

Gruiz Katalin, Vaszita Emese és Siki Zoltán



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Bányászati eredetű diffúz szennyezettség környezeti kockázatmenedzsmentje



Tartalom

- Cél
- Diffúz szennyezettség
- Modellterület ismertetése
- Környezeti kockázatmenedzsment koncepció alapja, szempontjai, részei
- Környezeti kockázatelemzés és a kockázatcsökkentés célértéke
- Következtetések

CÉL

Pontszerű és diffúz szennyezőforrások kockázatának felmérését és kockázatalapú remediációját támogató környezeti kockázatmenedzsment koncepció kidolgozása:

- környezeti kockázat felmérése (felszíni víz)
- kockázatcsökkentés célértékének meghatározása a kvantitatív kockázat függvényében

Diffúz szennyezettség eredete



Mezőgazdasági

Legelők,

Állattartás

Növényvédelem

Műtrágyahasználat

Városi használat

Közlekedés

Benzinkút

Parkolók

Városi
szennyvízelvezetés



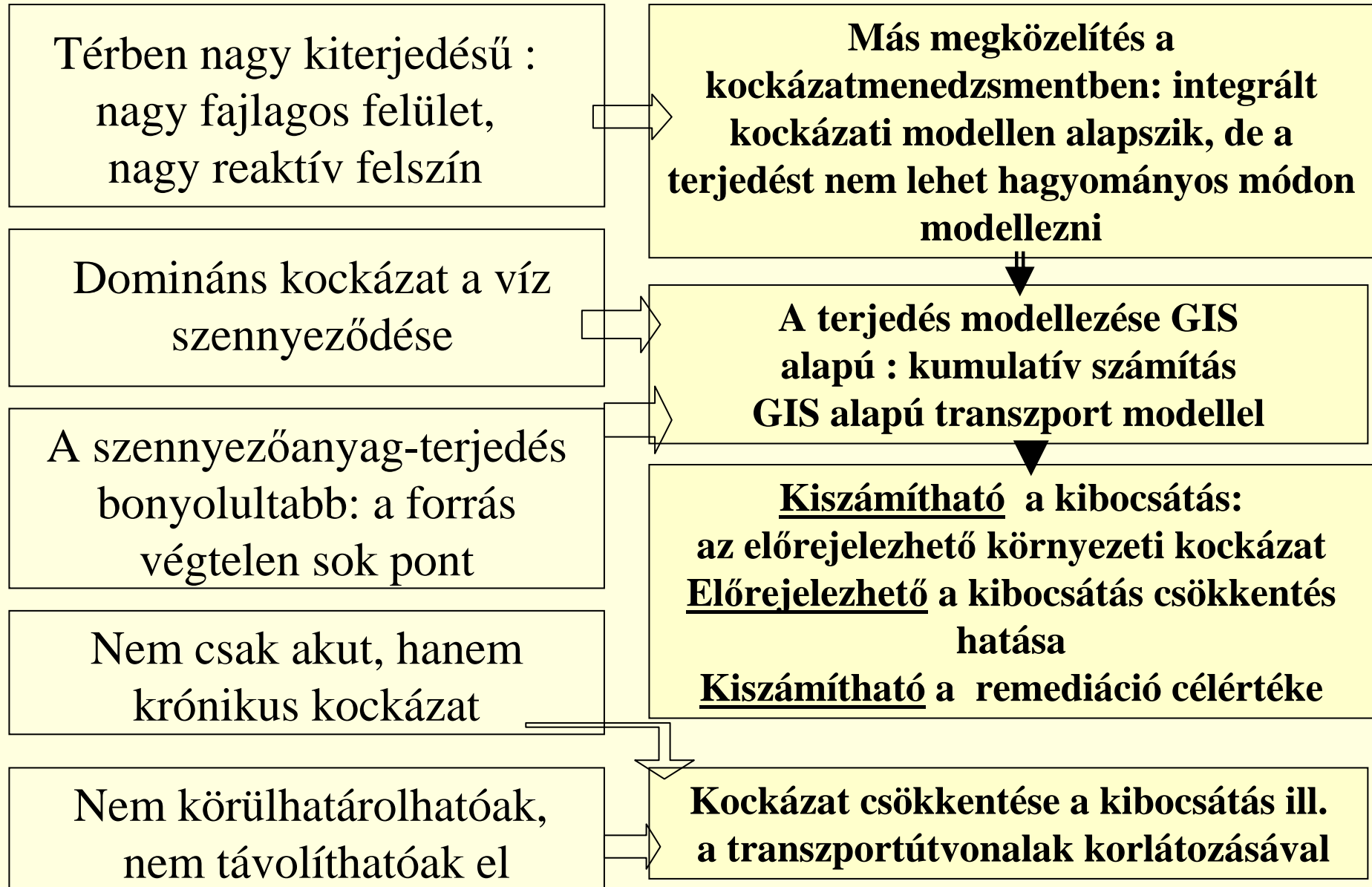
Ipari, bányászati

Hulladéklerakatok

**Bányászati
hulladékok**



Jellemzői **A diffúz szennyezettség** Kezelése

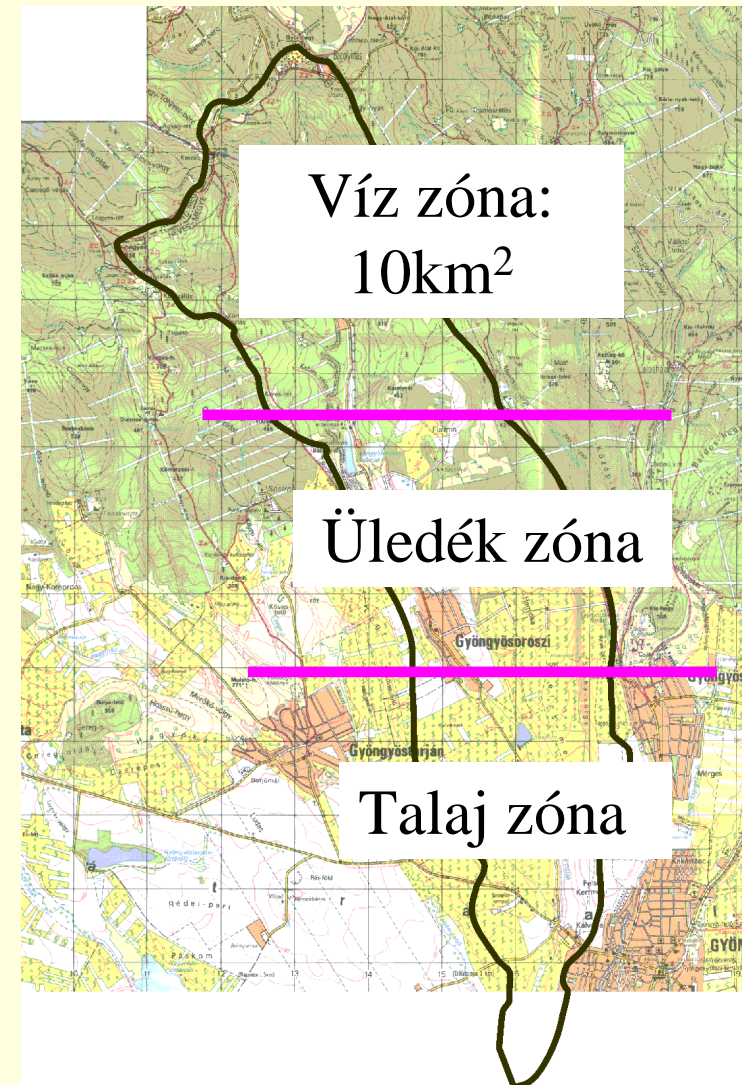


Modellterület ismertetése

Gyöngyösoroszi



Toka patak vízgyűjtője:
25km²



A bányászat fő objektumai



- Bányameddőhányók

- Bányameddőhányók
- Bányavíz-kezelő üzem
- Ipari víztározó
- Flotációs üzem
- Flotációs meddőhányó

- Mezőgazdasági víztározó
- Gyöngyösi tó

A modellterület ismertetése: Toka északi vízgyűjtője

Szennyezőforrások: pontszerű és diffúz (bányameddőhányók)

Szennyezőanyagok: Cd, Zn, Pb, (As) szulfidércekből

Folyamatok: erózió

meddőkőzet mállása és fémek eső általi kilúgzása

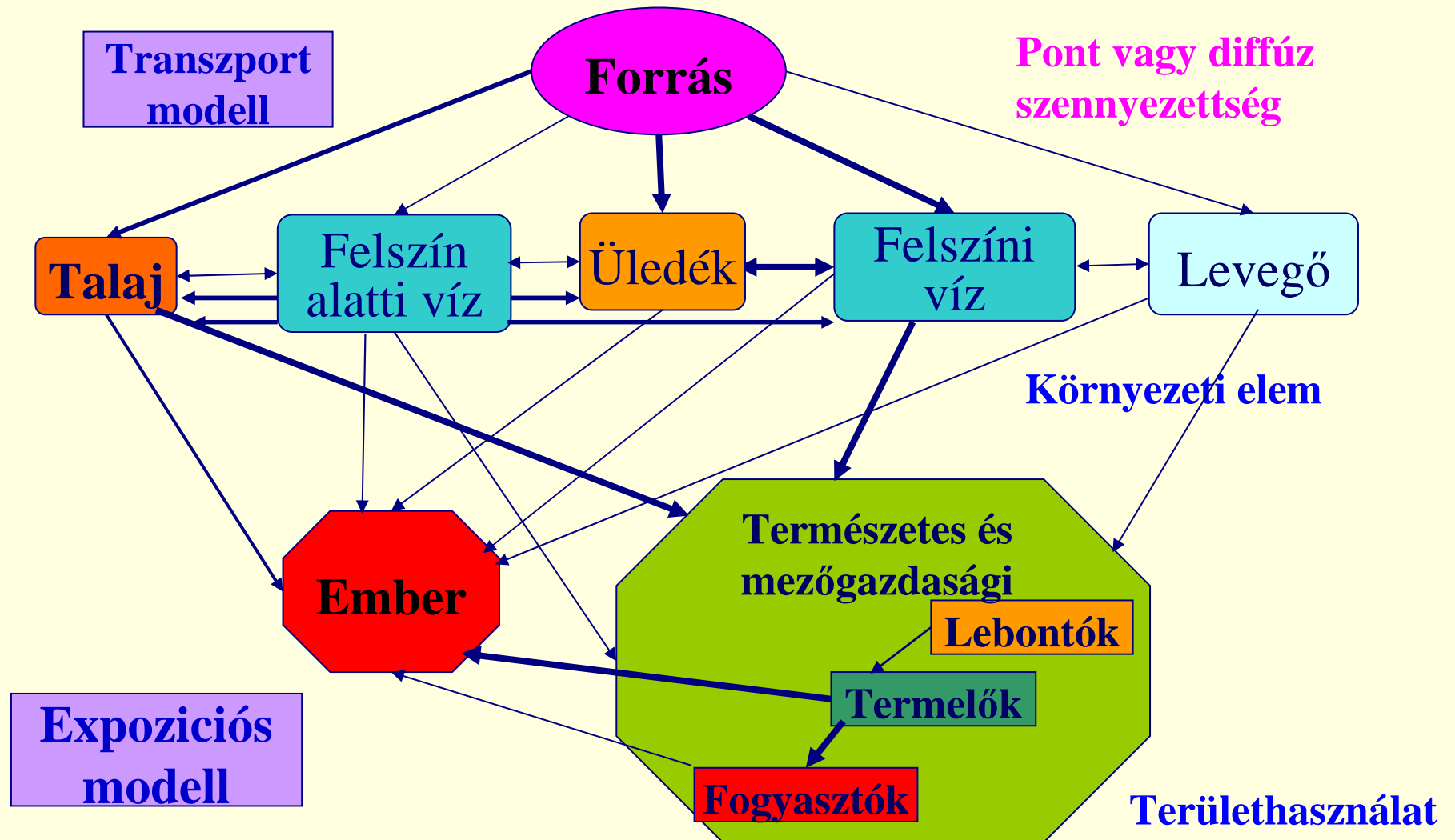
biológiai kioldással párosul (bioleaching) → savas környezet → fémmel telített savas csurgalék

megoszlás

Domináns kockázat: Felszíni víz fémtartalma

Szennyezőanyag transzport: felszínen lefolyó víz

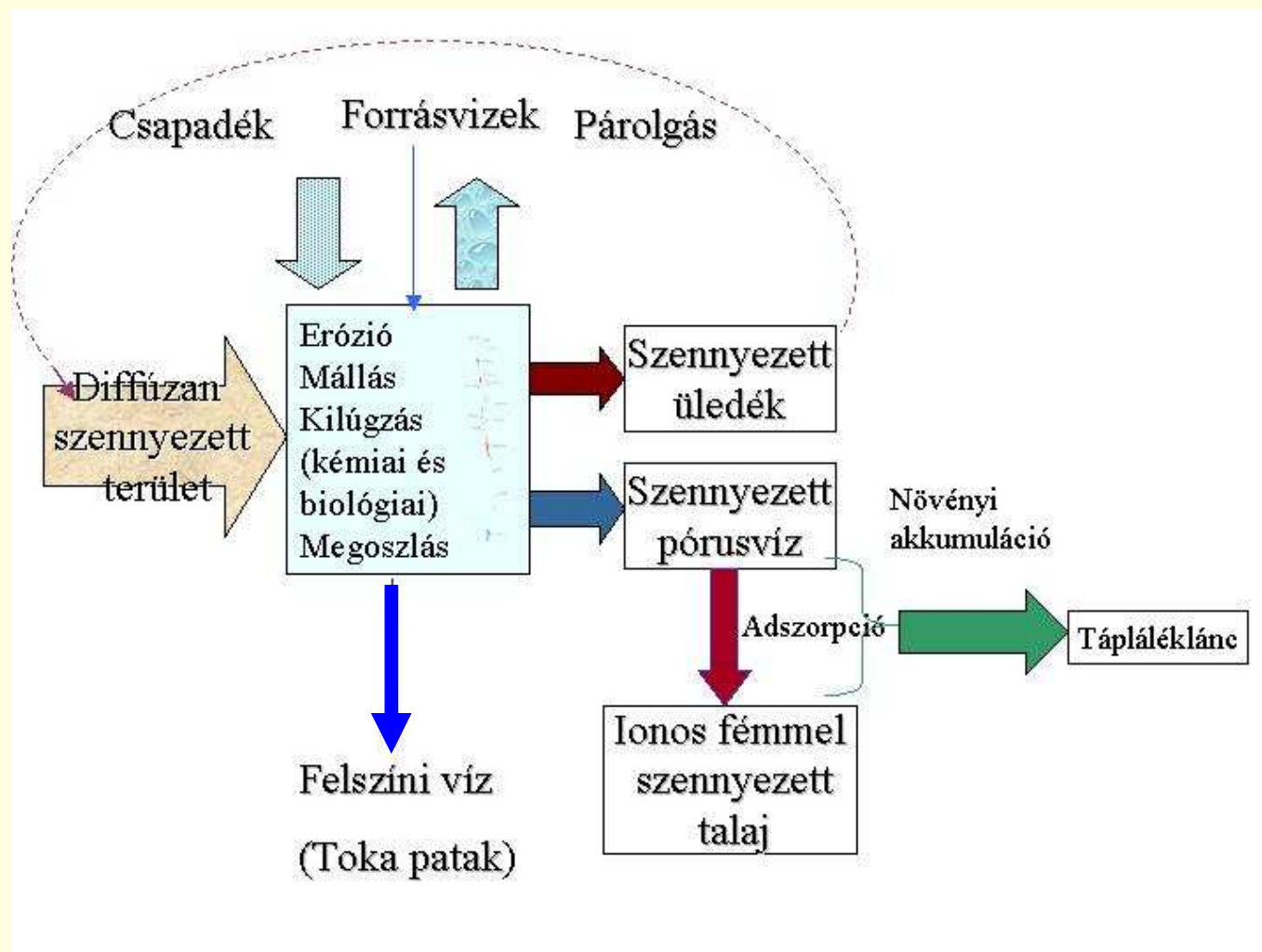
Környezeti kockázatmenedzsment konceptió alapja



Környezeti kockázatmenedzsment lépései

1. A terület koncepció modelljének (doboz-modell) felállítása
2. GIS adatbázisának létrehozása
3. Lépcsőzetes, területspecifikus környezeti kockázatfelmérés
4. A kívánatos kockázatcsökkentés kiszámítása a területspecifikus célérték és a természetes kockázatcsökkentő kapacitás segítségével

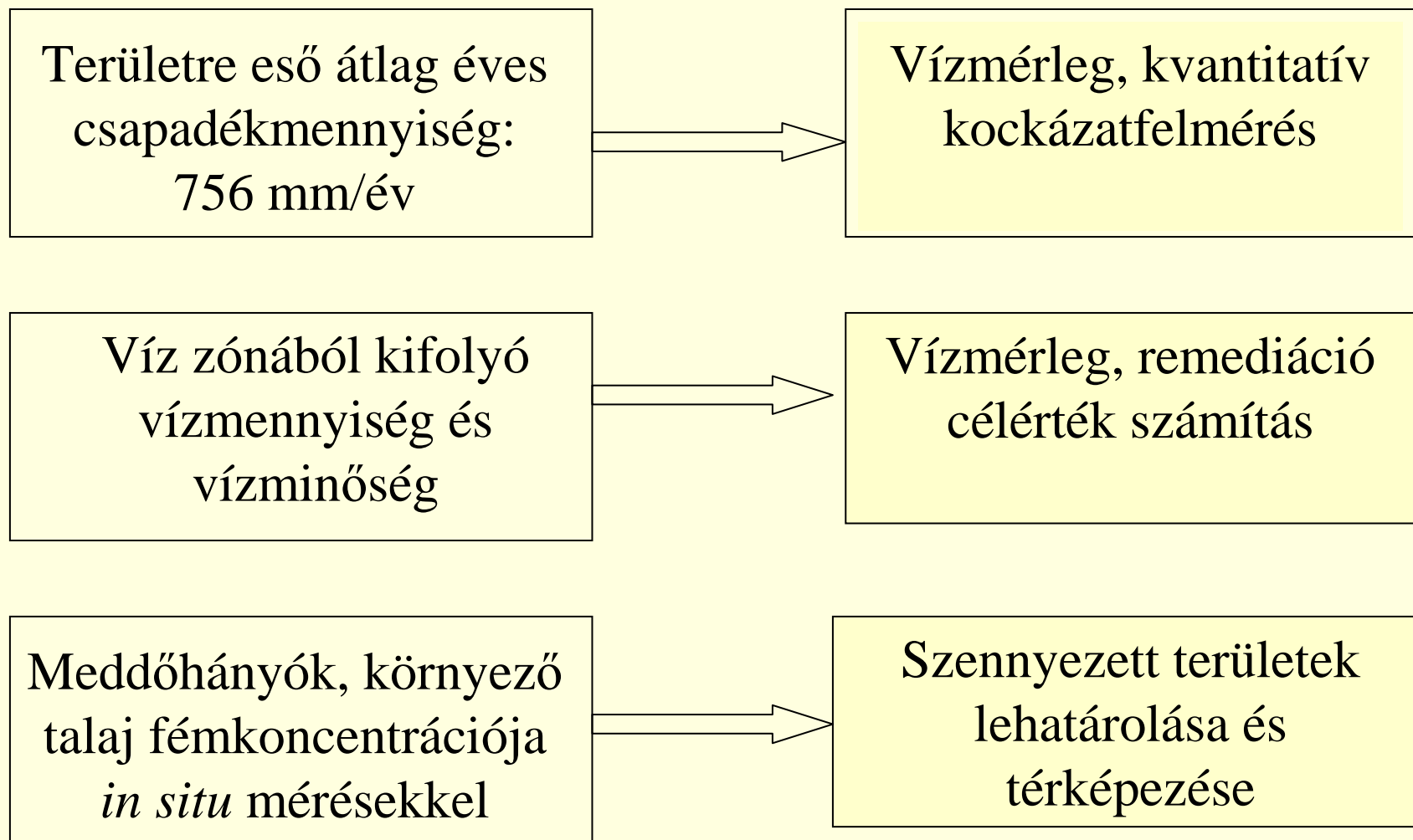
1. A „víz zóna” koncepció modellje



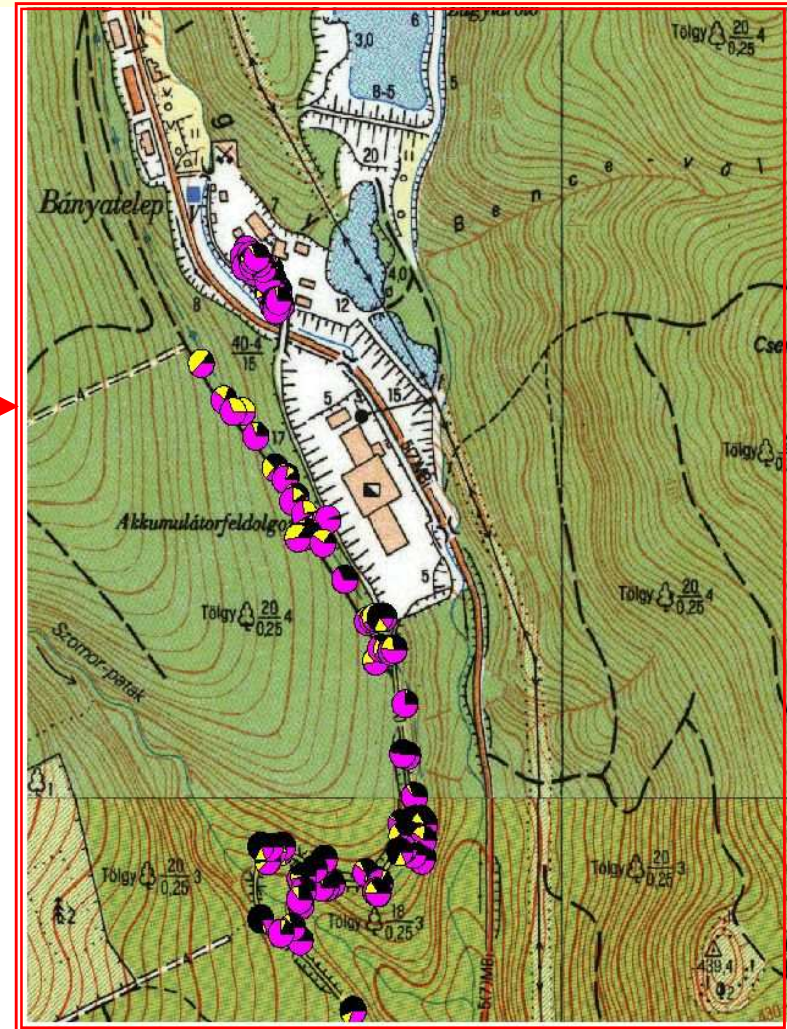
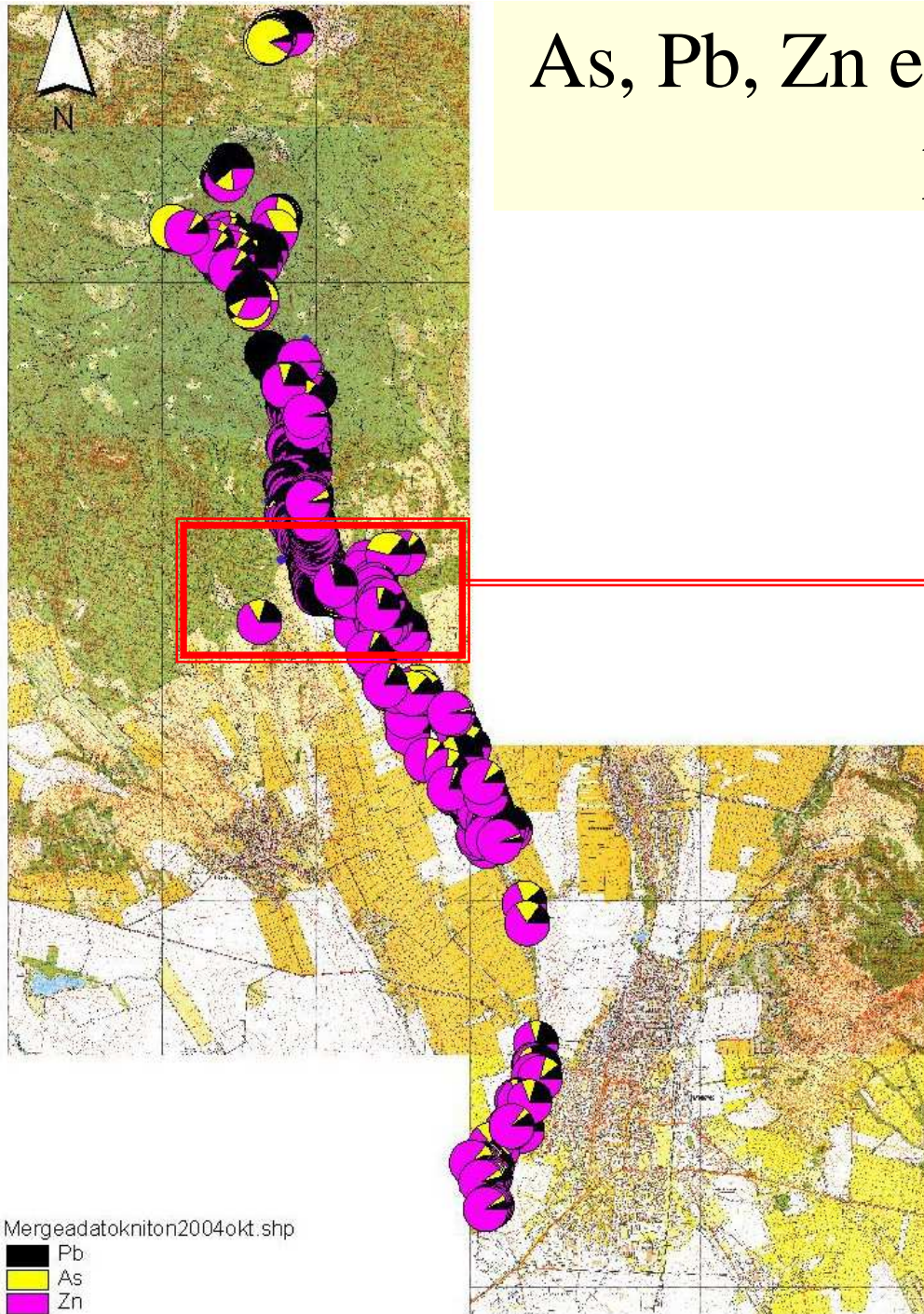
Toka patak északi vízgyűjtőjének vízmérlege

Területre érkező víz	Bejövő víz típusa	Összes bejövő %	Bejövő víz mennyisége	Víz formája
	Csapadék	100%	20 712 m ³ /nap/10km ²	Eső, hó
	Beszivárgó víz	42%	8 972 m ³ /nap/10km ²	Pórusvíz, talajnedvesség
	Felszín alatti lefolyás	16%	3248 m ³ /nap/10km ²	Lefolyás
	Felszíni lefolyás	16%	3248 m ³ /nap/10km ²	Lefolyás
	Biomassza víztartalma	4%	767 m ³ /nap/10km ²	Növényi víztartalom
	Páratartalom	10%	2451 m ³ /nap/10km ²	Evapo-transzpiráció
	Kifolyás	12%	2451 m ³ /nap/10km ²	Toka patak
	Összes		100%	20718 m ³ /nap/10km ²

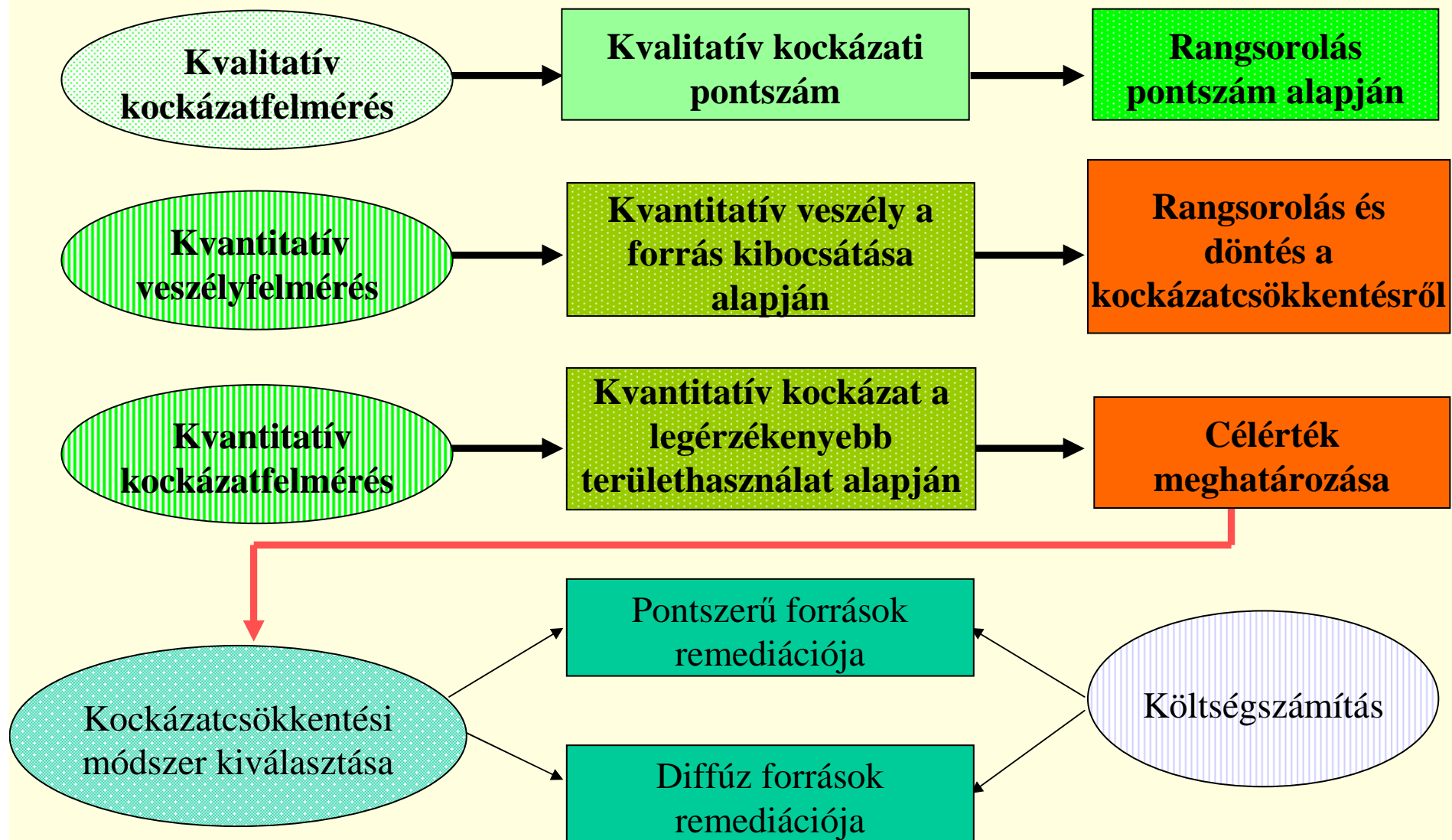
2. GIS adatbázis létrehozása



As, Pb, Zn eloszlása a talajban a Toka patak mentén



3. Lépcsőzetes, iteratív területspecifikus környezeti kockázatelemzés



Kvalitatív kockázatelemzés

Célja: Előzetes kockázatelemzés

Elve: Integrált kockázati modell (forrás- transzportútvonalszűrők)

Pontszámokra fordítja a kockázat mértékét (nem használ mennyiségi adatokat, „csak” pontszámokat, egy terület- és probléma-specifikusan összeállított adatlap alapján)

Eredménye: relatív eredményt ad, a valós kockázat mértéke nem becsülhető meg, csak az egyes szennyező-források relatív sorrendje

Pontszerű és diffúz szennyezőforrások rangsorolása pontszám szerint (Kvalitatív kockázatelemzés)

Szennyezőforrások	Kockázati pontszám	Mennyiség tonna	Javaslat kockázat-csökkentő intézkedésre
Flotációs meddőhányó	99	4 000 000	Teljes izolálás
14 meddőhányó a szállítási útvonalon	92	30 000	eltávolítás
Altáró meddőhányó	84,5	1 100 000	<i>in situ</i> remediáció
Károly táró meddőhányó	81,5	16 000	eltávolítás
Új Károly-táró I meddőhányó	79,5	8 000	eltávolítás
Új Károly-táró II, bányameddő	79,5	800	eltávolítás
Péter-Pál akna, bányameddő	75,5	16 100	eltávolítás
Katalin táró, bányameddő	73,5	5 000	eltávolítás
14 meddőhányó diffúz szennyezőforrás	55–70	10 000	<i>in situ</i> remediáció
15 meddőhányó diffúz szennyezőforrás	>50	10 000	revegetáció

Kvantitatív veszélyfelmérés

Cél

- a forrás kibocsátásának kvantitatív felmérése

Paraméterek

- a területről **távozó vízmennyiség** = lefolyó víz csapadékból + átfolyó víz területre máshonnan érkező átfolyó vízmennyiség. (GIS Lefolyási modell alapján, ArcGIS 9 ArcView)
- egységnyi vízzel kioldható **fém mennyiség** (talaj mikrokozmosz kioldási kísérletből)

Eredmény

- a **pont és/vagy diffúz forrásból kibocsátott fém mennyiség** = területről távozó vízmennyiség * egységnyi vízzel kioldható fém mennyiség → Előrejelezhető környezeti koncentráció (PEC)
- az **előzetes rangsorolás finomítása**

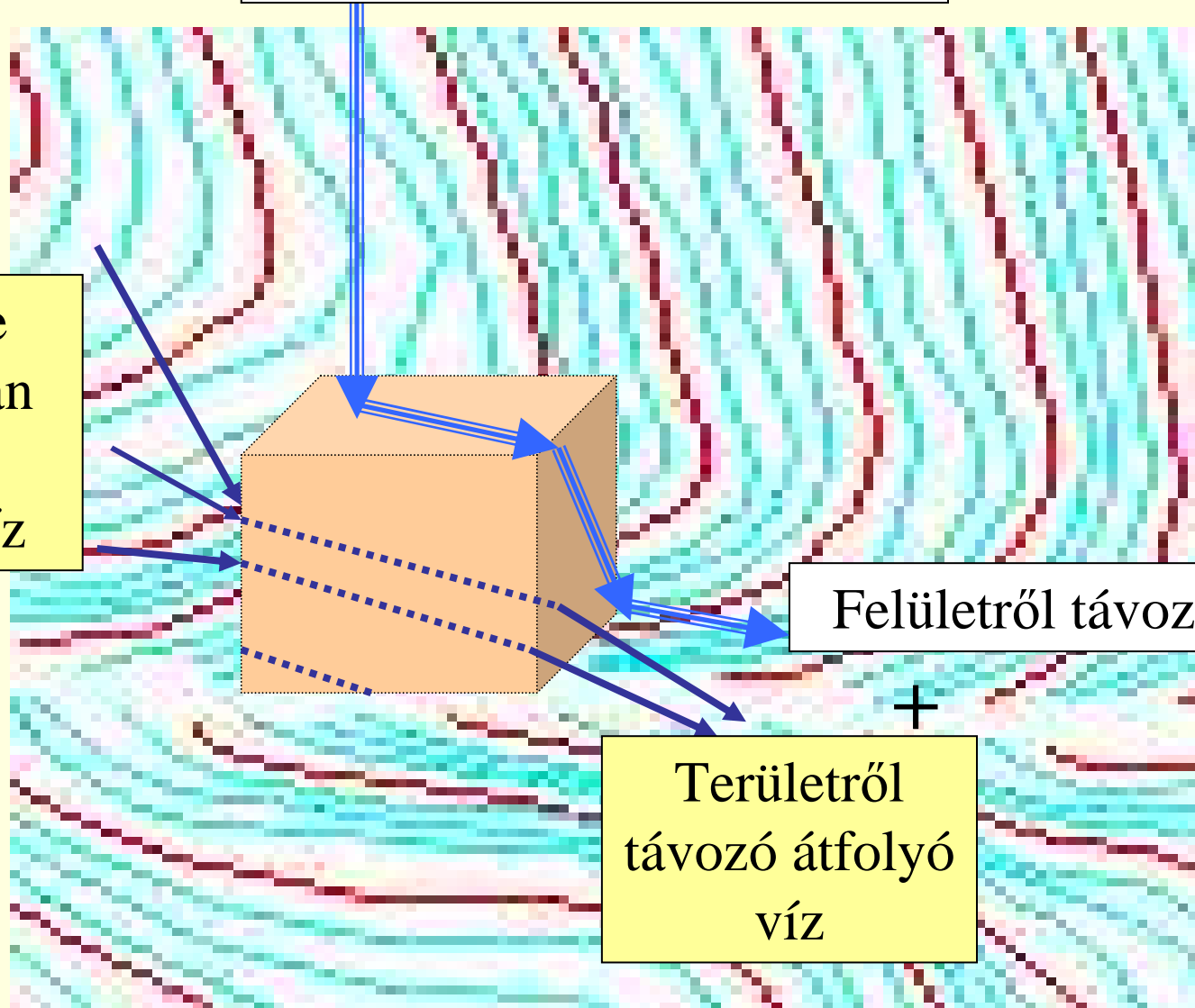
Kvantitatív veszélyfelmérés

Felületre érkező csapadék

Területre
máshonnan
érkező
átfolyó víz

Felületről távozó víz

Területről
távozó átfolyó
víz



Kvantitatív veszélyfelmérés

Területről távozó vízmennyiség m³/év

Szennyező- források	Felszín m ²	Vízgyűjtő terület m ²	Lefolyó víz csapadékból m ³ /év	Átfolyó víz m ³ /év
(15) pontforrás összege	197 000	822 000	64 000	270 000
(14*+15**) diffúz forrás	24 000	200 000	8 000	70 000
maradó diffúz (15)	68 000	622 000	22 000	203 000

* diffúz I: kémiai + fitostabilizáció

** diffúz II: revegetáció

Kvantitatív veszélyfelmérés

Egységnyi vízzel kioldható **fém mennyiség** (talaj mikrokozmosz kémiai és biológiai kioldási kísérletből)

Fém	Minimum kibocsátás µg/lit	Átlagos kibocsátás µg/lit	Maximum kibocsátás µg/lit
As	150	340	700
Cd	100	300	1 200
Cu	400	800	4 710
Pb	100	203	3 600
Zn	25 000	54 135	163 000

Kvantitatív veszélyfelmérés

Fémkibocsátás direkt csapadékkal minimum és maximum közötti intervallumban, a legkisebb és legnagyobb szennyezettségű bányameddő csoport szerint

Csapadékból felszínről lefolyó vízzel kioldott fém (kg/I. év)				
As	Cd	Cu	Pb	Zn
22–45	19–77	51–301	13–230	3 464–10 432
3–6	2–10	6–38	2–29	433–1 304
7–16	7–26	18–103	4–479	1 190–3 597

Kvantitatív veszélyfelmérés

Fémkibocsátás átfolyó vízzel, minimum és maximum közötti intervallumban, a legkisebb és legnagyobb szennyezettségű bányameddő csoport szerint

Átfolyó vízzel kioldott fém (kg/I. év)				
As	Cd	Cu	Pb	Zn
46–100	41–162	108–637	27–483	7 308–22 077
12–26	11–42	28–165	7–125	1894–5 723
35–75	30–122	61–47	20–313	5 495–16 579

4. Kockázatcsökkentés célértéke

Paraméterek:

- **aktuális kibocsátás** pontforrások eltávolítása után (közepes kibocsátás a mikrokozmosz kísérletből)
- **Toka patakban mért koncentráció (Tmk)**
- **természetes kockázatcsökkentési kapacitás (TKCsK)**
szennyezőforrások minimum kibocsátása során (konzervatív megközelítés)
- **előrejelezhető károsan még nem ható koncentráció (PNEC)**,
ami területspecifikus hatáson alapuló célkoncentráció (HAH)
(Toka patak mint érzékeny ökológiai élőhely és terület háttérkoncentrációja figyelembevételével)

Eredmény: megengedett maximum kibocsátás (**MMK**) =
kockázatcsökkentés célértéke

A terület természetes kockázatcsökkentő kapacitása és a megengedett maximum kibocsátása számítása

Kibocsátás:	Kc_{\min}	$Kc_{\text{közepes}}$	Kc_{\max}
As:	150	340	750 $\mu\text{g/l}$
Cd:	100	300	1 200 $\mu\text{g/l}$
Pb:	100	200	3 600 $\mu\text{g/l}$
Zn:	25 000	54 000	163 000 $\mu\text{g/l}$

MMK: Megengedett maximum kibocsátás ($\text{MMK} = \text{TKcsK}_{\min} * \text{HAH}_{\max}$)	
As: 30 $\mu\text{g/l}$	Cd: 50 $\mu\text{g/l}$
Pb: 33 $\mu\text{g/l}$	Zn: 3000 $\mu\text{g/l}$

TKcsK: Természetes kockázatcsökkentő kapacitás
($\text{TKcsK}_{\min} = Kc_{\min} / \text{Tmk}$)

As: 3.0 (66%) Cd: 50 (98%)
Pb: 3.4 (70%) Zn: 30 (97%)

Tmk: Toka patakban mért koncentráció

As: 50 $\mu\text{g/l}$ Cd: 2 $\mu\text{g/l}$
Pb: 30 $\mu\text{g/l}$ Zn: 800 $\mu\text{g/l}$

HAH_{max}: Hatáson alapuló cél/határérték (PNEC)

As: 10 $\mu\text{g/l}$ Cd: 1 $\mu\text{g/l}$
Pb: 10 $\mu\text{g/l}$ Zn: 100 $\mu\text{g/l}$

A kémiai stabilizáció hatása

Átlagos kibocsátás ($K_{c_{max}}$)

As: 350 $\mu\text{g/l}$ Cd: 300 $\mu\text{g/l}$ Pb: 200 $\mu\text{g/l}$ Zn: 54 000 $\mu\text{g/l}$

Kémiai stabilizáció (pernye)

As: 33% Cd: 99% Pb: 50% Zn: 99%

Kémiai stabilizációval csökkentett kibocsátás

As: 230 $\mu\text{g/l}$ Cd: 3 $\mu\text{g/l}$ Pb: 100 $\mu\text{g/l}$ Zn: 540 $\mu\text{g/l}$

Természetes kockázatcsökkentés

As: 66% Cd: 98% Pb: 70% Zn: 97%

Csökkentett kibocsátás kémiai stabilizáció
+ természetes kockázatcsökkentés hatására

As: 76 $\mu\text{g/l}$ Cd: 0.2 $\mu\text{g/l}$ Pb: 30 $\mu\text{g/l}$ Zn: 16 $\mu\text{g/l}$

4. Kockázatcsökkentés célértéke

Következtetés/Összefoglalás

**MMK: Megengedett maximális kibocsátás
kevésbé érzékeny* és érzékeny** vízhasználat esetén**

* As: 30 µg/l Cd: 50 µg/l Pb: 33 µg/l Zn: 3 000 µg /l

** As: 9 µg/l Cd: 15 µg/l Pb: 6,6 µg/l Zn: 600 µg /l

Kémiai stabilizációval csökkentett kibocsátás

As: 230 µg/l Cd: 3 µg/l Pb: 100 µg/l Zn: 540 µg /l

Csökkentett kibocsátás kémiai stabilizáció

+ természetes kockázatcsökkentés hatására

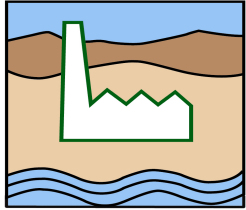
As: 76 µg/l **Cd: 0.2 µg/l** Pb: 30 µg/l **Zn: 16 µg/l**

KÖVETKEZTETÉSEK

- Szennyezett területek komplex kockázatmenedzsmentjének fontosabb feladatait ismertettük: a kockázat felmérése, a célérték meghatározása és a szüksége kockázatcsökkentés tervezése.
- Az alkalmazás pontszerű szennyezőanyag-forrás szintjéről indul, majd áttér diffúz forrás szintre vízgyűjtő szintű térinformatikai modellezés (GIS) segítségével. Kiterjeszhető regionális szintre is.
- Helyszín-specifikus kockázati modell alapján dolgoztunk, domináns kockázatot a víz fémtartalma jelenti.
- Kockázatfelmérés lépcsőzetes, iteratív, PEC/PNEC alapú, harmonikusan illeszkedik a kvalitatív és félkvantitatív előszűrő, rangsoroló kockázatfelmérési módszerekhez.
- Előrejelezhető a kockázatcsökkentési módszer várható eredménye, kiszámítható a remediáció célértéke.

TÁMOGATÓK

DIFPOLMINE



Diffuse Pollution
from Mining Activities



Diffuse Pollution from Mining Industry
(DIFPOLMINE projekt) - EU LIFE



Bányászati tevékenységből származó
diffúz szennyezőforrások kockázatának
csökkentése immobilizáción alapuló
integrált remediációs technológiákkal

(BÁNYAREM projekt) – GVOP



Modern Mérnöki Eszköztár Környezet
Kockázat Megalapozásához

(MOKKA projekt) - NKFP-3-020/2005

Köszönöm a figyelmet!