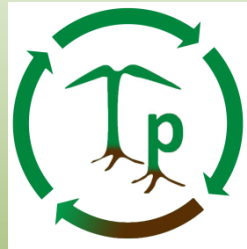


Terra Preta Projekt

2014•2016

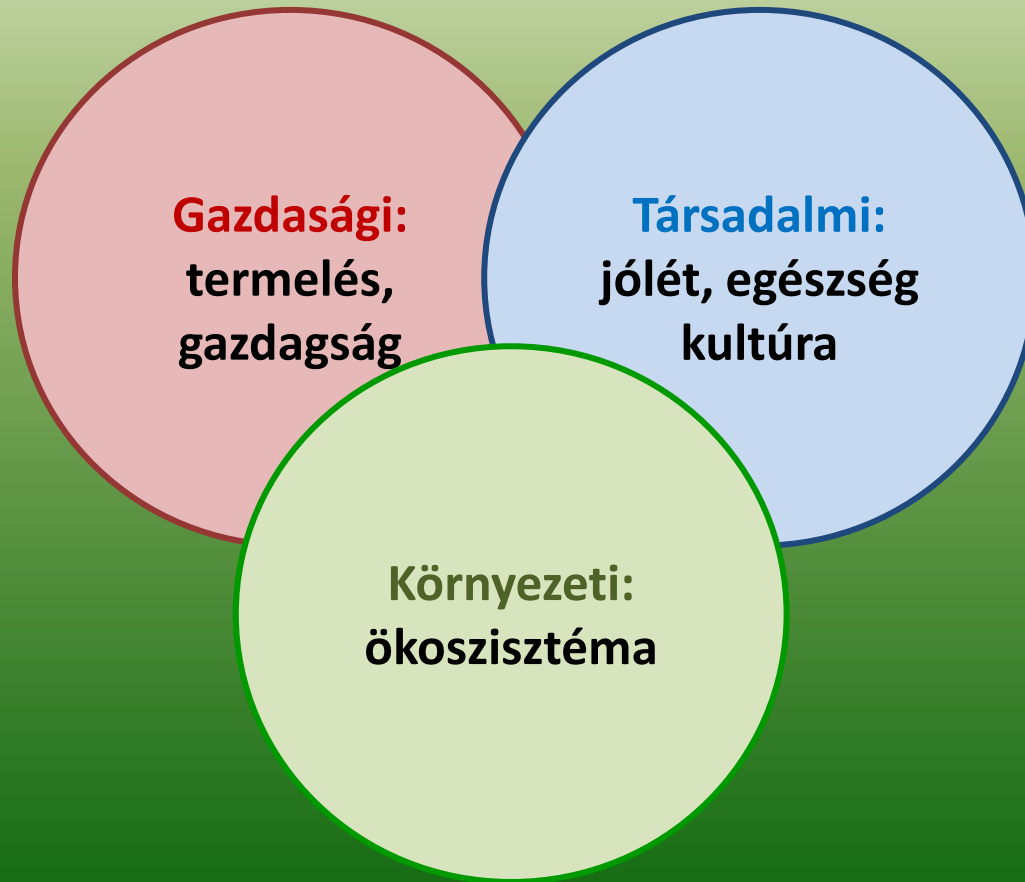


A TERMÉKEK ÉS TECHNOLÓGIÁK VERIFIKÁLÁSA

Gruiz Katalin

A verifikáció alapjai

A verifikáció értelmezése: a bioszenes talajjavító technológia jóságának, hatékonyságának mérése technológiai, környezeti, gazdasági, társadalmi és kulturális szempontok szerint.



Indikátorok koncepciója



Technológiai hatékonyság indikátorai

(Hagyományos mérnöki)

Anyagmérlegen alapul ó hatékonyság:
%-os kihozatal-javulás.

Környezethatékonysági indikátorok

(Hagyományos fenntarthatósági)

Alapanyagokkal / működtetéssel összefüggő
kibocsátások kockázata ill. káros hatása

Finomítás:

Lokális, vízgyűjtő és globális szinten

Rövid és hosszú távon

Társadalmi-gazdasági indikátorok

(Kitágított gazdasági hatékonyság)

Monetizált gazdasági és társadalmi/egészségi
kockázatok és hasznok

Egyéb társadalmi kulturális indikátorok

Nem monetizálható kockázatok és hasznok

Rendszer-indikátorok mindet egybe foglalják

Kedvezőtlen kimenetel típusú indikátorok értékek romlása miatti kedvezőtlen hatások az egyénre, a közösségekre, az üzleti vállalkozásokra és a természeti környezetre. Pl. kitettség, kockázat, káros hatás, veszteség, egészség-kockázat, egészségkárosodás, levegő- és vízszennyezés, ökológiai lábnyom;

Erőforrások felhasználása, aránytalan terhelések, áthelyeződések, pl. az anyag, az energia, a víz, a talaj, vagy a bióta terhére elvett anyagok;

Értékteremtés, javulás, az egyének, közösségek, üzleti vállalkozások, a természeti környezet jóléte, gazdagodása. Pl. a talaj értékének növekedése, termésátlag növekedése, a termelés költségcsökkenése, energiahatékonyság növelése, gazdasági teljesítmény, jövedelem növekedése.

A Terra preta verifikáció lényegi elemei



1. Az ökoszisztéma, az agrár-ökoszisztéma védelme.
2. A talajok fizikai-kémiai, talajtani minőségének javítása, biodiverzitásának növelése;
3. A lokális, regionális és globális környezet állapotának rövid és hosszútávú javítása;
4. Az elemkörforgalmak talajt érintő optimalása – lokálisan, vízgyűjtő és globális szinten:
 - Szén, nitrogén, kén talajban megkötése • levegő mentesítése
 - Mikroelemek: nem csak egyszeri pótlás, az egyensúlyi készlet újrateremtése!
5. Az agrártermékek mennyiségének növelése, minőségének , beltartalmi értékének javítása.
6. Az agrotechnológiák teljes életciklusának pozitív irányú befolyásolása:
 - Termelési technológia, primer termék minősége, feldolgozása, fogyasztási módok
 - Hulladékkezelés és hasznosítás mindegyik lépésben.
 - Vegyszerfelhasználás , energiafelhasználás minimalizálása,
7. Energiahatékonyság
8. Termelés, mezőgazdasági termelés biztonságossága, kilengések csökkentése.
9. Emberi egészségre gyakorolt jótékony hatás: teljesebb értékű élelmiszerek, több mikroelem, mikro-tápanyag, vitamin és biológiailag aktív anyag, stb.
10. A multikritériumos analízis koncepció-modellje és az **indikátorrendszer**;
11. A konkrét eset verifikációja: verifikációs tanulmány készítése.
12. Áttekinthető világos verifikációs módszerleírás, érzékenység, szignifikancia, a bizonytalanságok kezelése, objektív megítélésre képes szakértői team. Holisztikus megközelítés, a jó gyakorlatok gyűjtése.

A talaj fenntarthatósága

A talajfunkciók és az ökoszisztéma szolgáltatások közötti összefüggés

A talajfunkció **az a kapacitás**, mely eleget tesz a

- a természet igényeinek, biztosítja a természet védelmét, az ökoszisztéma egészséges működését

Az ökoszisztéma szolgáltatások

- az egészséges ökoszisztéma működéséből az ember számára létrejövő haszon.

A talajfunkciókat az EU Soil Framework Directive a következőképpen határozza meg:

1. tápanyagok, vegyi anyagok és a víz raktározása, megőrzése, szűrése, átalakítása;
2. biodiverzitás megőrzése a fajok védelme, a gének sokféleségének megtartása és élőhely biztosítása (COM, 2006).

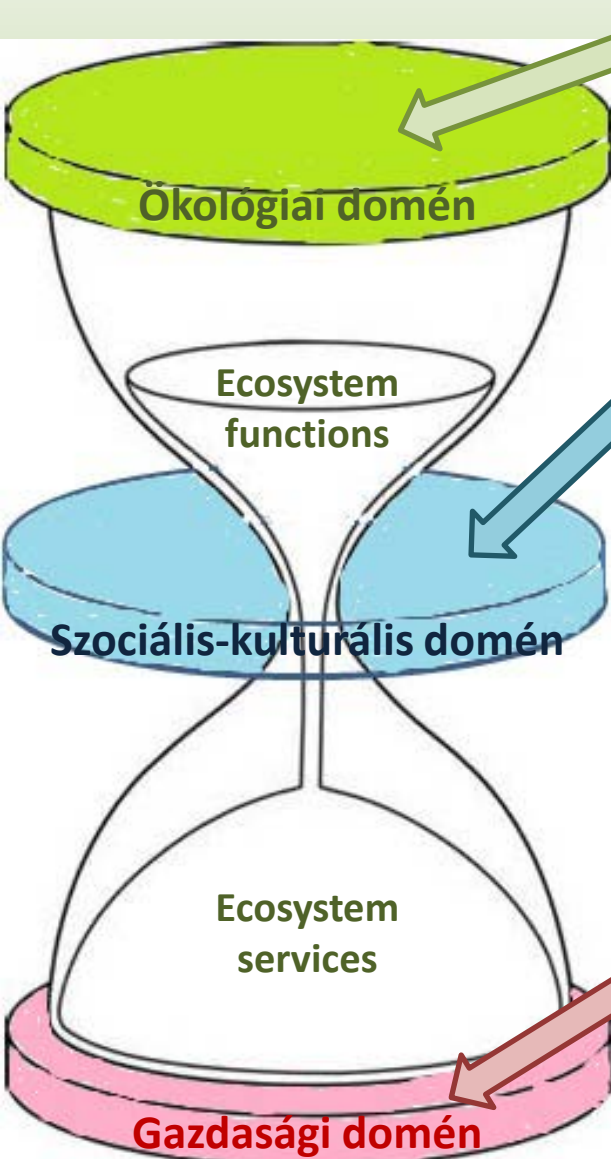
A biomassza termelését (mg) **ökológiai funkciónak + ökoszisztéma szolgáltatásnak** itekinti (élelmiszer, faanyag, szálasanyag).

A talajjavítás mennyire járul hozzá a talajok fenntarthatóságához?

Értékelés:

Talajfunkció + ökoszisztéma szolgáltatások + **ökológiai + társadalmi-gazdasági szempontok.**

A talajjavítás hatásának mérése : koncepció



Abiotikus és biotikus komponensek, ökológiai folyamatok

Egyensúlyi állapot: pótlódás = használat

Használat

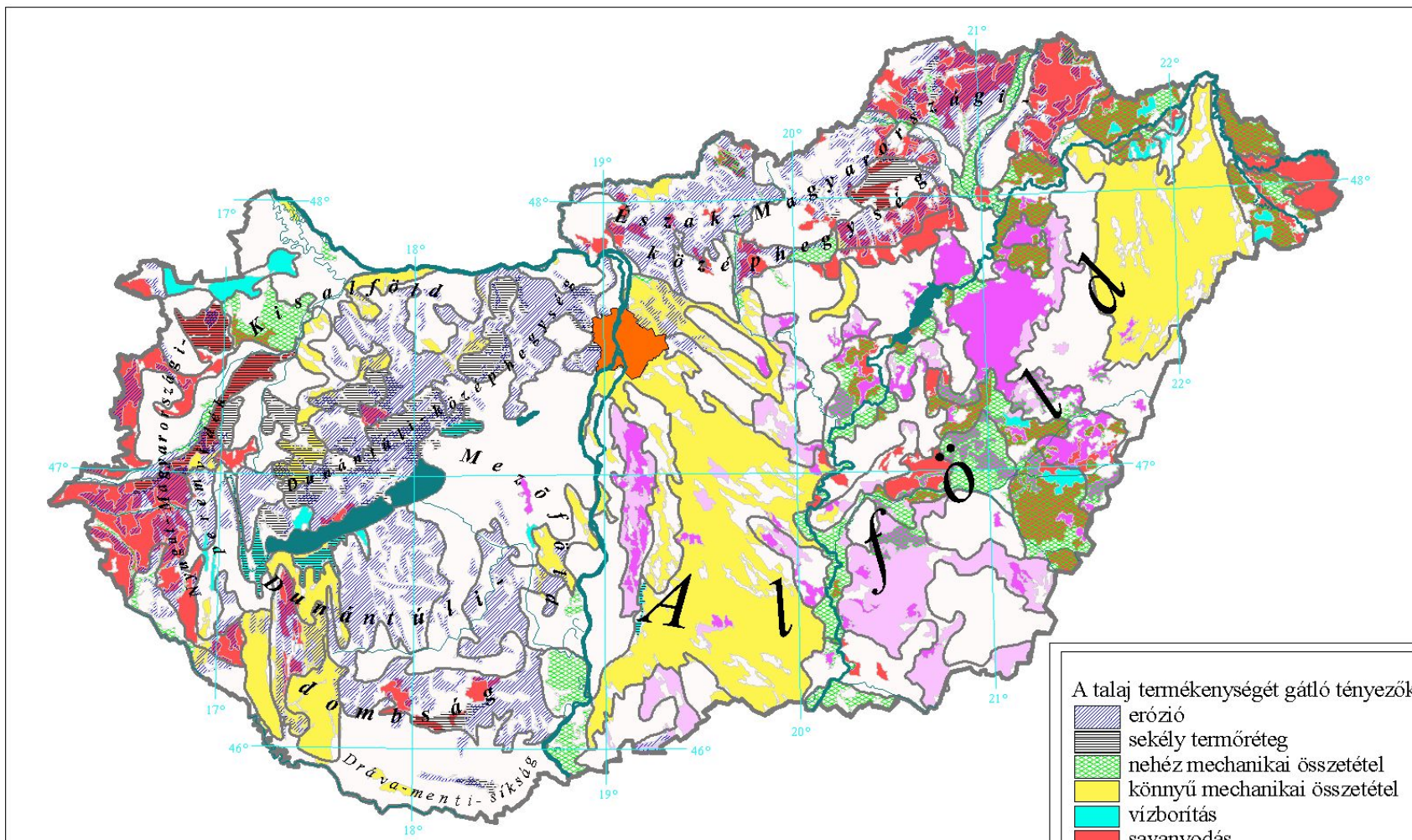
Ezt a keresztmetszetet nekünk kell beállítanunk: csak annyit elvenni, amennyi pótlódik, vagyis megtartani az egyensúlyt.

A talajok szervesanyag-tartalma, pufferkapacitása, szerkezete, állósága víztartó kapacitása, a mezoelemek, a mikroelemek, a mikrobiota diverzitása már lefolytak a homokóra torkán.

Ökoszisztéma szolgáltatások és javak értéke

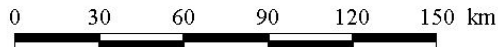
A túlfogyasztás rontja a szolgáltatások értékét és az attól függő társadalmi, egészségi, kulturális „eredményt”.

Talajdegradáció Magyarországon



Talajdegradációs régiók Magyarországon 1:500.000-es léptékben

Egységes Országos Vetület



Készült az MTA TAKI GIS Laborban 1997-ben a MERA talajdegradáció térképezési projekt keretében

Ca mg/kg	1962	1988	2005
Paradicsom	500	210	90
Fejessaláta	330	292	280
Zöldpaprika	310	165	140
Spenót	1500	1330	1330
Kukorica	220	200	80
Sárgarépa	440	460	280

Élelmiszernövények elem- és vitamintartalma

Márai Géza, 2013

Fe mg/kg	1942	1967	1988	1995	2005
Burgonya	110	42	6	4	5
Kukorica	78	43	35	18	15
Répafélék	266	130	31	7	8

Kation mg/kg	1966	1990	2005
Kukorica	6–12	4,0	3,0
Borsó	1–2	0,8	1,0
Tej nyár	3,5–4,5	0,2	0,2
Tej tél	0,4–1,8		
Fejeskáposzta	30–200	0,4	0,4
Sárgarépa	150–250	120	120

Niacin (B3)	1952	1962	1981	2005
Tojás	23,0	17,0	17,0	1,0
Tej	9,0	2,0	0,5	0,5
Zab	25,0	–	10,0	3,0
Piridoxin (B6)				
Búza	4,0	–	3,0	2,7
Kukorica	20,0	6,0	4,0	0,6
Fólsav		1968	1982	2005
Kukorica		0,50	0,26	0,15

Használt indikátorok



Talajminőség indikátorai

- **Talaj víztartó képesség indikátor:**

$$I_{VT} = VT_{\text{kontroll}} / VT_{\text{kezelt}},$$
$$\text{Vízartó hatékonysági \%} = 100 * (VT_{\text{optimális}} - VT_{\text{kezelt}}) / VT_{\text{optimális}}.$$

- **Szervesanyag tartalomindikátor:**

$$I_{TOC} = TOC_{\text{kontroll}} / TOC_{\text{kezelt}},$$
$$\text{tápanyagnövelő hatékonysági \%} = 100 * (TOC_{\text{optimális}} - TOC_{\text{kezelt}}) / TOC_{\text{optimális}}.$$

- **Textúra: Arany-féle kötöttségindikátor:** I_{KA}
- **Tápanyagtartalom:** I_N ; I_P , I_K , stb.
- **Talaj pH-indikátor:** I_{pH}

Élőhely indikátorok:

- **Élősejkoncentráció:** baktériumszám, gombaszám, összegzett mikroorganizmus konc.
- **Mikrobiológiai aktivitások,** (légzés, nitrifikáció, AM gombáinak gyökérkolonizációja)
- **Enzimaktivitások**
- Collembola, nematoda, egyéb talajlakó fajok denzitása
- **Növénynövekedés és terméshozam.**

Bioszén sorsa és direkt hatása a talajban

- Tartós C-tartalom változás az időben,
- Szorpció, szorbeált anyagok, sejtek
- Fázisok közötti megoszlásokra gyakorolt hatás

Fenntarthatósági indikátorok

Ökoszisztéma szolgáltatások

- **Erózió/defláció hajlam:** SUM (víztartókéesség, szervesagtartalom, textúra);
- **Tápanyagtartalom:** N, P, K, S, összegzett tápanyagindikátorok: SUM (I_N, I_P, I_K);
- Szervesanyag tartalom I_{TOC} időbeni változásából extrapolált érték 1 és 5 évre;
- Savanyúság I_{pH} időbeni változásából extrapolált érték 1 és 5 évre?
- **Kimosódási hajlam:** kísérleti eredmények alapján képzett félkvantitatív mutató.
- **Kapilláris vízemelés:** relatív index mért adatok alapján (vízemelés javulás %);
- **Bioszén fizikai, kémiai, toxikológiai kockázatai** SUM (T_1, T_2, T_3, T_n)
- **Talaj toxicitása:** talajlakó állatok és növények számára, bioakkumuláció, biomagn.
Toxicitási indexek (tesztorganizmusok gátlása I%); SUM toxicitás: SUM (T_1, T_2, T_3, T_n)

Fenntarthatósági indikátorok

Szabályozó szerep

- **Szénkörforgalom**, légköri CO₂ csökkenés
- **Talaj széntartalom növekedés** (TOC indikátor)
- **Talaj tartós széntartalom** pozitív hatásai: javuló élőhely ,növekvő aktivitások.
- Carbon Stability Factor (CSF) becslése rövidtávú eredmények alapján.
- Metánkibocsátás csökkenése (CO₂-arányos metáncsökkenés számítása)
- N körforgalom: csökkent N-műtrágya használat, csökkenő N₂O kibocsátás, növekvő kötött N.
- **Foszfor, K és S-forgalmak** : bioszén P-, S-, K-tartalma, talaj PSK-tartalom változása (I_{PSK}), hozzáférhető PSK és időbeni változások.
- **Vízforgalom** (mért javulás alapján).

Élőhely

- Stressz-tűrés;
- Fajszámváltozás;
- Termeszthető növények választéka (szakértő)

Aggregálás és súlyozás

A változást a kiválasztott indikátorokat alapján azok aggregált értéke mutatja.

Az agregáláshoz a kvalitatív és kvantitatív jellemzőket össze kell adni.

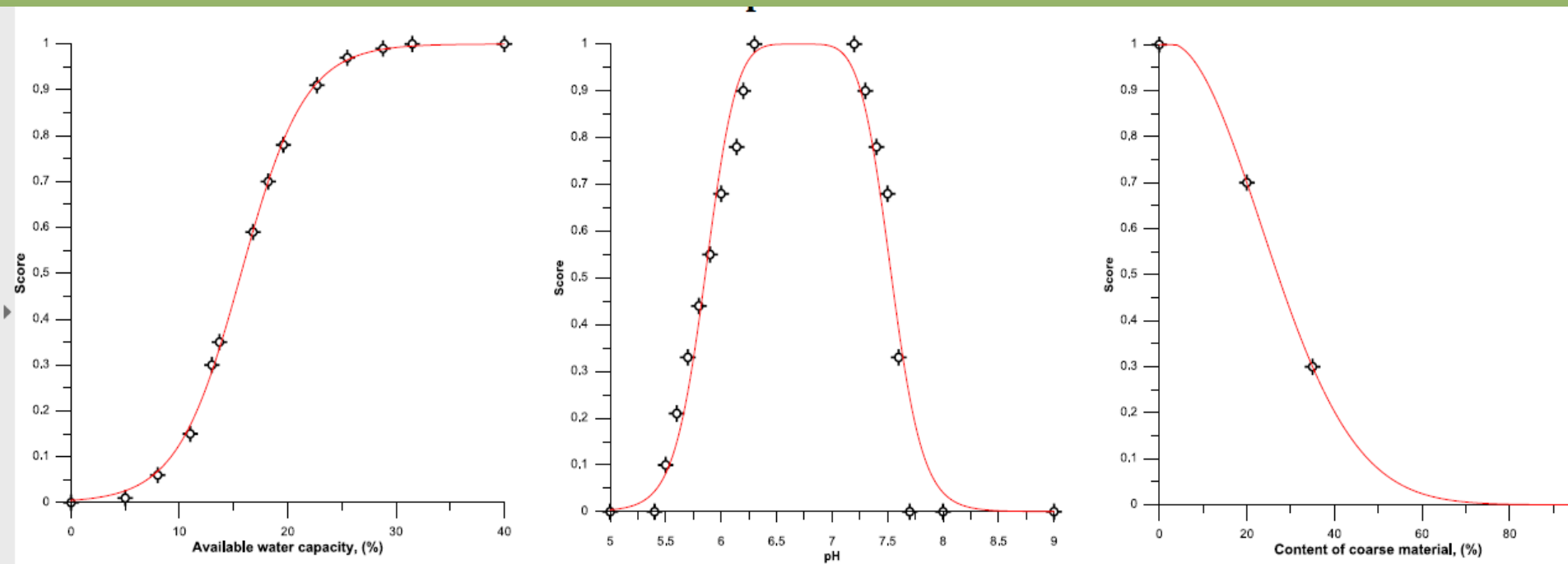
Ehhez mindegyiket a változás mértéke alapján képzett relatív %-kal vagy pontttal kéne jellemezni, majd az eredményre gyakorolt hatás arányában súlyozni.

Pontszám képzése – például sávok szerinti minősítés:

Szervesanyag-tartalom, N, K
vízkapacitás, biol. aktivitás

pH, nedvességtartalom,
hozzáférhető foszfor

Durva szemcsefrakció
toxicitás,



A bioszenes talajjavítás mérlege



KOCKÁZATOK ÉS KÁROK

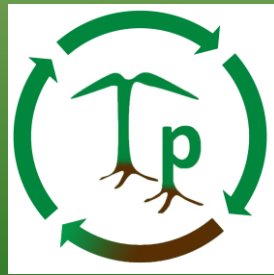
Talajjavítás rövidtávú helyi kockázatai,
pl. szállítás, kiporzás
Talajjavítási technológia költségei
Ismeretlen technológia,
Hosszútávú hatások bizonytalansága,
Időigény bizonytalansága,
Plusz munkaigény
Pirolízis nem elterjedt volta

HASZNOK

Földterület értéke
Talaj aranykorona értéke
Jobb agroökoszisztéma szolgáltatások:
tápanyag- és vízgazdálkodás
Több és jobb minőségű élelmiszer
Termelés költségének csökkenése
Egészséges geokémiai ciklusok (földi klíma)
Egészséges fogyasztók
Jobb minőségű élet
Kevesebb szociális és eü. kiadás
Hulladékpiramisban felsőbb szint
Pirolízis = zöldebb energiatermelés



Köszönöm a figyelmet



Az indikátorrendszer



1. Az indikátor-típusok meghatározása;
2. Az indikátorok értékét befolyásoló tényezők áttekintése;
3. Indikátorok prioritási sorrendjének kialakítása érzékenység- és szignifikancia vizsgálat alapján;
4. Indikátorok (ill. hierarchikus szerkezetű indikátorrendszer) aggregálhatóvá tétele;
5. Kvantitatív jellemzők aggregálása megoszláson (0–1 tartomány hányada, vagy 0–100 tartomány %-a) alapuló pontszám-rendszer segítségével;
6. Súlyok és faktorok megalkotása tudományos evidenciák és szakértői becslés alapján;
7. Kvantitatív és kvalitatív indikátorok aggregálása súlyozás után;
8. Érzékenység és bizonytalanságok értékelése.