



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV PÔDOZNALECTVA
A OCHRANY PÔDY

Monitoring zaťažených území v poľnohospodárskej krajine Slovenska

Jozef Kobza, Jarmila Makovníková

NPPC – Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy
Bratislava, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, SR

jozef.kobza@nppc.sk, jarmila.makovnikova@nppc.sk

Pôdna monitorovacia sieť

Kontaminácia pôd

Acidifikácia pôd

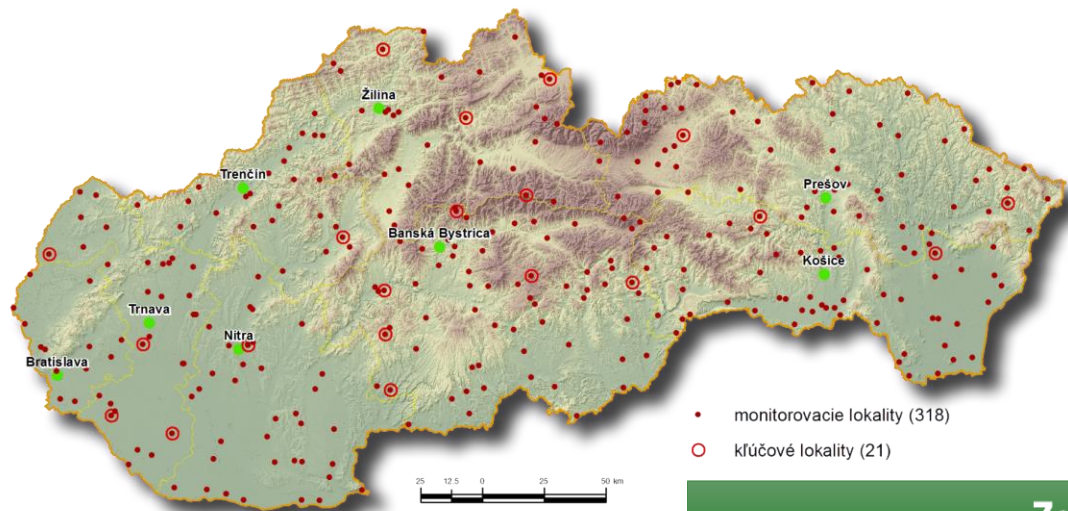
Salinizácia a sodifikácia pôd

Pôdna organická hmota

Obsah makro- a mikroživín

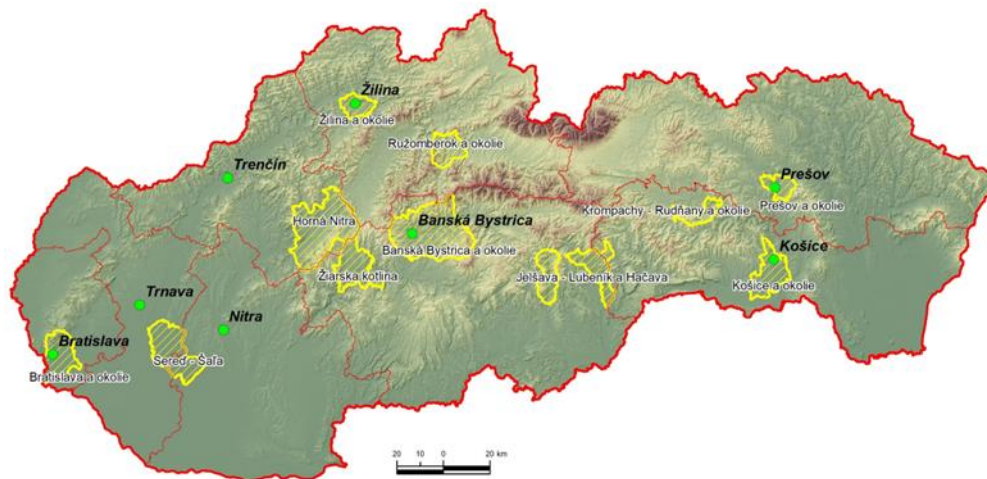
Kompakcia pôdy

Erózia pôdy



- monitorovacie lokality (318)
- kľúčové lokality (21)

Zaťažené územia SR



Región ŽIARSKA KOTLINA



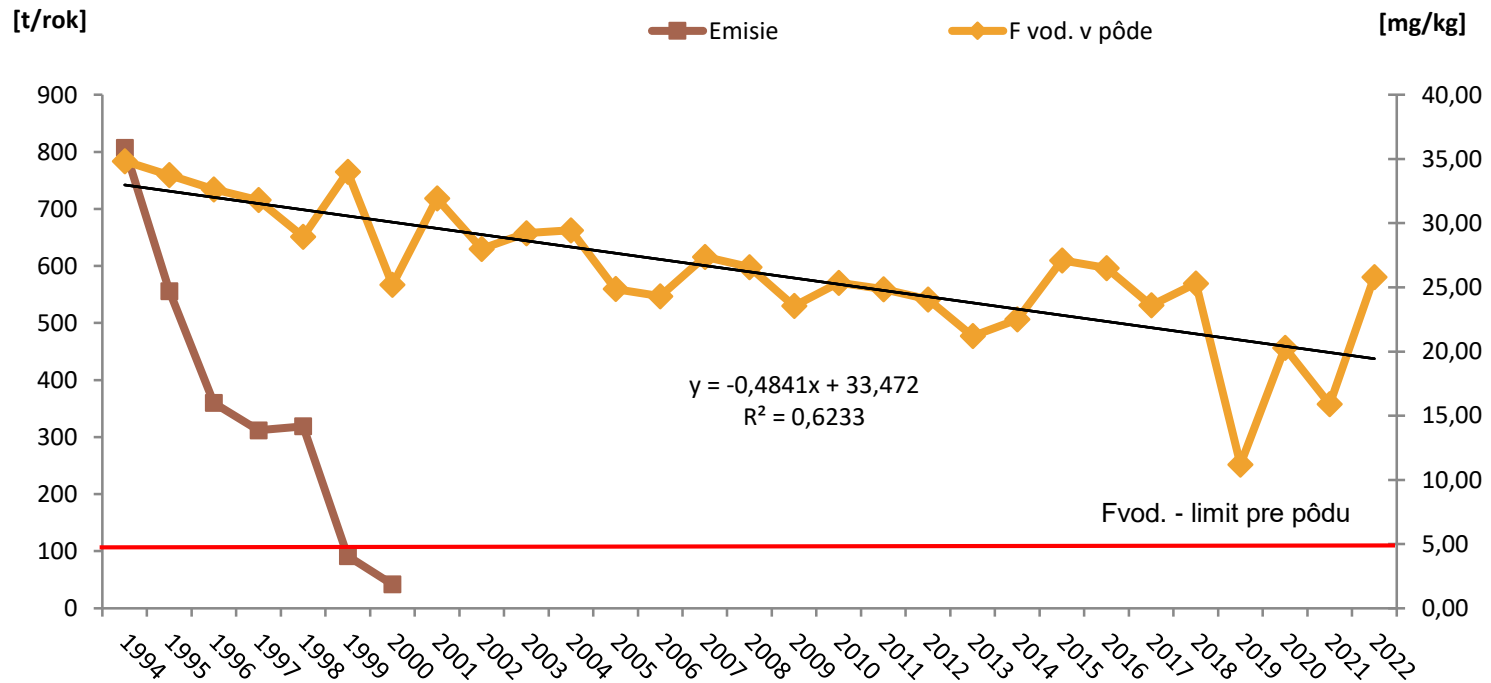
Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Žiarska kotlina	0 – 10	0,44	50,14	106,15	35,52	18,83	12,74	10,71	2,19	35,28	0,13
	30 - 40	0,39	49,16	103,11	37,45	19,64	13,54	11,02	1,77	34,98	-

Najviac zaťažené pôdy sa nachádzajú v blízkosti hlinikárne na rovinatých prvkoch reliéfu pozdĺž rieky Hron, čiastočne i na nižších terasách. Nadlimitné hodnoty tu vykazuje **selén** (2,19 mg.kg⁻¹ v ornici a 1,77 mg.kg⁻¹ v podornici). Jeho obsah v pôde je pomerne variabilný. Významný v tomto regióne je stále obsah **vodorozpustného fluóru**, ktorý i v súčasnosti prekračuje takmer 5-násobne hodnotu platného hygienického limitu – 5 mg.kg⁻¹ (MPRV SR, 2013). Jeho hodnoty varujú okolo 25 mg.kg⁻¹ (Kobza a kol., 2009, 2019a).



Hĺbka (cm)	Celkový obsah solí (%)	ESP (%)	SAR	ECe (mS.m ⁻¹)	pH/H ₂ O
0-10	0,57	16,6	8,4	247	9,1
20-30	1,90	22,0	11,8	387	9,1
35-45	1,06	23,8	13,3	348	9,3
70-80	1,31	51,9	44,8	359	9,3

Vývoj fluóru v Žiarskej kotline



Región JELŠAVA ĽUBENÍK A HAČAVA



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Magnezitky Jelšava- Lubeník a Hačava	0 – 10	0,19	23,70	79,75	25,70	17,25	22,30	-	0,30	43,80	0,08
	30 - 40	0,25	20,05	69,90	23,85	14,65	26,15	-	0,29	44,05	0,09

I keď priemerný obsah rizikových prvkov je v tomto regióne podlimitný, dôsledky magnezitového priemyslu sa tu prejavujú i v súčasnosti najmä vysokým obsahom **horčíka v pôde**, pričom v regióne **Jelšava-Lubeník** evidujeme 893,9 ha pôd a v regióne **Hačava** 881,6 ha pôd s obsahom horčíka nad 500 mg.kg⁻¹ (Kobza a kol. 2010).

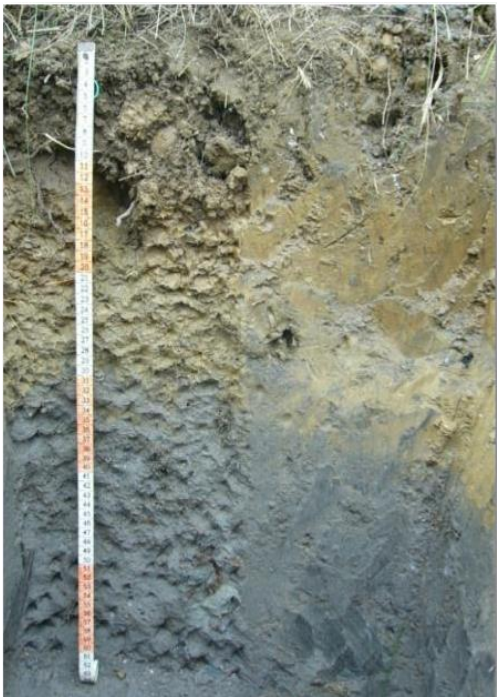
Región Horná NITRA



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Horná Nitra	0 – 10	0,22	52,60	71,91	19,16	38,57	27,38	9,90	0,29	47,67	0,14
	30 - 40	0,15	22,04	68,56	19,27	33,73	29,03	9,84	0,25	50,67	0,13

V tomto regióne sa potvrdil nadlimitný obsah **arzénu**, ako v ornici (38,57 mg.kg⁻¹), tak aj v podornici (33,73 mg.kg⁻¹), pričom evidujeme 2101,3 ha kontaminovaných poľnohospodárskych pôd arzénom (Kobza a kol., 2012a). Kontaminácia pôd arzénom je často spájaná so spaľovaním fosílnych palív, s metalurgiou farebných kovov a s používaním pesticídov. Celkový priemer obsahu arzénu ovplyvnila aj deštrukcia odkaliska pri Zemianskych Kostolánoch v roku 1965, kedy došlo k výraznej kontaminácii pôd arzénom z uniknutého popolčeka najmä pozdĺž rieky Nitry.

„Skrytá“ kontaminácia pôd (Horná Nitra)



Popolčeková masa v pôdnom profile

Región BANSKÁ BYSTRICA A OKOLIE



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Banská Bystrica a okolie	0 – 10	0,62	43,09	109,10	38,95	18,10	33,41	11,20	0,27	53,49	0,24
	30 - 40	0,35	27,76	90,03	36,21	16,95	34,06	10,44	0,23	54,62	0,27

I keď priemerný obsah rizikových prvkov v poľnohospodárskych pôdach je v danom regióne podlimitný, lokálne boli zistené prevažne mierne nadlimitné obsahy Cu, Cd, As, Pb, Se, Zn, Cr, Hg, Co a Ni (Kobza a kol. 2012b). Tieto boli zistené prevažne v oblasti výskytu geochemických anomálií, príp. banskej činnosti, ktorá tu bola v minulosti značne intenzívna.

Región RUŽOMBEROK A OKOLIE



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Ružomberok a okolie	0 – 10	0,51	20,17	109,37	32,86	12,96	59,74	11,55	0,36	47,23	0,09
	30 - 40	0,41	14,88	95,23	30,13	11,24	62,10	11,30	0,38	44,31	0,08

V uvedenom regióne najrizikovejším prvkom je **nikel**, ako v ornici, tak aj v podornici, čo zodpovedá skôr geogénnemu pôvodu, keďže často ide o lokality, ktoré sú značne vzdialené od priemyselnej oblasti Ružomberka a prevažne sa vyskytujúce na záveternej strane. Ostatné prvky (Zn, Cd, Cr, Co) boli nadlimitné len v malom rozsahu a na malej lokalite nad Ružomberkom (v oblasti Kalvárie) (Kobza a kol. 2013).

Región ŽILINA A OKOLIE



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Žilina a okolie	0 – 10	0,29	14,98	79,69	30,58	10,96	35,76	10,08	0,41	23,16	0,12
	30 - 40	0,13	10,78	67,70	29,95	10,39	39,52	10,64	-	21,14	0,12

V hodnotenom regióne Žilina bol mierne nadlimitný obsah **selénu** (0,41 mg.kg⁻¹), najmä južne od Žiliny (Bytčica, Rosina). V menšom rozsahu bol zistený aj nikel, a to len ostrovčekovite na úpäti Kysuckej vrchoviny (Kobza a kol. 2015).

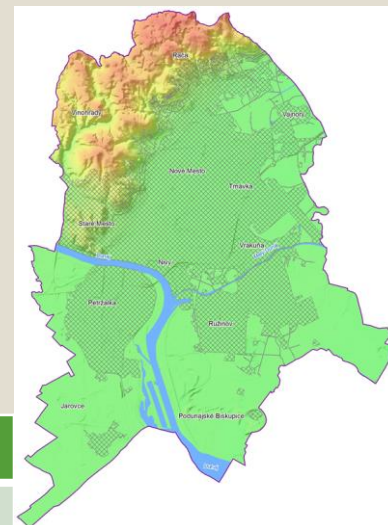
Región SEREĎ - ŠAĽA



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Sereď - Šaľa	0 – 10	0,18	13,72	77,45	23,23	7,04	42,18	8,70	-	28,44	0,05
	30 - 40	0,19	17,25	71,19	23,25	7,54	40,58	8,53	-	28,06	0,04

Čo sa týka hygienického stavu poľnohospodárskych pôd uvedeného regiónu, tento je pomerne priaznivý – priemerné hodnoty rizikových prvkov sú podlimitné. Limitujúcim prvkom je tu však **nikel** ako vplyv niklovej huty v Sereďi. I napriek jej likvidácii (v roku 1993), kedy zanikol hlavný zdroj kontaminácie, výskyt nadlimitného obsahu Ni v poľnohospodárskych pôdach naďalej pretrváva na 8,85 % (2250 ha) hodnoteného územia. Ide však len o mierne nadlimitný obsah Ni (Kobza a kol., 2016).

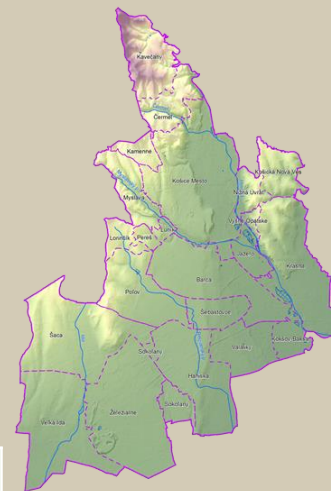
Región BRATISLAVA A OKOLIE



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Bratislava a okolie	0 – 10	0,21	20,06	77,70	23,38	10,73	25,70	9,78	-	23,96	0,08
	30 - 40	0,24	16,77	72,14	20,75	10,21	26,61	10,06	-	25,00	0,10

Priemerný obsah rizikových prvkov v poľnohospodárskych pôdach okolia Bratislavy je podlimitný. Nadlimitné bolo zistené len olovo v blízkosti Slovnaftu (Kobza a kol. 2017). Na základe nami dosiahnutých výsledkov nebol preukázaný jednoznačný vplyv tunajšej priemyselnej činnosti, ale ani poľnohospodárskej činnosti na kontamináciu poľnohospodárskych pôd okolia Bratislavy.

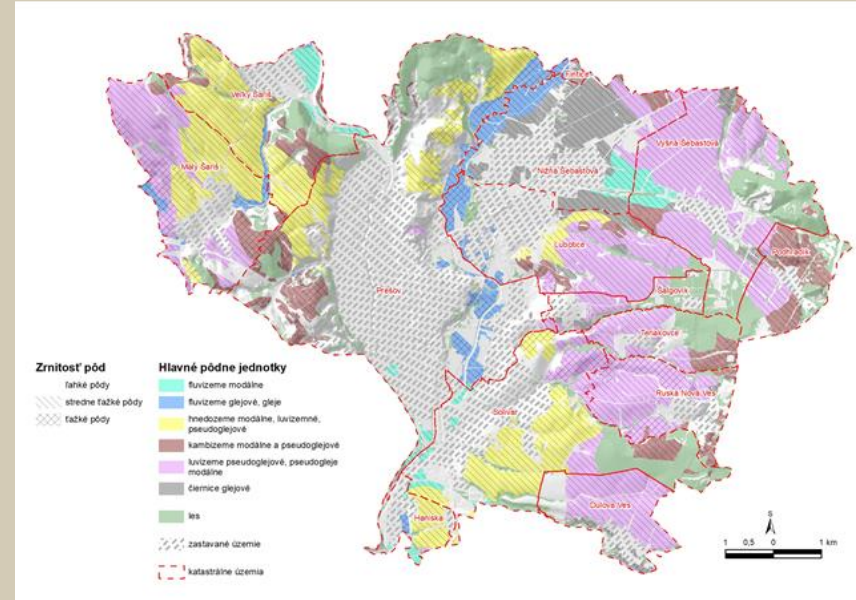
Región KOŠICE A OKOLIE



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Košice a okolie	0 – 10	0,30	21,10	66,30	27,70	21,30	31,30	10,80	-	34,40	0,09
	30 - 40	0,26	18,70	64,80	27,70	22,10	32,20	11,40	-	34,60	0,09

Podobne ako pri predchádzajúcom regióne, nebol ani tu zistený v priemere nadlimitný obsah rizikových prvkov. Lokálne bol zistený nadlimitný obsah arzénu v k. ú. Krásna, Barca, Šebastovce, Valaliky, Kokšov-Bakša o celkovej výmere 1480,4 ha (Kobza a kol., 2020).

Región PREŠOV A OKOLIE



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Prešov a okolie	0 – 10	0,40	16,49	61,91	10,80	7,32	33,70	13,48	-	31,04	0,05
	30 - 40	0,24	14,52	62,07	11,40	7,34	35,26	11,98	-	32,21	0,03

V uvedenom regióne neboli zistené v priemere nadlimitné hodnoty rizikových prvkov. Lokálne bolo mierne nadlimitné kadmium v okolí Solivaru (Kobza a kol. 2022).

Región KROMPACHY - RUDŇANY



Región	Hĺbka v cm	Rizikové prvky (mg.kg ⁻¹) vo výluhu lúčavky kráľovskej									
		Cd	Pb	Zn	Cu	As	Ni	Co	Se	Cr	Hg*
Krompachy - Rudňany	0 – 10	0,60	41,30	171,10	143,10	129,50	39,00	17,20	-	46,70	12,20
	30 - 40	0,30	14,70	79,00	52,30	87,70	35,60	16,50	-	42,20	1,80

Z uvedených regiónov tento patrí k najviac rizikovým. Výrazne nadlimitných je tu viacero prvkov – Zn, Cu, As, Hg, a to nielen v ornici, ale často aj v podornici. V tomto prípade tu ide o zmiešaný – antropogénny aj geogénny vplyv (výskyt geochemických anomálií) (Petro, 1991). Najväčšie plochy kontaminovaných pôd tu pripadá na Hg, As a Cu (Kobza a kol., 2019b).

ZÁVER

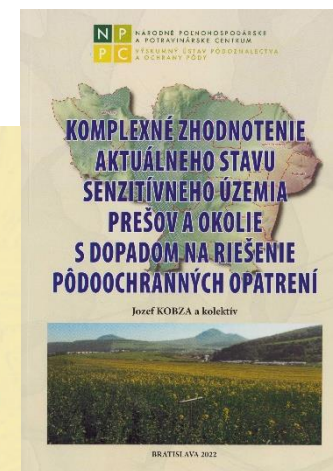
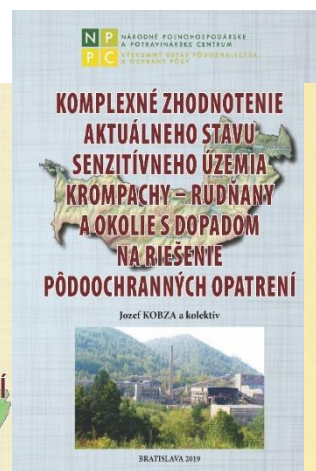
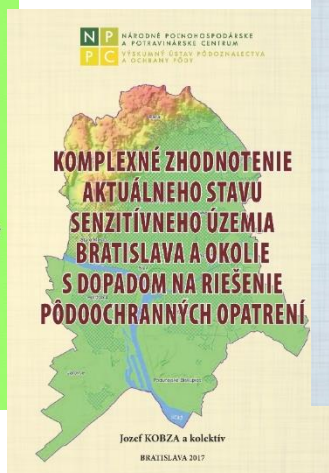
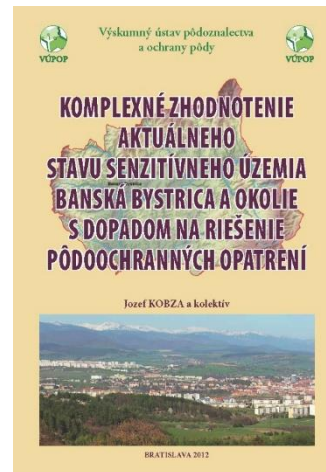
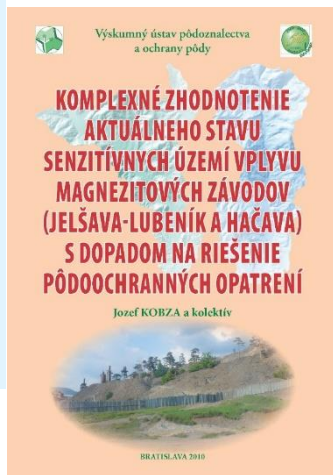
- z doteraz hodnotených zaťažených území sa javí najrizikovejšie územie Krompachy – Rudňany (vplyv antropogénnej a geogénnej kontaminácie);
- v ostatných regiónoch ide skôr o lokálny prevažne antropogénny vplyv (okolie zdroja kontaminácie často starších environmentálnych záťaží – priemyselná a banská činnosť, ekologické havárie a pod.), taktiež možný diaľkový prenos emisií;
- zvýšená koncentrácia niektorých rizikových prvkov bola nameraná hlavne na fluvizemiach a kambizemiach (Cd, Pb, Zn, Cu, Hg);
- celková plocha kontaminovaných poľnohospodárskych pôd je menšia ako 1 % z ich celkovej výmery na Slovensku;
- na základe doterajšieho monitoringu pôd sa ukazuje, že pôdy, ktoré boli kontaminované v minulosti, ich nepriaznivý stav pretrváva aj v súčasnosti, a preto ich bude potrebné monitorovať aj v budúcnosti.

Regulačné opatrenia

- v zaťaženom regióne pri poklese hodnoty výmennej pôdnej reakcie pod 6,5 je nevyhnutné monitorovať obsah anorganických rizikových prvkov, ktorý môže negatívne ovplyvniť hygienický stav rastlín, kvalitu rastlinnej produkcie ako aj kvalitu podzemných vôd.
- pôdy v tejto oblasti pH majú len nízku retenčnú schopnosť, preto je nevyhnutné aplikovať vápnenie kombinované s dodávaním organických látok (dosiahnuť aspoň 2 % obsahu humusu v ornici PP
- zvýšiť prirodzenú remediačnú schopnosť pôdy prídavkom certifikovaných organominerálnych sorbentov za účelom imobilizácie rizikových prvkov;
- do osevných postupov zaraďovať špeciálne plodiny (tzv. akumulátory), ktoré dlhodobým pestovaním odoberú z pôdy také množstvá rizikových prvkov, že sa znečistenie dostane pod prípustný limit;
- remediačný proces je ukončený, ak sa v pôde zníži koncentrácia kontaminantov pod hranicu hygienického limitu v pôde a boli dosiahnuté optimálne parametre (chemických, fyzikálnych a biologických vlastností) úrodnosti pôdy (v zmysle zákona č.220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a novelizovanej Vyhlášky č. 59/2013).

LITERATÚRA

1. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., DODOK, R., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., BEZÁKOVÁ-NÁČINIÁKOVÁ, Z., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2009. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Žiarskej kotliny s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 86 s. ISBN 978-80-89128-53-2.
2. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., NOVÁKOVÁ, K., PÁLKA, B., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2010. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivnych území vplyvu magnezitových závodov Jelšava-Lubeník a Hačava s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 92 s. ISBN 978-80-89128-77-8.
3. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2012a. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Horná Nitra s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 82 s. ISBN 978-80-89128-92-1.
4. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2012b. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Banská Bystrica a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 78 s. ISBN 978-80-89128-95-2.
5. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2013. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Ružomberok a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 87 s. ISBN 978-80-8163-000-2.
6. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2015. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Žilina a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 77 s. ISBN 978-80-8163-006-4.
7. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2016. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Sereď-Šaľa s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. NPPC-VÚPOP Bratislava, 79 s. ISBN 978-80-8163-015-6.
8. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2017. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Bratislava a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. NPPC-VÚPOP Bratislava, 69 s. ISBN 978-80-8163-024-8.
9. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2019b. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Krompachy-Rudňany a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. NPPC-VÚPOP Bratislava, 75 s. ISBN 978-80-8163-028-6.
10. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2020. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Košice a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. NPPC-VÚPOP Bratislava, 74 s. ISBN 978-80-8163-038-5.
11. KOBZA, J. BARANČÍKOVÁ, G., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2022. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivneho územia Prešov a okolie s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. NPPC-VÚPOP Bratislava, 75 s. ISBN 978-80-8163-045-3.



Ďakujem za pozornosť

