 029,- HUF + Áfa kiadást jelent az adott (2021) gazdasági évben.

A vizsgált szennyvíziszap „előállításnak” költsége” nem hárul a gazdára, mivel az iszapok a kommunális szennyvíztisztítási technológiai folyamat egyik hulladékaként jelentkeznek. Az iszapok birtokosa Heves vármegye területén az Észak Magyarországi Regionális Vízművek Zrt., a Heves Megyei Vízmű Zrt., és a Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt., ezért a megfelelő hulladékkezelésre történő átadásról is nekik kell gondoskodniuk. Az ártalmatlanítási helyre történő elszállítás és a lerakás díja jelentős kiadás a társaságoknak, az ártalmatlanítással ráadásul a kezelt iszapokban található hasznos tápanyag is elveszik. Abban az esetben, ha mezőgazdasági hasznosítás céljára, akár ellentételezés nélkül is, átadják a kezelt szennyvíziszapot, a talajvédelmi terv elkészítéséhez kapcsolódó összes költség, a Növény- és Talajvédelmi hatóságnál a szennyvíziszap kihelyezésére vonatkozó (5 évig érvényes) engedély megszerzésének díja, és a deponálás helyére való szállítás költsége terheli a társaságokat.

Jelenleg a szennyvízközmű szolgáltatók térítésmentesen biztosítják a gazdák számára a kezelt szennyvíziszapot. A kihelyezéshez szükséges vizsgálatokat elvégzik, az engedélyeket beszerzik. A kezelt iszapokat sok esetben egy külön telephelyen deponálják, ahonnan a gazdák a közeli földjeikre, a felhasználás helyére már el tudják szállítani. A szennyvíziszap mezőgazdasági területen való hasznosítása esetében tehát a gazdát csak az engedélyezett kihelyezhető iszapmennyiség tápanyag tartalmán felüli tápanyagpótlás költsége terheli.

2.4. Tápanyagok kijuttatása kizárólag műtrágyával

A kizárólag műtrágyával történő tápanyagpótlás esetében a növények fejlődésének egyes mérföldköveihez igazodva, többféle és többszöri műtrágya kijuttatásban kell gondolkodnunk. A kukorica tápanyagigénye az egyes életszakaszokban eltér, ezért a nitrogén pótlását több időpontra elosztva érdemes megoldani, míg a kálium és foszfor tápanyagokat inkább a talaj előkészítésekor, vagy a növény korai életszakaszában javasolt kijuttatni.

A talaj kora tavaszi előkészítésekor/vetéssel egyidejűleg egy kombinált NPK műtrágya kijuttatásával számoltam, majd később a fennmaradó tápanyagigény kielégítésére fejtrágyaként pétisót alkalmaztam. Az alaptrágyaként kiválasztott kombinált Hunfert NPK 8-20-28 műtrágya a Peremartoni Fertilizers Kft. terméke. Összetételét tekintve 8 %-ban tartalmaz nitrogént, melyből 7 % ammónium, 1 % pedig nitrát formájában van jelen. 20 %-ban tartalmaz foszfort, káliumot pedig 28 %-ban. A fő tápanyagok mellett kalciumot és magnéziumot is tartalmaz, melyek kedvezően hatnak a termőtalaj szerkezetére, a tápanyagok felvételére és a növény fotoszintézisének intenzitására. A gyártó kifejezetten ajánlja a magas káliumigényes növények, mint a kukorica, cukorrépa, repce vagy a napraforgó termesztéséhez (web 7).

A kukorica termesztéséhez az egy hektárra eső fajlagos trágya mennyiséget, illetve a teljes területre vonatkozó trágyamennyiséget a talajvédelmi szakértő által kiszámított tápanyagigény és a választott alaptrágya %-os N, P, és K-tartalmának felhasználásával számoltam ki.

A kukorica számított fajlagos tápanyagigénye: N: 189 kg/ha; P: 126 kg/ha; K: 182 kg/ha a talajvédelmi terv alapján.

A szükséges trágyamennyiséget a legnagyobb mennyiségben hiányzó K tápanyagszükségletet alapul véve a következőképpen számíthatjuk ki: $(182 \times 100)/28 = 650$ kg/ha, amely a teljes területre vonatkoztatva: $650 \text{ kg/ha} \times 28,5 \text{ ha} = 18\,504,5 \text{ kg} = 18,5$ tonna trágya. Ezzel a mennyiséggel 130 kg foszfort és 52 kg nitrogént is kijuttatunk hektáronként, ami a teljes területre vonatkoztatva $3\,700,9 \text{ kg} = 3,7$ tonna foszfort és $1\,480,36 \text{ kg} = 1,5$ tonna nitrogént jelent.

A fennmaradó 137 kg/ha fajlagos nitrogén igényt ebben az esetben is Pétisóval terveztem pótolni. A szükséges műtrágya mennyiségét a hiányzó N tápanyag fajlagos mennyiségéből és a pétisó %-os N tartalmából számítottam ki. A szükséges pétisó mennyiség ennek alapján: $(137 \times 100)/27 = 507,4$ kg/ha, amely a teljes területre vonatkoztatva: $507,4 \text{ kg/ha} \times 28,5 \text{ ha} = 14\,444,9 \text{ kg} = 14,44$ tonna pétisó műtrágya.

A számítások alapján a kukorica vetemény tápanyagigényét a 10. számú táblázatban szereplő adatok szerinti trágyamennyiségekkel elégíthetjük ki.

10. sz. táblázat: A tápanyagigény fedezéséhez szükséges műtrágya mennyiség a teljes területre vonatkoztatva

Műtrágya típusa	Hunfert NPK 8-20-28			Pétisó
tápanyagok	N	P₂O₅	K₂O	N
műtrágya tápanyag tartalma (%)	8	20	28	27
fajlagos műtrágya mennyiség (kg/ha)	650			507,4
kijuttatott tápanyag mennyiség (kg/ha)	52,0	130,0	182,0	137,0
a teljes területre szükséges műtrágya mennyiség (t)	18,50			14,44

A táblázat alapján megállapítható, hogy a kijuttatott tápanyag mennyisége foszfor esetében kicsit több mint amennyit a termesztési tervezett kukorica igényel. A vetemény által az adott (2021-es) évben nem hasznosított többlet foszfor mennyiség a következő években betervezett veteményeknél hasznosul majd, mivel a műtrágyában található foszforforma a talajból nem mosódik ki.

Az alaptrágyaként tervezett Hunfert komplex műtrágya ára: 320 000,- HUF/t + Áfa volt a vizsgálat időpontjában. A kiegészítő trágyaként használt pétisó áránál a szennyvíziszapot kiegészítő trágyaigény költség számításánál felhasznált 155 000 HUF/t + Áfa költségadattal számoltam.

Az összes területre vonatkozó tápanyagpótlás költségét a trágyák összes területre vonatkoztatott mennyiségének és a műtrágya árának szorzataként határozhatjuk meg. Ezek alapján a Hunfert NPK 8-20-28 műtrágyának a teljes területre vonatkoztatott összes költsége: $18,5 \times 320\,000 = 5\,920\,000,-$ HUF + Áfa, a Pétisó költsége pedig: $14,44 \times 155\,000 = 2\,238\,200,-$ HUF + Áfa.

A számított költségadatokat a 11. számú táblázatban foglaltam össze.

11. sz. táblázat: A teljes területre vonatkoztatott összes műtrágyaköltség

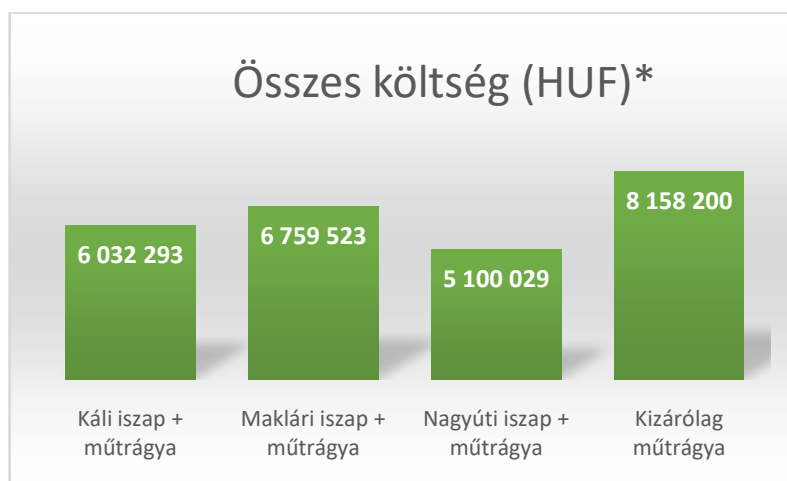
Tápanyagforrás megnevezése	A teljes területre vonatkoztatott költség (HUF)*
Pétisó	2 238 200
Hunfert NPK 8-20-28	5 920 000
A műtrágya-felhasználás összes költsége	8 158 200

* Az árak az Áfa-t nem tartalmazzák

A szám adatok alapján tehát a kukorica teljes vegetációs időszakára tervezett műtrágya mennyisége a teljes területre nézve összesen: 32,94 tonna. A műtrágya egy hektárra eső fajlagos költsége 286 569,- HUF + Áfa, amely a teljes területre és a teljes tenyészidőszakra vetítve összesen: 8 158 200,- HUF + Áfa.

A számítások alapján megállapíthatjuk, hogy a területre kiszámított tápanyagigény egy része fedezhető a vizsgált szennyvíziszapokkal. Az ezen felüli tápanyagigény kielégítésére szolgáló műtrágyák költsége pedig ezáltal eltér attól a műtrágyaköltségtől, amely a szennyvíziszap alkalmazása nélkül terhelne a gazdát. A vizsgált állapotok közötti költségkülönbséget a 8. számú ábra szemlélteti.

8. sz. ábra: A költségek összehasonlítása az egyes iszapok és kizárólag műtrágya felhasználása esetén



* A költségek az Áfa-t nem tartalmazzák

A 8. sz. ábrán jól kivehető, hogy bármely településről származó szennyvíziszappal való tápanyag kijuttatás esetén kevesebb a gazda tápanyagpótlásra fordítandó költsége, mint abban az esetben, ha kizárólag csak műtrágyát használ. A pontos megtakarítási adatokat a 12. számú táblázatban foglaltam össze.

12. sz. táblázat: Megtakarítás az egyes iszapok használata esetén

Kijuttatott iszap származási helye	Megtakarítás (HUF)*
Kál	2 125 907
Maklár	1 398 677
Nagyút	3 058 171

* A költségek az Áfa-t nem tartalmazzák

A táblázat adataiból látható, hogy nem mindegy, melyik iszapot választjuk a tápanyagpótlásra, ugyanis a kezelt szennyvíziszapok tápanyagtartalma nagymértékben eltérhet egymástól. Az eltérés mértéke pedig a kiegészítő műtrágya költségekre is kihatással van. A 10. számú táblázat adatai alapján a kizárólagos műtrágyahasználattal szemben a legnagyobb megtakarítást akkor éri el a gazda, ha a termőterületre a Nagyúti szennyvíztisztítóból származó kezelt iszapot dolgozza be.

A 2022-es év a Heves Megyei Vízmű Zrt. szolgáltatási területén olyan változást hozott, amely a vizsgált termőterületre is kihelyezhető iszapok minőségében meg fog mutatkozni. Az Egri szennyvíztisztító telepen befejeződött a 2021. év folyamán létesített új biogáz előállítási

technológia próbaüzeme. A telephely több szennyvíztisztító telep víztelenített iszapját fogadja, melyeket a helyben keletkező iszapokkal együtt a két, összesen 2 600 m³ hasznos térfogatú fermentáló toronyban, mezofil (35-38°C) körülmények között történő anaerob rothasztás során biogáz előállítására használnak fel⁵. A rothasztó tornyokban a szennyvíziszapok szervesanyag tartalmának egy része – optimális esetben a 2/3-a – metánná alakul, amely tisztítást követően gázmotorokra adva elektromos áramot termel telephelyi felhasználás céljára. A rothasztásból kilépő iszapokat víztelenítik, szárítják, egészen a 35%-os szárazanyag tartalom eléréséig. A szárított és rothasztott iszapnak tehát a préselt, víztelenített iszaphoz képest a szerves anyag tartalma és a víztartalma is jelenősen kevesebb. A növénytermesztés szempontjából fontos tápanyagok mennyisége azonban a 2022-es vizsgálati jegyzőkönyv eredményei alapján nem tér el jelentősen a víztelenített iszapokhoz képest (4.sz. melléklet).

A vizsgált területre 2021-ben Kál, Maklár és Nagyút településekről került ki kezelt szennyvíziszap, amelyek közül Kálból és Maklárról 2022-től már az egri szennyvíztisztító telepre szállítják be az iszapokat. Ennek következtében az elkövetkező években a vizsgált területre már csak az Egri szennyvíztisztító telepről származó, kirothasztott, szárított iszapokat fogják kiszállítani.

2.5. Heves vármegye területén belüli tápanyagpótlási lehetőségek szennyvíziszappal

A számítások igazolták tehát, hogy az előírásoknak megfelelő minőségű kezelt kommunális szennyvíziszap növénytermesztés céljára való hasznosítása költségcsökkenést jelent a gazdának. Ez adott esetben akár közel 40%-os megtakarítást is eredményezhet a tápanyagpótlás költségére nézve. Az iszapok beszerzése nem jelent kiadást a gazdának, mivel a szolgáltatók ingyenesen a rendelkezésükre bocsátják. A szennyvíztelepekről az iszapok a Nagyúti depóniába kerülnek, ahonnan a gazda a saját gépével, szállítóeszközével szállítja el a kijuttatás helyére. Ennek a szállításnak természetesen van költség vonzata, a dolgozatomban azonban csak a tápanyagpótló anyagok költségének összehasonlítására fókuszált első sorban.

Felmerül a kérdés ezek után, hogy vajon a megyében keletkező kezelt iszapmennyiség elegendő-e arra, hogy az összes szántóterület tápanyagpótlásának egy részét biztosítsa.

⁵ Forrás: HE-02/KVTO/02857-26/2019. számú egységes környezethasználati engedély

Az előzőekben már megállapítottuk, hogy Heves vármegye szennyvíztelepein a 2021. év során összesen 19 666 tonna kommunális szennyvíztisztításból származó iszap keletkezett. Az adott évben összesen 9 166 tonna volt, amely termőföldön hasznosításra került, összesen 795 hektár szántóföld besorolású területen. Az adatokból kiszámítva az egy hektárra eső kijuttatott iszapok átlagos tömege 11,5 tonna volt.

Heves megyében az összes szántóterület nagysága 140 900 hektár. Tegyük fel, hogy az összes keletkező kezelt iszap megfelelő arra, hogy tápanyagpótlási és talajkondicionálási célra felhasználják, illetve hogy Heves vármegye összes szántóterülete alkalmas arra, hogy szennyvíziszapot fogadjon. A meglévő adatainkból kiszámolhatjuk, hogy a megye szántóterületei képesek-e fogadni az egy évben keletkező iszapmennyiséget.

Az összes szántóterületre kihelyezhető iszapmennyiséget úgy kapjuk meg, ha az összes szántóterület nagyságát megszorozzuk az egy hektárra kihelyezett átlagos szennyvíziszap mennyiséggel. Ezek alapján a következő eredményt kapjuk: $140\,900\text{ ha} \times 11,5\text{ t/ha} = 1\,620\,350\text{ tonna}$.

A számítás során kapott eredmény alapján megállapíthatjuk, hogy a Heves vármegye szennyvíztelepein keletkező kezelt iszapmennyiség nem képes fedezni azt a mennyiséget, amely az összes szántó besorolású területre kihelyezhető. A számítások feltételezésen alapulnak. A ténylegesen kihelyezhető mennyiségek nagyban függnek az adott termőterületek tulajdonságaitól, a talajok állapotától, szennyezettségétől és a szennyvíziszapok paramétereitől.

2.6. Következtetések, javaslatok

Az elmúlt évtizedekben a gazdaság szerkezetének (nehézipar eltűnése, a tisztább és hatékonyabb termelési technológiák bevezetése, hulladékgazdálkodási rendszerek kialakítása) és a lakossági fogyasztási szokások átalakulásának következtében a kommunális eredetű szennyvíziszapok toxikus elem és szénhidrogén (TPH) tartalma jelentősen visszaesett és a jelenlegi analitikai vizsgálati eredmények alapján az így keletkező szennyvíziszap 95%-a felhasználható a mezőgazdasági termelésben.

A diplomadolgozatomban összegyűjtött adatok és számítások rávilágítottak arra, hogy a területre maximálisan kihelyezhető kezelt iszapok nem fedezik teljes mértékben a termesztett növénykultúrák tápanyagigényét, amely a jogszabályban megállapított kritériumok szabta korlátoknak köszönhető első sorban. Az iszaphasználat mellett fennmaradó tápanyagigényt műtrágyával pótolva a kiszámított műtrágya mennyiségre vonatkozóan, annak költsége is kiszámításra került. Ezzel párhuzamosan kiszámítottam a kizárólag műtrágyával történő tápanyag kijuttatás műtrágyaigényét és annak költségét.

A kapott eredményeket összevetve megállapítható, hogy a kezelt iszapok felhasználásával a tápanyagok hiányzó részének pótlására betervezett műtrágya költsége jóval kisebb, mint ha kizárólag műtrágyát használunk a szükséges tápanyagok biztosításához. A vizsgálat során az adott területen három féle iszap felhasználásának esetével is számoltam, így az egyes iszapok használata esetén felmerülő tápanyagpótlási költségek közötti különbség is megvilágításra került. Levonhattam a következtetést, hogy az egyes iszapok közti tápanyag-összetételbeli különbség eltérő tápanyagpótlási költségeket eredményez, így a kizárólag műtrágyával való tápanyagpótlás költségéhez mérten a megtakarítások mértéke is eltérő.

A választott témámhoz hasonló vizsgálatokkal Gulyás Gábor, Pannon Egyetemen 2020-ban készül doktori értekezésében találkoztam. A disszertáció témája alapvetően a szennyvíziszapok nehézfémtartalmához kapcsolódik, de emellett kitér a gazdaságosság kérdésére is. A diplomadolgozatomhoz hasonlóan a disszertáció is összehasonlítja a szennyvíziszappal és az azt kiegészítő műtrágyával való tápanyagpótlást a pusztán műtrágyával történő tápanyagigény biztosításával. A következtetéseink hasonlóak, mivel az értekezés készítője megállapítja, hogy a szennyvíziszap kihelyezése megtakarítást jelent a gazdáknak.

Heves vármegye területének szennyvíztisztító telepein 2021-ben összesen 19 666 tonna kommunális szennyvíztisztításból származó iszap keletkezett, melynek csak 47 %-át, azaz 9 166 tonna mennyiséget hasznosítottak a mezőgazdaságban. A vizsgálati jegyzőkönyvek adatai alapján megállapítható, hogy az eddig kihelyezésre került kezelt szennyvíziszapok paraméterei megfelelőek a termőföldre történő kihelyezésre. Ebből az következik, hogy jóval többet, akár a teljes mennyiségét is fel lehetne használni a mezőgazdaságban az évente keletkező iszapoknak. A 2021-es adatok szerint (5.sz. ábra) a

biogáz előállítására felhasznált mennyiséget (22%) szintén a mezőgazdaságban felhasznált iszapokhoz számíthatjuk, hiszen a rothasztást követően keletkezett iszapok is a mezőgazdaságban kerültek hasznosításra. A mezőgazdasági felhasználás arányát a hulladéklerakókban ártalmatlanított iszapmennyiség (13%) termőföldre való kihelyezésével lehet még növelni, amennyiben azok az iszapok a jogszabályi feltételeknek megfelelnek. Ezzel a megoldással egyúttal csökkenthető lenne a megye területén keletkező hulladékok hulladéklerakóban elhelyezett mennyisége.

A dolgozatomban Heves vármegye összes szántó területén a tápanyagigények szennyvíziszappal való biztosításának lehetősége is vizsgálatra került. A kihelyezett iszapokra vonatkozóan rendelkezésre álló adatokat átlagolva kapott, hektáronként kihelyezhető iszapmennyiséggel számolva a kapott eredmény alapján általánosságban megállapítható, hogy a megye területén keletkező kezelt iszapok mennyisége nem tudja fedezni az összes szántóként használt területen felmerülő tápanyagigényt.

Az egy hektárra átlagosan kihelyezett szennyvíziszap mennyiségének, a 2021-ben Heves vármegye területén szennyvíziszapot fogadó összes mezőgazdasági terület nagyságának, illetve a 2021. évben keletkezett összes kezelt szennyvíziszap mennyiségének segítségével megvizsgáltam, hogy a keletkező összes iszap fogadására rendelkezik-e a megye elegendő területtel. A számítások alapján megállapítottam, hogy a megyén belül bőven elegendő szántóterület áll rendelkezésre az egy év alatt keletkező összes iszap fogadására.

Kijelenthetjük tehát, hogy a vármegye szántóterületeinek tápanyagpótlásánál megfontolandó a szennyvíziszap felhasználás javára dönteni, hiszen a keletkező iszapok minőségben a célnak megfelelőek. Az iszapok alkalmazása a tápanyagpótlási költségek csökkenését eredményezi minden esetben, Heves vármegyén belül pedig van elegendő terület a keletkező iszapok fogadására.

Az iszaphasználat esetén javasolt a Heves Megyei Vízmű Zrt. Egri szennyvíztelepén történt technológiaváltás miatt a kirothasztott iszapokkal való tápanyagpótlás esetének vizsgálata is, melyet úgy érdemes elvégezni, ha már legalább egy évre vonatkozóan rendelkezésre állnak az iszapok laboratóriumi vizsgálatára vonatkozó adatsorok. A rothasztás során a N, P, K tartalom nem csökken jelentős mértékben, viszont a rothasztást követő préselés és szárítás miatt az

iszap nagy mennyiségű vizet veszít. A rothasztás nélküli technológiából származó, a dolgozatban vizsgált préselt iszapok víztartalma magasabb a kirothasztott – szárított iszapokhoz viszonyítva, ezért a rothasztott iszap használatakor számolni kell az esetleges vízpótlás megoldásával is.

A rothasztott iszapok Eger környékén történő felhasználása az ott termesztett kultúrák miatt nem megoldható, ezért az Egri telephelyről a Heves Megyei Vízmű Zrt. a kirothasztott, szárított iszapokat a Nagyúton található iszapdepóniába szállítja. Az itt található iszapok így már könnyebben elérhetők a szántóföldi gazdálkodással foglalkozó Dél-hevesi gazdák számára.

IV. Összefoglalás

A szennyvíziszapok olyan folyamatosan és megbízhatóan rendelkezésre álló anyagok, amelyek az istállótrágyákat helyettesítve betölthetik azok tápanyagpótló, talajjavító szerepét a mezőgazdaságban. A dolgozatomban a szennyvíziszappal történő tápanyagpótlási lehetőségek gazdaságosságának alátámasztását tűztem ki a vizsgálatom céljául.

A dolgozatomban elején bemutattam a szennyvíziszapot, mint a mezőgazdaságban hasznosítható tápanyagpótló és talajjavításra eredményesen felhasználható anyagot. Kitértem a hulladék voltára és a hasznosításának lehetőségeire. Bemutattam a termőföldre történő kihelyezésének kritériumait az Európai unióban és Magyarországon hatályos jogszabályi környezet segítségével. Kitértem Magyarország 2014-2023. évre vonatkozó szennyvíziszap stratégiájában az erre vonatkozó célok ismertetésére is. Statisztikai adatok segítségével bemutattam, hogy az EU területén, illetőleg Magyarországon hogyan alakult az elmúlt években a szennyvíziszap termőföldi hasznosítása.

A műtrágyahasználat jelentőségére is kitértem egy külön fejezetben, melyben a statisztikai adatok segítségével bemutattam a műtrágya használat változását az évtizedek során. Bemutatásra került az is, hogy csak az elmúlt két-három év alatt milyen drasztikusan emelkedtek a műtrágyaárak.

Ezt követően tértem rá Heves vármegye szennyvíziszapjainak bemutatására, jellemzésére.

Összegyűjtöttem Heves vármegye közigazgatási területén működő három közüzemi szolgáltató 2021. évre vonatkozó adatait a megye területén általuk üzemeltetett telephelyen keletkezett iszapok mennyiségéről és a kezelésük körülményeiről. Az adatok alapján megállapítottam, hogy a megye területén keletkező összes iszap elhelyezhető lenne a megye területén belül, feltételezve, hogy a paramétereiket tekintve alkalmasak lennének rá.

A Heves vármegye területén keletkező iszapok hasznosításának lehetőségeit egy, a kapott adatok alapján kiválasztott szántóterületen megvalósult szennyvíziszap hasznosítást alapul véve vizsgáltam. A vizsgálatok célja az volt, hogy bebizonyítsa a szennyvíziszapok alkalmazásának költségcsökkentő voltát. Emellett vizsgálatra kerül az is, hogy a keletkező iszapok a megye összes területeinek tápanyagigényét képesek-e kiszolgálni.

A számításaim alapját a vizsgált területre szakértő által elkészített talajvédelmi terv szolgáltatta, amelyből a kihelyezett szennyvíziszapok helyezésére vonatkozó terhelés számítások során meghatározott maximális terhelési értékeket, illetve a területen termesztésre tervezett kukorica növény tápanyag igényét vettem alapul. A szakértő számításai alapján megállapítható volt a rendelkezésre álló adatokból, hogy a kihelyezhető maximális iszapmennyiség nem fogja fedezni a kukorica növény teljes tápanyagszükségletét.

A vizsgálataim során elsőként arra végeztem számításokat, hogy a szennyvíziszappal kezelt területen a fennmaradó tápanyagigényt mennyi műtrágyával lehetne pótolni, illetve az mennyibe kerülne a gazdának. A számítások alapján megállapítottam, hogy a területen felhasználható három féle iszap esetében eltérő mennyiségű műtrágyát kell felhasználni, ezért a költségek is eltérőek az egyes iszapok felhasználásának esetében. Az eltérés okát pedig a terhelésszámítás alapján az egyes iszapokból maximálisan kijuttatható mennyiségek közti eltérésben kell keresni.

A következő lépésben arra végeztem számításokat, hogy mekkora lenne a gazda költsége, ha az egész éves tápanyagigényt kizárólag műtrágya felhasználásával fedezné. Ehhez ismételtén a már rendelkezésre álló, kiszámított tápanyagigényt vettem alapul. Az adatok alapján kiválasztottam a megfelelő műtrágyákat, majd kiszámítottam az egyes trágyákból szükséges mennyiséget. A mennyiségi adatok birtokában az aktuális nagykereskedelmi árakat figyelembe véve kiszámítottam az összes szükséges műtrágya költségét.

A kapott költséget összevettem a háromféle kezelt szennyvíziszap alkalmazásakor szükséges műtrágya költségével és levontam a következtetéseket. A számítások alapján megállapítottam, hogy a szennyvíziszap felhasználás költség megtakarítást eredményez a gazdának, amely a legjobb minőségű szennyvíziszap esetében közel 40%-os volt a kizárólag műtrágyával való tápanyagpótláshoz képest.

Ezt követően vizsgáltam azt, hogy a Heves vármegyében keletkező összes iszap elegendő lenne-e arra, hogy a megye összes szántóterületének tápanyagigényét fedezni tudja. A számítások során a 2021-ben kihelyezett összes iszapmennyiséget és a kihelyezéssel érintett szántóföldek összes területét vettem alapul. Az adatokból kiszámítottam az átlagos kihelyezett iszapmennyiséget, majd azzal megszoroztam Heves vármegye összes szántóterületének

számadatát. Az eredmény alapján megállapítottam, hogy a tápanyagpótlás tekintetében az iszapok nem tudják fedezni a megye összes területének igényeit, illetve amennyiben az összes keletkező szennyvíziszap alkalmas a mezőgazdasági hasznosításra, rendelkezésre áll a megyén belül a fogadására elegendő szántóterület.

A 2021-es évre vonatkozó iszapkezelési módok arányából kiindulva megállapítottam, hogy a mezőgazdasági hasznosítás aránya akkor növelhető, ha a hulladéklerakókra kerülő iszapokat is a mezőgazdasági felhasználás felé irányítjuk. Így a hasznos tápanyagok nem vesznek kárba és csökken a lerakóban ártalmatlanított hulladékok mennyisége is.

A dolgozatomban utalást tettem arra, hogy az Egri szennyvíztisztító területén egy fejlesztés keretében rothasztó technológia létesült, melyet 2022-ben üzembe helyeztek. Mivel a vizsgált szántóterületre ezentúl az onnan származó, kizárólag rothasztott és szárított iszapot fognak kihelyezni, ezért érdemes a számításokat az új iszapadatokra támaszkodva elvégezni.

A rothasztott-szárított iszapokhoz való könnyebb hozzájutást a Heves Megyei Vízmű úgy biztosítja a gazdáknak, hogy a szántóföldi gazdálkodókhoz közelebb eső depóniájába szállítja. Onnan a környező földek könnyen elláthatók a szükséges iszapmennyiséggel.

A vizsgálatokat összegezve megállapíthatjuk, hogy a kommunális szennyvíztisztítókból származó kezelt iszapok mezőgazdasági felhasználása minden esetben megtakarítást eredményeznek, ezért javasolt a kijuttatásuk. Ezzel a termőföldjeinket olyan összetételű tápanyagokhoz juttatjuk, amelyek a növények számára jobban hasznosíthatóak. Természetesen az ésszerű használat az iszapok alkalmazása esetén is érvényes, hiszen alapvetően hulladékról beszélünk. Azonban a jól megtervezett és körültekintő használat mellett a szennyezés elkerülhető és az iszapok előnyös tulajdonságai révén a talajaink állapotán is javítani tudunk.

Irodalom- és forrásjegyzék:

Meghivatkozott jogszabályok jegyzéke:

A hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény

A hulladékjegyzékről szóló 72/2013. (VIII. 27.) VM rendelet

A szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló 50/2021. (IV.3.) Korm. rendelet

A termőföld védelméről szóló 2007. évi CXXIX. törvény

A talajvédelmi terv készítésének részletes szabályairól szóló 90/2008 (VII. 18.) FVM rendelet

A vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízi létesítmények védelméről szóló 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet

A vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről szóló 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet

Felhasznált irodalom:

Csányi K. – Pálffy B. – Ladányi Zs. – Barta K. – Farsang A. (2018): Tartós szennyvíziszap kihelyezés hatása a talaj szénforgalmára, tanulmány, p. 189.

Csoltai V. (2023): Műtrágya értékesítés mezőgazdasági termelőknek, Agrárközgazdasági Intézet Statisztikai jelentések XXIV. évfolyam 1. szám, p. 20.

Gulyás G. (2020): Települési szennyvíz nehézfém tartalma és annak hatása a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának lehetőségeire, Doktori (PhD) értekezés Pannon Egyetem Veszprém, p. 189.

KÁDÁR I. (2013): Szennyvizek, iszapok, komposztok, szervesstratégák a talajtermékenység szolgálatában, MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet p.136.

KÁRPÁTI Á. (2014): Szennyvíztisztítás korszerű módszerei, *Környezetmérnöki tudástár* Pannon Egyetem p. 280.

LIGETVÁRI F.: (2020): Globális és helyi fenntarthatóság, környezetmenedzsment, *Vízgazdálkodásunk néhány aktuális kérdése*, MMA p. 20.

Magyarország szennyvíziszap kezelési- és hasznosítási stratégiája 2014-2023.

- NAGY-MEZEI CS. – BERZSENYI A. – GYARMATI I. – KARDOS L. (2022.): A szennyvíziszap nehézfém-tartalma és csökkentésének módszerei, *Journal of Central European Green Innovation Környezettechnológia különszám*, p. 211–223.
- SALLAI T.: (2007): Kommunális szennyvíziszap termikus ártalmatlanításának lehetőségei, Diplomamunka, Veszprémi Egyetem, Veszprém, p. 69.

Internetes források:

- web1: Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAKlap 2016. novemberi szám)
<https://www.nak.hu/agazati-hirek/mezogazdasag/146-novenytermesztes/92691-a-szennyviziszappal-csak-javul-a-talaj-minosege>
- web2: Szili-Kovács T.: Agrokémia és talajtan, Tom. 34. (1985) No. 3–4., p. 490.
<http://real.mtak.hu/4486/1/1111456.pdf>
- web3: Horváth I.: A szennyvizek, szennyvíziszapok mezőgazdasági hasznosításának hazai jogi szabályozása az EU jogharmonizáció tükrében (szakcikk), p. 7.
<https://adoc.pub/a-szennyvizek-szennyviziszapok-mezogazdasagi-hasznositasanak-.html>
- web4: Pétió <https://mezohir.hu/2018/11/21/petiso-az-egyedulallo-nitrogenmutragya/>
- web5: Műtrágya árak <https://varganetunde.com/dok/mutragya.pdf> (2023.04.15)
- web6: NaturKáli termékleírás <https://talajreform.hu/termekek/naturkali/> (2023.04.15)
- web7: Hunfert műtrágya <http://www.hunfert.hu/termekek.php?id=7> (2023.04.15)
- web8: Nagy Z.: Szennyvíziszap a telejerő-gazdálkodásban (szakcikk 2019)
<https://agroforum.hu/lapszam-cikk/szennyviziszap-a-talajero-gazdalkodasban/>
- web9: Zöldi I.: A mezőgazdasági hasznosítás szerepe a Szennyvíziszap Kezelési és Hasznosítási Stratégia (2018-2023) célkitűzéseinek megvalósításában, ppt. (2018)
https://corax-bioner.hu/uploads/upload_hu/file/szviszap_corax_bioner_2018.jan.26.pdf
- web10: NÉBIH honlapja: <https://portal.nebih.gov.hu/-/szennyvizet-szennyviziszapot-vagy-szennyviziszap-komposztot-a-termofoldre>
- web11: Iszapkezelés, biogáz előállítás és tisztítás <https://www.bitesz.hu/wp-content/uploads/2017/05/Iszapkezel%C3%A9s-Biog%C3%A1z-el%C5%91%C3%A1ll%C3%ADt%C3%A1s-%C3%A9s-tiszt%C3%ADt%C3%A1s.pdf>

- web12: <https://agribiotica.eu/mutragyagyartas-magyarorszagon/>
- web13: <https://mek.oszk.hu/02100/02185/html/310.html>
- web14: AgrárUnió honlapja, szerző: Sárvári M. (2022.02.10.) szakcikk
<https://www.agrarunio.hu/hirek/novenytermesztes/7755-tapanyagpotlas-a-szantofoldon-a-talajt-nem-a-gazda-szeme-hanem-a-tapelemek-hizlaljak-koverre>
- web15: Agronapó szakcikk <https://www.agronaplo.hu/hirek/a-hazai-mutragya-forgalom-80-szazaleka-12-ceg-kezeben-van>
- web16: Némethy S. (2012) jegyzet, Pannon Egyetem <https://tudastar.mk.uni-pannon.hu/ff/06-mezogazdasag/mezogazdasag.xhtml#d6e824>
- web17: Agrárágazat szakcikk, szerző: Juhos K. (2023.04.21.)
<https://agraragazat.hu/hir/agrar-nitrogen-hatoanyag-talaj-novenytoplalas-mezogazdasag/>
- web18: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics#Wastewater treatment and disposal](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics#Wastewater_treatment_and_disposal)

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm tanáromnak és konzulensemnek Dr. Cserhádi Mátyásnak, amiért megerősített abban, hogy a szennyvíziszap hasznosítása kardinális kérdés és érdemes vele foglalkozni, illetve az útmutatásait a diplomadolgozatom elkészítéséhez.

Ezúton köszönöm a Heves vármegye területén működő Heves Megyei Vízmű Zrt., az Észak Magyarországi Regionális Vízművek Zrt, és a Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt. munkatársainak, hogy az adatok begyűjtésében együttműködtek és a segítségemre voltak.

Külön köszönöm a Heves Megyei Vízmű Zrt. környezetvédelmi megbízottjának, Varga Lászlónak az együttműködést, a szakmai támogatást és azt, hogy bármilyen kérdéssel fordultam hozzá, minden esetben készséggel segített.

Végül köszönöm a családomnak a türelmüket és a kitartásukat, mert az ő támogatásuk is nagyban hozzájárult ahhoz, hogy ez a diplomadolgozat elkészülhetett.

Mellékletek

Heves vármegye kommunális szennyvíztisztító telepein keletkezett iszapok 2021

	Telephely	menyiség (t)
1.	Adács	560,74
2.	Bátor	125,00
3.	Bélapátfalva	237,03
4.	Boldog	179,20
5.	Bükkszék	0,50
6.	Detk	41,27
7.	Domoszló	122,35
8.	Eger	4 978,874
9.	Egercsehi	8,01
10.	Erdőtelek	52,34
11.	Füzesabony	720,459
12.	Göngyösorosi-Károlytáró	2,0
13.	Gyöngyös	5 737,355
14.	Gyöngyöspata	35,01
15.	Gyöngyöstarján	45,75
16.	Halmajugra	159,25
17.	Hatvan	2 171,32
18.	Heréd	110,0
19.	Heves	588,9
20.	Hort	92,5
21.	Kál	310,0
22.	Karácsond	19,17
23.	Kerecsend	224,067
24.	Kerekharaszt M-3 pihenő	0,25
25.	Kisköre	40,0
26.	Maklár	210,0
27.	Mátraszentimre	56,55
28.	Mónosbél	11,68

	Telephely	mennyiség (t)
29.	Noszvaj	300,0
30.	Parádsasvár	408,2
31.	Pétervására	609,165
32.	Petőfibánya	8,4
33.	Recsk	805,404
34.	Rózsaszentmárton	66,56
35.	Sirok	22,75
36.	Szarvaskő	22,0
37.	Szihalom	80,73
38.	Szilvásvár	185,75
39.	Tardos-Sporttábor	0
40.	Tarnaméra	0,21
41.	Tenk	13,0
42.	Verpelét	243,75
43.	Visonta	60,0
Összesen:		19 665,494

Szolgáltató	mennyiség (t)
Heves Megyei Vízmű Zrt.	16 885,465
ÉRV Zrt.	2 740,029
TRV Zrt.	40,0



Heves Megyei Vízmű Zrt.
Gyöngyös Város Szennyvíztisztító Telepének Laboratóriuma
3200 Gyöngyös, Atkári út Hrsz.:0263/2
A NAH által NAH-1-1289/2016 számon akkreditált vizsgálólaboratórium

1517/GY-2020

VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Oldalszám: 1 / 1

Minta típusa:	Szennyvíziszap	Minta beérkezésének ideje:	2020.11.24
Mintavétel ideje:	2020.11.23	Vizsgálat kezdete:	2020.11.24
Minta jellege:	5 részmintából képzett átlagminta	Lezárás ideje:	2021.02.23
Mintavevő neve:	Markeszt Péter	Eredménykiadás ideje:	2021.02.23
Mintavétel akkreditált:	Igen	Minta iktatószáma:	1517/GY-2020
Megrendelő neve:	Heves Megyei Vízmű Zrt. Üzemviteli Osztály		
Megrendelő címe:	3300 Eger, Hadnagy u. 2.		
Mintavétel helye:	NAGYÚT, Iszapdepónia		

Kémiai eredmények

Komponens	Szabvány	Mérték- egység	Eredmény	Kimut. határ
Összes Nitrogén	MSZ 318-18:1981	g/kg(sz. a)	34,0	1

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált mintá(k)ra vonatkoznak.
A mintavevő felelősséget vállal a minta azonosságáért és a helyes mintavételért.
A vizsgálati jegyzőkönyvet a laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében szabad lemásolni.

Jánoszy Mihály
laboratóriumvezető



5795/KP-2020

VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Oldalszám: 1 / 1

Minta típusa: Szennyvíziszap
Mintavétel ideje: 2020.11.23
Minta jellege: 5 részmintából képzett átlagminta
Mintavevő neve: Markesz Péter
Mintavétel akkreditált: Igen
Megrendelő neve: Heves Megyei Vízmű Zrt. Üzemviteli Osztály
Megrendelő címe: 3300 Eger, Hadnagy u. 2.
Mintavétel helye: NAGYÚT, Iszapdeponia
Minta beérkezésének ideje: 2020.11.23
Vizsgálat kezdete: 2020.11.24
Lezárás ideje: 2020.12.14
Eredménykiadás ideje: 2021.05.07
Minta iktatószáma: 5795/KP-2020

Kémiai eredmények

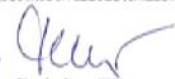
Komponens	Szabvány	Mérték-egység	Eredmény
pH	MSZ 318-4:1979 (visszavont szabvány)	-	7,05
Szárazanyag	MSZ 318-3:1979 4.1.	mg/kg	201000
Izzítási maradék	MSZ 318-3:1979 4.2.	mg/kg	43000
Izzítási veszteség	MSZ 318-3:1979 4.3.	mg/kg	158000
Összes foszfor (P ₂ O ₅)	MSZ 318-19:1981	mg/kg sz.	37770
Arzén	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	<2
Szelén	MSZ 1484-3:2006 10.	mg/kg sz.	<2
Réz	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	216
Cink	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	481
Kadmium	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	0,54
Kobalt	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	3,31
Króm	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	29,6
Molibdén	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	4,95
Nikkel	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	18,0
Ólom	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	14,8
Kálium (K ₂ O)	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	5928
Higany	MSZ EN ISO 17852:2008	mg/kg sz.	<0,5

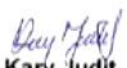
Bakteriológiai eredmények

Komponens	Szabvány	Mérték-egység	Eredmény
Fekál coliform szám	MSZ 318-27:1986 5.1. (visszavont szakasz)	/1 g sz.a.	13930348
Fekál streptococcus szám	MSZ 318-27:1986 5.2.	/1 g sz.a.	17412935

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált mintákra vonatkoznak.
A mintavevő felelősséget vállal a minta azonosságáért és a helyes mintavételért.
A vizsgálati jegyzőkönyvet a laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében szabad lemásolni.


Miriszlai Erzsébet
laboratóriumvezető


Pelyhe Tibor
mikrobiológiai csoportvezető


Kary Judit
kémiai csoportvezető

Heves Megyei Vízmű Zrt.
EGER



Heves Megyei Vízmű Zrt.
Gyöngyös Város Szennyvíztisztító Telepének Laboratóriuma
3200 Gyöngyös, Atkári út Hrsz.:0263/2
A NAH által NAH-1-1289/2016 számon akkreditált vizsgálólaboratórium

1229/GY-2020

VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Oldalszám: 1 / 1

Minta típusa:	Szennyvíziszap	Minta beérkezésének ideje:	2020.09.30
Mintavétel ideje:	2020.09.29	Vizsgálat kezdete:	2020.09.30
Minta jellege:	5 részmintából képzett átlagminta	Lezárás ideje:	2020.11.02
Mintavevő neve:	Zsidai Zoltán	Eredménykiadás ideje:	2020.11.02
Mintavétel akkreditált:	Igen	Minta iktatószáma:	1229/GY-2020
Megrendelő neve:	Heves Megyei Vízmű Zrt. Üzemviteli Osztály		
Megrendelő címe:	3300 Eger, Hadnagy u. 2.		
Mintavétel helye:	MAKLÁR, Szvt telep, iszapdepónia		

Kémiai eredmények

Komponens	Szabvány	Mérték-egység	Eredmény	Kimut. határ
Összes Nitrogén	MSZ 318-18:1981	g/kg(sz a)	54,0	1

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált mintá(k)ra vonatkoznak.
A mintavevő felelősséget vállal a minta azonosságáért és a helyes mintavételért.
A vizsgálati jegyzőkönyvet a laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében szabad lemásolni.


Jánoszy Mihály
laboratóriumvezető



4661/KP-2020

VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Oldalszám: 1 / 1

Minta típusa: Szennyvíziszap
Mintavétel ideje: 2020.09.29
Minta jellege: 5 részmintából képzett átlagminta
Mintavevő neve: Zsidai Zoltán
Mintavétel akkreditált: Igen
Megrendelő neve: Heves Megyei Vízmű Zrt. Üzemviteli Osztály
Megrendelő címe: 3300 Eger, Hadnagy u. 2.
Mintavétel helye: MAKLÁR, Szvt telep, iszapdeponia
Minta beérkezésének ideje: 2020.09.29
Vizsgálat kezdete: 2020.09.30
Lezárás ideje: 2020.10.29
Eredménykiadás ideje: 2021.05.07
Minta iktatószáma: 4661/KP-2020

Kémiai eredmények

Komponens	Szabvány	Mérték-egység	Eredmény
pH	MSZ 318-4:1979 (visszavont szabvány)	-	6,76
Szárazanyag	MSZ 318-3:1979 4.1.	mg/kg	177000
Izzítási maradék	MSZ 318-3:1979 4.2.	mg/kg	40000
Izzítási veszteség	MSZ 318-3:1979 4.3.	mg/kg	137000
Összes foszfor (P ₂ O ₅)	MSZ 318-19:1981	mg/kg sz.	85640
Arzén	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	<2
Szelen	MSZ 1484-3:2006 10.	mg/kg sz.	2,53
Réz	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	217
Cink	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	722
Kadmium	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	0,75
Kobalt	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	2,50
Króm	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	23,0
Molibdén	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	7,76
Nikkel	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	17,2
Ólom	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	11,9
Kálium (K ₂ O)	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	12975
Higany	MSZ EN ISO 17852:2008	mg/kg sz.	<0,5

Bakteriológiai eredmények

Komponens	Szabvány	Mérték-egység	Eredmény
Fekál coliform szám	MSZ 318-27:1986 5.1. (visszavont szakasz)	/1 g sz.a	220339
Fekál streptococcus szám	MSZ 318-27:1986 5.2.	/1 g sz.a	519774

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált mintákra vonatkoznak.
A mintavevő felelősséget vállal a minta azonosságáért és a helyes mintavételért.
A vizsgálati jegyzőkönyvet a laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében szabad lemásolni.


Miriszlai Erzsébet
laboratóriumvezető


Pelyhe Tibor
mikrobiológiai csoportvezető


Kary Judit
kémiai csoportvezető



Heves Megyei Vízmű Zrt.
Gyöngyös Város Szennyvíztisztító Telepének Laboratóriuma
3200 Gyöngyös, Atkari út Hrsz.:0263/2
A NAH által NAH-1-1289/2016 számon akkreditált vizsgálólaboratórium

0861/GY-2020

VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Oldalszám: 1 / 1

Minta típusa:	Szennyvíziszap	Minta beérkezésének ideje:	2020.07.23
Mintavétel ideje:	2020.07.20	Vizsgálat kezdete:	2020.07.20
Minta jellege:	5 részmintából képzett átlagminta	Lezárás ideje:	2020.07.28
Mintavevő neve:	Krajecz Tamás	Eredménykiadás ideje:	2020.07.28
Mintavétel akkreditált:	Igen	Minta iktatószáma:	0861/GY-2020
Megrendelő neve:	Heves Megyei Vízmű Zrt. Üzemviteli Osztály		
Megrendelő címe:	3300 Eger, Hadnagy u. 2.		
Mintavétel helye:	KÁL, Szvt telep, iszapdeponia		

Kémiai eredmények

Komponens	Szabvány	Mérték- egység	Eredmény	Kimut. határ
Összes Nitrogén	MSZ 318-18:1981	g/kg(sz.a)	49,9	1

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált mintá(k)ra vonatkoznak.
A mintavevő felelősséget vállal a minta azonosságáért és a helyes mintavételért.
A vizsgálati jegyzőkönyvet a laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében szabad lemásolni.


Jánoszy Mihály
laboratóriumvezető



Heves Megyei Vízmű Zrt.
Központi Laboratórium
3300 Eger, Hadnagy u. 2.
A NAH által NAH-1-1032/2016 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.

3278/KP-2020

VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Oldalszám: 1 / 1

Minta típusa:	Szennyvíziszap	Minta beérkezésének ideje:	2020.07.20
Mintavétel ideje:	2020.07.20	Vizsgálat kezdete:	2020.07.21
Minta jellege:	5 részmintából képzett átlagminta	Lezárás ideje:	2020.08.25
Mintavevő neve:	Krajecz Tamás	Eredménykiadás ideje:	2021.05.07
Mintavétel akkreditált:	Igen	Minta iktatószáma:	3278/KP-2020
Megrendelő neve:	Heves Megyei Vízmű Zrt. Üzemviteli Osztály		
Megrendelő címe:	3300 Eger, Hadnagy u. 2.		
Mintavétel helye:	KÁL, Szvt telep, iszapdepónia		

Kémiai eredmények

Komponens	Szabvány	Mérték-egység	Eredmény
pH	MSZ 318-4:1979 (visszavont szabvány)	-	7,37
Szárazanyag	MSZ 318-3:1979 4.1.	mg/kg	135000
Izzítási maradék	MSZ 318-3:1979 4.2.	mg/kg	40000
Izzítási veszteség	MSZ 318-3:1979 4.3.	mg/kg	95000
Összes foszfor (P2O5)	MSZ 318-19:1981	mg/kg sz.	45800
Arzén	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	nd
Szelén	MSZ 1484-3:2006 10.	mg/kg sz.	<2
Réz	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	226
Cink	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	803
Kadmium	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	1,09
Kobalt	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	2,95
Króm	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	34,6
Molibdén	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	6,04
Nikkel	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	23,7
Ólom	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	16,1
Kálium (K2O)	MSZ 1484-3:2006 5.	mg/kg sz.	4351
Higany	MSZ EN ISO 17852:2008	mg/kg sz.	nd

Bakteriológiai eredmények

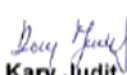
Komponens	Szabvány	Mérték-egység	Eredmény
Fekál coliform szám	MSZ 318-27:1986 5.1. (visszavont szakasz)	/1 g sz. a.	4000000
Fekál streptococcus szám	MSZ 318-27:1986 5.2.	/1 g sz. a.	259259

nd : nem detektálható

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált mintá(k)ra vonatkoznak.
A mintavevő felelősséget vállal a minta azonosságáért és a helyes mintavételért.
A vizsgálati jegyzőkönyvet a laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében szabad lemásolni.


Miriszlai Erzsébet
laboratóriumvezető


Pelyhe Tibor
mikrobiológiai csoportvezető


Kary Judit
kémiai csoportvezető

Heves Megyei Vízmű Zrt.
EGER

A kihelyezésre szánt szennyvíziszapok nehézfém tartalma (2019-2020-2021)

2021

ssz.	megnevezés	határérték* (mg/kg sz.a.)	Füzesabony	Kál	Maklár	Nagyút	Gyöngyös	Bogács	Noszvaj
1.	Arzén (As)	75	4,1	<2	<2	<2	nd	4,32	4,32
2.	Kadmium (Cd)	10	0,62	1,09	0,75	0,54	nd	0,88	0,86
3.	Kobalt (Co)	50	1,78	2,95	2,5	3,31	nd	3,29	3,74
4.	Króm (Cr)	1000	16,84	34,6	23	29,6	55,2	21,9	45,3
5.	Réz (Cu)	1000	429,2	226	217	216	299,5	190	221
6.	Higany (Hg)	10	<1	<0,5	<0,5	<0,5	-	<0,5	nd
7.	Molibdén (Mo)	20	3,19	6,04	7,76	4,95	nd	5,95	5,44
8.	Nikkel (Ni)	200	13,87	23,7	17,2	18	11,6	17	18,3
9.	Ólom (Pb)	750	13,66	16,1	11,9	14,8	65,3	18,7	19,5
10.	Szelén (Se)	100	1,9	<2	2,53	<2	-	9,34	2,6
11.	Cink (Zn)	2500	487	803	722	481	914,1	728	601

2020

ssz.	megnevezés	határérték* (mg/kg sz.a.)	Bátor	Bogács	Erdőtelek	Füzesabony	Heves	Kál	Maklár	Nagyút	Noszvaj
1.	Arzén (As)	75	2,55	2,29	2,5	<2	3,76	nd	<2	<2	<2
2.	Kadmium (Cd)	10	1,57	0,95	1,02	<0,5	0,74	0,74	0,55	<0,5	0,98
3.	Kobalt (Co)	50	3,92	3,2	2,02	2,29	4,28	1,9	1,75	2,71	2,19
4.	Króm (Cr)	1000	24,3	22,9	28,7	14,9	26	20,6	15	19,7	15,2
5.	Réz (Cu)	1000	203	205	128	101	141	143	127	160	175
6.	Higany (Hg)	10	0,58	<0,5	nd	nd	<0,5	nd	nd	<0,5	nd
7.	Molibdén (Mo)	20	5,82	6,81	4,96	4,45	6,57	4,02	5,17	4,39	5,01
8.	Nikkel (Ni)	200	21,3	19,3	17,1	11,2	17	16,3	10,3	12,8	13,1
9.	Ólom (Pb)	750	38,7	25,4	13,9	6,37	14,3	11	7,23	8,84	10,5
10.	Szelén (Se)	100	2,19	4,63	<2	<2	<2	nd	<2	2,18	2,1
11.	Cink (Zn)	2500	1121	994	588	538	489	502	460	437	577

2019

ssz.	megnevezés	határérték* (mg/kg sz.a.)	Bogács	Eger	Füzesabony	Hatvan	Heves	Hort	Gyöngyös	Karácsond	Noszvaj
1.	Arzén (As)	75	2,29	<2	nd	1,14	2,76	<2	nd	<2	nd
2.	Kadmium (Cd)	10	0,95	0,5	0,79	<2	1,26	1	nd	0,76	0,7
3.	Kobalt (Co)	50	3,2	2,51	2,07	nd	4,88	3,93	nd	2,81	2,26
4.	Króm (Cr)	1000	22,9	23,3	21,4	nd	42,8	26,6	nd	17,4	19,7
5.	Réz (Cu)	1000	205	163	178	212	183	210	53	106	143
6.	Higany (Hg)	10	<0,5	nd	<0,5	nd	<0,5	0,9	nd	nd	nd
7.	Molibdén (Mo)	20	6,81	3,89	5,17	4,3	17,2	8,39	0,81	4,12	4,62
8.	Nikkel (Ni)	200	19,3	14,3	16,4	nd	22,1	16,1	<2	11,1	15,3
9.	Ólom (Pb)	750	25,4	11	14,1	9,6	23,4	26,1	10,2	9,43	11,3
10.	Szelén (Se)	100	4,63	2,18	5,15	-	<2	2,39	-	<2	<2
11.	Cink (Zn)	2500	994	449	689	860	735	803	380	738	575

*a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló 40/2008. (II. 26.) Kormányrendelettel módosított 50/2001. (IV. 3.) Kormányrendelet 5. számú melléklete szerint



VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

A vizsgálatot végző laboratórium neve:

Mertcontrol HL LAB Kft

Agrár és Környezetvédelmi Laboratórium - Mérnöki Iroda

A NAH által NAH-1-1776/2019 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.

Címe: 4031 Debrecen, Köntösgát sor 1-3.
Telefon: +3652/505-005; +3670/770-9574
E-mail: info@talajvizsgalo.hu

Vevő neve: **Heves Megyei Vízmű Zrt.**
Vevő címe: **3300 Eger, Hadnagy u. 2.**

A mintavételt végezte: vevő
A mintavétel módja: nem akkreditált

A vizsgált minta (minták) átvételének időpontja: 2022. 06.03.
A vizsgálat elvégzésének időpontja: 2022. 06.03.-06.15.

A vizsgálati jegyzőkönyv tartalma: 1 előlap 4 táblázat 2 módszer

A vizsgálati eredmények csak a beküldött mintára (mintákra) vonatkoznak!

A vizsgálati jegyzőkönyv a vizsgálólaboratórium engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható!

A vizsgálati mintákat a jegyzőkönyv kiadása után egy hónapig őrzük.

Debrecen, 2022.06.15.

Jegyzőkönyv azonosító: 22-42171



Előlap

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

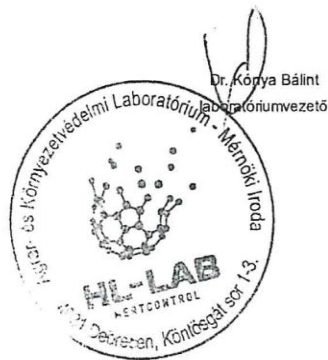
Minta származási helye:

Minta típusa: szennyvíziszap

Vizsgált paraméterek	Mérési eredmények				
	Tamaméra iszapdepó 2022.05.31.	Detk iszapdepó 2022.05.31.	Boldog iszapdepó 2022.05.31.	Noszvaj 2022.05.31.	Karácsond iszapdepó 2022.05.31.
Vevő azonosítója					
Laborazonosító	22/42171	22/42172	22/42173	22/42174	22/42175
pH (H ₂ O 1:10) [-]	6,63	6,05	6,12	7,07	6,9
Szárazanyag [m/m% eredeti anyag]	25,68	28,09	26,45	28,49	26,48
Izzítási veszteség [m/m% szárazanyag]	58,59	83,75	86,71	84,41	86,44
Kjeldahl nitrogén [m/m% szárazanyag]	4,32	6,01	6,30	4,37	5,51
Foszfor [mg/kg szárazanyag]	12758	13568	13127	13951	12961
Foszfor-pentoxid* [m/m% szárazanyag]	4,94	3,11	3,01	3,19	2,97
Kálium [mg/kg szárazanyag]	6891	3264	3161	2162	3396
Kálium-oxid* [m/m% szárazanyag]	0,83	0,39	0,38	0,26	0,41

*Akkreditált mérési eredményből számított érték

Debrecen, 2022.06.15.



VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Minta származási helye:

Minta típusa:

szennyvíziszap

Vizsgált paraméterek	Mérési eredmények			
	Bátor 2022.05.31.	Nagyút iszapdepónia 2022.05.31.	Gyöngyös iszapdepónia 2022.05.31.	Eger iszapdepónia 2022.06.01.
Vevő azonosítója				
Laborazonosító	22/42176	22/42177	22/42178	22/42179
pH (H ₂ O 1:10) [-]	6,89	5,13	4,72	5,71
Szárazanyag [m/m% eredeti anyag]	26,32	28,58	28,53	43,68
Izzítási veszteség [m/m% szárazanyag]	81,16	63,98	69,09	67,52
Kjeldahl nitrogén [m/m% szárazanyag]	6,17	2,98	2,39	1,82
Foszfor [mg/kg szárazanyag]	19377	9844	10163	7724
Foszfor-pentoxid* [m/m% szárazanyag]	4,44	2,25	2,35	1,77
Kálium [mg/kg szárazanyag]	5162	2711	1428	1383
Kálium-oxid* [m/m% szárazanyag]	0,62	0,33	0,17	0,17

*Akkréditált mérési eredményből számított érték

Debrecen, 2022.06.15.



VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

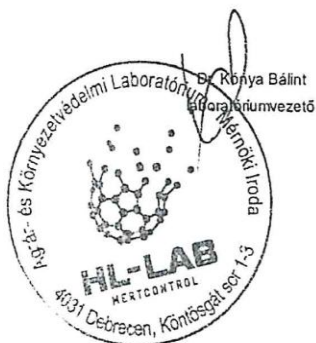
Minta származási helye:

Minta típusa:

szennyvíziszap

Vizsgált paraméterek	Mérési eredmények				
	Tamamára iszapdepó 2022.05.31.	DETK iszapdepó 2022.05.31.	Boldog iszapdepó 2022.05.31.	Noszvaj iszapdepó 2022.05.31.	Karácsond iszapdepó 2022.05.31.
Laborazonosító	22/42171	22/42172	22/42173	22/42174	22/42175
Arzén [mg/kg szárazanyag]	4,6	0,8	2,3	1,8	2,8
Kadmium [mg/kg szárazanyag]	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6
Kobalt [mg/kg szárazanyag]	2,2	2,2	2,2	1,9	2,2
Króm [mg/kg szárazanyag]	41,5	19,5	15,3	18,6	15,9
Réz [mg/kg szárazanyag]	122	135	111	109	125
Molibdén [mg/kg szárazanyag]	3,6	4,9	4,9	3,5	4,0
Nikkel [mg/kg szárazanyag]	25,7	14,4	17,6	10,1	12,9
Ólom [mg/kg szárazanyag]	17,7	16,0	12,5	15,4	20,2
Szelén [mg/kg szárazanyag]	<0,1	1,4	0,6	<0,1	2,3
Cink [mg/kg szárazanyag]	438	635	499	418	498
Higany [mg/kg szárazanyag]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Debrecen, 2022.06.15.



VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Vizsgálat neve	Módszer	Készülék
pH (H ₂ O 1:10) [-]	MSZ EN 12176:2000 (visszavont szabvány)	WTW inolab pH7310 digitális pH-mérő
Szárazanyag [m/m% eredeti anyag]	MSZ EN 12880:2000	Ohaus PA214C analitikai mérleg Pol-Eko SLW 240 STD szárítószekrény
Iszapszuszítási veszteség [m/m% eredeti anyag]	MSZ EN 879:2000	Ohaus PA214C analitikai mérleg OMSZÖV OH811/TR tokos kemence
Nitrogén (Kjeldahl) [m/m % szárazanyag]	MSZ EN 13342:2000	Velp Scientifica UDK 139
Kálium [mg/kg szárazanyag]	MSZ 21470-50:2006 3.1. szakasz MSZ 318-8:1986 6. fejezet	Thermo Scientific ICAP 6300 Radial View ICP- OES spektrométer
Foszfor (királyvizes) [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN 13346:2000 8.1., 8.2. szakasz 10. fejezet	

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Vizsgálat neve	Módszer	Készülék
Arzén [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	Agilent 5800 VDV ICP-OES spektrométer
Kadmium [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	
Kobalt [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	
Króm [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	
Réz [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	
Molibdén [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	
Nikkel [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	
Cink [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	
Szélén [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	
Cink [mg/kg szárazanyag]	MSZ EN ISO 11885:2009	
Cink [mg/kg szárazanyag]	MSZ 1484-3:2006 9. fejezet	CEM Mars-6 mikrohullámú feltáró
Roncsolat készítés salétromsav-hidrogén- peroxid eleggyel	MSZ EN ISO 11885:2009 9.5. szakasz MSZ 1484-3:2006 4.2. szakasz	

A "Vizsgálati jegyzőkönyv" vége

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Tajtiné Türk Ágnes
A Hallgató Neptun kódja: WWE1N5
A dolgozat címe: Heves vármegye kommunális szennyvíztisztító telepein
keletkező szennyvíziszapok hasznosításának lehetőségei
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens tanszék neve: Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet
Molekuláris Ökológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

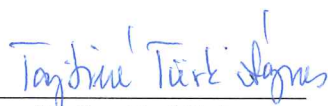
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023. év május hó 9. nap


Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Tajtiné Türk Ágnes (hallgató, Neptun azonosítója: WWE1N5) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem***²

Kelt: __2023__ év 05__ hó 09 nap



Belső konzulens, Dr Csérhádi Máttyás
egyetemi docens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.