

# A szennyvíziszapok erdészeti hasznosításának jövőbeni lehetőségei, ill. alternatíva a jelen számára: degradált, erodált területek rekultivációja a szennyvíziszap kockázatmentes, fenntartható és gazdaságos hasznosításával

---

*DR. HEIL BÁLINT<sup>2</sup> - HORVÁTH SÁNDOR<sup>1,2</sup> – DR. KOVÁCS GÁBOR<sup>2</sup>*

*1 - SZÉKESFEHÉRVÁRI TÉGLAIPARI KFT. – 8000 SZÉKESFEHÉRVÁR, GOMBÓCLESŐ-HEGY*

*2 - ÉSZAK-DUNÁNTÚLI HULLADÉKHASZNOSÍTÓ KFT. – 9400 SOPRON, IBOLYA ÚT 11.*

# A szennyvíziszapok erdészeti hasznosításának jövőbeni lehetőségei



Forrás:

Bal oldali kép: Development of reforested stand on former peat mining area a case study Dagnija Lazdina, Ieva Bebre, LSFRI Silava The 7th ICP Forests Scientific Conference 21 - 23 May 2018, Riga, Latvia Trial is stop of Field trip together with participants of ICP Forests Task Force Meeting

Jobb oldali kép: fotó: Magyar Csaba

# A szennyvíziszapok erdészeti hasznosításának jövőbeni lehetőségei

**61/2017. (XII. 21.) FM rendelet az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény végrehajtásáról**

## Az erdő talajának védelme

**63. § (2)\***— Az **erdőben** szennyvíz, hígtrágya vagy talajszennyező anyag, valamint - a **(2a) bekezdésben foglalt kivétellel** - **szennyvíziszap elhelyezése tilos.**

**(2a)\***— Az erdészeti hatóság a hulladéknak nem minősülő, és **mezőgazdasági hasznosítású termőföldön alkalmazható szennyvíziszap alkalmazását ???**

**a) erdőtelepítés talaj előkészítése**, valamint

**b) a 7. § (1) bekezdés e) vagy f) pontjában** foglalt természetességi állapotra vonatkozó alapelvárású erdő esetében a **mesterséges erdőfelújítás talajelőkészítése**

során a talaj tápanyag- és vízgazdálkodásának javítása céljából - **kérelemre**, védett természeti terület és Natura 2000 terület kivételével - engedélyezi, ha

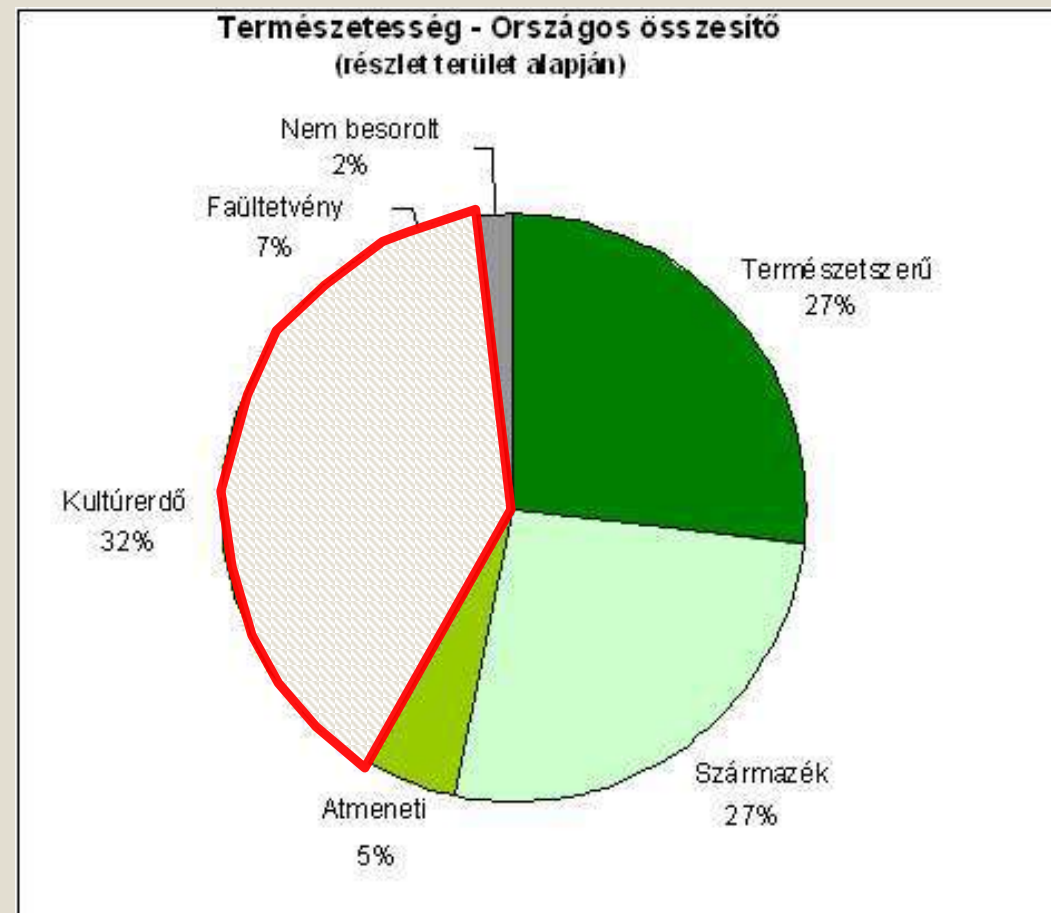
- az erdőgazdálkodó **megfelelő akkreditációval rendelkező kutatóhely** közreműködésével biztosítja a kihelyezett szennyvíziszap termőhelyre, és erdei életközösségre való hatásainak folyamatos,
- **legalább húsz éven** keresztül történő figyelemmel kísérését.

# A szennyvíziszapok erdészeti hasznosításának jövőbeni lehetőségei

**e)\* kultúrerdők:** az emberi beavatkozás célja miatt a termőhelynek megfelelő természetes erdőtársulást alkotó fafajaitól jelentősen eltérő fajokból álló erdők,

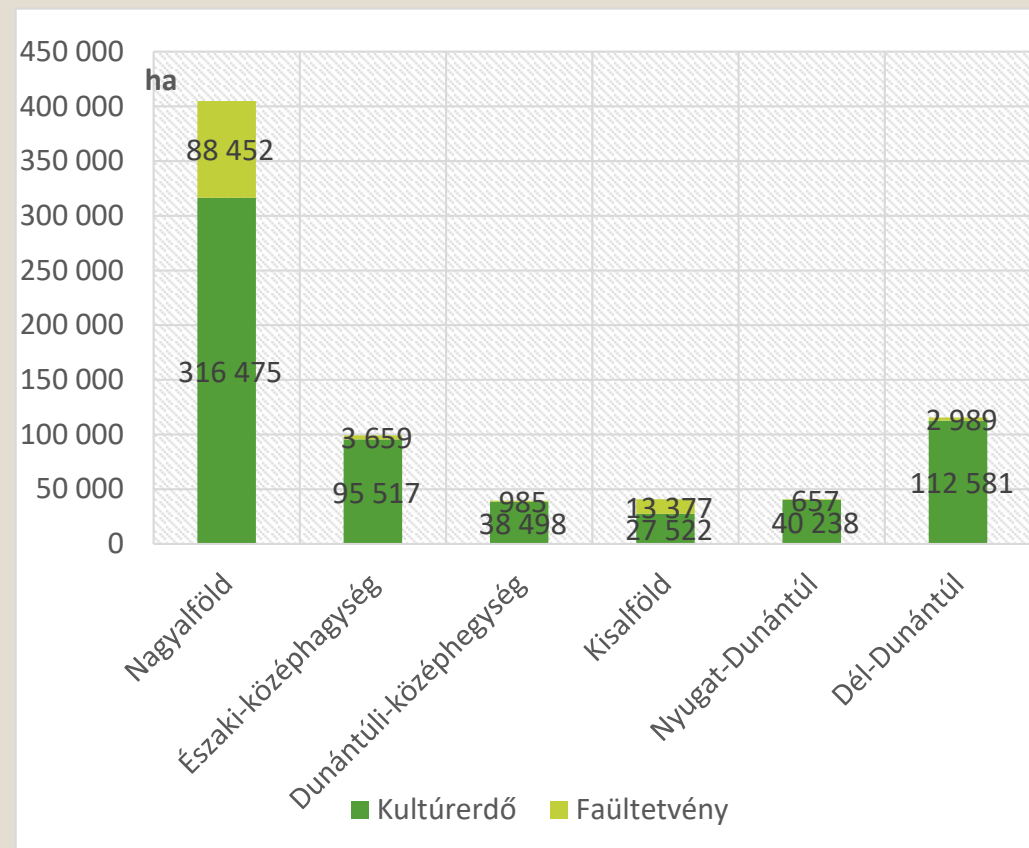
- amelyek elegyarányát tekintve több, mint 70%-ban idegenhonos, erdészeti tájidegen,
- vagy több, mint 50%-ban intenzíven terjedő fajokból állnak,
- vagy ahol az adott termőhelynek megfelelő természetes erdőtársulást alkotó őshonos fajok kevesebb, mint 30%-os elegyarányban,
- vagy egyáltalán nincsenek jelen;

**f)\* faültetvény:** jellemzően idegenhonos fajokból vagy azok mesterséges hibridjeiből álló, szabályos hálózatban ültetett, intenzíven kezelt erdő.



# A szennyvíziszapok erdészeti hasznosításának jövőbeni lehetőségei

Erdészeti táj	Kultúrerdő	Faültetvény	Összesen
Nagyalföld	316 475	88 452	404 926
Északi-középhegység	95 517	3 659	99 176
Dunántúli-középhegység	38 498	985	39 483
Kisalföld	27 522	13 377	40 899
Nyugat-Dunántúl	40 238	657	40 895
Dél-Dunántúl	112 581	2 989	115 571
<b>Összesen</b>	<b>630 830</b>	<b>110 121</b>	<b>740 951</b>



# A szennyvíziszapok erdészeti hasznosításának jövőbeni lehetőségei

A Nagyalföld kultúrerdeinek és faültetvényeinek (404.926 ha)

- 47% ESZTY-TVFLEN-HH-KMÉ-H.
- 20% KTT-TVFLEN-KBE-KMÉ/MÉ-H.



Faállomány	Terület	
	(ha)	(%)
<b>Akácos</b>	58 409	30%
<b>Hazai nyáras - akácos</b>	26 602	14%
<b>Nemes nyáras – akácos</b>	7 711	4%
<b>Nemesnyáras</b>	21 214	11%
<b>Feketefenyves</b>	21 810	11%
<b>Egyéb lombelegyes Ff</b>	7 677	4%
<b>Fenyőelegyes Ff</b>	9 236	5%
<b>Erdeifenyves</b>	7 704	4%
<b>Egyéb lombelegyes Ef</b>	7 017	4%

# A szennyvíziszapok erdészeti hasznosításának jövőbeni lehetőségei

Tenyészeti év	Erdőtelepítés és fásítás				Erdőfelújítás (KSH 2018)			
	első kivitelű erdőtelepítés	első kivitelű fásítás	pótlás	összesen	természetes erdőfelújítás	mesterséges erdőfelújítás	pótlás	összesen
2010/2011	<b>2 803</b>	–	658	3 461	6 053	<b>6 518</b>	2 586	15 157
2011/2012	<b>4 537</b>	–	472	5 009	6 904	<b>8 033</b>	3 922	18 859
2012/2013	<b>2 530</b>	–	720	3 250	8 449	<b>10 147</b>	4 932	23 528
2013/2014	<b>1 287</b>	–	312	1 599	7 553	<b>11 354</b>	4 224	23 131
2014/2015	<b>318</b>	–	134	452	8 000	<b>8 989</b>	3 242	20 232
2015/2016	<b>158</b>	–	142	300	7 870	<b>9 961</b>	3 429	21 260
2016/2017	<b>616</b>	–	68	684	7 255	<b>8 603</b>	2 674	18 532

# Szennyvíziszap stratégiából...

***... a szennyvíziszap elsősorban nem hulladékként kezelendő, hanem másodlagos nyersanyagként és megújuló energiaforrásként hasznosítandó. ...***



# Degradált, erodált területek rekultivációja a szennyvíziszap kockázatmentes, fenntartható és gazdaságos hasznosításával

---



# Degradált, erodált területek rekultivációja a szennyvíziszap kockázatmentes, fenntartható és gazdaságos hasznosításával

## CÉLKITŰZÉS:

- helyettesítő talajközeg létrehozása;
- fás és lágyszárú energetikai növényzet telepítése;
- degradált és gyenge termőképességű területek javítása;
- tájrehabilitáció elvégzése;
- hulladékhasznosítással egyetemben;
- iparjogvédelmi eljárás.



# Növényzet

Mi a növényzet igénye?

- Termékeny talajfelszín

Hogyan alakítható ki?

- Természetes formában létrejött talajok
- Mesterségesen létrehozott helyettesítő talajközeg

Elérhető legjobb technológia!

- Alapjaiban nem új;
- Megvalósítható;
- Jelenlegi társadalmi jogi, gazdasági háttérhez illesztett;

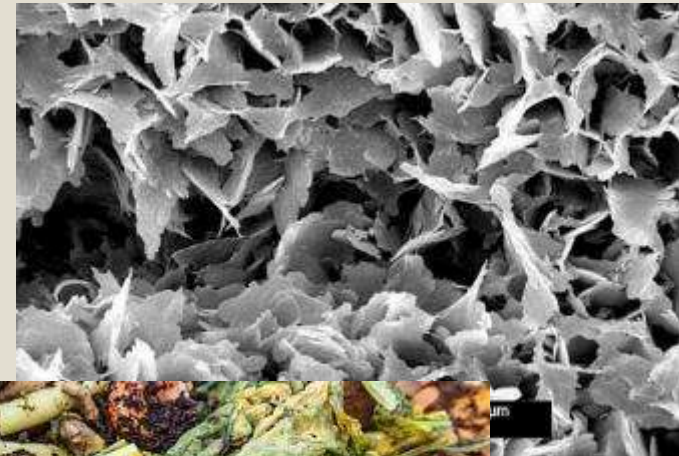


**10 t/ha/év száraz biomassza – 2 családi ház (≈3500 m<sup>3</sup> gáz kiváltása)**

# Ökológiai rendszer

## TALAJ, MINT HÁROM FÁZISÚ POLIDISZPERZ RENDSZER

- talaj szerves vázkomponensei
  - Vázanyagok
    - Agyag, iszap, homok, kavics
    - Inert anyagok
- talaj szerves összetevői (nem veszélyes hulladékok)
  - Mg-i, kertészeti, vízkultúrák termeléséből, erdőgazdaságból, vadászatból, halászatból, élelmiszer előállításból és feldolgozásból származó hulladékok
  - Fafeldolgozásból és falemez-, bútor-, cellulóz, rost, szuszpenzió-, papír- és kartongyártásból származó hulladékok,
  - Bőr-, szőrme- és textilipari hulladékok
  - Szennyvíziszap (a benne levő víz is hasznosul)
  - Háztartási hulladékok biológiai frakciói



# Ökológiai rendszer

---

ÁSVÁNYI ÖSSZETEVŐK + SZERVES  
ÖSSZETEVŐK

≠

TALAJ



# Ökológiai rendszer

ÁSVÁNYI ÖSSZETEVŐK + SZERVES  
ÖSSZETEVŐK

≠

TALAJ

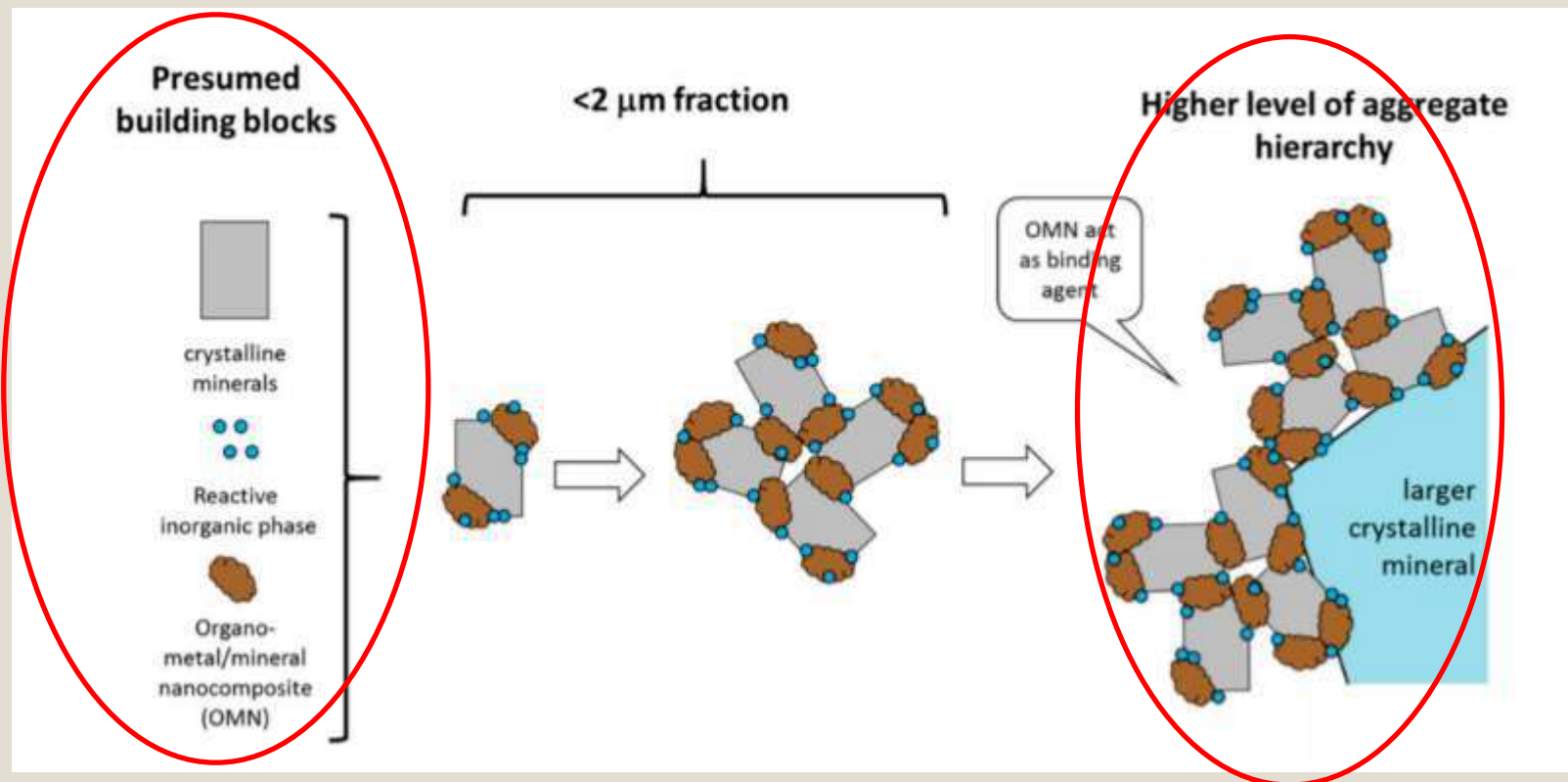


talajosodáshoz szükséges idő  
és egyéb környezeti feltételek



# Ökológiai rendszer

## ORGANO-MINERÁLIS KOMPLEXEK



Forrás: In Search of a Binding Agent: Nano-Scale Evidence of Preferential Carbon Associations with Poorly-Crystalline Mineral Phases in Physically-Stable, Clay-Sized Aggregates Maki Asano 1,\* ,†, Rota Wagai 2,\* ,† ID , Noriko Yamaguchi 2 ID , Yasuo Takeichi 3 ID , Makoto Maeda 4 , Hiroki Suga 5,6 and Yoshio Takahashi 6



# Szennyvíziszap hasznosítás kalkuláció 10 ha területre

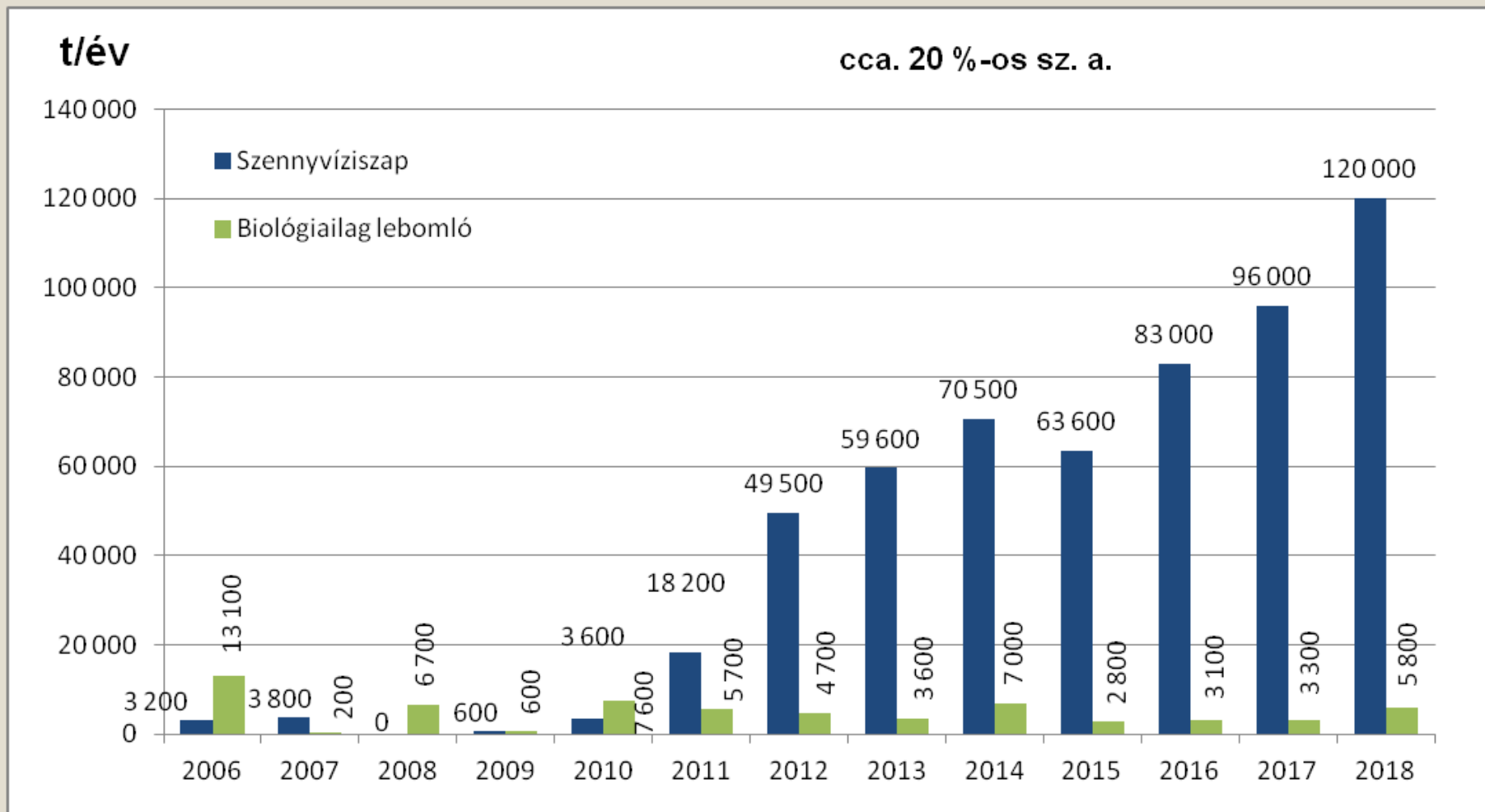
1:1 keverési aránynál

terület [ha]	vázanyag vastagság [m]	ö. iszap (20%) [t]	sz.a [t]	víz [t]
10	1	180 000*	36 000	144 000
10	2.5	450 000**	90 000	360 000

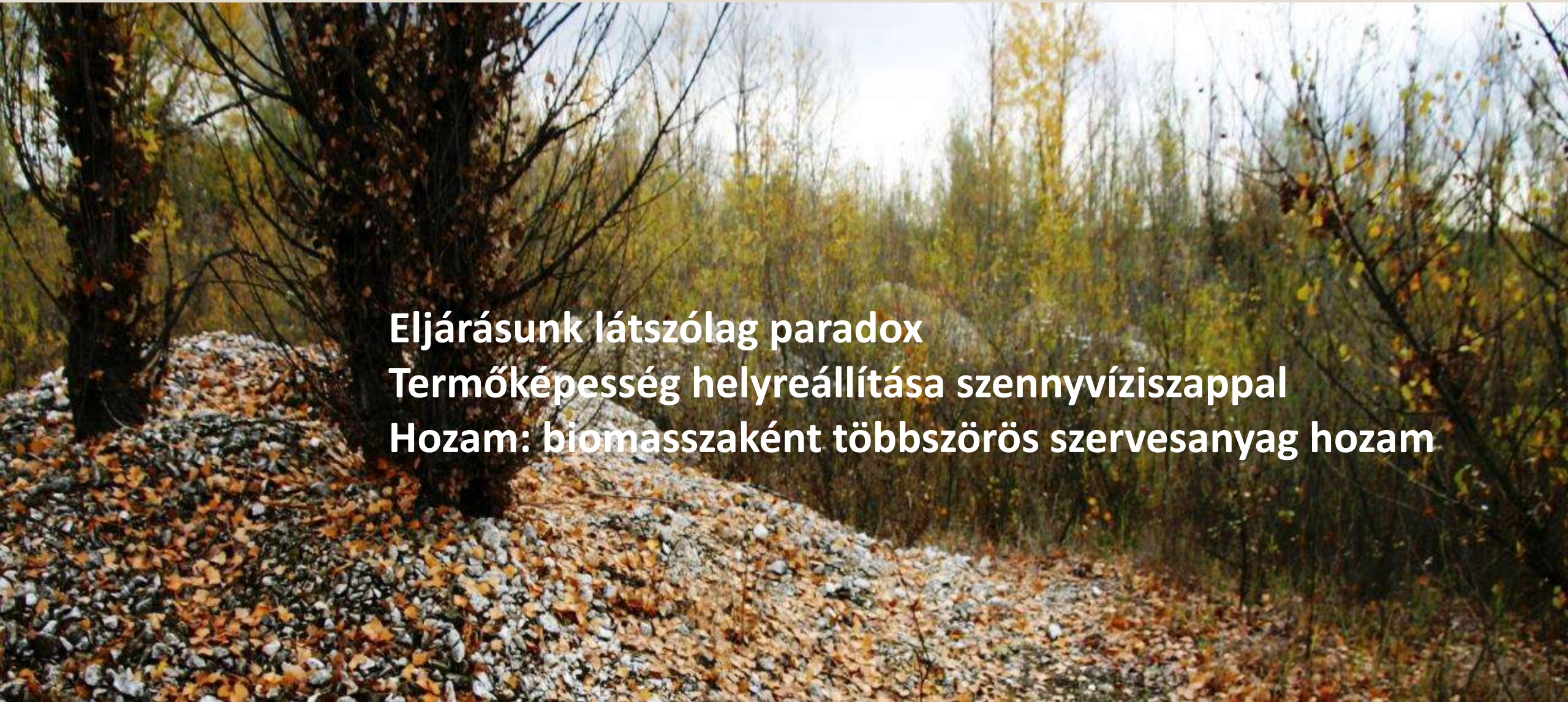
\*  $100\,000\text{ m}^2 \times 1.5\text{ t/m}^3 \times 1.2 = 180\,000\text{ t}$

\*\*  $100\,000\text{ m}^2 \times 2.5\text{ m} \times 1.5\text{ t/m}^3 \times 1.2 = 450\,000\text{ t}$

# Gombócleső-hegy szennyvíziszap hasznosítása



# Nézőpont kérdése, hogy sok-e az iszap vagy sem?



**Eljárásunk látszólag paradox**  
**Termőképesség helyreállítása szennyvíziszappal**  
**Hozam: biomasszaként többszörös szervesanyag hozam**

# Nézőpont kérdése, hogy sok-e az iszap vagy sem?



**300.000 ha rekultiválandó, gyenge termőképességű terület**

# Nézőpont kérdése, hogy sok-e az iszap vagy sem?

- 
- 1) 10.000.000 fő x 0,1 kg/nap sz.a. – 1000 t/nap sz.a.
  - 2) 365.000 t/év szárazanyag szennyvíziszap
  - 3) 10 at/ha/év biomassa – 36.500 ha fás szárú energetikai ültetvény bioenergiája
  - 4) 25.000 Ft/at biomassa ca. 9,125 Mrd Ft

# Szennyvíziszap hasznosítás előtt és után

---



# Technológia elve

---

- Termékeny talajfelszín előállítása a növényzet igényeihez igazítva
- Mesterségesen létrehozott talajok
- Jelenlegi társadalmi jogi, gazdasági háttérhez illesztett
- Műszaki, biológiai kezelés a gazdaságossági szempontok alapján
- Ökológiai kockázatoktól mentes eljárás alkalmazása



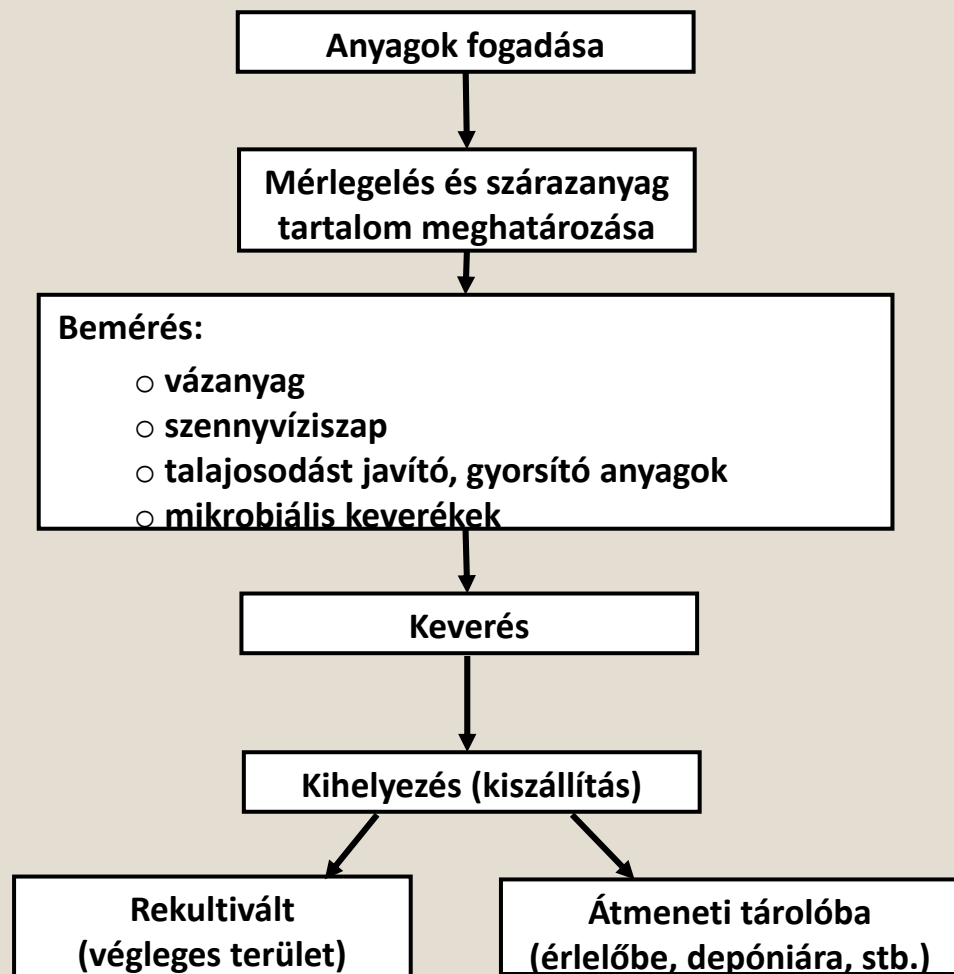
# Technológia elemei

---

- Helyben rendelkezésre álló ásványi nyersanyag hasznosítása;
- Szennyvíziszap hasznosítása a termőtalaj előállításában;
- Víztartalom hasznosítása;
- Elegyítés speciális üzemi szintű gépiesített megvalósítása;
- Talaj mikrobiológiai kezelések elvégzése;
- Fás szárú ültetvény létrehozása gazdasági céllal.



# Technológiai folyamata



# Technológiai folyamata



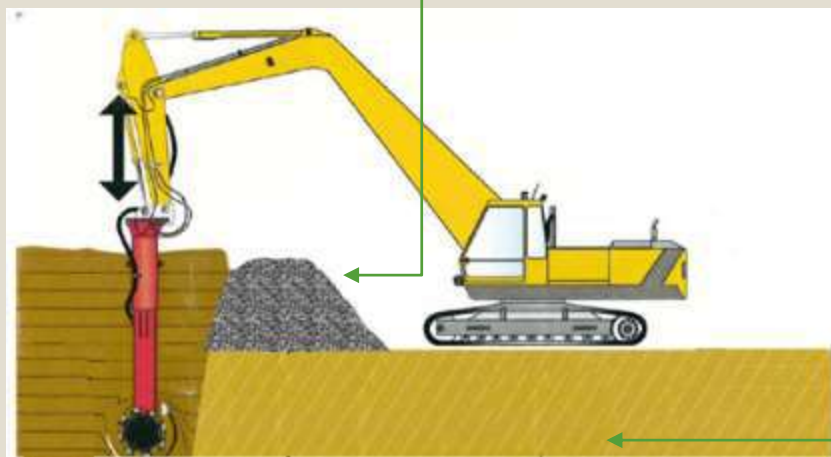
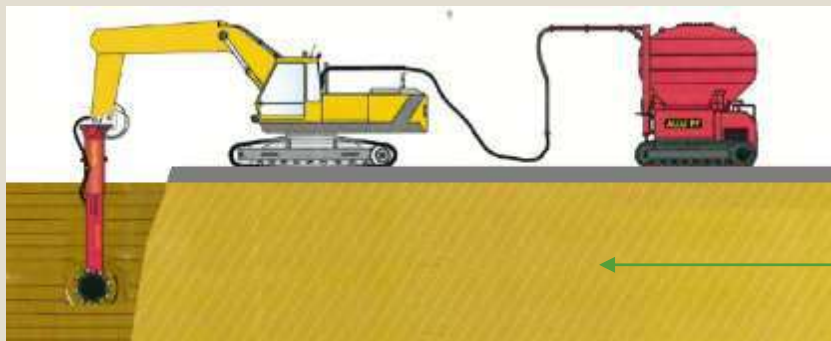
ROCKWHELL  
lazító és bontó szerelék



Keverésre átalakított  
szerelék

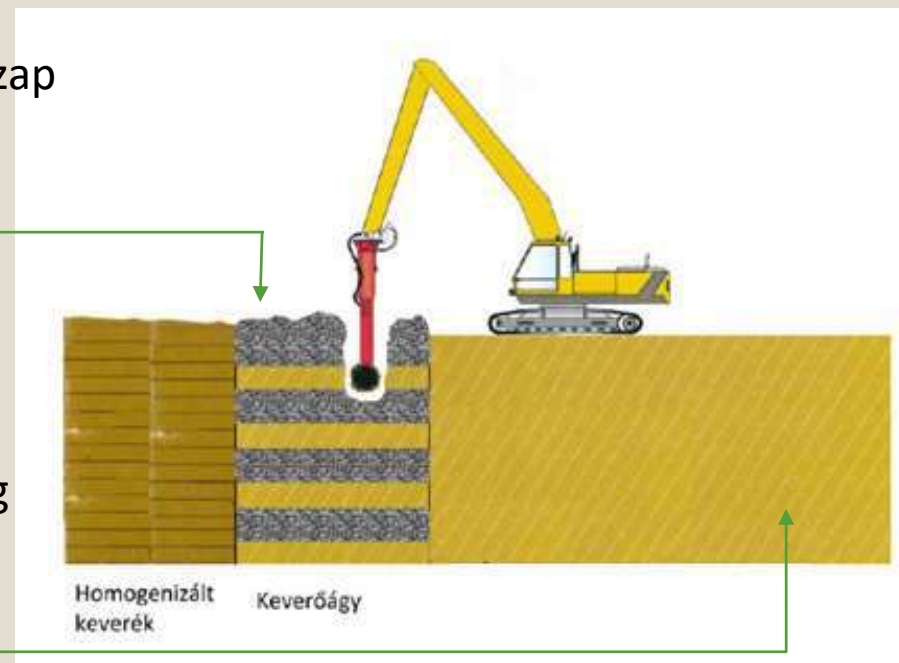


# Technológiai folyamata



Szennyvíziszap

Helyi vázanyag



Keverék

# Technológiai folyamat



# Technológiai folyamat



# Technológiai folyamata



# Meghatározott talajparaméterek

## HELYETTESÍTŐ TALAJKÖZEG KÍVÁNT PARAMÉTEREI

Vizsgált paraméter
pH vizes
Sótartalom (m/m%)
Fenolftalein lúgosság (%)
Kicserélhető Na <sup>+</sup>
CaCO <sub>3</sub> (m/m%)
Térfogattömeg (g/cm <sup>3</sup> )
Mechanikai összetétel
Humusz (m/m %)
Termőréteg vastagság (cm)



# Talajosodási folyamatok monitorozása

## ERDÉSZETI KUTATÁSOK, ÖKOLÓGIAI HÁTTÉRISMERETEK

### Vizsgálatok

- Talajfizikai, talajkémiai, adszorpciós vizsgálatok
- Talajbiológiai vizsgálatok
  - Mikrobiológiai összetétel vizsgálat
  - Patogének vizsgálata (opcionális)
  - Talajkeverékek biológiai oltása, folyamatos végrehajtása

### FELADAT A TALAJOLTÁS

- **A rekultiválandó területhez közeli, természetes talajképződési folyamatokkal létrejött, termékeny talajból történő mintavétellel starter kultúrák izolálása. A starter kultúrák az elkészített keverék mikrobiológiai közösségi összetételének kialakítását szolgálják!**



# Talajosodási folyamatok monitorozása

## ÁSVÁNYI ANYAGOK VIZSGÁLATA

- Fizikai vizsgálatok
- Kémiai vizsgálatok
- Elemvizsgálatok

Megrendelő: Fehérvári Téglaiipari Kft.  
Származási hely: Fehérvári Téglaiipari Kft.  
Laborsorszám: 2395/2014

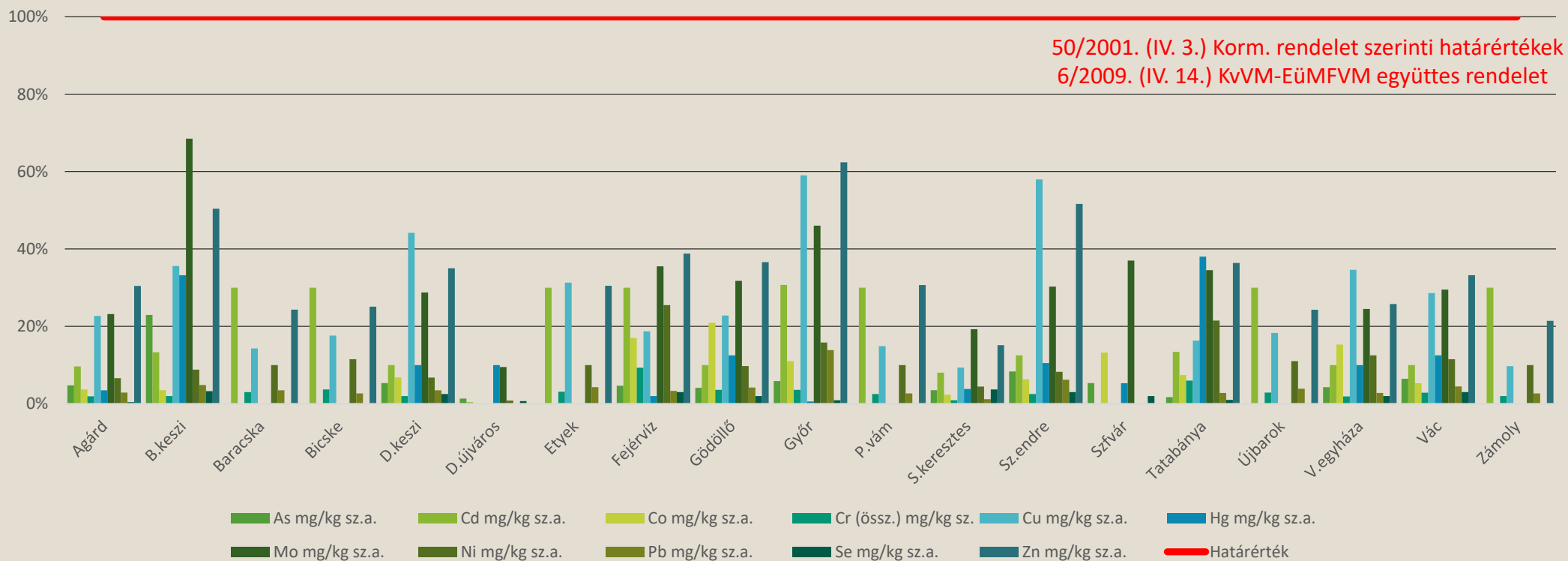
Minta azon.	M : 1205
pH(KCl)	7,47
KA	55
Sótartalom m/m %	< 0,02
CaCO <sub>3</sub> m/m %	21
Humusz m/m %	0,40
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N mg/kg	1,41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	36,4
K <sub>2</sub> O mg/kg	61
Na mg/kg	69,9
Mg mg/kg	698
Cu mg/kg	1,15
Zn mg/kg	0,38
Mn mg/kg	39,8
SO <sub>4</sub> -S mg/kg	47,8

Megrendelő: Fehérvári Téglaiipari Kft.  
Származási hely: Fehérvári Téglaiipari Kft.  
Laborsorszám: 2395/2014

Minta azon.	M : 1205
Al mg/kg	6190
As mg/kg	5,31
B mg/kg	2,45
Ca mg/kg	27500
Cd mg/kg	< 0,02
Co mg/kg	5,74
Cr mg/kg	5,31
Cu mg/kg	6,05
Fe mg/kg	13000
Hg mg/kg	< 0,06
K mg/kg	1670
Mg mg/kg	8570
Mn mg/kg	181
Mo mg/kg	< 0,06
Na mg/kg	73,3
Ni mg/kg	19
P mg/kg	393
Pb mg/kg	5,4
S mg/kg	131
Se mg/kg	< 0,4
Zn mg/kg	35,3

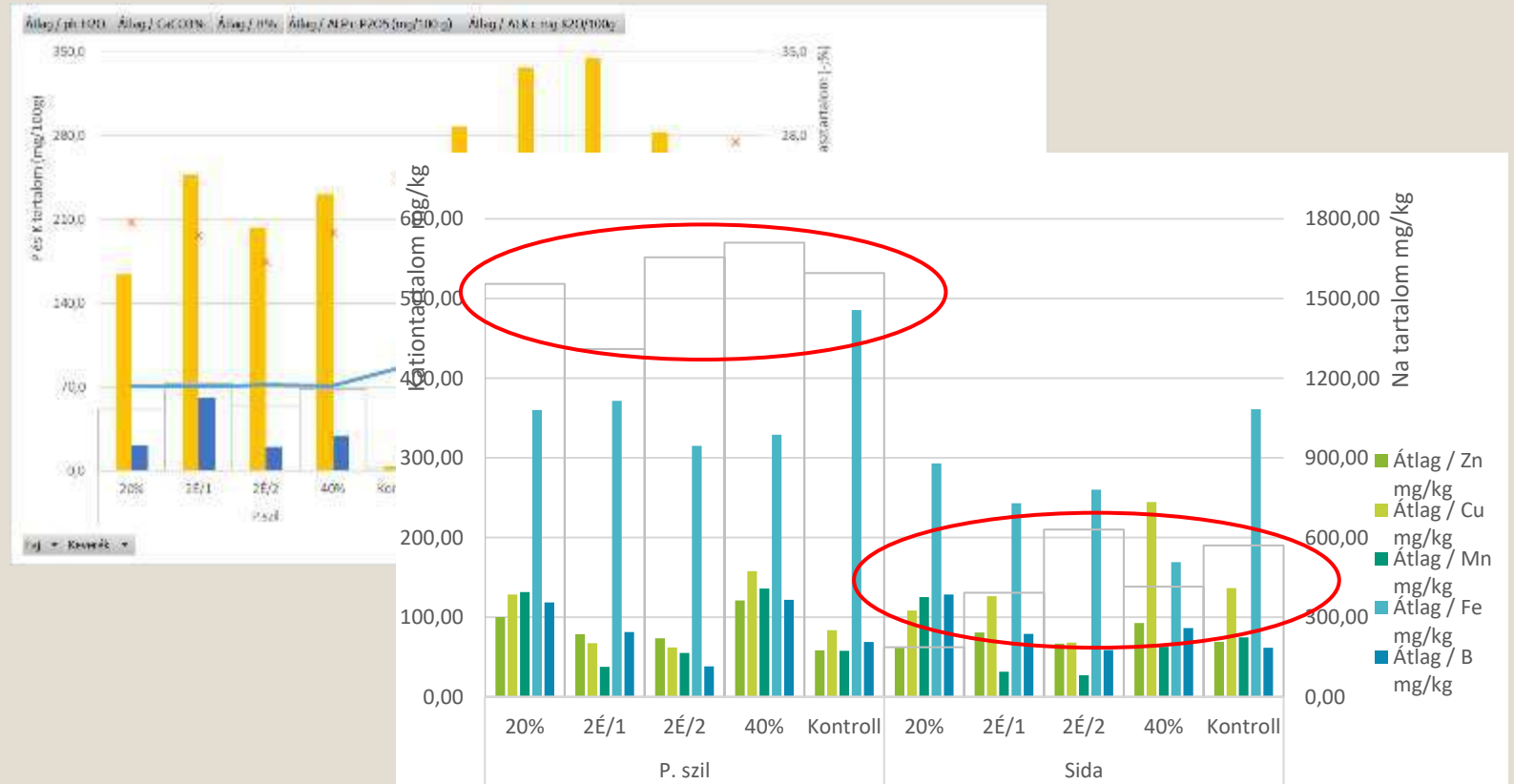
# Talajosodási folyamatok monitorozása

## FRISS SZERVESANYAGOK VIZSGÁLATA



# Talajosodási folyamatok monitorozása

## TENYÉSZEDÉNY VIZSGÁLATOK



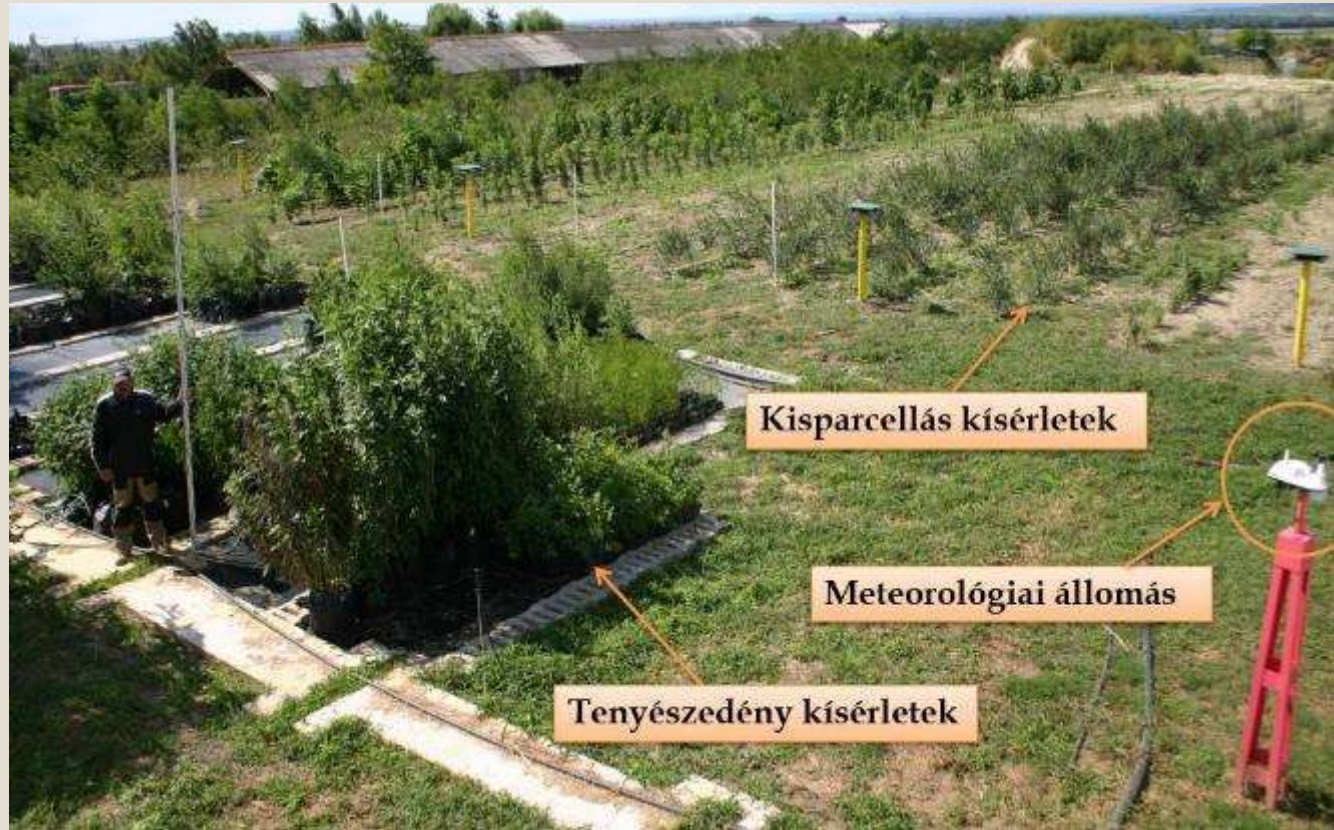
2É/1 – 2 éves keverék 20 % szervesanyag, 2É/2 – 2 éves keverék 40 % szervesanyag, 20% - 1 éves keverék 20 % szervesanyag, 40% - 1 éves keverék 40 % szervesanyag, kontroll – csernozjom A-szint

# Talajosodási folyamatok monitorozása

## KISPARCELLÁS VIZSGÁLATOK

### Különböző keverékek előállítása

- Adott keverékek vizsgálata
  - Talajvizsgálatok
  - Talajvíz (talajoldat) vizsgálatok (opcionális)
  - Növényvizsgálatok

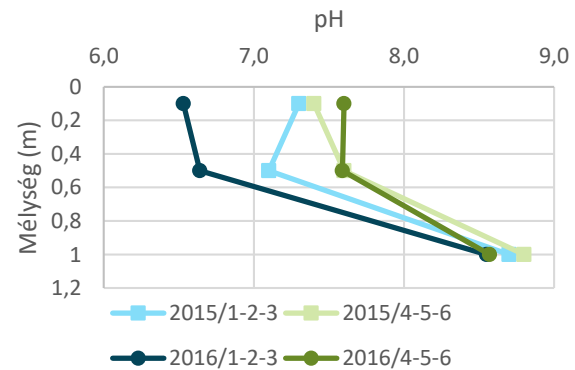


# Talajosodási folyamatok monitorozása

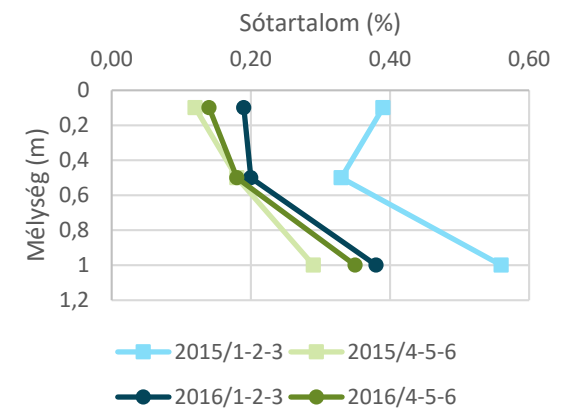
## KISPARCELLÁS VIZSGÁLATOK



pH megoszlása



Sótartalom megoszlása



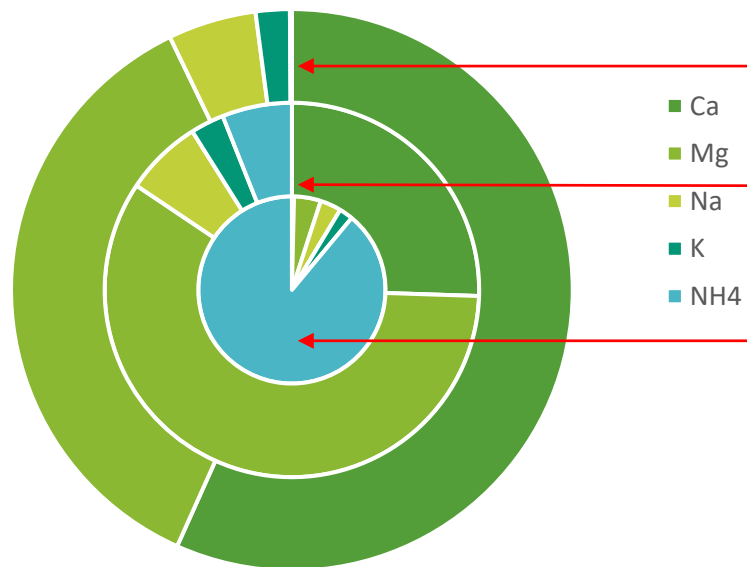
# Talajosodási folyamatok monitorozása

## KISPARCELLÁS VIZSGÁLATOK – LIZIMÉTERES MINTÁK (4 ÉVES 1:1-ES KEVERÉK)

2016/1-2-3 jelű minták kationmegoszlása

Mintavétel helye

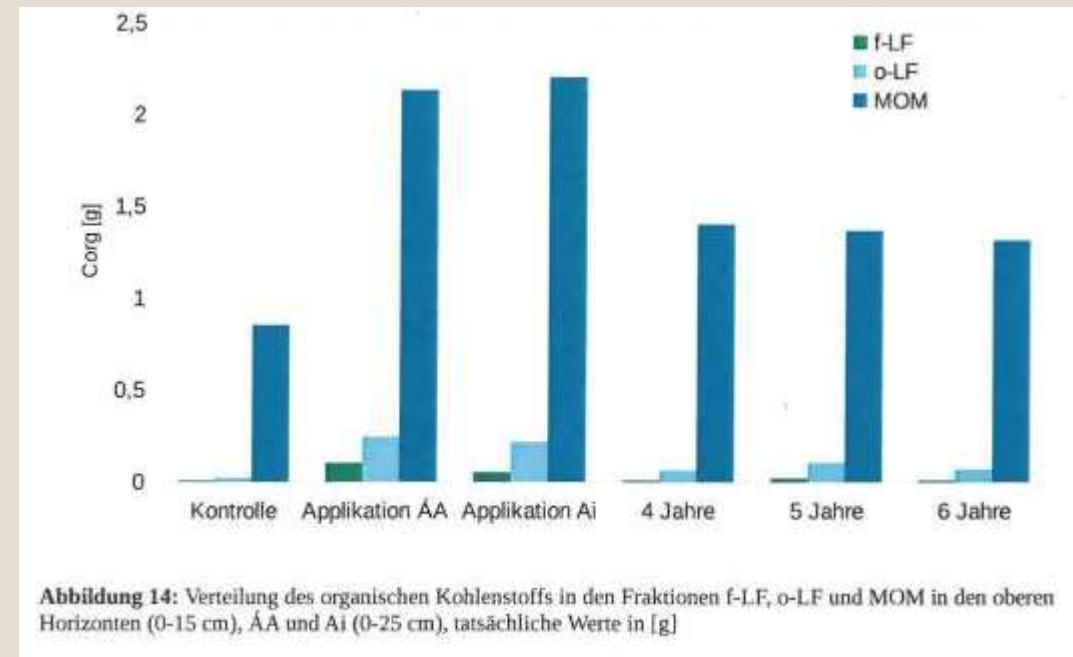
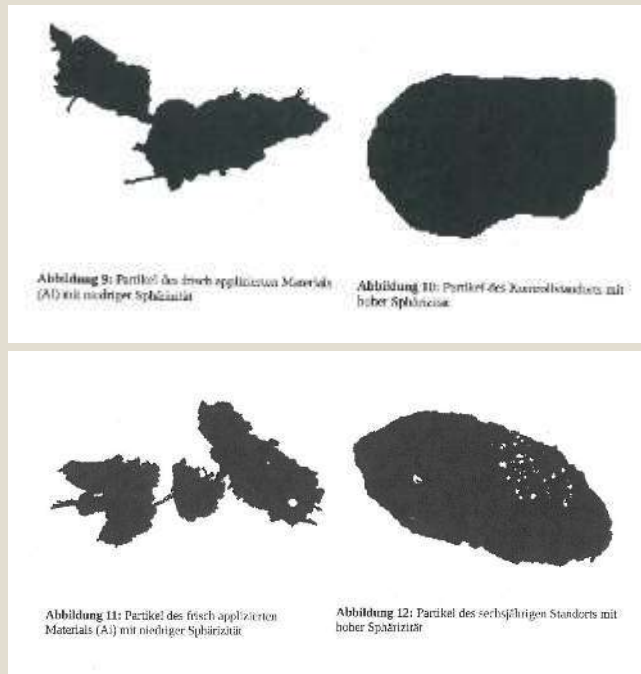
Külső gyűrű 0,1 m  
Középső gyűrű 0,5 m  
Belső kör 1,0 m



1-2-3 pusztaszil – korai juhar - 4-5-6 pusztaszil – magas kőris parcellák

# Talajosodási folyamatok monitorozása

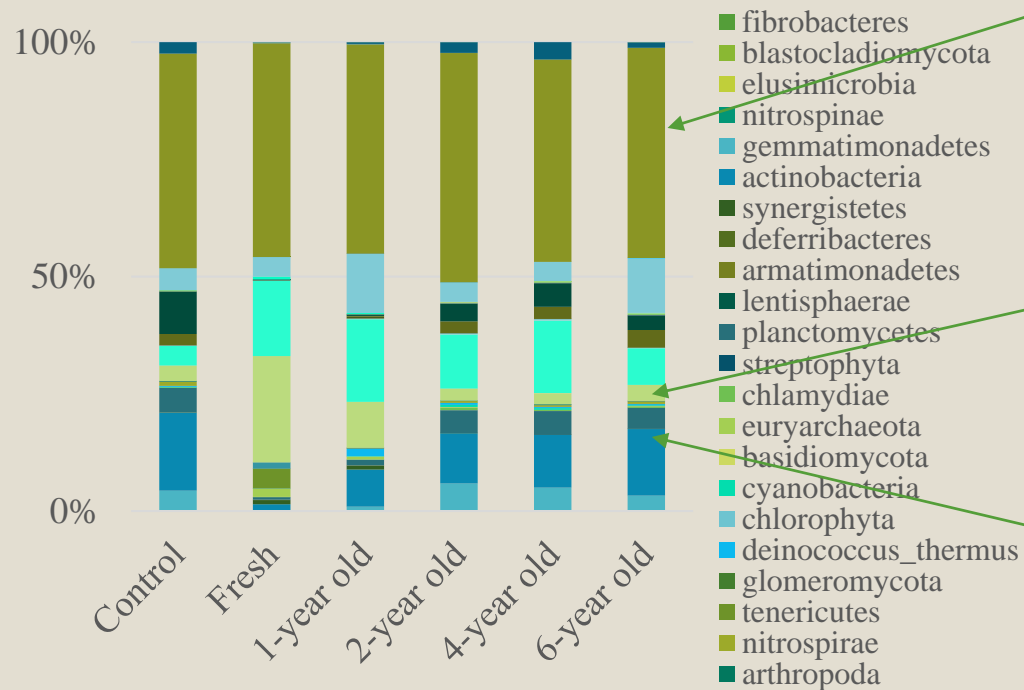
ALBERT-LUDWIGS UNIVERSITÄT FREIBURG



Forrás: Alina Lachmann Matrikelnur.: 3708552 (2018): Bodenbildung auf Klärschlammrekultivierungsflächen, Freiburg, Bachelorarbeit.

# Talajosodási folyamatok monitorozása

OKLAHOMA STATE UNIVERSITY



# Eljárásunk előnyei

---

- Szabadalmaztatott pontos műszaki leírás;
- Ökológiailag, ökonómiailag a legkedvezőbb jelenleg elérhető technológia;
- Szennyvíziszap hasznosítása a környezetterhelés minimalizálása elvének, a hulladékhasznosítás elvének figyelembevételével történik;
- Tájba illesztett felszínen fás- és lágyszárú, energetikai vagy ipari célú fatermesztés kivitelezése válik lehetővé. Ez hozzájárul a megújuló energia fokozott mértékű hasznosítása elvének megvalósításához;
- Korábbi degradált talajfelszínen rövid időn (2-3 év) belül, magas humusz- és tápanyagtartalmú, nagy víztartó képességű talaj-rendszer keletkezik, amely kielégíti a növények igényeit;
- A ma ismert szennyvíziszap és biológiailag lebomló hulladékok hasznosítási módjai közül a legzöldebb eljárásként definiálható;
- A magas víztartalom kedvezően hasznosul a növényzet általi felvétellel, kompenzálva a klimatikus vízhiányt;

# Eljárásunk előnyei

---

- A szennyvíziszapban és a felhasznált biológiai hulladékokban jelen lévő szerves anyag gyors lebomlása helyett lehetővé válik annak jóval nagyobb arányú megőrzése, a szerves-ásványi komplexek képződése és a szervesanyag lebomlását ezzel megakadályozó stabilizáció által. Ez egyben a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentését okozza;
- A korábbi rekultivációs eljárásokkal szemben jóval mélyebb, akár több méteres vastagságú, réteges termőközeg létrehozását teszi lehetővé, ezáltal stabilabb ökológiai rendszert képező növényzeti borítás alakul ki rajta;
- A technológia helykihasználása a korábbi megoldásokkal összehasonlítva kiemelkedő;
- A technológiában felhasznált biológiai eredetű hulladékok hasznosítása révén gazdaságilag eredményessé, finanszírozhatóvá válik a teljes rekultivációs folyamat;
- A korábbi technológiákkal szemben mellőzi a máshol előállítandó vagy máshol letermelésre kerülő humuszos ill. egyéb takaróanyag szállításának, mozgatásának igényét, ezáltal jelentős költségmegtakarítást ér el a rekultiváció kivitelezésében. A szállításokból adódó környezeti terheléseket is elkerüli;

# Eljárásunk gyakorlati alkalmazásai

---

- Valamennyi projekt esetében vizsgálni kell a terület alkalmasságát a technológiánk alkalmazhatóságát illetően!
- Ismerni kell a terület geomorfológiai adottságait!
- Ismerni kell a geológiai és vízföldrajzi adottságokat!
- Minden esetben a területi adottságokhoz kell igazítani a technológiát, a szervesanyag mennyiségi és minőségi adottságainak ismeretében!

Eljárásunkhoz kapcsolódó szolgáltatásaink:

- Területek alkalmasságának felmérése, értékelése,
- Jogi, környezetvédelmi, természetvédelmi feltételek vizsgálata,
- Eljárás adaptálása adott területekre,
- Technológia megvalósítása, kivitelezése!

# Összefoglalás

## ÖKOLÓGIAI CÉL

- Növényekkel borított zöld felszín létrehozása rekultivációs céllal;
- Biomassza termelés;
- Egyidőben történő rekultiváció és a szervesanyagok hasznosítása.

## ÖKONÓMAI CÉL

- Lehető legzöldebb technológia alkalmazása;
- Egyidőben történő tájrehabilitáció és szerves hulladékhasznosítás gazdaságosan végrehajtható;
- ***Szükség szerint a helyettesítő talajközeg más rekultiválandó területekre is kiszállítható.***





# Köszönjük a megtisztelő figyelmet !

---



Dr. Heil Bálint – [heilbalint2@gmail.com](mailto:heilbalint2@gmail.com)

06-30-319-7412

Horváth Sándor – [teglal2@t-online.hu](mailto:teglal2@t-online.hu)

06-30-934-7805

Dr. Kling István – [istvan.kling@gmail.com](mailto:istvan.kling@gmail.com)

06-30-927-7547

Dr. Kovács Gábor – [62kovacsgabor62@gmail.com](mailto:62kovacsgabor62@gmail.com)

06-70-907-6559