



# SOIL UTIL

## A SOILUTIL PROJEKT – INNOVATÍV TALAJJAVÍTÁS HULLADÉKOKKAL

Feigl Viktória, Molnár Mónika, Gruiz Katalin,  
Klebercz Orsolya, Ujaczki Éva és a BME hallgatói

BME ABÉT

Környezeti mikrobiológia és biotechnológia, 2013.03.25.

# A SOILUTIL PROJEKT (2009. SZEPT. – 2014. JAN.)

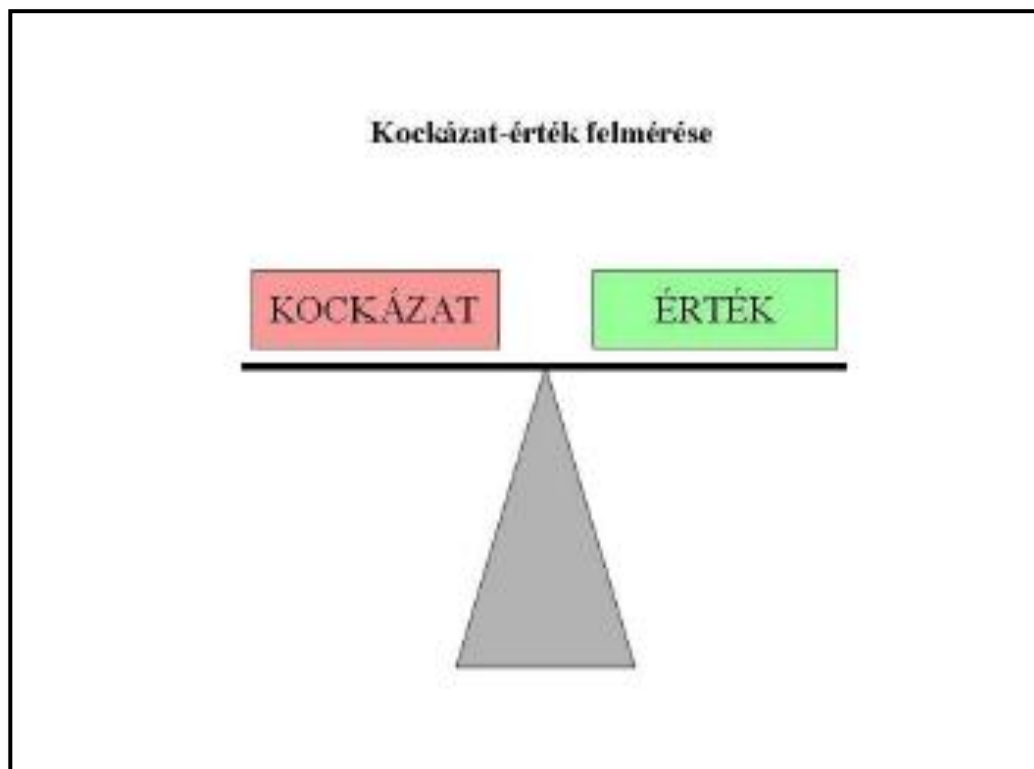
## Célok:

- Újrahasznosítható anyagok/hulladékok használata leromlott/szennyezett talajok fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak javítására
- Mérnöki tudományok modern eszköztárának felhasználása
- Kockázatközpontú szemlélet a hulladékmenedzsmentben
- Hulladék adatbázis és DST

## Résztvevők:

- .A.S.A. Magyarország Kft.
- WEPROT Kft.
- Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
- MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet

# KOCKÁZATKÖZPONTÚ HULLADÉKMENEDZSMENT KONCEPCIÓ



AZ AJKAI VÖRÖSISZAP  
KATASZTRÓFA —

SZENNYEZETT TALAJOK  
KÖRNYEZETI KOCKÁZATÁNAK  
FELMÉRÉSE

Diplomázó  
hallgatók  
eredményei

Anton  
Áron

Papp  
Bálint

Szabó  
Anett

Lerner  
Tamás

# AJKAI KATASZTRÓFA



# A KATASZTRÓFA KÖVETKEZMÉNYEI?

- $\text{Na}^+$  és  $\text{OH}^-$  ionok mobilitása
- Az elfogadható  $\text{Na}^+$  koncentráció és lúgosság a talajban és a talajvízben
- Élőhelyek károsodása
- A talaj víz- és levegőháztartásának változása
- Beforgatott vörösiszap hatása a talaj tulajdonságaira
- Bekeverhető vörösiszap maximális mennyisége
- Növénynövekedés és termesztés a vörösiszappal szennyezett talajokon
- Hosszútávú kockázatok a lakosságra és a gazdálkodókra nézve
- A legkockázatosabb expozíciós útvonalak
- Rövid távú károsodások
- Területspecifikus határértékek?
- Remediáció munka és pénzigénye?
- Társadalmi elfogadottsága a területen termelt növényeknek



# KOLONTÁR (2010.11.30.)



# A VÍZFOLYÁSOK ÉRINTETTSÉGE

- **Torna → Marcal → Rába → Mosoni-Duna**
- Torna és Marcal (pH = 12) élővilága teljesen kipusztult, 10 alatti pH Mosoni-Dunában
- **Beavatkozások**
  - azonnali: gipsz és ecetsav adagolása
  - a mederkotrás azóta is folyamatban
- Vörösiszap és gipsz kiülepedett a folyóvízi üledékben (finom szemcseméret)

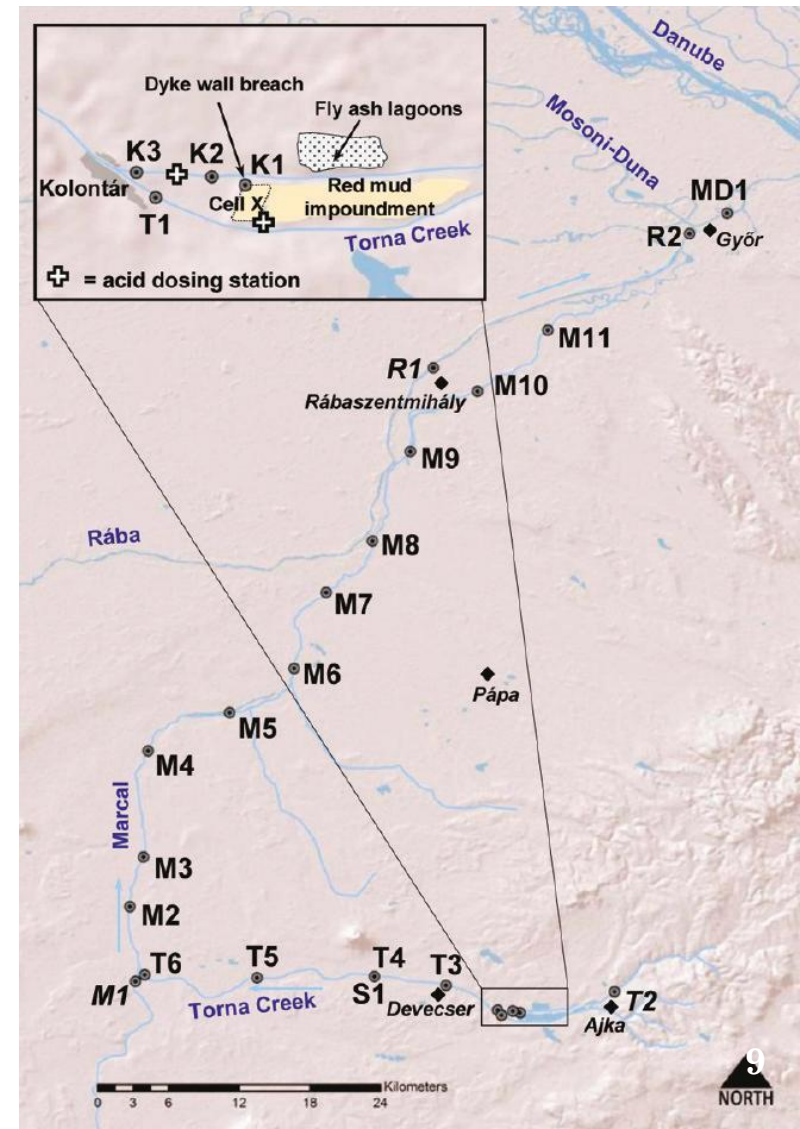


A vörösiszap terjedési iránya (MTI)



# MINTAVÉTEL

- 2010. december 1. és 2.,
- Torna, Marcal, Rába, Mosoni-Duna (kezdőbetűk),
  - Referenciaminták a torkolatok előtt (M1, R1, MD1),
- Minden mintavételi állomáson átlagminta (3 x kb. 500 g minta 12 m<sup>2</sup>-es területről)



A mintavételi állomások (Mayes *et al.*, 2011)

# VÍZMINTAVÉTEL



# A SZÁRÍTOTT ÜLEDÉKMINTÁK





# A MINTÁK TIPIZÁLÁSA

**Probléma:** a referenciaminták nem reprezentálhatnak egy egész folyószakaszt

**Tipizálás alapja:** indikátor elemtartalmak

- „Vörösiszapos”:  
kics.Na > 600 mg/kg
- „Gipszes”: össz.S > 2000 mg/kg
- „Kevéssé szennyezett”  
(egyik vagy másik anyag által)
- „Referencia”  
(torkolatok felvizeről)

|          | kics.Na<br>mg/kg | össz.S<br>mg/kg | pH<br>- |
|----------|------------------|-----------------|---------|
| T2 (REF) | 16,2             | 139,1           | 8,81    |
| T3       | 776              | 4517,7          | 9,06    |
| T4       | 697              | 1048            | 9,22    |
| T5       | 789              | 1281,5          | 8,66    |
| T6       | 1749             | 2317,7          | 9,12    |
| M1 (REF) | 60,2             | 155,4           | 9,05    |
| M2*      | 1888             | 1371,2          | 9,88    |
| M4       | 564              | 861,8           | 8,67    |
| M5       | 110              | 1566,2          | 8,35    |
| M6*      | 61               | 757,7           | 8,51    |
| M7       | 195              | 3887,1          | 8,39    |
| M8       | 139              | 2074,1          | 8,81    |
| M9       | 37,2             | 2897,4          | 8,16    |
| M10      | 95,2             | 4965,5          | 7,98    |
| M11      | 77               | 4542,4          | 8,31    |
| R1 (REF) | 50,3             | 457,9           | 8,26    |
| R2       | 80,4             | 595,1           | 8,41    |
| MD1      | 60               | 567,7           | 8,14    |

# PÓKHÁLÓDIAGRAM

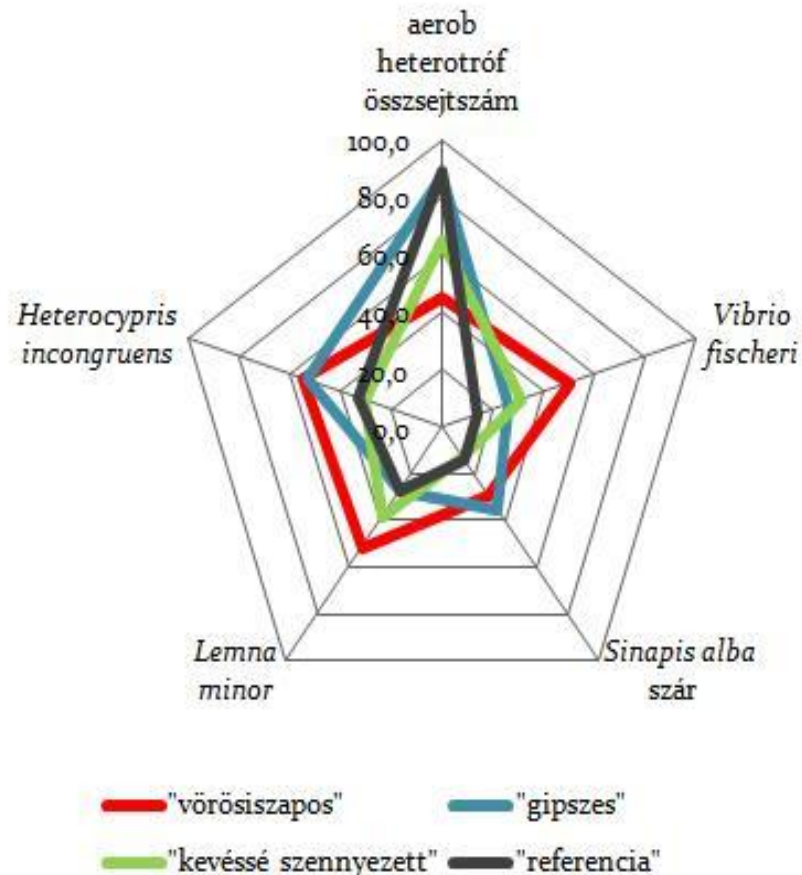
## ○ Az értékelés elve

- Rádiuszokon a biológiai, ökotoxikológiai tesztek
- Skálázás **toxicitási indexek** alapján: a viszonyítási alap az adott teszten legkevésbé gátló minta (100%: leginkább gátló)

## ○ Levonható következtetések

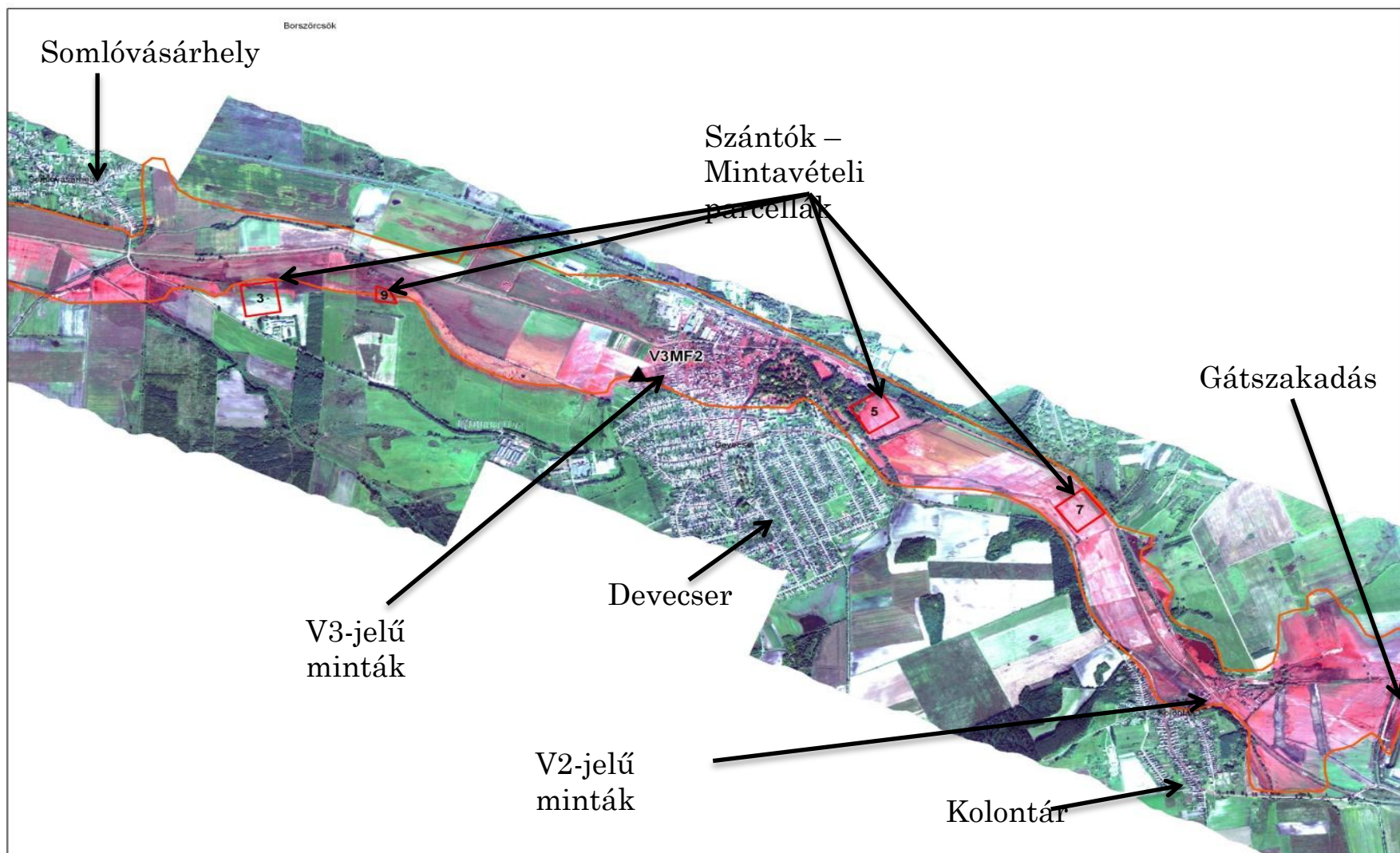
- Aerob heterotróf összsejtszámnál anomália!
- ***Vibrio fischeri*** és ***Lemna minor***: csak vörösiszap-szennyezettségre érzékenyek
- ***Sinapis alba*** és ***Heterocypris incongruens***: vörösiszap- és gipszszennyezetség egyaránt érzékenyek
- A kevésbé szennyezett minták toxicitása a tesztek többségén nem jelentősen nagyobb a referenciamintákénál

## A mintatípusok átlagos relatív „toxicitása” a tesztekben





# TALAJOK VÖRÖSISZAP BORÍTOTTSÁGA - MINTAVÉTELI HELYSZÍNEK



# ELÁRASZTOTT TALAJOK ÁLLAPOTÁNAK FELMÉRÉSE – MINTAVÉTELEK

- Kolontári és devecseri elárasztott kertek
  - 2010.10.08.
  - 2010.10.28.
  - 2010.11.11.
- Szántóföldek Kolontár, Devecser és Somlóvásárhely között
  - 2010.10.28–29.





# MINTAVÉTEL



# MINTAVÉTEL – VÖRÖSISZAPOS FELSŐ RÉTEG ELTÁVOLÍTÁSA UTÁN



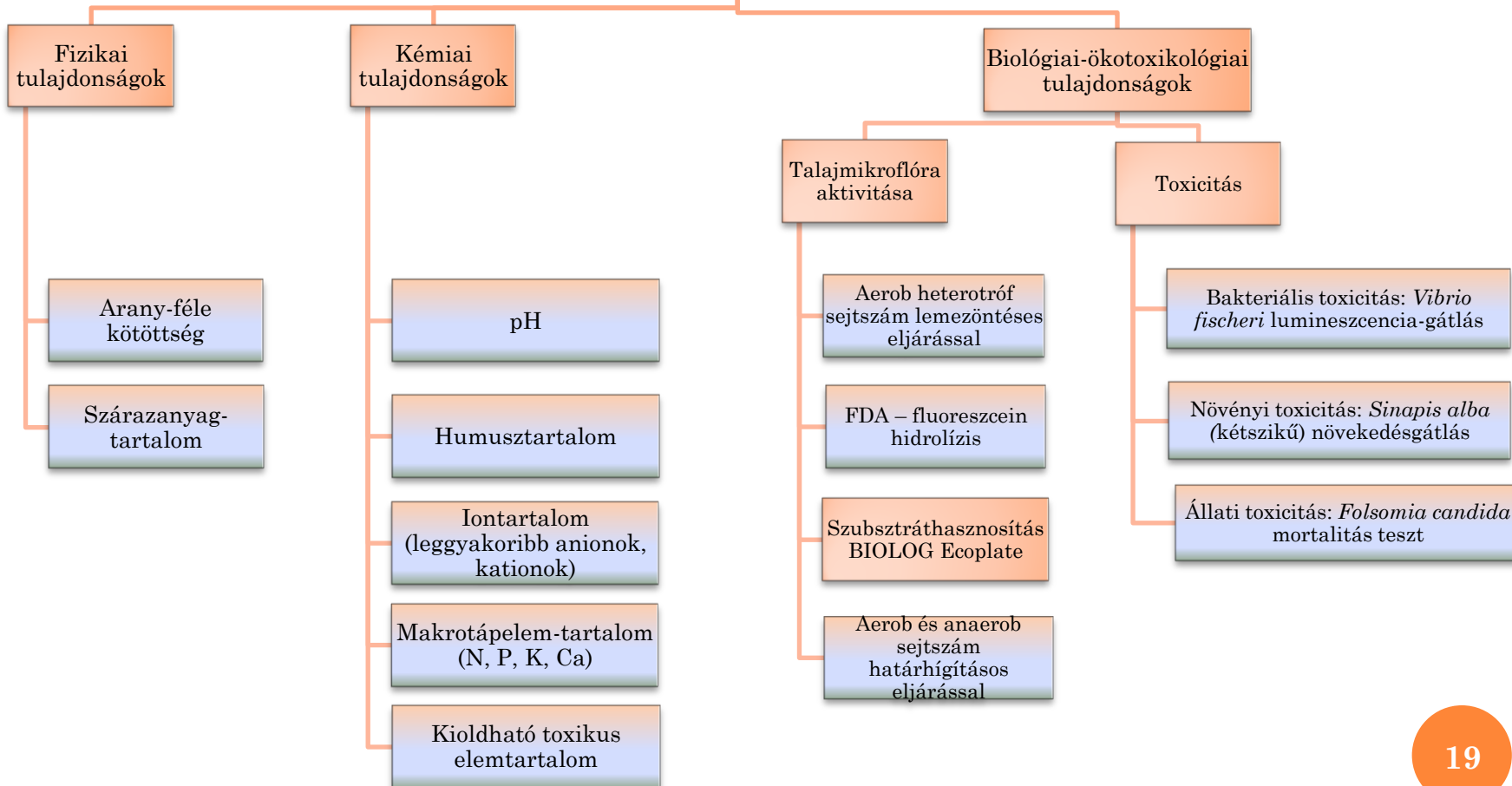


# KONTROLL MINTA



# Integrált monitoring módszeregyüttes vörösiszappal szennyezett terület felméréséhez

## Talajminták vizsgálata



# KÉMIAI EREDMÉNYEK

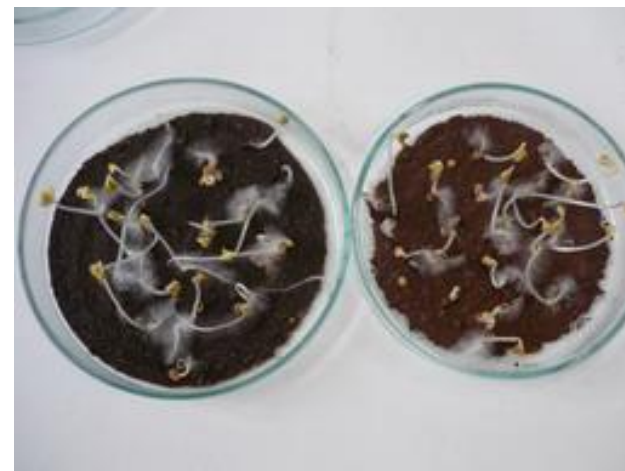


- 10 cm-nél mélyebbre nem jutott a vörösiszapból a lúg és fémionok
  - 0–1,5 pH növekedés a felsőbb rétegekben
- Toxikus fémtartalom határérték alatti - 6/2009 (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet
  - Kerteknél kivéve: Se és As
    - Feltételezés: nem a vörösiszappal összefüggő szennyezettség
    - Feltételezés: lúgos közegben történő mobilizáció
  - Szántóknál kivéve: Cr, Ni, As
    - A határérték kétszeresét nem éri el – nem kockázatos



# BIOLÓGIAI, ÖKOTOXIKOLÓGIAI EREDMÉNYEK

- Talajmikroflóra nem károsodott
- Nem toxikus, kivétel
  - Kertek: felső 0–10 cm 15%-os gátlás *Sinapis alba* (fehér mustár) tesztben
  - Szántók: *V. fischeri* (15%) és a *S. alba* (5–10%)

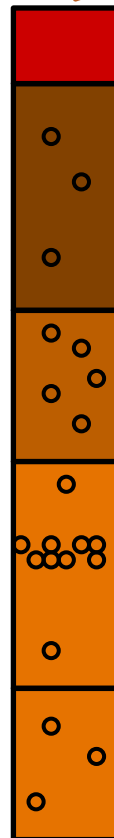
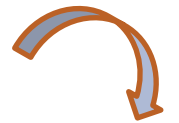


# OSZLOPKÍSÉRLET

Locsolás



Pannon Egyetem  
Georgikon Kar,  
Növénytermesztástani és  
Talajtani Tanszék



10 cm vörösiszap

0–30 cm: kavicsos  
homokos vályog

30–50 cm: homok nagyobb  
kavicstartalommal

50–80 cm: kavicsos homok és  
összefüggő kavicsréteg 60 cm-nél

80–100 cm: kavicsos  
homok

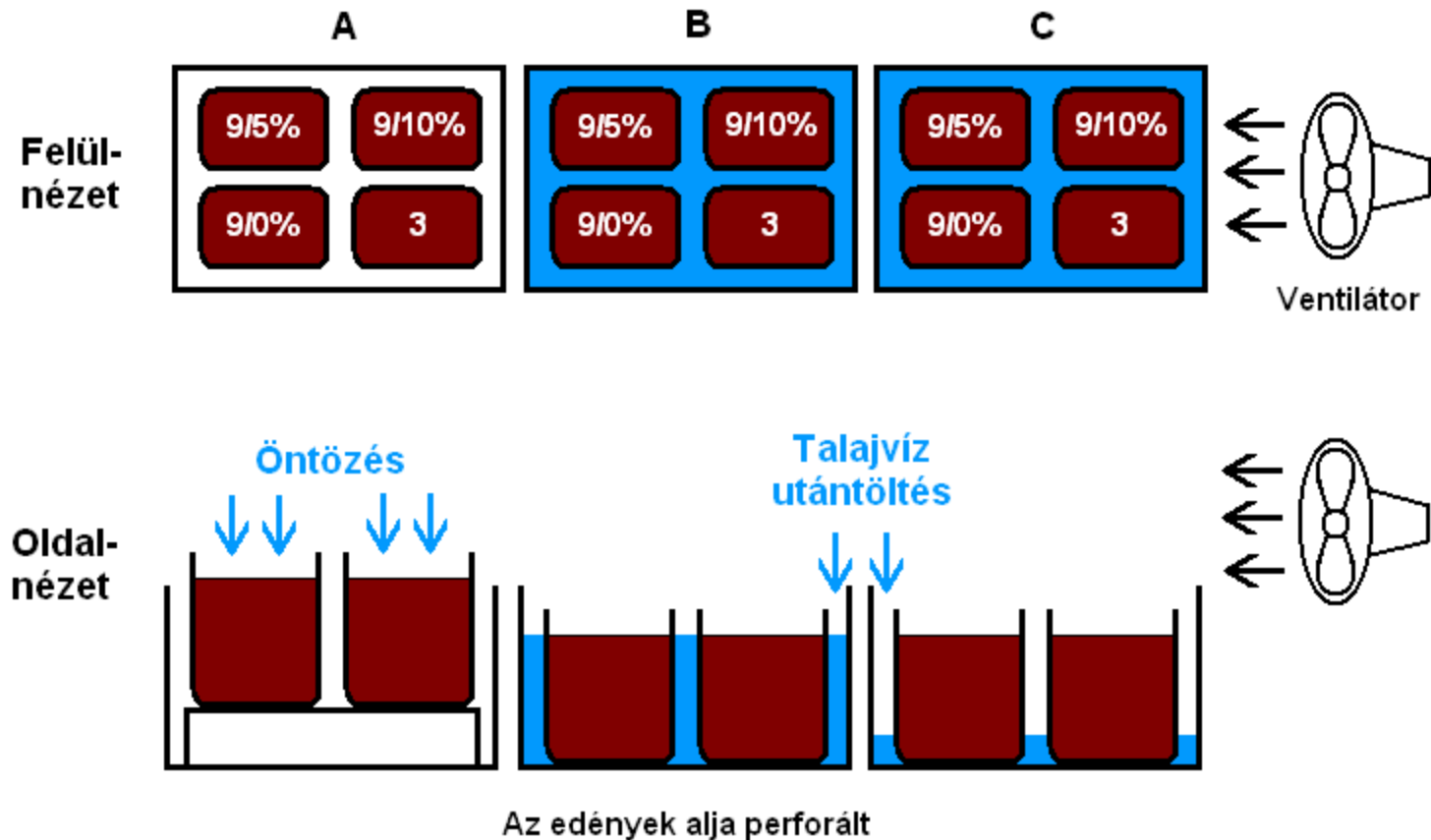


Csurgalékvíz gyűjtés

# OSZLOPKÍSÉRLET EREDMÉNYEI

- 1 egységnyi pH növekedés (kivétel legalsó réteg)
- $\text{Na}^+$  feldúsulása a felső rétegben,  $\text{OH}^-$  mélyebb bemosódása
- Mo, Se, Cr mennyiségének növekedése a legfelső rétegben, fémek mobilitásának növekedése
- Nincs toxikus hatás
  - *S. alba*: kis mértékű serkentés

# SZIKESEDÉS VIZSGÁLATA MIKROKOZMOSZBAN

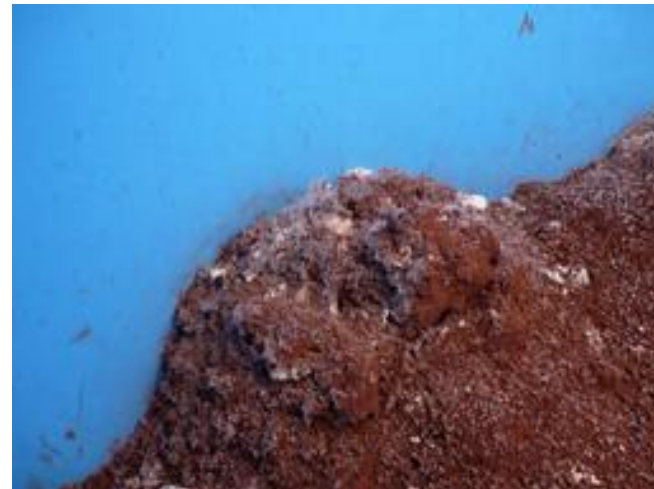




# SZIKESEDÉSES KÍSÉRLET

## EREDMÉNYEI

- 10% vörösiszap tartalom jelentősen megnöveli a szikesedés kockázatát
- 5% vörösiszap tartalom valószínűleg megnöveli a szikesedés kockázatát
- 5% alatt nincs toxikus hatás



# A VÖRÖSISZAP ÉS A VÖRÖSISZAPPAL SZENNYEZETT TALAJ TALAJJAVÍTÁSRA VALÓ HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Diplomázó  
hallgatók  
eredményei

Ujaczki Éva

Simo Zsófia

Folyamatban:

Szabó Brigitta

Raffai Zsolt

Herman Péter

Farkas Éva

Stiller Éva

Csernyánszky  
Vera

Szabó Dalma

Eller Nikolett

Vida Lilla

# VÖRÖSISZAP BEKEVERÉSES MIKROKOZMOSZ KÍSÉRLET



# KÖVETKEZTETÉSEK

- 10% alatt nem tapasztalható gátlás
- 20–30%-os tartományban azonban számottevő
- Remediáció: 3–4 cm-s vörösiszap-réteget szántással be lehetne forgatni 30–40 cm mélységben, a talajban ez az 5–10%-os tartománynak felel meg, amely serkentő hatással bír
- Hosszú távú hatások vizsgálata további mikrokozmosz kísérletekben



# MIKROKOZMOSZ KÍSÉRLETEK VÖRÖSISZAPPAL ÉS VÖRÖSISZAPOS TALAJJAL

- MAL száraz technológiás (80% sz.a.) gipszes vörösiszap
  - Vörösiszap hasznosítása savanyú, homokos (nyírlúgosi) talaj javítására
- Elárasztott területekről eltávolított vörösiszapos talaj, jelenleg ideiglenes tározókban
  - Vörösiszap hasznosítása savanyú, homokos (nyírlúgosi) talaj javítására
  - Vörösiszappal kevert talaj fizikai tulajdonságainak (pl. vízháztartás, tömörödés) javítása hulladékokkal (pl. faforgács, napraforgó maghéj, PET-palack)

# MIKROKOZMOSZ KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEI

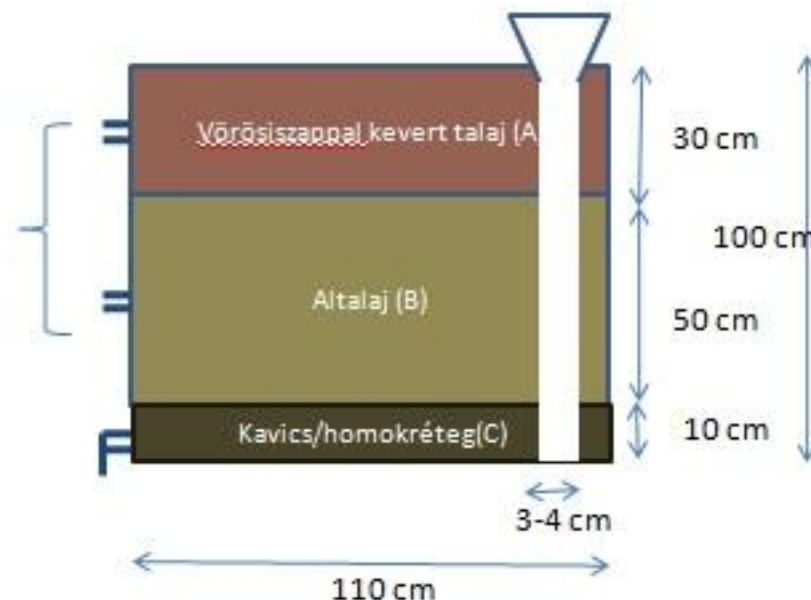
- Homoktalaj
  - Vízretartóképesség 10%-kal nő (50% vörösiszapos talaj)
  - Biológiái aktivitás nő (5% vörösiszap, vörösiszapos talaj 50%-ig)
  - Toxicitás 10%-ig tolerálható!
- Vörösiszapos talaj
  - 1% olajos PET-palack

# SZABADFÖLDI LIZIMÉTERES ÉS PARCELLÁS KÍSÉRLETEK

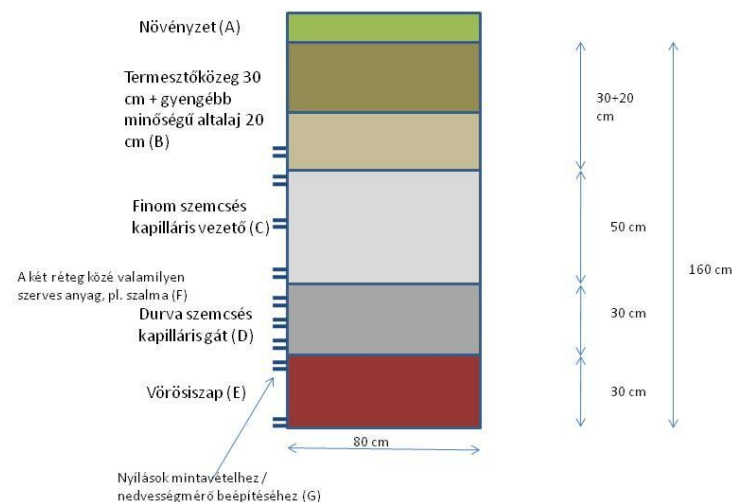


# LIZIMÉTERES KÍSÉRLETEK

- Szikesedés vizsgálata és csurgalékvíz minőségének vizsgálata
  - Talaj + vörösiszap, Vörösiszappal szennyezett talaj (Ajkáról), vörösiszappal szennyezett talaj + adalékanyag
- Kapilláris rétegsorok
  - Vörösiszap lerakók, pernyetározók stb. lefedéséhez
  - Kapilláris gát – nagy szemcseméretű beton
  - Kapilláris vezető réteg – kis szemcseméretű beton v téglá



Szabadföldi liziméterek terve  
Kapilláris rétegsor 1.





# VEZETŐKÉPESSÉG, NEDVESSÉGTARTALOM, HŐMÉRSÉKLET MÉRÉSE, IONMINTAVÉTEL



# ADATGYŰJTÉS





# LIZIMÉTEREK FELTÖLTÉSE



# SZABADFÖLDI PARCELLÁS KÍSÉRLETEK

|                                              |  |                                                  |  |                                                 |  |                                        |
|----------------------------------------------|--|--------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------|--|----------------------------------------|
| <b>1,5%<br/>Zöldhulladék</b>                 |  | <b>1,5%<br/>Zöldhulladék<br/>5% MAL-os gipsz</b> |  | <b>1,5%<br/>Zöldhulladék<br/>5% ASA-s gipsz</b> |  | <b>1,5% Komposzt</b>                   |
|                                              |  |                                                  |  |                                                 |  |                                        |
| <b>1,5% Komposzt<br/>5% MAL-os<br/>gipsz</b> |  | <b>1,5% Komposzt<br/>5% ASA-s gipsz</b>          |  | <b>5% ASA-s gipsz</b>                           |  | <b>5% Mal-os gipsz</b>                 |
|                                              |  |                                                  |  |                                                 |  |                                        |
| <b>KONTROLL</b>                              |  | <b>10% VI-s talaj</b>                            |  | <b>20% VI-s talaj<br/>ASA-s gipsz</b>           |  | <b>20% VI-s talaj<br/>MAL-os gipsz</b> |
|                                              |  |                                                  |  |                                                 |  |                                        |
| <b>50% VI-s talaj</b>                        |  | <b>100% VI-s talaj<br/>(takarás)</b>             |  | <b>5% VI-s talaj</b>                            |  | <b>20% VI-s talaj</b>                  |
|                                              |  |                                                  |  |                                                 |  |                                        |
| <b>5% VI<br/>10%<br/>Zöldhulladék</b>        |  | <b>5% VI</b>                                     |  | <b>5% VI<br/>2% Szalma</b>                      |  | <b>5% VI<br/>10% Komposzt</b>          |
|                                              |  |                                                  |  |                                                 |  |                                        |
| <b>2% VI<br/>10% Komposzt</b>                |  | <b>2% VI</b>                                     |  | <b>2% VI<br/>10%<br/>Zöldhulladék</b>           |  | <b>2% VI<br/>2% Szalma</b>             |



# SZABADFÖLDI PARCELLÁK



# VÖRÖSISZAPPAL SZENNYEZETT TALAJ





# GIPSZES VÖRÖSISZAP



# VÖRÖSISZAP BEKEVERÉSE A TALAJBA





# KÍSÉRLETI PARCELLÁK 2013. MÁRCIUS



# ELSŐ FŰSZÁLAK A VÖRÖSISZAPOS TALAJON



# ÉRZÉKELŐK LEOLVASÁSA





# IONMINTAVÉTEL





# KÍSÉRLETEK A GYÁLI HULLADÉKLERAKÓ RÉZSÚJÉN

- Probléma: takaróréteg tápanyaghiányos, rossz minőségű hulladéktalaj + meredek rézsű
- Kísérletek 4 helyszínen
  - NPK (kontroll),
  - szerves (szennyvíziszap),
  - szervesetlen (pernye),
  - szerves+szervesetlen kombinációja

# A KÍSÉRLETI PARCELLÁK ÖSSZEÁLLÍTÁSA

A rézsű látképe a hulladékok  
bekeverése előtt



A rézsű látképe a hulladékok  
bekeverése után



# SZABADFÖLI KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEI – HOSSZÚ TÁV: 2,5 ÉV

- Évről-évre javulás (egyszeri kezelés)
- Textúra, tápanyag-ellátottság, biológiai aktivitás javul
- Nincs toxikus hatás
- Legjobb: szerves+szervetlen együtt





# LÁTOGATÁS AZ .A.S.A. HULLADÉKLERAKÓJÁN: ÁPRILIS 25.





**Az előadás  
a SOILUTIL (TECH 09-A4-2009-0129,  
támogató: Nemzeti Innovációs Hivatal,  
[www.soilutil.hu](http://www.soilutil.hu)) projekt kapcsán,  
a TÁMOP 4.2.4.A-1 kiemelt projekt keretében  
meghirdetett ösztöndíj-támogatásnak  
köszönhetően készült, a magyar állam és az  
Európai Unió támogatásával, az Európai  
Szociális Alap társfinanszírozásával.**