

Súčasná situácia kontaminácie poľnohospodársky využívaných pôd ťažkými kovmi v rôzne environmentálne zaťažených oblastiach Slovenska

J. ÁRVAY⁽¹⁾, J. ČÉRY⁽¹⁾, L. HARANGOZO⁽¹⁾, P. TREBICHALSKÝ⁽¹⁾ and J. JOBBÁGY⁽²⁾

⁽¹⁾ Katedra chémie, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika (e-mail: julius.arvay@post.sk)

⁽²⁾ Katedra strojov a výrobných systémov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika (e-mail: jan.jobbagy@uniag.sk)

Abstract In the work has been presented the result about contamination by risky elements from the two sightes agricultural exploited lands. Area selection has related with property on locality and theoretic possibility to charging agricultural used soil with atmospheric pollution from industrial concerns.

In past activity of industrial area which means triangles of Strážske – Vranov nad Topľov – Humenné where once of the greatest producers of atmospheric pollution were through atmospheric quality has been expressed also the hygienic status of agricultural soil.

As an interest area have we selected lands from the area of Humenné and Dunajská Streda, which we used for as a relatively unpolluted area as a standard. Soils samples we have be taken of from certain position with GPS helping. At all of the soil samples we have realised analyzes to determination on solid of risky elements (as Ni, Cd and Pb) in leaching solution of aqua regia, 1 mol.dm⁻³ NH₄NO₃ and the pH_{KCl} assessment. The gained facts we have consequently made into graphic maps with helping of software Arc View 3.2.

The gained information at soil reaction suggest in expressive contrast between those areas. Soil reaction at east Slovakia has moved in interval 4,08 – 5,75 in A horizon (0 – 0,2 m), what manages into extremely and slightly acid soil. Soil reaction from the Dunajská Streda had values in interval 7,6 – 7,84 (from alkalic to strong alkalic). A content of follow up risky elements in leaching solution of aqua regia have not dependent with their contents of 1 mol.dm⁻³ NH₄NO₃, that presentation mobile vegetation form of our sight risky elements. Increased content of leaching solution form we have noticed by Cd at both land soil measures (highest on land from the Dunajská Streda). The content of other sight elements have not exceeded allowed limit.

In leaching 1 mol.dm⁻³ NH₄NO₃ we have noticed rising content of mobile form Ni at land in the Humenné area (at 38, 6 %). The content of Cd have not been excess both case and content of Pb were excess on the land of Dunajská Streda (at 205 %) and the Humenné (at 300 %). Exact information about following risky elements from the representation area we have introduced in article.

Key words: *heavy metals, soil samples, contamination, ecosystems*

Úvod

Kontaminácia nášho životného prostredia sa v poslednej dobe stala jedným z hlavných spoločenských problémov. Zhoršený stav životného prostredia s rozličným stupňom devastácie v jednotlivých regiónoch sa negatívne spolupodieľa na strednej dĺžke života, zdravotnom stave obyvateľstva a na kvalite ekosystému vôbec.

Zmeny vlastností pôd prebiehajú už veľmi dlho, ale najintenzívnejšie od začiatku rozvoja priemyslu, intenzívneho spaľovania fosílnych palív, ťažby nerastných surovín a od začiatku moderného poľnohospodárstva používajúceho agrochemikálie.

Pôda je dynamický systém, ktorý je ovplyvnený rôznymi faktormi, či už prírodnými, alebo antropickými,

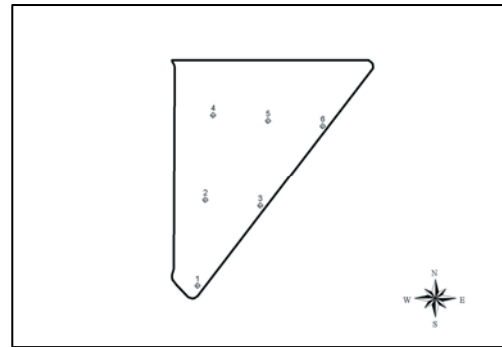
ktoré spôsobujú jej kontamináciu. Zmeny, ktoré týmito vplyvmi v pôde nastávajú a spôsobujú bioprístupnosť kovov, môžu pôdu obohatiť o ďalšie elementy, ktoré sú biologicky účinné, alebo naopak pôdu znehodnocujú, a tá sa stáva pre pestovanie poľnohospodárskych plodín nevhodná (Tomáš, 2000).

Ťažké kovy sa v pôdach vyskytujú v rôznych koncentráciách a v rôznych formách. Rôzny je však aj ich pôvod a zdroj. Môžu pochádzať priamo zo zvetranej materskej horniny kedy ich koncentrácia a rozšírenie je priamo ovplyvňované prebiehajúcimi pôdotvornými procesmi, alebo vstupujú do pôdy ako priamy dôsledok ľudskej činnosti.

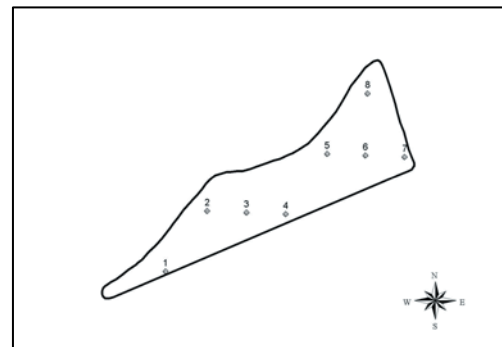
Materiál a metódy

Pre potreby tejto práce sme vytipovali dva pozemky, ktoré sú poľnohospodársky intenzívne využívané. Reprézujú dve rozdielne oblasti, ktoré sú charakteristické rôznou úrovňou kontaminácie, rôznymi pôdnymi vlastnosťami a rôznou lokalizáciou. Ide o pozemok z južného Slovenska (okres Dunajská Streda) a o pozemok z východného Slovenska (okres Humenné). Vzorky pôdy sme odobrali z hĺbky 0 – 0,2 m podľa metodiky **Linkeš (1997)** za pomoci GPS lokalizácie a navigácie na určené odberné miesta.

Pozemok z lokality Dunajská Streda sa nachádza približne 750 m severne od mesta Dunajská Streda. Je obhospodarovaný poľnohospodárskym podnikom Búšľak. Lokalizačné koordináty pozemku sú: 47°59,722' severnej šírky (φ) a 17°38,053' východnej dĺžky (λ). Jeho rozloha je 9,1 ha. Na pozemku bolo určených 6 odberných miest. Parcelné identifikačné číslo je 6101/2. Bonitovaná pôdno-ekologická jednotka tohto pozemku je 0017002. Pôdny typ ČMč^c - černoziem čiernicová - karbonátová a pôdny druh stredne ťažká – hlinitá. Hranice pozemku boli definované 37 bodmi. Nadmorská výška týchto bodov sa pohybovala v intervale 113,1 – 116,3 m n. m..



Druhý pozemok sa nachádza na východnom Slovensku v okrese Humenné, v extraviláne mesta Humenné, približne 500 m juhozápadne od mesta Humenné. Je obhospodarovaný poľnohospodárskym podnikom PD Humenné. Lokalizačné koordináty pozemku sú: 48°55,273' severnej šírky (φ) a 21°52,119' východnej dĺžky (λ). Jeho rozloha je 13,4 ha. Na pozemku bolo určených 8 odberných miest. Parcelné identifikačné číslo je 6806/1. Bonitovaná pôdno-ekologická jednotka tohto pozemku je 0612003. Pôdny typ FMG – fluvizem glejová a pôdny druh ťažká – ílovitohlinitá. Hranice pozemku boli definované 112 bodmi. Nadmorská výška týchto bodov sa pohybovala v intervale 139,0 – 152,4 m n. m..

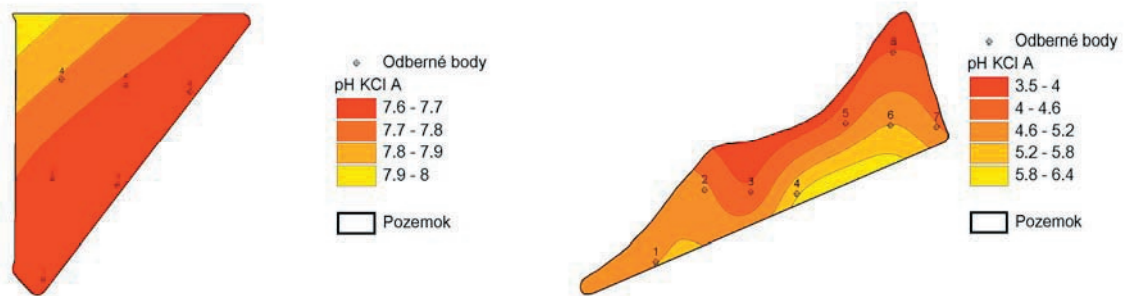


Vo všetkých pôdných vzorkách sme vykonali analýzy na zistenie obsahu sledovaných ťažkých kovov (Cd, Pb, Ni, Zn a Co) v extraktach lúčavky kráľovskej (celkový obsah ťažkých kovov), 1 mol.dm⁻³ NH₄NO₃ (obsah mobilnej formy). Pre zhodnotenie rizika mobility a prechodu rizikových prvkov sme vykonali analýzy na zistenie výmennej pôdnej reakcie - pH_{KCl} ako dôležitého faktora, ovplyvňujúceho správanie sa rizikových prvkov v systéme pôda – rastlina.

Výsledky

Ako už bolo spomenuté, pre mobilitu a prijateľnosť rizikových prvkov pre rastlinu je dôležitá pôdna reakcia. Z toho dôvodu sme vykonali analýzy na stanovenie výmennej pôdnej reakcie pH_{KCl}. Na pozemku Dunajská Streda sa hodnoty výmennej pôdnej reakcie pohybovali v intervale 7,57 – 7,84. Je to pomerne úzky interval a slovne by sa pôda dala zhodnotiť ako alkalickú až silne alkalickú. Oproti tomu, pozemok z okresu Humenné sa vyznačoval podstatne širším intervalom 4,08 – 5,75. Pôdu tohto pozemku je možné charakterizovať ako extrémne kyslú až slabokyslú. U väčšiny ťažkých kovov platí nepriama korelácia mobility a rozpustnosti sledovaných prvkov vo vzťahu k pH_{KCl}. Je teda možné konštatovať, že pre dopestovanie kvalitnejšej produkcie bude vhodnejší z hľadiska mobility a biopristupnosti ťažkých kovov pozemok z Dunajskej Stredy.

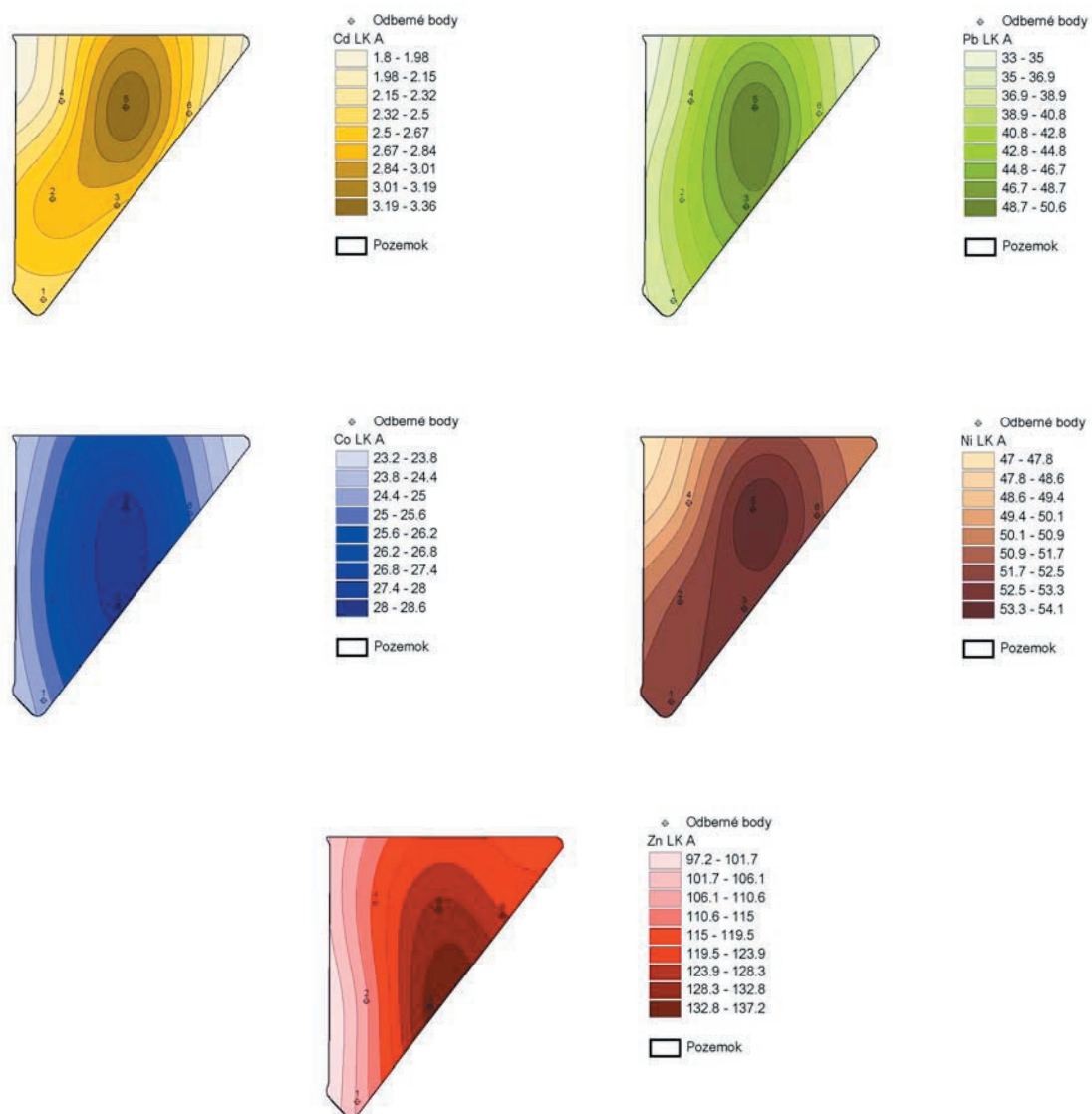
Obr. 1 Plošné znázornenie výmennej pôdnej reakcie pH_{KCl} v horizonte A na sledovaných pozemkoch



Obsah sledovaných ťažkých kovov v extrakte lúčavky kráľovskej reprezentuje pseudototálny obsah v pôdnych vzorkách. Sledované pozemky sa vyznačovali minimálnymi rozdielmi, najmä ak ide o prekročenie limitných hodnôt pre jednotlivé ťažké kovy, stanovených zákonom 220/2004 „o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy“.

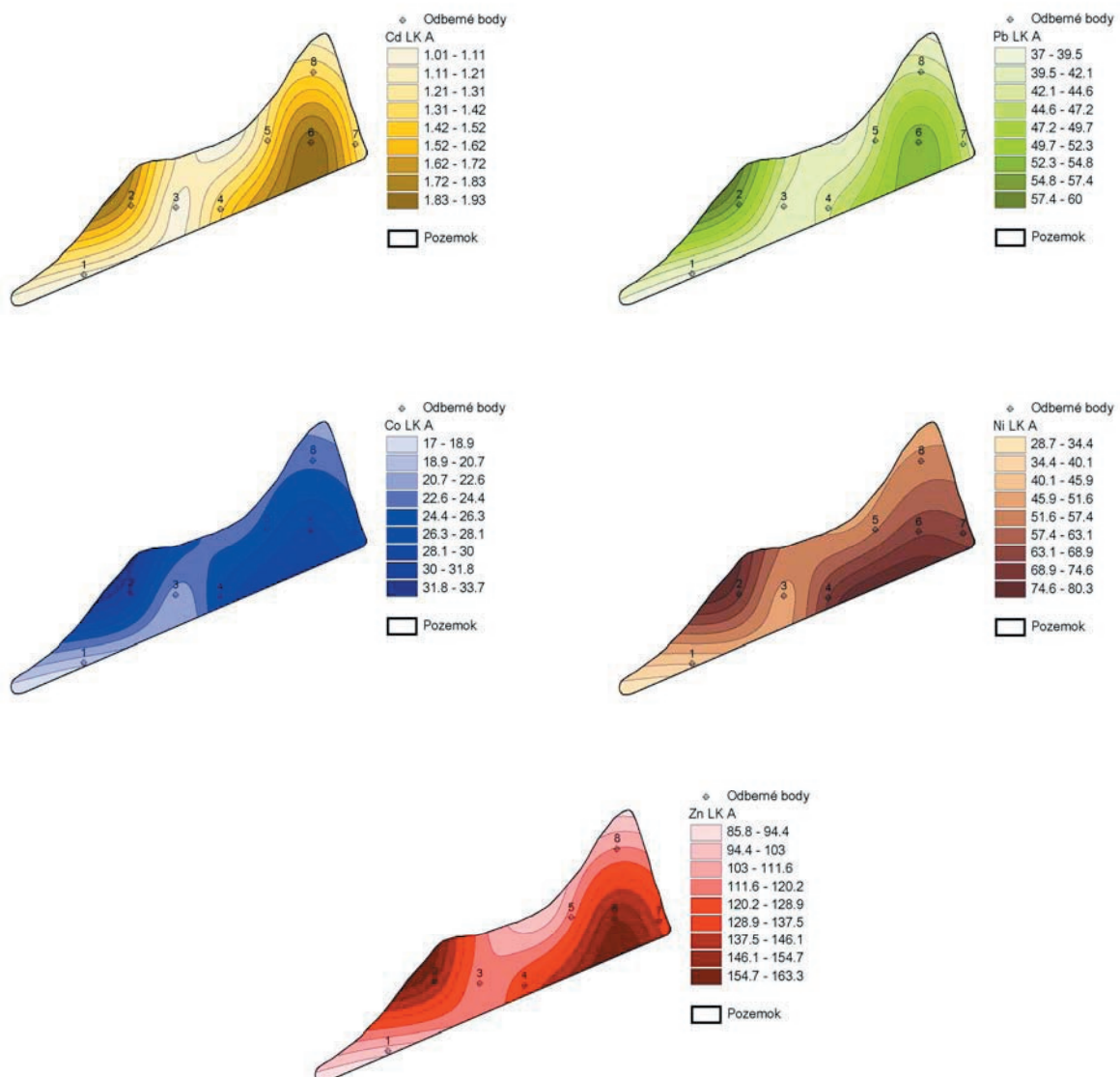
Na pozemku z okresu Dunajská Streda sme sledovali obsah piatich ťažkých kovov (Cd, Pb, Zn, Ni a Co). Limitné hodnoty boli prekročené pri troch sledovaných prvkoch. Najkritickejšie to bolo u kadmia, kde sa hodnoty obsahu pohybovali v intervale 2,36 – 3,36. Limitná hodnota 0,7 $mg.kg^{-1}$ bola teda pri najvyššom obsahu prekročená o 380 %. Obsah niklu sa pohyboval v intervale 52,0 – 54,0 $mg.kg^{-1}$, čo znamená prekročenie limitu (50 $mg.kg^{-1}$) pri najvyššom obsahu o 8 %. Posledným, limitnú hodnotu (15 $mg.kg^{-1}$) prekračujúcim prvkom v extrakte lúčavky kráľovskej bol kobalt, ktorého obsah sa pohyboval v intervale 24,8 – 28,4 $mg.kg^{-1}$. Pri najvyššom obsahu bola limitná hodnota prekročená o 89,3 %. Obsah olova (38,8 – 50,4 $mg.kg^{-1}$) a zinku (106,8 – 134,8 $mg.kg^{-1}$) neprekročil ani na jednom odbernom bode limitnú hodnotu stanovenú zákonom (Pb: 70 $mg.kg^{-1}$; Zn: 150 $mg.kg^{-1}$). Plošné znázornenie obsahu sledovaných prvkov je uvedené na obrázku 2.

Obr. 2 Plošné znázornenie celkového obsahu Cd, Pb, Co, Ni a Zn v horizonte A na pozemku Dunajská Streda v mg.kg^{-1}



Situácia na pozemku v okrese Humenné bola o niečo kritickejšia, keďže sme zaznamenali zvýšený obsah u štyroch sledovaných prvkoch – Cd, Ni, Co a Zn. Obsah Cd sa pohyboval v intervale $1,1 - 1,9 \text{ mg.kg}^{-1}$, čo predstavuje prekročenie limitnej hodnoty pri maximálnom obsahu o 171 %. Obsah Ni sa pohyboval v širšom intervale ako to bolo na pozemku v okrese Dunajská Streda $40,4 - 70,4 \text{ mg.kg}^{-1}$. Pri najvyššom obsahu bola limitná hodnota prekročená o 40,8 %. Obsah kobaltu sa pohyboval v širšom intervale ako na pozemku v okrese Dunajská Streda $19,6 - 29,6 \text{ mg.kg}^{-1}$. Limitná hodnota bola pri najvyššej koncentrácii prekročená o 97,3 %. Na rozdiel od pozemku na južnom Slovensku sme na tomto pozemku zaznamenali lokálne zvýšenie obsahu zinku na odbernom mieste č. 6, kde nameraná hodnota $153,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ prekračovala limitnú hodnotu 150 mg.kg^{-1} o 2,13 %. Obsah olova ($38,8 - 54,4 \text{ mg.kg}^{-1}$) na východnom Slovensku neprekročil ani na jednom odbernom mieste limitnú hodnotu 70 mg.kg^{-1} . Plošné znázornenie obsahu jednotlivých rizikových prvkov vyjadruje obrázok 3.

Obr. 3 Plošné znázornenie celkového obsahu Cd, Pb, Co, Ni a Zn v horizonte A na pozemku Humenné v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

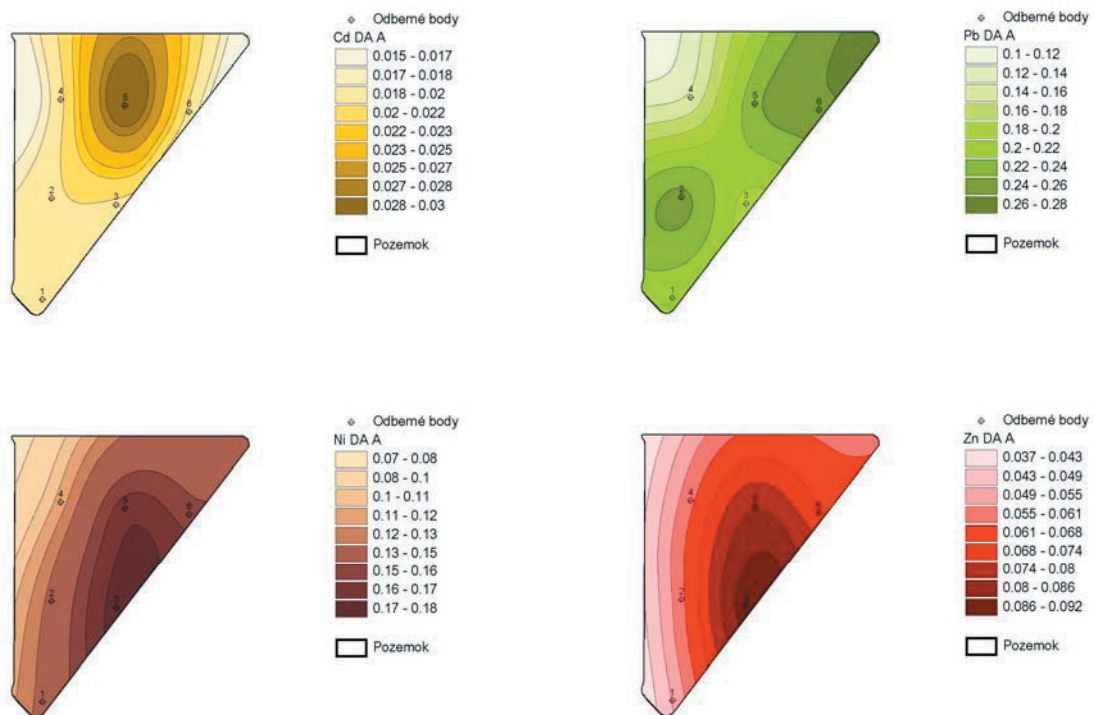


Z hľadiska dopestovania kvalitnej poľnohospodárskej produkcie nie je dôležitý celkový obsah ťažkých kovov v pôde, ktorý je v našom prípade reprezentovaný obsahom v extrakte lúčavky kráľovskej, ale obsah mobilných foriem, ktorý sme získali pôsobením $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ NH}_4\text{NO}_3$ na pôdne vzorky. Obsah tejto formy je ovplyvňovaný rôznymi faktormi, ako napríklad: pH, obsah humusu, obsah ílových minerálov a pod.. Limitné hodnoty pre hodnotenie tohto parametra udáva zákon 220/2004 „o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy“. Spomínaný zákon špecifikuje limity pre štyri nami sledované prvky (Cd, Pb, Ni a Zn).

Na pozemku z okresu Dunajská Streda sme zaznamenali nadlimitné obsahy iba pri olove. Obsah olova sa pohyboval v intervale $0,15 - 0,26 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, čo znamená prekročenie limitu ($0,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) pri najvyššej koncentrácii o 160 %. Pri najnižšej koncentrácii to bolo prekročenie o 50 %. Obsahy ostatných troch sledovaných rizikových prvkov neprekročili limitné hodnoty stanovené zákonom.

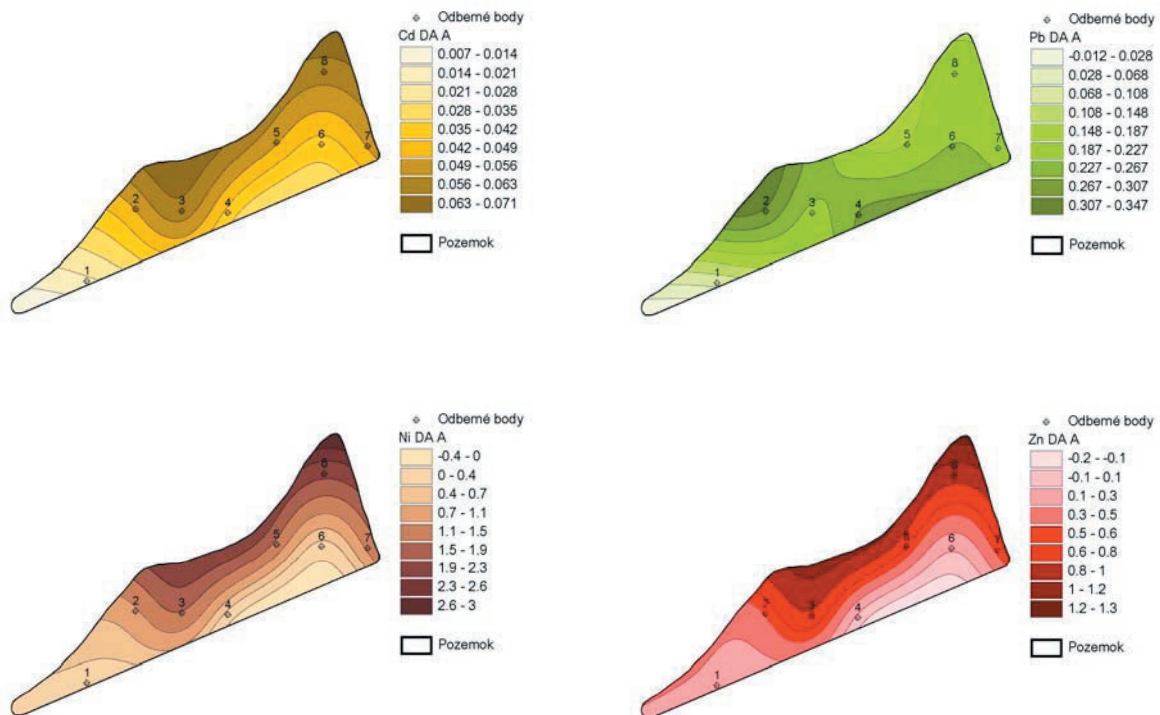
Obsah Cd sa pohyboval v intervale 0,018 – 0,027 mg.kg⁻¹, Ni 0,12 – 0,18 mg.kg⁻¹, Zn 0,05 – 0,09 mg.kg⁻¹. Plošné znázornenie získaných výsledkov mobilných foriem vyjadruje obrázok 4.

Obr. 4 Plošné znázornenie obsahu mobilných foriem Cd, Pb, Ni a Zn v horizonte A na pozemku Dunajská Streda v mg.kg⁻¹



Situácia na pozemku Humenné bola o niečo kritickejšia, čo je možné pripísať výmennej pôdnej reakcii, ktorá výrazne ovplyvňuje správanie sa rizikových prvkov v pôdnom roztoku a v systéme pôda – rastlina. Nadlimitné hodnoty sme zaznamenali pri dvoch rizikových prvkoch. Obsah olova sa pohyboval v intervale 0,08 – 0,30 mg.kg⁻¹, čo pri najvyššej koncentrácii znamená prekročenie limitu o 200 %. Na prvom odbornom bode limitná hodnota (0,1 mg.kg⁻¹) prekročená nebola. Prekročenie limitu (1,5 mg.kg⁻¹) o 2 % sme zaznamenali na 3. odbornom bode pri nikle, kde sme namerali 1,53 mg Ni.kg⁻¹. Obsah ostatných sledovaných prvkov na pozemku Humenné neprekročil zákon stanovený limit. Obsahové izolínie sledovaných rizikových prvkov sú uvedené na obrázku 5.

Obr. 5 Plošné znázornenie obsahu mobilných foriem Cd, Pb, Ni a Zn v horizonte A na pozemku Humenné v mg.kg^{-1}



Záver

Kvalita životného prostredia je v súčasnosti v priamej korelácii z intenzitou priemyselnej a ľudskej činnosti. V minulosti patrili sledované oblasti medzi lokality s vysokou intenzitou priemyslu. V Dunajskej Strede to bol cukrovar a v Humennom to bol Chemlon a v blízkosti Chemko Strážske a Bukóza Vranov, ktoré produkovali obrovské množstvá atmosférických emisií, najmä organického pôvodu. Podobnou problematikou emisnej situácie na východnom Slovensku sa zaoberali **Hronec a kol. (1992)** a na južnom Slovensku **Tóth, 2001**. Ich získané výsledky potvrdili naše závery, ktoré odporúčajú podrobnejší a dlhodobější monitoring sledovaných oblastí, ktoré sú ovplyvňované imisným spadom z priemyselných podnikov nachádzajúcich sa na sledovanom území.

Získané výsledky poukazujú na významný prínos tejto práce, ktorej úlohou bolo monitorovať hygienický stav poľnohospodárskej pôdy, ktorá sa využíva na produkciu potravín. Sledované pozemky sa vyznačujú rozdielnymi pôdnymi vlastnosťami, ktoré významne ovplyvňujú správanie sa rizikových prvkov v systéme pôda – rastlina.

Aj keď získané výsledky celkového obsahu sledovaných ťažkých kovov poukazujú na celoplošnú kontamináciu pozemkov z lokalít DS a HE kadmium, jeho prechodu v systéme pôda – rastlina sa obávať netreba. Je to pravdepodobne spôsobené neutrálnou až slabo alkalickou reakciou pôdy v lokalite DS. Na pozemku v lokalite HE sme zaznamenali takmer dvojnásobné hodnoty prístupnej frakcie kadmia, avšak limitné hodnoty prekročené neboli.

Naproti tomu, celkový obsah olova vo vzorkách pôdy z oboch pozemkov neprekračoval limitnú hodnotu, avšak obsah jeho mobilnej frakcie prekročoval limitné hodnoty sledovaného prvku.

Celkový obsah ostatných sledovaných rizikových prvkoch prekročoval limitné hodnoty pri Ni a Co na pozemku DS a Ni, Co a Zn na pozemku HE, avšak ich prechodu do poľnohospodárskej produkcie vo zvýšenej miere sa obávať netreba.

Získané výsledky jasne charakterizujú hygienickú kvalitu sledovaných pozemkov obidvoch lokalít ako diskutabilnú. Pre podrobnejšie zhodnotenie dopadu priemyselnej činnosti na okolité životné prostredie, ktorého zložky sa využívajú na produkciu potravín je potrebné zabezpečiť dôkladnejší monitoring, ktorý by bolo potrebné rozšíriť aj na ostatné zložky potravinového reťazca.

PodĎakovanie

Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore projektu **VEGA č. 1/2428/05**

Použitá literatúra

- [1] **Hronec, O. – Tóth, J. – Holobradý, K.** 1992. *Exhaláty vo vzťahu k pôdam a rastlinám východného Slovenska*. Príroda Bratislava, s. 194, ISBN: 80-07-00546-3
- [2] **Linkeš, V.** 1997. *Monitoring pôd Slovenskej republiky*. In: Súčasný stav monitorovaných vlastností pôd. VÚPÚ, Bratislava, 1997, 128 s..
- [3] **Tomáš, J.** 2000. *Stopové prvky v životnom prostredí*. In : Cudzorodé látky v životnom prostredí. Zborník referátov z III. medzinárodnej konferencie, 2000, SPU Nitra, s. 10 – 18, ISBN 80-7137-745-7.
- [4] **Tóth, T.** – *Obsah ťažkých kovov na rôznych pôdnych typoch regiónu Dunajská Streda a ich transférové koeficienty – dizertačná práca*. Nitra, SPU 2001