



Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava

Kobza, J., Barančíková, G., Makovníková, J.,  
Styk, J., Širáň, M., Vojtáš, J.

# **NÁVRH REGULAČNÝCH PÔDOOCHRANNÝCH OPATRENÍ Z VÝSLEDKOV MONITORINGU PÔD SR**

(ako podklad k účinnosti Zákona č. 220/2004 Z.z. o ochrane  
a využívaní poľnohospodárskej pôdy)

Bratislava 2005





Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava

Kobza, J., Barančíková, G., Makovníková, J.,  
Styk, J., Širáň, M., Vojtáš, J.

# **NÁVRH REGULAČNÝCH PÔDOOCHRANNÝCH OPATRENÍ Z VÝSLEDKOV MONITORINGU PÔD SR**

(ako podklad k účinnosti Zákona č. 220/2004 Z.z. o ochrane  
a využívaní poľnohospodárskej pôdy)

Bratislava 2005

---

# Výstupy z výskumu, vývoja a odborných úloh

---

Autori: doc. Ing. Jozef Kobza, CSc.  
RNDr. Gabriela Barančíková, CSc.  
RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.  
Ing. Ján Styk, PhD.  
Ing. Miloš Širáň  
RNDr. Ján Vojtáš, CSc.

Recenzenti: Ing. Radoslav Bujnovský, CSc. (VÚPOP Bratislava)  
Ing. Rozália Szallayová (MP SR)

Vydal: © Výskumný ústav pôdoznectva a ochrany pôdy Bratislava, 2005

**ISBN 80-89128-21-1**

# OBSAH

ÚVOD .....	5
ACIDIFIKÁCIA PÔDY .....	5
ERÓZIA POĽNOHOSPODÁRSKEJ PÔDY .....	8
KOMPAKCIA (ZHUTNENIE) PÔDY .....	12
OBSAH PÔDNEJ ORGANICKEJ HMOTY .....	15
KONTAMINÁCIA PÔDY .....	17
FLUÓR V PÔDE .....	20
ZÁVER .....	22



## ÚVOD

Poľnohospodárstvo je plošne najrozsiahlejšou ľudskou aktivitou, kde sa uplatňujú dva najdôležitejšie záujmy človeka: výroba potravín a ochrana a tvorba životného prostredia. Obidve sú podmienkou ovplyvňujúce život človeka. Preto je potrebné dosiahnuť udržateľný vývoj ekonomiky v súlade so zachovaním sociálnych dimenzií poľnohospodárstva. Trvalo udržateľné využívanie pôdy musí rešpektovať komplexný záujem o ochranu a trvalú udržateľnosť všetkých funkcií pôdy.

V súlade so zákonom č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy predmetom celospoločenského záujmu je ochrana vlastností a funkcií poľnohospodárskej pôdy v takom rozsahu, aby sa zachovala jej biologická rozmanitosť. Monitorovanie priebehu zmien vlastností poľnohospodárskej pôdy, rozhodujúcich z hľadiska jej ekologických funkcií má významné postavenie. Získané poznatky využíva Pôdna služba pre návrh preventívnych a regulačných opatrení.

Predkladaná publikácia sústreďuje pozornosť na rozhodujúce degradačné procesy poľnohospodárskej pôdy SR, ktorými sú acidifikácia, erózia, kompakcia (zhutňovanie), úbytok obsahu a znižovanie kvality pôdnej organickej hmoty a znečisťovanie pôdy rizikovými látkami.

Uvedený materiál predkladá konkrétne regulačné opatrenia smerujúce k dodržaniu princípov a zákonov na ochranu poľnohospodárskej pôdy. Je sprievodcom na ceste k citlivému vzťahu k pôde, jej ochrane a zachovaniu jej funkcií.

Zistené poznatky sú podkladom pre výkon Pôdnej služby a dôsledný výkon legislatívy v oblasti ochrany a využívania pôdy, najmä pre výkon niektorých ustanovení zákona č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskeho pôdneho fondu (pri praktickej aplikácii ustanovení § 3 až 8), ako aj o zmene zákona č. 245/2003 Z.z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov týkajúce sa riešenia hrozby poškodenia poľnohospodárskej pôdy a skutočného poškodenia vlastností a funkcií poľnohospodárskej pôdy.

Predkladaný materiál bude ďalej slúžiť ako podklad k niektorým pripravovaným zákonom, ako napr. Zákon o environmentálnej zodpovednosti pri prevencii a odstraňovaní environmentálnych škôd, ktorý by mal nadobudnúť účinnosť od 1. 4. 2007, ako aj o zmene a doplnení niektorých ďalších zákonov.

Jedným z preventívnych opatrení je aj posilnenie edukčnej a školiacej činnosti pre užívateľov poľnohospodárskej pôdy, ako aj pre výchovu budúcich odborníkov na školách a univerzitách najmä poľnohospodárskeho a environmentálneho zamerania, kde by mal mať tento materiál taktiež svoje uplatnenie.

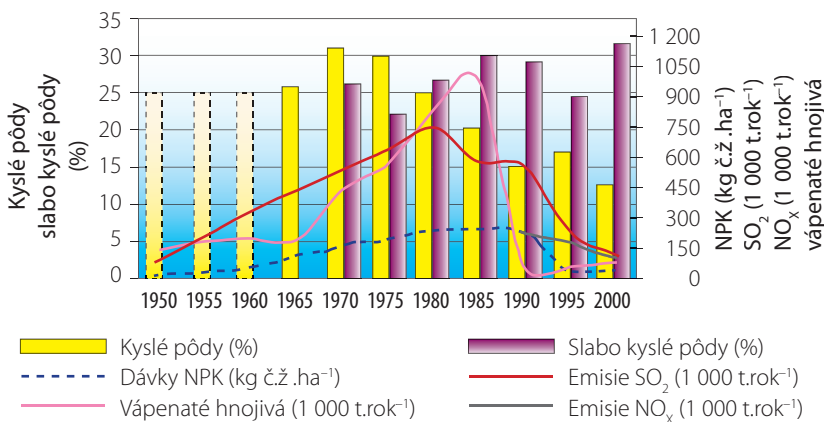
## ACIDIFIKÁCIA PÔDY

Acidifikácia, proces okyslenia pôdy, predstavuje jeden z významných procesov chemickej degradácie. Prírodný acidifikačný proces je spravidla akcelerovaný intenzívnym hospodárením a pretrvávajúcou antropogénnou acidifikačnou záťažou. Schop-

nosť agroekosystému vyrovnat' sa s prirodzenou i antropogénnou acidifikáciou je daná kapacitou a potenciálom pufrácej funkcie pôdy, ktorá odráža stupeň odolnosti pôdy voči acidifikácii. Acidifikačné trendy pôd Slovenska (na základe údajov SAŽP, VÚPOP) v závislosti od antropogénnej acidifikačnej záťaže znázorňuje obr. 1.

Výmera kyslých pôd klesá od roku 1975 súčasne s poklesom hlavných kyslých atmosférických polutantov  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_x$ . Znepokojivý je však trend vo vývoji slabo kyslých pôd, ktorý má od roku 1995 stúpajúcu tendenciu a v roku 2000 dosiahol 31,5 %, čo je najvyššia hodnota od roku 1970. Je to predovšetkým dôsledok zníženia aplikácie agrotechnických opatrení zameraných na úpravu pôdnej reakcie kyslých a slabo kyslých pôd. Kyslé a slabo kyslé pôdy tvoria 47 % z výmery poľnohospodársky využívaných pôd.

**Obrázok 1** Acidifikačné trendy pôd Slovenska v závislosti od antropogénnej acidifikačnej záťaže<sup>1</sup>



Acidifikáciu pôd možno sledovať prostredníctvom priamych aj nepriamych indikátorov. Priamym indikátorom stavu acidifikácie pôdy je hodnota pôdnej reakcie – faktor intenzity (analytické stanovenie pôdnej reakcie priamo indikuje stav a vývoj procesu acidifikácie), ako aj pomer ekvivalentných množstiev výmenných katiónov  $\text{Al}^{3+}/\text{Ca}^{2+}$  v sorpčnom komplexe pôdy. Pomer  $\text{Al}^{3+}/\text{Ca}^{2+}$  indikuje stupeň degradácie pôdy. Hodnota pôdnej reakcie je jedným z najdôležitejších indikátorov, ktorý determinuje chemické a biochemické procesy v agroekosystéme. Je odrazom pôsobenia vnútorných a vonkajších faktorov a zároveň je indikátorom procesov v agroekosystéme, ktoré sú determinované hodnotou pH. Acidifikácia je vratným procesom, dôsledky acidifikácie v agroekosystéme sú nevratné. Nežiaduce dôsledky acidifikácie:

<sup>1</sup> Makovnicková, J. 2004: Acidifikačné trendy poľnohospodárskych pôd Slovenska. Stav a vývoj indikátorov acidifikácie. Tretie pôdoznalecké dni v SR. Zborník referátov z konferencie pôdoznalcov SR, VÚPOP Bratislava, A4 CD ROM, ISBN 80-89128-11-4

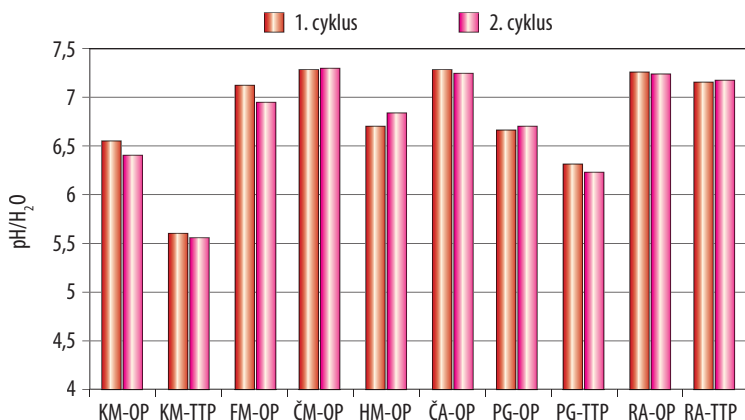


- živiny obsiahnuté v pôde, ako aj živiny dodávané do pôdy priemyselnými hnojivami nie sú pri nízkych hodnotách pôdnej reakcie dostatočne fixované a rýchlo sa z pôdy vyplavujú;
- bivalentné katióny  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$  sú vytláčané zo sorpčného komplexu voľnými katiónmi  $\text{Al}^{3+}$ , zvyšuje sa fixácia fosforu do foriem neprístupných pre rastliny;
- dochádza k narušeniu pôdnej štruktúry znížením biologickej aktivity a urýchlením peptizačných procesov, ktoré nastávajú po odnose bázických katiónov z pôdy;
- dochádza k zvýšeniu translokácie koloidných zložiek následkom ich peptizácie do spodnejších pôdnych horizontov;
- výrazne sa zvyšuje bioprístupnosť toxických ťažkých kovov kadmia a olova, ako aj ich schopnosť prenosu v agroekosystéme;
- k mimoriadne nepriaznivým dôsledkom acidifikácie patrí aj zvyšovanie mobility iónov hliníka, ktorá je primárne podmienená hodnotami pôdnej reakcie.

### Trendy vývoja v oblasti acidifikácie pôdy v rámci ČMS – Pôda

Vývoj pôdnej reakcie vybraných pôd v rokoch 1993 a 1997 dokumentuje nasledovný obrázok. Ako vyplýva z údajov, najväčší pokles priemernej hodnoty pôdnej reakcie v sledovanom období v hĺbke 0 – 0,10 m sme zaznamenali v skupine kambizemí a fluvizemí využívaných ako orné pôdy, mierny pokles pôdnej reakcie sme zistili v skupine kambizemí a pseudoglejov využívaných ako trvalé trávne porasty.

**Obrázok 2** Hodnoty pH v  $\text{H}_2\text{O}$  vo vybraných skupinách pôd v rokoch 1993 a 1997 (hĺbka 0 – 0,10 m)



**Vysvetlivky:** KM – kambizem, FM – fluvizem, ČM – černoze, HM – hnedozem, ČA – čiarnica, PG – pseudoglej, RA – rendzina, OP – orná pôda, TTP – trvalý trávny porast

Na základe doterajšieho vývoja možno predpokladať nasledovné trendy:

- pri obmedzení agrotechnických opatrení zameraných na optimalizáciu hodnôt pôdnej reakcie, môžeme v prípade kambizemí a pseudoglejov, využívaných ako orné pôdy, predpokladať pomalý pokles pôdnej reakcie na prirodzene kyslejších substrátoch, podobné tendencie sme zaznamenali aj v prípade fluvizemí vyvinutých na nekarbonátových substrátoch (čo potvrdzujú vývojové trendy pH na kľúčových lokalitách);
- výraznejší acidifikačný trend v sledovanom období bol zistený v skupine kambizemí na kyslých substrátoch a pestrých bridliciach na ornej pôde (OP);
- výmera slabo kyslých pôd má od roku 1995 stúpajúcu tendenciu.

### **Regulačné opatrenia na zníženie výmery kyslých pôd:**

- optimalizovať pôdnu reakciu v zmysle zásad správnej poľnohospodárskej praxe a najnovších výsledkov agrochemického skúšania pôd (ASP), ktoré zabezpečuje ÚKSUP Bratislava;
- pri aplikácii vápenatých hmôt postupovať podľa zákona 220/2004 Z.z., § 4, odsek 2 s prihliadnutím na zrnitosť pôdy;
- v regiónoch s acidifikačno-metalickou záťažou (environmentálna regionalizácia SR, SAŽP) pri pôdach s hodnotou pôdnej reakcie v KCl nižšou ako 6,0 aplikovať sústavné vápnenie kombinované s dodávaním organických látok (dosiahnuť aspoň 2 % obsahu humusu v ornici poľnohospodárskych pôd);
- vápnenie je potrebné realizovať aj pri sanácii starých hald a odkalísk (ak sa jedná napr. o pyrity, arzenopyrity), ktoré predstavujú zdroj potenciálnej acidifikácie;
- v regiónoch s acidifikačno-metalickou záťažou (environmentálna regionalizácia SR, Správa o stave ŽP SR 2003, SAŽP)<sup>2</sup> pri poklese hodnoty pôdnej reakcie v KCl pod 6,0 monitorovať biopristupný obsah toxických prvkov (Cd, Zn, Pb, Ni) a aktívneho hliníka, ktorý môže negatívne ovplyvniť hygienický stav rastlín a kvalitu rastlinnej produkcie.

### **Preventívne opatrenia na zníženie výmery kyslých pôd:**

- zabezpečovať dostatočný prísun kvalitnej organickej hmoty do pôdy a jej vyrovnanú bilanciu;
- znižovať používanie fyziologicky kyslých hnojív.

## **ERÓZIA POĽNOHOSPODÁRSKEJ PÔDY**

Pôdna erózia je veľmi významný degradačný proces pôdy, ktorý sa veľkou mierou podieľa na znižovaní jej kvality. Dlhodobý, intenzívny vplyv erózných procesov na pôdu môže viesť až k úplnému odnosu jemnozeme, čo v konečnom dôsledku znamená zánik pôdy ako takej. Spolu so stratou pôdnej hmoty dochádza k úbytku živín a humusu,

<sup>2</sup> MŽP SR a SAŽP, 2003: Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2003. Bratislava - B. Bystrica 2003, 240 s.

ktoré sú asociované na povrchy jemných koloidných častíc. Potenciálnu ohrozenosť pôdy vodnou eróziou ilustruje tabuľka 1 a obr. 3.

**Tabuľka 1** Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskych pôd SR vodnou eróziou<sup>3</sup>

Kategórie erodovanosti	Výmera v ha	% z PPF
Žiadna, alebo nízka	1 274 857	52,3
Stredná	217 487	9,0
Vysoká	368 704	15,1
Extrémna	575 831	23,6
Spolu	2 436 879	100,0

Výmera kategórie extrémnej erózie (23,6 % z poľnohospodárskeho pôdneho fondu – PPF) je pomerne vysoká z dôvodu, že pri tvorbe mapy nebol uvažovaný faktor ochranného krytu vegetácie, ktorá má v niektorých prípadoch výrazný protierózný účinok (najmä trvalé trávne porasty – TTP v horských a podhorských oblastiach).

V zmysle zákona č. 220/2004 Z.z. limitné hodnoty odnosu pôdy pri vodnej erózii sú nasledovné:

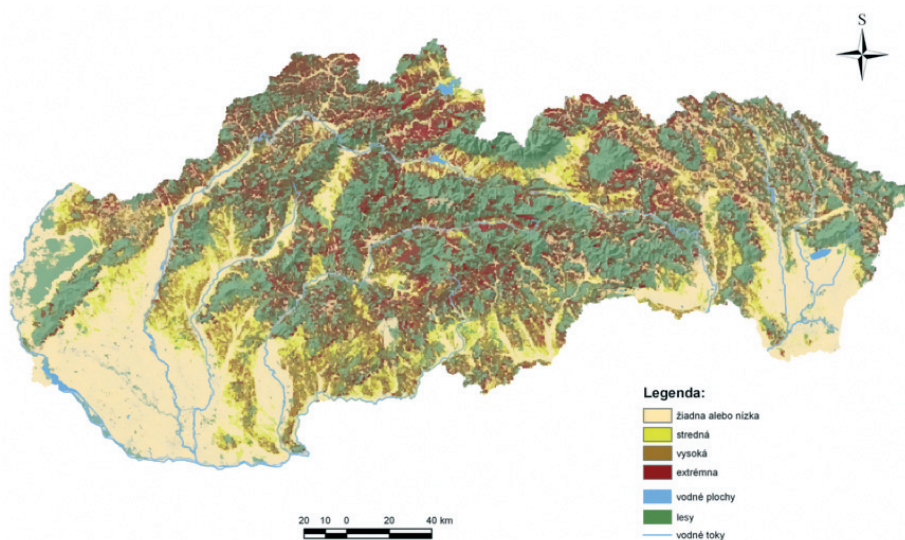
Hĺbka pôdy	Odnos pôdy (t/ha/rok)
Plytké pôdy (do 0,3 m)	4
Stredne hlboké pôdy (0,3 – 0,6 m)	10
Hlboké pôdy (0,6 – 0,9 m)	30
Veľmi hlboké pôdy (nad 0,9 m)	40

**Poznámka:** potenciálne hodnoty straty pôdy sa vyčísľujú pomocou modelu „USLE“, reálne hodnoty sa zisťujú priamym meraním odnosu zeminy

Mapka potenciálnej ohrozenosti poľnohospodárskych pôd vodnou eróziou bola vytvorená využitím empirického modelu USLE<sup>4</sup> a geografického informačného systému, pri zohľadnení faktora eróznej účinnosti dažďa, erodovateľnosti pôdy, dĺžky a sklonu svahu.

<sup>3</sup> Pod pojmom potenciálna ohrozenosť rozumieme možnú (teoretickú) ohrozenosť poľnohospodárskej pôdy (bez ochranného krytu vegetácie) procesmi vodnej erózie.

<sup>4</sup> Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978: Predicting rainfall erosion losses – Guide to conservation planning. Agricultural Handbook 537, USDA

**Obrázok 3** Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskej pôdy vodnou eróziou

Ohrozenosť poľnohospodárskej pôdy veternou eróziou ilustruje tabuľka 2 a obr. 4.

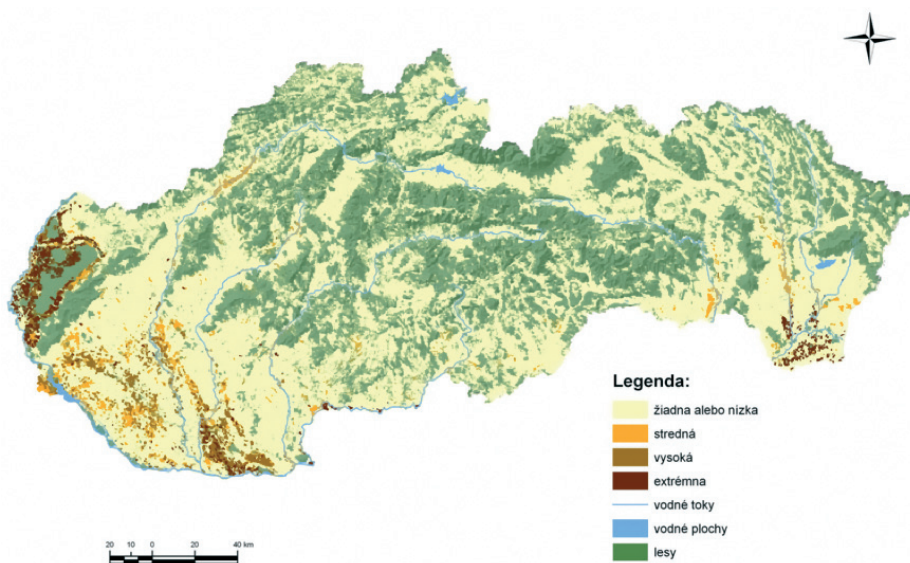
**Tabuľka 2** Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskych pôd SR veternou eróziou

Kategórie erodovanosti	Výmera v ha	% z PPF
Žiadna alebo nízka	2 286 822	93,8
Stredná	73 186	3,0
Vysoká	45 753	1,9
Extrémna	31 118	1,3
Spolu	2 436 879	100,0

Rozhodujúcim kritériom pri tvorbe mapky ohrozenosti poľnohospodárskej pôdy veternou eróziou boli najmä faktory zrnitosti pôdy, klímy a náchylnosti pôdy k veternej erózii (kódy hlavných pôdnych jednotiek podľa STN 75 45 01). Možno konštatovať, že 6,2 % poľnohospodárskych pôd (z celkovej výmery 2 436 879 ha)<sup>5</sup> je ohrozených veternou eróziou. Jedná sa predovšetkým o ľahké pôdy, ktoré najmä v období keď sú bez vegetačného krytu (v prípade ornej pôdy) sú veľmi náchylné na veternú eróziu.

<sup>5</sup> Úrad geodézie, kartografie a katastra SR. Štatistická ročenka o pôdnom фонде v Slovenskej republike podľa údajov katastra nehnuteľností k 1. januáru 2004. ÚGKK SR, Bratislava, 2004. 155 s.

**Obrázok 4** Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskej pôdy veternou eróziou



Protierózna ochrana musí byť neodmysliteľnou súčasťou trvalo udržateľného využívania poľnohospodárskej pôdy. Je to súbor opatrení v rámci hospodárenia na pôde, ktoré slúžia na zamedzenie strát pôdy a zhoršovania parametrov kvality pôdy.

### **Preventívne opatrenia na zamedzenie vzniku erózie pôdy:**

Vlastník, alebo užívateľ poľnohospodárskej pôdy je povinný vykonávať trvalú a účinnú protieróznou ochranu poľnohospodárskej pôdy vykonávaním účinných ochranných agrotechnických opatrení (podľa stupňa erózie poľnohospodárskej pôdy), ktoré sú:

- uplatňovanie osevných postupov s ochranným účinkom na pôdu;
- vrstevnicová agrotechnika;
- zaradenie mulčovacej medziplodiny do osevného postupu;
- uplatňovanie minimalizačných a bezorbových technológií obrábania pôdy;
- pásové pestovanie plodín;
- výsadba účelovej poľnohospodárskej a ochrannej zelene;
- usporiadanie honov v smere prevládajúcich vetrov;
- zmeny využívania pôdy.

Pri výbere a realizácii protieróznych opatrení treba rešpektovať pôdno-ekologické podmienky daného stanovišťa.

## KOMPAKCIA (ZHUTNENIE) PÔDY

Zhutnenie pôdy je významný proces degradácie pôdy ovplyvňujúci tak produkčnú funkciu pôdy, ako aj jej náchylnosť na iné degradačné procesy pôdy a krajiny (erózia pôdy, záplavy). Svojím pôvodom je dvojaké:

- **primárne** – podmienené genetickými vlastnosťami pôdy, ktorým trpia všetky ťažké pôdy ako aj pôdy s mramorovanými a iluviálnymi luvickými horizontami (pseudogleje, luvizeme);
- **sekundárne (technogénne)** – spôsobené činnosťou človeka
  - **priamo** – vplyvom tlaku kolies poľnohospodárskych mechanizmov
  - **nepriamo** – znižovaním odolnosti pôd voči zhutneniu nesprávnym hospodárením (nedostatočným organickým hnojením, nevhodným sortimentom hnojív, nedodržívaním biologicky vyvážených oševných postupov, príp. spôsobov a podmienok obhospodarovania a i.)

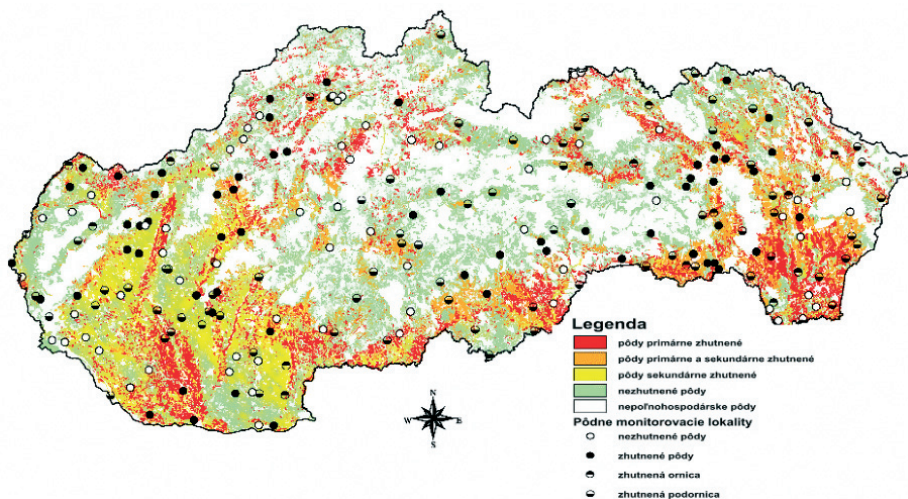
Limitné hodnoty fyzikálnych vlastností zhutnenej poľnohospodárskej pôdy podľa zákona č. 220/2004 Z.z. uvádza nasledovný prehľad:

Pôdna vlastnosť	Zrornosť pôdy					
	IV	IH	H	PH	HP	P
1. Objemová hmotnosť ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	>1,25	>1,40	>1,45	>1,55	>1,60	>1,70
2. Penetrometrický odpor (MPa)	2,8 – 3,2	3,2 – 3,7	3,7 – 4,2	4,5 – 5,0	5,5	6,0
3. Podľa pôdnej vlhkosti (% hmotn.)	28 – 24	24 – 20	8 – 16	15 – 13	12	10
4. Pórovitosť (% obj.)	<48	<47	<45	<42	<40	<38
5. Minimálna vzdušná kapacita (% obj.)	<10	<10	<10	<10	<10	<10
6. Minimálna kapilárna kapacita (% obj.)	>35	>35	>35	–	–	–

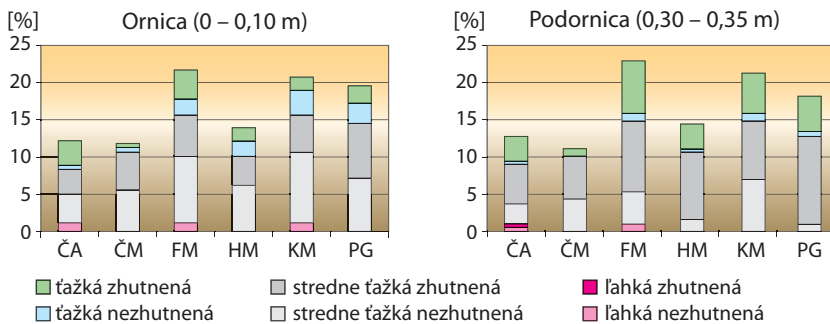
IV – ílovitá, IH – ílovito-hlinitá, H – hlinitá, PH – piesčito-hlinitá, HP – hlinito-piesčitá, P – piesčitá, 1,2,3 – povinné analýzy (1,2,3 nad limit = pôda je zhutnená); 4,5,6 – odporúčané analýzy (1,2 resp. 1,3 nad limit = pôda je zhutnená); (3 nad limit – treba urobiť odporúčané analýzy)

Problém zhutnenia najmä orných pôd na Slovensku je veľmi aktuálny (obr. 5). Možno pozorovať hlavne dve skutočnosti (obr. 6): vyšší podiel lokalít so zhutnenou podornicou (utlačanie zasahuje podornicu, ktorá je mimo bežných kypriacich zásahov a zhutňovanie v nej má kumulatívny charakter), alebo vyššiu mieru zhutnenia na ťažkých pôdach v celom pôdnom profile, ktorá smerom k ľahkým pôdam klesá. Uvedené skutočnosti boli potvrdené prakticky na všetkých sledovaných pôdnych typoch.

**Obrázok 5** Náchylnosť poľnohospodárskych pôd SR na kompaktciu



**Obrázok 6** Stav zhutnenia lokalít v ornici a podornici podľa jednotlivých pôdnych typov, resp. druhov



**Vysvetlivky:** ČA – čiernica, ČM – černozem, FM – fluvizem, HM – hnedozem, KM – kambizem, PG – pseudoglej

Voči zhutneniu pôdy charakterizovaným zákonom č. 220/2004 Z.z. možno uspieť len s odborným a komplexným prístupom, v rámci ktorého hrajú svoju úlohu predovšetkým preventívne pôdoochranné opatrenia, v prípade potreby hĺbkové mechanické kyprenie i následné opatrenia. Pričom prevencia je mnohokrát účinnejšia ako nákladné odstraňovanie následkov.

## Návrh preventívnych pôdoochranných opatrení:

### technické:

- znižovanie tlaku na pôdu (odľahčenie pojazďových mechanizmov, dvojmontáže, nízkotlakové pneumatiky, pásové mechanizmy, zaťaženie osí – rozloženie nákladu na viacero osí, ťahané mechanizmy uprednostniť pred nesenými) – limit: 6 t na nápravu alebo 150 kPa, príp. 8 t na tandem, vyšší tlak siaha do hĺbky viac ako 0,4 m;
- aplikácia bezpojazdových technológií;

### organizačné:

- vstup na pole len keď má pôda primeranú vlhkosť (vylúčenie prejazdov pri nadmernej vlhkosti pôdy) – limit: 80 % PVK (poľnej vodnej kapacity) pre stredne ťažké a ťažké pôdy, 90 % PVK pre piesčité pôdy;
- vylúčenie, alebo aspoň obmedzenie dopravy po poli (oddelenie poľnej a cestnej dopravy);
- obmedzovanie prejazdov po poli agregáciou operácií;
- aplikácia technológií s riadenými prejazdmi po poli (kolajové medziriadky);
- optimálne využívanie sily mechanizmov (pri preťažení dochádza k prešmykovaniu, v opačnom prípade dochádza obyčajne k zbytočnému zaťaženiu pôdy ťažným mechanizmom);
- optimálna rýchlosť (pri nízkej rýchlosti vyšší utlačáči efekt, pri vysokej jeho znásobovanie vibráciami);

### agrotechnické:

- vhodné oševné postupy (štruktúra osevu, dodržanie zásad striedania plodín, dostatočné zastúpenie štruktúrotrvných plodín);
- zvyšovanie odolnosti pôdy voči zhutneniu (dostatočné organické hnojenie, zelené hnojenie, racionálne vápnenie);

## Návrh regulačných pôdoochranných opatrení:

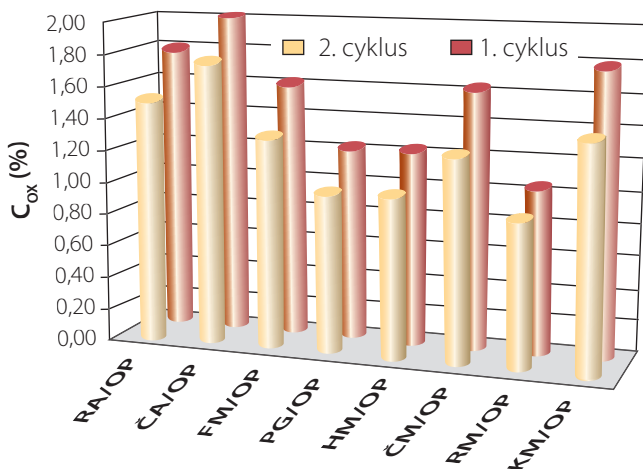
- Hĺbkové mechanické kyprenie (zahrňujúce prípravu pozemku – výber vhodnej predplodiny včas opúšťajúcu pozemok, voľbu vhodného kypriaceho náradia, dodržanie technologickej disciplíny pri vhodnej vlhkosti pôdy 25 – 30 %);
- Následné zúrodňovacie opatrenia stabilizujúce účinok hĺbkového kyprenia:
  - následné prejazdy oddialiť pokiaľ možno až do jari, najmenší odstup 3 týždne;
  - niektoré operácie spracovania pôdy je možné vďaka hĺbkovému kypreniu vynechať;
  - diferencovaná úprava oševného postupu s voľbou hlbokokoreniacich štruktúrotrvných plodín;
  - diferencované hnojenie (vápnenie podľa potreby, voľba nekyslých a nepeptizujúcich hnojív, profilová aplikácia hnojív podľa potreby podporujúca biologické oživenie hlbších častí pôdneho profilu).



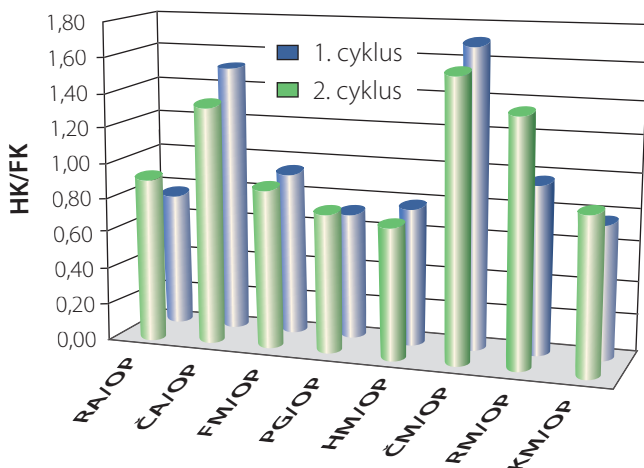
## OBSAH PÔDNEJ ORGANICKEJ HMOTY

Na základe doteraz zistených výsledkov možno konštatovať pokles organického uhlíka prakticky na všetkých sledovaných orných pôdach, pričom v prípade černoziem, čierníc, hnedozemí, ako aj kambizemí bolo toto zníženie štatisticky významné (viď obr. 7). Jednou z hlavných príčin znižovania obsahu organického uhlíka v pôde je konvenčné obrábanie pôdy bez dostatočného prísunu kvalitnej organickej hmoty. Na rozdiel od všeobecného zníženia obsahu organického uhlíka na orných pôdach, v pomere uhlíka humínových a fulvokyselín ( $C_{HK}/C_{FK}$ ) ako kvalitatívneho parametra bolo zaznamenané na väčšine pôdnych typov jeho zvýšenie, v prípade čierníc, černoziem, hnedozemí a fluvizemí bolo naopak zaznamenané zníženie uvedeného parametra  $C_{HK}/C_{FK}$  (obr. 8).

**Obrázok 7** Porovnanie obsahu organického uhlíka  $C_{ox}$  (v hĺbke 0 – 0,10 m) na orných pôdach medzi 1. a 2. cyklom



**Obrázok 8** Porovnanie pomeru HK/FK na orných pôdach (v hĺbke 0 – 0,10 m) medzi 1. a 2. cyklom



**Vysvetlivky:** OP – orné pôdy, RA – rendziny, ČA – čiernice, FM – fluvizeme, PG – pseudogleje, HM – hnedozeme, ČM – černoze, RM – regozeme, KM – kambizeme

### Regulačné opatrenia:

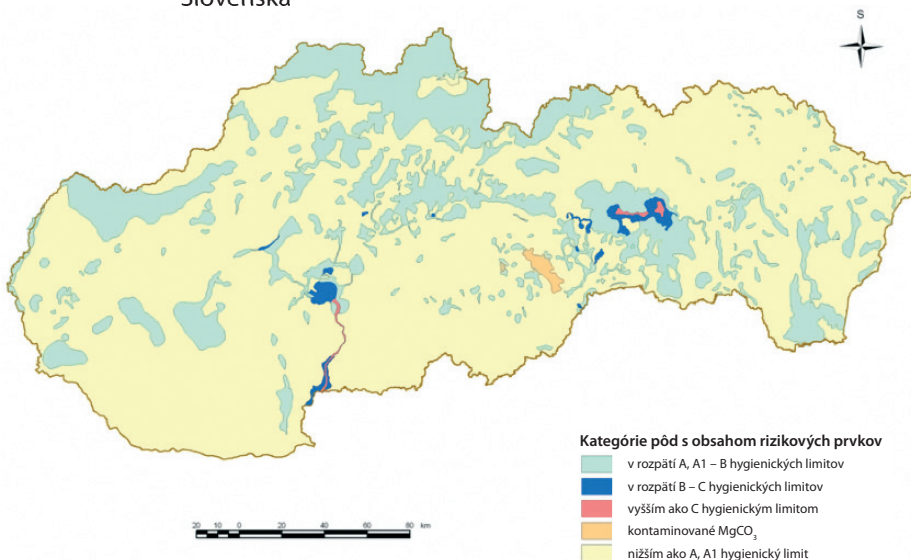
- regulačné opatrenia smerujú k udržaniu resp. dosiahnutiu aspoň 2 % obsahu humusu ( $1,2 \% C_{ox}$ ) v ornici poľnohospodárskych pôd;
- sledovanie bilancie organickej hmoty (vstupy a výstupy) v ornici (do 0,3 m);
- pri dosiahnutí deficitu uhlíka  $5 t \cdot ha^{-1}$  treba považovať organické hnojenie na príslušnej parcele za potrebné a pri prekročení limitnej hodnoty deficitu uhlíka, ktorou je  $6 t \cdot ha^{-1}$ , je už organické hnojenie nutné;
- zaraďovať do osevného postupu plodiny ktoré množstvom pozberových zvyškov obohacujú pôdu o organickú hmotu;
- pre zvýšenie organickej hmoty používať podľa dostupnosti kvalitné organické hnojivá;
- pri aplikácii rašeliny treba deficit živín doplniť hnojením priemyselnými hnojivami, najmä fosforečnými a draselnými;
- pri nižších hodnotách pôdnej reakcie sa pri aplikácii kompostov musí realizovať aj vápnenie;
- hnojenie čistiareskými kalmi a dnovými sedimentami je možné použiť v súlade s podmienkami priamej aplikácie raz za 8 rokov pri dodržaní hraničného vstupu škodlivých látok;
- pri zúrodňovaní pôd s veľmi nízkym obsahom humusu možno využiť biomasu plodín pestovaných za účelom zeleného hnojenia buď ako hlavnej plodiny alebo medziplodiny;

- pri aplikácii optimálnych dávok organických hnojív pre jednotlivé poľnohospodárske plodiny akceptovať zásady správneho používania hnojív<sup>6</sup>.

## KONTAMINÁCIA PÔDY

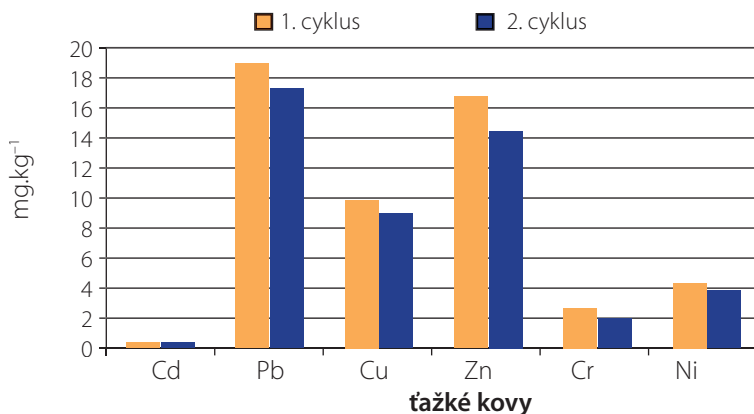
Na základe doteraz zistených údajov možno konštatovať, že po roku 1990 dochádza k miernemu poklesu koncentrácie rizikových prvkov v pôdach Slovenska. Je to odraz poklesu vstupných kontaminujúcich zložiek z ovzdušia, z priemyselnej a poľnohospodárskej výroby. Je teda tendencia postupného mierneho zlepšovania hygienického stavu pôd. Napriek tomu stále evidujeme takmer 25 000 ha kontaminovaných pôd (vrátane plôch, kde len 1 rizikový prvok prekračuje čo i len mierne svoju limitnú hodnotu). Keďže Slovensko predstavuje značne členité územie s pestrým geologickým a mineralogickým zložením, charakteristický je hlavne v horských oblastiach (Štiavnické vrchy, Nízke a Vysoké Tatry, Slovenské rudohorie a ďalšie) výskyt tzv. geochemických anomálií s prirodzene vysokým obsahom rizikových prvkov. Rozlišujeme teda geogénnu (vplyv geochemických anomálií) a antropogénnu (vplyv rôznych aktivít človeka) kontamináciu pôd. Tieto dva vplyvy sa môžu často aj prekrývať, ide o tzv. zmiešanú kontamináciu pôd, kde je obsah rizikových prvkov najvyšší (napr. oblasť Stredného Spiša). Určenie uvedených typov kontaminácie pôd je smerodajné pre remediáciu a ďalšie využívanie pôd.

**Obrázok 9** Kategórie kontaminácie poľnohospodárskeho pôdneho fondu Slovenska

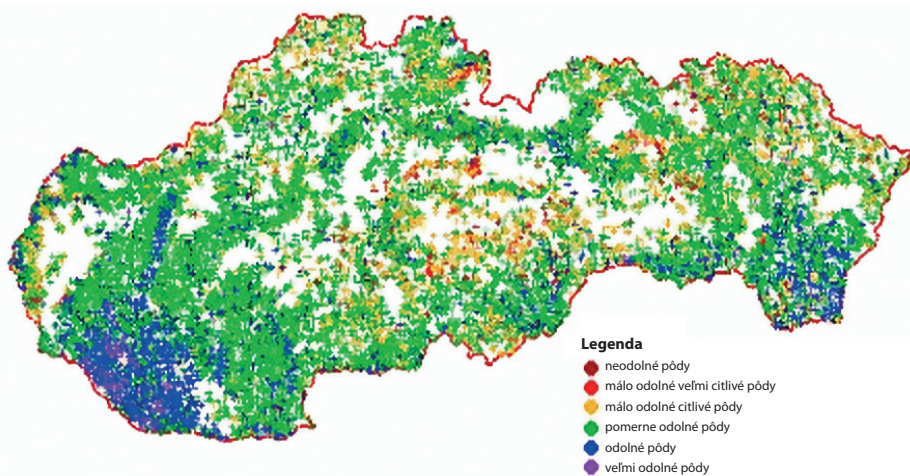


<sup>6</sup> Bujnovský, R., 2000: Kódex správnej poľnohospodárskej praxe v SR – MP SR, VÚPOP Bratislava

**Obrázok 10** Vývoj obsahu ťažkých kovov v ornici (0 – 0,10 m) poľnohospodárskych pôd SR (výluh 2 mol.dm<sup>-3</sup> HNO<sub>3</sub>)



**Obrázok 11** Citlivosť a odolnosť poľnohospodárskych pôd voči kontaminácii



### Regulačné opatrenia:

- pri zistení nadlimitnej hodnoty rizikových prvkov (prvku) v ornici, resp. v A horizonte, treba zistiť aj ich (jeho) obsah v podornici (v hĺbke 0,30 – 0,40 m), resp. v celom pôdnom profile;
- pri zistení nadlimitnej hodnoty rizikových prvkov (prvku) v ornici, resp. v A horizonte (indikácia antropogénneho vplyvu kontaminácie) v zmysle Zákona č. 220/2004 Z.z. podľa § 8, odst. 4, každý, kto svojou činnosťou rizikovými látkami poškodí poľnohospodársku pôdu, je povinný bezodkladne vykonať nasledovné opatrenia na odstránenia poškodenia:

- znížením bioprístupnosti rizikových prvkov v pôde ich petrifikáciou do nerozpuštných zlúčenín (napr. vápnením na kyslých pôdach);
- na karbonátových pôdach je smerodajný výskyt nadlimitného obsahu mobilných foriem rizikových prvkov (prvku) vo výluhu 1 mol/l  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (Zákon 220/2004 Z.z., príloha 2, tab. 2), pretože v týchto pôdach sú kontaminanty prevažne pevne viazané;
- na orných pôdach zabezpečiť obsah humusu aspoň 2 % minimálne v pôvodnej kvalite;
- zvýšiť prirodzenú remediačnú schopnosť pôdy prídavkom certifikovaných organominerálnych sorbentov za účelom imobilizácie rizikových prvkov;
- pestovaním špeciálnych plodín (tzv. akumulátorov), ktoré dlhodobým pestovaním odoberú z pôdy také množstvá rizikových prvkov, že sa znečistenie dostane pod prípustný limit (projektovú dokumentáciu vypracuje špecializované pracovisko – VÚPOP, Bratislava);
- pri vyššom stupni ohrozenia (pri prekročení dvojnásobku hygienického limitu v ornici, resp. A horizonte) treba zvážiť nasledovné varianty opatrení:
  - vylúčenie kontaminovaného pozemku pre pestovanie plodín používaných na výrobu potravín, alebo krmovín, a určenie náhradných metód využívania kontaminovanej poľnohospodárskej pôdy (napríklad na výrobu technických plodín, výsadbu ekologickej zelene, zalesnenie), najmä pokiaľ ide o stredne hlboké až plytké pôdy;
- pri zistení nadlimitnej hodnoty rizikových prvkov (prvku) aj v podornici, príp. v celom pôdnom profile je potrebné riešiť:
  - vylúčenie pôdy z poľnohospodárskeho využívania;
- pri zistení nadlimitnej hodnoty organických kontaminantov (na základe doterajších výsledkov monitoringu pôd sa jedná o bodové znečistenie), ako sú napr. ropné látky (nafta, oleje), ale aj PAU – polycyklické aromatické uhľovodíky, PCB – polychlórované bifenyly, DCP – dichlórfenoly, TCP – trichlórfenoly, PCP – pentachlórfenoly, príp. cyklohexány (napr. Lindan), remediáciu pôd je potrebné riešiť na princípe akcelerovaného biologického rozkladu týchto látok:
  - prídavkom komerčných a certifikovaných biologických preparátov, obvyčajne obsahujúcich selektované druhy mikroorganizmov, schopné rozkladať príslušné kontaminanty;
  - akceleráciou prirodzených mechanizmov rozkladu týchto látok v pôde aktiváciou prirodzenej pôdnej mikroflóry (napr. prevzdušnením pôdy, organickým a minerálnym hnojením – najmä N a P hnojenie);
  - pri nižšom stupni znečistenia uvedené opatrenia vykonať priamo na mieste;
  - pri silnom znečistení pôdy uvedené opatrenia vykonať metódou ex situ (vykopaním skrývky znečistenej vrstvy pôdy a jej očistením na skládkach).<sup>7</sup>

<sup>7</sup> – skládku založiť na spevnenom a nepriepustnom zamedzujúcom únik ropných látok do podlažia;

– skládka nemá presahovať výšku 1,5 m a musí byť systematicky prevzdušňovaná (napr. prehadzovaním);

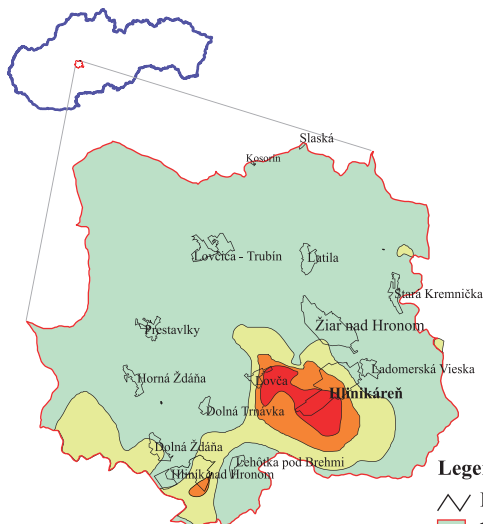
– skládku treba zbaviť veľkého skeletu;

Remediačný proces je ukončený, ak sa v pôde zníži obsah kontaminantov (anorganických aj organických) pod hranicu hygienického limitu v pôde alebo dosiahnuté optimálne parametre (chemických, fyzikálnych a biologických vlastností) úrodnosti pôdy (v zmysle zákona 220/2004 Z.z.).

## FLUÓR V PÔDE

Prirodzený obsah fluóru v našich pôdach Slovenska je zanedbateľný (nebol totiž zaznamenaný výskyt pôdotvorných substrátov s významným zastúpením fluóru), a preto

**Obrázok 12** Kontaminácia pôd vodorozpustným fluórom v regióne Žiar nad Hronom



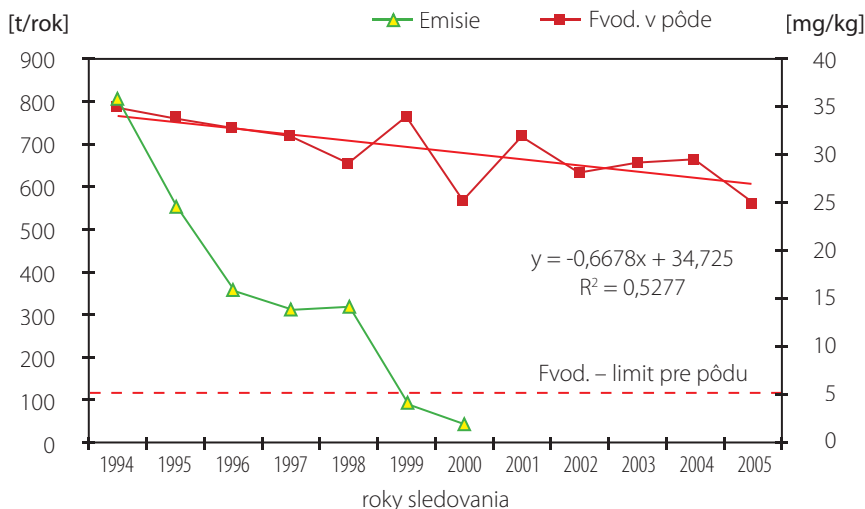
kontaminácia pôd fluórom na rozdiel od ostatných rizikových prvkov má vyslovene antropický pôvod. Významný obsah tohto prvku je len v regióne Žiar nad Hronom, najmä v okolí hliníkárne (obr. 12), čo bolo spôsobené najmä v minulosti jeho zastaranou prevádzkou. Zahájením novej prevádzky hliníkárne pokleslo množstvo emisií v porovnaní so starým závädom o 80 až 98 % a dá sa povedať, že dosiahlo už v súčasnosti takmer neškodnú mieru. Tento veľmi pozitívny vplyv na životné prostredie sa takmer okamžite prejavil na kvalite ovzdušia (obr. 13), avšak v pôde nepriaznivý stav naďalej pretrváva, i keď

obsah fluóru v poslednom období poklesol, tento je stále výrazne nadlimitný (hygienický limit pre vodorozpustný fluór je  $5 \text{ mg.kg}^{-1}$  (zákon č. 220/2004 Z.z. – Prílohy č. 2)). Keďže sa

jedná o vodorozpustnú formu fluóru, pretrváva značné riziko jeho prenosu do rastlín, zvierat a potravinového reťazca. Preto tento nepriaznivý stav bude potrebné riešiť nasledovnými opatreniami.

- skládku nerozkladať pred zimou (zastavujú sa biologické procesy) a má byť udržiavaná v primerane vlhkom stave;
- účinnosť odbúravania organických kontaminantov treba pravidelne monitorovať, v prípade nepriaznivého hygienického stavu, jeho zistenie ako, aj spôsob remediácie navrhne formou projekčnej prípravy špecializované pracovisko VÚPOP Bratislava

**Obrázok 13** Vývoj vodorozpustného fluóru v pôde najviac kontaminovanej zóny (Žiar nad Hronom)



### Regulačné opatrenia:

Pri prekročení limitnej hodnoty obsahu vodorozpustného fluóru je každý, kto svojou činnosťou kontaminuje poľnohospodársku pôdu, je povinný ju uviesť navrhovanými opatreniami do pôvodného stavu:

- znížením bioprístupnosti fluóru v pôde jeho petrifikáciou do menej rozpustných, resp. nerozpustných zlúčenín (napr. vápnením);
- znížením negatívnych vplyvov fluórových zlúčenín na pôdu (udržiavanie optimálnej hodnoty pôdnej reakcie pH/KCl 6,2 – 7,2, udržiavanie obsahu a kvality humusu – doporučuje sa dosiahnuť aspoň 2 % pôdneho humusu);
- pri vyššom stupni ohrozenia (>10 mg/kg vodorozpustného fluóru) zvýšiť prirodzenú remediačnú schopnosť pôdy prídavkom certifikovaných organominerálnych sorbentov, ktoré imobilizujú vodorozpustný fluór v pôde, ako aj ďalšie rizikové prvky;
- počas dočasného vyňatia pozemkov pestovať špeciálne plodiny (tzv. akumulátory), ktoré dlhodobým pestovaním odoberú z pôdy také množstvá fluóru, že sa znečistenie pôdy dostane pod prípustný limit (tieto plodiny nepoužívať na konzumáciu ani na kŕmenie, ale po zbere úrody odviezť a spáliť);
- agrotechnické opatrenia zabezpečovať vo vzťahu a na princípe:
  - k pestovaným plodinám;
  - zriedčovania koncentrácie fluóru v pôde (premiešavaním zeminy orbou);

- posunu fluóru do hlbších častí pôdneho profilu (len pri menej priepustných pôdach s výskytom ílovej vrstvy v podornici a nízkou až veľmi nízkou hladinou podzemnej vody – luvizeme a pseudogleje, na ktorých je trend povrchovej akumulácie fluóru, použiť hĺbkové kyprenie do hĺbky 0,50 m);
- agrotechnické úkony nesmú byť jednorázové, ale treba ich cyklicky opakovať.

Remediačný proces je ukončený, ak sa v pôde zníži obsah vodorozpustného fluóru pod hranicu jeho hygienického limitu v pôde (pod  $5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a boli dosiahnuté vyššie uvedené optimálne parametre úrodnosti pôdy.

## ZÁVER

Súčasťou monitorovania pôd v SR je sledovanie parametrov na základe konkrétnych hrozieb pôdy, ako je acidifikácia pôd, erózia a kompakcia (utlačanie) pôdy, úbytok pôdnej organickej hmoty a kontaminácia pôd, čo je v súlade s návrhom Európskej komisie pre výkon európskeho monitoringu pôd.

Doterajšie zistenia a poznatky z monitorovania pôd v SR naznačujú mierne acidifikačný trend najmä na kyslých pôdach a substrátoch. Veľmi náchylné na veternú eróziu sú predovšetkým ľahké, piesčité pôdy najmä v období bez vegetačného krytu. Vysoká až extrémna potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskych pôd SR predstavuje 3,2 %, čo činí 76 871 ha. Oveľa vyššie je potenciálne ohrozenie vodnou eróziou (vyjadruje možnú ohrozenosť poľnohospodárskej pôdy bez ochranného krytu vegetácie), kde vysoká až extrémna erodovanosť predstavuje 38,7 % z poľnohospodárskeho pôdneho fondu, čo činí plošne 944 535 ha.

Pri kompakkii (zhuťňovaní) pôdy možno pozorovať jednak vyšší podiel monitorovacích lokalít so zhuťnenou podornicou, ako aj vyššiu mieru zhuťnenia na zrnitostne ťažkých pôdach v celom pôdnom profile, ktorá smerom k ľahkým pôdam klesá. Uvedené zistenia sa dotýkajú všetkých sledovaných pôdnych typov. Bol taktiež zistený mierny pokles organického uhlíka prakticky na všetkých sledovaných orných pôdach.

Po roku 1990 zaznamenávame mierny pokles koncentrácie rizikových prvkov v pôdach Slovenska, i keď prevažne štatisticky nepreukazný. Napriek tomu stále evidujeme takmer 25 000 ha kontaminovaných pôd, ktorých prevažná časť sa vyskytuje v horských a podhorských oblastiach často pod vplyvom tzv. geochemických anomálií. Špecifická je kontaminácia pôd fluórom, ktorá je významná v regióne Žiar nad Hronom, najmä v okolí hlinikárne, kde jeho koncentrácia v pôde je stále nadlimitná.

V rámci preventívnych, resp. regulačných opatrení treba pozornosť sústreďovať predovšetkým na rešpektovanie zásad správnej poľnohospodárskej praxe a zabezpečení dôslednej ochrany pôdy voči uvedeným ohrozeniam pôdy. Je to nevyhnutné pre každého, kto svojou činnosťou ovplyvňuje poľnohospodársku pôdu v záujme zachovania schopností a funkcií pôdy pre seba ako aj pre budúce generácie (princíp trvalej udržateľnosti).





## **Návrh regulačných pôdochranných opatrení z výsledkov monitoringu pôd SR**

Autori: doc. Ing. Jozef Kobza, CSc., RNDr. Gabriela Barančíková, CSc.,  
RNDr. Jarmila Makovníková, CSc., Ing. Ján Styk, PhD., Ing. Miloš Širáň,  
RNDr. Ján Vojtáš, CSc.

Technický redaktor a design: Štefan Moro

Vydal: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava

Tlač: Edičné stredisko Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy,  
Bratislava

Počet strán: 24

Náklad: 150

© Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava, 2005

**ISBN 80-89128-21-1**



ISBN 80-89128-21-1