

# SOILUTIL

**Hulladékok kockázatmenedzsmentje, talajromlás  
és hulladékgazdálkodás:  
a SOILUTIL szakértői rendszer**



**Készítette: Gruiz Katalin**

SOILUTIL Konferencia, 2013

# KÖRNYEZETI KOCKÁZATMENEDZSMENT



# VESZÉLY AZONOSÍTÁSA

A hulladékok veszélyessége attól függ, hogy van-e bennük veszélyes anyag

# KOCKÁZAT FELMÉRÉSE

A környezeti kockázatfelmérés alkalmas a hulladékok talajjavításra való alkalmazásának, alkalmazhatóságának felmérésére és más alternatív hulladékkezelési vagy hasznosítási technológiákkal történő összehasonlításra.

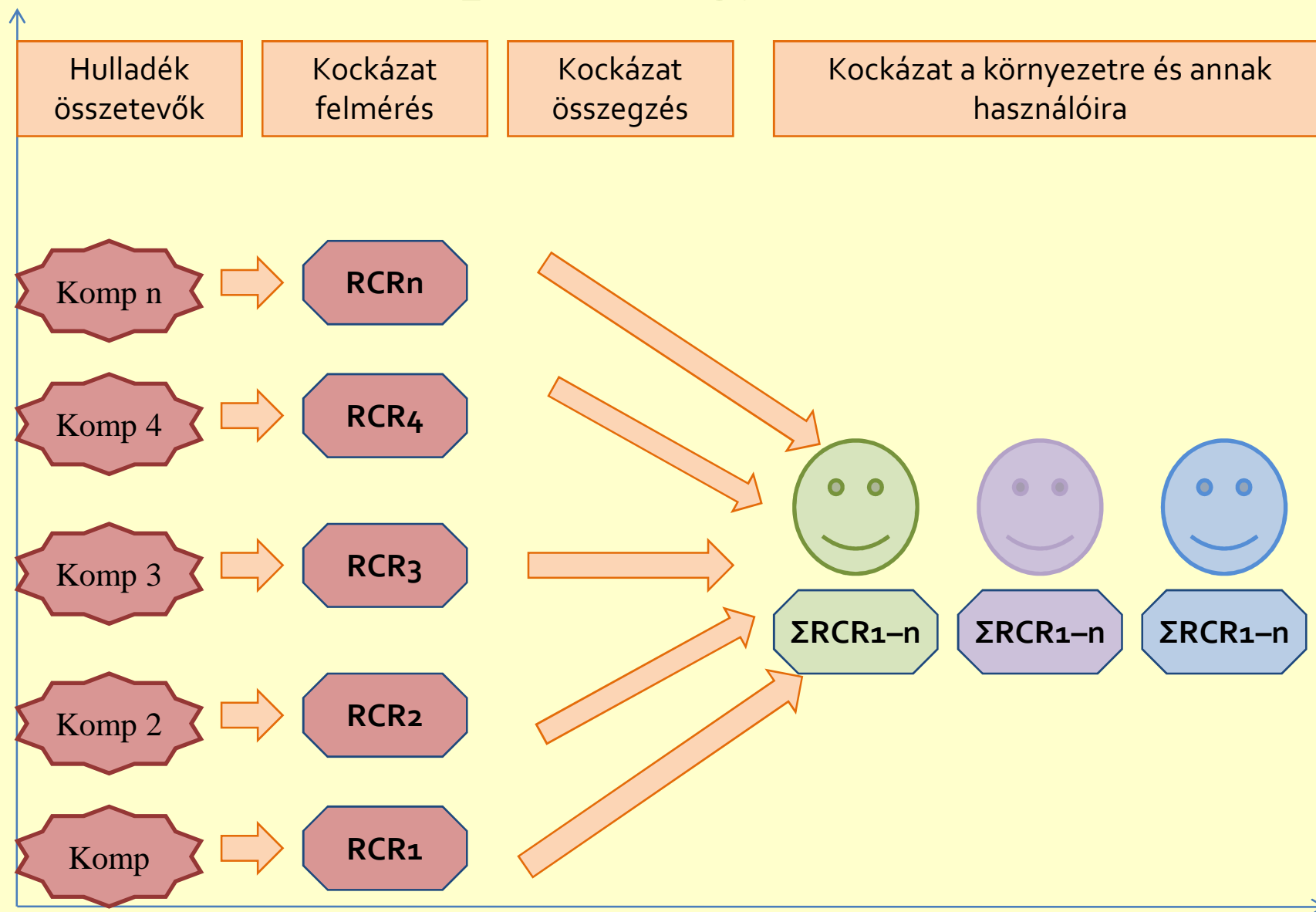
## Hogyan számítjuk ki a hulladék kockázatát?

Csak akkor használható, ha ismerjük a veszélyes vegyi anyagokat a hulladékban

$$RCR = PEC / PNEC$$

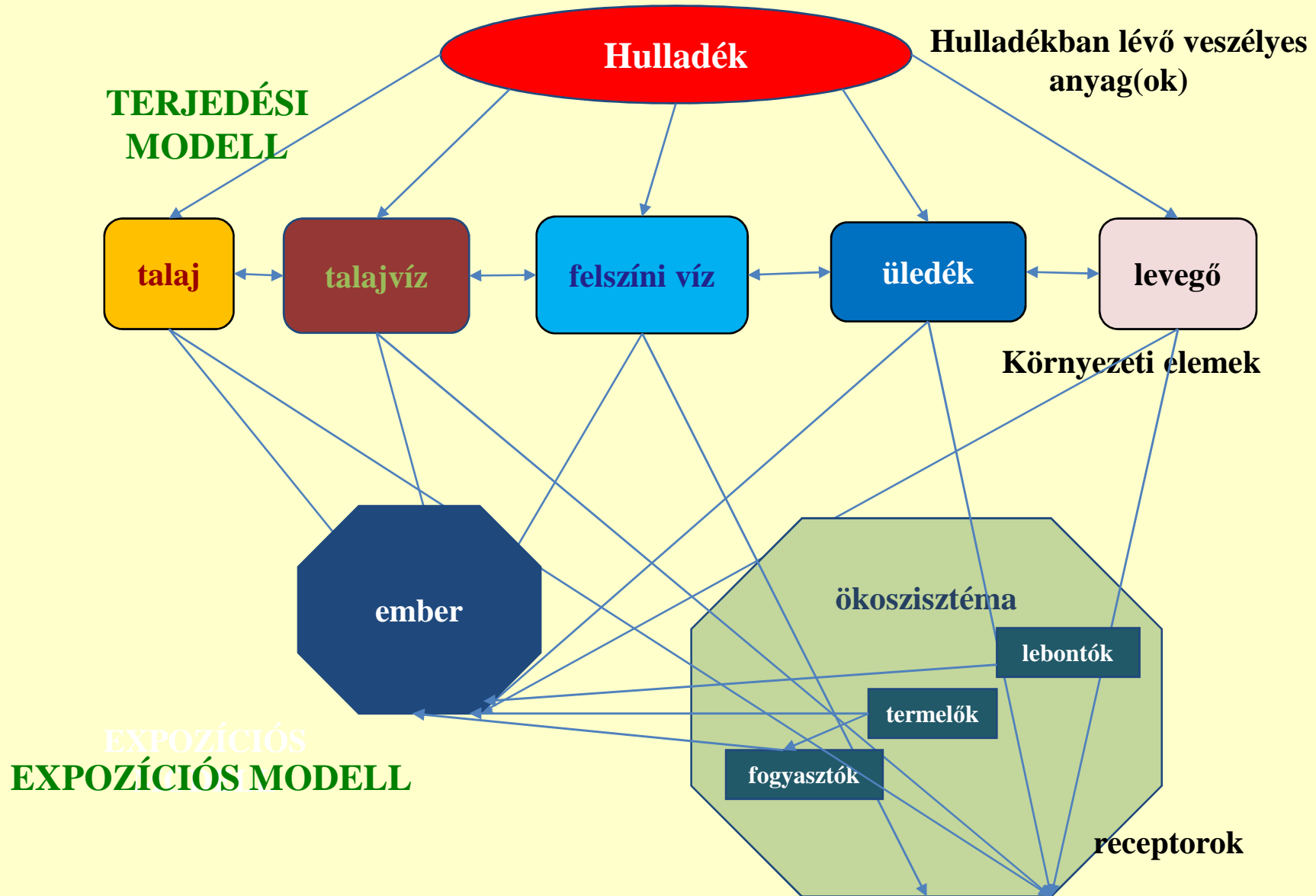
A veszélyes összetevőkön kívül ismerni kell környezet jellemzőit is: víz- és területhasználat módját, receptorokat

# Több komponens együttes kockázata



Veszélyes anyag – kockázat a receptorokra – az összes komponens összes kockázata

# INTEGRÁLT KOCKÁZATI MODELL



## Veszély és kockázat megkülönböztetése

Ugyanaz a „veszélyes” hulladék kis kockázatot jelent a szántóföldön, de nagyot az óvodában.

Nem kockázatos egy bányaterületen, de kockázatos kirándulóhelyen.

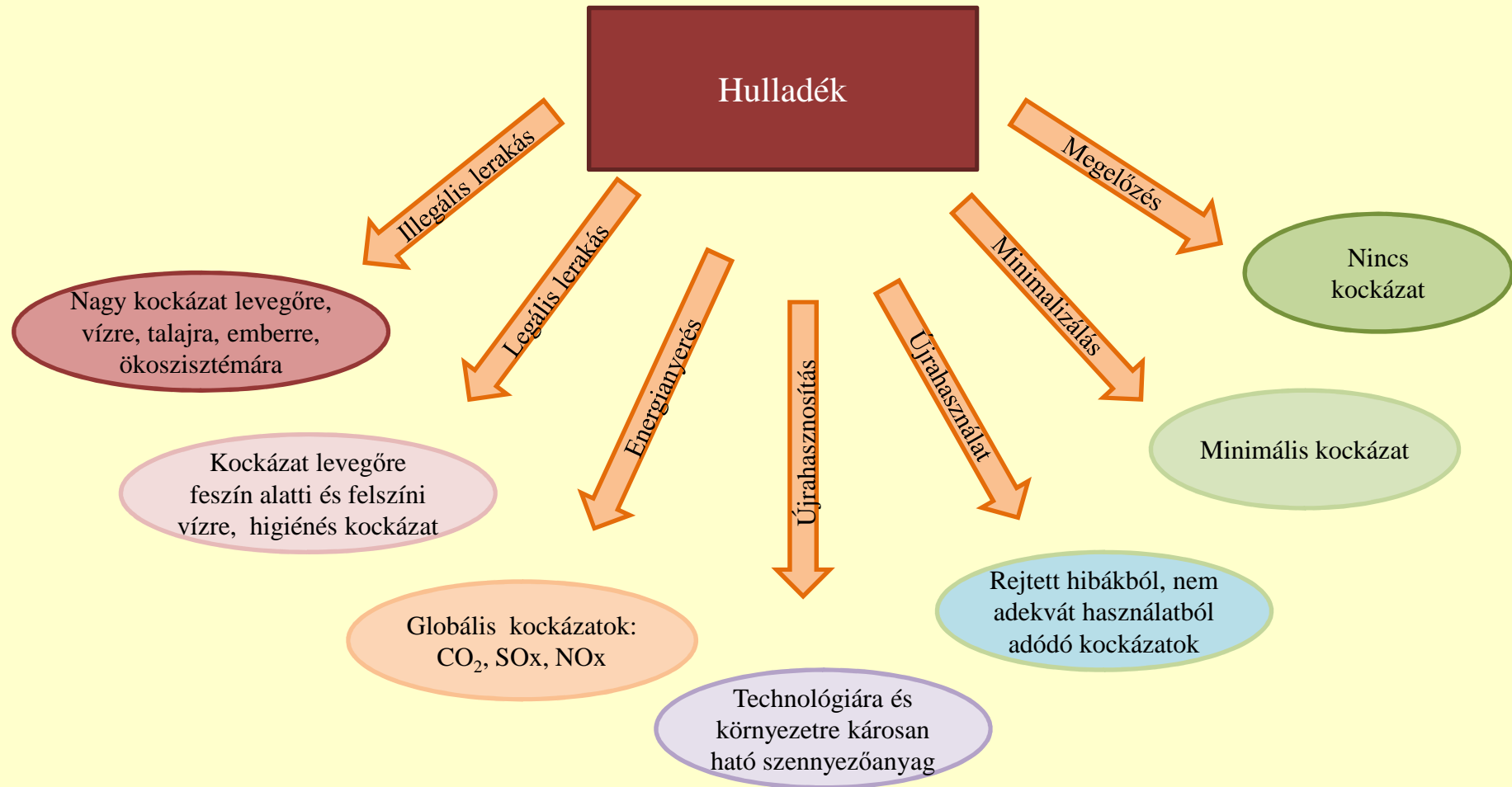
Nem jelent kockázatot ha a talajvizet nem használják, de kockázatos ivóvízbázisok területén.

Kis kockázatot jelent az utak mentén, a lerakókon, de nagy kockázata lehet mezőgazdasági területen.

Nem kockázatos meszes talajban, de az lehet savanyú talajban, stb.

**ELŐRE MEGHATÁROZOTT VESZÉLYESSÉG ALAPJÁN  
(PL. BESOROLÁS) NEM LEHET JÓL DÖNTENI, CSAK A  
KÖRNYEZETI KOCKÁZAT ALAPJÁN! IDŐSOR IS KELL!**

## HULLADÉKMENEDZSMENTŐL FÜGGŐ KOCKÁZAT MÉRTÉK





# VESZÉLY ÉS KOCKÁZAT

A hulladékok talajjavításra történő használatának kockázatmenedzsmentje során különbséget kell tenni a hulladék **veszélyessége** és a hulladék talajra alkalmazásának területhasználat-specifikus **kockázata** között.

A hulladékok kockázatának megítélése a bennük lévő vegyi anyagok veszélyességéből kiindulva történik. (Nem csak a veszélyes hulladékoknál!)

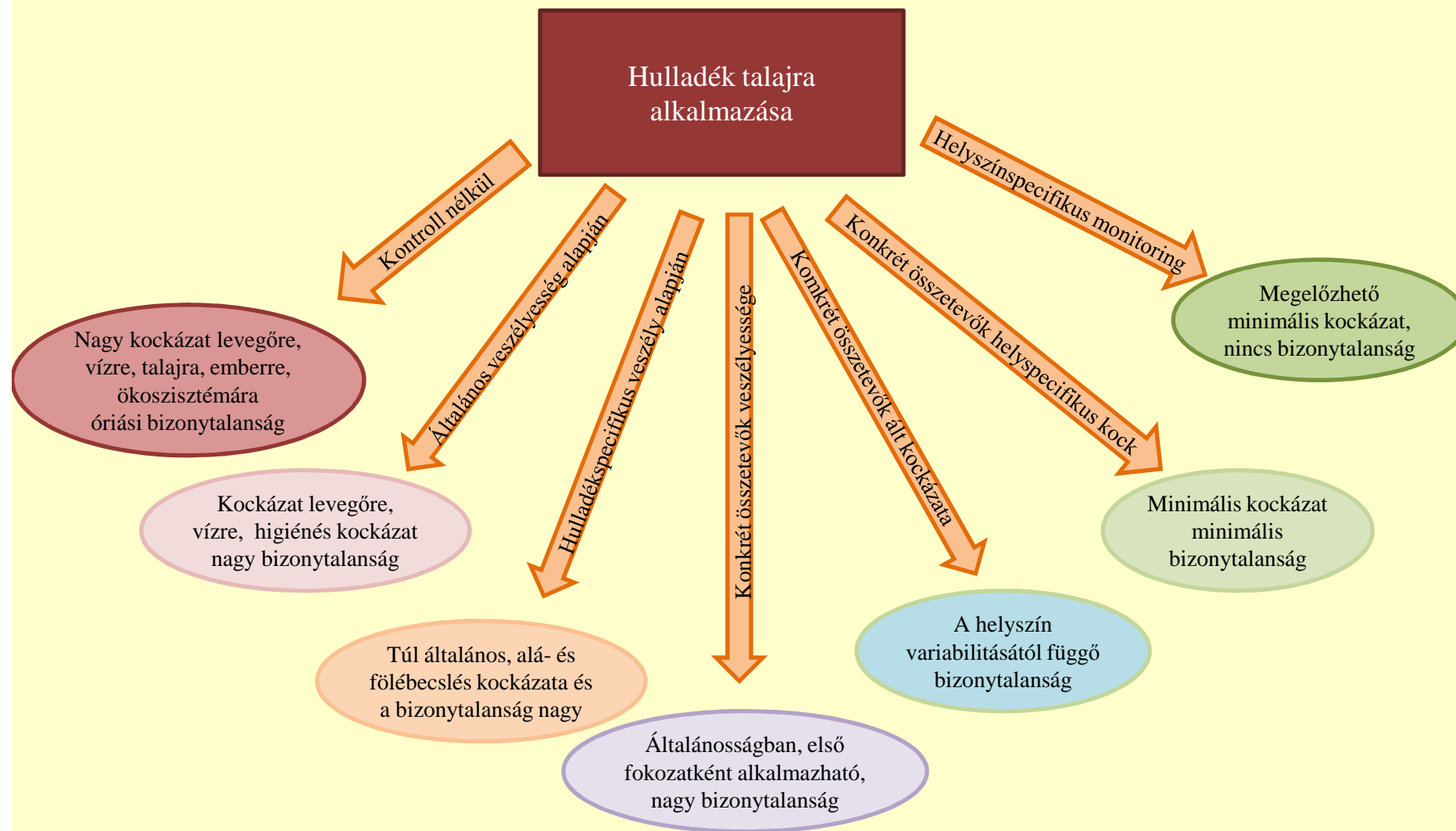
A vegyi anyag kockázata a hulladékalkalmazási helyszínt használók kitettségétől függ. Az pedig a talajtípustól, a területhasználatától, a klímától, időjárástól, stb.

Az alkalmazás akkor környezethatékony, ha a kockázat az elfogadható mértéken belül marad, azaz  $RQ < 1$ .

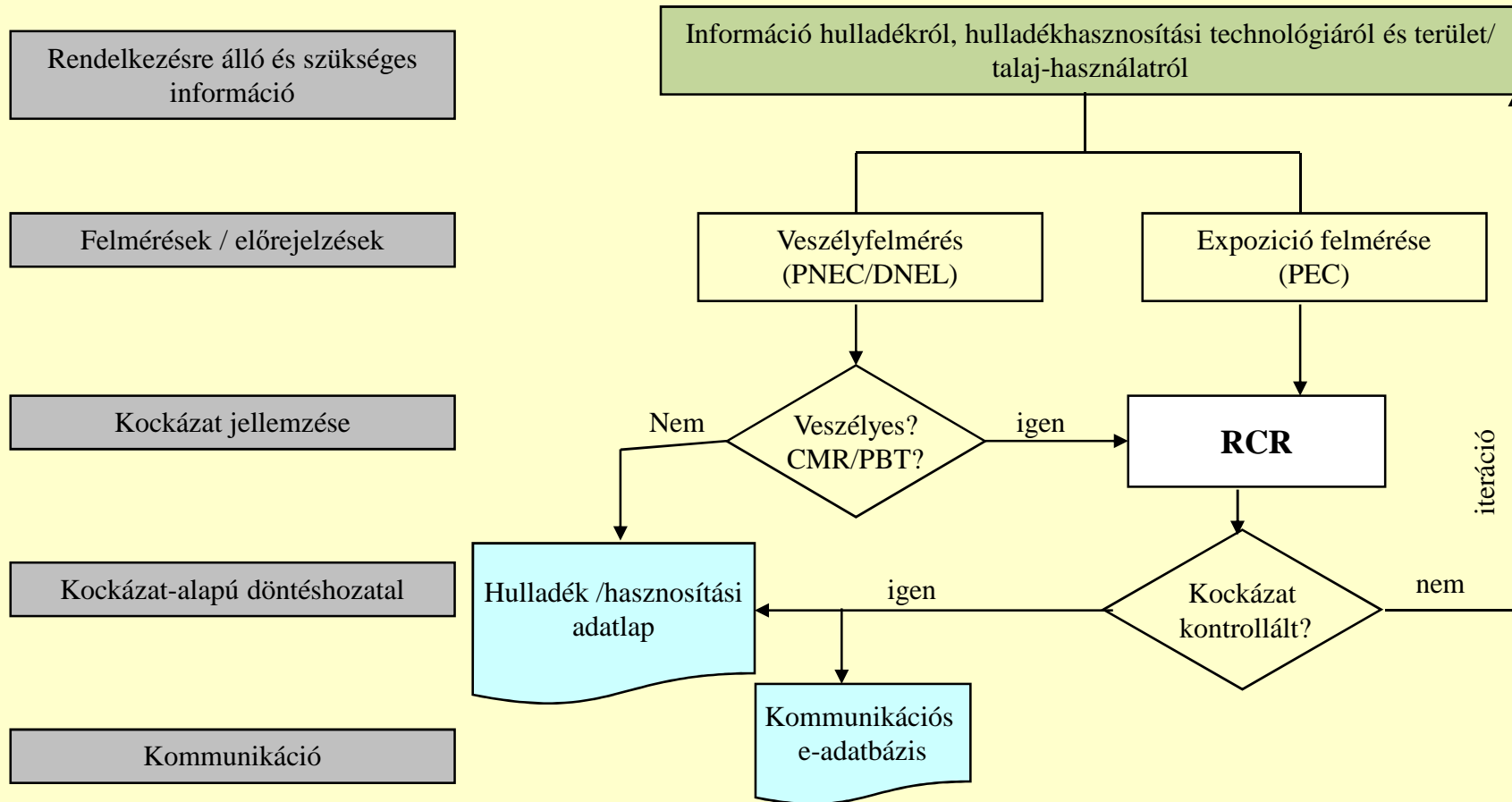
# HULLADÉKHASZNOSÍTÁS TALAJRA

1. Hulladék előkezelés: **aprítás, bizonyos szemcsemérete-frakció előállítása**
2. Geotechnikai elemek: **vízretartó kapilláris réteg ↔ kapilláris gát**
3. Talajjavítás: **homokos talaj**
4. Talajjavítás: **terméketlen talaj**
5. Talajremediáció: szennyezett talaj
6. Erózióra hajlamos **talaj textúrájának javítása**
7. Talaj fizikai stabilizálás: eróziógátlás
8. Talaj kémiai stabilizálása: **fémekkel szennyezett talaj**
9. Termesztőközeg előállítása
10. Tápanyagpótlás: speciális tápanyagigényű növények termesztésére
11. Degradálódott, rossz textúrájú talaj: **szervesanyag (humusz) pótlás**
12. **Hulladék megsemmisítése** (kezelése, tárolása) a talajban CO<sub>2</sub> többlet termelése nélkül

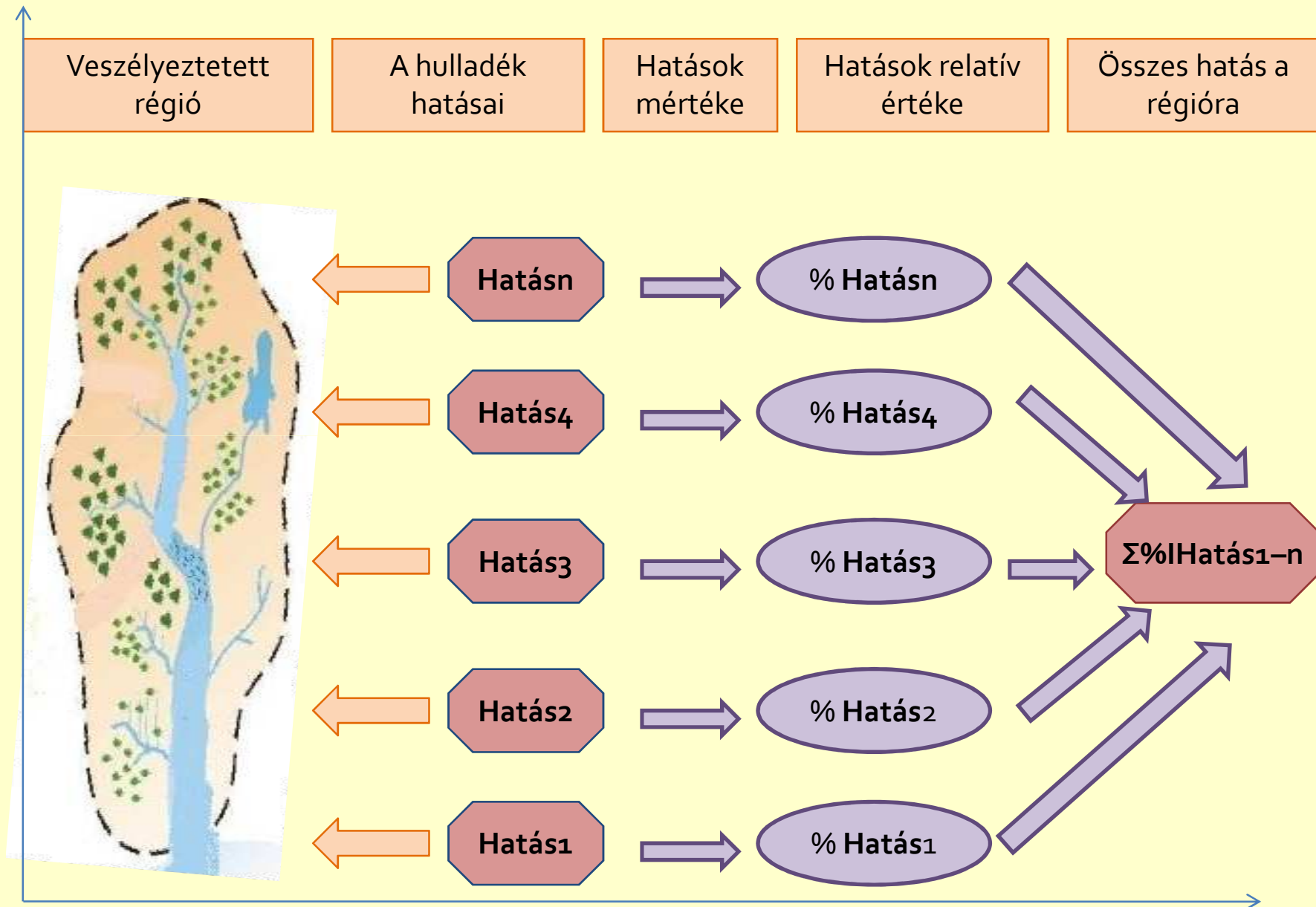
## TALAJRA ALKALMAZÁS: KOCKÁZAT ÉS BIZONYTALANSÁG MÉRTÉKE



# Hulladékok talajra hasznosításának környezeti kockázatmenedzsmentje



# Több káros hatás összegzése



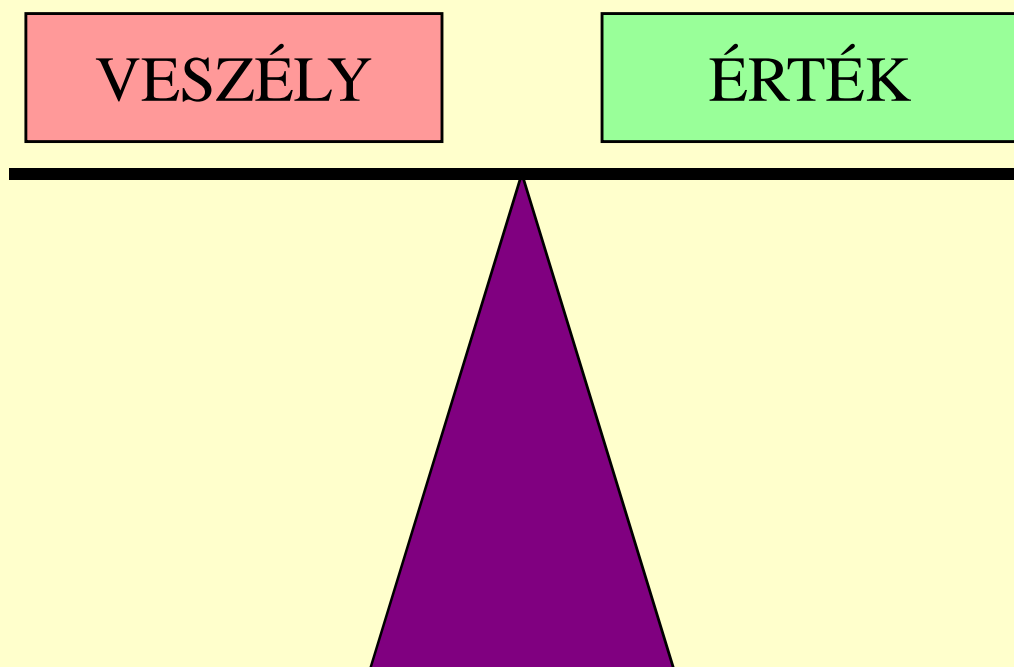
Vízgyűjtő – hulladék hatásainak leltára – hatások relatív mértéke – összes hulladékhatás

# A KOCKÁZATALAPÚ MEGÍTÉLÉS ÉS DÖNTÉS ELŐNYEI

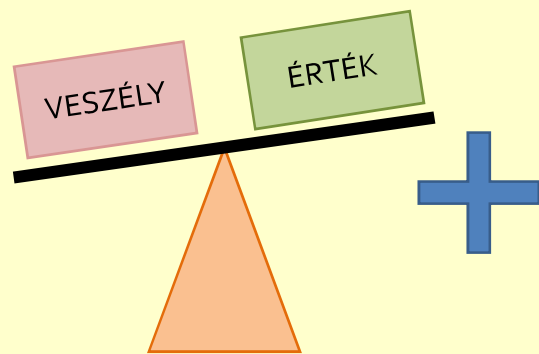
A hulladékok **kockázat alapú megítélése**, kockázatuk számszerűsítése, hasznosítható tulajdonságaik, értékeik figyelembevétele és számszerűsítése lehetővé teszi a hulladékok felhasználását pl.

- leromlott vagy rossz minőségű talajok javítására,
- szennyezett talajok remediálására
- ezzel párhuzamosan a hulladéklerakók fenntartható és öko-hatékony csökkentésére, ill. megszüntetésére. (SOILUTIL, 2010).

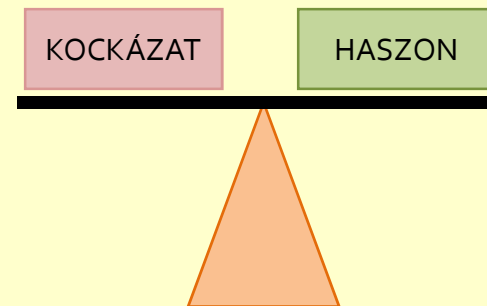
# VESZÉLY-ÉRTÉK felmérése



# KOCKÁZAT-HASZON felmérése



Természeti és társadalmi környezet





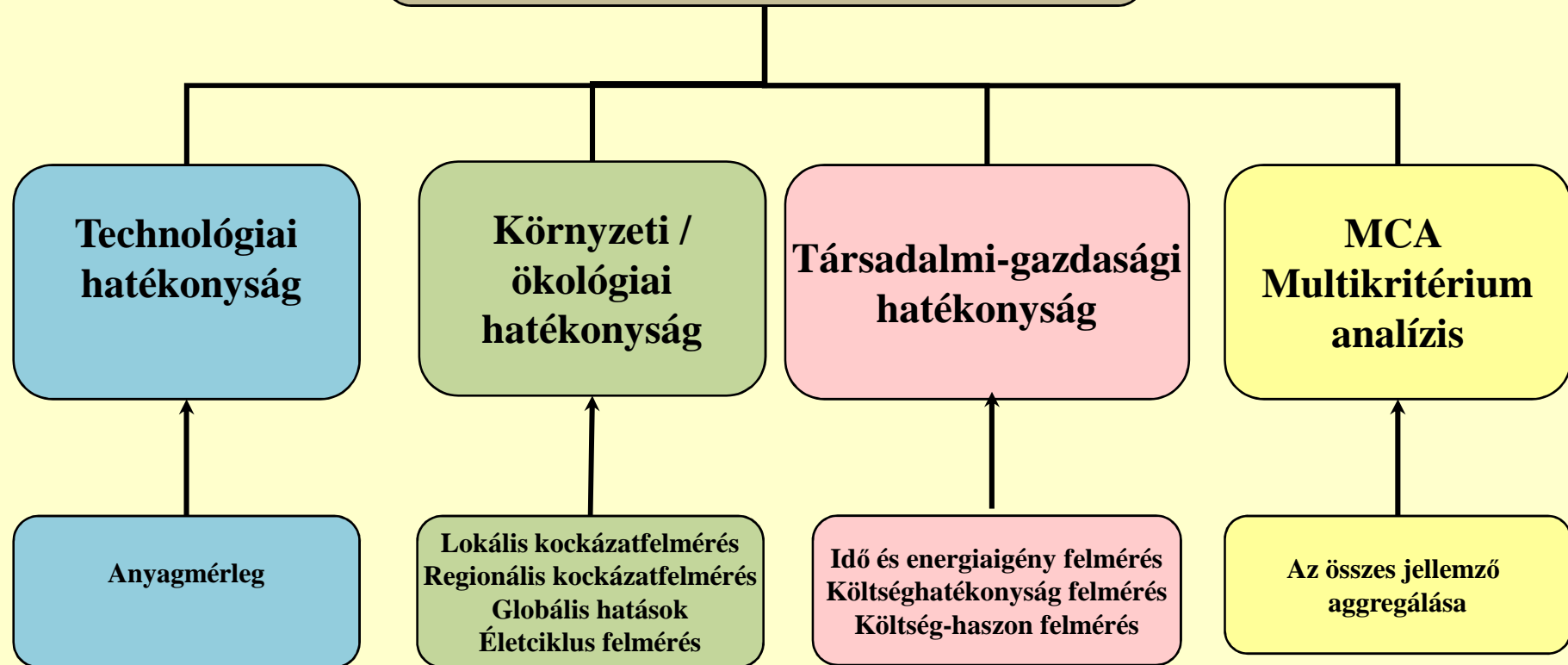
# KOCKÁZAT ÉS HASZON

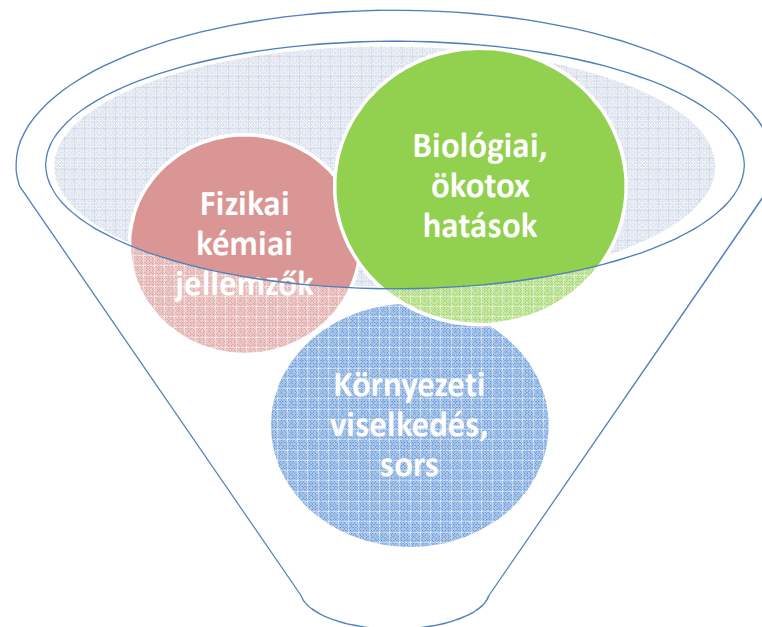
A hulladékok nem megfelelő kezeléséből és elhelyezéséből, valamint a talaj degradációjából eredő rövid- és hosszútávú kockázatok kvantitatívvá tehetőek (mérőszámmal jellemezhetőek) és ezek a mérőszámok összehasonlíthatóak a hulladékok talajra történő hasznosításának kockázataival.

Ugyanakkor az értékekből adódó hasznok és előnyök is kvantitatívvá tehetőek és felmérhetőek technológiai, valamint társadalmi-gazdasági felmérési és értékelési eszközökkel.

A kockázat és a haszon együtt képezi a hulladékok talajjavításra történő alkalmazását érintő döntéshozás alapját (Gruiz, 2009).

**Hulladékhasznosítási technológiák  
összehasonlító értékelése és verifikációja**





↓  
**Integrált értékelés**

## Hulladékok sorsa a környezetben

### Fizikai folyamatok

- Terjedés
  - Vízrel, esővízzel, savas és lúgos pH mellett
  - Kiporzással
- Hígulás, betöményedés
- Párolgás, lecsapódás, kicsapódás
- Fizikai adszorpció és deszorpció

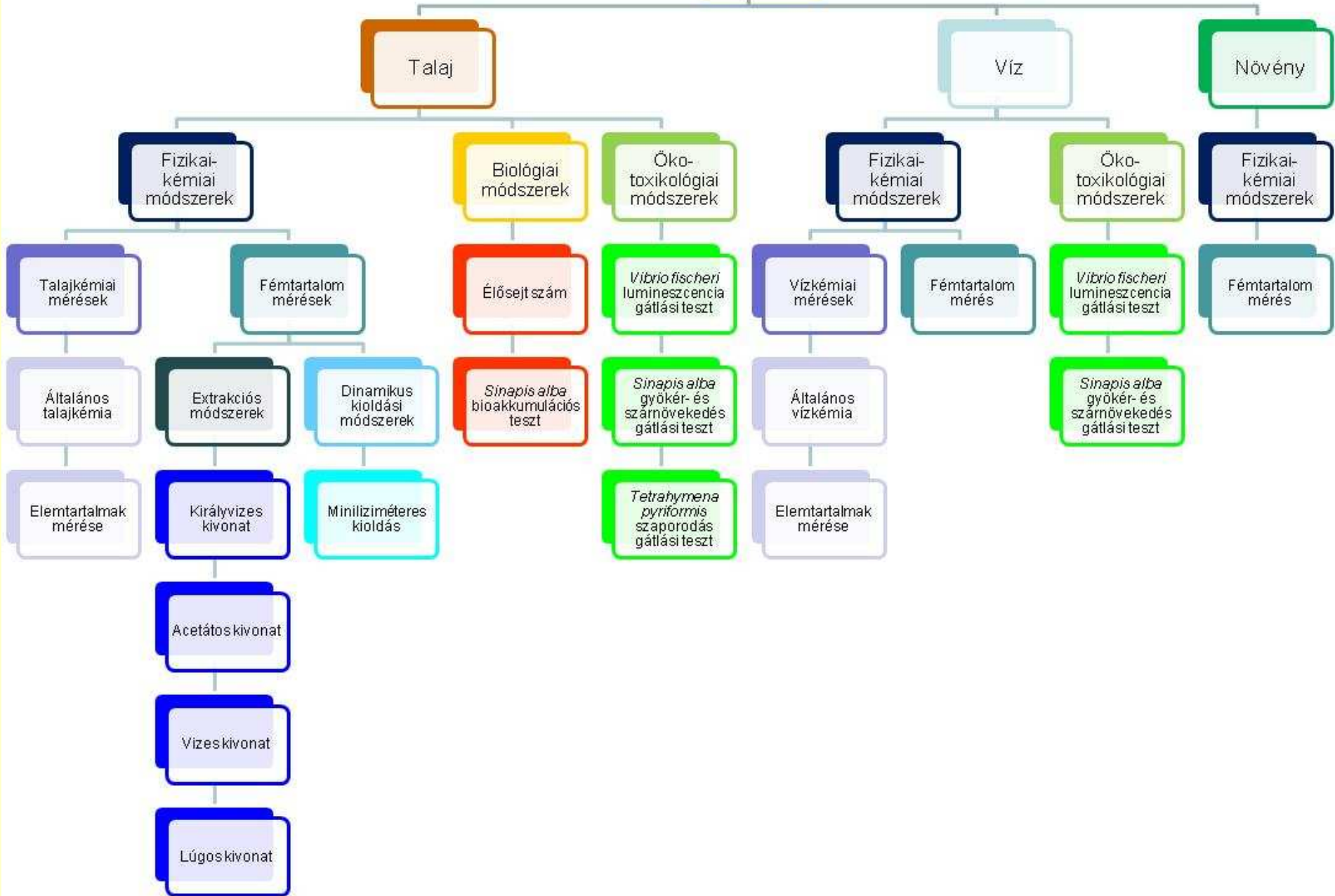
### Kémiai folyamatok

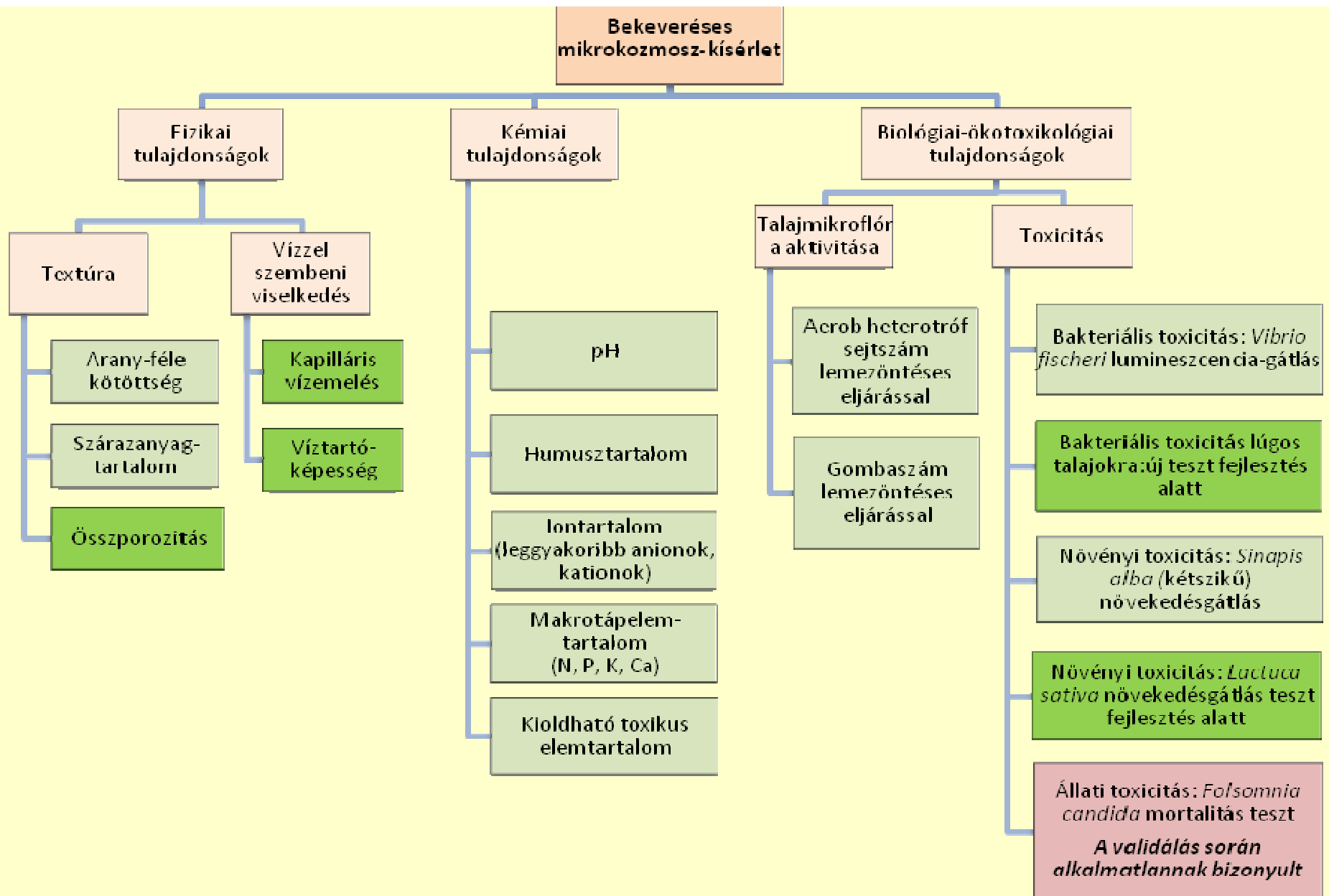
- Oldódás, kicsapódás
- Hidrolízis
- Redox átalakulások
- Bomlás, mineralizáció
- Kémiai transzformáció
- Kémiai adszorpció, deszorpció
- Megoszlás a fizikai fázisok között

### Biológiai folyamatok

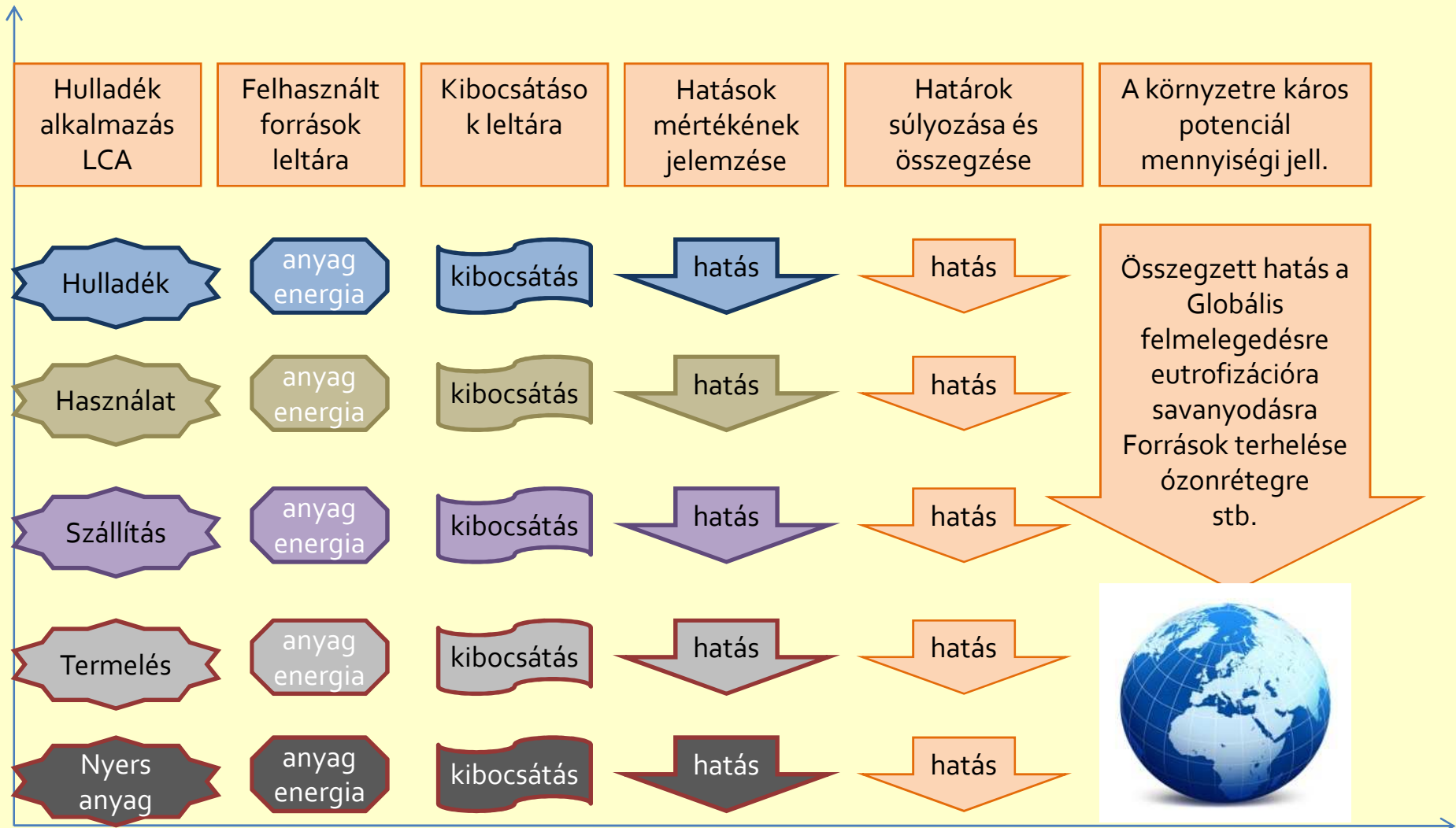
- Biodegradáció, perzisztencia
- Biológiai felvétel
  - Megkötődés membránokon
  - Átjutás a membránokon
  - Bioakkumuláció a szövetekben
- Toxikus hatások (akut és krónikus)
- Mutagén hatás
- Rákkeltő hatás
- Reprotoxikus hatás
- Szenzibilizáció, allergizálás
- Hormonrendszer károsítás
- Immunrendszer károsítás

# Integrált monitoring





# HULLADÉK MENDZSMENT ÉS A TELJES ÉLETCIKLUS



Életciklus – hatás a forrásokra – kibocsátás – relativ hatás – hatás összegzése – interpretáció

Talajromlási folyamatok leírása, konkrét érték megadása	Talaj javítási célok, problémák neve	Javítandó talaj/konstrukció konkrét céltenyező paraméter anyagtartalom terméktartalom	Hulladék hasznosítandó céltenyező paraméter anyagtartalom terméktartalom	Hasznosítandó céltenyező haszna relatív és abszolút	Területhasználattól függő konkrét és mérhető hasznok	Hulladék egyéb nem hasznosuló értékei (összehasonlító elemzésekhez)	Hulladék veszélyei (konkrétan)	Korlátozások (általában paraméteranyagtermékm neve)
A terület a korábbi ányászati területen átfolyó Toka-patak által szállított tartalmú hulladék által az áradások során szennyeződött. Összes fém-tartalmak (királyvizes kivonat): Cd: 4,1-11,1 mg/kg; Zn: 871-1863 mg/kg; Pb: 227-1589 mg/kg; As: 57,0-330 mg/kg. Mobilis fém-tartalom (vizes kivonat, az összes fázisalakban megadva) Cd: 5,5%-ig, Zn: 10,8%-ig.	Toxikus fém-szennyezett-ség kockázatának elfogadható szintre csökkentése	Mobilis fém-tartalom csökkentése. A Toka-patakra javasolt, kockázat alapú határérték: Cd: 1 µg/l, Zn: 100 µg/l, Pb: 10 µg/l, As: 10 µg/l.	Tatabányai eróművi pernye, puzsolán aktivitás, fémmegkötő hatás, mikroelem-tartalom, talaj vízháztartására gyakorolt pozitív hatás	Irreverzibilis fémmegkötő hatás, mobilis fémmennyiség csökkentése a talajban, a lefolyó és átfolyó vizekben, a növényekben és a teljes ökoszisztémában	Növények fémtartalmának csökkenése növényeket fogyasztó állatok és emberek által felvett fémmennyiség csökkentése, Toka-patak fémtartalmának csökkentése	Építési alapanyag, talajszilárdítás, szintézisek alapanyaga	Mobilis Mo és Se tartalom (Vízzel kioldható Mo: 0,314 mg/kg, Se: 0,250 mg/kg), kis szemcseméret	Mobilis fém-tartalom

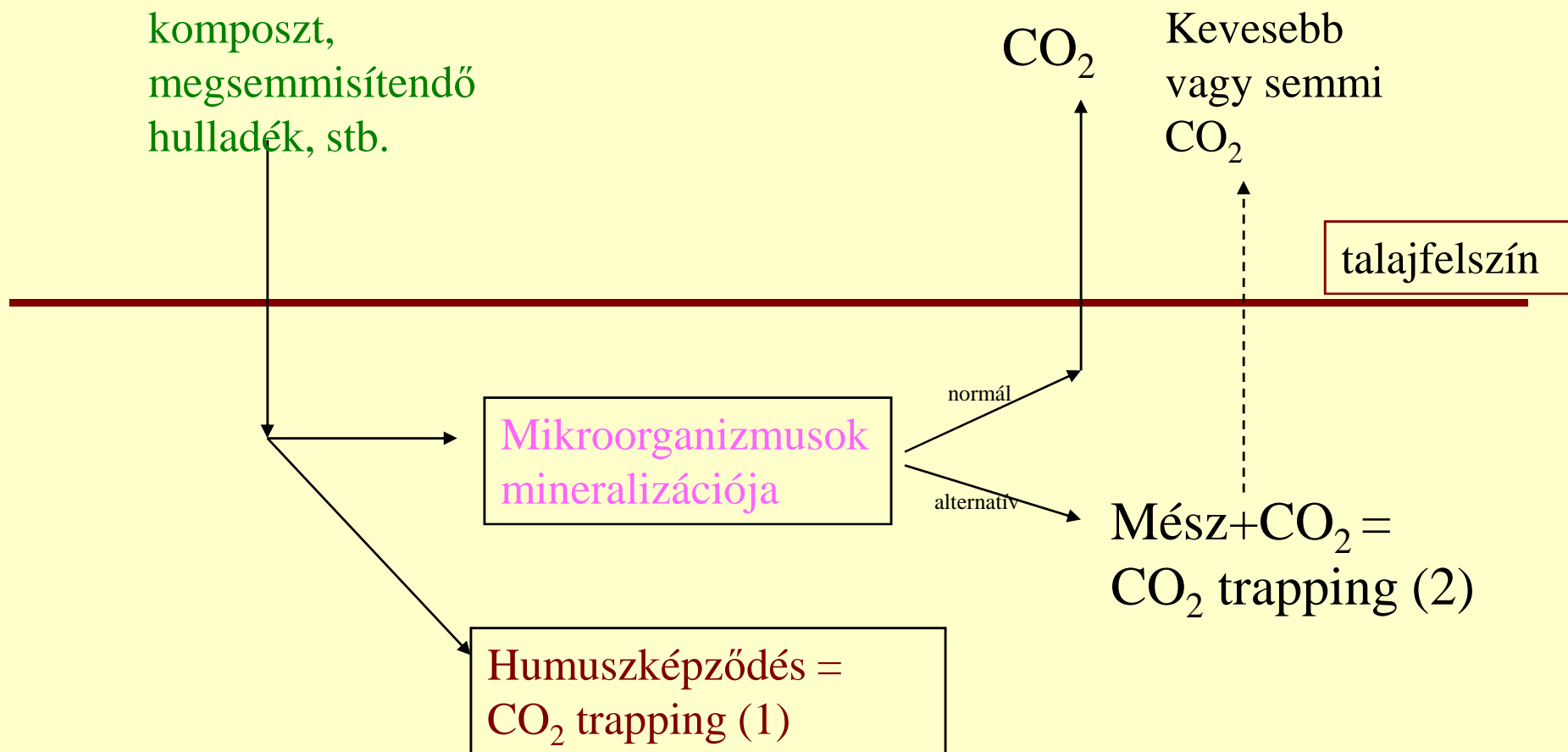


## Pernyével kezelt meddőkőzet: vízoldható fémkoncentráció és a növények fémfelvétele

	Vizes kivonat (mg/kg soil)				Növényi bioakkumuláció bioteszttel mérve (mg/kg száraz növ.)				Természetes növényzet (fű) fémfelvétele (mg/kg száraz növ.)			
	Cd	Zn	Pb	As	Cd	Zn	Pb	As	Cd	Zn	Pb	As
<b>Kontroll Nem kezelt</b>	<b>0.24</b>	<b>25.7</b>	<b>0.56</b>	<b>132</b>	<b>1.9</b>	<b>345</b>	<b>11.3</b>	<b>0.8</b>	<b>2.8</b>	<b>561</b>	<b>117</b>	<b>13.0</b>
<b>5% pernye</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.06</b>	<b>40.5</b>	<b>0.3</b>	<b>85</b>	<b>3.5</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>	<b>190</b>	<b>2.0</b>	<b>0.8</b>



Holt szerves anyag:  
lehullott levél,  
komposzt,  
megsemmisítendő  
hulladék, stb.



## **CO<sub>2</sub> termelés és sejtszám olajos hulladék talajban történő megsemmisítése során**

<b>Kezelés</b>	<b>CO<sub>2</sub> termelés (mmol)</b>	<b>Sejt-koncentráció (sejt/g talaj)</b>	<b>Fajlagos CO<sub>2</sub> termelés (mmol/sejt 10<sup>10</sup>)</b>
<b>kontroll</b>	<b>1.0</b>	<b>9.0 x 10<sup>6</sup></b>	<b>2.0</b>
<b>5% olajos hulladék</b>	<b>1.9</b>	<b>7.5 x 10<sup>7</sup></b>	<b>0.5</b>
<b>5% olajos hulladék +mész</b>	<b>1.2</b>	<b>2.3 x 10<sup>8</sup></b>	<b>0.1</b>

## Fahamu optimális mennyisége



SCIENCE FOR RICE, 2015



Felhasznált talaj: a rézsű déli oldaláról származó, homokos, K-, P-, és szervesanyaghiányos talaj (ASA7)

Adalékanyag	pH-H <sub>2</sub> O	nyers só	szervetlen só	CaCO <sub>3</sub>	H	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	össz-N
		m/m %	m/m %	m/m %	m/m %	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	m/m %
Kontroll	7,62	0,18	0,06	3,09	0,51	30,26	26,84	6,93	86,68	0,044
Fahamu + szennyvíziszap keverék	7,61	0,42	0,20	2,88	1,45	343,26	1341,07	6,02	92,89	0,117
Komposzt (400g)	7,80	0,46	0,26	3,87	1,66	465,08	608,69	6,02	60,75	0,125
NPK	7,47	0,52	0,34	3,34	0,50	86,56	526,31	6,44	112,93	0,051
Nyers szennyvíziszap	6,90	0,60	0,30	3,30	0,98	95,73	942,47	13,61	17,28	0,136
Szennyvíziszap keverék	7,03	0,70	0,32	3,62	0,94	251,01	493,03	20,59	19,08	0,117
Pernye + szennyvíziszap keverék	7,58	1,12	0,68	4,00	1,42	264,31	803,12	9,41	25,26	0,128
Rothasztott szennyvíziszap	7,51	0,36	0,12	4,24	0,83	75,84	544,44	27,49	75,34	0,073

A rézsű déli oldaláról származó, homokos, K-, P- és szervesanyaghiányos terület (ASA7)			
adalékanyag	Biomassza tömeg (g biomassza/4000g talaj)	Sejtszám (kontroll %-ban)	Gombaszám (kontroll %-ban)
kontroll	19	100	100
pernye + szennyvíziszap keverék	63	320	256
fahamu + szennyvíziszap keverék	83	318	852
szennyvíziszap keverék	69	350	1043
nyers szennyvíziszap	88	121	13
rothasztott szennyvíziszap	67	289	1557
komposzt	36	260	851





**2010.09.28. Közvetlenül a növényesítés után**



**2010.10.28. Egy hónappal a növényesítés után**



**2011.05.21. Tavaszi állapot**



Köszönöm a figyelmet!



SOILUTIL Konferencia, 2013

## A talaj és a hulladék paramétertípusok párosítása

Talaj paramétertípus (adatlapról)	MU	Hulladék paramétertípus (adatlapról)	MU	Megjegyzések
Térfogattömeg	g/cm <sup>3</sup>	Sűrűség	g/cm <sup>3</sup>	
Humusztartalom=Szervesanyag-tartalom (%)	%, mg/l, mg/kg	Szervesanyag-tartalom vagy izzítási veszteség, TOC	%, mg/l, mg/kg	számított szerves C-ből (TOC x 1,72)
Mézsztartalom (karbonátok)	%	CaCO <sub>3</sub>	%	
pH	-	pH	-	
Szemcseméret-eloszlás (%) (3 frakció: homok (0,02-2 mm) iszap (0,002-0,02 mm), agyag (<0,002 mm))	%	Szemcseméret-eloszlás (%) (3 frakció: homok (0,05-2 mm) iszap (0,002-0,05 mm), agyag (<0,002 mm))	%	Atterberg-féle/ USDA
Arany-féle kötöttség (KA)				
Toxikus elemek (Határértékek)	mg/kg	Toxicitás (fémtartalom hozzáférhetőség)	mg/kg	
		Puzzolánaktivitás		