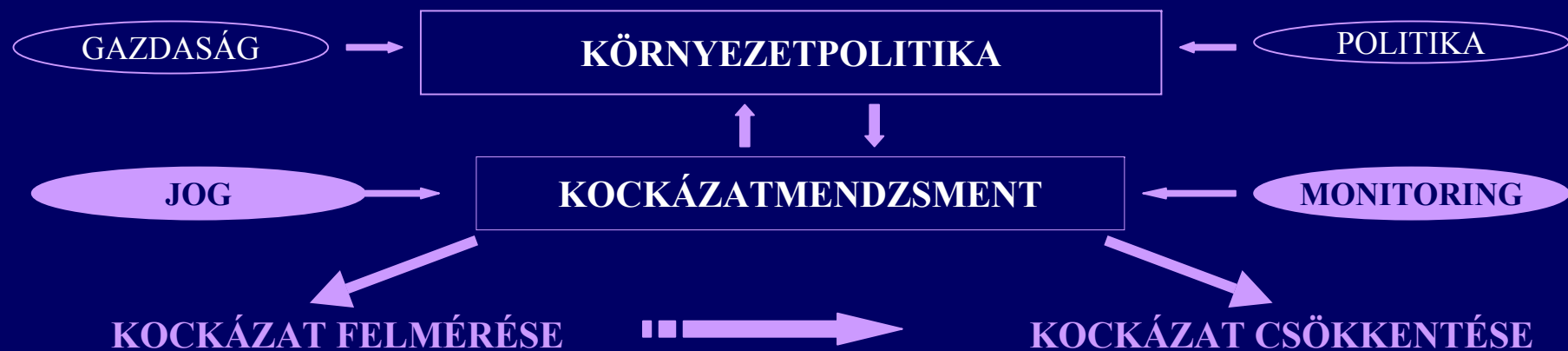


Talajremediáció tervezése és kivitelezése

Gruiz Katalin

Szennyezett környezet menedzsmentjének eszköztára



1. VESZÉLY AZONOSÍTÁSA

2. KOCKÁZAT FELMÉRÉSE

Általános / helyspecifikus

Kvalitatív/ kvantitatív

Ökológiai / humán egészségi

1. MEGELŐZÉS

2. KORLÁTOZÁSOK

3. REMEDIÁCIÓ

Fizikai-kémiai technológiák

Bioremediáció

Ökológiai technológiák

A szennyezett területek kockázatának kezelése

A szennyezett területek **kockázatának felméréséhez** szükség van

- a szennyezőforrás és a terület integrált kockázati modelljére,
- integrált felmérési illetve monitoring módszerre és
- területspecifikus kvantitatív kockázatfelmérési módszerre

A **kockázat csökkentésének** tervezéséhez ismernünk kell a kockázatcsökkentési lehetőségeket:

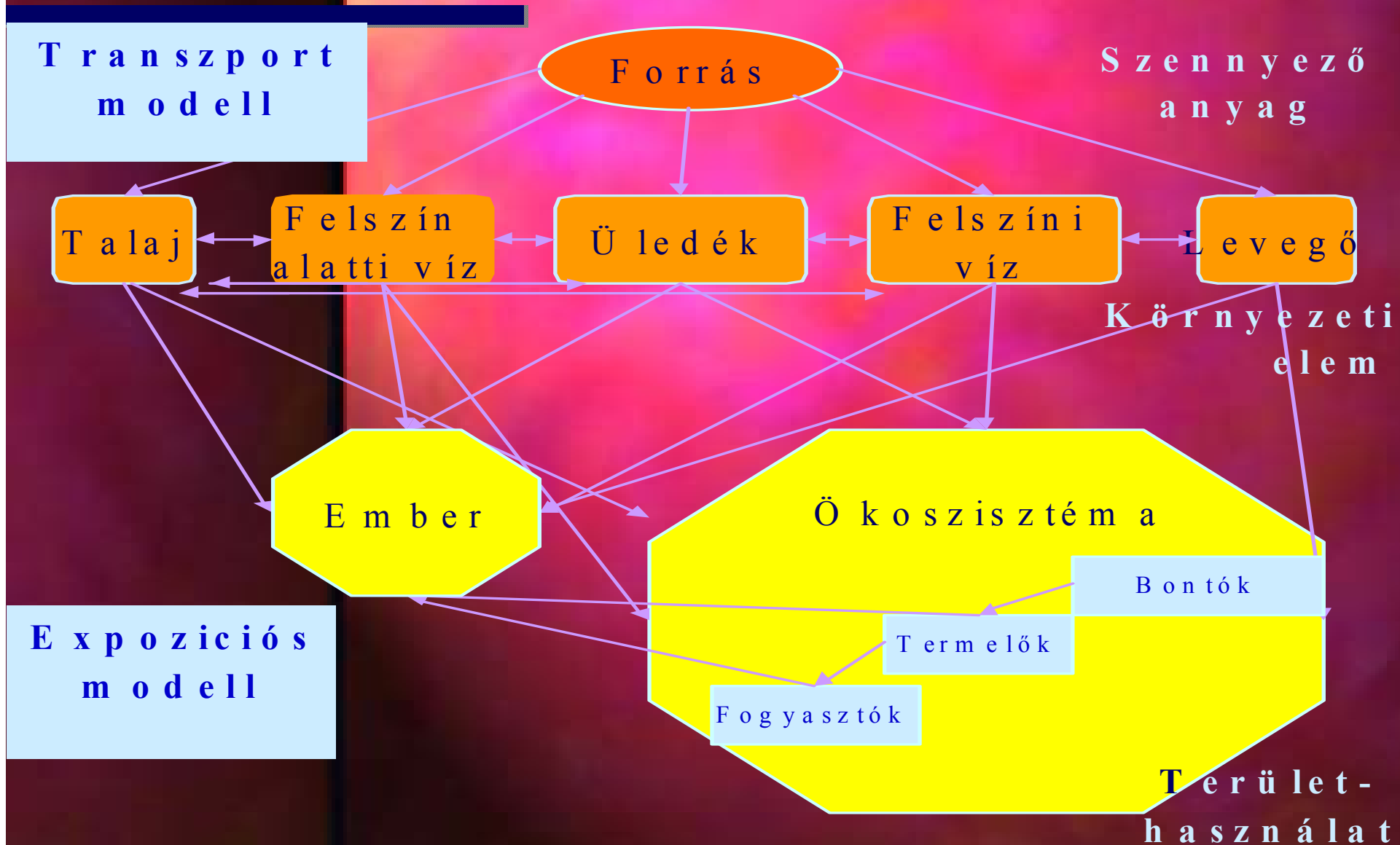
- intézkedés,
- megelőzés,
- remediáció.

Ezek közül **környezethatékonyság és gazdasági hatékonyság** felmérése alapján kell kiválasztani a legmegfelelőbbet vagy a legmegfelelőbb kombinációt.

Integrált Kockázati Modell

Elvi felépítés

(lehet általános vagy helyszín specifikus)



A kockázatcsökkentést megelőző feladatok

- 1. A terület állapotfelmérése vagy monitoringja**
- 2. A mérési adatok megfelelő interpretációja, a kockázat felmérése,**
- 3. A kockázatváltozás spontán trendjének megállapítása rövid- és hosszú távú kockázatok megismerése**
- 4. A kockázatcsökkentési intézkedések (megelőzés, korlátozás, remediáció) hatékonyságának összehasonlítása**
- 5. A megfelelő intézkedés vagy intézkedés-kombináció kiválasztása**

Remediációval kapcsolatos kérdések és feladatok 1.

1. **Mióta szennyezett a terület?**
2. **Mekkora a szennyezettség kiterjedése?**
3. **Milyen környezeti elemeket érint a szennyezettség?**
4. **A szennyezett környezeti fázisok azonosítása**
5. **A szennyezőanyagok azonosítása**
6. **A szennyezőanyagok fizikai, kémiai és biológiai jellemzői**
7. **A terület jelenlegi használata**
8. **A terület hidrogeológiai jellemzői**
9. **A terület érzékenysége**
10. **A terület ökoszisztémájának állapota**
11. **A terület talajának mikrobiológiai állapota**
12. **A terület jelenlegi kockázata, és a kockázat változásának iránya**

Remediációval kapcsolatos kérdések és feladatok 2.

- 13. A beavatkozás sürgőssége**
- 14. A jövőbeni területhasználat megadása**
- 15. A jövőbeni használathoz tartozó célérték**
- 16. A választott célértéket teljesíteni képes remediációs módszerek áttekintése: a teljesség igényével készült felsorolás**
- 17. Az elvileg megfelelő remediációs technológiák összehasonlító értékelése: hatékonyság, elérhetőség, költség**
- 18. A reális technológiai alternatívák részletes összehasonlító értékelése**
- 19. Léptéknövelt kísérletek a kiválasztott technológiákkal**
- 20. Technológia-alkalmazás**
- 21. Technológiamonitoring**
- 22. Technológia verifikációja**
- 22. Utómonitoring**

A talajremediálási módszereket több szempontból csoportosíthatjuk

- 1. A remediáció alapulhat a szennyezőanyag immobilizálásán vagy mobilizálásán.**
- 2. Remediálási módszerek környezeti elemek szerint: levegő, víz, talajvíz, talaj vagy üledékremediálási módszer lehetnek**
- 3. A talajremediálási módszer a talaj fázisai szerint jelentheti a talajlevegő, talajnedvesség, a talajvíz, a talaj szilárd fázisa, a különálló szennyezőanyag fázis vagy több fázis együttes kezelését, pl. talajvíz és szilárd fázis, vagy háromfázisú (telítetlen) talaj kezelését**
- 4. A remediáció alapulhat a talajban spontán lejátszódó folyamatokon**
- 5. A remediáció lehet *in situ* vagy *ex situ* módszer vagy ezek kombinációja**
- 6. A talajremediáció alkalmazhat fizikai-kémiai, termikus vagy biológiai technológiát**
- 7. Befolyásolja még a technológiát a technológia-monitoring, a remediálás során megengedhető területhasználat és az alkalmazott remediációs technológia saját környezeti kockázata, kibocsátásai, energia- és anyagigénye**

A természetes folyamatok mérnöki alkalmazásának fokozatai szennyezett talaj remediálásában

A talajremediáció az esetek egy részében a talajban spontán megindult öngyógyító folyamatokon alapul. Erre akkor lehet alapozni, ha ezek az öngyógyító folyamatok valóban kockázatcsökkenéssel járnak és elég hatékonyak vagy hatékonyságuk növelhető.

NA: Natural Attenuation: természetes szennyezőanyag csökkenés

MNA: Monitored Natural Attenuation: monitorozott természetes szennyezőanyag-csökkenés

ENA: Enhanced Natural Attenuation: gyorsított természetes szennyezőanyag-csökkenés

In situ bioremediáció: a gyorsított szennyezőanyag-csökkenésre alapozó technológiák

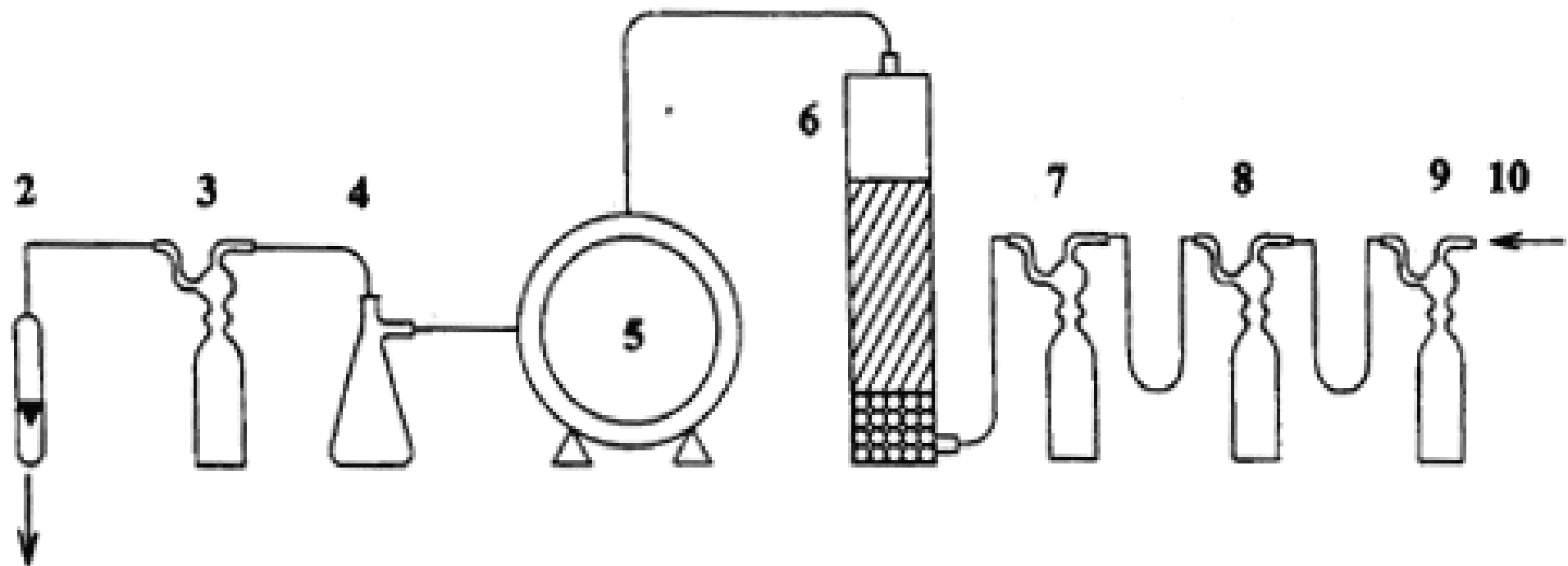
Ex situ bioremediáció: a talaj eltávolítását követő reaktoros technológia

A remediációs előkísérletek a laboratóriumban kezdődnek

Laboratóriumi mikrokozmoszban teszteljük a kezelendő szennyezett talajt:

- 1. a biodegradáció során keletkezett széndioxid mennyisége alapján igazoljuk a mikrobiológiai bontás és megállapítjuk annak mértékét**
- 2. Vizsgáljuk a mikrobiológiai bontás intenzifikálhatóságát**
- 3. Változtatjuk a technológiai paramétereket, az optimális levegőztetés, hőmérséklet, nedvességtartalom, adalékanyag-mennyiség körülhatárolására**
- 4. A nagyszámú előkísérletet követően nagyobb térfogatban a már optimált technológiai paraméterekkel kísérletezünk.**
- 5. A félüzemi kísérletek eredménye alapján tervezzük meg a teljes méretű talajremediációt.**

A talajlégzés mérésére szolgáló laboratóriumi mikrokozmosz

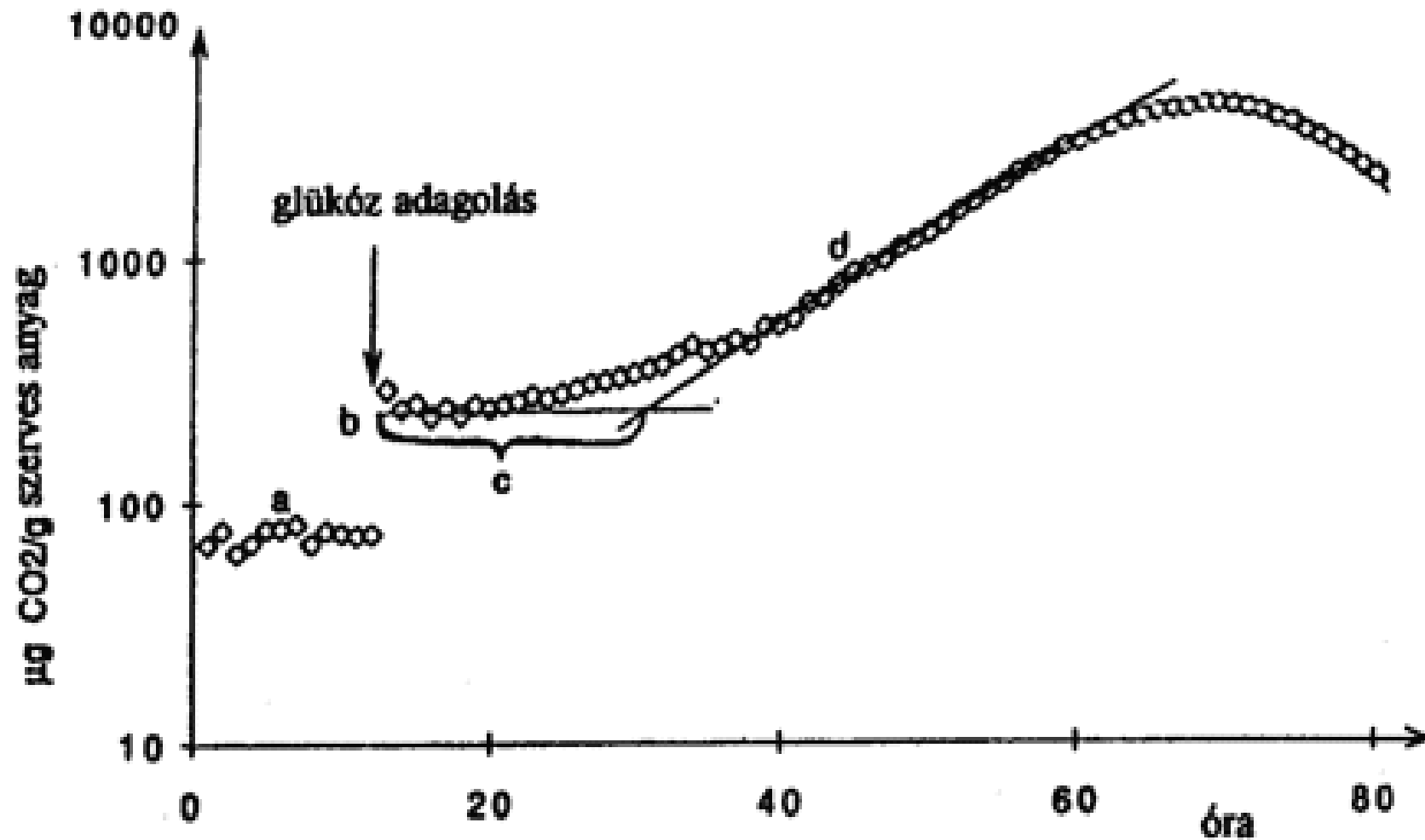


1. Levegő elszívás
4. Puffertartály
7. Mosópalack

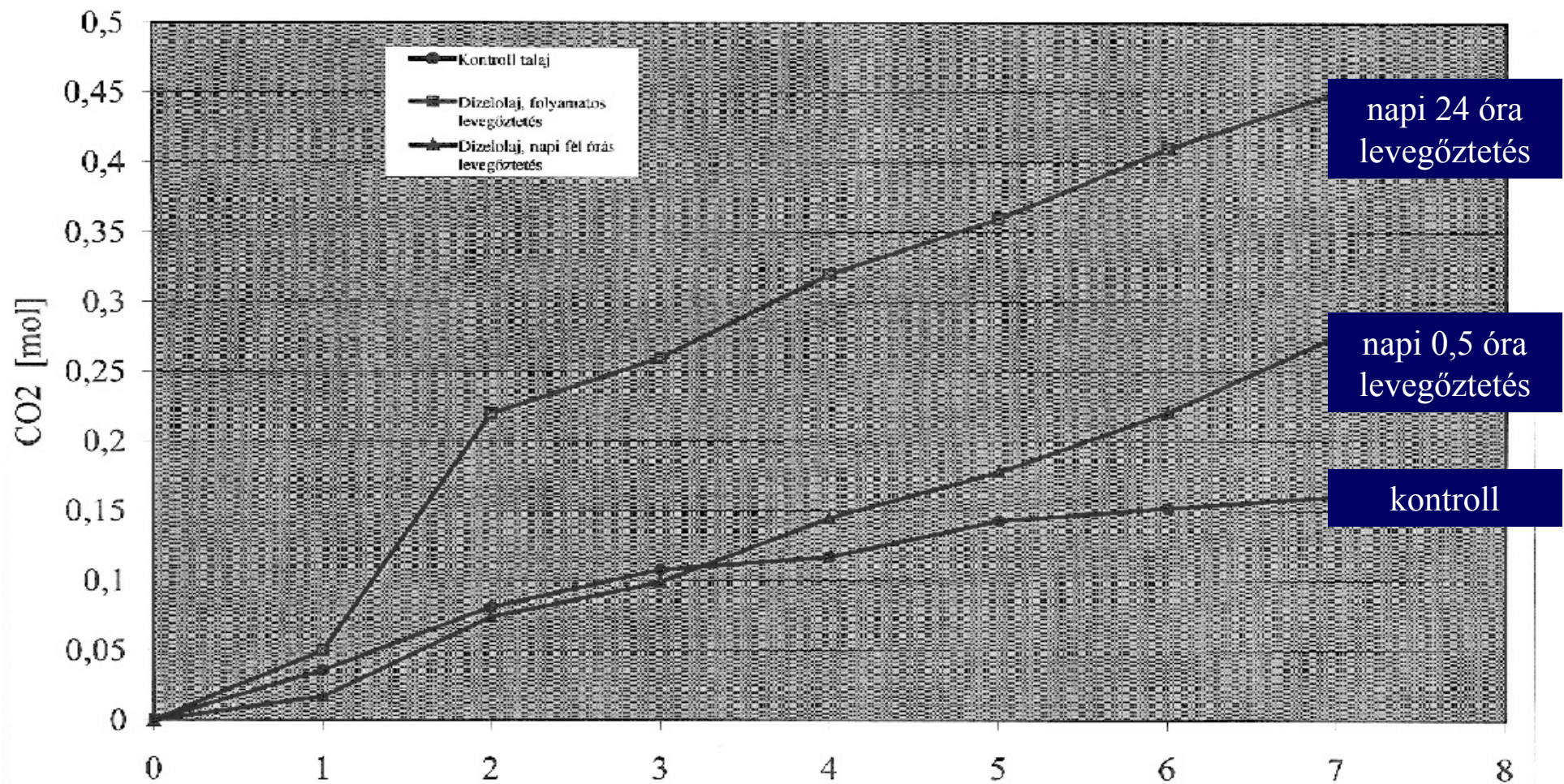
2. Vákuum-szivattyú
5. Gázárammérő
8,9. CO₂ elnyeletés

3. CO₂ elnyeletés
6. Oszlopreaktor
10. Levegő bemenet

Talajlégzés könnyen bontható szubsztrát (glükóz) adagolása előtt és után (Torstensson, 1994)

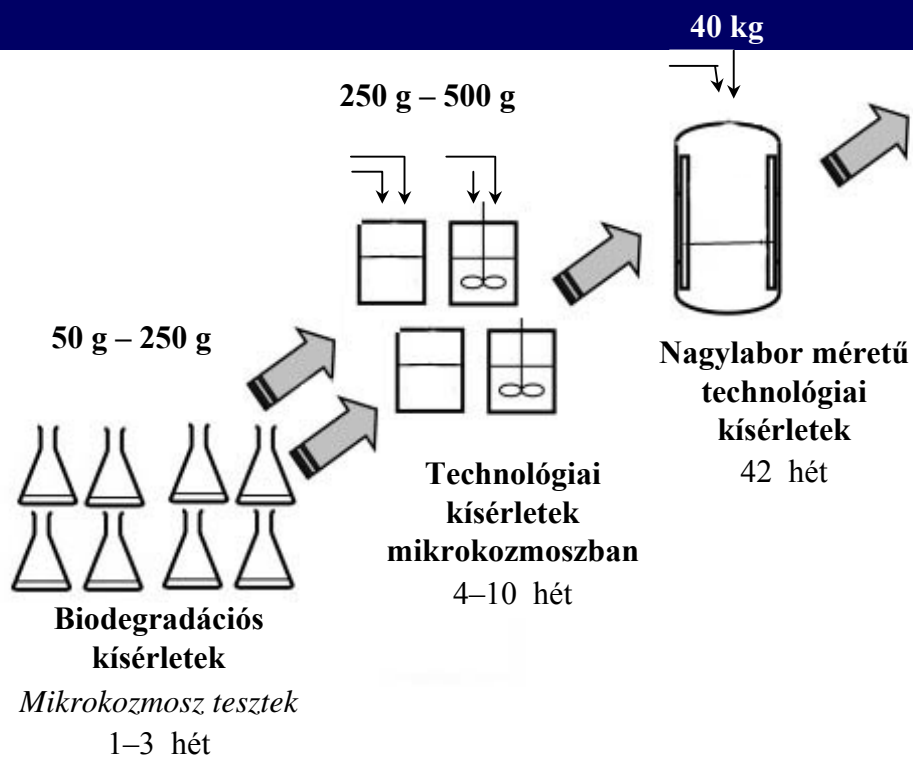


A levegőztetés mértékének hatása a dízelolaj biodegradációjára



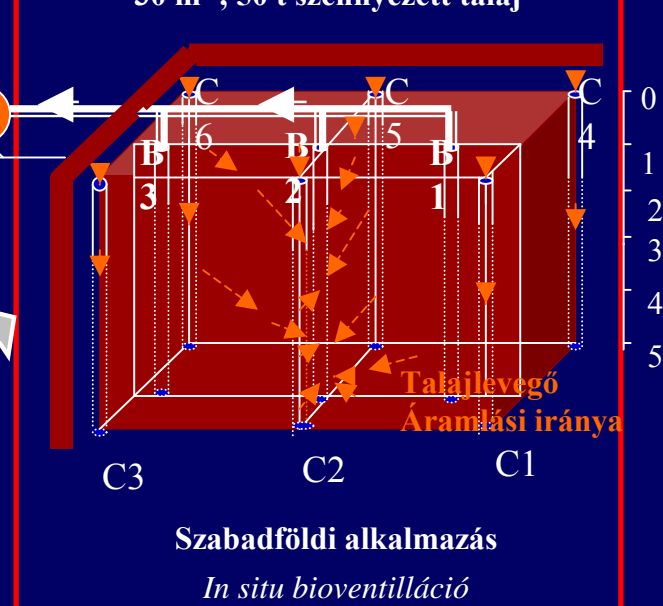
BIOVENTILLÁCIÓ LÉPTÉKNÖVELÉS

Technológia tervezés és fejlesztés



Technológia demonstráció

30 m³, 50 t szennyezett talaj



In situ bioventillációs technológia vázlatja

