

ROZLIŠENÍ KONTAMINOVANÉ VRSTVY NIVNÍHO SEDIMENTU OD PŘÍRODNÍHO POZADÍ

Lucie Majerová¹⁾, Tomáš Matys Grygar^{1),2)}

1) FŽP UJEP, Králova výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem, e-mail: majerova_lucie@ul.cizp.cz

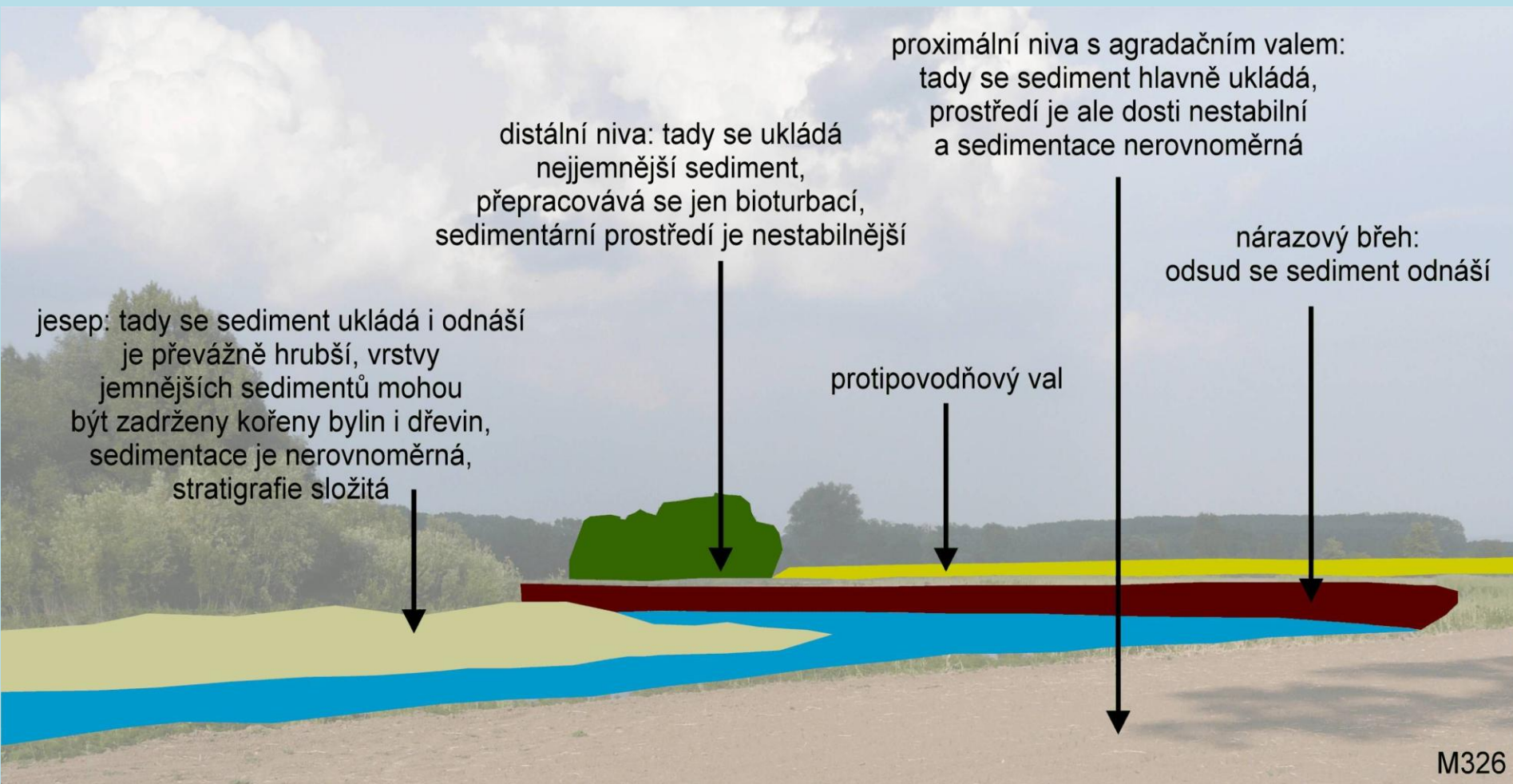
2) Ústav anorganické chemie AV ČR, v.v.i., 250 68 Řež, e-mail: grygar@iic.cas.cz

Tento materiál byl vytvořen v rámci projektu OPVK „Modernizace výuky technických a přírodovědných oborů na UJEP se zaměřením na problematiku ochrany životního prostředí – ENVIMOD“ (CZ.1.07/2.2.00/28.0205)

Pohyb kontaminantů v nivních sedimentech je možný několika způsoby:

- při povodních
- infiltrací reaktivních forem těžkých kovů z vodního toku
- během reduktomorfních procesů (glejení)

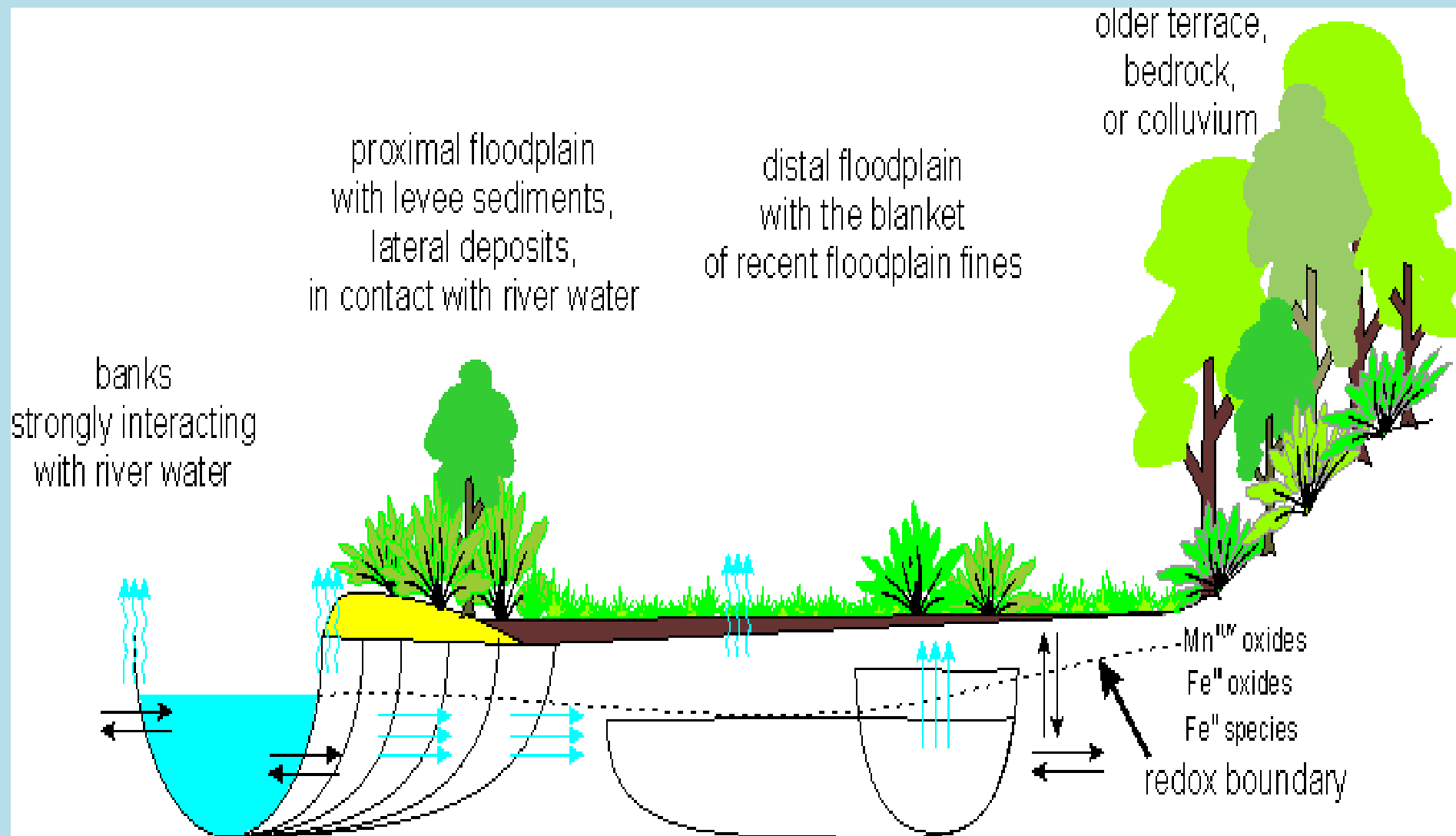
Ukládání sedimentů v nivě



M326

Ukládání sedimentů v nivě (T. Matys Grygar, ÚACH AV ČR, Řež).

Pohyb těžkých kovů



Koncentrace těžkých kovů v nivních sedimentech je ovlivněna:

- vzdáleností od zdroje znečištění
- vzdáleností od břehu
- zrnitostí sedimentů
- obsahem těžkých kovů v místním přirozeném pozadí

Hodnocení kontaminace

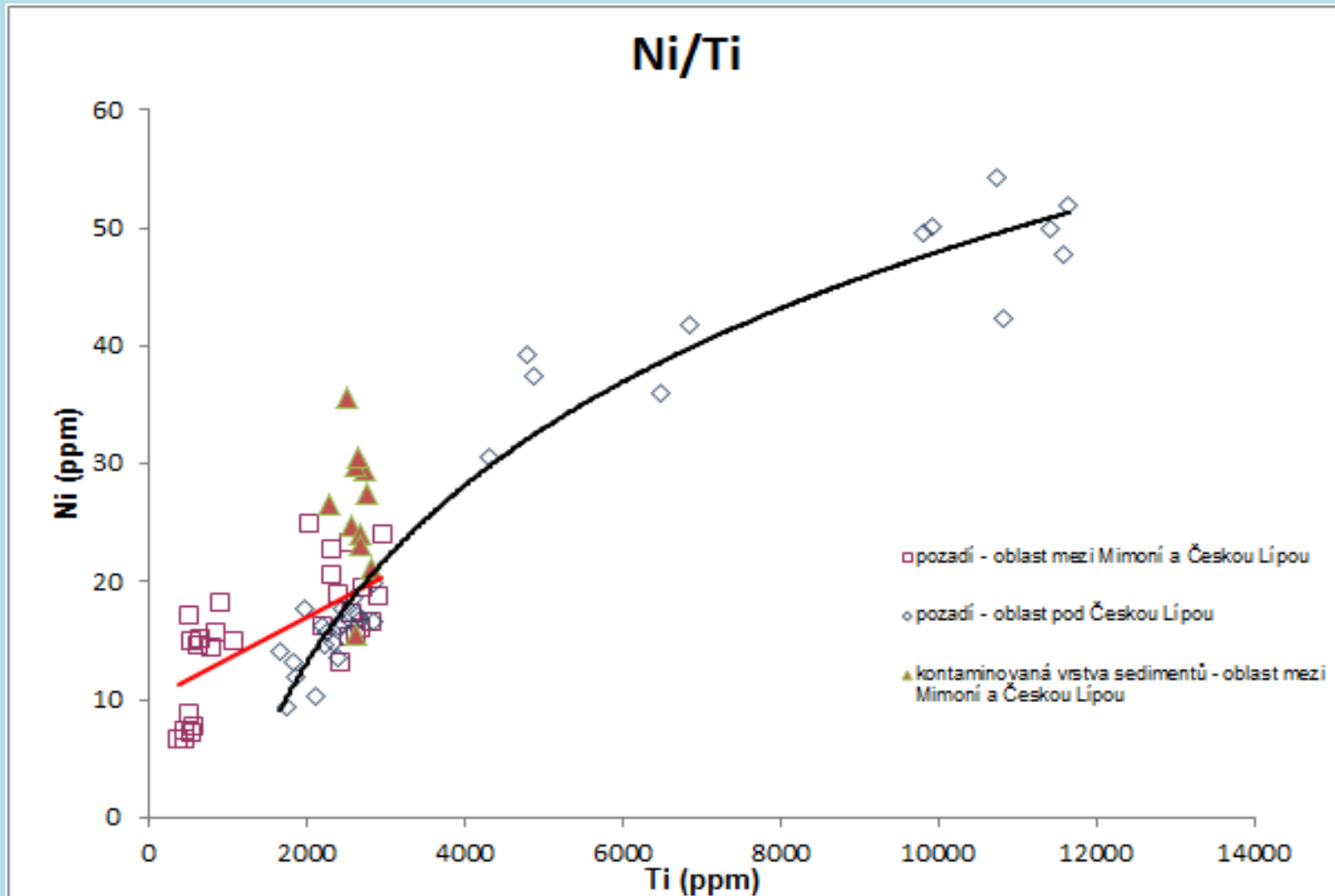
- zpravidla pomocí celkových koncentrací ve srovnání s hodnotami uváděnými normami nebo předpisy (problémy - mj. přirozené obsahy těžkých kovů v sedimentu jsou závislé na zrnitosti - hrubosti)
- pomocí faktoru nabohacení (enrichment faktor, EF)

Nutné rozlišit:

- koncentraci rizikových prvků v antropogenně znečištěné svrchní vrstvě
- koncentraci rizikových prvků v geogenním pozadí (vyznačuje se relativně stabilní koncentrací rizikových prvků, která je ovlivněna geochemickými vlastnostmi hornin vyskytujícími se ve sledované oblasti, tzv. geochemická provenience)

Rozlišení geochemické provenience

(pro vyhodnocení kontaminace)



Povodí řeky Ploučnice - Vliv dvou geochemických proveniencí – závislost Ni (ppm) na Ti (ppm).

Faktor nabohacení

$$EF = M/M_{bg}$$

M.....aktuální koncentrace daného prvku ve vzorku

M_{bg}koncentrace daného prvku v geogenním pozadí, tj. v neznečištěných vzorcích neovlivněných postdepoziční migrací

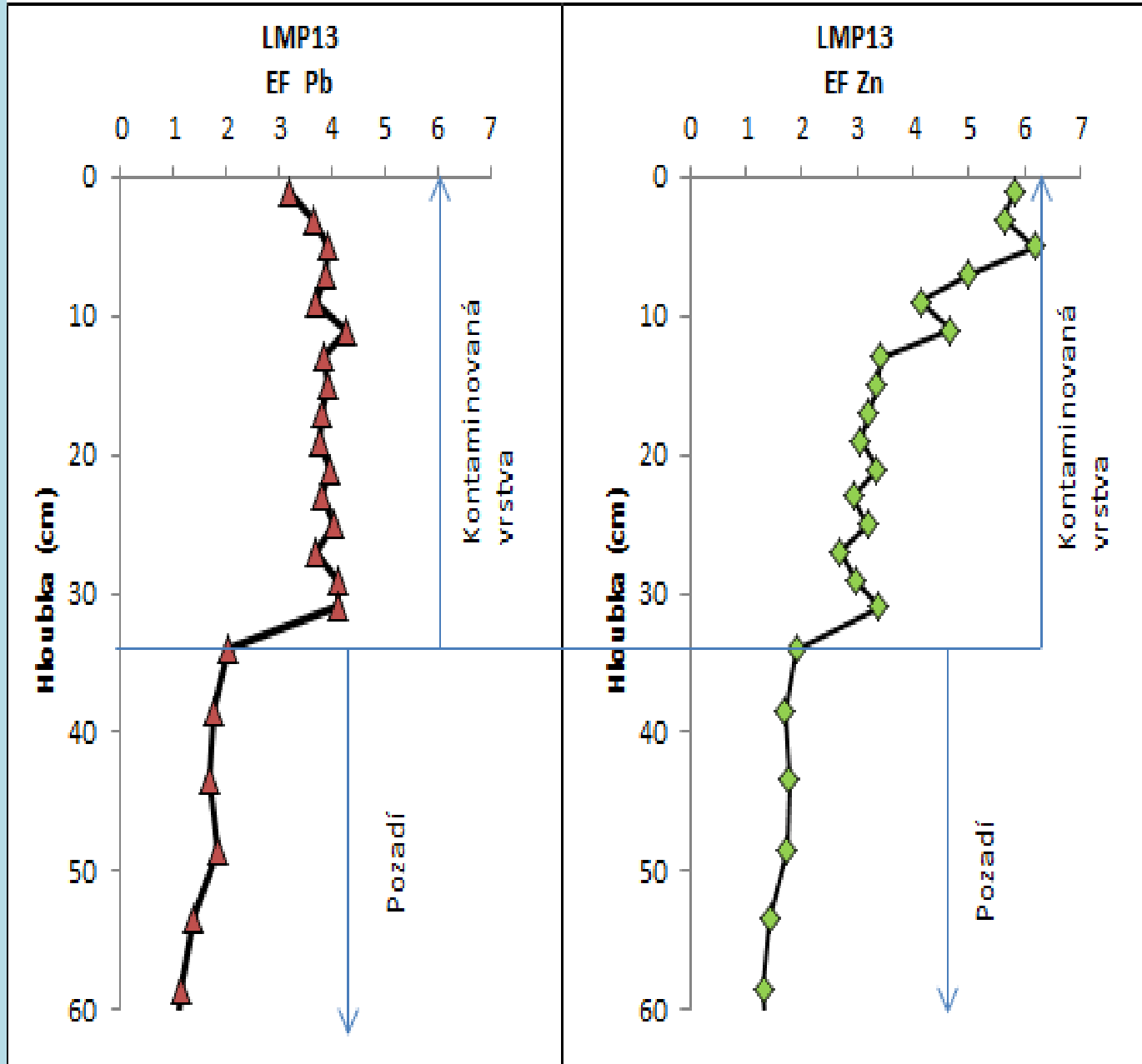
M_{bg}

- závislost aktuální koncentrace rizikového prvku na koncentraci normalizačního prvku (nejčastěji Al, Ti, někdy též Rb , atd.), vybrané z „bezpečné hloubky“

Faktor nabohacení je tedy násobkem koncentrace daného prvku proti koncentraci prvku v geogenním pozadí. Podrobnosti k metodice faktoru nabohacení lze nalézt ve vědeckých publikacích kolektivu T. Matyše Grygara z Ústav anorganické chemie AV ČR).

Hlubkový profil Pb a Zn v nivním sedimentu Ploučnice z vrtu LMP13. Jsou uvedeny absolutní koncentrace Pb a Zn (ppm), koncentrace litogenního Pb a Zn (ppm) vypočteného z funkce pro M_{bg} a bezrozměrný faktor nabohacení Pb a Zn. Interval v označení vzorků je hloubka

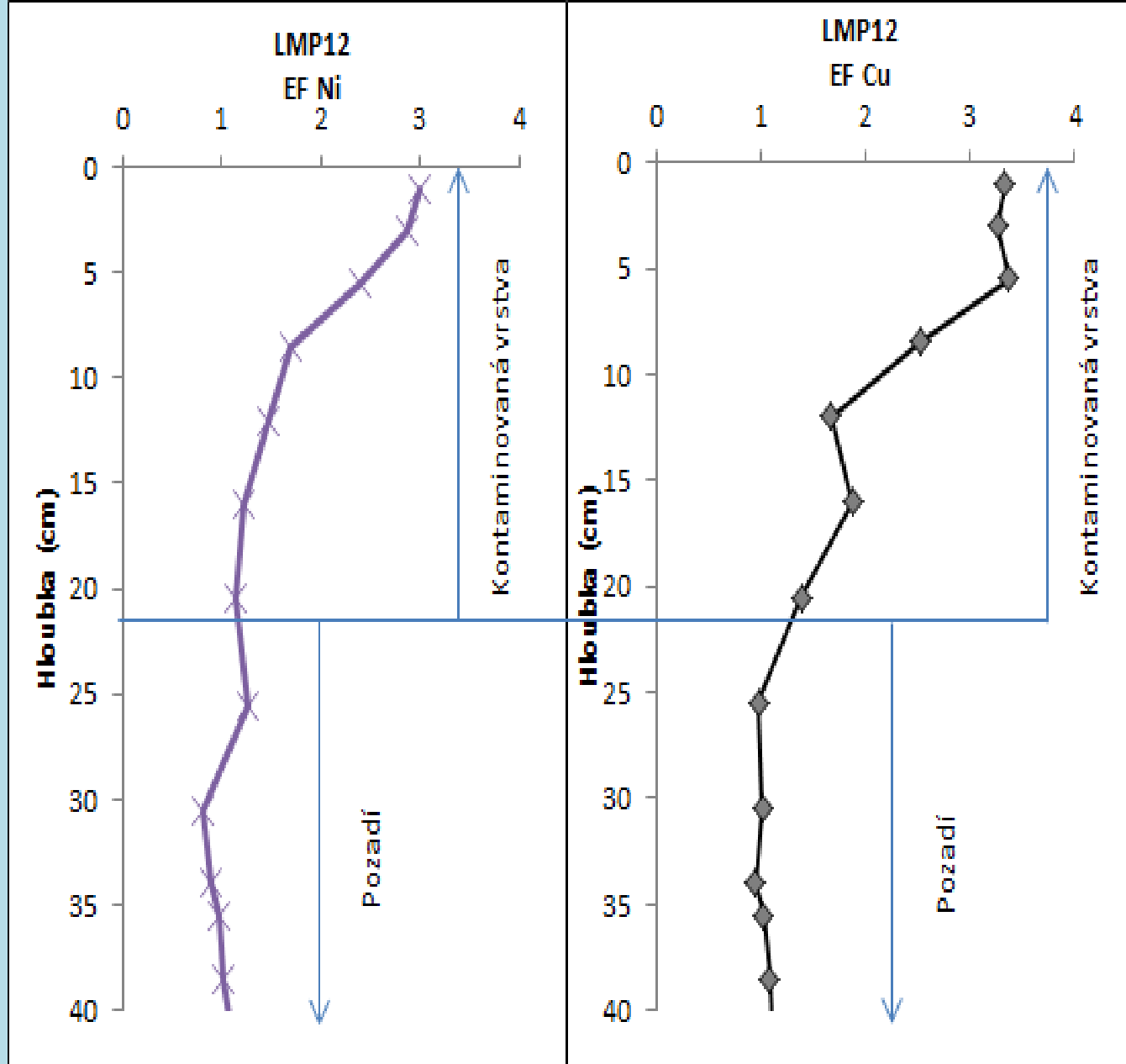
	Pb ppm	PbLITO ppm	EF Pb	Zn ppm	Zn LITO ppm	EF Zn
LMP13 0-2	102	32	3.2	218	37	5.8
LMP13 2-4	119	33	3.6	219	39	5.6
LMP13 4-6	129	33	3.9	244	39	6.2
LMP13 6-8	132	34	3.9	207	42	5.0
LMP13 8-10	133	36	3.7	193	47	4.1
LMP13 10-12	142	33	4.3	187	40	4.7
LMP13 12-14	145	38	3.8	174	51	3.4
LMP13 14-16	147	38	3.9	169	51	3.3
LMP13 16-18	146	38	3.8	165	51	3.2
LMP13 18-20	146	39	3.8	161	53	3.1
LMP13 20-22	149	38	3.9	169	50	3.3
LMP13 22-24	151	40	3.8	162	55	2.9
LMP13 24-26	151	38	4.0	161	50	3.2
LMP13 26-28	150	41	3.7	158	58	2.7
LMP13 28-30	154	37	4.1	148	50	3.0
LMP13 30-32	153	37	4.1	164	49	3.4
LMP13 32-36	75	37	2.0	92	48	1.9
LMP13 36-41	65	37	1.8	81	48	1.7
LMP13 41-46	60	36	1.7	84	47	1.8
LMP13 46-51	67	37	1.8	84	48	1.7
LMP13 51-56	50	37	1.4	69	48	1.4
LMP13 56-61	39	34	1.1	56	42	1.3
LMP13 61-66	33	31	1.0	50	36	1.4
LMP13 66-71	29	37	0.8	49	49	1.0
LMP13 72-80K	35	36	1.0	48	46	1.1
LMP13 80-85K	44	34	1.3	56	43	1.3
LMP13 85-90K	73	35	2.1	87	45	1.9
LMP13 90-95K	58	34	1.7	74	42	1.8
LMP13 95-100K	39	37	1.1	59	49	1.2
LMP13 100-105K	22	34	0.7	33	42	0.8
LMP13 105-110K	21	34	0.6	35	42	0.8
LMP13 110-118K	19	31	0.6	30	35	0.8
LMP13 115-120K	16	30	0.5	25	33	0.8
LMP13 120-125K	18	33	0.5	29	40	0.7
LMP13 125-130K	12	24	0.5	22	22	1.0



Hlubkový profil LMP13 – faktor nabohacení Pb, Zn – rozlišení kontaminované vrstvy a geogenního pozadí.

Hlubkový profil Ni a Cu v nivním sedimentu Ploučnice v profilu LMP12 – absolutní koncentrace Ni a Cu (ppm), koncentrace litogenního Ni a Cu (ppm) a faktor nabohacení Ni a Cu.

	Ni ppm	NiLITOAI ppm	EF Ni(Al)	Cu ppm	Cu LITO ppm	EF Cu
LMP12 0-2	52	17	3.0	33	10	3.3
LMP12 2-4	52	18	2.9	33	10	3.3
LMP12 4-7	42	17	2.4	34	10	3.4
LMP12 7-10	37	22	1.7	27	11	2.5
LMP12 10-14	30	21	1.5	17	10	1.7
LMP12 14-18	25	21	1.2	20	10	1.9
LMP12 18-23	22	20	1.1	14	10	1.4
LMP12 23-28	24	19	1.3	10	10	1.0
LMP12 28-33	17	20	0.8	11	10	1.0
LMP12B 32-36	19	21	0.9	10	10	1.0
LMP12 33-38	19	20	1.0	11	10	1.0
LMP12B 36-41	21	21	1.0	11	10	1.1
LMP12 38-44	22	20	1.1	11	10	1.1
LMP12B 41-46	18	21	0.9	9	10	0.9
LMP12 45-51	14	17	0.8	8	10	0.8
LMP12B 46-52	19	21	0.9	9	10	0.9
LMP12B 52-57	15	18	0.9	10	10	1.0
LMP12 53-61	14	11	1.3	6	9	0.7
LMP12B 57-63	9	13	0.7	7	9	0.7
LMP12B 63-69	13	12	1.1	8	9	0.9
LMP12 61-75	13	12	1.1	8	9	0.9
LMP12B 69-74	12	13	1.0	9	9	1.0
LMP12B 74-80	13	12	1.1	8	9	0.9
LMP12B 80-87	7	8	0.8	8	9	1.0
LMP12B 87-95	8	7	1.1	5	8	0.6
LMP12B 95-102	9	6	1.4	7	8	0.8
LMP12B 108-110	13	13	1.0	7	9	0.7
LMP12B 110-120	10	7	1.5	5	8	0.6
LMP12B 120-126	10	6	1.6	3	8	0.4



Hloubkový profil LMP12 – faktor nabohacení Ni, Cu – rozlišení kontaminované vrstvy a geogenního pozadí.

Dle § 2 odst. 1 písm. h) a i) zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech (dále jen „zákon o odpadech“), se zákon vztahuje na nakládání se všemi odpady, s výjimkou:

- vytěžených sedimentů z vodních nádrží a koryt vodních toků, u kterých vlastník prokázal, že vyhovují limitům znečištění pro jejich využití k zavážení podzemních prostor a k úpravám povrchu terénu, stanoveným v **příloze č. 9** k tomuto zákonu, a sedimentů z vodních nádrží a koryt vodních toků používaných na zemědělském půdním fondu podle zvláštních právních předpisů

*(V případech výskytu vyšších hodnot koncentrací určitých škodlivin ve vytěžených sedimentech z vodních nádrží a koryt vodních toků, způsobených výskytem těchto látek v dané oblasti v přirozeném pozadí, se limitní hodnoty přílohy č. 9 pro využití takových materiálů v dané oblasti zvyšují na prokázané hodnoty výskytu těchto látek v **přirozeném pozadí**.)*

- sedimentů přemísťovaných v rámci povrchových vod za účelem správy vod a vodních cest, předcházení povodním, zmírnění účinku povodní a období sucha nebo rekultivace půdy, je-li prokázáno, že nevykazují žádnou z nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 k tomuto zákonu.

Dle vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu (dále jen „vyhláška č. 294/2005 Sb.“):

V případě vytěžených zemin a hlušin, jakožto odpadů využívaných na povrchu terénu, s výjimkou odpadů využívaných k rekultivaci skládek, nesmí být překročeny koncentrace škodlivin, uvedených v tabulce č. 10.1 přílohy č. 10 vyhlášky č. 294/2005 Sb.

Dle přílohy č. 11, odst. 5 vyhlášky č. 294/2005 Sb. *„Překročení nejvýše přípustných hodnot jednotlivých ukazatelů uvedených v bodech 1 až 3 se toleruje v případě, že jejich zvýšení odpovídá podmínkám charakteristickým pro dané místo a geologické a hydrogeologické charakteristice místa a jeho okolí, pokud využívané odpady při normálních klimatických podmínkách nepodléhají žádné významné fyzikální, chemické nebo biologické přeměně, která by vedla k uvolňování škodlivin do životního prostředí, a pokud jsou upravené limitní hodnoty, včetně kritických ukazatelů neuvedených v bodech 1 až 3, stanoveny v provozním řádu příslušného zařízení. V případě využívání odpadů podle bodů 2 a 3 musí být navíc vždy splněny požadavky stanovené v bodě 4 a v § 12 odst. 4. „*

Srovnání limitních hodnot v příloze č. 9 a tab. č. 10.1

Ukazatel	Jednotka	příloha č. 9	tab. č. 10.1.
Zn	mg/kg sušiny	600	x
Ni	mg/kg sušiny	80	80
Pb	mg/kg sušiny	100	100
As	mg/kg sušiny	30	10
Cu	mg/kg sušiny	100	x
Hg	mg/kg sušiny	0,8	0,8
Cd	mg/kg sušiny	2,5	1
V	mg/kg sušiny	180	180

Porovnání limitních hodnot daných odpadovou legislativou a zjištěných koncentrací sledovaných prvků v profilech LMP12 a LMP13.

Limit 80 mg/kg Ni ppm	Limit 100 mg/kg Cu ppm	Limit 100 mg/kg Pb ppm	Limit 600 mg/kg Zn ppm
52	33	102	218
52	33	119	219
42	34	129	244
37	27	132	207
30	17	133	193
25	20	142	187
22	14	145	174
24	10	147	169
17	11	146	165
19	10	146	161
19	11	149	169
21	11	151	162
22	11	151	161
18	9	150	158
14	8	154	148
19	9	153	164
15	10	75	92
14	6	65	81
9	7	60	84
13	8	67	84
13	8	50	69
12	9	39	56
13	8	33	50
7	8	29	49
8	5	35	48
9	7	44	56
13	7	73	87
10	5	58	74
10	3	39	59

Problém?

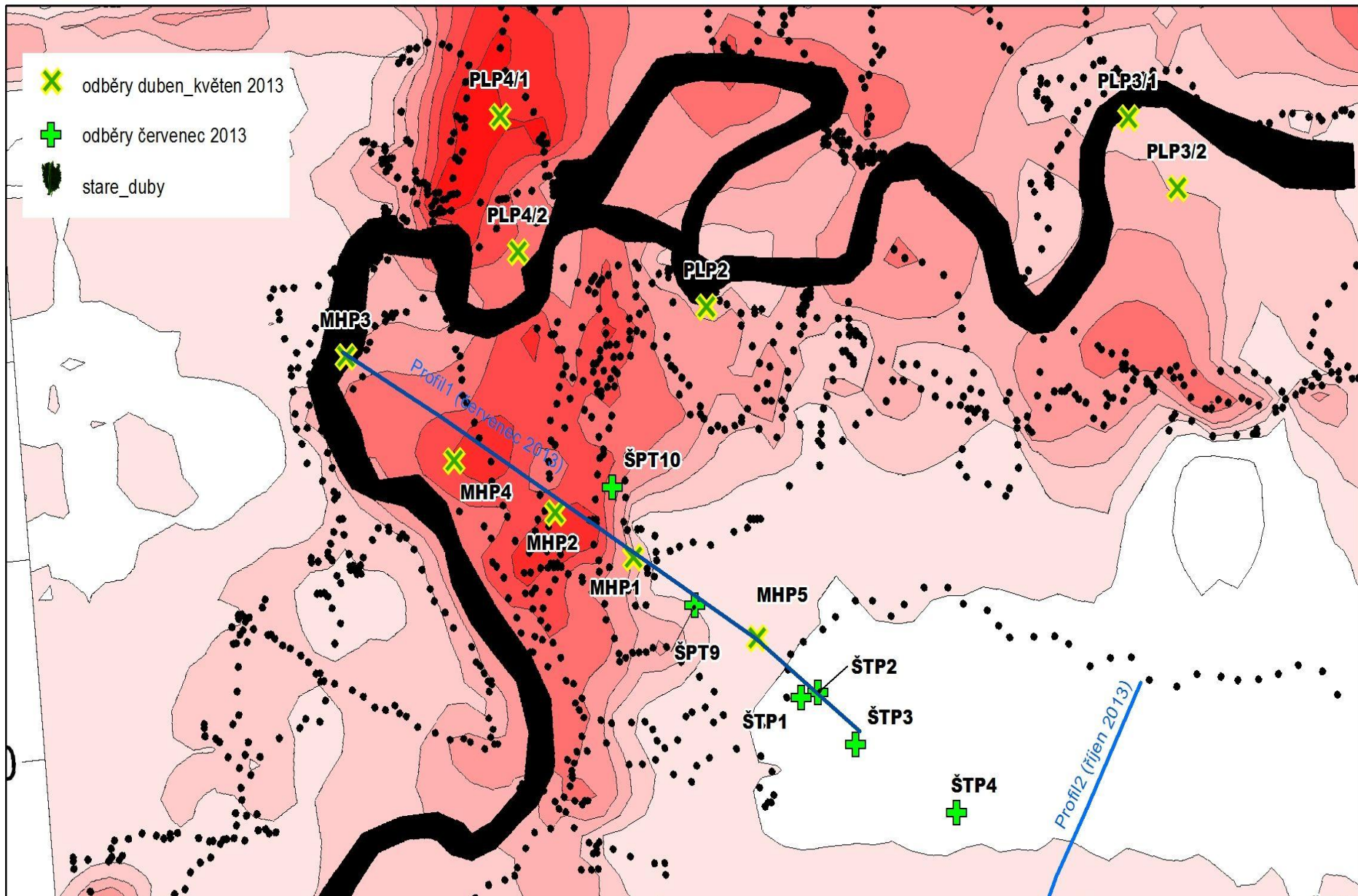
V případě, že je povodí kontaminováno jinými rizikovými prvky, pro které nejsou stanoveny limitní hodnoty (důležitá znalost průmyslového vývoje v oblasti).

Může mít daný prvek vliv na některou z nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 k zákonu o odpadech?

Ploučnice - Boreček



Gama-aktivita Ploučnice - Boreček



U ppm

MHP1 0-3	26	MHP2 20-25	310	MHP9 0-3	158	MHP10 0-4	116	MHP4 0-3	92	MHP3 0-5	7
MHP1 3-6	29	MHP2 25-30	244	MHP9 3-6	190	MHP10 4-7	130	MHP4 3-6	153	MHP3 0-10	9
MHP1 6-8	32	MHP2 30-35	243	MHP9 6-9	192	MHP10 7-10	185	MHP4 6-9	223	MHP3 5-10	14
MHP1 8-11	31	MHP2 35-40	157	MHP9 9-12	205	MHP10 10-13	320	MHP4 9-12	304	MHP3 10-15	64
MHP1 11-14	183	MHP2 40-45	198	MHP9 12-15	249	MHP10 13-16	309	MHP4 12-15	204	MHP3 15-20	94
MHP1 14-17	200	MHP2 45-50	152	MHP9 15-18	345	MHP10 16-19	587	MHP4 15-18	118	MHP3 20-25	6
MHP1 17-20	67	MHP2 50-55	175	MHP9 18-21	138	MHP10 19-22	565	MHP4 18-21	30	MHP3 25-30	0
MHP1 20-23	152	MHP2 55-60	61	MHP9 21-24	8	MHP10 27-31	165	MHP4 21-24	66	MHP3 30-35	3
MHP1 23-26	199	MHP2 60-65	8	MHP9 24-27	4	MHP10 31-34	188	MHP4 24-27	68	MHP3 35-40	1
MHP1 50-52K	58	MHP2 65-70	3	MHP9 30-33	1	MHP10 34-37	280	MHP4 27-30	142	MHP3 40-45	3
MHP1 52-54K	74	MHP2 70-75	5	MHP9 33-36	3	MHP10 40-45	525	MHP4 30-33	6	MHP3 45-50	0
MHP1 54-56K	47	MHP2 75-80	3	MHP9 36-39	5	MHP10 45-50	588	MHP4 55-60	3	MHP3 50-55	0
MHP1 56-58K	109	MHP2 80-85	0	MHP9 39-41	6	MHP10 50-55	16	MHP4 60-65	1	MHP3 55-60	1
MHP1 58-60K	82	MHP2 85-90	0	MHP9 41-46	4	MHP10 55-60	3	MHP4 65-70	4	MHP3 60-65	0
MHP1 60-62K	94	MHP2 90-95	1	MHP9 46-51	3	MHP10 60-65	3	MHP4 70-75	3	MHP3 65-70	0
MHP1 62-64K	75	MHP2 95-10	2	MHP9 51-56	4	MHP10 65-70	4	MHP4 75-80	4	MHP3 70-75	0
MHP1 64-66K	70	MHP2 100-1	3	MHP9 56-61	4	MHP10 70-75	3	MHP4 80-85	3	MHP3 75-80	1
MHP1 66-68K	127	MHP2 105-1	2	MHP9 61-66	3	MHP10 75-80	6	MHP4 85-90	2	MHP3 80-85	0
MHP1 68-70K	22	MHP2 110-1	4	MHP9 66-71	6	MHP10 80-85	6	MHP4 90-95	1	MHP3 85-90	1
MHP1 70-72K	24	MHP2 115-1	3	MHP9 71-76	4	MHP10 85-90	7	MHP4 95-10	3		
MHP1 72-74K	31	MHP2 120-1	2			MHP10 90-95	6	MHP4 100-1	2		
MHP1 74-76K	31	MHP2 125-1	4			MHP10 95-10	7	MHP4 105-1	4		
MHP1 76-78K	29	MHP2 130-1	3			MHP10 95-10	7	MHP4 110-1	4		
MHP1 78-80K	94	MHP2 135-1	5					MHP4 115-1	4		
MHP1 80-82K	39	MHP2 140-1	3					MHP4 120-1	0		
MHP1 82-84K	23	MHP2 145-1	5					MHP4 125-1	3		
MHP1 84-86K	17							MHP4 130-1	7		
MHP1 86-88K	13							MHP4 135-1	2		
MHP1 88-90K	5							MHP4 135-1	2		
MHP1 90-92K	5							MHP4 140-1	2		
MHP1 92-94K	10							MHP4 150-1	4		
MHP1 94-96K	6							MHP4 155-1	0		
MHP1 96-98K	1							MHP4 158-1	1		
MHP1 98-100	3							MHP4 161-1	1		

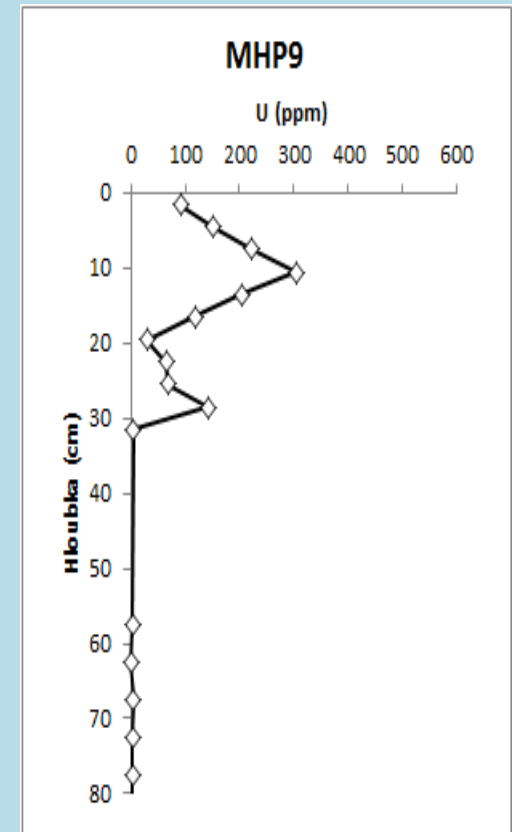
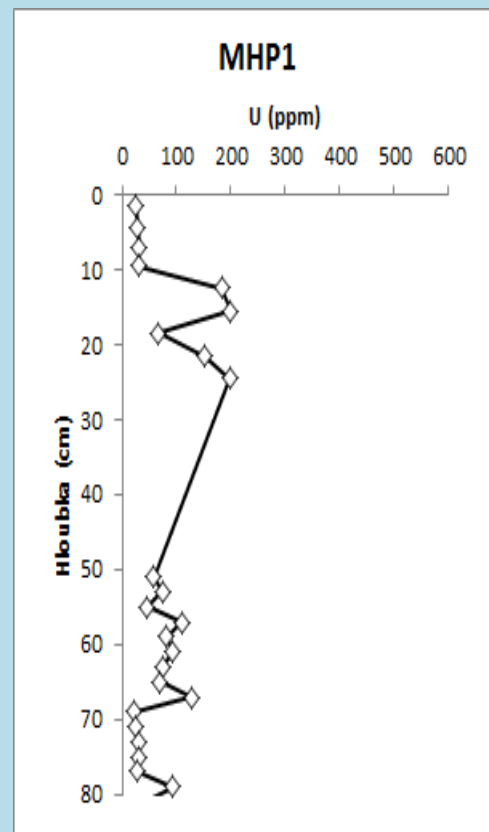
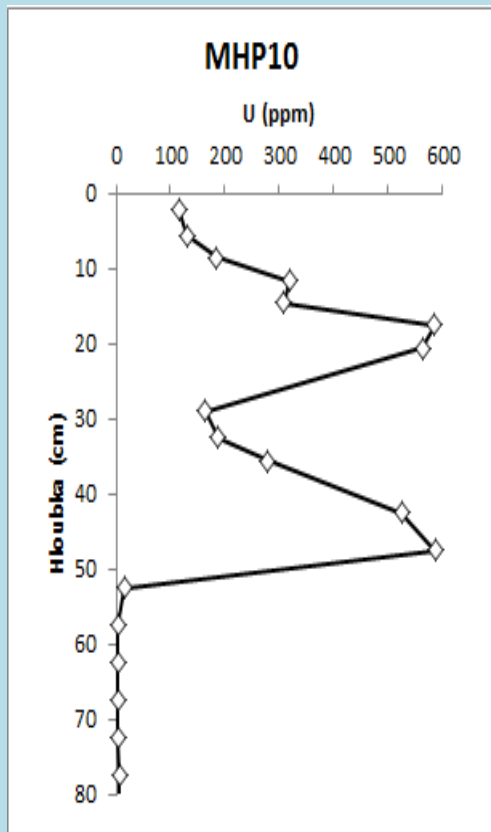
Kanadská norma –CCME (2007)

Soil quality guidelines for total metal (U) concentration (mg/kg DW) and different land uses

Element	Land Use		
	Agricultural	Residential	Industrial
	SQGEH	SQGEH	SQGEH
U	23	33	300

*Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) (2007)
Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables, updated in: Canadian Environmental Quality Guidelines (1999) CCME, Winnipeg*

Grafické znázornění závislosti koncentrace U na hloubce



Závěr

Koncentrace prvků v nivě (nejen řeky Ploučnice) je prostorově i hloubkově rozmanitá je. Jak byste chtěli použít normy, tj. jak byste vybrali místa/hloubky, ze kterých se mají dělat analýzy? S tak proměnlivou koncentrací by to nebylo nijak snadné.

Pouhým mechanickým dodržováním zákonných limitů bez skutečného zhodnocení antropogenní kontaminace může docházet nevhodnými zásahy do toku (regulace, přemísťování sedimentů v rámci toku, atd.) k odnosu kontaminantů, prokazatelně pocházejících z lidské činnosti, jejich redepozici a např. možné následné kontaminaci zdrojů pitné vody.

Faktor nabohacení nabízí možnost hodnocení kontaminace respektující přírodní proměnlivost zrnitosti a tedy i proměnlivost přirozených pozadových obsahů těžkých kovů.

Děkuji za pozornost

Tento materiál byl vytvořen v rámci projektu OPVK „Modernizace výuky technických a přírodovědných oborů na UJEP se zaměřením na problematiku ochrany životního prostředí – ENVIMOD“ (CZ.1.07/2.2.00/28.0205)