



# BÁNYAREM

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

GVOP-3.1.1-2004-05-0261/3.0 számú projekt

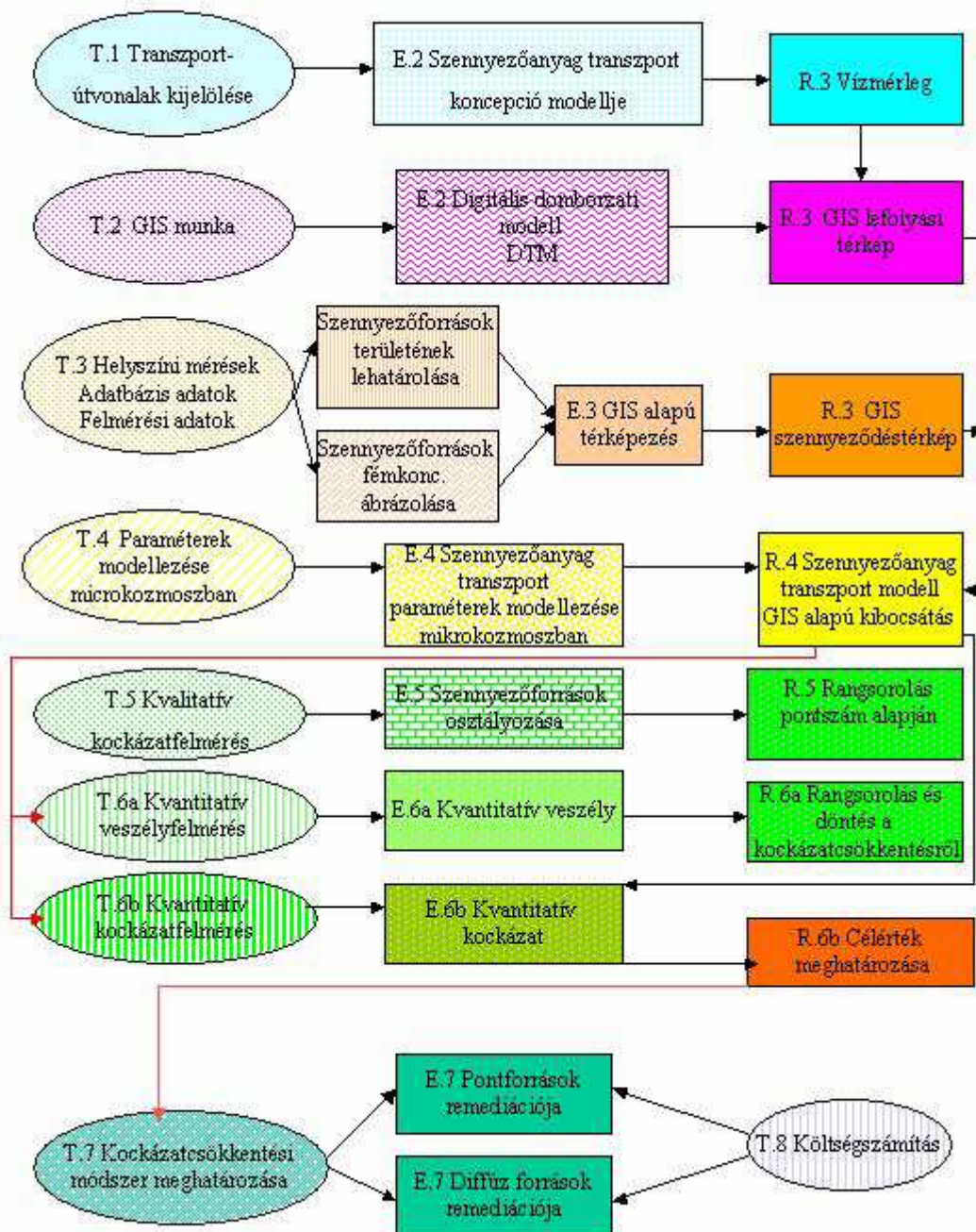
### **2. munkaszakaszának szakmai beszámolójához 2005 december 31–2006 december 31.**

## **MELLÉKLETEK**

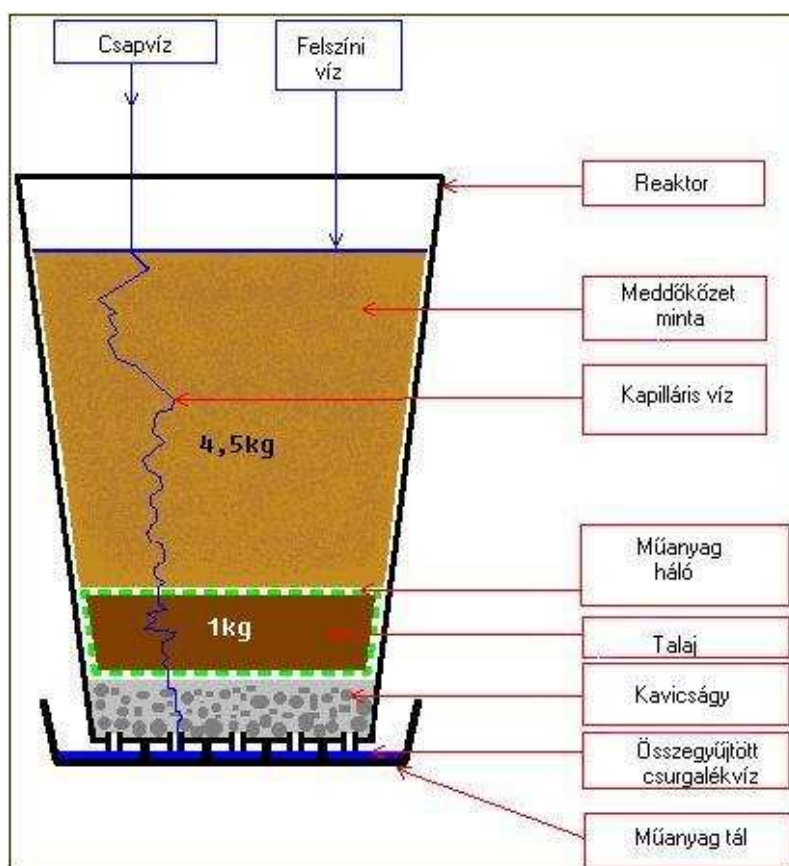
1. A Gyöngyösorszi területre kidolgozott vízgyűjtő szintű kockázatmenedzsment metodikája
2. A kioldási kísérletekhez használt laboratóriumi modell-reaktor
3. Pontszerű és diffúz szennyezőforrások minimum és maximum fém-kibocsátása a GIS lefolyási modell és a mikrokozmosz kísérletek alapján
4. Hatáson alapuló határértékek és Toka patak célkoncentrációja
5. A Gyöngyösorszi területspecifikus természetes kockázatsökkentés minimális kibocsátás esetén
6. Megengedhető maximális szennyezőanyag-kibocsátás érzékeny és kevésbé érzékeny vízhasználat esetén a Gyöngyösorszi Toka patak vízgyűjtőterületén
7. A Gyöngyösorszi terület természetes kockázatsökkentési tényezője és a megengedhető maximális fémkibocsátás számítási sémája kevésbé érzékeny és érzékeny vízhasználatra
8. Kémiai stabilizációval csökkentett kibocsátás és annak összehasonlítási sémája a kevésbé érzékeny, valamint érzékeny vízhasználatához tartozó maximális megengedett kibocsátással
9. Integrált módszeregyüttes sémája a stabilizációs mikrokozmosz kísérletek követésére
10. A gyöngyösorszi bányászati hulladékkal szennyezett terület kockázati dobozmodellje
11. Az almásfüzitői vörösiszaptározó területének kockázati dobozmodellje a szabadföldi kísérletek monitoring-tervéhez
12. Biológiai és ökotoxikológiai vizsgálati módszerek a szennyezőanyag mobilitásának, felvehetőségének jellemzésére
13. A talaj-mikrobióta állapotát jelző indikátor a szaccharáz aktivitás melyet a vörösiszap-tározó takarására használt lignites keverék jellemzésre használtunk
14. A kémiai stabilizációs mikrokozmosz fémmel szennyezett talaj kezelésére
15. Kísérleti mátrix a lignit hatásának vizsgálatára: fémekkel mesterségesen szennyezett talaj stabilizálása lignittel
16. Lignit hatása a talajszennyező fémek mozgékonyosságára: a talajok Lakanen-Erviö kivonatának fémtartalma lignit kezelés hatására
17. Gyöngyösorszi altárónál kijelölt kísérleti terület geográfiai elhelyezkedése
18. A patakparton kijelölt kísérleti parcellák elhelyezkedése
19. Gyöngyösorszi altárói területre tervezett kísérletek
20. Gyöngyösorszi: Szabadföldi liziméteres kísérletek előkészítése talajba kevert adalékanyagok kémiai stabilizációjának vizsgálatára
21. Almásfüzitő vörösiszaptározóra tervezett kísérletek
22. Az altárói parcellák dréncsöveinek elhelyezése

1. melléklet: A vízgyűjtő szintű kockázatmenedzsment metodikája és időrendje, frissített változat

A Gyöngyösorsoszi modellterületre kidolgozott kockázatalapú környezetmenedzsment metodológia



**2. melléklet:** A kioldási kísérletekhez használt laboratóriumi modell-reaktor



**3. melléklet:** Pontszerű és diffúz szennyezőforrások és azok min. és max. fém-kibocsátása

Szennyezőforrások		15 pontforrás összege	15 diffúz remediálásra	14 diffúz revegetációra	Maradó diffúz eltávolított pontoszerűből
Felszín (m <sup>2</sup> )		192 000	5 000	19 000	68 000
Vízgyűjtő (m <sup>2</sup> )		664 000	160 000	180 000	622 000
Lefolyó víz csapadékból (m <sup>3</sup> /év)		63 000	1 600	6 300	22 000
Átfolyó víz felszín alatti lefolyásból (m <sup>3</sup> /év)		216 000	52 000	58 680	203 000
Fémkibocsátás direkt csapadékkal (kg)	As	21–44	0.5–1	2–4	7–15
	Cd	19–76	0.5–2	2–8	7–26
	Cu	50–297	1–7	5–30	18–103
	Pb	13–227	0.3–6	1–23	4–79
	Zn	3 411–10 269	87–260	340–1 027	1 190–3 586
Fémkibocsátás felszín alatti lefolyásból átfolyó vízzel (kg)	As	37–80	9–19	10–22	35–75
	Cd	32–130	8–31	9–35	30–122
	Cu	86–510	21–122	23–138	81–479
	Pb	22–387	5–93	6–105	20–313
	Zn	5 847–17 662	1 407–4 252	1 588–4 798	5 495–16 579

**4. melléklet:** Hatáson alapuló határértékek és Toka patak célkoncentrációja (BKH, 1995; Swartjes, 1999; <http://www.sitespollues.ecologie.gouv.fr/>)

Hatáson/kockázaton alapuló határértékek	As	Cd	Pb	Zn
	µg/lit	µg/lit	µg/lit	µg/lit
Felszín alatti víz (Magyarország)	25	5	10	200
Hollandia	8.6	0.35	10	6
Kanada	50	0.01–0.06	1–7	30
US-EPA	190	1.1	3.2	110
Svédország	0.45	0.045–0.09	0.6–1.2	4.5–9
Dánia	4–9	2.5	5.6–9.2	86–110
Franciaország	10	5	25	3000
UK	50		4–20	8–50
<b>Hatáson alapuló min. határérték</b>	<b>3</b>	<b>0.3</b>	<b>2</b>	<b>20</b>
<b>Hatáson alapuló min. határérték</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

**5. melléklet:** A Gyöngyösorszi területspecifikus természetes kockázatcsökkentés minimális kibocsátás esetén

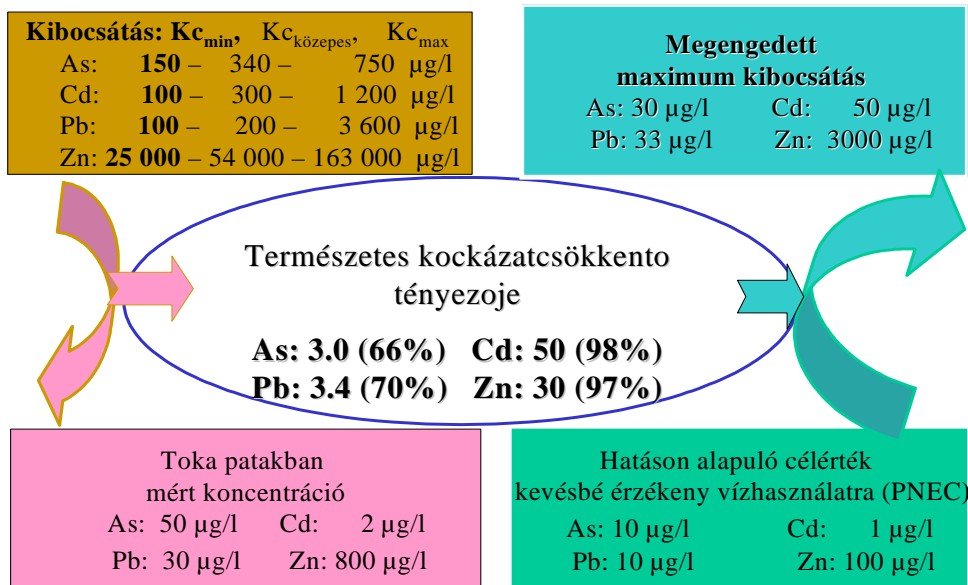
Bányameddőhányók minimális fémkibocsátása				Toka patak mért fémtartalma (súlyzott átlagkonc.)				A terület természetes kockázatcsökkentő együtthatója			
As	Cd	Pb	Zn	As	Cd	Pb	Zn	As	Cd	Pb	Zn
µg/lit	µg/lit	µg/lit	µg/lit	µg/lit	µg/lit	µg/lit	µg/lit				
150	100	100	25 000	50	2	30	800	<b>3.0</b> <b>(66%)</b>	<b>50</b> <b>(98%)</b>	<b>3.3</b> <b>(70%)</b>	<b>30</b> <b>(97%)</b>

**6. melléklet:** Megengedhető maximális szennyezőanyag-kibocsátás érzékeny és kevésbé érzékeny vízhasználat esetén a Gyöngyösorszi Toka patak vízgyűjtőterületén

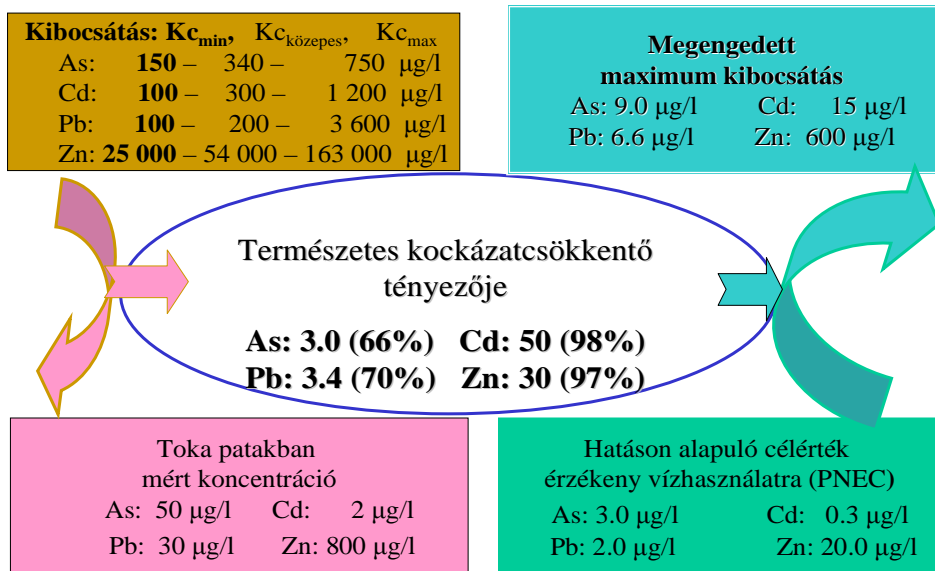
A Toka célértéke (PNEC) Érzékeny/kevésbé érzékeny vízhasználatra				A Toka terület természetes kockázatcsökkentő hatása				Maximális megengedhető kibocsátás, ha csak a természetes kockázatcsökkentéssel számolunk			
As	Cd	Pb	Zn	As	Cd	Pb	Zn	As	Cd	Pb	Zn
µg/lit	µg/lit	µg/lit	µg/lit					µg/lit	µg/lit	µg/lit	µg/lit
<b>3.0</b>	<b>0.3</b>	<b>2.0</b>	<b>20</b>	<b>3.0</b>	<b>50</b>	<b>3.3</b>	<b>30</b>	<b>9.0</b>	<b>15</b>	<b>6.6</b>	<b>600</b>
10	1.0	10	100	3.0	50	3.3	30	30	50	33	3000

**7. melléklet:** A terület természetes kockázatsökkentési tényezője (TKCs) és a megengedhető maximális fémkibocsátás (MMK) számítási sémája kevésbé érzékeny és érzékeny vízhasználatra

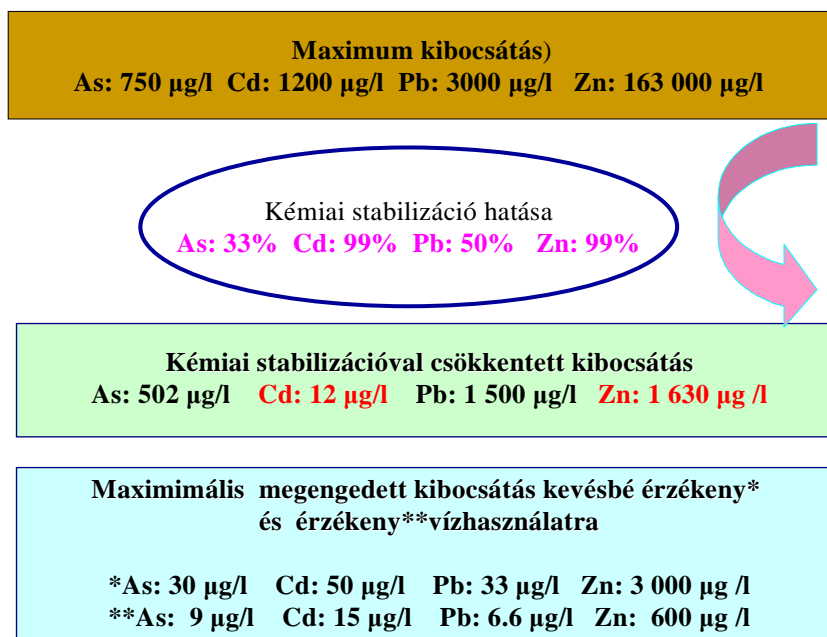
### A terület természetes kockázatsökkentő tényezője és a megengedett maximum kibocsátása számítása



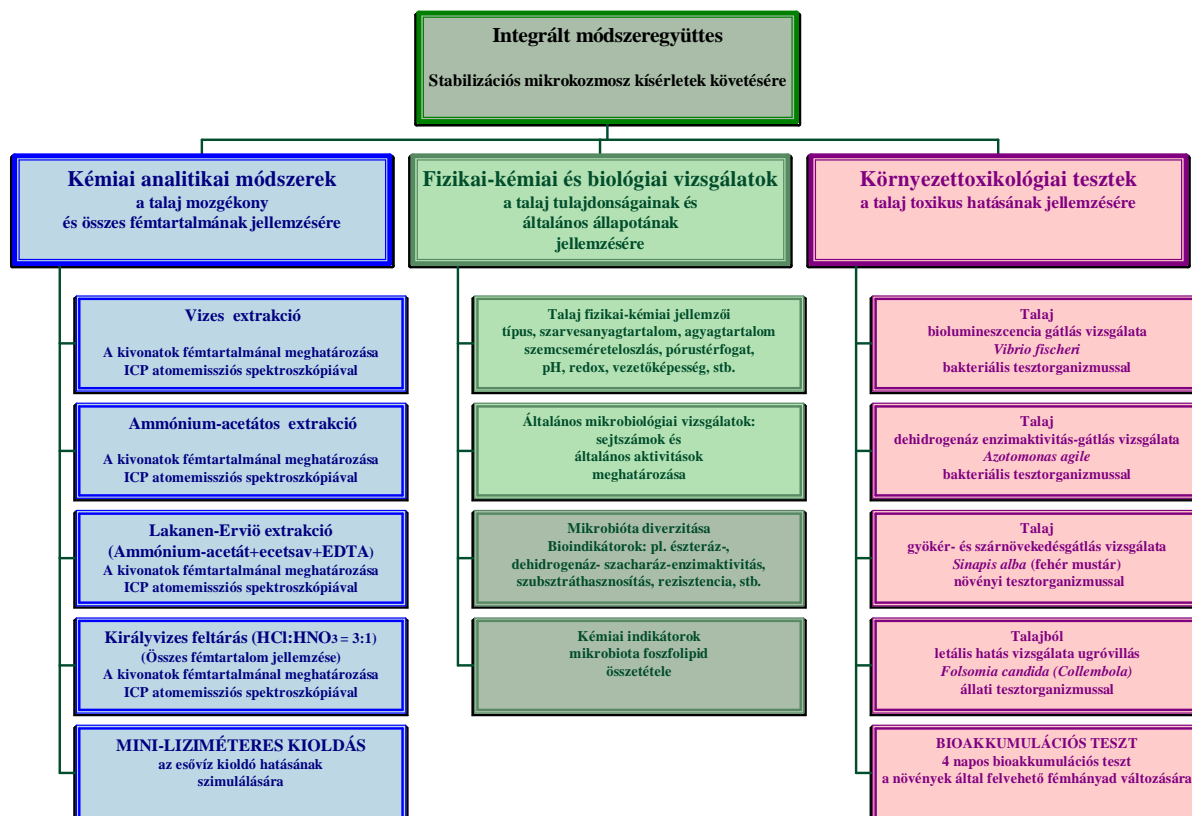
### A terület természetes kockázatsökkentő tényezője és a megengedett maximum kibocsátása számítása



**8. melléklet:** Kémiai stabilizációval csökkentett kibocsátás és annak összehasonlítási sémája a kevésbé érzékeny, valamint érzékeny vízhasználathoz tartozó maximális megengedett kibocsátással

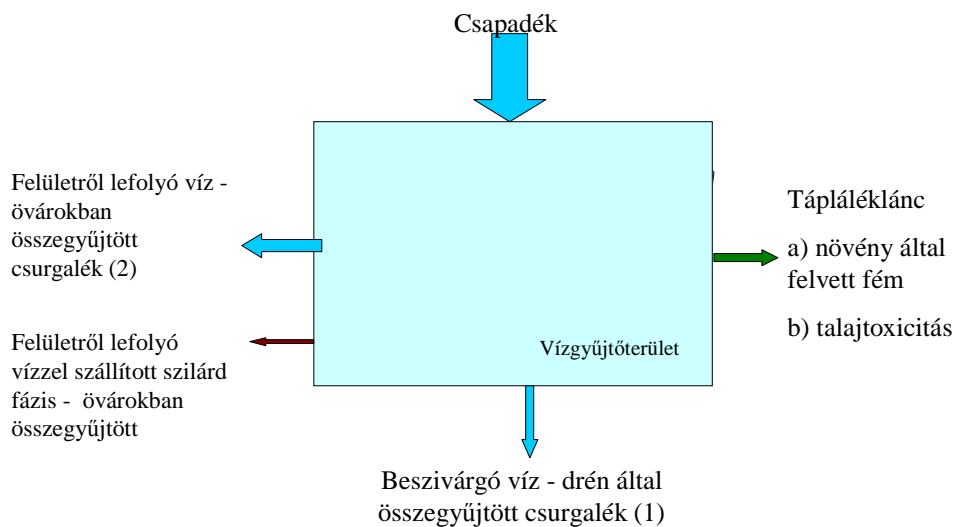


**9. melléklet:** Integrált módszeregyüttes sémája a stabilizációs mikrokozmosz kísérletek követésére



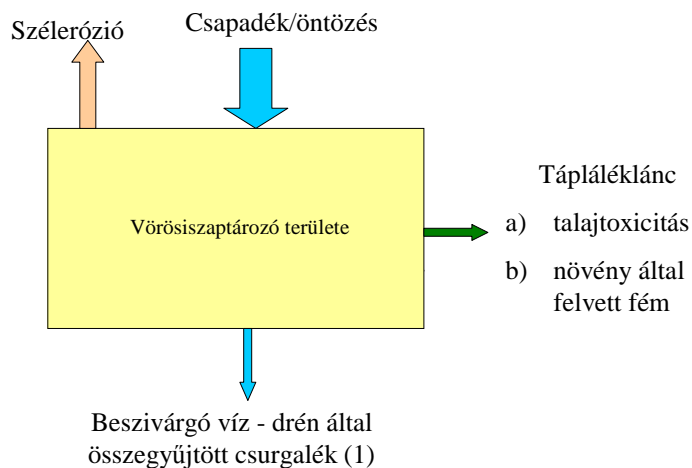
**10. melléklet:** A gyöngyösoroszi bányászati hulladékkal szennyezett terület kockázati dobozmodellje a szabadföldi kísérletek monitoring-tervéhez

### A gyöngyösoroszi bányászati hulladékkal szennyezett terület vízgyűjtő szintű kockázati dobozmodellje



**11. melléklet:** Az almásfüzitői vörösiszaptározó területének kockázati dobozmodellje a szabadföldi kísérletek monitoring-tervéhez

### Almásfüzitői vörösiszap-tározó területének kockázati dobozmodellje



**12. melléklet: Biológiai és ökotoxikológiai vizsgálati módszerek a szennyezőanyag mobilitásának és felvehetőségének jellemzésére**

**12a. Toxicitás**

**12a<sub>1</sub>** 5% pernyével kezelt mezőgazdasági talaj toxicitása, **kvantitatív** *Azotobacter agile* teszttel mérve 25 hónappal a kezelés után

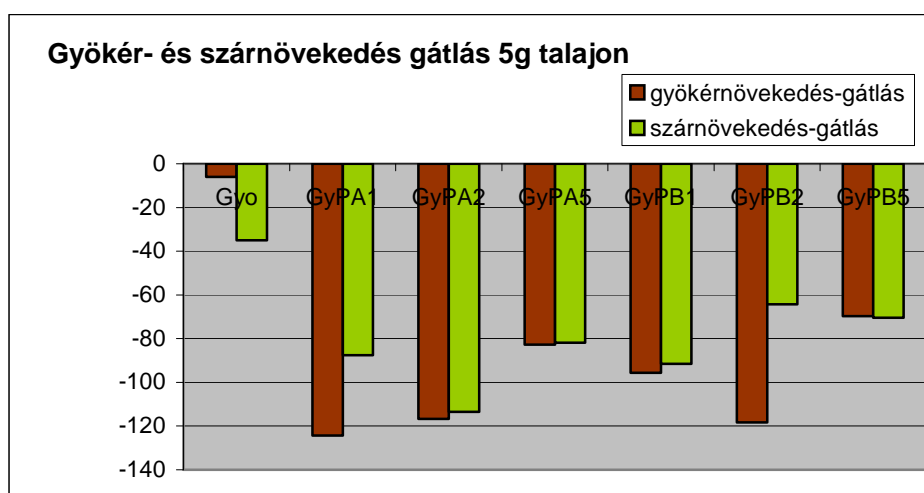
Minta	ED <sub>20</sub> (g talaj)	ED <sub>50</sub> (g talaj)
Gy0 – kezeletlen	0,163	0,171
GyPA5 – 5% A pernye	0,163	0,171
GyPB5 – 5% B pernye	0,167	0,397

**12a<sub>2</sub>** 5% pernyével kezelt mezőgazdasági talaj *Azotobacter agile* teszt **félkvantitatív** értékelése (nincs gátlás: -; erős gátlás: +,)

Minta	Gy0	GyPA5	GyPB5	Mintavétel
Relatív gátlás	+	+	-	25 hónap

**12a<sub>3</sub>** 1% mész-hidráttal, valamint mész-hidrát, lignit, alginit, nyers foszfát keverékével kezelt GY02 gyöngyösoroszi talaj toxicitása, kvantitatív *Azotobacter agile* teszttel mérve, 6 hónappal a kezelés után (K: kezeletlen talaj, M: mész-hidrát, Ö: mész-hidrát, lignit, alginit, nyers foszfát keveréke)

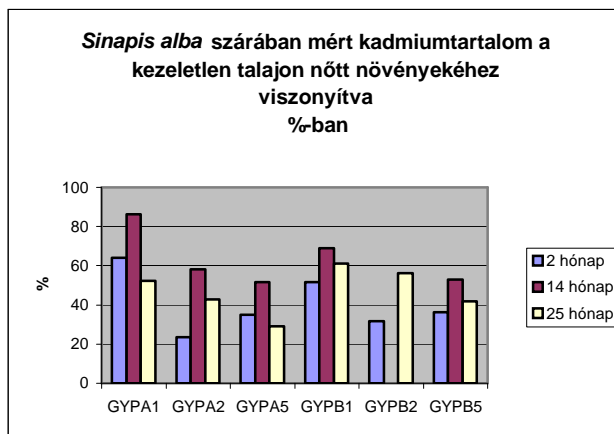
Minta	ED <sub>20</sub> (g talaj)	ED <sub>50</sub> (g talaj)
Gy02 – kezeletlen	0,09	0,1
Gyo2M	0,19	0,2
Gyo2Ö	0,09	0,2



**12a<sub>4</sub>** Fehér mustár gyökér- és szárnövekedés-gátlásának százaléka (X%) az OECD kontroll talajhoz viszonyítva: a negatív gátlási tartomány a kontroll talajhoz képest serkentést jelent (Gy0: kezeletlen talaj, PA: A pernye, PB: B pernye)



## 12b. Bioakkumuláció

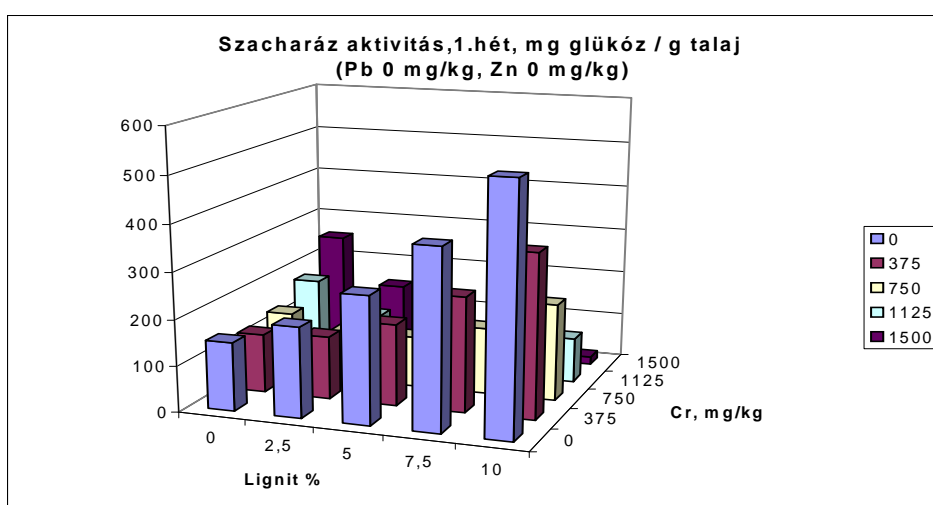


*Sinapis alba* szárában mért kadmiumtartalom pernyével kezelt talajban a kezeletlen talajhoz képest %-ban: 5% pernye az eredeti 25%-ára csökkentette a kadmiumtartalmat

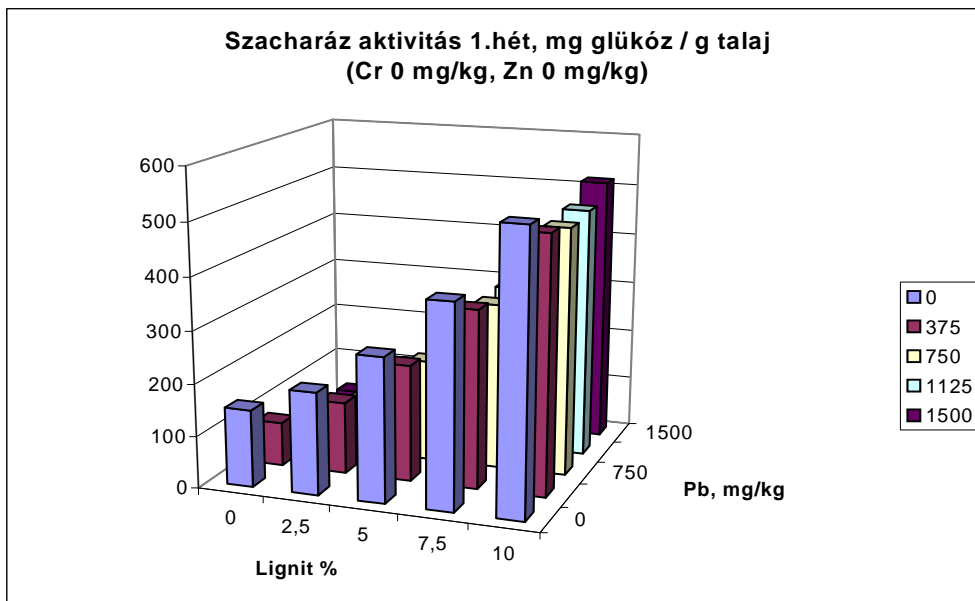


*Sinapis alba* szárában mért cinktartalom pernyével kezelt talajban a kezeletlen talajhoz képest %-ban: 2% és 5% pernye az eredeti 25%-ára csökkentette a cinktartalmat

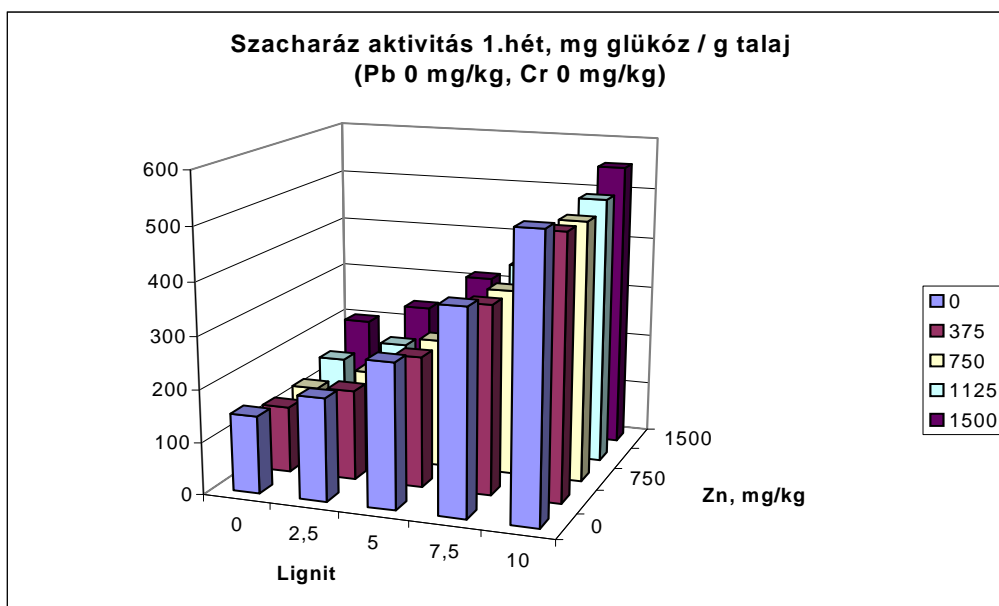
## 13. melléklet: A talaj-mikrobióta állapotát jelző indikátor a szaccharáz aktivitás melyet a vörösiszap-tározó takarására használt lignites keverék jellemzésre használtunk



A mikrobióta szaccharáz-aktivitása króm és lignit jelenlétében: a lignitadagolás egy bizonyos határig képes kompenzálni a króm szaccharáz-aktivitás-gátlását



A mikrobióta szacharáz-aktivitása ólom és lignit jelenlétében: a lignit növeli a szacharáz-aktivitást, az ólom kismértékben gátolja



A mikrobióta szacharáz-aktivitása cink és lignit jelenlétében: a lignit növeli, a cink egy bizonyos koncentrációtartományban növeli az enzimaktivitást

**14. melléklet:** A kémiai stabilizációs mikrokozmosz fémmel szennyezett talaj és bányászati hulladék kezelésére: eredmények

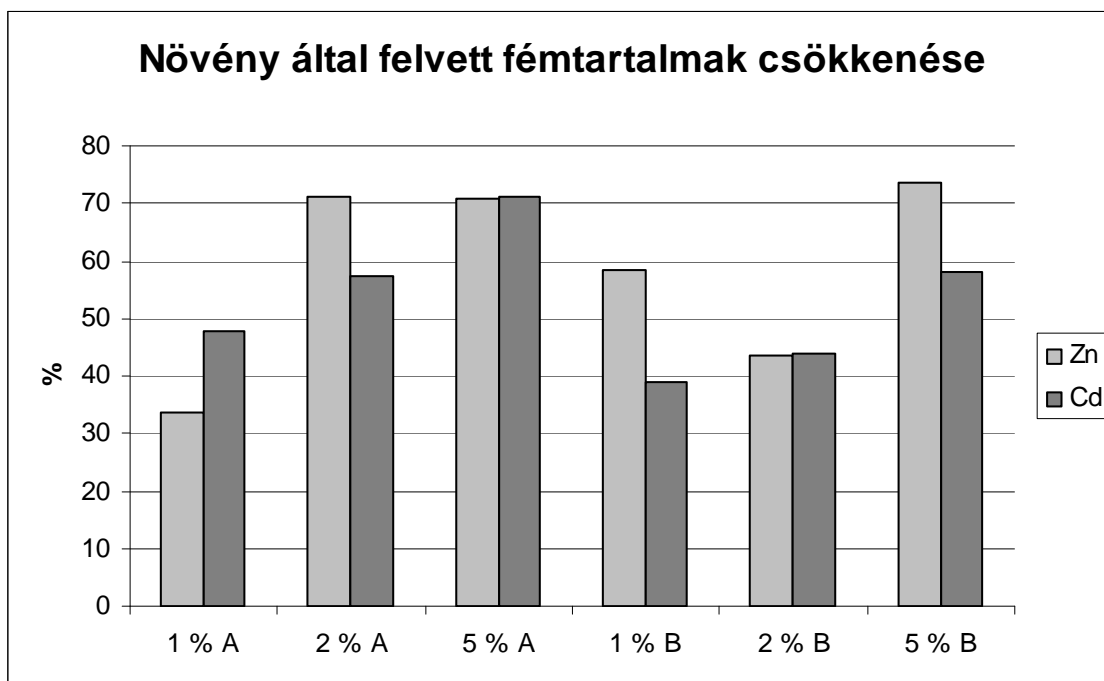
a.) vízoldható Cd és Zn koncentrációk csökkenése 1, 2, 5% „A” pernye hatására, 25 hónappal a kezelés után

vizes kivonat		Cd	Zn
kezeletlen talaj	mg/kg	1,08	182
"A" pernye	mg/kg	<KH	0,43
talaj + 1% pernye; elméleti	mg/kg	1,07	179,88
talaj + 2% pernye; elméleti	mg/kg	1,06	178,06
talaj + 5% pernye; elméleti	mg/kg	1,03	172,63
talaj + 1% pernye; mért	mg/kg	0,40	47,84
talaj + 2% pernye; mért	mg/kg	0,16	10,24
talaj + 5% pernye; mért	mg/kg	0,00	0,32
elméletihez viszonyított csökkenés (mg/kg)			
1% pernye; elméleti–mért	mg/kg	0,67	132,04
2% pernye; elméleti–mért	mg/kg	0,90	167,82
5% pernye; elméleti–mért	mg/kg	1,02	172,31
elméletihez viszonyított csökkenés (%)			
1% pernye; elméleti–mért	%	62,5	73,4
2% pernye; elméleti–mért	%	85,3	94,2
5% pernye; elméleti–mért	%	99,7	99,8

b) Acetát-oldható Cd és Zn koncentrációk csökkenése 1%, 2, 5% „A” pernye hatására, 25 hónappal a kezelés után

acetátos kivonat		Cd	Zn
kezeletlen talaj	mg/kg	2,25	302
"A" pernye	mg/kg	<KH	<KH
talaj + 1% pernye; elméleti	mg/kg	2,23	299
talaj + 2% pernye; elméleti	mg/kg	2,21	296
talaj + 5% pernye; elméleti	mg/kg	2,14	287
talaj + 1% pernye; mért	mg/kg	1,67	205
talaj + 2% pernye; mért	mg/kg	1,57	198
talaj + 5% pernye; mért	mg/kg	1,17	146
elméletihez viszonyított csökkenés (mg/kg)			
1% pernye; elméleti–mért	mg/kg	0,56	95
2% pernye; elméleti–mért	mg/kg	0,64	98
5% pernye; elméleti–mért	mg/kg	0,97	141
elméletihez viszonyított csökkenés (%)			
1% pernye; elméleti–mért	%	25,0	31,6
2% pernye; elméleti–mért	%	28,8	33,0
5% pernye; elméleti–mért	%	45,3	49,1

c) *Sinapis alba* által bioakkumulált Cd és Zn mennyiségének relatív csökkenése %-ban  
1, 2, 5 w% pernyés kezelés hatására, 25 hónappal a kezelés után  
(kezeletlen talaj = 0%)



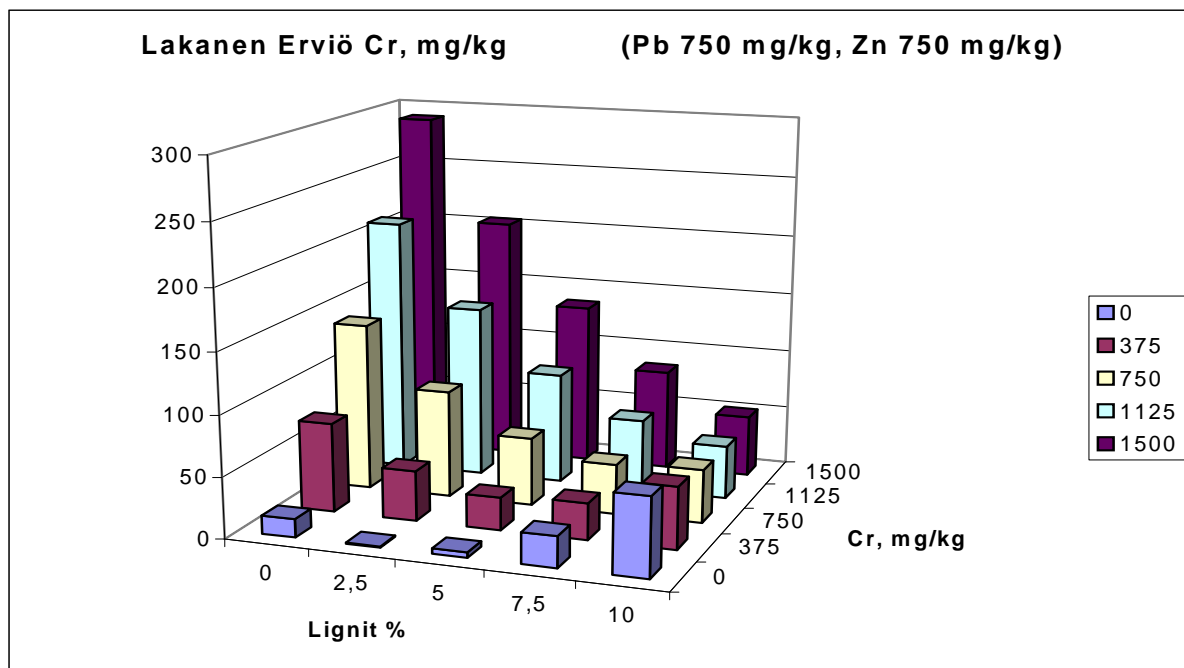
d) Stabilizációs kísérlet összefoglaló eredménye  
Különböző adalékanyagokkal kezelt gyöngyösorosi talaj vízdoldható és acetátoldható Cd és Zn tartalmának csökkenése

	“A” pernye	“B” pernye	“T” pernye	Mész	Alginit	Nyers foszfát.	Lignit	4 adalék keveréke	“R” iszap	“C” iszap	Vörös iszap
Acetátos kivonat Cd	<b>45%</b>	30%	2%	<b>41%</b>	24%	12%	-9%	<b>64%</b>	53%	<b>64%</b>	42%
Acetátos kivonat Zn	<b>49%</b>	34%	12%	<b>53%</b>	31%	21%	-31%	<b>68%</b>	26%	<b>63%</b>	<b>62%</b>
Vizes kivonat Cd	<b>99%</b>	<b>94%</b>	53%	<b>99%</b>	84%	45%	-142%	<b>99%</b>	71%	79%	71%
Vizes kivonat Zn	<b>99%</b>	<b>98%</b>	83%	<b>99%</b>	<b>92%</b>	<b>97%</b>	-199%	<b>99%</b>	27%	51%	83%

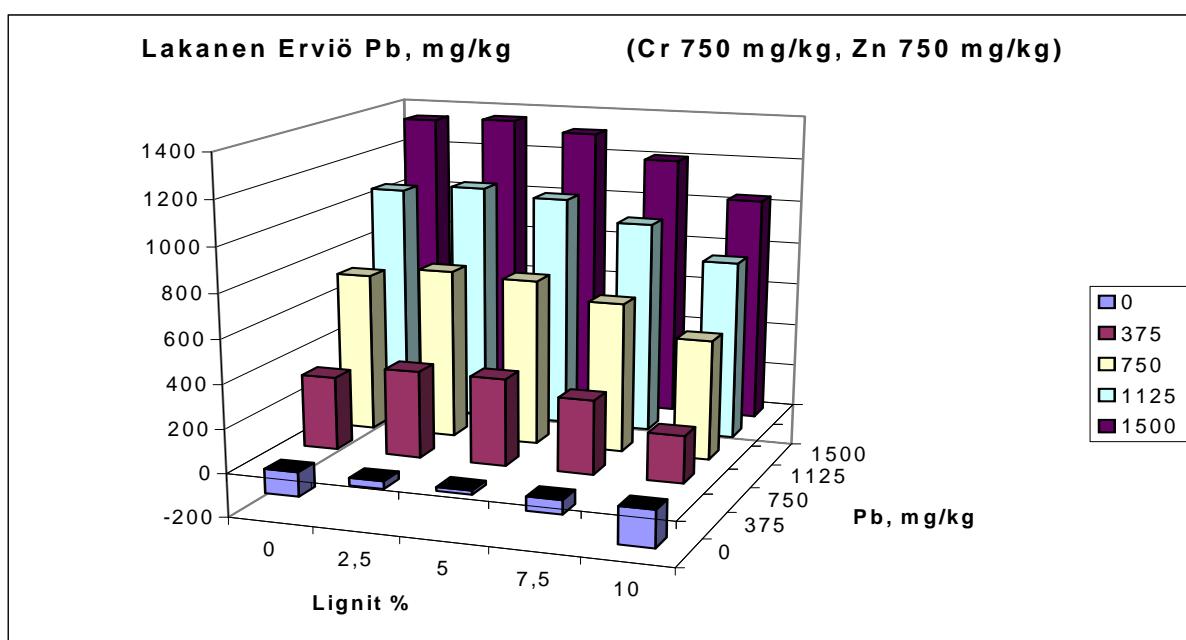
**15. melléklet:** Kísérleti mátrix a lignit hatásának vizsgálatára: fémekkel mesterségesen szennyezett talaj stabilizálása lignittel

KEZELÉSI MÁTRIX				
TÉNYEZŐK:	Lignit	Pb	Zn	Cr
sorszám	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	7,5	1125	1125	1125
2	2,5	1125	1125	1125
3	7,5	375	1125	1125
4	2,5	375	1125	1125
5	7,5	1125	375	1125
6	2,5	1125	375	1125
7	7,5	375	375	1125
8	2,5	375	375	1125
9	7,5	1125	1125	375
10	2,5	1125	1125	375
11	7,5	375	1125	375
12	2,5	375	1125	375
13	7,5	1125	375	375
14	2,5	1125	375	375
15	7,5	375	375	375
16	2,5	375	375	375
17	10,0	750	750	750
18	0,0	750	750	750
19	5,0	1500	750	750
20	5,0	0	750	750
21	5,0	750	1500	750
22	5,0	750	0	750
23	5,0	750	750	1500
24	5,0	750	750	0
25	5,0	750	750	750
26	5,0	750	750	750
27	5,0	750	750	750
28	5,0	750	750	750
29	5,0	750	750	750
30	5,0	750	750	750
31	5,0	750	750	750
32	5,0	750	750	750
33	5,0	750	750	750
34	5,0	750	750	750
35	5,0	750	750	750
36	5,0	750	750	750

**16. melléklet:** Lignit hatása a talajszennyező fémek mozgékonyaságára: a talajok Lakanen-Erviö kivonatának fémtartalma lignit kezelés hatására

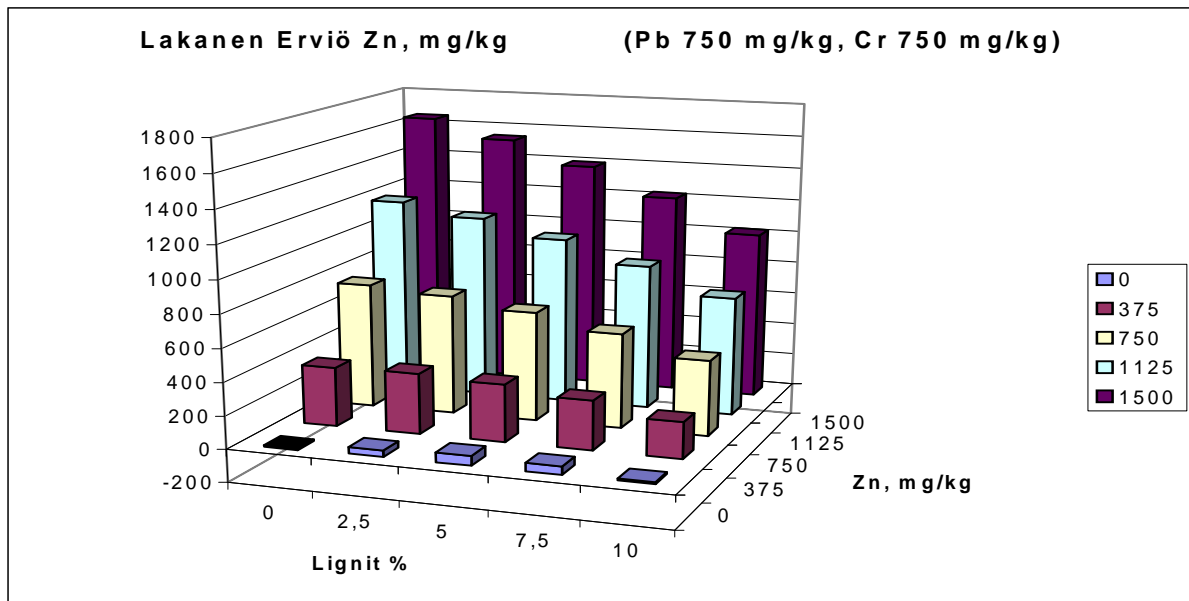


a.) Króm kioldhatóságának csökkenése lignit hatására



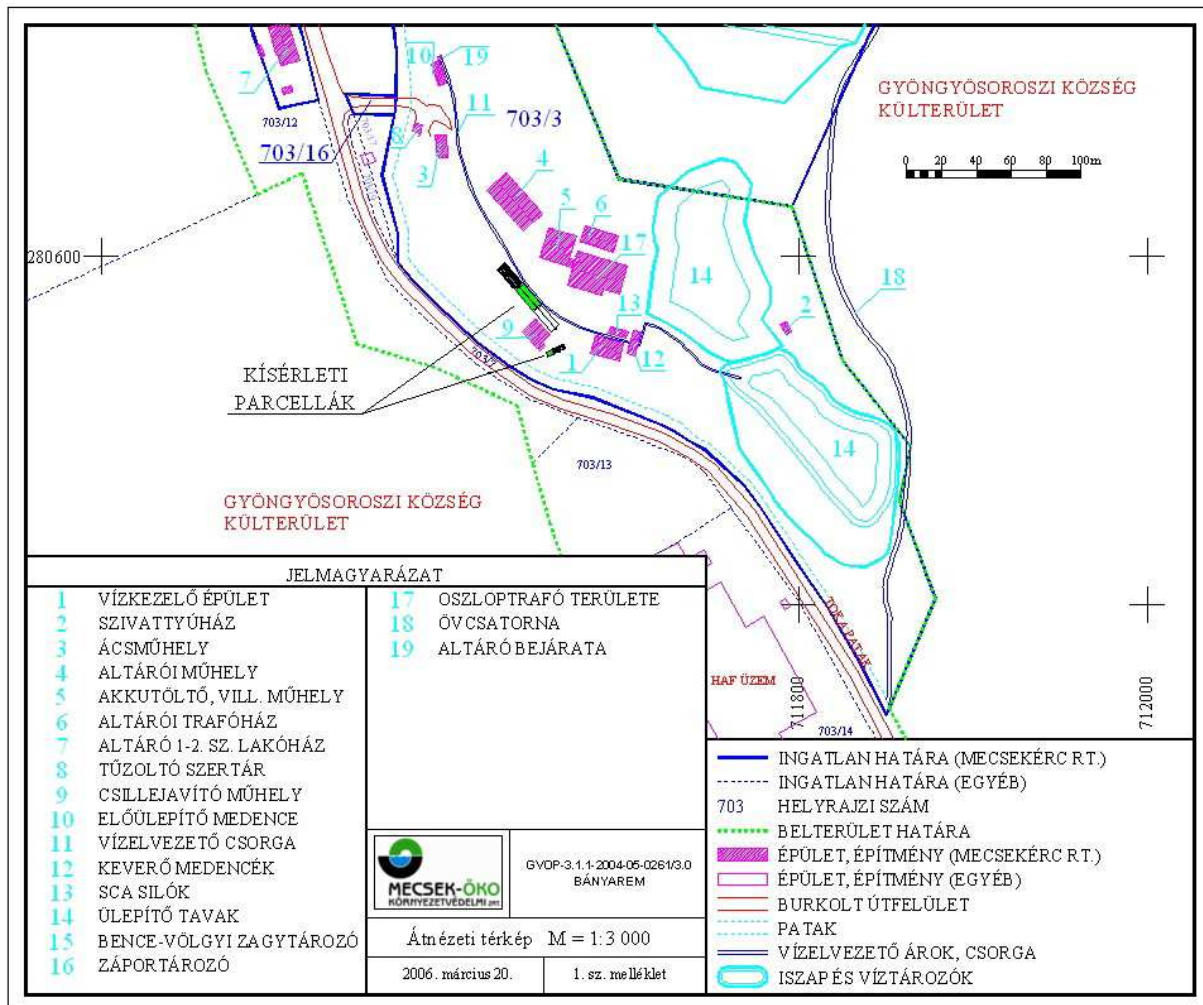
b.b.)

A lignit nem gyakorol számottevő hatást az ólom kioldhatóságára: extrém nagy koncentrációknál okoz némi csökkenést

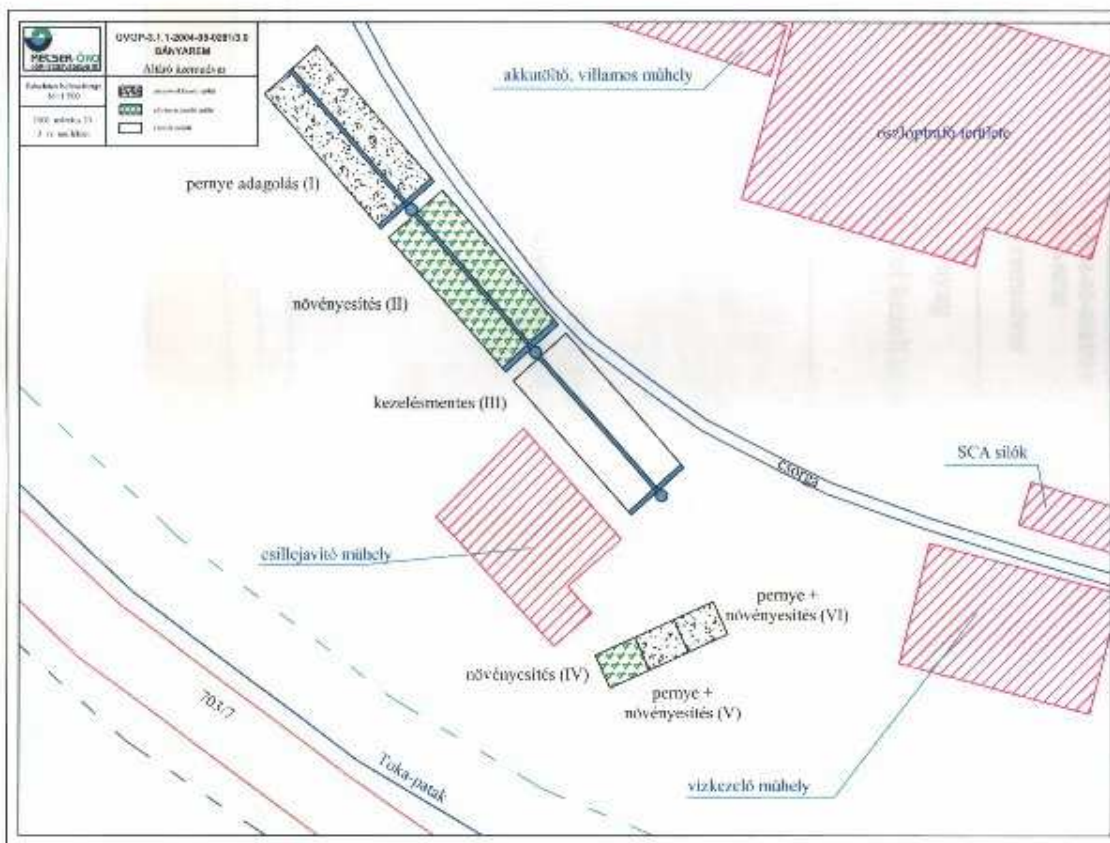


c.) Lignit hatása a cink kioldhatóságára: enyhe csökkenést okoz

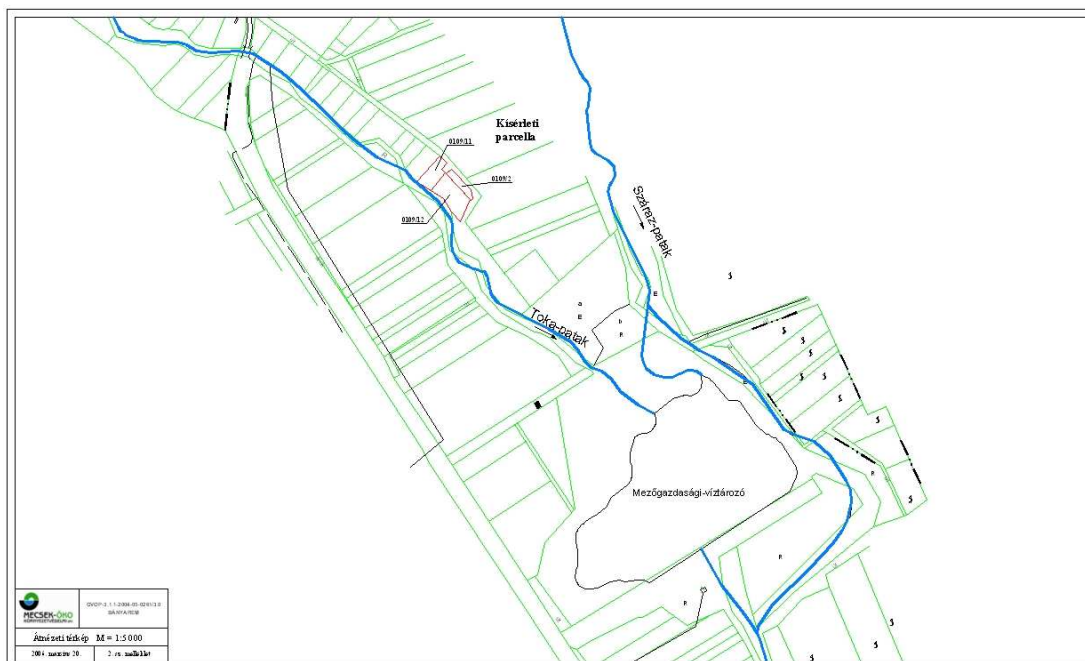
**17a. melléklet: GyöngyöSOROSZI altárónál kijelölt kísérleti terület geográfiai elhelyezkedése**



**17 b. melléklet: Az altároi parcellák elrendezése nagyobb nagytításban**



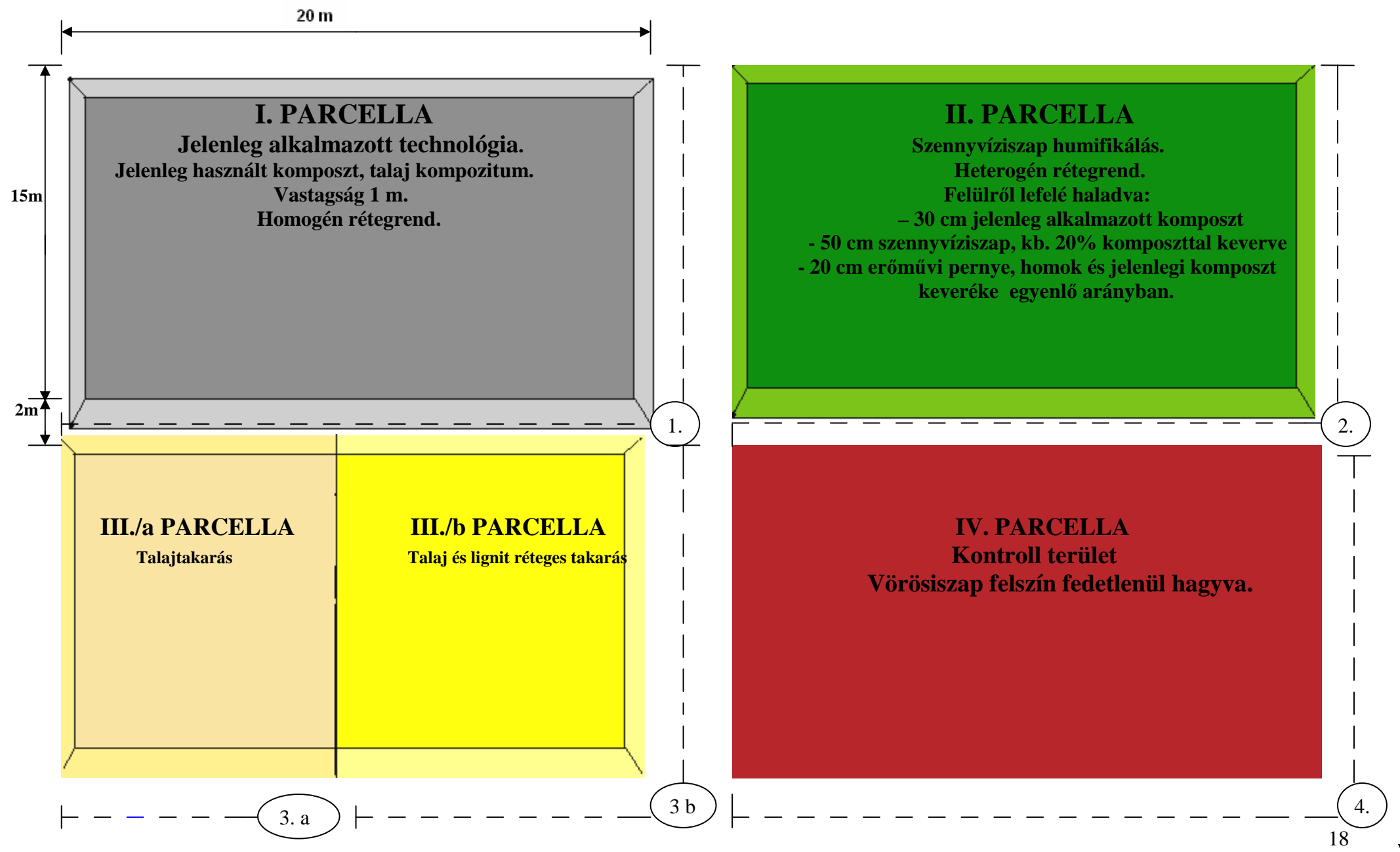
**18. melléklet: A patakparton kijelölt kísérleti parcellák elhelyezkedése**



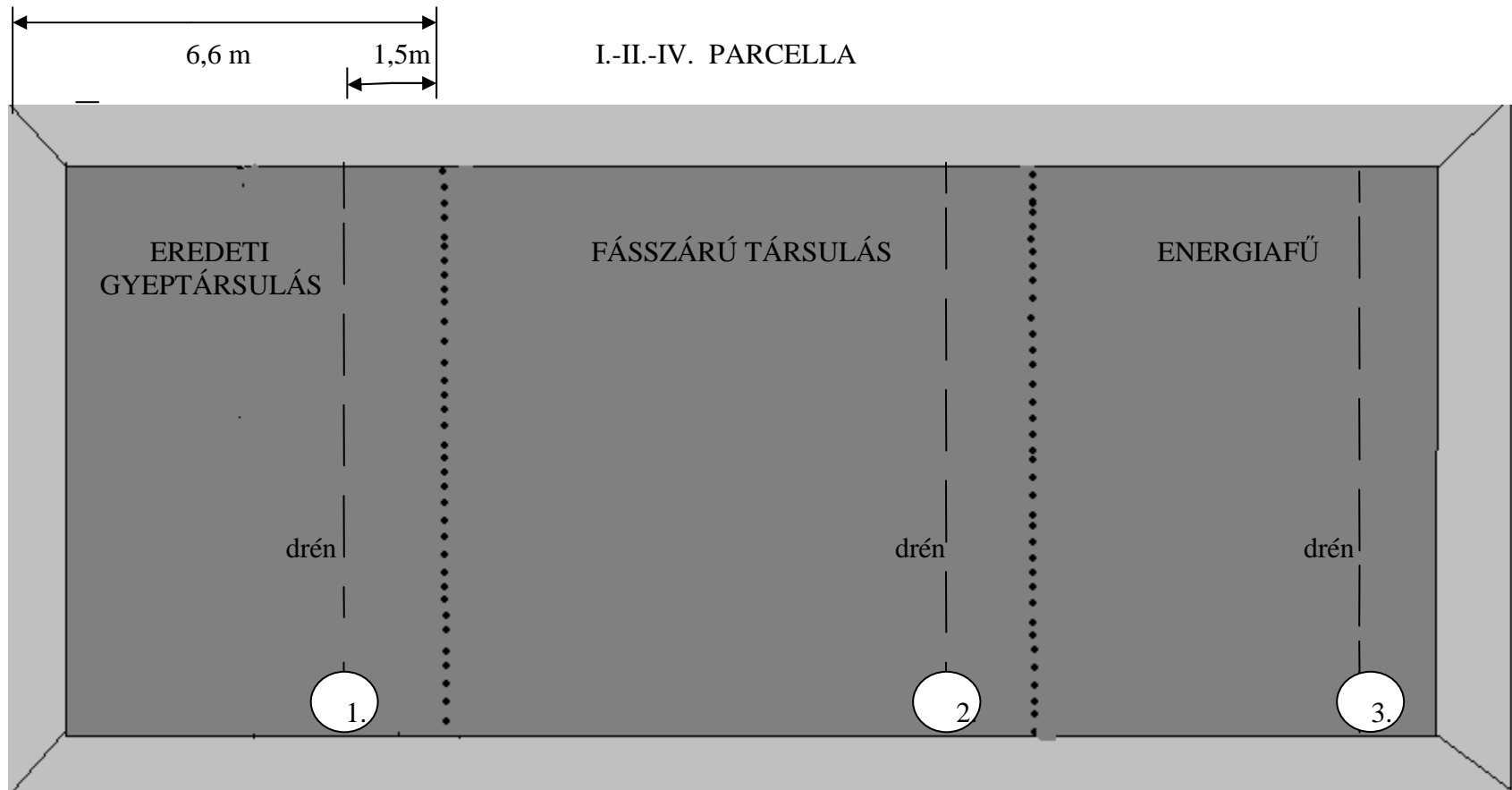




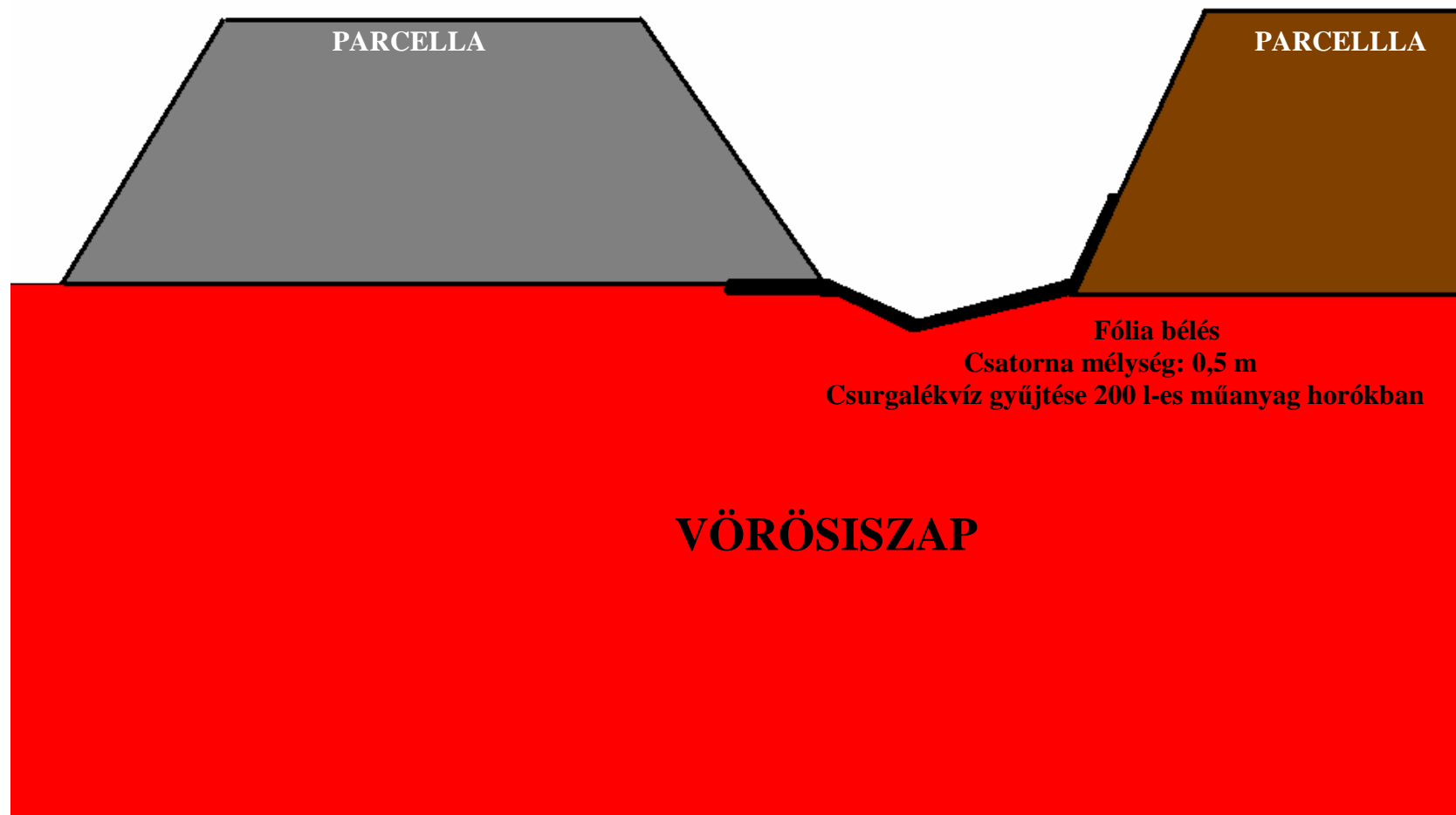
21 a. melléklet: Almásfűzitő vörösiszaptározóra tervezett kísérletek és a parcellák kialakítása



21 b. melléklet: Almásfűzitő vörösiszaptározóra tervezett parcellák növényesítési terve

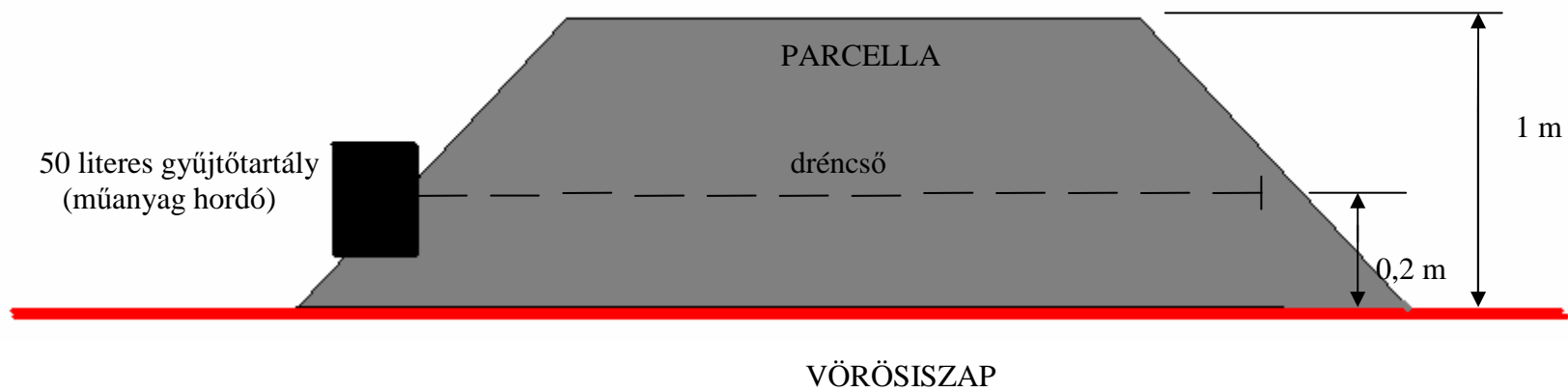


**21 c. melléklet:** Almásfűzitő vörösiszaptározóra tervezett prizmák metszete a vízgyűjtő árokkal



**21d. melléklet:** Almásfűzitő vörösiszaptározóra tervezett prizmák vízelvezetése és gyűjtése

I.-II-III. PARCELLA



**22. melléklet:** Az altárói parcellák dréncsöveinek elhelyezése a szabadföldi munkálatok során

