

Výskumný
ústav
pôdoznaectva
a ochrany
pôdy
Bratislava

VÚPOP



SSCRI

Soil
Science and
Conservation
Research
Institute
Bratislava

Vedecké práce

Výskumného ústavu pôdoznaectva a ochrany pôdy

2009

31

Proceedings

of Soil Science and Conservation Research Institute

Výskumný
ústav
pôdoznanectva
a ochrany
pôdy
Bratislava

VÚPOP



SSCRI

Soil
Science and
Conservation
Research
Institute
Bratislava



Vedecké práce

Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy

2009

31

Proceedings

of Soil Science and Conservation Research Institute

Vedecké práce

Výskumného ústavu pôdoznalectva a ochrany pôdy č. 31

Oponent: prof. Ing. Bohdan Juráni CSc.

© Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy Bratislava

ISBN 978-80-89128-59-4



Verše o pôde

*Pôda je vzácny zdroj prírody – dar Boží
pôda je základňou života čo každému slúži.
Pôda je miesto na ktorom budúci chlieb sa rodí
pôda je podložie po ktorom sa neraz pešo chodíva.
Pôda je priestor čo chráni nás pred nadbytkom vody
pôda je časť krajiny ktorú okom vždy vidieť nebýva.
Pôda je neraz schovaná pod cestou aj sídliskom
je to aj pozemok čo slúži na predaj so ziskom.
Na pôdu každý jeden odlišne hľadiť môže
no potrebný je ten kto ju chrániť pomôže.
Vzťah k pôde je vizitkou každého z nás
a keď sa o ňu starať riadne budeme
aj zajtra nám dá svoj zlatý klas.*



Obsah

BARANČÍKOVÁ, G. HALAS, J., PUSTÁ, M.	Zmeny v obsahu pôdneho organického uhlíka na vybranom území flyšového pásma.....	8
BUJNOVSKÝ, R., MOYZEOVÁ, M.	Hodnota a využívanie pôdy a krajiny vo vzťahu ku kvalite života – dve strany jednej mince.....	17
DŽATKO, M.	Výpovedné hodnoty pôdnych a pôdnoekologických jednotiek a vízie pedologických systémov	27
FULAJTÁR, E.	Špecifická vývoja pôd v sprašových úvalinách na príklade úvaliny v katastri obce Rišňovce.....	39
HAMLÍKOVÁ, L., HUTÁR, V.	Využitie nových družicových snímačov na kontrolu dotácií metódou DPZ	54
HANISKO, L., HRÍBK, J.	Využitie hnojivej závlahy v produkčných sadoch jadrového ovocia a jej vplyv na kvalitatívne parametre jablák.....	60
HOUŠKOVÁ, B.	Zvyšovanie povedomia širokej verejnosti a potreba vzdelávania mladej generácie k ochrane pôdy.....	70
KOBZA, J., GÁBORÍK, Š.	Aktuálny obsah a vývoj prístupného fosforu a draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska.....	76
MAKOVNÍKOVÁ, J.	Acidifikačné trendy poľnohospodársky využívaných pôd Slovenska v kontexte s filtračnou funkciou pôdy.....	87
MALIŠ, J., HOMOLÁK, M., ORSÁGOVÁ, K.	Prieskum pôdnej vlhkosti pomocou integrovaných metód na úrovni mikropovodia.....	95
MALIŠ, J., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M.	Potenciál využitia degradovaných poľnohospodárskych pôd katastra Pitelová na energetické účely.....	102
NOVÁKOVÁ, M., SVÍČEK, M.	Tvorba environmentálnych indexov pre potreby podpory rozhodovania v oblasti pôdohospodárstva.....	108
PÍŠ, V., NÁGEL, D., NOVÁKOVÁ, K.	Dynamika obsahu dusičnanov v závlahových vodách v rokoch 1995 až 2008.....	121
SAKSA, M.	Výmoľová a cestná erózia ako hrozby pre pôdny fond.....	132
SAKSA, M., SKALSKÝ, R., ČURDOVÁ, K., PIVARČEKOVÁ, E., BARTOŠOVIČOVÁ, I.	Súčasný stav budovania georeferencovanej databázy poľnohospodárskych pôd Slovenska.....	144
SKALSKÝ, R., BALKOVIČ, J., BEZÁK, P., NOVÁKOVÁ, M.	Budovanie Informačného systému o poľnohospodárskych pôdach Slovenska s využitím simulačných modelov – východiská a perspektívy	151
SOBOCKÁ, J., BIELIK, M.	Príspevok ku konsolidácii erózne ohrozenej krajiny.....	163
STYK, J., PÁLKA, B., GRANEC, M.	Využitie on-line aplikácie pri predikcii pôdnej erózie spôsobenej vodou	176
TAKÁČ, J.	Dôsledky zmeny klímy na vlhkovú zabezpečenosť poľných plodín podľa scenárov SRES A2 a B1	187
TARASOVIČOVÁ, Z., NOVÁKOVÁ, M., SKALSKÝ, R., BALKOVIČ, J.	Geografická databáza vstupov o počasí, pôde, využívaní krajiny pre model RothC	201

PREDSLOV

Pôda predstavuje zložku prostredia, ktorá vytvára základné predpoklady pre život a ľudskú existenciu v podobe akú dnes na Zemi poznáme. Tento prírodný zdroj vznikol tisíce rokov a výsledky tohto procesu umožňujú, aby sa pôda významným spôsobom podieľala na formovaní kvality ľudského života. Informácie o kvalite pôdy a jej funkciách prenikli už celou komunitou ľudí, ktorí sa venujú problematike pôdy. Nejedná sa len o formálnu klasifikáciu vlastností pôdy a jej kapacít, ale o skutočné vyjadrenie a pochopenie toho všetkého, čo pôda vytvára resp. zabezpečuje a z čoho človek získava priame alebo nepriame úžitky.

Za posledných päť desaťročí výskum pôdy na Slovensku sa z polohy prieskumu a klasifikácie pôdneho krytu územia SR dostal do etapy tvorby a aktualizácie údajových zdrojov, ktoré slúžia pre tvorbu priamych resp. odvodených informácií o vlastnostiach pôdy a jej využití v krajine. Popri aktivitách v oblasti zmierňovania potenciálnych trendov degradácie pôdy, sa pôdny výskum zameriava aj na problematiku adaptácie voči nastupujúcej klimatickej zmene a jej zmierňovania. Je to oblasť, v ktorej pôda a jej využívanie významne rozhoduje o budúcom stave životného prostredia na Zemi.

Mnohokrát už bolo zdôraznené, že prvoradou úlohou výskumu pôdy je vytvárať poznatky a priestorové informácie o tomto prírodnom zdroji a o potenciáloch a limitoch jeho udržateľného využívania. Čo sa však pri uplatňovaní výsledkov výskumu a využívaní pôdy opomína je skutočnosť, že človek je tou hybnou silou, ktorá činí správne alebo nesprávne rozhodnutia z pohľadu využívania pôdy a následne tvorby životných podmienok na Zemi. Tým človekom sú vlastníci resp. užívatelia pôdy, zástupcovia vlády, štátnej a verejnej správy, zástupcovia podnikateľského sektora no a samozrejme aj bežní občania.

Predkladané číslo Vedeckých prác Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy ponúka rôzne témy, ktoré sú aktuálne z pohľadu ochrany a využívania pôdy vrátane vodných zdrojov. Je to predovšetkým oblasť hodnotenia vývoja stavu pôdnych parametrov a vlastností vo väzbe na jej udržateľné využívanie, tvorba účelových databáz pre tvorbu informačných vrstiev ohľadom ochrany a využitia pôdy, oblasť hodnotenia vlahovej zabezpečenia plodín v zmysle klimatických scenárov a v neposlednom rade formovanie povedomia širokej verejnosti k ochrane a využívaniu pôdy vo väzbe na kvalitu života.

Mnohé ďalšie zaujímavé a hodnotné výsledky výskumu pôdy sú predmetom početných knižných publikácií vydaných v poslednom období Výskumným ústavom pôdoznanectva a ochrany pôdy, ktorý aj touto formou potvrdzuje svoju priekopnícku úlohu a rozhodujúce postavenie pri tvorbe poznatkov o pôdnom kryte Slovenska. Rok 2010 je jubilejným rokom úspešnej existencie tejto inštitúcie a jej služieb pre potreby celej spoločnosti. V tejto súvislosti patrí vďaka všetkým, ktorí akoukoľvek mierou prispeli k doterajšiemu rozvoju tejto inštitúcie a k tvorbe informácií a poznatkov o pôde Slovenska, prístup ku ktorým si zaslúži mať každý.

Radoslav Bujnovský

ZMĚNY V OBSAHU PŮDNEHO ORGANICKÉHO UHLÍKA NA VYBRANOM ÚZEMÍ FLYŠOVÉHO PÁSMA

CHANGES IN SOIL ORGANIC CARBON CONTENT ON SELECTED AREA OF FLYSH REGION

Gabriela BARANČÍKOVÁ¹, Ján HALAS¹, Mária PUSTÁ²

¹Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Prešov, Raymannova 1, 080 01 Prešov, e-mail: g.barancikova@vupop.sk

²Katedra ekológie, Fakulta prírodných a humanitných vied, Prešovská univerzita, 17.novembra 1, 08116 Prešov

Abstrakt

Najstaršie známe informácie a obsahu pôdneho organického uhlíka vo flyšovom pásme východného Slovenska (POC) je možné získať z Databázy údajov výberových sond Komplexného prieskumu pôd (KPP), ktorý sa realizoval v rokoch 1965-1970. Aktuálne hodnoty POC, ktorý je od roku 1993 pravidelne monitorovaný v 5 ročných monitorovacích cykloch v rámci Čiastkového monitorovacieho systému - pôda sa nachádzajú v Databáze základnej monitorovacej siete monitoringu pôd. Ďalším zdrojom údajov o aktuálnom stave POC je Databáza údajov Geofaktory životného prostredia. Údaje o hodnotách POC z týchto zdrojov boli použité pri hodnotení zmien POC na vybranom území flyšového pásma v období rokov 1970-2002. V dôsledku menej vhodných geomorfologických, klimatických, fyzikálnych aj agrochemických podmienok – orné pôdy flyšového pásma disponujú nízkymi hodnotami POC, ktoré na mnohých lokalitách nedosahujú ani limitnú hodnotu POC pre intenzívne obrábané pôdy – 1 %. Získané výsledky počas 30 ročného obdobia naznačujú najnižšie hodnoty POC na kambizemiach, vyšší obsah pôdneho organického uhlíka na trvalých trávnych porastoch (TTP) v porovnaní s ornou pôdou (OP) a pokles POC pri zmene z TTP na OP v rámci rovnej lokality počas sledovaného obdobia.

Kľúčové slová: pôdny organický uhlík, flyšové pásmo, orná pôda, trvalé trávne porasty, pôdne typy

Abstract

The oldest information about content of soil organic carbon (SOC) in flysh region of east Slovakia can be received from Database of selected probes of Complex soil survey which was realized in 1965-1970 period. Actual data of SOC can be find in Database of Soil monitoring, which is realized from 1993 in 5 year period. Another source of actual SOC data is Database of Environmental Geofactors. All these data were used at evaluation of SOC changes on selected area of flysh region in period 1970 – 2002. Because of unsuitable geomorphological, climatic, physical and agrochemical conditions many localities of arable soils have content of SOC lower as limit value for arable soils (SOC <1 %). Received data during 30 years period indicate lowest

SOC values on Cambisols, higher content of SOC on pasture in comparison to arable soils and decrease of SOC at changes of pasture on arable soils.

Keywords: soil organic carbon, flysh zone, arable soils, pasture, soil types

ÚVOD

Napriek relatívne nízkym hodnotám, predovšetkým v intenzívne obrábaných pôdach, patrí pôdny organický uhlík (POC) k základným komponentom pôdy, nakoľko ovplyvňuje všetky chemické, biologické i fyzikálne procesy, ktoré v pôde prebiehajú. POC má vplyv na produkčnú funkciu pôdy, ale aj na mnohé ekologické funkcie a je pokladaný za kľúčový indikátor pôdnej kvality (REEVES, 1997). Brejda (BREJDA A INÍ, 2000) uvádza, že hodnota pôdneho organického uhlíka je jediný indikátor, ktorý poukazuje na signifikantné rozdiely vo využití pôdy v rôznych regiónoch. V dôsledku expanznej a intenzifikačnej činnosti poľnohospodárstva počas 20. storočia sa obsah organickej hmoty v pôde vo všeobecnosti znižuje v porovnaní s prirodzenou vegetáciou. Nakoľko POH je dôležitým faktorom pre tvorbu pôdnej štruktúry a vodostabilných agregátov, ovplyvňuje infiltráciu, slúži ako tlmíč rýchlych výkyvov pH a ako energetický zdroj pre mikroorganizmy, cieľom súčasných snáh je ochrana pôdnej organickej hmoty, ktorá okrem úrodnotvornej funkcie plní tiež nezastupiteľnú funkciu pri eliminácii kontaminácie pôdy a pri sequestrácii uhlíka (JONES A INÍ, 2004; BARITZ A INÍ, 2004).

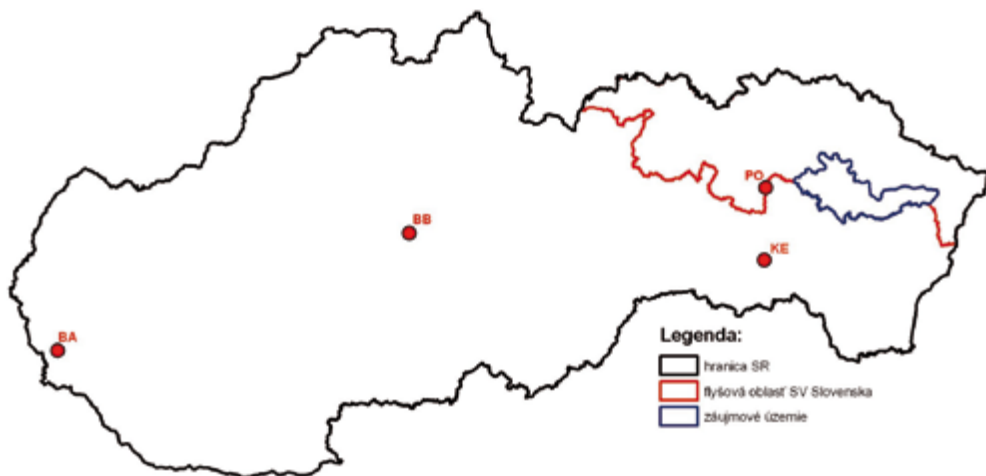
V ostatných rokoch predovšetkým v dôsledku intenzifikácie poľnohospodárstva a globálnych klimatických zmien, dochádza v krajinách Európy k výrazným stratám pôdneho organického uhlíka a je to jedna z hrozieb, ktoré podstatným spôsobom ohrozujú pôdnu kvalitu. V rámci Monitoringu pôd sme aj na Slovensku na asi 20 % poľnohospodárskych pôd zistili zníženie obsahu organického uhlíka v období rokov 1993 – 2002 (BARANČIKOVÁ, 2009). Uvedený stav je alarmujúci predovšetkým v Prešovskom kraji, nakoľko v období 10 rokov (1993 – 2002) sme na poľnohospodárskych pôdach tohto územného celku zistili zníženie POC až na približne 50 % orných pôd (BARANČIKOVÁ A INÍ, 2008). Nízky obsah a kvalita pôdneho organického uhlíka je charakteristická pre pôdy flyšového pásma, ktoré zaberajú podstatnú časť prešovského regiónu. Z poľnohospodárskej pôdy Slovenska pripadá na pôdnoekologickú podoblasť flyšu východného Slovenska približne 12 %. Cieľom tohto príspevku je na vybranom území flyšového pásma poukázať na negatívne zmeny v obsahu pôdneho organického uhlíka.

MATERIÁL A METÓDY

Záujmové územie predstavuje región Vranov – Strážske – Humenné (Obr. 1), ktorý z celkovej výmery flyšového pásma predstavuje asi 12 % a zahŕňa okresy: Stropkov, Vranov nad Topľou, Humenné a Snina. Toto územie je charakterizované intenzívnym poľnohospodárskym využívaním, nakoľko orné pôdy (OP) predstavujú približne 80 % a trvalé trávne porasty (TTP)

20% z celkovej výmery poľnohospodárskej pôdy. Najviac zastúpeným pôdnym typom sú kam-bizeme (50%), ktoré predstavujú najrozšírenejší pôdny typ vyskytujúci sa na území flyšového pásma. Ďalšími pôdnymi typmi sú fluvizeme, ktoré reprezentujú približne 20% a luvizeme, hne-doze a rendziny, ktoré zaberajú asi 10%.

Obr. 1. Flyšová oblasť severovýchodného Slovenska a záujmové územie, región Vranov – Strážske – Humenné



Najstaršie známe informácie a obsahu pôdneho organického uhlíka vo flyšovom pásme východného Slovenska je možné získať z Databázy údajov výberových sond Komplexného prieskumu pôd (KPP), ktorý sa realizoval v rokoch 1965–1970. V záujmovom území flyšového pásma bolo vybraných 88 výberových sond KPP, na ktorých boli merané základne pôdne parametre vrátane obsahu pôdneho organického uhlíka v jednotlivých genetických horizontoch. Uvedené odberové miesta boli vybrané tak, aby boli čo najbližšie k monitorovacím lokalitám na tomto území a k lokalitám z databázy Geofaktory životného prostredia, pri rešpektovaní rovnakého pôdneho typu. Vzďialenosť medzi výberovými sondami KPP, odberovými lokalitami z Databázy Geofaktory životného prostredia a monitorovacími lokalitami je uvedená na obrázku 2. Aktuálne hodnoty POC, ktorý je od roku 1993 pravidelne monitorovaný v 5 ročných monitorovacích cykloch v povrchovom (0 – 0,1 m) a podpovrchovom (0,35 – 0,45 m) horizonte v rámci Čiastkového monitorovacieho systému - pôda sa nachádzajú v Databáze základnej monitorovacej siete monitoringu pôd. Vo flyšovom pásme východného Slovenska sa nachádzajú 4 lokality základnej monitorovacej siete, ktoré sú v tesnej blízkosti s výberovými sondami KPP a jedna kľúčová monitorovacie lokalita (Stakčín), na ktorej sa obsah POC stanovuje od roku 1993 každoročne. Ďalším zdrojom údajov o aktuálnom stave POC je Databáza údajov Geofaktory životného prostredia. Tento projekt bol na záujmovom území realizovaný v rokoch 1999–2000 a jeho cieľom bolo aktualizovať komplexné poznatky o pôde. 88 lokalít z tejto databázy je v blízkosti s výberovými sondami (Obr. 2).

Obsah organického uhlíka sa na všetkých lokalitách v minulosti (výberové sondy KPP) ako aj v súčasnosti stanovoval oxidáciou pôdy chromsírovou zmesou podľa Ťurina (HRAŠKO A INÍ,

1962, KOBZA A INÍ, 1999). Štatistické spracovanie výsledkov bolo realizované t-testom, resp. Mo-orovým testom (MELOUN A MILITKY, 1994)

Obr. 2. Rozmiestnenie lokalít na sledovanom území Flyšového pásma severovýchodného Slovenska



VS KPP – výberové sondy Komplexného prieskumu pôd

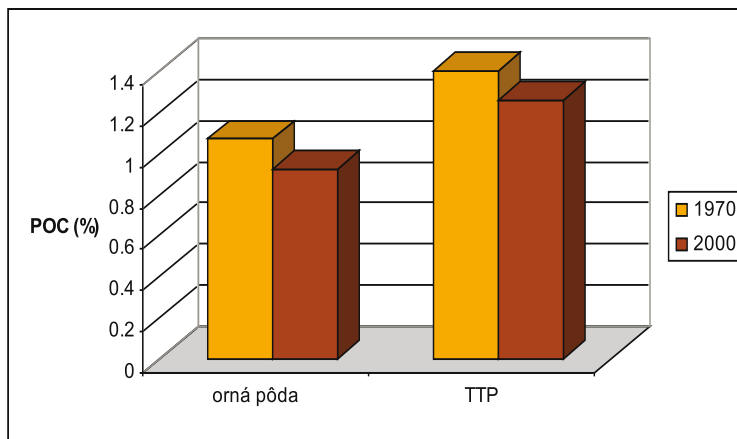
S VSH – sondy z Databázy Geofaktory životného prostredia, regiónu Vranov – Strážske – Humenné

CMSP – sondy Čiastkového monitorovacieho systému pôda

VÝSLEDKY A DISKUSIA

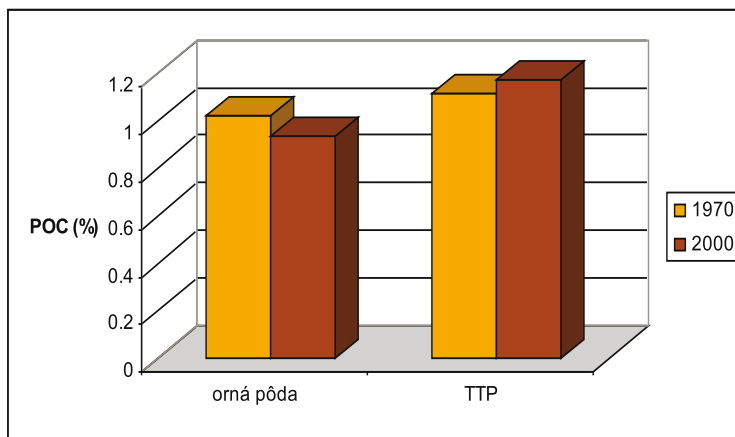
Flyšové pásmo východného Slovenska tvoria väčšinou členité pohoria, z ktorých sa poľnohospodársky využívajú najmä plochy na úpätiach, rovinatejšie plochy chrbátov, riečnych terás a nív, ktoré sú väčšinou úzke, ale v značnej miere aj svahové polohy. Produkcia týchto pôd je ovplyvnená konfiguráciou terénu, minerálne chudobnými pôdotvornými substrátmi, plytkými pôdami so značnou skeletovitosťou, a to všetko v menej priaznivých klimatických podmienkach. Pôdy na flyšových substrátoch majú zníženú stabilitu fyzikálnych a chemických vlastností s vysokou náchylnosťou na nadmernú devastáciu. Prevažná časť flyšového pásma disponuje nedostatočným obsahom prístupného fosforu, nízkou biologickou aktivitou, nízkym obsahom nekvalitného humusu a nízkou sorpčnou schopnosťou (VILČEK, 1999). Na základe grafu (Obr. 3) je zjavné, že hodnoty pôdneho organického uhlíka, predovšetkým na orných pôdach vybraného územia flyšovej oblasti sú veľmi nízke, na trvalých trávnych porastoch približne o 30 % vyššie.

Obr. 3 Porovnanie obsahu pôdneho organického uhlíka na vybranom území flyšovej oblasti

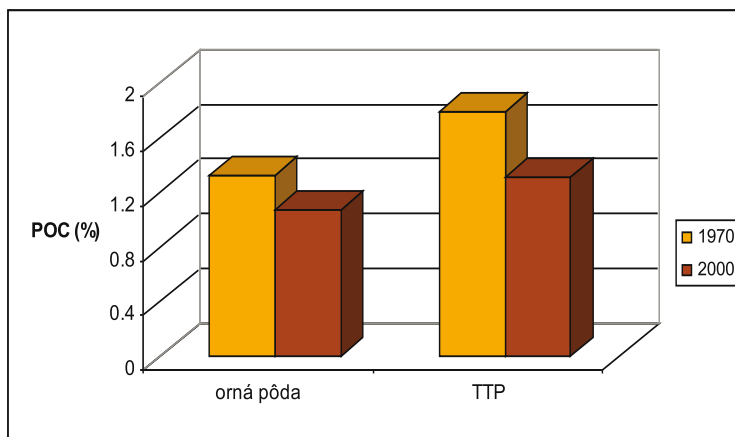


Uvedené konštatovanie je v súlade s mnohými literatúrnymi údajmi. Chukov napríklad uvádza, že pri rozoraní pasienkov dochádza k porušeniu prirodzenej rovnováhy a obsah humusu sa podstatne zníži v dôsledku intenzívnej mineralizácie hlavne v orničnom horizonte (CHUKOV, 2000). Podobne aj Schnitzer zistil, že dlhodobé intenzívne obrábanie pôdy výrazne znižuje celkovú zásobu POH, čo sa odráža na znížení množstva POC (SCHNITZER A INÍ, 2005). (GUO A GIFFORD, 2002) na základe výsledkov meta analýzy uvádzajú, že pri zmene hospodárenia na pôde v prípade rozorania pasienkov je pokles pôdneho organického uhlíka až 59 %. Ako je možné vidieť na obrázku 3, v priebehu 30 ročného obdobia došlo na OP aj TTP k zníženiu obsahu organického uhlíka. Priemerná hodnota POC na OP v roku 2000 klesla pod 1%. Hodnotu POC 1% pokladáme za limitnú hodnotu tohto pôdneho parametra na intenzívne využívaných orných pôdach (BARANČIKOVÁ, 2007). Pri poklese POC pod 1% sa rapídne znižuje účinná zásoba dusíka, nakoľko v POH sa nachádza až 95% celkového dusíka v pôde (LOVELAND A WEB, 2003) a dochádza k obmedzeniu aj ďalších dôležitých pôdnych cyklov, preto je nanajvýš žiaduce, aby hodnota pôdneho organického uhlíka aj na intenzívne obrábaných pôdach bola minimálne 1%. Pri porovnaní priemerných hodnôt POC na dvoch najrozšírenejších pôdnych typoch na danom území je zrejme, že pre kambizeme sú hodnoty POC podstatne nižšie ako pre fluvizeme. Na orných pôdach oboch týchto pôdnych typov hodnoty POC klesli. Pokles POC bol zaznamenaný aj na TTP fluvizemí, avšak na trvalých trávnych porastoch kambizemí sa hodnota pôdneho organického uhlíka nepatrne zvýšila (Obr. 4, 5).

Obr. 4 Porovnanie obsahu pôdneho organického uhlíka na kambizemiach vybraného územia flyšového pásma

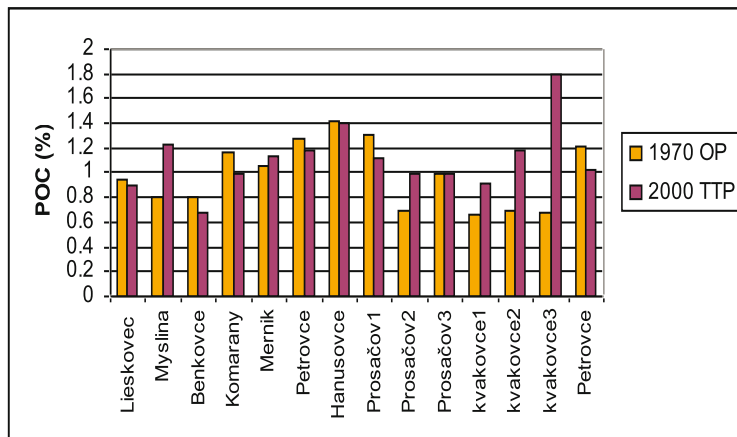


Obr. 5 Porovnanie obsahu pôdneho organického uhlíka na fluvizemiach vybraného územia flyšového pásma

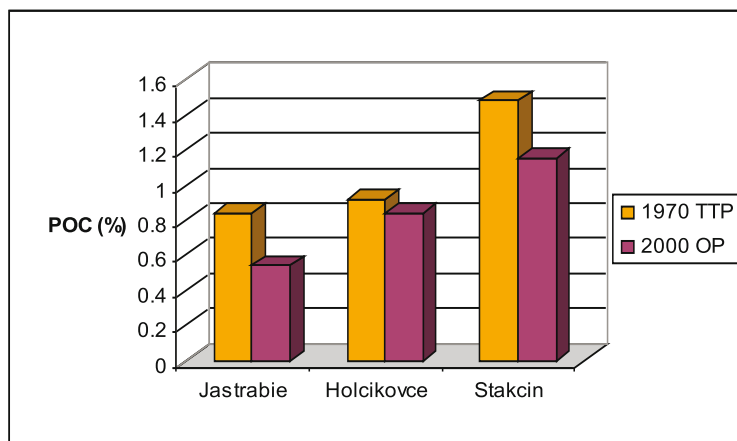


V priebehu 30ročného obdobia na niektorých lokalitách došlo k zmene využívania pôdy. Na väčšine z nich (14 lokalít) sa orné pôdy zatravnili a iba na 3 bola zistená zmena TTP na OP. Zmeny v priemerných hodnotách boli v súlade so zmenou využívania pôdy, t. j. pri zmene OP na TTP sa hodnoty POC zvýšili a pri zmene TTP na OP sa hodnoty pôdneho organického uhlíka znížili (Obr. 6, 7). Je však potrebné poznamenať, že žiadna z uvedených zmien nebola štatisticky významná.

Obr. 6 Zmena obsahu pôdneho organického uhlíka pri zmene orných pôd na trvalé trávne porasty na sledovanom území.

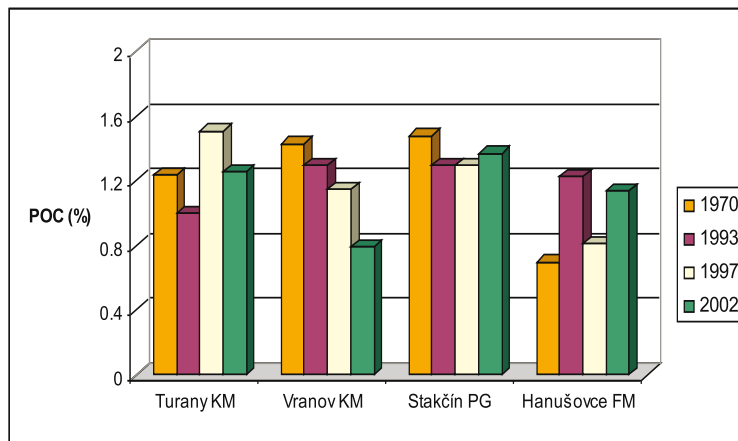


Obr.7 Zmena obsahu pôdneho organického uhlíka pri zmene TTP na OP na sledovanom území



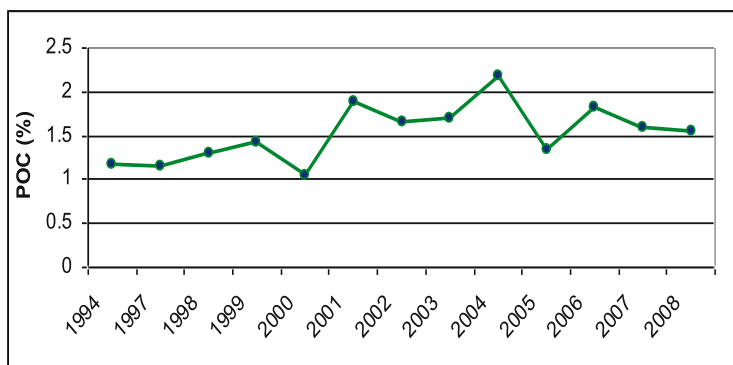
Ako bolo vyššie spomenuté na sledovanom území flyšového pásma sa nachádzajú 4 lokality základnej monitorovacej siete, ktoré sú v tesnej blízkosti s výberovými sondami KPP. Na lokalitách základnej monitorovacej siete sa obsah organického uhlíka v pôdach monitoruje od roku 1993 v 5 ročných monitorovacích cykloch. Na sledovanom území sa nachádza aj jedna kľúčová monitorovacie lokalita (Stakčín), na ktorej sa obsah POC stanovuje od roku 1993 každoročne. Lokality v Turanoch a Vranove sú na kambizemi, lokalita v Stakčine na pseudogleji a v Hanušovciach na fluvizemi. Ako je vidieť z grafu (Obr. 8) na kambizemi lokality Vranov došlo v priebehu sledovaného obdobia k postupnému znižovaniu obsahu POC, na lokalite Stakčín je stav POC pomerne stály.

Obr. 8 Vývoj obsahu pôdneho organického uhlíka na lokalitách sledovaného územia v priebehu obdobia 1970 – 2002.



Na ďalších dvoch lokalitách obsah POC je značne kolísavý. Na lokalite Stakčín, ktorá je zároveň aj kľúčovou monitorovacou lokalitou v prvom období monitoringu (1993–2000) sa obsah POC pohyboval v rozsahu 1 – 1,5%. V období od roku 2001 sa obsah organického uhlíka pohybuje v rozmedzí hodnôt 1,5 – 2% (Obr. 9).

Obr. 9 Vývoj obsahu obsahu pôdneho organického uhlíka na lokalite Stakčín



ZÁVER

Flyšové pásmo, v dôsledku svojich geomorfologických, klimatických, fyzikálnych aj agroklimatických podmienok disponuje nízkym obsahom pôdnej organickej hmoty. Výsledky porovnania hodnôt pôdneho organického uhlíka na sledovanom území Flyšového pásma VS v priebehu 30 ročného obdobia poukazujú na pokles obsahu POC, ktorý na mnohých sledovaných lokalitách nedosahuje ani limitnú hodnotu POC pre poľnohospodársky využívané pôdy. Degradáčny trend vo vývoji pôdneho organického uhlíka predovšetkým na orných pôdach flyšového pásma môže byť spôsobený prevládáním mineralizačných procesov nad humifikač-

nými, čo je na jednej strane dôsledok nevhodnej kombinácie pôdno-klimatických pomerov a na strane druhej nízkeho prísunu kvalitnej organickej hmoty. Na zamedzenie ďalších strát pôdneho organického uhlíka je nevyhnutný dostatočný prísun kvalitnej organickej hmoty, predovšetkým na intenzívne využívaných orných pôdach.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0333-06.

LITERATÚRA

- BARANČIKOVÁ, G. 2007. *Kategorizacja gleb uzytkowanych rolniczo na podstawie zawartosci i jakosci materii organicznej*. In: Gonet, S.S., Markiewicz, M. (eds.) *Rola materii organicznej w srodowisku*. Torun: Polskie Towarzystwo Substancji Humusowych, 2007, s. 47-60. ISBN 83-919331-6-4.
- BARANČIKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – ŠIRÁŇ, M. 2008. *Zmeny v hodnotách indikátorov pôdnej kvality východného Slovenska*. In: *Identifikácia zmien zložiek životného prostredia problémových oblastí východného Slovenska*. Zborník z medzinárodnej konferencie [CD-ROM], Košice: SPU FEŠRR KEM, 2008, s. 28-34. ISBN 978-80-552-0087-3
- BARANČIKOVÁ, G. 2009. *Monitoring kvantitatívneho a kvalitatívneho zloženia pôdneho humusu*. In: Kobza, J. a i. *Monitoring pôd SR*. Aktuálny stav a vývoj monitorovaných pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu. Bratislava, 2009, s. 55-79. ISBN 978-80-89128-54-9
- BARITZ, R. – DE NEVE, S. – BARANČIKOVÁ, G. – GRONLUND, A. – LEIFELD, J. – KATZENSTEINER, K. – KOCH, H.J. – PALLIERE, C. – ROMANYA, J. – SCHAMINEE, J. 2004. *Working group of organic matter and biodiversity, Task Group 5 on Land use practices and SOM*. In: Van-Camp, L. – Bujarrabal B. – Gentile, A. R. – Jones, R.A.J. – Montanarella, L. – Olazabal, C. – Selvaradjou, S.H. (eds.) *Reports of the technical working groups, Volume III, Organic matter*, p. 137-164. EUR 21319 EN/3 European Communities
- BREJDA, J. J. – MOORTMAN, T. B. – KARLEN, D. L. – DAO, T.H. 2000. *Identification of regional soil quality factors and Indicators: I. Central and Southern High Plains*. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, vol. 64, 2000, s. 2115-2124
- GUO L. B. – GIFFORD R. M. 2002. *Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis*. *Global Change Biology*, vol. 8, 2002, p. 345-360.
- HRAŠKO A KOL. 1963. *Rozbory pôd*. Bratislava: SVPL, 1963, 335 s.
- CHUKOV, S. N. 2000. *Study by ¹³C – NMR spectroscopy of humus acids molecular parameters in anthropogenically disturbed soils*. In: *Proceedings of 10th International Meeting of the IHSS, Toulouse, 2000*, p. 81-84.
- JONES, R.J.A. – HIEDERER, R. – RUSCO, E. – LOVELAND, P.J. – MONTANARELLA, L. 2004. *The map of organic carbon in topsoils in Europe, Version 1.2*, European Soil Bureau Research Report No.17, EUR 21209 EN, 26, p. 1 map in ISO B1 format, 2004
- LOVELAND, P. – WEBB, J. 2003. *Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review*. *Soil Till. Res.*, vol. 70, 2003, p. 1-18.
- KOBZA, J. A I. 1999. *Čiastkový monitorovací systém – Pôda: Závazné metódy*. Bratislava: VÚPOP, 1999, s. 95-110, ISBN 80-85361-55-8.
- MELOUN, M. – MILITKÝ, J. 1994 *Statistické spracování experimentálních dat*. Praha, Plus, s. 87-90.
- REEVES, D.E. 1997. *The role of organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems*. *Soil & Tillage Res.*, vol. 43, 1997, p. 131-167.
- SCHNITZER, M. – McARTHUR, D. F. E. – SCHULTEN, H.-R. – KOZAK, L. M. – HUANG, P.M. 2006. *Long-term cultivation effects on the quantity and quality of organic matter in selected Canadian prairie soils*. *Geoderma*, vol. 130, 2006, p. 141-156.
- VILČEK, J. 1991. *Modely využitia poľnohospodárskych pôd severovýchodného Slovenska*. Bratislava: VÚPOP, 1999, s. 63-73. ISBN 80-85361-58-2

HODNOTA A VYUŽÍVANIE PÔDY A KRAJINY VO VZŤAHU KU KVALITE ŽIVOTA – DVE STRANY JEDNEJ MINCE

THE VALUE AND USE OF SOIL AND LANDSCAPE IN RELATION TO LIFE QUALITY – TWO SIDES OF THE SAME COIN

Radoslav BUJNOVSKÝ¹, Milena MOYZEOVÁ²

*¹Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava,
e-mail: r.bujnovsky@vupop.sk*

²Ústav krajinnej ekológie, SAV, Štefánikova 3, 814 99 Bratislava

Abstrakt

Využívanie pôdy a krajiny bezprostredne vplýva na kvalitu zložiek životného prostredia a tým ovplyvňuje aj životné podmienky človeka, kvalitu jeho života nevynímajúc. Využívanie pôdy a jej funkcií je v rozhodujúcej miere ovplyvnené ekonomickými prínosmi, ktoré toto využívanie prináša. V rámci poľnohospodárskeho využívania pôdy sa doteraz prednostne používala a následne ekonomicky zhodnocovala schopnosť pôdy produkovať biomasu. Významnejší ekonomický prínos sa spája s pôdou urbánnych a priemyselných oblastí resp. s poľnohospodárskou (lesnou) pôdou trvalo zaberanou pre hospodárske aktivity človeka. Ekologické funkcie pôdy nemajú priamy vplyv na tvorbu HDP, hospodársky rozvoj regiónov a s tým aj súvisiacu zamestnanosť vidieckeho obyvateľstva. Významnejšie vplývajú na stabilitu a kvalitu životného prostredia, čo sprostredkovane vplýva na kvalitu života a zdravotný stav predovšetkým vidieckeho obyvateľstva. Ekologické funkcie pôdy boli a sú využívané automaticky bez ohľadu na to, či si to spoločnosť uvedomuje alebo nie. Využívanie pôdy sa podriaďuje záujmom a potrebám človeka, ktoré majú zvyčajne ekonomické pozadie – zabezpečenie života a ekonomickej prosperity. Ekonomické hodnotenie ekologických funkcií pôdy môže slúžiť ako odborné východisko pre odvodenie poplatkov za trvalý záber poľnohospodárskej pôdy a tiež ako podklad pre určenie koeficientu polohovej diferenciacie pri určovaní všeobecnej hodnoty poľnohospodárskej pôdy. Oceňovanie, nemôže byť použité ako základ pre formovanie etických hodnôt bezprostredne spojených s postojom človeka k pôde a jej degradácii, napriek tomu, že ho globálna spoločnosť tak naliehavo potrebuje. Názory a postoje človeka ku krajine a k životnému prostrediu významne ovplyvňujú spôsob využívania prírodných zdrojov a pomáhajú formovať a zvyšovať kvalitu životného prostredia a kvalitu života. Ako vyplýva z dotazníkového prieskumu, vidiecke obyvateľstvo si uvedomuje význam zdravého životného prostredia. Napriek tomu, predovšetkým zamestnanosť, pracovné príležitosti, finančné zabezpečenie, zabezpečenie službami, technickú vybavenosť, bytové otázky, úroveň zdravotníctva chápu ako významné faktory, ktoré kvalitu ich života bezprostredne ovplyvňujú.

Kľúčové slová: využívanie pôdy, hodnota pôdy, hodnotový systém, životné prostredie, kvalita života

Abstract

Land use immediately affects the quality of environmental compartments and thus affects also the human life conditions and quality of his life. Economic benefits emerging from soil use significantly affects the way of soil and its functions use. Until now, at agricultural soil use attention was focused on soil capacity to produce biomass and its economic utilisation. More significant benefit is connected with soil in urban and industrial areas and with agricultural (forest) soil permanently consumed for economy human activities. Soil ecological functions do not have direct influence on GDP, economic development of regions and related employment rate of rural population. More significantly affect the stability or quality of environment that intermediately affects also the formation of health state of rural population and life quality. Soil ecological functions are still used without regard to societal awareness their services. Soil use is subordinated to human interests and needs that usually have economic background – safeguarding of life and economic prosperity. Economic valuation of soil ecological functions can serve as expert solution for definition of payments at permanent land consumption as well as base for determination of location coefficient but financial values should not to be used as a ground for forming ethical values, which are imminently connected with human approach towards soil and its degradation, and which are essentially needed by global society. Opinions, life values and attitudes of human to surroundings and environment significantly affect the way of use of natural resources and thus significantly create human environment and life quality. As follows from questionnaire survey, countryside population is aware of importance of health environment. Despite of that employment (employment opportunities), financial safeguarding, availability of services, technical endowment, housing questions and level of health service belong to significant factors that immediately affect the life quality of rural population.

Keywords: soil use, soil value, value system, environment, life quality

ÚVOD

Kvalita resp. stav zložiek životného prostredia je základným predpokladom pre rozvoj spoločnosti a formovanie životných podmienok človeka. Degradácia pôdy a krajiny sa zaraďuje k významným problémom na celosvetovej aj regionálnej úrovni a úzko súvisí s takými environmentálnymi a spoločenskými problémami akými sú výskyt záplav a sucha, nedostatok a kvalita potravín a vody s priamym dopadom na vývoj zdravotného stavu populácie (napr. BUJNOVSKÝ A INÍ, 2004; EEA, 2005; VAN CAMP A INÍ, 2004; KOBZA A INÍ, 2009). Degradovaná a znečistená pôda bezprostredne ovplyvňuje kvalitu života v osídlených, resp. priemyselných zónach s priamym dopadom na zdravotný stav obyvateľstva.

Kvalita života je výsledkom spolupôsobenia sociálnych, ekonomických, zdravotných a en-

vironmentálnych podmienok, ktoré sa týkajú ľudského a spoločenského rozvoja. Na jednej strane ide o objektívne podmienky a predpoklady pre dobrý život, ktoré nám poskytuje okolie v ktorom žijeme, pracujeme a relaxujeme. Na druhej strane ide o naše subjektívne pocity ktorými kvalitný život vnímame a prežívame. Výskum kvality života úzko súvisí z hodnotením a vnímaním kvality životného prostredia, ktorému sa venujú predovšetkým geograficky orientované práce autorov (napr. HUBA, 1996; KOLLÁR, 1997; PAŠIAK, 1997; IRA, 1999; PODOLÁK, 1999), zamerané na hodnotenie kvality sídiel na základe občianskej vybavenosti, kvality domového a bytového fondu, technickej vybavenosti, dochádzky za prácou mimo obce, úmrtnosti a pod. Krajinno-ekologické výskumy vychádzajú z komplexného hodnotenia zmien krajiny štruktúry, z hodnotenia vplyvu ľudských aktivít na zložky krajiny ale aj z hodnotenia vplyvov z pohľadu obyvateľov (MOYZEOVÁ, 2004).

MATERIÁL A METÓDY

Príspevok rozoberá aspekty využívania pôdy a krajiny, ktoré v konečnom dôsledku ovplyvňujú formovanie životných podmienok človeka. Po obsahovej stránke zahŕňa analýzu spoločenských efektov vyplývajúcich z využívania poľnohospodárskej pôdy a jej funkcií, hodnotenie a oceňovanie pôdy a jej funkcií vo vzťahu k hodnotovému systému spoločnosti.

Relatívne samostatnú časť príspevku tvorí vyhodnotenie odpovedí získaných zo sociologického prieskumu realizovaného formou dotazníka. Na zistenie postojov a názorov obyvateľov na kvalitu ich života bolo použitých 17 otázok, ktoré boli doplnené o personálne charakteristiky respondentov. Do štatistického hodnotenia boli zahrnuté odpovede od 197 respondentov vo veku nad 18 rokov, z vybraných vidieckych obcí poľnohospodársky intenzívne využívaného okresu Trnava — Buková, Zvončín, Suchá nad Parnou, Dechtice, Dolná Krupá, Hrnčiarovce nad Parnou, Cífer a Jaslovské Bohunice. Frekvencie odpovedí boli vyjadrené relatívnymi hodnotami.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hodnota pôdy a jej vzťah k využívaniu tohto prírodného zdroja

Využívanie pôdy a krajiny bezprostredne vplyva na kvalitu zložiek životného prostredia a tým ovplyvňuje aj životné podmienky človeka, kvalitu jeho života nevynímajúc. Ako uvádzajú DEGROOT A INÍ (2002), životné podmienky a následne kvalita života človeka priamo aj nepriamo závisia od dostupnosti environmentálnych statkov (goods) a služieb (services), ktoré majú zvyčajne nepeňažnú hodnotu. Možno povedať, že služby pôdy predstavujú vlastnosti funkcií pôdy, z ktorých človek odvodzuje úžitky.

Využívanie pôdy a jej funkcií (produkčnej, ekologických a socio-ekonomických) je v rozhodujúcej miere ovplyvnené ekonomickými prínosmi, ktoré toto využívanie prináša. V rámci poľnohospodárskeho využívania pôdy sa doteraz prednostne využívala a následne economic-

ky zhodnocovala schopnosť pôdy produkovať biomasu. Napriek skutočnosti, že sektor poľnohospodárstva na tieto účely využíva viac než 2,4 mil. ha pôdy, celospoločenský efekt vyjadrený podielom tohto odvetvia na tvorbe hrubého domáceho produktu bol v roku 2007 len 2,55% a podiel poľnohospodárstva na zamestnanosti činil v tom istom období 2,83 % (MP SR, 2007). Z pohľadu stability zložiek životného prostredia poľnohospodárske využívanie pôdy sa spravidla vyskytuje v prostredí mierne narušenom až silne narušenom, čo zodpovedá 3. – 5. stupňu úrovne životného prostredia (MŽP SR, 2002). Z toho dôvodu významnejší ekonomický prínos sa spája s pôdou urbánnych a priemyselných oblastí resp. s poľnohospodárskou (lesnou) pôdou trvalo zaberanou pre hospodárske aktivity človeka. Ako vyplýva z Tabuľky 1 ekologické funkcie ako aj produkčný potenciál poľnohospodárskej pôdy spravidla nemajú priamy alebo významný vplyv na tvorbu HDP, hospodársky rozvoj regiónov a s tým aj súvisiacu zamestnanosť vidieckeho obyvateľstva. Významnejší je vplyv na stabilitu a kvalitu životného prostredia, čo sprostredkovane vplýva aj na formovanie zdravotného stavu vidieckeho obyvateľstva a kvalitu života.

Tab. 1. Vplyv funkcií pôdy na niektoré spoločensko-ekonomické ukazovatele

	Podiel na Tvorbe HDP	Zamestnanosť vidieckeho obyvateľstva	Ekonomický Rozvoj regiónov	Zdravotný stav vidieckeho obyvateľstva	Stabilita zložiek životného prostredia
Produkcia biomasy	3	3	3-4	2	2
Akumulácia vody	2-3	2	2-3	2	4-5
Imobilizácia znečisťujúcich látok	2	2	2	3-4	2-3
Transformácia organických polutantov	2	2	2	3-4	4-5
Rezervoár uhlíka	2	2	2-3	2	3-4
Rekreačné aktivity	3	3	3	3-4	1-2
Zdroj surovín, rozvoj priemyslu a infraštruktúry, bytová výstavba	3-5	3-5	3-5	1-2	1

Úroveň vplyvu: 1 – negatívny, 2 – žiadny alebo sprostredkovaný, 3 – nízky, 4 – stredný, 5 – vysoký

Ako vyplýva z celého radu prác (napr. DEGROOT, 1992; CONSTANZA A INÍ, 1997; FABER A INÍ, 2002), krátkodobé zisky z využívania krajiny nie sú spravidla vyvážené prostriedkami na obnovu jednotlivých zložiek prírodného prostredia. V prípade pôdy je to dané aj tým, že ekologické funkcie pôdy nie sú zahrnuté do výrobných nákladov resp. trhových nástrojov a aj v systéme politických rozhodnutí sa im venuje minimálna pozornosť. Možno konštatovať, že pozitívne externality vyplývajúce zo zabezpečovania ekologických funkcií pôdy sa zatiaľ nepremietajú do ekonomických výnosov z využívania pôdy a nie sú ani zahrnuté do výrobných nákladov aby sa vytvárali zdroje pre jej regeneráciu resp. obnovu jej vlastností. Ekologické funkcie pôdy boli a sú využívané automaticky bez ohľadu na to, či si to spoločnosť uvedomuje alebo nie.

V tomto smere pôda slúžila a slúži bez ohľadu na to, či to spoločnosť premieta do hodnotových kritérií.

Vo všeobecnosti, z pohľadu človeka, pôda prostredníctvom svojich funkcií má určité ekologické, sociálne a ekonomické hodnoty. Typickým príkladom ekologických hodnôt pôdy sú ich ekologické funkcie. Nie je to len otázka regulácie kolobehu vody a látok resp. ich transformácie, ale aj etické a estetické hodnoty vo vzťahu ku krajine a životným podmienkam človeka. Sociálne hodnoty pôdy možno identifikovať tak v oblasti zdravia ľudí, ako aj zachovania alternatív ďalšieho jej využitia vo väzbe na formovanie životných podmienok človeka. Pôda a spôsob jej využívania vrátane manažmentu vstupov ovplyvňuje kvalitu potravín a vody – čo súvisí s ľudským zdravím. Zdravotný stav populácie môže byť ovplyvnený kvalitou pôdy v dôsledku dostatku a kvality potravín. V podmienkach Slovenska je dostatok potravín skôr ekonomickým problémom, než problémom produkčnej schopnosti poľnohospodárskej pôdy. Súčasne, kvalitná pôda poskytuje hodnotu možnosti alternatív ako určitý podklad pre perspektívu bezpečnej budúcnosti vo vzťahu k životným podmienkam človeka. Najčastejšie sa pôda dáva do súvisu s ekonomickými hodnotami a spravidla zahrňuje produkčnú funkciu prípadne socio-ekonomické funkcie pôdy (zdroj surovín, priestor pre hospodárske aktivity človeka a bytovú výstavbu), ktoré zároveň znižujú hodnotu možností a alternatív.

Oceňovanie ekologických funkcií pôdy (BUJNOVSKÝ A INÍ, 2009) je zamerané na hodnotenie úžitkových spotrebných hodnôt. Hodnotenie nepriamych trhových nákladov spojených s hodnotením regulačných služieb ekosystému (a taktiež aj regulačných funkcií pôdy) vychádza z odhadu *i)* nákladov, ktoré sa ušetrili, resp. ktorým sa predišlo vďaka výkonu funkcie (avoided cost) alebo *ii)* kompenzačných nákladov (replacement cost), ktoré súvisia s navrátením poškodeného prírodného prostredia do pôvodného stavu. Priemerné ekonomické hodnoty vybraných ekologických funkcií poľnohospodárskych pôd SR predstavujú 5 300 €·ha⁻¹ pre schopnosť pôdy akumulovať vodu, 4 300 €·ha⁻¹ pre imobilizáciu znečisťujúcich látok a 4 000 €·ha⁻¹ pre transformáciu znečisťujúcich látok.

Ekonomické hodnotenie ekologických funkcií pôdy môže slúžiť ako odborné východisko pre odvodenie poplatkov za trvalý záber poľnohospodárskej pôdy a tiež ako podklad pri určenie koeficientu polohovej diferenciácie pri určovaní všeobecnej hodnoty poľnohospodárskej pôdy. Ako uvádza WINKLER (2006), metódy ekonomického hodnotenia zahrňujú vzťah ľudí a produktov/služieb ekosystému resp. funkcií pôdy. Uvedené metódy, vzhľadom na svoj antropocentrický charakter, nedostatočne hodnotia vnútornú štruktúru ekosystému resp. význam pôdy z hľadiska fungovania ekosystému. Vychádzajúc z existujúcich preferencií (ľudí) metódy ekonomického hodnotenia nemôžu zachytiť normatívne a etické aspekty hodnotenia ekologických funkcií pôdy. Ako uvádza SCIAMA (2007), oceňovanie nemôže byť použité ako základ pre formovanie etických hodnôt bezprostredne spojených s postojom človeka k pôde a jej degradácii, ktoré globálna spoločnosť tak naliehavo potrebuje.

Ako uvádza DEGROOT (1992) potreba udržateľného rozvoja je síce vo všeobecnej rovine čoraz viacej akceptovaná no napriek tomu udržiavanie kvality životného prostredia a významných hodnôt prírodných systémov nie je stále dostatočne zohľadňované pri plánovaní

rozvoja a rozhodovaní. Pre ľudí je ťažké transformovať existujúce poznatky o význame prírodných zdrojov (vrátane pôdy) pre prosperitu a životné podmienky človeka do konkrétnych akcií pre zastavenie prebiehajúcich procesov deštrukcie prírodného prostredia. Príčiny spočívajú v nasledovných oblastiach:

- rozdiel medzi politickými a hospodárskymi/ekonomickými záujmami, ktoré sa sústreďujú hlavne na krátkodobé zisky, pričom ochranné ciele prinášajú dlhodobé prínosy
- udržateľný rozvoj je brzdený ťažkosťami vyjadriť vplyvy hospodárskeho rozvoja na prírodné systémy
- opomínanie prírodných produktov a služieb pri hospodárskom plánovaní a politickom rozhodovaní
- pomalá implementácia princípov TUR do procesu hospodárskeho plánovania a politického rozhodovania ako prejav nedostatočnej komunikácie a spolupráce zainteresovaných subjektov a expertov.

Spoločnosť prirodzene inklinuje k tým funkciám, ktoré sa spájajú s priamymi ekonomickými prínosmi pre užívateľa. Inými slovami, využívanie pôdy sa podriaduje záujmom a potrebám človeka, ktoré majú zvyčajne ekonomické pozadie – zabezpečenie života a ekonomickej prosperity.

Hodnotové hľadiská širokej verejnosti vo vzťahu ku kvalite života – výber odpovedí

Závažnosť negatívnych vplyvov stresových faktorov na kvalitu životného prostredia

Deviatim vybraným oblastiam - priemyslu, energetike, poľnohospodárstvu, lesnému hospodárstvu, vodnému hospodárstvu, doprave, odpadovému hospodárstvu, výstavbe, urbanizácii a rekreácii respondenti priradili jeden zo šiestich stupňov závažnosti ich negatívneho vplyvu na kvalitu životného prostredia. 32,5 % respondentov zo 197 opýtaných si myslí, že na kvalitu životného prostredia má veľmi významný negatívny vplyv odpadové hospodárstvo. Významný negatívny vplyv má priemysel (24,9 %). Energetika, doprava, výstavba a urbanizácia má priemerný negatívny vplyv. 26,4 % respondentov si myslí, že poľnohospodárstvo má priemerný až významný negatívny vplyv. Vodné hospodárstvo má nízky negatívny vplyv. V hodnotení na posledné miesto sa dostali lesné hospodárstvo a rekreácia, ktoré obyvatelia chápajú ako veľmi slabý faktor, ktorý by mohol negatívne ovplyvniť kvalitu ich životného prostredia. Zaujímavé v tomto hodnotení bolo, že viac respondentov priradilo vyšší stupeň závažnosti odpadovému hospodárstvu ako priemyslu. Je to zrejme ovplyvnené súčasnou situáciou, kedy priemysel v obciach nie je zastúpený, je koncentrovaný najmä v okresnom meste Trnava a naopak situácia s odpadom, predovšetkým narastajúci počet divokých skládok, obyvatelia obcí pociťujú ako naliehavejší problém, nakoľko odpad je lokalizovaný v katastrí každého vidieckeho sídla. Energetiku ako negatívny faktor ovplyvňujúci kvalitu životného prostredia vnímali predovšetkým obyvatelia z obcí ležiacich v blízkosti Jaslovských Bohuníc. Priemerné poradie významnosti negatívneho vplyvu od najzávažnejšieho vplyvu po najmenej závažný bolo nasledovné: odpadové hospodárstvo, doprava, poľno-

hospodárstvo, energetika, výstavba a urbanizácia, priemysel, vodné hospodárstvo, rekreácia a lesné hospodárstvo.

Pozitívny vplyv vybraných faktorov na kvalitu životného prostredia

Obdobne respondenti priradovali významnosť vybraným faktorom vzhľadom na ich vplyv na kvalitu životného prostredia - dostatok pitnej vody, výskyt chránených území, lesov, ornej pôdy, kultúrnych pamiatok a tradícií, nerastného bohatstva, obytných priestorov a priestorov pre rekreáciu a zotavenie. Najvyššie percento opýtaných prisúdilo veľmi významný stupeň trom pozitívnym prvkom a to dostatku vody pre pitné účely, lesom a chráneným územiám. Do kategórie významných sa dostali dostatok ornej pôdy, kultúrne pamiatky a tradície, obytné priestory a priestory pre rekreáciu a zotavenie. Najvyššie percento z celkovej vzorky opýtaných (29,9 %) priradilo nerastnému bohatstvu veľmi nízky vplyv na kvalitu životného prostredia. Priemerné poradie faktorov od najväčšieho významu po najmenší význam pozitívneho vplyvu na kvalitu životného prostredia je nasledovné: dostatok vody pre pitné účely, dostatok ornej pôdy, obytné priestory, kultúrne pamiatky a tradície, chránené územia, lesy, priestory pre rekreáciu a zotavenie a nerastné bohatstvo. Z tohto poradia vidno, že z pohľadu obyvateľov kvalitu sídiel najviac pozitívne ovplyvňuje vybudovaná technická infraštruktúra, predovšetkým vodovod, vyriešená bytová otázka, ktorá sa zväčša spája s mladšou vekovou kategóriou respondentov, zastúpenie kvalitných pôd, ktoré preferovali naopak vyššie vekové kategórie, ale aj zachovalé tradície, dostatkom zelene v obci a tiež blízkosť plôch vhodných na relax, ktoré naznačili pozitívny záujem respondentov o prírodné a kultúrno-historické danosti územia.

Environmentálne problémy znižujúce kvalitu životného prostredia

Medzi vyšpecifikované environmentálne problémy, ktoré znižujú kvalitu životného prostredia sídiel boli zaradené predovšetkým technické nedostatky ako sú nevybudovaná kanalizácia a vodovod, neudržiavané cesty, divoké skládky odpadov, chýbajúce chodníky pre chodcov. Respondenti kritizovali aj nedostatok kultúrnych podujatí, absenciu bytovej výstavby, nedostatočné služby, znečistené potoky, vysokú nezamestnanosť, nepostačujúce dopravné spoje, intenzívnu dopravu vedúcu cez obce spojenú so zvýšenou hlučnosťou a prašnosťou, ale tiež aj nezáujem občanov o veci verejné, zlé medziľudské vzťahy, nedostatok finančných prostriedkov, slabé školstvo a pod. Často obyvatelia spájali environmentálne problémy s rizikovými faktormi ktoré chápali ako zdroje svojej nespokojnosti.

Závažné rizikové faktory

Za závažný rizikový faktor považuje 45,2 % respondentov znečistené povrchové vody, 39,1 % respondentov znečistené pôdy, 29,9 % znečistené podzemné vody a 23,9 % znečistené ovzdušie. 43,7 % respondentov hodnotilo ako veľmi závažný rizikový faktor skládky odpadu. 35,0 % respondentov za veľmi závažný faktor označilo nebezpečie z ožiarenia. Túto skutočnosť zrejme podmienil fakt, že v okrese sa nachádza jadrová elektrárňa.

Informovanosť obyvateľstva vo vzťahu k otázkam životného prostredia

S hodnotením kvality životného prostredia vo vidieckych sídlach úzko súvisí problematika informovanosti. Ak sa majú obyvatelia zapájať do riešenia praktických otázok týkajúcich sa životného prostredia musia byť vhodne a dostatočne informovaní. Najstarším spôsobom

informovania o udalostiach je ústne podanie (JIRÁKOVÁ, STRAKA, 2006). Ako je v skutočnosti zabezpečený prísun informácií sme sa dozvedeli z nasledujúcich odpovedí. Najviac informácií sa obyvatelia z hodnotených obcí dozvedajú z miestneho rozhlasu (42,64 % respondentov). Ďalším zdrojom informácií je výveska obecného úradu. Na treťom mieste boli noviny za ktorými nasledovala vlastná iniciatíva a to predovšetkým komunikácia so susedom. Zdrojom informácií boli aj rozhlas a televízia, pán farár a škola.

Dostatočnosť doterajšieho stavu v informovanosti miestneho obyvateľstva

Najvyššie percento opýtaných (54,3 %) ohodnotilo svoju informovanosť ako dostatočnú až veľmi dobrú. Nasledovali odpovede v ktorých respondenti uviedli, že ich informovanosť je nízka až povrchná. 10,2 % nie je o problematike životného prostredia vôbec informovaná. Rozdielnosti v odpovediach z hľadiska osobných charakteristík neboli výrazné. Väčšina respondentov, ktorá svoju informovanosť označila ako dostatočnú boli obyvatelia žijúci v obci od narodenia, alebo viac ako 10 rokov, muži aj ženy, 40–59 roční, ženatí aj rozvedení so základným ale aj vysokoškolským vzdelaním, zamestnaní aj nezamestnaní ako aj živnostníci a podnikatelia.

Významné faktory vo vzťahu k rozvoju obce

Medzi významné faktory ovplyvňujúce rozvoj obce patrí ochota miestnych ľudí zapájať sa aktívne do diania v obci. Jednoducho, ak obyvateľom bude na svojej obci záležať, budú mať oveľa vyššiu šancu na úspech aj na snahy chrániť krajinu (ĎURIŠOVÁ, MENTEL, 2006). Z hodnotenia vyplynulo, že najviac respondentov má záujem o verejné veci a do diania v obci sa pravidelne zapája. 25,4 % sa viac zaujíma ako nezaujíma o veci verejné a o necelé jedno percento menej respondentov sa viac nezaujíma ako zaujíma o riešenie verejných vecí. 4,1 % sa o dianie v obci vôbec nezaujíma. 0,5 % respondentov neuviedlo na túto otázku odpoveď. Rovnaké percento opýtaných v odpovedi uviedlo, že svoju participáciu pri riešení verejných vecí podmieňuje konštatovaním o aké veci ide. Z odpovedí môžeme usudzovať, že väčšina obyvateľov v hodnotených obciach je aktívna a má záujem nielen zúčastňovať sa na akciách ale ich aj organizovať predovšetkým v súčinnosti s obecným úradom, farským úradom alebo miestnou školou. Z hľadiska osobných charakteristík sa najviac o riešenie verejných vecí zaujímali vysokoškolsky vzdelaní respondenti a naopak najmenej študenti.

Ostatné faktory vplývajúce na kvalitu životného prostredia

Kvalitu životného prostredia ovplyvňujú aj ďalšie faktory. Respondenti mali charakterizovať úroveň životného prostredia z pohľadu zhodnotenia úrovne estetickej stránky obce, vybavenosti obce službami (obchodmi), úrovne školstva, športových a kultúrnych možností, bytovej otázky, estetickej stránky obce, dopravnej prepojenosti, úrovne zdravotníctva, pracovných príležitostí a technickej vybavenosti v obci. Z celkového počtu respondentov najvyššie percento (64,5% respondentov) si myslí, že kvalita životného prostredia z tohto pohľadu je dobrá. Rovnako vysoké percento opýtaných úroveň školstva a zdravotníctva, technickú vybavenosť, vybavenosť obce službami, dopravnú prepojenosť a bytovú otázku hodnotilo ako dobrú. 56,9% označilo pracovné príležitosti v obci za slabé. Tento názor mali predovšetkým ekonomicky aktívni obyvatelia vo vekovej kategórii 40-59 roční. Aj športové a kultúrne možnosti využitia hodnotila väčšina respondentov, predovšetkým v mladšej vekovej kategórii, za slabé.

Životné hodnoty

Každý človek vo svojom živote uprednostňuje rôzne hodnoty, ktoré charakterizujú jeho životný štýl. Pre väčšinu respondentov (78,7 %) z vybraných obcí má najvyššiu hodnotu v ich živote rodina a zdravie. 38,6 % uprednostňuje zdravé životné prostredie. Pre viac ako 30 % respondentov sú to medziľudské vzťahy. Financie, za najvýznamnejší faktor ovplyvňujúci ich životný štýl, uviedlo viac ako 26 % oslovených. Viac ako 18 % za najvýznamnejší faktor považuje nezávislosť. Najmenej respondentov na prvé miesto uviedlo kariéru. Aj vzhľadom na osobné charakteristiky sa toto poradie faktorov výrazne nezmenilo. Najvyššie percento slobodných respondentov kariéru uviedlo na druhej najvýznamnejšej pozícii v rámci svojho života. Pre väčšinu dôchodcov kariéra a nezávislosť v živote už nie sú také dôležité ako napríklad zdravie, rodina a medziľudské vzťahy. Naopak rozvedení uprednostňujú vo svojom živote okrem zdravia aj peniaze a nezávislosť. Rovnako k faktorom ktoré najviac ovplyvňujú hodnotovú orientáciu respondentov patrí rodinné zázemie, náboženské cítenie a škola. Ďalej sú to priateľské vzťahy a pracovisko a na záver internet, reklama a politika. Staršie vekové kategórie 60 a viac ročných respondentov sú v živote najviac ovplyvnení rodinou a náboženským cítením.

ZÁVER

Hodnotenie kvality života predstavuje širokú tému, ktorá zahrňuje celý rad ekologických, ekonomických a sociálnych aspektov. Kvalita zložiek životného prostredia sa považuje za východisko pre formovanie podmienok pre zdravý život a tým aj kvalitu života. Možno povedať, že názory a životné hodnoty a postoje človeka vo vzťahu k okoliu a životnému prostrediu rozhodujúcou mierou ovplyvňujú spôsob využívania prírodných zdrojov a tým výrazne formujú životné prostredie človeka a kvalitu života ľudí. Využívanie pôdy sa podriaďuje záujmom a potrebám človeka, ktoré majú zvyčajne ekonomické pozadie – zabezpečenie života a ekonomickej prosperity. Hodnotenie resp. posudzovanie problémov životného prostredia a faktorov, ktoré ich zapríčiňujú výrazne ovplyvňuje úroveň vedomia a hodnotové kritériá spoločnosti a obyvateľstva. Ako vyplýva z dotazníkového prieskumu, vidiecke obyvateľstvo si uvedomuje význam zdravého životného prostredia. Napriek tomu zamestnanosť (pracovné príležitosti), finančné zabezpečenie, zabezpečenie službami, technická vybavenosť, bytové otázky, úroveň zdravotníctva patria k významným faktorom, ktoré bezprostredne ovplyvňujú kvalitu života vidieckeho obyvateľstva.

POĎAKOVANIE

Práca bola vypracovaná na základe výsledkov riešenia úlohy výskumu a vývoja Multifunkčné využitie pôdy SR č. 2006 UO 27/090 03 03/090 03 19 a projektu VEGA 2/0152/09 Revitalizácia krajiny v nových socioekonomických podmienkach.

LITERATÚRA

- BUJNOVSKÝ, R. – BALKOVIČ, J. – BARANČIKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – VILČEK, J. 2009. *Hodnotenie a oceňovanie ekologických funkcií poľnohospodárskych pôd Slovenska*. Bratislava: VÚPOP, 2009, 72 s. ISBN 978-80-89128-56-3.
- BUJNOVSKÝ, R. – ANTAL, J. – BALKOVIČ, J. – BIELEK, P. – BUBLINEC, E. – CEBECAUER, T. – FULAJTÁR, E. – GERGELOVÁ, Z., HOLÚBEK, R. – HUBA, M. – HRNČIAROVÁ, T. – JURANI, B. – KOVAČ, K. – MINDÁŠ, J. – PAVLENDÁ, P. – SOBOCKÁ, J. – ŠISKA, B. – ŠKVARENINA, J. – ŠŤOTOR, J. – THALMEINEROVÁ, D. 2004. *Identifikácia priorít a rozvoja kapacít pre plnenie záväzkov SR vyplývajúcich z globálnych environmentálnych dohôdov*. Tematická hodnotiaci správa o potrebách rozvoja kapacít pre Dohovor OSN o boji proti dezertifikácii v krajinách postihnutých suchom, predovšetkým v Afrike. MŽP SR – MP SR – UNDP/GEF, 2004, 42 s.
- CONSTANZA, R. – D'ARGE, R. – DEGROOT, R. – FABER, S. – GRASSO, M. – HANNON, B. – LIMBURG, K. – NAEEM, S. – O'NEILL, R.V.O. – PARUELO, J. – RASKIN, R.G. – SUTTON, P. – VAN DEN BELT, M. 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. In *Nature*, 1997, 387, p. 253-260.
- DEGROOT, R.S. 1992. *Functions of Nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision-making*. Groningen: Wolters Noordhoff BV, 1992, 345 p. ISBN 90-01-35594-3.
- DEGROOT, R.S. – WILSON, M.A. – BOUMANS, R.M.J. 2002. *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*. In *Ecological Economics*, vol. 41, 2002, p. 393-408.
- ĎURIŠOVÁ, M. – MENTEL, A. 2006. *Kroj ako nástroj rozvoja vidieka v Štajersku*. In *Sborník príspevků Venkovská krajina*. Brno: ZOČSOP Veronica, 2006, s. 28-31. ISBN 80-239-7166-2.
- EEA 2005. *European environment outlook*. EEA report No. 4. Copenhagen: EEA, 2005, 92 p. ISBN 92-9167-769-8.
- FABER, S.C. – CONSTANZA, R. – WILSON, M.A. 2002. *Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services*. In *Ecological Economics*, vol. 41, 2002, p. 375-392.
- HEAL, G. 2000. *Valuing ecosystem services*. In *Ecosystems*, vol. 3, 2000, p. 24-30.
- HUBA, M. 1996. *Uplatnenie zásad trvalej udržateľnosti pri hodnotení environmentálnych vplyvov rozvojových koncepcií*. *Životné prostredie*, roč. 30, 1996, č. 1, s. 19-21.
- IRA, V. 1999. *Životné prostredie, kvalita života a trvalo udržateľný rozvoj vo vnímaní a predstavách obyvateľov (V regiónoch Dolné Pomoravie, Tatry a Východné Karpaty)*. *Folia Geografica*, roč. 32, 1999, č. 3, Prešov, s. 338-345.
- KOBZA, J. – BARANČIKOVÁ, G. – ČUMOVÁ, L. – DODOK, R. – HRIVNÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BEZÁKOVÁ-NÁČINIÁKOVÁ, Z. – PÁLKA, B. – PAVLENDÁ, P. – SCHLOSSEROVÁ, J. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. – TÓTHOVÁ, G. 2009. *Monitoring pôd SR. Aktuálny stav a vývoj monitorovaných pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu*. VÚPOP, Bratislava, 2009, 200 s. ISBN 978-80-89128-54-9
- KOLLÁR, D. 1997. *Percepcia základných životných potrieb vidieckeho obyvateľstva v Bielych Karpatoch*. *Geographia Slovaca*, 12, 1997, s. 69-78.
- JIRÁKOVÁ, P. – STRAKA, V. 2006. *Specifika reklamy ve venkovském prostředí: kontrasty, a paradoxy ovlivňování podoby venkova reklamou*. In *Sborník príspevků Venkovská krajina*. Brno: ZOČSOP Veronica, 2006, s. 84-86. ISBN 80-239-7166-2.
- MOYZEOVÁ, M. 2004. *Hodnotenie vplyvov na ekologickú štruktúru krajiny v podmienkach hospodársky intenzívne využívaného regiónu (na príklade modelového územia okresu Trnava)*. Dizertačná práca. Bratislava. 152 s.
- MP SR 2007. *Správa o poľnohospodárstve a potravinárstve v Slovenskej republike 2008 (stav za rok 2007)*. Bratislava: MP SR, 2008, 129 s. ISBN 978-80-89088-72-0
- PAŠIAK, J. 1997. *Problematika malých sídiel a ich trvalo udržateľný rozvoj*. In *Aktuálne problémy regionálneho rozvoja*. Banská Bystrica: Univ. M. Bela, 1997, s. 52-60.
- PODOLÁK, P. 1999. *Populačný vývoj vidieckych sídiel Slovenska*. *Folia geographica*, roč. 32, č. 3, Zborník z XII. Zjazdu SGS, Prešov, s. 67-72
- SCIAMA, Y. 2007. *Towards a planet-wide ethic. A talk with Dominique Bourg*. Research EU No. 52, 2007, p. 16-17
- VAN CAMP, L. – BUJARRABAL, B. – GENTILE, A.R. – JONES, R. J.A. – MONTANARELLA, L. – OLAZABAL, C. – SELVARADJOU, S.K. 2004. *Reports of the technical working groups established under the thematic strategy for soil protection*. EUR 21319 EN/1-6. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities, 2004, 872 pp.
- WINKLER, R. 2006. *Valuation of ecosystem goods and services. Part 1: An integrated dynamic approach*. In *Ecological Economics*, 59, 2006, p. 82-93.

VÝPOVEDNÉ HODNOTY PŮDNYCH A PŮDNOEKOLOGICKÝCH JEDNOTIEK A VÍZIE PEDOLOGICKÝCH SYSTÉMOV

INDICATIVE VALUES OF THE SOIL AND PEDOECOLOGICAL UNITS AND VISIONS OF THE PEDOLOGICAL SYSTEMS

Michal Džatko

Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava Gagarinova 10, 827 13 Bratislava,
e-mail: m.dzatko@vupop.sk

Motto

"The soil is not regarded as a complex of restricted number of properties but as an entity... The existence of a natural order (based on causality) is the objective test of our work in soil systematic that shows whether we have succeeded or failed.

Kubiena (1958).

„Any property of the land not indicated by vegetation is not of practical importance“ Tuxen

(in Zonneveld 1966).

Abstrakt

Prvoradým zámerom príspevku je dokumentácia aj nášho vývoja, že vďaka poznaniu známych prác (ZONNEWELD, 1969; BRINKMAN, SMYTH, 1973; FAO, 1975 A INÍ) boli a sú už aj na Slovensku plne akceptované holistické zásady integrovaného hodnotenia všetkých, najmä tých prírodných faktorov, ktoré podmieňujú rozdielnosť výpovedných hodnôt pôdnych a pôdnoekologických jednotiek Slovenska. Finálne výsledky takejto integrovanej klasifikácie pôdnych a pôdnoekologických jednotiek a systémov sú v zákonitej rozdielnosti výpovedných hodnôt oboch, podobných systémov.

Nie malým impulzom pre takúto prezentáciu o výpovedných hodnotách pôdnoekologických jednotiek Slovenska je aj snaha prispieť do diskusie o klasifikácii pôdnych systémov, ktorú inicioval Prof. Ruellan v roku 2002.

Abstract

The primary aim of the paper is a documentation of our development that holistic principles of integrated assessment based on natural factors have been completely accepted as well in Slovakia thanks to understanding of familiar works (ZONNEWELD, 1969; BRINKMAN, SMYTH, 1973; FAO, 1975 ET AL.). It is referring namely of those natural factors which are conditioned by variance of bearing witness values of soil and soil-ecological units in Slovakia.

Final results of this integrated classification (i.e. soil and soil-ecological units both) and systems respect natural divergence of the bearing witness values of these two similar systems.

A great impulse for such presentation on bearing witness values of soil-ecological units in Slovakia is also our effort to contribute into discussion on classification of soil systems initiated by prof. Ruellan in 2002.

Keywords: soil units, pedoecological units, land evaluation

ÚVOD

Primárnym zámerom príspevku je stručná dokumentácia veľmi pozitívnych výsledkov nevšednej zhody riešiteľov „tradičnej“ Bonitácie pôd: prijať a aplikovať aj holistické zásady a metódy integrovaného hodnotenia celého, resp. prevažujúceho komplexu prírodných a ekologických faktorov, ktoré podmieňujú aj výraznú priestorovú diferenciaciu vlastností a potenciálov pôd a územných celkov.

Východiskovým krokom pre aplikáciu holistických metód a postupov hodnotenia pôd bolo vypracovanie takých sústav pôdných a územných jednotiek, ktoré predstavujú homogénne, alebo špecificky heterogénne územia s vlastnou a neopakovateľnou charakteristikou nielen pôdných, ale aj prírodných a ekologických vlastností územných celkov (podrobnejšie DŽATKO, BEDRNA 1973).

Na základe takto odsúhlasených zámerov a postupov hodnotenia územných celkov, vznikli najprv (samostatné) „Sústavy pôdných jednotiek“ Čiech a Slovenska (1961–1971) a nadväzne (1972–1981) aj nové, obsahom výpovednejšie „Sústavy pôdnoekologických jednotiek“, ktoré sú východiskovým podkladom nielen pre „tradičnú bonitáciu“, ale aj pre vypracovanie nových, relevantnejších podkladov aj pre riešenie otázok hodnotenia, ochrany a využívania zdrojov pôdy a krajiny.

Postupnosť poznávania a hodnotenia vzťahov medzi vlastnosťami pôd a zložkami prostredia na Slovensku, dokumentuje nie malý súbor prác nielen pôdozalcov, ale aj botanikov, lesníkov a iných prírodovedcov, ktoré boli publikované už v počiatku druhej polovice minulého storočia (JURKO, 1958; ŠÁLY, 1962; MICHÁLKO, DŽATKO, 1965; DŽATKO, BEDRNA, 1973 a iní).

Aj v priamej nadväznosti na novšie príspevky (STEWART, 1968; ZONNEVELD, 1969; BRINKMAN, SMYTH, 1973; FAO, 1975 a iní), vznikli na Slovensku dve, vzájomne nadväzné sústavy „pôdných“ a „pôdnoekologických“ jednotiek, ktoré sú východiskovým podkladom aj pre následné modelovanie udržateľných sústav ochrany a využívania zdrojov pôdy a krajiny nielen na úrovni topicických, ale aj regionálnych jednotiek.

Impulzom pre takto koncipovanú prezentáciu výsledkov hodnotenia a porovnávania výpovedných hodnôt pôdných a pôdnoekologických jednotiek Slovenska je aj stavovská snaha prispieť aj do diskusie o klasifikácii pôdných systémov a vízii budúcnosti pôdoznectva, ktorú inicioval A. Ruellan 2002 a súčasne prispieť aj do diskusie „ako ďalej?“ v zdokonaľovaní hodnotenia výpovedných hodnôt pôdných a pôdnoekologických jednotiek aj pre nadväzné modelovanie udržateľných sústav ochrany a vyžívania pôdy, krajiny a územných celkov.

1. STRUČNÝ ÚVOD K VÝPOVEDNÝM HODNOTÁM PŮDNÝCH A PŮDNOEKOLOGICKÝCH JEDNOTIEK

Pojmom pôdna jednotka sa všeobecne vyjadruje množina pedónov tej istej taxonomickej úrovne na určitom mieste, ktorá tvorí prirodzenú pôdnu jednotku pôdneho pokryvu, tzv. polypedon. Východiskovým objektom hodnotenia vlastností pôdných jednotiek sú spravidla pôdne typy a subtypy, menej nižšie klasifikačné jednotky (SPS, MGKSPS 2000).

Vieme, že podrobným mapovaním pôdných jednotiek na celej výmere poľnohospodárskych pôd Slovenska (HRAŠKO, BEDRNA A INÍ KPP, 1961–1972) vznikli nielen neoceniteľné súbory dát o vlastnostiach a priestorovej štruktúre pôdných jednotiek, ale aj progresívne podmienky pre rozvoj nielen klasifikácie pôd, ale aj aplikácie holistických zásad a aspektov využívania pôdy a územných celkov aj na Slovensku. Súčasne sa ale žiada pripomenúť, že progresivita takého rozvoja bola, je a iste aj bude podmienená nielen stupňom správneho chápania a aplikácie holistických zásad hodnotenia pôd a územných celkov, ale predovšetkým aj dôsledným rešpektovaním vzťahov a zákonitostí medzi všetkými zložkami krajiny.

I keď pojmy „holizmus“ „prírodné vzťahy“ „bioekologické vzťahy“ „integrovaná ochrana pôdy a produkčného potenciálu územných celkov“ a iné, neboli v danom čase nové, v rokoch 1960-1980 vznikol nový, plne rešpektovaný a oceňovaný interdisciplinárny smer „*hodnotenie zeme*“–„*land evaluation*“ (STEWART, 1968; ZONNEVELD, 1969; FAO, 1975 a iní), ktorý sa všeobecne definuje ako „*proces získavania a interpretácie základných údajov o vlastnostiach pôd, vegetácie, klímy a iných zložiek krajiny za účelom identifikácie a vypracovania výhľadových alternatív využitia zeme v daných sociálnoekonomických podmienkach*“ (BRINKMAN, SMYTH, 1973).

Progresivita výpovedných hodnôt holistického hodnotenia pôd a územia je predovšetkým v kvantitatívnej a kvalitatívnej klasifikácii ich aktuálnej a potenciálnej vhodnosti pre konkrétne účely, v typizácii využitia zeme a pôd (porovnaj FAO, 1975).

Rozvoj holistického hodnotenia pôd a územných celkov zákonite podmienil aj zmeny nielen v chápaní a realizácii pôvodných, najmä úzko ekonomických zámerov tradičnej „bonitácie pôd“, ale aj v metodických postupoch, a tým aj v terminológii hodnotenia pôd a územných celkov..

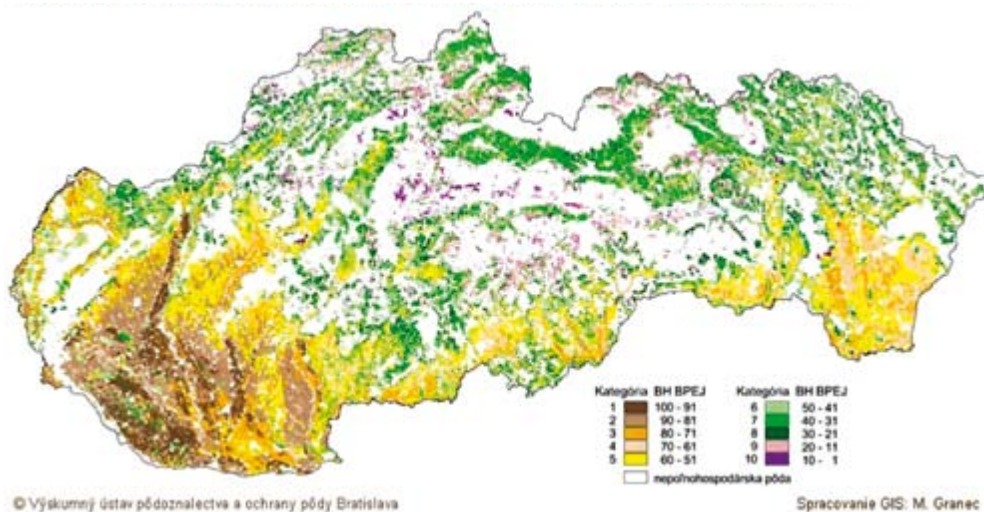
Konkrétnym výsledkom ich aplikácie na Slovensku sú systavy „*bodového hodnotenia produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd (BH BPEJ)*, *typologickoprodukčných kategórií (TPK BPEJ)*, ako aj „*indexov hodnotenia produkčných potenciálov pôd a územných celkov Slovenska*“. Sú to nové, relevantné východiskové podklady nielen pre „tradičnú“ lokalizáciu a kvantifikáciu poľnohospodárskej produkcie, ale aj pre riešenie aktuálnych otázok ochrany a udržateľného využívania zdrojov pôdy a krajiny.

Pôvodne sme pojem „pôdnoekologická jednotka“ definovali ako „*relatívne rovnorodý územný celok, ktorý má v dôsledku vzájomného pôsobenia celého komplexu zložiek prostredia, najmä pôdy, klímy a reliéfu špecifický a neopakovateľný charakter prírodných vlastností a tým aj ich produkčného potenciálu*“ (DŽATKO A INÍ, 1974, 1976).

Ale vďaka výpovedným hodnotám viac ako 20 ročných výsledkov hodnotenia pôd a územných celkov môžeme už pôvodnú definíciu BPEJ spresniť a doplniť aj tak, že: „*výpoved-*

ná hodnota sústavy pôdnoekologických jednotiek nie je len v poskytovaní relevantných údajov pre hodnotenie produkčného potenciálu pôd, ale aj pre nadväznú modelovanie udržateľných sústav ochrany a využívania poľnohospodárskych pôd a územných celkov tak na topickej, ako aj na regionálnej úrovni”, názornejšie v nasledujúcich mapách.

Obr. 1. Produkčný potenciál poľnohospodárskych pôd Slovenska (DŽATKO, 2002)



2. VÝPOVEDNÉ HODNOTY PŮDNÝCH A PŮDNOEKOLOGICKÝCH JEDNOTIEK PRE MODELOVANIE UDRŽATEĽNÝCH SÚSTAV VYUŽÍVANIA PŮDY A KRAJINY NA SLOVENSKU

Menšiu, presnejšie nie dostatočnú výpovednú hodnotu genetických pôdných jednotiek pre hodnotenie pôd a územia, veľmi stručne dokumentujeme príkladmi výsledkov hodnotenia vzťahov medzi genetickými pôdnymi typmi a úrodami plodín na Podunajskej nížine (DŽATKO, PETERKOVÁ, 1973), pozri tabuľky 1 a 2.

Na základe aj takto získaných údajov v tabuľke 1 môžeme konštatovať, že preukazné vzťahy medzi genetickými pôdnymi typmi a úrodami plodín sa prejavia len pri ich sumárnom hodnotení v rámci celého Slovenska, resp. len pri hodnotení veľkých územných celkov. Ale ak tie isté vstupné údaje vyhodnotíme v rámci hraníc rozdielnych regionálnych jednotiek (príklad, len na Podunajskej nížine) zistíme, že produkčné predpoklady toho istého pôdneho typu sú na rôznych pahorkatinách Podunajskej nížiny rozdielne (Tab. 2).

Tab. 1. Indexy hektárových úrod a hrubej poľnohospodárskej produkcie na pôdnych typoch

	pšenica	kukurica	lucerna HPP
ČA - čiernica	99,5	87,9	100,0 95,6
ČM - černozem	90,3	83,2	81,9 91,0
LM - luvizem	83,9	74,7	80,3 76,2
FM - fluvizem	73,5	69,2	71,2 67,2
PG - pseudoglej	42,5	35,8	43,3 31,0

Ale ak tie isté vstupné údaje vyhodnotíme v rámci hraníc regionálnych jednotiek, čiže len na Podunajskej nížine (Tab. 2) zistíme, že produkčné predpoklady toho istého pôdneho typu sú na jednotlivých pahorkatinách Podunajskej nížiny rozdielne.

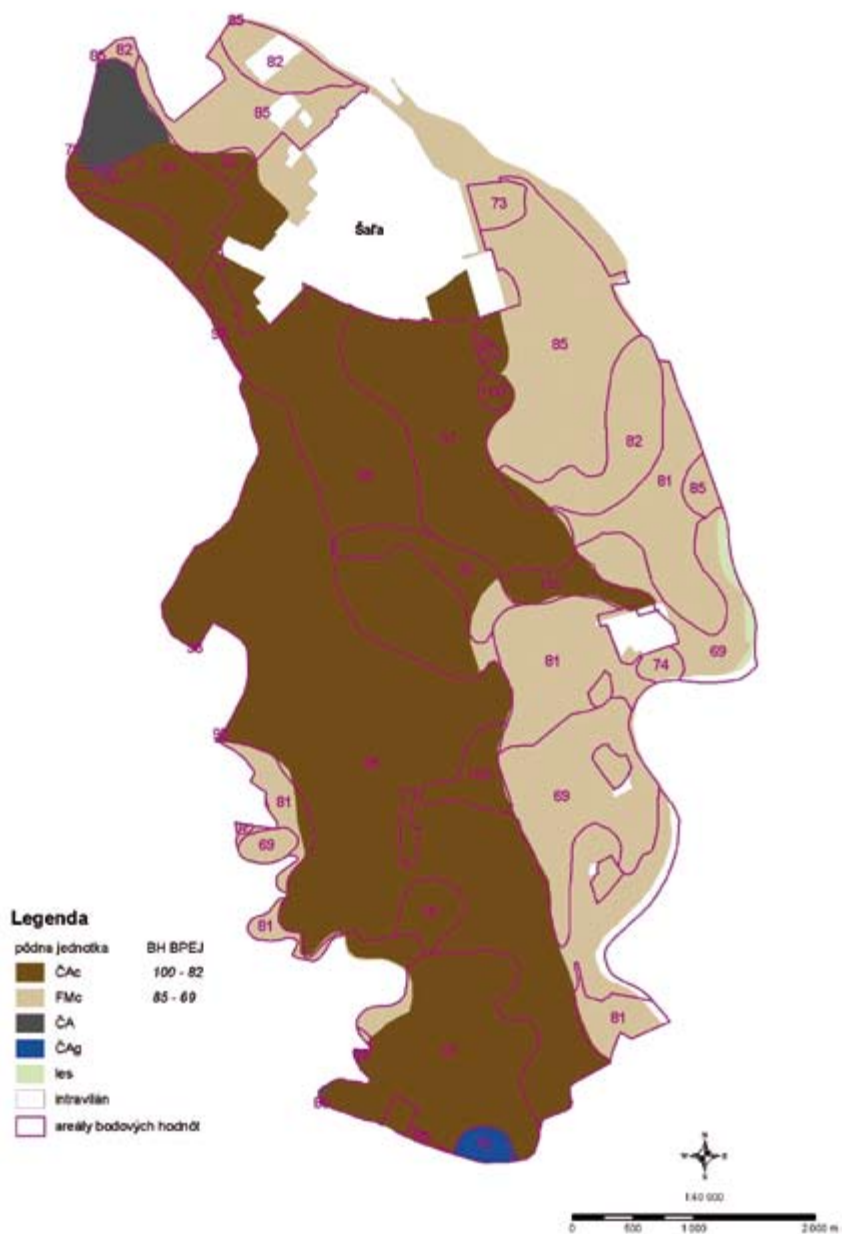
Tab.2. Indexy úrod a hrubej poľnohospodárskej produkcie na černozeiach (ČM) Podunajskej nížiny

	pšenica	kukurica	cukr. repa	lucerna	HPP
Podunajská nížina	91,0	84,0	81,2	81,3	91,5
Trnavská pahorkatina	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nitrianska pahorkatina	90,3	81,3	79,7	79,5	93,7
Pohronská pahorkatina	85,9	85,8	78,9	77,9	80,4

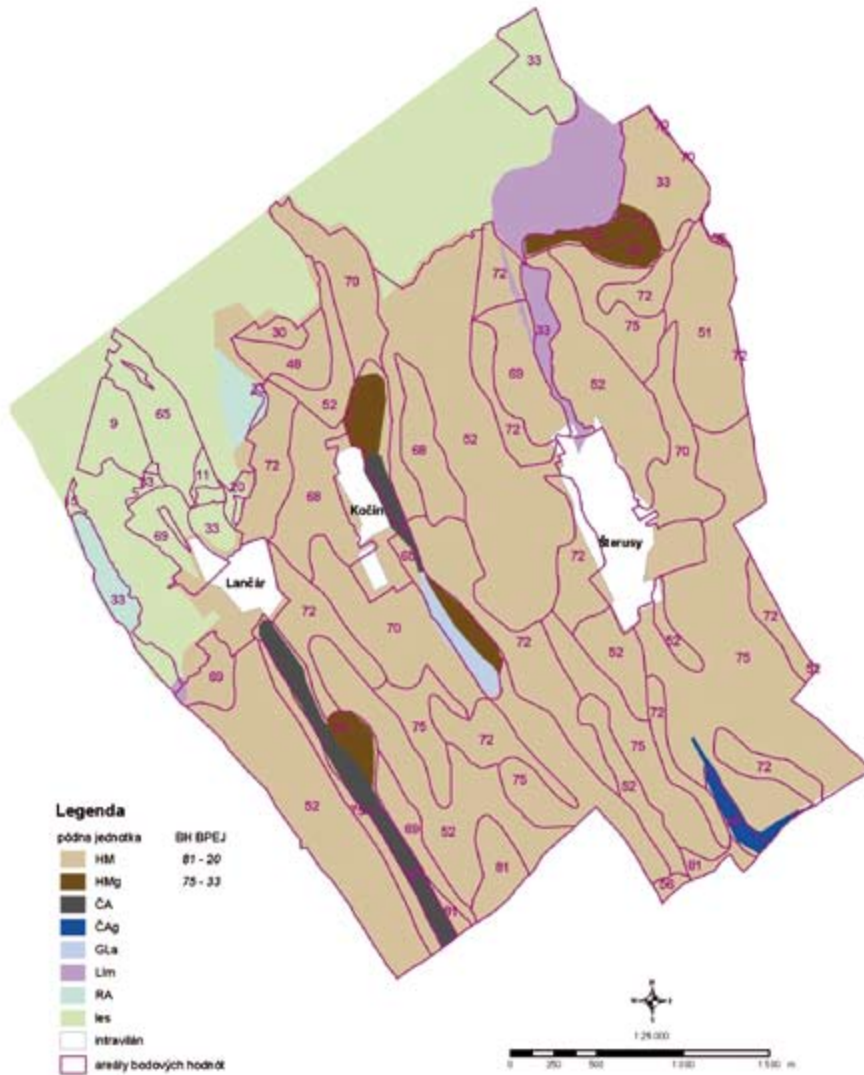
Tieto a podobné údaje o úrodách a tým aj o produkčných potenciáloch pôdnych a pôdnoekologických jednotiek boli a aj s odstupom času sú dostatočným argumentom správnosti pôvodnej požiadavky, vypracovať Sústavu pôdnoekologických jednotiek (BPEJ), na základe hodnotenia vlastností pôd, klímy a reliéfu (DŽATKO A INÍ, 1976, LINKÉŠ A INÍ, 1996 a iné).

V snahe aj o názornejšiu dokumentáciu rozdielných výpovedných hodnôt pôdnych a pôdnoekologických jednotiek, stručne demonštrujeme len dva príklady nie malých rozdielov priestorovej diferenciacie bodových, čiže produkčných hodnôt (BPEJ) na rozdielných, ale priestorovo susediacich pôdnych jednotkách čiernic (BH BPEJ 100-82) a fluvizemí (BH BPEJ) na území Šaľa (Obr. 2) a na väčšom území (Obr. 3), ako aj príklad dostupných máp typologicko-produkčných kategórií pôd (TPK) na Podunajskej nížine (Obr. 4).

Obr. 2. Výpovedné hodnoty pôdných jednotiek ČAc a FMc a príslušných pôdno-ekologických jednotiek na Podunajskej rovine



Obr. 3. Výpovedné hodnoty pôdnych jednotiek Hm a HMg a príslušných pôdno-ekologických jednotiek na Podunajskej pahorkatine



Obr. 4. Príklad priestorovej diferenciacie typologicko-produkčných kategórií na Podunajskej rovine

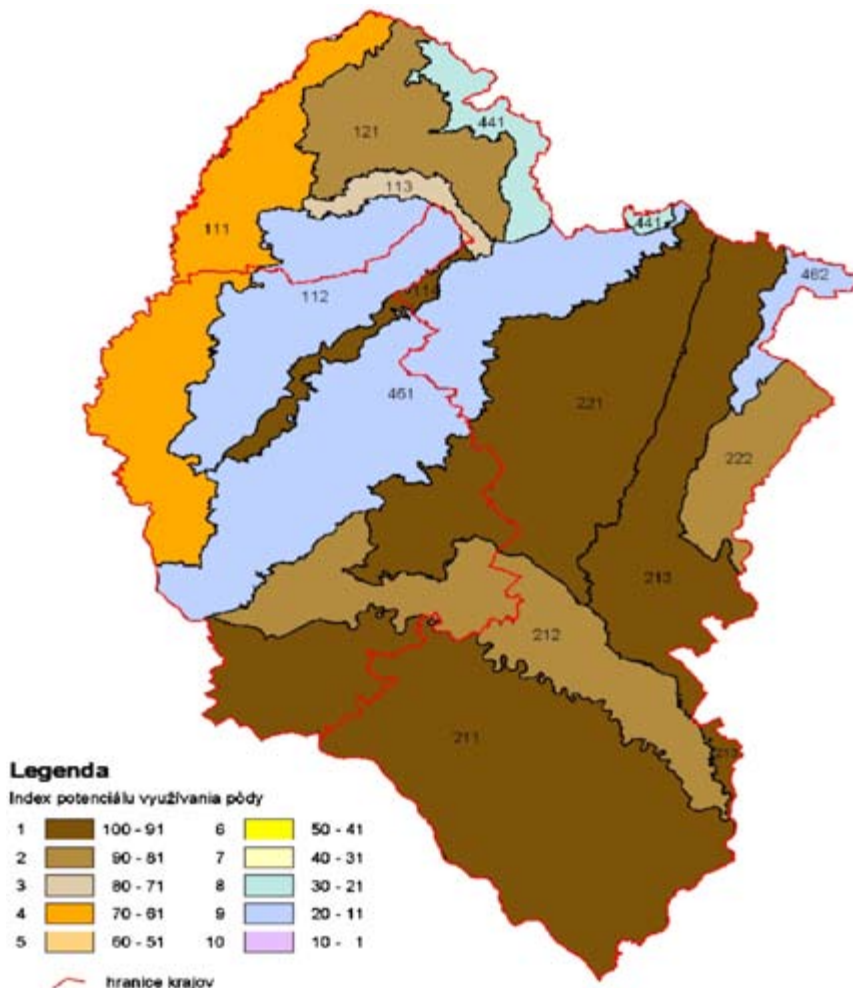


3. HODNOTENIE POTENCIÁLOV POĽNOHOSPODÁRSKEHO VYUŽITIA ÚZEMNÝCH A REGIONÁLNYCH CELKOV

Pretože poľnohospodárske pôdy nie sú na celej výmere prírodného, alebo územného regiónu, vyjadrujeme jeho potenciál pre poľnohospodárske využívanie súčinom priemernej bodovej hodnoty produkčného potenciálu regiónu a podielom príslušnej výmery poľnohospodárskej pôdy podľa vzorca: (podrobnejšie in DžATKO, 2002)

$$IPPV = \frac{BH \text{ PEJ} \times \% \text{ výmery poľnohospodárskej pôdy}}{100}$$

Obr. 5 Potenciál poľnohospodárskeho využitia regiónov VÚC Bratislava a Trnava



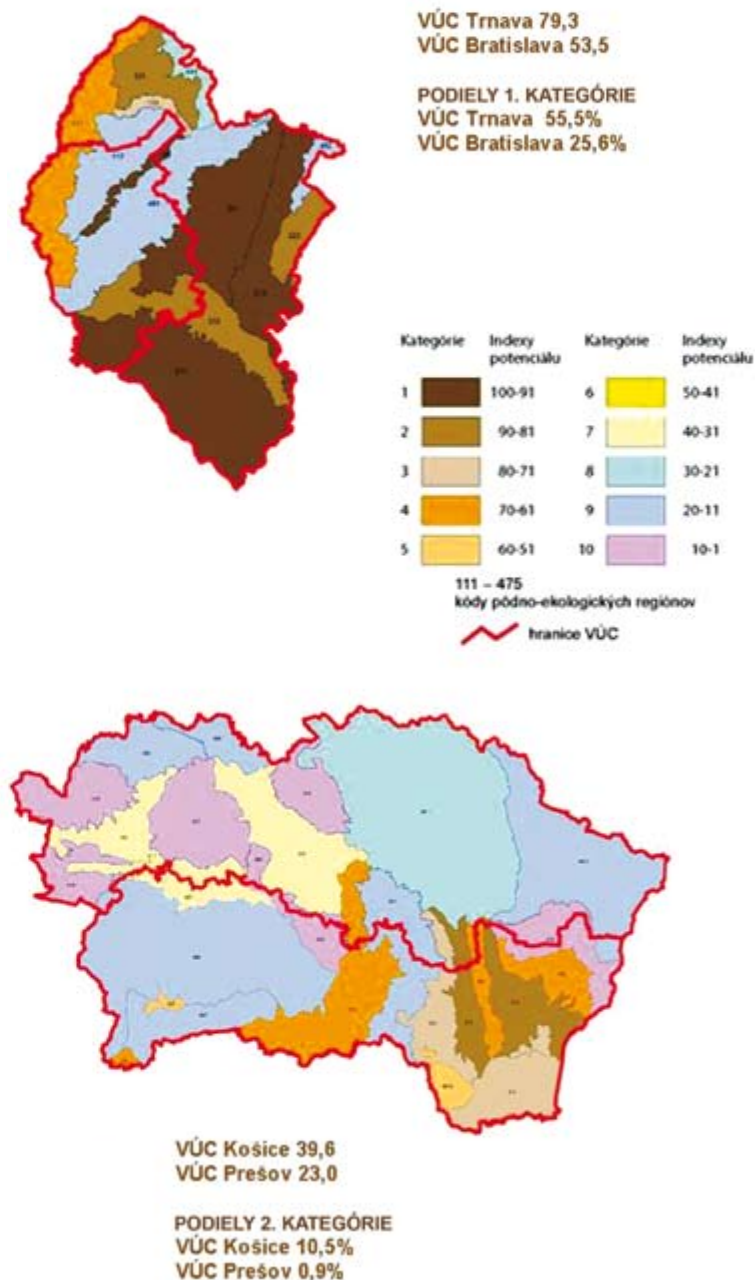
Je to nielen názorný, ale aj dokumentujúci príklad v podstate nie nového poznatku, že výpovedná hodnota vhodnosti nielen topických, ale aj regionálnych územných celkov pre poľnohospodárske využitie nie je podmienená len priemernou hodnotou produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd, ale aj ich výmerou, lebo menší podiel poľnohospodárskej pôdy konkrétnych územných celkov znižuje ich potenciál, ktorý je vyjadrený indexom potenciálu poľnohospodárskeho využitia (IPPV) konkrétnych územných celkov.

Veľmi názorným a aj dokumentujúcim príkladom relevantnosti výpovedných hodnôt „Indexov potenciálov poľnohospodárskeho využitia“ pôd a územných celkov (IPPV) najmä pre riešenie otázok rozvoja regiónov je obrázok 6, ktorá dokumentuje nie malú, rozdielnosť potenciálov poľnohospodárskeho využitia územia nielen v samosprávnych krajoch, ale aj výrazné rozdielnosti potenciálov vo východnej a západnej časti Slovenska.

Je to, presnejšie: mal by to byť východiskový dokument nielen o rozdieloch IPPV, ale aj

prvoradým východiskovým podkladom aj pre modelovanie diferencovaných sústav rozvoja územných celkov nielen na topickej, ale aj regionálnej úrovni..

Obr. 6 Indexy potenciálneho využitia poľnohospodárskej pôdy v rôznych regiónoch



4. STRUČNÝ SÚHRN A POSTOJE K OTÁZKAM AKO ĎALEJ?

Viac ako 20. ročné výsledky hodnotenia nadväzných, ale obsahovo a tým aj výpovedne rozdielných sústav pôdnych a pôdnoekologických jednotiek Slovenska potvrdzujú správnosť nielen antických a biblických, ale aj súčasných poznatkov o vzájomných vzťahoch medzi všetkými zložkami prostredia, čiže OIKOSu, ktoré priamo vplývajú aj na stabilitu krajiny a životného prostredia.

Sme presvedčení, že nielen prof. Ruelan vie, že: „Pôdne mapy, ktoré vznikli na báze pedónov sú umelé, zle reprezentujú reality a funkčnosť pôdneho pokryvu“ (RUELAN 2002). Veľmi oceňujeme jeho vedeckú česť, prezentovať pravdu a aj návrhy „ako ďalej?“. Ale v kontexte úvah „ako ďalej?“ v hodnotení pôd, sa žiada zvýrazniť aj názor a možno aj odpoveď prof. Oduma (1977): „dva prístupy k výskumu ekosystému (syntetický a analytický) sa musia spojiť a vytvoriť program aktivity, ak človek chce prežiť enviromentálnu krízu, vytvorenú ním samým“.

Pretože našim cieľom nie je podrobnejšia prezentácia možných postupov riešenia týchto otázok v danom čase, osmeľujeme sa aspoň ako východiskový krok pre: „chllenge for the future of soil science“ (RUELLAN, 2002) opätovne zvýrazniť: ak obsahové a najmä výpovedné rozdiely medzi pôdnymi a pôdnoekologickými jednotkami sú evidentné, žiada sa nielen prehodnotiť, ale aj účelovo diferencovať a doplniť terminológiu „pedologických systémov“ aj z hľadiska vplyvu iných zložiek prostredia nielen na morfológické ale aj na funkčné, čiže ekologické vlastnosti a potenciály „pedologických systémov“.

Podobné poznatky, že „preceňovanie analytických a morfogenetických znakov v klasifikácii pôd nie je správne, lebo tieto „konvenčné“ znaky sú len súčasťou veľkého komplexu tých známych a neznámych vlastností, ktoré určujú charakter pôdy ako stanovišťa pre rastliny“, sme prezentovali už v roku 1974: (Ecological aspects of the differences between Chieniczcas and Chernozems, Ved. Práce VÚPVR Bratislava, 31–39).

Ale v kontexte prezentovaných úvah a citácií sa žiada doplniť už len otázku, či je a či aj bude ochota pre harmonizáciu vzťahov aj medzi prírodovednými odborníkmi a riešiteľmi.

LITERATÚRA

- BRINKMAN, R. – SMYTH, A. J. 1973. *Land evaluation for rural purposes*. ILRI 17, Wageningen, 116 p.
- DŽATKO, M. 1972. *Synökologische Charakteristik der Waldgesellschaften im Nördlichen Teil Des Donauflachlandes*. Biologické práce 4, XVIII, 1972. Bratislava: SAV, 95 s.
- DŽATKO, M. 1974. *Ecological Aspects of the Differences Between Chierniczcas and Chernozems*. In: Ved. Práce VÚPVR v Bratislave. Bratislava: Príroda, 1974, s.29-39.
- DŽATKO, M. 1981. *Ekologické aspekty hodnotenia pôd SSR*. In: Vedecké práce VÚPVR v Bratislave 10. Bratislava: VÚPVR, 1981, s. 51-62.
- DŽATKO, M. 1995. *Recent development in land evaluation and sustainable land use planning in Slovakia*. In: Proceedings of Soil Fertility Research Institute 19/II, Bratislava, SFRI, 1995, p.203-210.
- DŽATKO, M. 1999. *Ekologické a ekonomické aspekty hodnotenia pôd na regionálnej úrovni*. Zemědělská ekonomika, 45, 1999 (6), s. 259-262.
- DŽATKO, M. 2002. *Hodnotenie produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd a pôdnoekologických regiónov Slovenska*. Bratislava: VÚPOP, 2002. 87 s. ISBN 80-85361-94-9
- DŽATKO, M. – BEDRNA, Z. 1973. *Über die Bodenbonitation vom Standpunkt Naturwissenschaftlich Ökologischer Aspekte*. Ved. práce VÚPVR v Bratislave. Bratislava: VÚPVR, 1973, s.109-116.
- DŽATKO, M. – PETERKOVÁ, O. 1973. *K otázkam produkčnej schopnosti genetických pôdnych typov a pôdnoekologických jednotiek*. Vedecké práce VÚPVR Bratislava. s.117-128.

- DŽATKO, M. – VILČEK, J. 1999. *Sustainable land use modeling and soil conservation*. In: Contributions of Danube Countries Working Community. Bratislava: VÚPOP, p. 135-140.
- DŽATKO, M. – SOBOČKÁ, J. A KOL. 2009. *Inovovaná príručka pre bonitáciu a hodnotenie poľnohospodárskych pôd Slovenska*. Bratislava: VÚPOP, 2009. 101 s. ISBN 978-80-89128-55-6.
- ELLENBERG, H. 1973. *Ökosystemforschung*. Berlin: Springer Verlag, 1973. 280 s.
- FAO. 1975. *Approaches to land classification*. Soils bulletin 29. Rome: FAO, 123 p.
- HRAŠKO, J. – BEDRNA, Z. A I. 1961-1972, *Súbor správ KPP, VÚPVR-VUPOP Bratislava*.
- JURKO, A. 1958. *Pôdne ekologické pomery a lesné spoločenstvá Podunajskej nížiny*. Bratislava: Vyd. SAV, 264 s.
- KOLEKTÍV. *Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska*. Bratislava: VÚPOP, SPS, 2000. 76 s. ISBN 80-85361-70-1.
- KUBIENA, W. L. 1958. *The Classification of Soils*. Journal of Soil Science, vol. 9.
- LIER, H. N. VAN ET AL. 1994. *Sustainable land use planning*. Amsterdam: Elsevier, 360 p.
- LINKEŠ, V. – PEŠTÚN, V. – DŽATKO, M. 1996. *Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdnoekologických jednotiek*. Bratislava: VÚPÚ, 1996. 103 s. ISBN 80-85361-19-1
- MICHALCO, J. – DŽATKO, M. 1965. *Fytcenologická a ekologická charakteristika rastlinných spoločenstiev lesa Dubník pri Seredi*. Bratislava: Vyd. SAV, s. 47-113.
- ODUM, E. P. 1977. *Základy ekologie*. Praha: Academia, 1977. 733 s.
- RUELLAN, A. 2002. *Classification of pedological systems: a challenge for the future of soil science*. 17th WCSS Thailand, Symposium no. 21, Paper no 31
- ŠÁLY, R. 1962. *Hlavné typy lesných pôd na Slovensku*. Bratislava: Vyd. SAV, 233s.
- VILČEK, J. – DŽATKO, M. 1995. *Land Use Potential Models and Agriculture Efficiency*. Vedecké práce VÚPÚ 19/II Bratislava. Bratislava: Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, 1995, p. 283-287.
- ZONNEVELD, I. S. 1969. *Land evaluation*. Delft: ITC, 1969.
- ZONNEVELD, I. S. 1979. *Land Evaluation and Land (scape) Science*. Enschede: ITC, 1979. 134 p.
-

ŠPECIFIKÁ VÝVOJA PÔD V SPRAŠOVÝCH ÚVALINÁCH NA PRÍKLADE ÚVALINY V KATASTRI OBCE RIŠŇOVCE

SPECIFIC FEATURES OF THE SOIL DEVELOPMENT IN LOESS HILLY LANDS DEMONSTRATED ON THE EXAMPLE OF DRY DEPRESSION NEAR RISNOVCE VILLAGE

Emil FULAJTÁR

Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: e.fulajtar@vupop.sk

Abstrakt

Cieľom tejto štúdie bolo porovnanie pôdneho profilu v malej úvaline s profilom na plošine, ktorá ju obklopuje. Záujmové územie sa nachádza v strednej časti Nitrianskej pahorkatiny, severne od obce Rišňovce. Okolie zaberajú hnedozeme typické a celé územie je poľnohospodársky intenzívne využívané.

Pôdne profily boli charakterizované analýzami zrnitosti a základných chemických vlastností a mikroskopickými výbrusmi na charakterizovanie mikromorfologických vlastností.

Výsledok výskumu tejto depresie priniesol prekvapivé výsledky. Vzhľadom na krátke mierne sklonené svahy a celkovú plytkosť úvaliny bol predpoklad, že v úvaline bude pôda podobná ako na plošine (hnedozem prekrytá tenkým ochrickým prekryvom). Ale pôda odkrytá v úvaline bola od tohto predpokladu veľmi odlišná. Na rozdiel od typickej hnedozeme kultizemnej na plošine, bola pôda v úvaline klasifikovaná ako černozem kultizemná hnedozemná. Bola prekrytá 55 cm hrubým nánosom, ktorý mal na rozdiel od očakávania tiež molický charakter, podobne ako A horizont prekrytej pôdy, ale je menej výrazne vyvinutý. Hlavné rozdiely ktoré boli predmetom diskusie sú tieto:

- a) Pôda v úvaline má molický A horizont na rozdiel od ochrického A horizontu pôdy na plošine.
- b) B horizont v úvaline je hrubší ako na plošine, ale intenzita iluviácie je nižšia.
- c) Prekryv v úvaline je molický, ale A horizonty v priestore odkiaľ bol tento materiál erodovaný sú ochrické.

Tieto rozdiely poukazujú, že depresná poloha, hoci veľmi plytká, mala na vývoj pôd oveľa väčší vplyv než sa predpokladalo. Hlavným diferenciačným činiteľom je vlhkosť, ktorá presakuje do úvaliny podpovrchovými laterálnymi tokmi z okolia. Pôsobí niekoľkými spôsobmi:

- a) Podporuje rast rastlín a akumuláciu organickej hmoty.
 - b) Podporuje vyplavovanie karbonátov.
 - c) Brzdí vyplavovanie ílu tým že bráni jeho disperzii, lebo prináša z okolia vyplavené ióny vápnika a udržuje pH na neutrálnej úrovni.
-

Tieto tri procesy vysvetľujú rozdiely medzi pôvodnou černozeťou v úvaline a hnedozemou na plošine.

Vysvetlenie molického charakteru prekryvu v úvaline je však nie je jednoznačné. Prichádzajú do úvahy dve možnosti. Prvou možnosťou je, že materiál erodovaný zo svahov mal ochrický charakter a až po usadení sa transformoval na molický horizont. Druhou možnosťou je, že materiál z ktorého vznikol prekryv mal molický charakter už pred tým, než bol do úvaliny prinesený, čiže v nedávnej minulosti boli v okolí úvaliny pôdy s molickými A horizontmi, ktoré sa až pod vplyvom veľkoplošného poľnohospodárstva urýchlenou mineralizáciou zmenili na ochrické.

Výsledky tejto štúdie poukazujú na to, že úvaliny v sprašových pahorkatinách môžu poskytnúť poznatky umožňujúce lepšie pochopiť pedogenézu v sprašových oblastiach.

Kľúčové slová: černozeť, hnedozem, sprašové pôdy, pôdna genéza

Abstract

The goal of this study was to investigate the difference between the soil developed in small dry depression and at surrounding plateau. The study site was selected north of Rišňovce village in the central part of Nitrianska pahorkatina, one of the loess hilly lands occupying the northern periphery of Danube Basin. The study area is dominated by Haplic Luvisols and is cultivated for a long time.

Two soil profiles, first at the plateau and the second in the depression were described and characterized by standard soil analyses (soil texture, basic chemical properties). Thin sections were prepared for soil micromorphology.

The result of the depression investigation was surprising. Because the depression is shallow and has short slopes with low inclination it was expected that the soil occupying its bottom will be similar to the soils in the surrounding (e.g. Haplic Luvisol, buried under a thin ochric colluvium). However, the differences were much bigger. The soil profile in the depression was classified as Haplic Phaeozem (with mollic horizon and cambic B horizon), while the profile at the plateau represents the typical Haplic Luvisol (soil with ochric A horizon and Luvisol Bt horizon). The Phaeozem in the valley is buried under a 55 cm thick humiferous deposit (as it was presumed). Although it was expected that the colluvium will be ochric, the investigation showed that it has mollic character similar, only slightly weaker than the A horizon of Phaeozem. The major differences between the valley and the plateau to be discussed are following:

- a) The mollic A horizon of original soil in the depression versus the ochric A horizons of the soils on the plateau.
- b) Thicker B horizon, but less abundant clay coatings in the depression.
- c) The colluvium in the depression is mollic, but the A horizons in the area where from this material was eroded are ochric.

These differences show that the depression although very shallow has much higher impact on the pedogenesis than what was presumed. The major differentiating factor is the soil moisture, which move to the depression by the subsurface flows from the surrounding and accumulate there. It has several effects:

- a) It supports the vegetation growth and enhances the accumulation of soil organic mater.
- b) It enhances the carbonate leaching.
- c) It hinders the clay leaching by preventing clay dispersion because the water laterally moving from the surroundings brings ions of Calcium and keeps the soil pH neutral.

These three processes explain the differences between the Haplic Phaeozem of the valley bottom and the Haplic Luvisols of the plateau.

However, the explanation of mollic colluvium is more complex. Two possibilities can be considered. Firstly, the soil erosion could bring material that had ochric character and after the deposition in the depression it could be transformed to mollic colluvium, secondly, the material brought by erosion could have the mollic character already before it was eroded. In such case the soils in the surrounding must have the mollic A horizons in past which were later transformed to ochric A horizons by mineralization of organic matter caused by large scale mechanized agriculture.

The results of this investigation demonstrate that the study of soils in dry depressions abundant in the loess hilly lands can provide an useful information for better understanding of soil genesis.

Keywords: Chernozems, Luvisols, loess soils, soil genesis

ÚVOD

Pôdy na sprašiach patria k najúrodnejším pôdam na Slovensku a od ranného obdobia rozvoja pôdoznavectva priťahujú pozornosť pôdoznalcov. Ich výskumu bolo venované veľké množstvo prác. Už v medzivojnových rokoch sa na Slovensku uplatnila koncepcia klasifikácie sprašových pôd na základe genetickej klasifikácie vychádzajúcej z hlavných zásad ruskej pôdoznaveckej školy, ktorá sformulovala princípy zonálnosti pôd a nemeckej školy, zameranej na špecifiká stredoeurópskej oblasti. Prvý ju u nás uplatnil NOVÁK (1926). Pozoruhodným dokumentom je prvá pôdna mapa Slovenska (KYNTERA, 1937) na ktorej sú už mapované dva základné pôdne typy sprašových pahorkatín – černoze a hnedoze. Genetický koncept klasifikácie pôd ďalej rozvíjali HROŠSO (1958) a MALÁČ (1962).

Hlavným stimulom pre výskum sprašových pôd však bol komplexný prieskum poľnohospodárskych pôd (KPP), ktorý prebehol v rokoch 1960 – 1970. Jeho metodológiu, založenú na genetickej klasifikácii pôd podrobne rozpracoval NEMEČEK A INÍ (1967) a skúsenosti z mapovania pôd Slovenska zhrnuli BEDRNA A INÍ. (1968).

Výsledky KPP priniesli veľké množstvo terénnych aj analytických údajov o pôdnom kryte, ktoré boli ďalej využívané jednotlivými autormi na podrobnejšie charakterizovanie sprašových pôd a na konštrukciu teórií o ich genéze a zákonitostiach výskytu. Väčšina týchto prác bola publikovaná počas prebiehajúceho KPP, alebo tesne po jeho ukončení. HRAŠKO (1964, 1966) podal podrobnú charakteristiku černoze. Viaceré práce sa zaoberali pedogeografickými otáz-

kami. BEDRNA (1964, 1966) a MIČIAN A BEDRNA (1964) rozpracovali teóriu predhorskej zonálnosti ako klimatickej zonálnosti pôd spôsobenej stúpajúcou vlhkosťou klímy od stredy nížiny smerom k pohoriam. BEDRNA A DŽATKO (1963) sa zamerali na posúdenie vplyvu reliéfu na vlastnosti hnedozemí. Okrem celkovej charakteristiky pôd na sprašiach a zákonitostiam ich priestorového rozloženia boli viaceré práce venované aj rôznym čiastkovým otázkam pôdnej morfológie a pedogenézy. BEDRNA (1969, 1972) rozpracoval mikromorfológiu pôd na sprašiach. BEDRNA A KUŠEVA (1966) a HRAŠKO A BEDRNA (1964) sa zaoberali pedogenézou, najmä procesmi vylúhovania, zvetrávania a posunu ílu.

V neskorších desaťročiach záujem o problematiku genézy a geografie sprašových pôd opadol, okrem iného aj preto, že autori ju považovali za viac-menej vyriešenú. Významnejšie práce na túto tému sa už objavovali len sporadicky. MICHAL (1976) sa venoval problematike predhorskej zonálnosti, LINKEŠ (1976) publikoval novú hypotézu o azonálnom charaktere usporiadania pôd na sprašových pahorkatinách Slovenska a MIČIAN A BEDRNA (1990), odmietajúc túto hypotézu, znova potvrdzovali teóriu predhorskej zonálnosti.

Názory publikované v uvedených prácach tvoria pomerne ucelenú predstavu o pôvode, vývoji a priestorovom usporiadaní sprašových pôd, ktorú si od konca 60tych rokov

Obr 1. Severná časť chotára Rišňoviec s polohou vybraných sond.



osvojila väčšina slovenskej pôdoznaleckej obce. Po skončení KKP bolo len veľmi málo príležitostí na rozsiahlejší terénny prieskum pôd a pôdoznactvo sa zameralo viac na mnohé aplikované témy hodnotenia a ochrany pôd. Pôdna genéza a geografia sa dostala na okraj zorného poľa slovenského pôdoznactva. Napriek tomu sú však otázky pôdneho mapovania a s ním súvisiace problémy pôdnej genézy a klasifikácie stále aktuálne a sú potrebné práve pre ďalšie úspešné rozpracovanie aplikovaných tém súvisiacich s hodnotením a ochranou pôd. Pôdoznactvo sa preto bude musieť k témam genézy a geografie pôd vrátiť a viac sa nimi zaoberať.

V 90tych rokoch prebehli v niekoľkých sprašových oblastiach (Rišňovce, Kočín, Bohunice, Mochovce) v súvislosti s rôznymi výskumnými úlohami pôdne mapovania s oveľa vyššou hustotou sondáže ako malo KKP. Pri týchto prácach boli pôdne sondy a vrty rozmiestnené aj do rôznych malých reliéfových foriem, čo bol veľký rozdiel oproti KKP kedy sa pôdne sondy umiestňovali na hlavné reliéfové formy tak, aby čo najlepšie reprezentovali širšie okolie. Umožnilo to odhaliť aj mnohé lokálne špecifiká pôdneho

krytu. Cieľom tohto príspevku je zdokumentovanie jedného z nich, ktorým je zvláštny charakter vývoja pôd v úvalinách. Za týmto účelom bola vybraná úvalina v severnej časti katastra obce Rišňovce nachádzajúcej sa v strednej časti Nitrianskej pahorkatiny.

MATERIÁL A METÓDY

Na demonštráciu rozdielu vývoja pôd v úvalinách od pôd okolitého terénu boli vybrané dve kopané pôdne sondy na severnom okraji chotára Rišňoviec. Sonda č. 1 reprezentuje pôdu na plošine a sonda č. 2 pôdu v úvaline. Tieto sondy boli vybrané po predchádzajúcom dôkladnom pôdnom prieskume celého chotára, ktorý zahŕňal okolo 20 kopaných sond a vyše 300 vrtov. Polohu sond ukazuje obrázok 1.

Sondy boli charakterizované terénnym morfológickým popisom, fotodokumentáciou, rozbormi zrnitosti a chemických vlastností, ktoré boli stanovované podľa štandardnej metódy VÚPOP (FIALA A INÍ, 1999) a výbrusmi na určenie mikromorfológických vlastností.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pôdne profily sú na obrázkoch 2 a 3. Obrázok 4 znázorňuje polohu pôdneho profilu v úvaline. Skrátený terénny zápis pôdnych morfológických vlastností je nasledovný:

Profil 1. (na plošine):

Akp	0 – 27 cm:	Farba za vlhka 10YR 4/3, za sucha 10YR 5/4, hlinitá, masívna, uľahnutá, nepatrný obsah karbonátov, ostrá hranica.
Ao	27 – 40 cm:	Farba za vlhka 10YR 4/3, za sucha 10YR 5/4, hlinitá, slabo vyvinutá polyedrická štruktúra, miestami masívna, silno uľahnutá, nepatrný obsah karbonátov, ostrá hranica.
Bt	40 – 66 cm:	Farba za vlhka 7,5YR 4/4 (matrix) 5YR 3/4 (ílové povlaky), za sucha 10YR 6/4 (matrix), 5YR 4/6 (ílové povlaky), hlinitá, silno vyvinutá polyedrická štruktúra, uľahnutá, veľmi výrazne vyvinuté a hojné ílové povlaky, zriedkavé slabo vyvinuté povlaky mangánu, bez karbonátov, zreteľná hranica určená dekalifikáciou.
Cc	66 cm a viac:	Farba za vlhka 10YR 5,5/3,5, za sucha 10YR 6,5/3, hlinitá, masívna, miestami nespojitá trhliny, uľahnutá, vysoký obsah karbonátov, hojné pseudomycélie, hojné cicváre s priemerom okolo 1 cm.

Profil 2. (v úvaline):

Akp	0 – 28 cm:	Farba za vlhka 7,5YR 3/2 (rozdrvená), za sucha 10YR 5,5/4 (rozdrvená), hlinitá, masívna, uľahnutá, bez karbonátov, zreteľná hranica.
Am	28 – 55 cm:	Farba za vlhka 7,5YR 2,5/2 (rozdrvená), 10YR 2/2 (humusové povlaky), 10YR 5/3 za sucha (rozdrvená), hlinitá, slabo vyvinutá

- polyedrická štruktúra, uľahnutá, bez karbonátov, postupná hranica.
- Am' 55 – 79 cm: Farba za vlhka 10YR 2/2 (rozdrvená), 10YR 2/1 (humusové povlaky), za sucha 10YR 2/2 (rozdrvená), hlinitá, polyedrická štruktúra, mierne uľahnutá, bez karbonátov, difúzna jazykovitá hranica formovaná krotovinami.
- A/B 79 – 113 cm: Kontrastné farby materiálu z nadložného a podložného horizontu, prevládajúce farby za vlhka 10YR 2/2 a 5/4 (rozdrvené), za sucha 10YR 4/2 a 4/3 (rozdrvené), hlinitá, prizmatická štruktúra, uľahnutá, bez karbonátov, difúzna jazykovitá hranica formovaná krotovinami.

Obr. 3. Pochovaná černoziem v úvaline



Obr. 2. Hnedozem na plošine



- B(t) 113 – 162 cm: Farba za vlhka 10YR 4/4 v spodnej časti horizontu 5/6 (matrix), 5YR 3/2 (ílové povlaky), za sucha 7,5YR 4/4 v spodnej časti 5,5/5 (matrix), hlinitá, polyedrická štruktúra, silno uľahnutá, málo výrazné ílové povlaky, pravdepodobne aj s obsahom organickej hmoty, bez karbonátov, rovná ostrá hranica určená dekalifikáciou.
- Cc 162 cm a viac: Farba za vlhka 10YR 5/5, za sucha 10YR 6,5/5, hlinitá, masívna, silno uľahnutá, vysoký obsah karbonátov, ojedinelé hrdzavé škvrny, hojné pseudomycélie.

Údaje o zrnitosti podávajú tabuľky 1 a 2 a údaje o chemických vlastnostiach tabuľky 3 a 4 Mikromorfologické vlastnosti, najmä výskyt povlakov orientovaného ílu demonštrujú obrázky 5 až 8.

Pôdu na terase možno stručne charakterizovať ako typickú hnedozem, ktorá by bola podľa súčasného klasifikačného systému (SOBOČKA A INÍ., 2000) klasifikovaná ako hnedozem kultizemná. Pôda má ochrický horizont, ktorý je hrubší (40 cm) ako obvykle bývajú A horizonty hnedozemí, ale jeho ostrá hranica voči podložnému Bt horizontu svedčí o tom, že jeho pôvodná hrúbka nepresahovala hĺbku ornice. Sonda je pravdepodobne situovaná v nepatrnej depresii, ktorá bola orbovou eróziou zarovnaná pričom došlo k zväčšeniu mocnosti A horizontu. Bt horizont, hoci nie je veľmi hrubý, je vyvinutý veľmi výrazne. Vyznačuje sa veľmi výraznými povlakmi koloidného ílu a koeficient textúrnej diferenciacie dosahuje 1,29. Ostrá hranica voči nadložnému A horizontu, ktorá je dôsledkom priorávania vrchnej časti Bt horizontu svedčí o tom, že pôvodne musel byť o niečo hrubší.

V úvaline sa nachádza prekrytá pôda. Prekryv je hrubý 55 cm a tvorí ho humóznny materiál erodovaný z okolitých svahov antropogénne podmienenou vodnou a orbovou eróziou. Dosahuje kvalitu molického A horizontu. Pôvodná pôda pod prekryvom má okrem dobre vyvinutého molického horizontu aj veľmi hrubý B horizont, ktorý je oveľa hrubší ako pri pôde na plošine, no vyplavovanie ílu tu prebieha veľmi slabo, čo je vidno nie len z toho, že obsah ílu

Obr. 4. Celkový pohľad na úvalinu a polohu pôdneho profilu



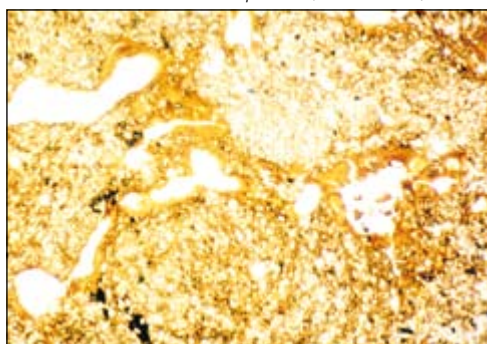
Tab. 1. Zrnitost půdy na plošine

Horizont	Vzorka (cm)	lí	Celkový prach	Celkový piesok	Prach			Piesok				
					jemný	středný	hrubý	jemný	středný	hrubý	velmi jemný	
		< 0,001	0,001 - 0,05	0,05 - 2	0,001 - 0,01	0,01 - 0,02	0,02 - 0,05	0,1 - 0,25	0,25 - 0,5	0,5 - 1	1 - 2	
Akp	14 - 25	21,6	62,1	16,4	10,1	9,3	42,6	2,9	0,3	0,1	0,0	0,0
Ao	30 - 35	21,8	60,0	18,2	9,7	9,8	40,5	2,7	0,4	0,1	0,0	0,0
Bt	40 - 42	27,9	57,1	15,0	9,6	9,0	38,5	2,3	0,2	0,0	0,0	0,0
	50 - 55	26,4	57,7	15,9	8,8	9,6	39,4	3,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	61 - 65	24,7	58,9	16,5	8,2	9,5	41,1	3,4	0,1	0,0	0,0	0,0
Cc	67 - 72	21,2	60,0	18,8	8,6	9,9	41,5	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	96 - 101	19,5	62,8	17,6	9,4	10,9	42,5	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	160 - 170	18,6	63,0	18,4	9,3	11,6	42,1	7,5	0,1	0,0	0,0	0,0
	270 - 300	18,3	62,5	19,3	7,0	9,0	46,5	5,3	0,1	0,0	0,0	0,0

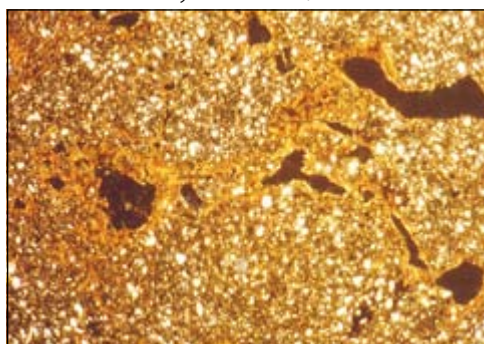
Tab. 2. Zrinitost pŕody v úvaline

Horizont	Vzorka (cm)	II	Celkový prach	Celkový piesok	Prach			Piesok				
					jemný	stredný	hrubý	jemný	stredný	hrubý	velmi jemný	
Akp	10 - 15	23,5	64,5	12,0	10,0	10,9	43,6	8,5	3,0	0,4	0,1	0,0
	22 - 28	23,5	61,4	15,1	9,5	9,7	42,2	8,7	5,7	0,7	0,0	0,0
	35 - 41	20,9	46,5	32,5	9,2	8,3	29,0	16,3	15,7	0,5	0,1	0,0
Am	46 - 51	20,3	47,9	31,8	9,1	8,4	30,4	8,4	23,0	0,4	0,1	0,0
	52 - 59	18,3	36,1	45,5	8,0	7,7	20,5	16,3	28,8	0,4	0,0	0,0
Am'	62 - 66	17,5	29,6	52,9	7,0	5,7	16,9	17,7	35,0	0,1	0,0	0,0
	71 - 76	19,7	40,7	39,6	7,4	7,3	25,9	13,7	25,7	0,3	0,0	0,0
A/B	81 - 96	15,2	27,1	57,7	6,3	6,0	14,9	3,1	54,5	0,1	0,0	0,0
	103 - 109	17,4	33,0	49,6	8,2	6,9	17,9	17,8	31,8	0,1	0,0	0,0
B(t)	114 - 119	15,2	36,4	48,3	8,4	7,7	20,3	21,6	26,6	0,1	0,0	0,0
	118 - 126	13,8	34,0	52,1	8,5	7,2	18,3	17,8	34,3	0,1	0,0	0,0
	154 - 162	20,3	69,3	10,4	11,7	12,2	45,4	7,6	2,7	0,1	0,0	0,0
Cc	175 - 180	20,7	65,8	13,5	11,0	11,9	42,9	11,8	1,6	0,1	0,0	0,0
	300 - 320	21,3	67,1	11,6	10,1	11,3	45,7	9,4	1,8	0,3	0,1	0,0

Obr. 5. Pvlaky orientovaného ílu v Bt horizontu hnedozeme na plošine pokrývá väčšinu stien pórov (zväčš. 25 x)



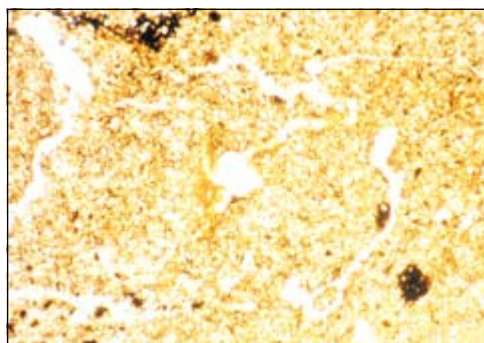
Obr. 6. Orientovaný íl v Bt horizonte hnedozeme na plošine (zväčš. 25 x, pri skrížených nikoloch)



Obr. 7. Úlomky orientovaného ílu zamiešané do pôdy bioturbáciou, Bt horizont hnedozeme na plošine (zväčš. 100 x, pri skrížených nikoloch)



Obr. 8. Pvlaky orientovaného ílu v B(t) horizonte černoze sú zriedkavé, väčšina stien pórov je bez povlakov (zväčš. 25 x)



v B horizonte nenarastá (to spôsobuje aj mierna zrnitostná heterogenita spráše v úvaline, ktorú prezrádzajú výrazné skoky v obsahu piesku), ale najmä z mikromorfologických výbrusov. Porovnanie obrázkov 5 a 8 ukazuje, že orientovaného ílu je v úvaline oveľa menej ako na plošine. B horizont tejto pôdy nespĺňa kritériá na diagnostický luvický horizont (textúrnú diferenciaciu pôdneho profilu) a je klasifikovaný ako kambický horizont s miernym posunom ílu – B(t) horizont. Pôda je teda v podstate prekrytá černozeou hnedozemnou a bola by klasifikovaná ako černoze kultizemná hnedozemná. Ide však o veľmi netypickú černoze hnedozemnú, s veľmi hrubým B(t) horizontom, čím sa veľmi líši od typických černoze hnedozemných, ktorých hrúbka B(t) horizontu nepresahuje 15–20 cm.

Problematike pôd v úvalinách sa zatiaľ v literatúre nevenovala pozornosť, hoci pôdozvedci sa s ňou často stretávali pri mapovaní vo veľkých mierkach. Väčšinou sa však problém obchádzal tým, že úvaliny sa buď ignorovali ako plošne zanedbateľné areály, alebo sa schematicky mapovali v černozeých oblastiach ako černoze akumulované, v hnedozemných oblastiach ako hnedoze akumulované, atď. Napriek tomu sa v literatúre vyskytla zaujímavá zmienka na túto tému. BEDRNA A DŽATKO (1963) uvádzajú, že v depresiách boli vlastnosti pôvodných hnedo-

zemí zmenené naneseným eróznym materiálom, pričom niekde došlo aj k úplnému pretvoreniu pôvodnej pôdy tak že stratila charakter hnedozeme, čo je okrem iného aj dôsledkom toho, že akumulovaný materiál obsahuje karbonáty.

Študovaná úvalina v Rišňovciach spochybuje predstavu, že depresie pôvodne zaberali podobné pôdy ako okolie, ktoré boli zmenené až akumuláciou. Hoci táto úvalina je veľmi plytká, ako ukazuje obrázok 4 a sonda sa nachádza takmer až v jej závere, čo by mohlo vyvolať dojem, že podmienky v úvaline sa od okolia moc nelíšia, namiesto hnedozeme akumulovanej, alebo nejakým spôsobom pretvorenej akumulácie sa našla pod akumuláciou pochovaná černozem, ktorej výskyt v oblasti súvislého areálu typických hnedozemí je veľmi prekvapivý. To svedčí o tom, že vývoj pôd tu prebiehal odlišne ako na okolitej plošine už v období pred zásahom človeka a vznikom antropogénnej erózie. Druhým prekvapivým faktom je to, že aj prekryv ktorý pôvodnú černozem pochoval má molický charakter. Predmetom diskusie sú nasledujúce tri rozdiely medzi úvalinou a plošinou:

- a) Množstvo a kvalita humusu sú oveľa väčšie v úvaline, čo nachádza výraz v molickom A horizonte pôvodnej pôdy v úvaline, oproti ochrickému A horizontu v okolí. Výrazné, často aj 2-3 m hrubé humusové horizonty vyskytujúce sa v úvalinách sú všeobecne známe, ale ide o akumulácie humózneho materiálu erodovaného z okolia a kvalitu molického horizontu dosahujú iba v oblastiach, kde aj okolie úvaliny zaberali molické pôdy. V mnohých oblastiach, najmä pokiaľ ide o veľmi hrubé nánosy, je množstvo a kvalita organickej hmoty týchto horizontov nižšia ako u okolitých pôd, lebo do akumulácií je primiešaný aj materiál pochádzajúci zo svahov, kde erózia už odkryla podložie. Študovaný profil však obsahuje pôvodnú molickú pôdu, pochovanú pod prekryvom, ktorý možno zreteľne odlíšiť a v okolí sa molické pôdy nenachádzajú.
- b) Hrúbka dekalifikácie ako aj hrúbka B horizontu sú oveľa väčšie v úvaline (162 cm v úvaline, oproti 66 cm na plošine), ale intenzita ilimerizácie je paradoxne oveľa slabšia.
- c) Prekryv v úvaline je molický, ale v priestore odkiaľ bol tento materiál erodovaný sa vyskytujú iba pôdy s ochrickými A horizontmi.

Tieto veľké rozdiely medzi hrúbkou B horizontov, intenzitou ilimerizácie a množstvom aj kvalitou humusu svedčia o tom, že depresná poloha, hoci veľmi plytká, mala na vývoj pôd oveľa väčší vplyv než sa predpokladalo. Hlavným diferenciačným činiteľom je vlhkosť, ktorá presakuje do úvaliny podpovrchovými laterálnymi tokmi z okolia. Pôsobí niekoľkými spôsobmi:

1. Podporuje rast rastlín a akumuláciu organickej hmoty čo podmienilo existenciu molického horizontu v úvaline. V úvaline sa v spodnej časti pôdneho profilu vyskytujú náznaky oxidačných hrdzavých škvŕn, čo poukazuje na mierny hydromorfizmus. V takýchto podmienkach môže byť hromadenie humusu veľmi intenzívne.
 2. Podporuje vyplavovanie karbonátov, čím sa prehlbuje odvápnená vrstva, v ktorej môže prebiehať zvetrávanie a formovanie B horizontu.
 3. Brzdí vyplavovanie ílu tým, že bráni jeho disperzii, lebo prináša z okolia vyplavené ióny vápnika a udržuje pH na neutrálnej úrovni. Preto je výskyt koloidného ílu v úvaline napriek väčšej hrúbke B horizontu taký malý.
-

Tieto tri procesy spôsobujú rozdiely medzi pôvodnou černozeťou v úvaline a hnedozemou na plošine. Pri vysvetlení molického charakteru prekryvu v úvaline je však treba vziať do úvahy aj iné vplyvy. Vznik molickej akumulácie na mieste obklopenom pôdami s ochrickými A horizontmi možno vysvetliť dvoma spôsobmi. Jednou možnosťou je, že by bol zo svahov erodovaný materiál s ochrickým charakterom, ktorý by sa transformoval na molický až po usadení v úvaline. Táto zmena by však musela prebehnúť pomerne rýchlo. Pri malom sklone a dĺžke svahov úvaliny je totiž nepravdepodobné, že by prekryv tvoril materiál erodovaný vodou. Skôr musela prevažovať orbová erózia. To však bolo možné iba v nedávnej minulosti, kedy už orba mala dostatočnú razanciu aby spôsobovala v takomto teréne eróziu. V takom prípade prekryv musí byť pomerne mladý niekoľko desaťročí, nanajvýš 1–2 storočia.

Druhou možnosťou je, že materiál z ktorého vznikol prekryv mal molický charakter už pred tým, než bol do úvaliny prinesený, čiže v nedávnej minulosti boli v okolí úvaliny pôdy s molickými A horizontmi, ktoré sa až pod vplyvom veľkoplošného poľnohospodárstva urýchlenou mineralizáciou zmenili na ochrické. V takom prípade by išlo o šedozeme (pôdy s molickým A horizontom a luvickým B horizontom), ktoré boli zaradené v predošlej verzii morfo genetickej klasifikácie, ale z poslednej verzie boli vylúčené s odôvodnením, že sa u nás nevyskytujú. Táto úvalina by tak mohla byť jednou z indícií, že šedozeme sa aspoň v minulosti u nás vyskytovali a možno sa na malých plochách zachovali aj v súčasnosti.

ZÁVER

Rozlohou nepatrné a pozornosti pôdoznaleckých prieskumov väčšinou unikajúce úvaliny sa ukazujú byť veľmi zaujímavým zdrojom poznatkov o vývoji pôd. Pochované pod rôzne hrubými prekryvmi sa nachádzajú pôdy, ktoré nám môžu povedať veľa o vplyve poľnohospodárstva na krajinu a taktiež pomôžu lepšie chápať vplyv jednotlivých pôdotvorných podmienok na pôdotvorný proces. V budúcnosti by bolo vítané venovať ich výskumu viacej pozornosti. Študovaná úvalina svedčí o tom, že pôdy v úvalinách sa vyvíjali odlišne ako v okolí a rozdiely nie sú spôsobené iba prínosom akumulovaného materiálu, ale vývoj mal odlišný charakter aj v podmienkach pred zásahom človeka. Hlavným diferenciacným činiteľom je koncentrácia vody. Jej pôsobenie môže byť viacsmerné. V študovanej úvaline podmienili intenzívnejšie formovanie humusu, rýchlejšie vyplavovanie uhličitanov, ale aj spomalenie ilimerizácie. V iných podmienkach však možno predpokladať iný vplyv. Napríklad v strmších úvalinách alebo úvalinách s väčšou prispievajúcou plochou je možné, že zhromažďujúce sa vody budú cirkulovať rýchlo a namiesto udržiavania neutrálneho pH a brzdenia ilimerizácie, môžu mať opačný vplyv, vyplavovaním kationov môžu pH znižovať a ilimerizáciu urýchľovať. Tak by mohli spôsobiť ilimerizáciu v úvalinách aj v tých oblastiach kde na plošinách a svahoch neprebíha. Pre pochopenie celého mechanizmu by bolo žiaduce urobiť systematickejší prieskum väčšieho množstva úvalín a navzájom porovnať pôdy v úvalinách vyznačujúcich sa rôznymi podmienkami.

LITERATÚRA

- BEDRNA, Z. 1964. *Vertikálna zonálnosť pôd na pahorkatinách Podunajskej nížiny*. In: Rostlinná výroba, roč. 10, (37), 1964, č. 5-6, s. 513-527
- BEDRNA, Z. 1966. *Topografický rad pôd výškovej pásmosti na Trnavskej pahorkatine, Náuka o Zemi II, Pedologica 2*, Bratislava: vydavateľstvo SAV, 1966. 60 s.
- BEDRNA, Z. 1969. *Soil micromorphology of the piedmont zonality in Central Europe, Third international meeting on soil micromorphology*, Wrocław, In Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych. Warszawa.
- BEDRNA, Z. 1972. *Soil micromorphology of the piedmont zonality in central Europe*, In: Soil micromorphology, Kowalinsky – Drozd – Licznar (Editors), Warszawa.
- BEDRNA, Z. – DŽATKO MI. 1963. *Príspevok k štúdiu vplyvu reliéfu na vlastnosti hnedozeme centrálnej časti Trnavskej sprásovej pahorkatiny*. In: Geografický časopis, roč. 15, 1963, č. 3, s. 161-173.
- BEDRNA, Z. – KUŠEVA M. 1966. *Vnútropôdne zvetrávanie v černozeiach hnedozemných na spraši*. In: Vedecké práce Laboratória pôdozvedectva 1, Bratislava. Bratislava: SVPL, 1966, s. 103-113
- FIALA, K. – BARANČIKOVÁ, G. – BREČKOVÁ, V. – BÚRIK, V. – HOUSKOVÁ, B. – CHOMANIČOVÁ, A. – KOBEZA, J. – LITAVEC, T. – MAKOVNIKOVA, J. – MATUŠKOVÁ, L. – PECHOVÁ, B. – VARÁDIOVÁ, D. 1999. *Záväzné metódy rozborov pôd*. Bratislava: VÚPOP, 1999. 139 s. ISBN 80-85361-55-8
- HRAŠKO, J. 1964. *Mycelárne karbonátové černoze Podunajskej nížiny*. In: Geografický časopis, roč. 16, 1964, č. 1, s. 52-60.
- HRAŠKO, J. 1966. *Černoze Podunajskej nížiny, problémy ich genézy a klasifikácie, Náuka o Zemi II, Pedologica 1*, Bratislava: vydavateľstvo SAV, 1966. 71 s.
- HRAŠKO, J. – BEDRNA, Z. 1964. *Degradácia černoze na Podunajskej nížine*, In: Poľnohospodárstvo, roč. 10, 1964, č. 10, s.
- HROŠŠO, F. 1958. *Pôdozvedectvo s prihliadnutím k pôdnym pomerom Slovenska a k potrebám poľnohospodárskej praxe*. Bratislava: SVPL, 1958. 319 s.
- KYNTERA, F. 1937. *Solné pôdy, ich vlastnosti a zlepšovanie so zvláštnym zreteľom na solné pôdy Slovenska*. Praha: MZŘČS, 1937. 343 s.
- LINKÉŠ, V. 1976. *Príspevok k existencii zonálnosti pôd vo vnútrokarpatských nížinách*. In: Geografický časopis, roč. 28, 1976, č. 3, s. 169-179
- MALÁČ, B. 1962. *Hlavné pôdne typy Slovenska, príspevok k ich poznaniu*. Bratislava: SVPL, 1962. 306 s.
- MICĀN, L. – BEDRNA, Z. 1964. *Dva druhy výškovej pásmosti pôd v strednej Európe so zvláštnym zreteľom na územie Slovenska*. In: Geografický časopis, roč. 16, 1964, č. 1, s. 40-51
- MICĀN, L. – BEDRNA, Z. 1990. *Renesancia problému predhorskej zonálnosti pôd v nížinách Slovenska*. In: Geografický časopis, roč. 42, 1990, č. 3, s. 251-263
- MICHAL, P. 1976. *Uplatňovanie zákonitostí priestorovej diferenciácie pedosféry na príklade priečného profilu Podunajskou nížinou v priestore Modra – Sereď*. In: Geografický časopis, roč. 28, 1976, č. 3, s. 216-226
- NĚMEČEK, J. – DAMAŠKA, J. – HRAŠKO, J. – BEDRNA, Z. – ZUSKA, V. – TOMÁŠEK, M. – KALENDA, M. 1967. *Polnohospodársky průzkum půd ČSSR – metodická příručka. Část 1*. Praha: Ministerství zemědělství a výživy, 1967. 246 s.
- NOVÁK, V. 1926. *Schematický náčrt klimazonálních typů půd ČSR*, Sborník ČAZ I. A, seš. 1., Praha
- SOBOČKA, J. – ŠÁLY, R. – BEDRNA, Z. – BUBLINEC, E. – ČURLÍK, J. – FULAJTÁR, E. – GREGOR J. – HANES, J. – JURÁNI, B. – KUKLA, J. – RAČKO, J. – ŠURINA, B. 2000. *Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska*. Bratislava: VÚPOP, SPS, 2000. 76 s. ISBN 80-85361-70-1

VYUŽITIE NOVÝCH DRUŽICOVÝCH SNÍMAČOV NA KONTROLU PRIAMÝCH PODPÔR METÓDOU DIAĽKOVÉHO PRIESKUMU ZEME

THE UTILIZATION OF NEW SATELLITE SENSORS FOR THE CONTROL OF AREA BASED SUBSIDIES WITH REMOTE SENSING

Ľubica HAMLÍKOVÁ, Vladimír HUTÁR

*Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôd, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava,
e-mail: l.hamlikova@vupop.sk*

Abstrakt

Pre účely kontroly priamych podpôr poľnohospodárom metódou diaľkového prieskumu Zeme boli v rokoch 2008 a 2009 v rámci testovania použité nové družicové snímače EROS B a GeoEye 1. Tieto družicové snímače dokážu snímať zemský povrch s priestorovým rozlíšením ≤ 1 m, čo umožňuje presnejšie digitálne obrazové prekreslenie a teda aj vyššiu presnosť merania plôch poľnohospodárskej pôdy. Súčasne predstavujú možnosť jednoznačnejšej identifikácie prvkov krajiny pokrývky a teda aj plôch nespôsobilých na priame podpory.

Kľúčové slová: diaľkový prieskum Zeme, družicový obrazový záznam, EROS B, GeoEye 1, GPS meranie, kontrola priamych podpôr, digitálne obrazové prekreslenie

Abstract

New satellite sensors EROS B and GeoEye 1 were used in testing mode in 2008 and 2009 for the purposes of the remote sensing control of area based subsidies for agriculture. These satellite sensors are able to sense the earth surface with spatial resolution ≤ 1 m, which allows more accurate orthorectification together with more accurate area measurements of agriculture parcels. They also present the possibility of better identification of landscape features and the ineligible areas for area based subsidies.

Keywords: Remote sensing, satellite imagery, EROS B, GeoEye 1, GPS measurement, control of area based subsidies, orthorectification

ÚVOD

Družicové obrazové záznamy s veľmi vysokým rozlíšením (menej ako 2,5 m) sú dôležitým nástrojom pri kontrole priamych podpôr poľnohospodárom metódou diaľkového prieskumu Zeme (DPZ). Keďže sú snímané vždy v danom dotačnom roku, poskytujú aktuálne informácie o stave poľnohospodárskej využívanej pôdy na kontrolovanom území. Toto umožňuje identi-

fikáciu hraníc plôch kontrolovaného subjektu ako aj identifikáciu na podporu nespôsobilých objektov (cesty, budovy, stromy, krovie, vodné plochy a pod.)

Doteraz boli na kontrolu priamych podpŔ v Slovenskej republike najčastejšie využívané družicové obrazové záznamy Ikonos 2 a v menšej miere aj QuickBird. Ikonos 2 predstavuje priestorové rozlíšenie 1 m v panchromatickom móde a QuickBird priestorové rozlíšenie 0,60 m. V roku 2008 bol prvýkrát použitý ako záložný družicový obrazový záznam s veľmi vysokým rozlíšením EROS-B a v roku 2009 bol v rámci testovania poskytnutý na kontrolu priamych podpŔ aj družicový obrazový záznam s veľmi vysokým rozlíšením GeoEye1.

EROS B bol spustený 25. apríla 2006. Jedná sa o panchromatický družicový snímač, ktorý dokáže zhotovovať digitálne obrazové záznamy s priestorovým rozlíšením 0,70 m (Imagesat International, 2009). GeoEye1 bol spustený 6. septembra 2008. Tento družicový snímač má najvyššie priestorové rozlíšenie zo všetkých komerčných družíc a dokáže snímať digitálne obrazové záznamy s rozlíšením až 0,41 m v panchromatickom móde, ktoré sú ale na základe operačnej licencie poskytované užívateľom s priestorovým rozlíšením 0,50 m. V multispektrálnom móde dokáže snímať obrazové záznamy s priestorovým rozlíšením 1,65 m, čo predstavuje dvojnásobne vyššie rozlíšenie v porovnaní s inými existujúcimi komerčnými 4-kanálovými multispektrálnymi družicami (GeoEye, 2009).

MATERIÁL A METÓDY

Družicové digitálne obrazové záznamy je potrebné upraviť pre účel kontroly priamych podpŔ, nakoľko sú dodávané ako súbor nespracovaných údajov nasnímaných v súradnicovom systéme WGS84. Proces spracovania pozostáva z viacerých krokov, ktoré sa riadia nariadeniami a doporučeniami Spoločného výskumného centra EÚ v Ispre, konkrétne Common Technical Specification for ITT no. 2008/S 228-302473.

EROS B sa spracováva digitálnym obrazovým prekreslením do súradnicového systému S-JTSK na základe 9 vlčovacích bodov a dostupného fotogrametrického digitálneho modelu terénu.

Spracovanie GeoEye1 predstavuje zložitejší proces, pretože je snímaný vo forme 4 multispektrálnych kanálov a jedného panchromatického kanálu. Prvým krokom je spojenie multispektrálnych kanálov a ich digitálne prevzorkovanie do rozlíšenia panchromatického kanálu. Takto upravený digitálny obrazový záznam je následne digitálne obrazovo prekreslený do súradnicového systému S-JTSK na základe 6 vlčovacích bodov a fotogrametrického digitálneho modelu terénu.

Na spracovaných družicových digitálnych obrazových záznamoch je následne vykonaná kontrola kvality na základe súboru kontrolných bodov, pričom pre EROS B je minimálny počet kontrolných bodov 10 a pre GeoEye1 je to 12 bodov.

Na zabezpečenie vysokej presnosti sú vlčovacie aj kontrolné body merané pomocou geodetického GNSS prijímača s využitím služieb SKPOS. Uvedená služba bola využitá na základe Zmluvy o poskytnutí služieb SKPOS (č. SKPOS – 683/2009). Využitá bola služba pre reálny čas (RTK – Real Time Kinematic) b/ SKPOS-cm – korekcie fázových meraní na presné určovanie polohy v reálnom čase s presnosťou lepšou ako 0,02 m.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pre kontrolnú kampaň 2009 dostala Slovenská republika družicové obrazové záznamy GeoEye1 pre 2 kontrolované územia s názvami LEVI a KEZM (podľa lokalizácie v okresoch Levice a Kežmarok), pričom pre kontrolované územie KEZM bol zároveň nasnímaný aj záložný družicový záznam EROS B. Dátumy nasnímania družicových obrazových záznamov sú v tabuľke 1.

Tab. 1 Dátumy vyhotovenia družicových obrazových záznamov

Družicový obrazový záznam	Dátum vyhotovenia
EROS- B (KEZM)	18.06.2009
GeoEye1 (KEZM)	12.07.2009
GeoEye1 (LEVI)	12.07.2009

Celkový počet družicových obrazových záznamov bol 7, pričom kontrolované územie LEVI bolo pokryté 2 obrazovými záznamami GeoEye1 a kontrolované územie KEZM bolo pokryté 2 obrazovými záznamami GeoEye1 a 3 obrazovými záznamami EROS B.

Družicové obrazové záznamy boli spracované na základe súboru vličovacích a kontrolných bodov, ktoré boli zamerané geodeticky zamerané pracovníkmi VÚPOP pomocou geodetického GNSS prijímača s využitím služieb SKPOS (HUTÁR A INÍ, 2007).

Na základe týchto bodov bola dosiahnutá vysoká presnosť digitálneho obrazového prekreslenia, pričom hodnoty dosiahnutej presnosti pre jednotlivé obrazové záznamy sú uvedené v tabuľke 2.

Tab. 2 Presnosť výsledkov digitálneho obrazového prekreslenia

Družicový obrazový záznam	Počet vličovacích bodov	Zdroj vličovacích bodov	M_{GCPX} [m]	M_{GCPY} [m]	M_{GCPXY} [m]
090618_ER-B_kezm_1	9	GPS/rtkSKPOS	0.25	0.25	0.36
090618_ER-B_kezm_2	9	GPS/rtkSKPOS	0.29	0.46	0.61
090618_ER-B_kezm_3	9	GPS/rtkSKPOS	0.47	0.27	0.55
090712_ge1_kezm_j	6	GPS/rtkSKPOS	0.17	0.12	0.21
090712_ge1_kezm_s	6	GPS/rtkSKPOS	0.11	0.10	0.15
090712_ge1_levi_j	6	GPS/rtkSKPOS	0.23	0.28	0.36
090712_ge1_levi_s	6	GPS/rtkSKPOS	0.21	0.16	0.26

Po digitálnom obrazovom prekreslení bola vykonaná kontrola presnosti pomocou súboru kontrolných bodov. Dosiahnuté presnosti sú uvedené v tabuľke 3.

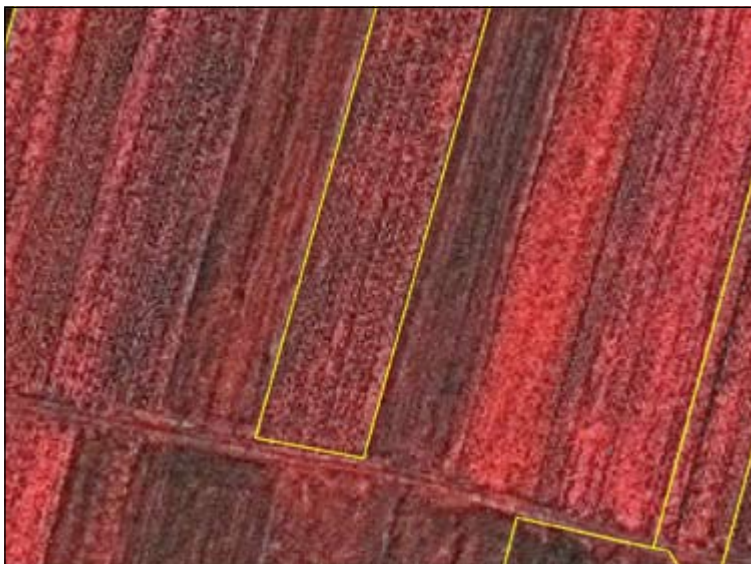
Tab. 3 Výsledky kontroly kvality digitálneho obrazového prekreslenia

Družicový obrazový záznam	Počet kontrolných bodov	Zdroj kontrolných bodov	M_{ICEX} [m]	M_{ICEY} [m]	M_{ICPY} [m]
090618_ER-B_kezm_1	11	GPS/rtkSKPOS	1.04	0.72	1.26
090618_ER-B_kezm_2	13	GPS/rtkSKPOS	0.94	1.01	1.38
090618_ER-B_kezm_3	10	GPS/rtkSKPOS	0.87	0.88	1.23
090712_ge1_kezm_j	12	GPS/rtkSKPOS	0.32	0.24	0.40
090712_ge1_kezm_s	12	GPS/rtkSKPOS	0.19	0.29	0.34
090712_ge1_levi_j	12	GPS/rtkSKPOS	0.15	0.27	0.31
090712_ge1_levi_s	12	GPS/rtkSKPOS	0.18	0.32	0.37

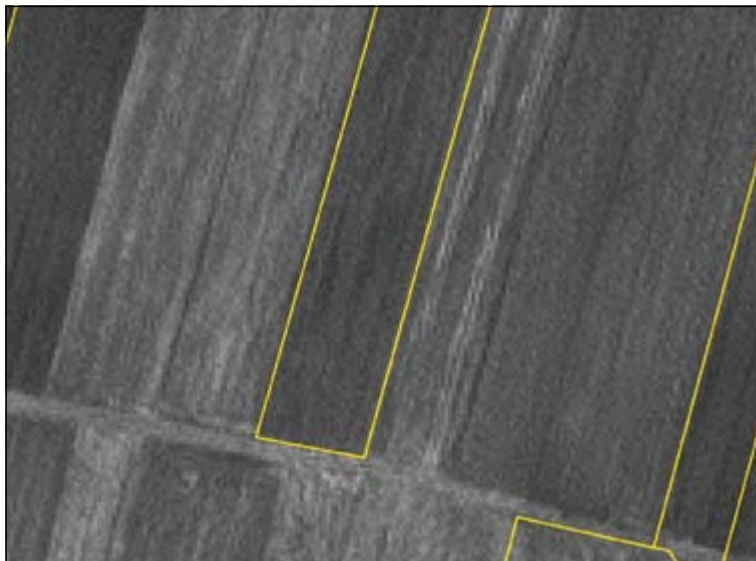
Z uvedených hodnôt presností vyplýva, že bola dodržaná 1-rozmerná maximálna stredná chyba, ktorá je JRC EC definovaná pre družicové obrazové záznamy s rozlíšením ≤ 1 m menšia ako 2,5 m (Common Technical Specification for ITT no. 2008/S 228-302473).

Spracované obrazové záznamy boli použité na meranie plôch poľnohospodárskej pôdy deklarovaných farmármi ako spôsobilé na dotácie v dotačnom období 2009. Na obrázkoch 1 a 2 sú príklady rozlíšenia hraníc medzi kontrolovanými plochami na GeoEye1 a EROS B.

Obr. 1 Príklad identifikácie hranice kontrolovanej poľnohospodárskej plochy na družicovom obrazovom zázname GeoEye1 z 12. 7. 2009

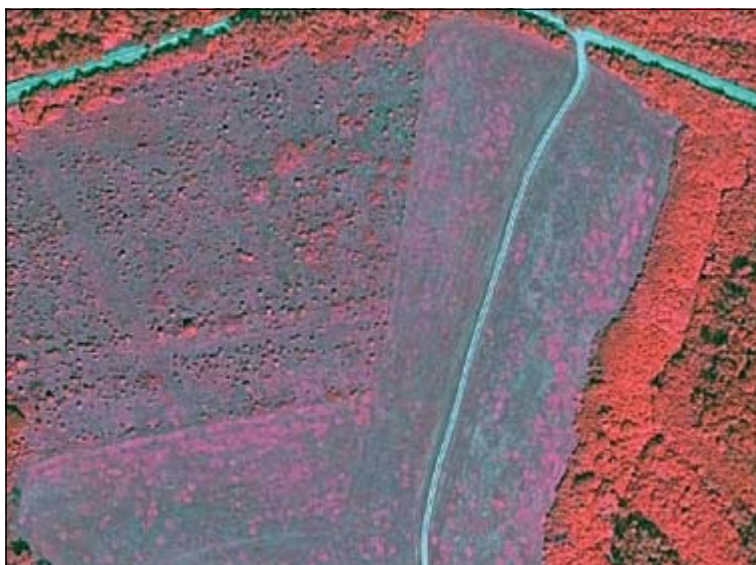


Obr. 2 Príklad identifikácie hranice kontrolovanej poľnohospodárskej plochy na družicovom obrazovom zázname EROS B z 18. 6. 2009

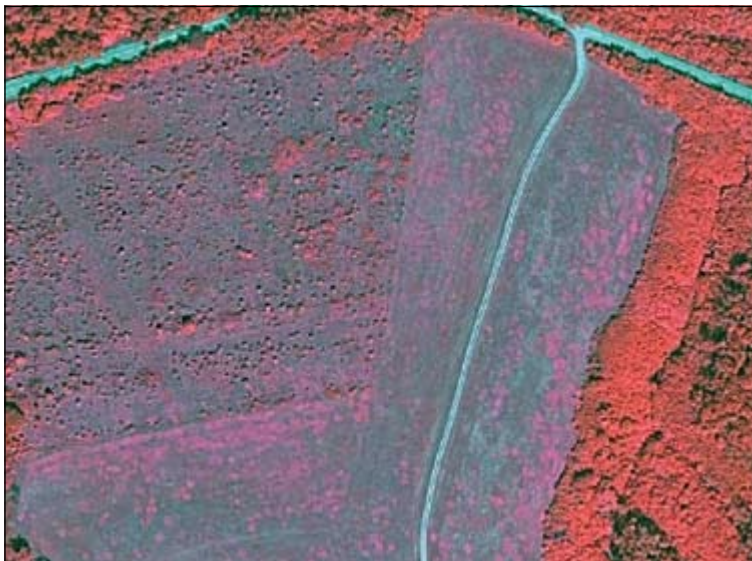


Vyššie priestorové rozlíšenie predstavuje zároveň aj podrobnejšiu textúru, ktorá umožňuje lepšiu identifikáciu na dotácie nespôsobilých plôch ako sú stromy, budovy, cesty, krovie, vodné plochy a pod. Súčasne je jednoduchšie aj rozlíšenie obhospodarovanej ornej pôdy od trvalých trávnatých porastov alebo zaburinených plôch. Príklady nespôsobilých plôch sú na obrázkoch 3 a 4.

Obr. 3 Príklad textúry trvalého trávnatého porastu zarastajúceho kroviami v porovnaní s koseným trávnatým porastom na GeoEye 1 z 12. 7. 2009



Obr. 4 Príklad rozhrania medzi ornou pôdou a na dotácie nespôsobilou plochou s lesom a trávnatým porastom GeoEye 1 z 12. 7. 2009.



ZÁVER

Družicové obrazové záznamy s rozlíšením ≤ 1 m predstavujú možnosť zlepšenia presnosti fotointerpretácie počas kontroly žiadostí o priame podpory a vďaka podrobnejšej textúre obrazu aj zjednodušenie rozhodovacieho procesu pri identifikácii na podporu nespôsobilých plôch. Dôkazom toho je aj, že v kontrolovaných územiach KEZM a LEVI z celkového počtu 2503 kontrolovaných poľnohospodárskych pozemkov bolo nutné v teréne skontrolovať len 3 pozemky z dôvodu neurčitosti identifikácie deklarovanej plodiny. Takto je možné postupné zefektívňovanie celkového pracovného procesu kontrol priamych podpôr metódou diaľkového prieskumu Zeme.

LITERATÚRA

- Common Technical Specification for ITT no. 2008/S 228-302473 "Remote-sensing control of area-based subsidies" (22 December 2008), Ispra, 2008
- GeoEye. (cit. 2009-10-16). Dostupné na internete: <<http://launch.geoeye.com/LaunchSite/about/>>
- HUTÁR, V. – SCHOLTZ P. – HAMLÍKOVÁ, L. 2007. *Priestorové informácie a využitie služby SKPOS pre poľnohospodárske a pôdoznalecké aplikácie*. In Vedecké práce Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy č.29. Bratislava: VÚPOP, 2007, s.60-66
- HUTÁR, V. – SVIČEK, M. – SCHOLTZ, P. 2003. *Parcelné merania v Slovenskej republike podľa kritérií Európskej únie (Integrovaný administratívny a kontrolný systém, časť parcelné merania a tolerancie)*. In Kartografické listy, 11, s. 24-29
- ImageSat International. *Owners and Operators of the EROS family of High – resolution Satellites*, (cit. 2009-10-16). Dostupné na internete: <<http://www.imagesatintl.com>>

VYUŽITIE HNOJIVEJ ZÁVLAHY V PRODUKČNÝCH SADOCH JADROVÉHO OVOCIA A JEJ VPLYV NA KVALITATÍVNE PARAMETRE JABLÍK

THE USING OF FERTIGATION IN PRODUCTIVE HARD-FRUIT ORCHARDS AND ITS INFLUENCE ON QUALITATIVE APPLE PARAMETRES

Ľubomír HANISKO, Ján HRÍBIK

*Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava
e-mail: l.hanisko@vupop.sk*

Abstrakt

Závlaha a hnojivá závlaha patria k dôležitým faktorom pri pestovaní jabloní v produkčných ovocných výsadbách. Pre vysoko efektívne využitie tohto faktora z technologického aj ekonomického aspektu je vhodnou bázou pestovanie drevín v tvare štíhleho vretena. Vybrané zimné odrody jabloní (Idared, Jonagold, Gala, Angold, Topaz, Pinova a Rubinola) boli testované v západnej časti Podunajskej nížiny a hodnotenie efektov sa robilo v rokoch 2000 až 2005. S ohľadom na vyhodnotenie vplyvu hnojivej závlahy boli v pokuse založené 4 varianty, s jedným kontrolným, nezavlažovaným. Pre zistenie a hodnotenie tohto efektu synergizmu výživy a závlahy bola hodnotená kvantita, kvalita plodov, ako aj chemická analýza vo vzťahu so skladovateľnosťou plodov.

Kľúčové slová: jablň, závlaha, fertigácia, kvalita a kvantita plodov, skladovateľnosť

Abstract

Irrigation and fertigation are included to important factors within the system of apple cultivation in progressive managed orchards. Relatively very economical and appropriate system is growing trees by the slim spindle. Some winter varieties of apple-trees (Idared, Jonagold, Gala, Angold, Topaz, Pinova and Rubinola) were planted in the west part of Danubian lowland and the fruit assessment was carried out in 2000-2005 seasons. Because of evaluation of fertigation effect one control, not irrigated variation has been included in the trial - plot with three others (e.g. treatments) which have got various levels of manuring. For the investigation this subject of irrigation and fertigation the assessments of quantity, quality of fruits, but also chemical analysis of fruits were evaluated.

Keywords: apple-tree, irrigation, fertigation, quality and quantity of fruits, storage life

ÚVOD

Zavlažovanie ovocných drevín má rovnako z pestovateľského, tak aj z ekonomického aspektu jednoznačne pozitívnu podporu a hodnotenie. Stáva sa integrovanou súčasťou nových pestovateľských projektov. Dominantné pri rôznoaspektových hodnoteniach je to, že pôsobí stabilizujúco na únosne vysokú produkciu a teda stabilizujúco aj na výsledné ekonomické parametre projektu, akými sú napr. návratnosť investícií a pod. Jablone sú ovocným druhom najrozšírenejšie zastúpeným a pozoruhodne aj najsenzitívnejším na závlahu spolu s broskyňami. K efektu riadenia vlhového režimu jabloní sa účinne a efektívne môže pripojiť synergický efekt súčasného riadenia výživy. Multiplikačné účinky synergického efektu fertigácie majú však jemne diferencovanú podobu pre jednotlivé odrody. Vybrané, na európskom trhu žiadané odrody, ktoré boli predmetom výskumu, podčiarkujú nutnosť dbať pri integrovaní fertigácie do pestovateľského systému na odrodové špecifiká aj v tomto ohľade. Všeobecne sa považuje preskladovanie produkcie do obdobia s lepšou realizovateľnou cenou ako opatrenie vylepšujúce ekonomiku a prinášajúce zisk. Prezentované výsledky poskytujú vstupné relevantné údaje a podklady do rozhodovacieho procesu pri realizácii podnikateľských projektov v oblasti pestovania jabĺk.

MATERIÁL A METÓDY

Experimentálny objekt

Experimentálnym biologickým objektom, založeným v súlade s metodologickými princípmi poľných experimentov bol ovocný sad, s rozmermi 35 x 60 m, vysadený jabľonami v jeseni 2000 v Moste pri Bratislave. Pozemok s nadmorskou výškou 133 m patrí do kukuričnej výrobnjej oblasti; ide o teplú a suchú oblasť s prevládajúcimi miernymi zimami.

Z klimatického aspektu je pokusný pozemok považovaný za teplý a suchý s priemerným ročným úhrnom zrážok 550 mm (1951 – 1990); v zimnom období (október – marec) 250 mm. Ročný priemer dennej teploty vzduchu je 9,7 °C a vo vegetačnom období 16,3 °C (apríl – september). Pokus sa hodnotil v rokoch 2000 – 2005. V experimentálnej výsadbe boli vysadené jablone naočkované na podpníku M9 (všetky odrody). Rady stromov mali orientáciu výsadby zo severu na juh, vzdialenosti stromov v radoch boli 1,2 m a v medziradi 3,5 m. Z každej odrody bolo hodnotených 15 stromov v jednom variante. Príkmenný pás bol ošetrovaný herbicídmi. Chemická ochrana bola realizovaná štandardnými aplikátormi - mobilným postrekovačom s kapacitou nádrže 350 l.

Obchodne certifikovaný a bezvirový materiál pochádzal z Plantexu Veselé s.r.o. a Plose Fructop s. s. r.o., Ostratice. Vykonávali sa rezy zimné a letné, typické pre pestovanie v tvare štíhleho vretena. Ručná prebierka plodov bola robená s pravidelnosťou, plody sa ponechali na 0,10 až 0,15 m od seba – rovnako v zavlažovaných a nezavlažovaných variantoch (podľa HRIČOVSKÝ A KOL., 2003). Mechanicky sa odstraňovali múčnatkou silne napadnuté letorasty (v máji až júli), najmä pri odrodách Pinova a Rubinola.

K stanoveniu obsahu živín prístupných v pôde sa použila metóda Mehlich III, ktorá umožňuje stanoviť i jednotlivé mikroelementy. Pri hodnotení výsledkov sa postupovalo podľa kritérií pre ovocné sady.

Pôdotvorným substrátom sú piesočnaté až hlinité karbonátové náplavy, ktoré prechádzajú v hĺbke 1,10 – 1,35 m do pieskov a v hĺbke 1,35 – 1,60 m do štrku. Sad je založený na nízinnej, stredne ťažkej aluviálnej pôde, typu karbonátovej černoze. Dobrá štruktúra pôdy, najmä aktívny horizont, priaznivo vplýva na vodný a vzdušný režim, a tým aj na aktivitu mikroorganizmov. Obsah humusu v pôde je 2,50 % (podľa Tjurin), karbonátov 11 % (podľa Janko), pH výmenné 7,5 až 7,6, obsah celkového dusíka 0,29 %, prístupného fosforu 50 – 60 mg.kg⁻¹ a draslíka 170 – 280 mg.kg⁻¹ (podľa MEHLICH III). Pôdy sú charakteristické dobrými fyzikálnymi vlastnosťami.

Systém fertigácie

Ako výkonný prvok fertigácie bol vybraný veľmi presný prihnojovač Dosatron francúzskej výroby. Pracuje na princípe diferenciálnych piestov pri pracovnom tlaku 30 – 600 kPa, maximálnom prietoku 2,3 m³.hod⁻¹ s presnosťou do 5%. Prihnojovač bol inštalovaný do systému kvapkovej závlahy, kde na zavlažovacie vetvy boli aplikované kvapkovacie hadice RAM 17 s integrovanými kvapkovačmi, v rozstupoch 1 m od seba a s prietokom 2,3 l.h⁻¹, uložené na povrchu pôdy v medziradi.

Základné hnojenie sa uskutočnilo na jar a na jeseň granulovanými, jednozložkovými hnojivami. Dusičnan draselný bol aplikovaný fertigáciou prostredníctvom systému kvapkovej závlahy. Stanovené dávky dusíka boli aplikované rozpustným dusičnanom draselným, 3 – 4 krát v každej fenofáze.

V každom roku boli komplexne vyhodnotené pôsobenia nasledujúcich jednotlivých faktorov:

- závlahový režim: so závlahou – bez závlahy,
- hnojenie: hnojivá závlaha – aplikácia tuhých hnojív.

Aplikovali sme nasledujúce dávky živín na hektár:

- a) rozpustné kryštalické hnojivo (dusičnan draselný) aplikované so závlahovou vodou v dávkach: 60 kg.ha⁻¹ N, 44 kg.ha⁻¹ P₂O₅, 120 kg.ha⁻¹ K₂O (**variant A**);
- b) rozpustné kryštalické hnojivo (dusičnan draselný) aplikované so závlahovou vodou v dávkach: 80 kg.ha⁻¹ N, 55 kg.ha⁻¹ P₂O₅, 120 kg.ha⁻¹ K₂O (**variant B**);
- c) tuhé hnojivá (trojitý superfosfát, dusičnan amónny s vápencom) so závlahovou vodou v dávkach: 60 kg.ha⁻¹ N, 44 kg.ha⁻¹ P₂O₅, 120 kg.ha⁻¹ K₂O (**variant C**);
- d) nezavlažovaný, kontrolný variant K bol hnojený tuhými formami hnojív v rovnakých dávkach ako variant C.

Rozpustné hnojivo (dusičnan draselný) bolo aplikované v čiastkových dávkach počas týchto vývojových fenologických fáz: kvitnutie (máj), tvorba a zakladanie úrody (koniec mája – začiatok júna), intenzívny rast plodov (koniec júna – začiatok júla), pred dozretím plodov (neskorý júl – august). Množstvo dodaného hnojiva KNO₃ bolo upravené s ohľadom na ekonomiku hnojenia a postupné dávkovanie živín podľa ich obsahu v pôde danej výsadby.

V pokuse boli hodnotené kvantily úrod jednotlivých odrôd a ich opakovania. Každá odroda bola pozorovaná v 4 variantoch, z ktorých 3 boli zavlažované (varianty A, B a C – s rozdielnym stupňom výživy) a jeden nezavlažovaný, kontrolný (variant K).

Varianty A, B a C boli zavlažované v jednotlivých rastových fázach (kvitnutie, intenzívny rast plodov a začiatok zrenia plodov) na úrovni 70 % VVK, 65 % VVK a 60 – 70 % VVK, podľa uvedeného poradia fenofáz.

Metódami senzorickej analýzy sa hodnotila kvalita vybraných odrôd jabĺk počas ich skladovania v podmienkach s riadenou atmosférou, ale aj v čerstvom stave bezprostredne po zbere. Dynamika zmien organoleptických znakov sa sledovala aj v rámci variantov jednotlivých odrôd a medzi odrodami navzájom.

Spôsob skladovania vzoriek

Uskladnenie vzoriek jabĺk sa uskutočnilo v modelovom sklade s riadenou atmosférou v priestoroch Katedry skladovania a spracovania rastlinných produktov Fakulty biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre. Regulácia podmienok v sklade sa kontrolovala počítačovým systémom.

Chladiareň pracuje na základe výmeny plynov. Dominantným plynom je N_2 , ktorého regulácia je možná v rozpätí od 78 – 96 %. Ostatné plyny boli prítomné v nasledovnom percentuálnom zastúpení: 3 % CO_2 a 1 % O_2 . Teplota skladu sa regulovala v rozmedzí od $-5^{\circ}C$ do $+21^{\circ}C$. Ako optimálna teplota skladu sa zvolila teplota $0^{\circ}C$ a relatívna vlhkosť vzduchu 90 – 95 %.

K hodnoteniu biometrických parametrov pokusu boli použité korelačné koeficienty (STAVKOVÁ, DUFEK, 2000).

Pre senzoricke hodnotenie sme použili tieto metódy a testy:

V **rozdielovej metóde**, slúžiacej na zisťovanie, či rozdiel medzi odrodami a variantmi vôbec existuje, sa použil „trojuholníkový test“, v ktorom sa podávajú triangle dvoch vzoriek, v ktorých sú dve identické a jedna odlišná. Úlohou hodnotiteľa bolo určiť odlišné vzorky.

V **stupnicovej metóde** sa použil bodový test v deväťbodovej stupnici zostavený autormi KOPEC, HORČIN (1997).

Hodnotila sa dosiahnutá úroda v jednotlivých variantoch a opakovaniach. Z každého pozorovaného stromu sa obrali všetky plody a odvážili na váhach s presnosťou na 0,01 kg. Potom sa triedili podľa veľkostných kategórií (Tab. 1).

Tab. 1: Veľkostné kategórie triedenia trhového tovaru

Kategória	Priemer plodov (mm)
Výber	Veľkoplodé odrody – 70, ostatné a letné – 60
I. trieda	Veľkoplodé odrody – 65, ostatné a letné – 55
II. trieda	Veľkoplodé odrody – 65, ostatné a letné – 55
Pozn.: Veľkostné kategórie boli upravené podľa Nariadenia Komisie č. 85/2004/ES.	

VÝSLEDKY A DISKUSIA

S ohľadom na kvantitatívne hodnotenie možno zdôrazniť, že úroda odrody Angold mierne kolísala počas celého obdobia a uspokojivé výšky úrody boli vo fertigačných variantoch A a B v roku 2003 a to 5,6 t.ha⁻¹ a 7,2 t.ha⁻¹. Táto odroda mala najvyššiu úrodu v roku 2005: 9,3 t.ha⁻¹ vo variante s kombinovaným hnojením (variant C). Odroda Topaz dosiahla maximálnu výšku úrody v roku 2005 vo variante B (12,2 t.ha⁻¹), vo variante C (11,4 t.ha⁻¹), (Tab. 2); v roku 2003 úroda vo variante B bola 9,6 t.ha⁻¹ a vo variante A 9,1 t.ha⁻¹. V roku 2003 odroda Pinova poskytla relatívne vysoké úrody vo všetkých variantoch, predovšetkým vo variantoch s aplikovanou fertigáciou (variant A a B: 15,2 a 16,9 t.ha⁻¹) a v roku 2005 najvyššie úrody priniesla táto odroda za celé hodnotené obdobie: 16,8 t.ha⁻¹ a 17,4 t.ha⁻¹ vo variantoch B a C, podľa poradia, (Tab. 2).

Tab. 2: Úroda jabĺk (rok 2005)

Odroda	Variant	plody			
		kg/strom	ks/strom	hmotnosť (kg)	t.ha ⁻¹
Angold	A	3,71	17,11	0,22	8,66
	B	3,85	18,45	0,21	8,98
	C	3,98	19,62	0,20	9,29
	K	2,98	17,14	0,17	6,95
Priemer		3,63	18,08	0,20	8,47
Topaz	A	4,85	22,01	0,22	11,31
	B	5,21	35,00	0,15	12,15
	C	4,89	35,45	0,14	11,41
	K	4,69	27,81	0,17	10,94
Priemer		4,91	30,07	0,16	11,45
Pinova	A	6,82	35,42	0,19	15,90
	B	7,21	44,25	0,16	16,82
	C	7,45	41,35	0,18	17,38
	K	6,52	33,75	0,19	15,21
Priemer		7,00	38,69	0,18	16,33
Rubinola	A	5,03	36,12	0,14	11,73
	B	5,86	39,85	0,15	13,67
	C	5,96	36,87	0,16	13,90
	K	4,12	29,69	0,14	9,61
Priemer		5,24	35,63	0,15	12,23

Na základe hodnotenia trhovej kvality plodov v roku 2004 možno konštatovať, že najvyšší podiel výberových plodov mala odroda Pinova. V roku 2004 štatisticky významná, negatívna korelácia ($r=-0,39^{**}$) medzi fertigačnými variantmi (A, B) a počtom výberových plodov bola zistená, a tak podiel výberových plodov bol zvýšený vplyvom hnojivej závlahy. Medzi ferti-

gačnými variantmi (A, B) a priemernou hmotnosťou plodov pri výbere bola zistená štatisticky významná, negatívna korelácia ($r=-0,29^+$).

V roku 2005 všetky odrody jabloní priniesli zväčša uniformné plody (vyššie 65 mm priemer), ktorých hmotnosť kolísala medzi 180 – 220 g. Aj v roku 2005 opakovaný vplyv fertigačie bol manifestovaný nielen nižšou kvalitou úrod (chuťové a senzorické vlastnosti), ale aj skrátenou lehotou skladovateľnosti, čiastočne už na začiatku skladovania.

Skladovanie plodov odrôd jabloní pestovaných v jednotlivých variantoch závlahy a hnojenia

V rámci výskumu kvality skladovaných jabĺk sme skúmali aj vzťahy medzi niektorými dosiahnutými výsledkami senzorickej, chemickej a fyzikálnej analýzy.

Na hodnotenie vybraných vzťahov sme zvolili rozšírený koeficient korelácie medzi premennými veličinami, pričom hodnotenie určených výsledkov bolo obojstranné: raz bol závislou premennou veličinou prvý člen hodnotenej dvojice, druhýkrát druhý člen dvojice. Dosiahnuté výsledky sme testovali parametrickým t-testom. Ak boli vypočítané t-hodnoty vyššie ako tabuľkové, korelačný koeficient r_{xy} bol preukazný medzi premennými veličinami x , y a existovala na zvolenej hladine významnosti závislosť. Tesnosť sledovaných vzťahov bola tým ujšia, čím viac sa hodnota korelačného vzťahu približovala k jednotke.

Pri odrode Gala sa dokázali štatisticky preukázateľné závislosti ($\alpha=0,05$) medzi vôňou a chuťou, chuťou a textúrou (v senzorickej profilovej metóde), textúrou a tvrdosťou (meranou fyzikálne) a vlákninou a tvrdosťou, pričom vláknina sa stanovovala chemicky. Závislosť sa nezistila medzi chemicky stanovenými cukrami a senzoricou chuťou. Tento výsledok presvedčivo dokazuje, že na komplexnom chuťovom vneme sa nepodielala len obsah cukrov.

Pri odrode Idared sa preukázala závislosť medzi vôňou a chuťou, tvrdosťou a vlákninou, textúrou a vlákninou. Závislosť sa nepotvrdila medzi chuťou a textúrou, tvrdosťou a textúrou a medzi chuťou a obsahom cukrov. Rozdiely sú spôsobené iným charakterom odrody, ktorá dozrieva počas skladovania pomalšie. Výsledky naznačujú, že textúra hodnotená senzoricou analýzou nie je totožná s tvrdosťou, nameranou prístrojovou technikou.

Výsledky pri hodnotení odrody Jonagold preukazujú štatisticky významné závislosti medzi pachom a chuťou, chuťou a textúrou, textúrou a tvrdosťou a nezávislosť medzi vlákninou a tvrdosťou, textúrou a vlákninou a už tradične medzi chuťou a cukrami. Aj tieto vybrané testované dvojice potvrdzujú, že druh jabloň je veľmi variabilný a každá odroda má svoj vlastný hemibiotický metabolizmus, závislý ako na pestovateľských, tak aj skladovateľských podmienkach (HORČIN A INÍ, 2002).

Celkové zhodnotenie kvality plodov pri skladovaní pozorovaných odrôd ovplyvnených variantmi hnojenia a závlahy

Skladovanie odrôd Gala, Jonagold a Idared v chladiarni s upravenou atmosférou, zabezpečené v kooperácii so SPU Nitra sa ukázalo maximálne vhodné nielen pre základné odrody, ale aj pre pestovateľské varianty A, B, C a K.

Bezprostredne po uskladnení bolo možné zaregistrovať rozdiely medzi variantmi v rámci

odrôd, ale tieto rozdiely sa postupne minimalizovali a nedosahovali na zvolenej hladine významnosti $\alpha = 0,05$ štatistickú významnosť.

Odroda Gala, ktorá nie je typickou zimnou dlho skladovateľnou odrodou, sa počas jednotlivých skladovacích cyklov vyznačovala pozvoľným zhoršovaním texturálnej kvality v priebehu skladovania vo vzťahu k meraniam a k variantom. Na konci skladovacieho obdobia kvalita variantov bola už nízka a najhoršie sa preukazovala kvalita variantu C a najmä variantu B po texturálnej stránke.

Odroda Jonagold sa v uvedených podmienkach dobre skladovala. Pri jednotlivých senzorických hodnoteniach počas skladovacích cyklov sa už od prvých meraní prejavovala horšia kvalita variantu B. Tento trend pokračoval aj v ďalších meraniach.

Aj **odroda Idared**, ktorá je zimnou odrodou, vhodnou na dlhodobejšie skladovanie, sa kvalitou variantov počas skladovania zlepšovala a bola približne na rovnakej úrovni, čo sa potvrdilo aj senzorickými hodnoteniami. Postupne sa však vyrovnanosť strácala a dochádzalo k určitým diferenciám. Podobne ako pri odrodách Gala a Jonagold, aj v prípade odrody Idared sa začala negatívnejšie prejavovať kvalita variantu B s vyššou dávkou N a v treťom skladovacom cykle aj variantu C s tuhým hnojením.

Pri jednotlivých meraniach sa potvrdilo, že kvalita plodov a doba uskladnenia všetkých skladovaných odrôd i variantov začína závisieť od textúry, ktorá je limitujúcim faktorom vyskladnenia (HORČIN A INÍ, 2002).

Najvyšší obsah organických kyselín (prepočítaný na kyselinu jablčnú) dosahoval v prípade odrody Idared variant B (1,29 %), odrody Jonagold var. A (0,73 %) a odrody Gala var. C (0,74 %). Najnižší obsah pri odrode Jonagold vykazovali varianty B a K (0,64 %) a pri odrodách Idared a Gala variant A (0,97 %, resp. 0,61 %). Celkovo najnižšou hodnotou obsahu organických kyselín sa vyznačovali odrody Jonagold a Gala (0,67 %) a najvyššou odroda Idared (1,06 %).

Hodnota obsahu vlákniny vyjadrená v % sa pohybovala pri odrode Idared od 4,99 % (variant B) – 5,40 % (variant K), pri odrode Jonagold od 4,19 % (variant B) – 4,52 % (variant A) a pri odrode Gala od 4,51 % (variant K) – 4,65 % (variant B). Z hľadiska celkového obsahu vlákniny dosiahli dané odrody nasledovné poradie: Jonagold (4,34 %), Gala (4,58 %) a Idared (5,13 %).

Obsah cukrov sa pohyboval v rozpätí 7,93 % (variant A) až 8,80 % (variant K) pri odrode Idared, pri odrode Jonagold 7,92 % (variant B) – 8,83 % (variant K) a odrode Gala 7,08 % (variant B) – 8,26 % (variant C). Poradie odrôd je nasledovné: Gala 7,81 %, Idared 8,51 % a Jonagold 8,51 %, celkový obsah cukrov.

Výrazné rozdiely medzi hodnotenými chemickými ukazovateľmi zaznamenal obsah vitamínu C. Jeho obsah sa pri jednotlivých odrodách pohyboval od 8,57 mg.kg⁻¹ (variant B) do 10,12 mg.kg⁻¹ (variant C) pri odrode Idared. Celkovo najvyšší obsah vitamínu C dosiahla odroda Gala (9,87 mg.kg⁻¹), potom odroda Idared (9,32 mg.kg⁻¹) a najmenej odroda Jonagold 6,18 mg.kg⁻¹.

Súhrnné výsledky skladovacieho obdobia 2003/2004, diskusia

Odrody Angold, Pinova a Topaz a ich pestovateľské varianty sa hodnotili v skladovacom období 2003/2004 testami a metódami reprezentujúcimi bežné i náročné metódy senzorickej

analýzy. Pri odrode Angold sme pristúpili len k jednému meraniu sensorických vlastností, keďže bolo málo vzoriek na hodnotenie (poškodenie plodov krupobitím v máji 2003). Pri ďalších dvoch odrodách sa uskutočnilo dostatočné množstvo hodnotení, takže môžeme konštatovať, že najhoršou kvalitou sa pri jednotlivých meraniach a jednotlivých odrodách preukazoval variant C, čo mohlo byť spôsobené kombináciou tuhé hnojivo a závlaha a slabšou utilizáciou živín z predchádzajúcich rokov.

Jednoročné výsledky sensorického hodnotenia uvedených troch odrôd ukázali, že variant C je preukazne horší ($P = 95\%$) ako ostatné varianty v takmer všetkých sensorických testoch. Konečné vyjadrenie však nemožno takto jednoznačne formulovať, pretože jednoročné výsledky neposkytujú požadovanú signifikantnosť objektívneho hodnotenia.

Sensorické hodnotenie jabŔk, hrušiek a ďalších ovocných druhov je však natoľko objektívne a vystihuje aj detailné rozdiely vo vzhľade, vône, chuti a textúre, že by bolo vhodné a potrebné takýmto spôsobom pokračovať vo výskume (HORČIN A INÍ, 2004).

Podľa autorov TOLLER, TONIOLLI (1998) mala závlaha rozhodujúci vplyv iba na životnosť stromov jabloní pestovaných na slabo rastúcom podpníku M9, pri hladine podzemnej vody v hĺbke 0,9 – 1,0 m, pričom úroda, ani jej kvalita neboli ovplyvňované. Úplne s týmto tvrdením sa nedá súhlasiť, pretože pri štyroch rôznych úrovniach kvapkovej závlahy je potrebné kvalitu úrody sledovať a ohodnotiť ju analýzami plodov. Ak zároveň berieme do úvahy vplyv podzemnej vody a jej hladiny, taktiež rôznych závlahových dávok, je potrebné dodať, že je v našich agroklimatických podmienkach nevhodné pestovanie jabloní pri hladine podzemnej vody menšej ako 2 m.

Autori ZYDLIK A PACHOLAK (1998) dokázali v podmienkach pravidelnej závlahy nižšími dávkami – pri hodnote vodného potenciálu pôdy 0,03 MPa – a diferencovanej výžive dusíkom v primeraných množstvách do 50 kg N na 1 ha vysoký a priaznivý vplyv fertigácie na úrodu jabŔk. Konkrétne zvýšenie úrod zaznamenali v rozpätí od 4,3 do 11,4 t.ha⁻¹, čo je v porovnaní s výsledkami tejto práce takmer zhodné a v rámci rozpätia udávaného poľskými kolegami.

V nížinných oblastiach s nižšou úrovňou atmosférických zrážok, pri priemerných ročných teplotách nad 9 °C, alebo na pôdach s nižšou poľnou vodnou kapacitou, je použitie závlahy podmienkou úspešnosti pestovania jabloní najmä z aspektu stabilizácie dostatočne vysokých úrod v meniacich sa klimatických charakteristikách roka. Veľmi priaznivo na závlahu reagovali odrody Angold a Pinova.

V systéme kvapkovej závlahy je nespornou výhodou obmedzený rast burín, čo potvrdzujú aj viaceré poznatky získané špecialistami na agrotechniku a závlahy vo Výskumnom a šľachtiteľskom ústave ovocinárskom v Holovousoch, ČR (BLAŽEK, 2001; HANISKO, 2003).

Z metód a testov sensorickej analýzy uskutočnených počas troch skladovacích období vyplýva, že textúra sa ukázala ako kľúčová pri hodnotení jednotlivých pestovateľských variantov odrôd Gala, Jonagold a Idared. K podobným záverom dospeli aj HARKER A INÍ (2000), ktorí uvádzajú, že textúra ovplyvňuje spotrebiteľskú prijateľnosť jabŔk. BOYLSTON A INÍ (1994) dokazujú, že predĺžené skladovanie prispieva k mäknutiu pletív jabŔk odrody Gala a zníženie pevnosti bolo preukázané po 3 až 4 mesiacoch skladovania, čo sa potvrdilo aj v tejto práci, keď odroda Gala ako typická jesenná, resp. skorá zimná odroda bola vhodná na skladovanie do januára

až februára. Neprispôsobivosť odrody Gala dlhodobému skladovaniu opisuje vo svojej práci DRAKE (1991), keď daná odroda rýchlo strácala pevnosť a aromatické zložky počas skladovania. Odrody Jonagold a Idared bolo možné v uvedených podmienkach v kontrolovanej atmosfére dobre skladovať do apríla s prihliadnutím najmä na kondičný stav a kvalitu plodov pri naskladnení.

ZÁVER

Čiastočná aplikovateľnosť prezentovaných výsledkov je spôsobená začiatkom systematického výskumu vzťahov fertigácia-quantita-kvalita- skladovateľnosť- atď. Realizačná atraktivita zo strany praxe podčiarkuje nutnosť pokračovania vo výskume a vývoji a preto sú závery v ďalšom orientované aj do formulácie odporúčaní.

Na základe analýz signifikantnosti a aplikovateľnosti poznatkov, vrátane získaných realizačných skúseností odporúčame pokračovať v tejto vecnej orientácii výskumu a ďalší výskum orientovať nasledovnými smermi:

1. Hodnotené odrody jabloní (Idared, Jonagold, Gala, Angold, Topaz, Pinova a Rubinola) zaraďovať do nových integrovaných výsadiieb z hľadiska produkčného i z hľadiska ich uskladnenia.
2. Otestovať rôzne kombinácie podpníka a odrody, napr. MM 106 s odrodami slabšie rastúcimi, napr. Melodie, Golden Delicious, Pinova a iné.
3. Ďalšie hodnotenie príčin výskytu horkej škrvnitosti jabĺk aj pri konvenčných odrodách jabloní.
4. Rozšíriť hodnotenie ďalších odrôd jabloní, ktoré sú dôležité pre produkčný spôsob pestovania ovocia na Slovensku.
5. Pozorovať a hodnotiť vplyv rôznych dávok živín, konkrétne dusíka, predovšetkým na úrodotvorné parametre jabloní.

LITERATÚRA

- BLAŽEK, J. 2001. *Pěstujeme jabloně*. Praha: Nakl. Brázda, 2001. 256 s. ISBN 80-209-0294-5
- BOYLSTON, T. D. – KUPFERMAN, E. M. – FOSS, J. D. – BUERING, C. 1994. *Sensory quality of Gala apples as influenced by controlled and regular atmosphere storage*. In: *Journal of Food Quality*, vol. 17, 1994, p. 477-494.
- DRAKE, S. R. 1991. *Storage regimes for apples*. In: *Proc. Washington Tree Fruit Postharvest Conf.*, 7, 1991, p. 63 – 64.
- HANISKO, Ľ. 2003. *Interakčný efekt závlahy a hnojenia na jablone v tvare štíhle vreteno*. Doktorandská dizertačná práca I, II. Bratislava: SVP š. p., OZ Hydromelióracie, 2003. 164 s., 48 tab., 241 grafov, Prílohy I-IV.
- HANISKO, Ľ. – HRIČOVSKÝ, I. A KOL. 2007. *Uplatnenie úsporných technológií v produkčnom procese jabloní a hrušiek*. Záverečná správa za riešenie vecnej etapy (vecnej podetapy). Bratislava: Hydromelióracie – VÚPOP 2007. 132 s., 50 tab., 39 grafov, 11 obr.
- HARKER, F. R. – VOLZ, R. – JOHNSTON, J. W. – HALLETT, I. C. – DEBELIE, N. 2000. *What makes fruit firm and how to keep it that way*. In: *16th Annual Postharvest Conference, Yakima, WA, 2000*, <http://postharvest.tfrec.wsu.edu>
- HORČIN, V. – PAVELKOVÁ, A. – JÓZEFFIOVÁ, E. 2002. *Zmeny kvalitatívnych vlastností jabĺk počas skladovania od závlahy a výživy*. Záverečná výskumná správa, VE 07/3. Bratislava: SVP š. p., OZ Hydromelióracie, 2002, 50 s.
- HORČIN, V. – VIETORIS, V. – JÓZEFFIOVÁ, E. 2004. *Vplyv zavlažovania a hnojenia na kvalitu jabĺk (2003/2004)*. Záverečná správa. Nitra: SPU, 2004. 31 s.
- HRIČOVSKÝ, I. – ŘEZNIČEK, V. – ŠUS, J. 2003. *Jablone, hrušky, dule, mišpule*. Bratislava: Príroda, 2003. 104 s.
- KOPEC, K. – HORČIN, V. 1997. *Senzorická analýza ovocia a zeleniny*. b. m.: Universum, 1997. 194 s.

- STÁVKOVÁ, J. – DUFEK, J. 2000. *Biometrika*. Brno: MZLU, 2000. 194 s. ISBN 80–7157–486–4.
- TÖLLER, G. – TONIOLI, A. – DORIGONI, A. ET AL. 1998. *Irrigation influence on a high density orchard with a superficial water table [Malus pumila Mill. – Trentino – Alto Adige]*. Istituto Agrario Provinciale, San Michele all` Adige, Trento, 1998. In: *Irrigazione e Drenaggio*, vol. 45 (1), p. 37–41.
- ZYDLIK, Z. – PACHOLAK, E. 1998. *Effect of fertigation on the yield and storage capability apple 'Golden Delicious'*. In: *Prace z Zakresu Nauk Rolniczych*, vol. 85, 1998, p. 121–128.
-

ZVYŠOVANIE POVEDOMIA ŠIROKEJ VEREJNOSTI A POTREBA VZDELÁVANIA MLADEJ GENERÁCIE K OCHRANE PÔDY

RAISING OF PUBLIC AWARENESS AND NEEDS TO EDUCATE YOUNG GENERATION IN SOIL PROTECTION

Beata HOUSKOVÁ

*Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava,
e-mail: b.houskova@vupop.sk*

Abstrakt

Ochrana pôdy ako integrálnej súčasť životného prostredia má v súčasnosti rastúci význam. Cílená ochrana pôdy je zahrnutá priamo aj v Európskej rámcovej direktíve na ochranu pôdy, prijatie ktorej je v súčasnosti stále v štádiu negociovania a čaká na schválenie Európskym parlamentom a Európskou radou. Veľký význam sa však už teraz kladie na zvyšovanie povedomia širokej verejnosti ohľadne potreby chrániť pôdu ako prírodný zdroj a to najmä preto, že pôda je považovaná a definovaná v direktíve ako neobnoviteľný pôdny zdroj. Je tomu tak pretože obnovenie všetkých funkcií zdevastovanej pôdy trvá veľmi dlho, niekoľko desiatok rokov, pričom niektoré funkcie sa úplne obnoviť do pôvodného stavu vôbec nepodarí. Verejnosť a najmä mladá generácia musí byť adekvátne informovaná o dôležitosti pôdy pre existenciu života na Zemi.

Kľúčové slová: ochrana pôdy, vzdelávanie a výchova, záujmové skupiny, propagácia, rámcová smernica na ochranu pôdy

Abstract

Soil as integral part of environment has to be protected. At present time this aspiration has at rising importance. Targeted protection of soil is included directly also in European Soil Framework Directive which is in negotiation process and has to be approved by European Council and European Parliament. High importance has already public awareness rising in connection to soil protection as natural resource. From this point of view soil is defined in directive as non-renewable natural resource. Reason for this is long lasting recovery process of functions of degraded soil which might last several decades and some soil functions would be never recovered to the original state. Public and especially young generation must be informed in appropriate way about soil importance for the existence of life on the Earth.

Keywords: soil protection, education and training, targeted groups, propagation, Soil Framework Directive

ÚVOD

Pôda je neoddeliteľnou súčasťou životného prostredia a ovplyvňuje priamo či nepriamo všetky jeho zložky. Takého chápanie pôdy ešte v nedávnej minulosti nebolo samozrejmosťou, pretože pôda sa chápala ako výrobný prostriedok poľnohospodára a z jej vlastností a funkcií bola najdôležitejšia úrodnosť. Až problémy s úrodnosťou, ktorú sa nedarilo zvyšovať donekonečna prehlbovaním orby a zvyšovaním dávok priemyselných hnojív evokovali zmenu náhľadu na pôdu z čisto výrobného a produkčného hľadiska na environmentálne hľadisko čo vytvorilo priestor pre zmenu prístupu k pôde z tzv. industriálneho k environmentálnemu (KOLEKTÍV, 2007).

Pôda sa začala vnímať cez jej funkcie. K najdôležitejším patria: produkcia biomasy, priestorová základňa pre ľudskú činnosť a život organizmov, filtrácia, neutralizácia a premena látok, kultúrne dedičstvo národov a Zeme ako celku. Práve cez funkcie je pôda vnímaná aj v Európskej rámcovej smernici na ochranu pôdy, ktorá bola schválená Európskou komisiou v septembri 2006 a čaká na schválenie Európskym parlamentom a radou (COM, 2006). Smernica vytýčila osem najzávažnejších hrozieb pre pôdu v rámci Európy. Patria k nim: erózia, zhutňovanie, znižovanie obsahu organickej hmoty v pôde, pôdne zosuvy, zasoľovanie, kontaminácia, dezertifikácia a zábery pôd. Práce na rámcovej smernici ukázali na potrebu zvyšovania tzv. pôdneho povedomia širokých vrstiev obyvateľstva, ktoré väčšinou pôdu priamo ani nevníma pokiaľ jeho činnosť nie je s pôdou priamo spätá, ako je to napríklad v prípade poľnohospodárov. Aj u poľnohospodárov je často toto vnímanie pôdy zamerané príliš úzko na výnosy určitých plodín, ktoré sú z ekonomického hľadiska najvýhodnejšie a prinášajú najrýchlejší zisk. Poľnohospodári vedia, čo pôde škodí a čo pôda potrebuje avšak ekonomická situácia ich vedie často krátko k praktikám, ktoré sú vzdialené od environmentálneho prístupu. Toto tiež poukazuje na potrebu zvyšovania pôdneho povedomia spoločnosti vo všetkých jej zložkách (ELSA).

Na rozdiel od kvality vody a vzduchu, ktorá je v súčasnosti už ošetrovaná európskymi smernicami a je vnímaná veľmi citlivo sa potreba kvality pôdy vníma oveľa menej a väčšinou len sprostredkovane. Navyše u niektorých národov slovo pôda tvorí synonymum slova špina. Našťastie v slovenčine tomu tak nie je, ale aj tak u časti obyvateľstva prevláda názor, že pôda je niečo od čoho sa človek môže ušpiniť a už menej názor, že pôda je niečo bez čoho nemôže existovať život na Zemi.

Pôdoznalecká komunita pozná veľmi dobre dôležitosť pôdy pre existenciu ľudstva ako aj všetkého živého na Zemi, ale na rozdiel od niektorých iných vedeckých komunít je pomerne uzavretá. Túto uzavretosť treba prelomiť a treba aktívne pristúpiť k spolupráci so širokou verejnosťou prostredníctvom adekvátneho informovania, propagovania či už učenia o význame pôdy pre život (Housková, 2009). Výskumný ústav pôdoznanectva sa aktívne zapája do riešenia uvedenej problematiky a to hneď na dvoch úrovniach: európskej – prostredníctvom aktívnej účasti v Európskom pôdnom byre (ESBN) a slovenskej prostredníctvom pilotnej štúdie.

MATERIÁL A METÓDY

Snahy o zvyšovanie pôdneho povedomia je možné rozdeliť regionálne. Pre naše účely sme sa zamerali na dve úrovne: európsku a slovenskú.

Európska úroveň zvyšovania pôdneho povedomia širokej verejnosti

Európske pôdne byro (ESBN), ktoré pracuje pod záštitou Európskej komisie, konkrétne Spoločného Výskumného centra (JRC – Joint Research Centre) vytvorilo pracovnú skupinu (WG4) cieľom ktorej je vypracovanie systematického prístupu k zvyšovaniu kvality prezentácie výsledkov pôdoznaleckej vedy pre širokú verejnosť (EUROPEAN SOIL PORTAL). VÚ POP má aktívne zastúpenie v tejto pracovnej skupine. WG4 sa zameriava na všetky stupne vzdelávania spoločnosti a to na predškolské, základné, stredné, vysokoškolské ako aj na univerzity tretieho veku. Dôraz sa pri tom kladie na vzdelávanie mládeže, teda najmä na základné a stredné školy.

Akčný plán sa zameriava na spoluprácu s existujúcimi záujmovými skupinami, ktoré majú pôdnu problematiku vo svojej náplni, napr. európskymi pôdoznaleckými spoločnosťami pretože dané snahy musia mať celoeurópsky dosah. Cieľom je osloviť aj tvorcov zákonov, teda aj politikov na všetkých úrovniach.

Pilotná štúdia zameraná na základné školy na Slovensku

Výskumný ústav pôdoznectva realizoval v roku 2009 pilotnú štúdiu zameranú na:

1. zistenie vedomostnej úrovne žiakov týkajúcej sa problematiky pôd
2. zistenie schopnosti žiakov získavať informácie o pôde najmä prostredníctvom internetu
3. zistenie názorov žiakov na význam pôdy pre ľudstvo a na potrebu jej ochrany

Cieľom tejto štúdie bolo aj poznávanie pôdy a jej funkcií ako aj budovanie kladného vzťahu detí k prírodnému prostrediu a uvedomenie si hodnoty jeho jednotlivých zložiek. Otázky mali rozdielnu obtiažnosť s prihliadnutím na vekové kategórie detí. Obsahovali aj obrazovú časť aby sa zvýšila ich atraktivnosť.

Otázky: Mladší žiaci

1. Čo je podľa tvojho názoru pôda? (minimálne 5 viet):
 2. Vymenuj 3 zvieratá, ktoré žijú v pôde
 3. Ktoré rastliny nepatria medzi poľnohospodárske plodiny?
 - 3.1. cukrová repa
 - 3.2. pšenica ozimná
 - 3.3. jačmeň jarný
 - 3.4. jačmeň ozimný
 - 3.5. nezábudka močiarna
 4. Aký úžitok máme z pôdy (vymenuj aspoň 2 príklady)
 5. Z čoho sa skladá prirodzená pôda?
 - 5.1. kamene + piesok + prach + voda
 - 5.2. kamene + piesok + prach + voda + vzduch
 - 5.3. kamene + piesok + prach + voda + vzduch + rastlinné zvyšky
-

- 5.4. kamene + piesok + prach + voda + vzduch + rastlinné zvyšky + organizmy
- 5.5. kamene + piesok + prach + voda + vzduch + rastlinné zvyšky + polystyrén
- 6. Čo robí poľnohospodár na obrázku?
 - 6.1. Orije
 - 6.2. Seje
 - 6.3. Kypří
 - 6.4. Valcuje
 - 6.5. Vykopáva úrodu
- 7. Ktoré pôdy sú najúrodnejšie?
 - 7.1. černoze
 - 7.2. hnedozeme
 - 7.3. gleje
- 8. Vieš zistiť koľko hektátov poľnohospodárskej pôdy a koľko hektárov lesnej pôdy má Slovenská republika? Ak áno, uveď zistené.
- 9. Aké zvieratko je na obrázku a čím sa živí? Môžeš ho zaradiť aj do odpovede na otázku 2?
- 10. Čo si myslíš. Je treba chrániť pôdu? Ak áno, povedz prečo.

Otázky: Starší žiaci

- 1. Čo je podľa tvojho názoru pôda a na čo sa využíva? (minimálne 5 viet)
- 2. Aké poľnohospodárske plodiny sa najčastejšie pestujú na Slovensku a aké mali výnosy v minulom roku (uveď aspon 3 najvýznamnejšie)?
- 3. Čo je to zrnitosť pôdy?
- 4. Podieľa sa na zložení pôdy aj íl? Ak áno, uveď aké veľké častice ho tvoria?
- 5. Z akých skupenstiev sa skladá pôda?
 - 5.1. len pevné
 - 5.2. pevné a kvapalné
 - 5.3. pevné, kvapalné aj plynné
- 6. Čo je to humus?
 - 6.1. opadané lístie
 - 6.2. čiastočne rozložené organické zvyšky
 - 6.3. v pôde sa nenachádza
 - 6.4. organické a čiastočne rozložené organické zvyšky zmiešané s minerálnou časťou pôdy
- 7. Vieš zistiť koľko hektátov poľnohospodárskej pôdy a koľko hektárov lesnej pôdy mala Slovenská republika v roku 2008? Ak áno, uveď zistené.
- 8. Čo je to pH pôdy a medzi aké jej vlastnosti patrí (fyzikálne, chemické, biologické)?
- 9. Aké poľnohospodárske stroje (náradie) sú na obrázkoch a na čo sa používajú?
- 10. Čo si myslíš. Je pôda súčasťou životného prostredia a treba ju chrániť? Ak áno, povedz prečo (minimálne 5 viet).

Pilotná štúdia sa realizovala na vzorke základných škôl na nižšom (1. až 4. ročník) aj vyššom vzdelávacom stupni (5. až 9. ročník). Štúdia prebehla formou súťaže v ktorej deti odpovedali

na sadu desiatich otázok. Otázky pre školy boli uverejnené prostredníctvom internetu, pretože internet je považovaný za dôležitý a atraktívny prostriedok šírenia informácií často využívaný mladou generáciou. Súťaž bola vyhlásená symbolicky pri príležitosti Dňa Zeme 22. Apríla, 2009 a ukončená bola 30. 5. 2009 v spolupráci s environmentálnou poradňou Studnička.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

WG4 začala svoju prácu v tomto roku a výsledky budú preto vyhodnotené až neskôr.

Vyhodnotenie pilotnej štúdie

Do pilotnej štúdie sa zapojilo desať bratislavských základných škôl a jedna škola z Humenného. Mladší žiaci predstavovali dva krát väčšiu vzorku ako starší žiaci.

1. Zistenie vedomostnej úrovne žiakov

Vedomostná úroveň žiakov nie je nedostatočná, ale poukazuje na potrebu vypracovania uceleného konceptu výučby pôdnej problematiky a to na oboch stupňoch vzdelávania. Niektoré otázky hoci boli ťažšie boli zodpovedané na vyššej úrovni ako jednoduchšie otázky. Pôdna problematika je súčasťou viacerých predmetov (zemepis, prírodoveda ...), ktoré sa však zameriavajú na špecifické pôdne otázky a nepodávajú ucelenú informáciu o pôde. Preto ten nesúlad medzi obtiažnosťou otázok a správnosťou odpovedí.

2. Zistenie schopnosti žiakov získavať informácie o pôde najmä prostredníctvom internetu

Internet poskytuje pomerne veľa informácií o pôdnej problematike. Tieto informácie sú však často krát písané pre vedeckú spoločnosť a nemajú vždy jednotnú výpovednú hodnotu. Toto evokuje potrebu zriadiť pôdny portál, ktorý by adekvátnym spôsobom podával informácie o pôde prístupnou a pútavou formou pre širokú verejnosť. Tu by popri základnej informácii o pôde a jej funkciách mohli byť aj aktualizované informácie týkajúce sa ochrany pôdy či už na štátnej alebo európskej úrovni (aktuálny vývoj v legislatívnom procese európskej pôdnej smernice podaný zjednodušenou a pútavou formou), domáce zákony na ochranu pôdy, kvízy, súťaže a propagačné materiály. Je to možné realizovať na už existujúcich pôdnych portáloch k akým patrí napríklad pôdny portál VÚPOP.

Takýto portál by mohol slúžiť aj na poskytovanie materiálov a podkladov pre učiteľov venujúcich sa pôdnej problematike v rôznych predmetoch. Príkladom portálu poskytujúceho materiály pre učiteľov je napríklad INFOVEK: <http://www.infovek.sk/>.

3. Zistenie názorov žiakov na význam pôdy pre ľudstvo a na potrebu jej ochrany

Názory žiakov sa zisťovali prostredníctvom otázok: 1. a 10. Ohľadne otázky zameranej na charakteristiku pôdy žiaci odpovedali správne, ale nie komplexne. Pôdu ponímali z viacerých hľadísk: ako súčasť životného prostredia, ako miesto pestovania plodín, ako zásobárň energie, kyslíka atď. Niektoré odpovede boli pomerne podrobné z určitého uhla pohľadu, ale chýbali im jednoduchšie ale zásadné poznatky.

Čo sa týka potreby chrániť pôdu všetci na túto otázku odpovedali správne: áno – pôdu

je treba chrániť. aj všetky uvedené dôvody prečo je pôdu treba chrániť boli správne. V podstate žiaci formou adekvátnej ich veku odpovedali, že pôdu musíme chrániť pretože je neoddeliteľnou súčasťou životného prostredia, poskytuje podmienky pre život rastlín, vodu, kyslík, zabezpečuje útočisko pre zvieratá a výživu ľudstva. Na pôde staviame svoje domy a po pôde chodíme. Bez pôdy by nebolo života na Zemi. V týchto odpovediach je vidieť, že ochrane životného prostredia sa na školách venuje na adekvátnej úrovni, je to populárna problematika, ktorá sa rieši aj v ostatných médiách. Ochrana pôdy si zasluhuje takú istú mieru pozornosti ako ochrana ovzdušia, či vody. Bolo by preto potrebné túto problematiku podrobnejšie rozpracovať prístupnou formou podľa vekovej hranice žiakov.

Zvyšovanie povedomia musí prebiehať na celospoločenskej úrovni a zasahovať do všetkých spoločenských vrstiev obyvateľstva. Európska Pôdna politika zohráva mimoriadne dôležitú úlohu v tomto procese prostredníctvom výskumných ústavov, národných agentúr a inštitúcií Európskej komisie a to predovšetkým: JRC, DG ENVIRONMENT, Policy DG.

ZÁVER

Štúdiá ukázala, že žiaci majú kladný vzťah k pôde a majú prirodzené „pôdne cítenie“. Samozrejme pokiaľ chceme aby toto cítenie nezaniklo musíme ho cielene usmerňovať a zveľaďovať. Vedeckí a výskumní pracovníci sa taktiež musia snažiť spropagovať pôdnu problematiku atraktívnym spôsobom pre širokú verejnosť i keď mnohí to chápajú ako povinnosť „tých druhých“ a radšej zostávajú v uzavretej vedeckej komunite.

Zvyšovanie povedomia širokej verejnosti o ochrane pôdy sa stáva jednou z priorít politiky Európskej únie a zasluhuje si, i keď nielen z tohoto dôvodu, väčšiu pozornosť pôdnoznaleckej vedeckej komunity.

LITERATÚRA

1. *Communication from the commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social committee and the Committee of the Regions: Thematic Strategy for Soil Protection.* COM(2006)231 final. 12 pp.
 2. *European Land and Soil Alliance (ELSA):* <http://www.bodenbuendnis.org/en/welcome/>
 3. *European Soil Portal:* <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/>
 4. HOUSKOVÁ, B. 2009. *Deti viete prečo musíme chrániť pôdu?* Propagačný poster pre Agrokomplex 2009.
 5. KOLEKTÍV. 2007. *Consultation Document for proposed EU Soil Framework Directive.* ISBN 978 0 7559 6707 0 (Web only publication). 159 pp.
-

AKTUÁLNY OBSAH A VÝVOJ PRÍSTUPNÉHO FOSFORU A DRASLÍKA V POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔDACH SLOVENSKA

ACTUAL STATE AND DEVELOPMENT OF AVAILABLE PHOSPHORUS AND POTASSIUM ON AGRICULTURAL SOILS IN SLOVAKIA

Jozef KOBZA¹, Štefan GÁBORÍK²

¹Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica, e-mail: j.kobza@vupop.sk

²Ústredný, kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave, pobočka Zvolen, J. Kráľa 2223 961 09 Zvolen

Abstrakt

V príspevku je hodnotený aktuálny stav a vývoj prístupného fosforu a draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Výsledky boli získané na základe monitorovacieho systému pôd Slovenska, ako aj agrochemického skúšania pôd (ASP). Boli použité zaužívané analytické postupy pre stanovenie prístupného fosforu (podľa Egnera) a prístupného draslíka (podľa Schachtschabela).

Bolo zistené, že obsah prístupného fosforu v poľnohospodárskych pôdach Slovenska je deficitný, pričom výmera ornej pôdy s nízkou až postačujúcou zásobou tejto živiny zahŕňa až 2/3 poľnohospodárskej pôdy, ktorá si vyžaduje systematické hnojenie.

Zásoba draslíka v poľnohospodárskych pôdach je oproti fosforu lepšia, čo je spôsobené mineralogickým zložením pôd relatívne bohatým na draslík. Na základe dosiahnutých výsledkov monitoringu pôd Slovenska, od roku 1993 (začiatok realizácie monitoringu pôd v SR) bolo zaznamenané zníženie prístupného draslíka v poľnohospodárskych pôdach o 20-30 %.

Kľúčové slová: monitoring pôd, prístupný fosfor, prístupný draslík, poľnohospodárske pôdy Slovenska

Abstract

Actual state and development of available phosphorus and potassium on agricultural soils in Slovakia are evaluated in this contribution. Actual results are based on soil monitoring system in Slovakia and agrochemical testing of agricultural soils, as well. The basic analytical procedures of phosphorus (Egner's method) and of potassium (Schachtschabel's method) have been used.

It was determined that content of available phosphorus on agricultural soils is deficient where the area of arable land with low to sufficient supply of this nutrient includes 2/3 of agricultural land of Slovakia with need of systematic fertilisation.

Supply of potassium on agricultural soils is better opposite phosphorus, what is caused by mineralogical composition of soils relatively rich in potassium. On the basis of obtained results of soil monitoring system in Slovakia, the decrease of available potassium on agricultural soils about 20-30 % has been indicated since 1993 year.

Keywords: soil monitoring, available phosphorus, available potassium, agricultural soils of Slovakia

ÚVOD

Spoločensko-ekonomické zmeny po roku 1990 zasiahli aj oblasť úrodnosti pôd, najmä obsah prístupných živín v pôde. Kým pred rokom 1990 sa dávky NPK pohybovali na úrovni 220-230 kg č.ž. NPK.ha⁻¹ v nasledovnom období poklesli až na 40-60 kg č.ž. NPK/ha a v súčasnosti sa pohybujú na úrovni 60-80 kg č.ž. NPK.ha⁻¹, pričom podstatná časť pripadá na dusík. Prísun fosforu a draslíka vo forme priemyselných hnojív je oveľa nižší, čo je závažné konštatovanie o to viac, že naše pôdy sú prirodzene slabo zásobené najmä fosforom (celkový obsah fosforu sa často udáva od 0,02 do 0,04 %) – MENGEL (1965).

Minerálne zlúčeniny fosforu v pôde majú rozdielnu rozpustnosť, a preto je rozdielna aj ich prístupnosť pre rastliny. Medzi najstabilnejšie zlúčeniny fosforu v pôde patria apatity. Fosfor vytvára pomerne pevné väzby, a to na karbonátových pôdach s vápnikom, na kyslých pôdach so železom a hliníkom. Tieto formy fosforu sú vo vode nerozpustné, a preto ich rastliny ťažšie prijímajú.

Obsah draslíka v pôdach Slovenska je v porovnaní s fosforom prirodzene vyšší, pretože výskyt hornín s výraznejším zastúpením draslíka je u nás vyšší. Je viazaný najmä v draselných živcoch a v sludách (najmä v biotite, ktorý oveľa lepšie zvetráva ako napr. muskovit). Zvetrávaním hornín vznikajú druhotné silikáty, predovšetkým ílové minerály, ktoré zachytávajú podstatnú časť uvoľneného draslíka z primárnych minerálov (TORMA, 1999).

MATERIÁL A METÓDY

V príspevku je celoplošne hodnotený obsah prístupného fosforu a draslíka jednak v monitorovacej sieti poľnohospodárskych pôd Slovenska (VÚPOP Bratislava) a jednak na základe agrochemického skúšania pôd (ASP), ktoré realizuje ÚKSUP Bratislava, Odbor agrochémie a výživy rastlín. V monitorovacej sieti poľnohospodárskych pôd Slovenska bol v hodnotených prvých troch cykloch prístupný fosfor stanovený podľa Egnera a obsah prístupného draslíka podľa Schachtschabela (FIALA A INÍ., 1999). Hodnotené sú údaje z ornice, resp. humusového horizontu. Zahrnuté sú orné pôdy, pôdy pod trvalými trávnyimi porastami, ako aj pôdy pod špeciálnymi kultúrami. Zastúpené sú taktiež všetky hlavné pôdne predstavitel, ktoré sa vyskytujú na Slovensku.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Fosfor

V tabuľke 1 je uvedený aktuálny obsah prístupného fosforu podľa jednotlivých pôdných predstaviteľov monitorovacích lokalít, ako aj druhu pozemku (OP, resp. TTP).

Tab. 1 Obsah prístupného fosforu (Egner) v ornici (0-10 cm) poľnohospodárskych pôd SR (3. monitor. cyklus)

Pôdy	Druh pozemku	P (mg.kg ⁻¹)		
		Xmin.	Xmax.	X
PG+LMg na spraš. hlinách	OP	3,31	98,36	18,83
PG+LMg na spraš. hlinách	TTP	2,90	25,77	10,97
HM+HMg prevažne na sprašiach	OP	4,22	178,11	24,55
ČM na sprašiach	OP	1,25	171,39	28,12
FM+FM _G na karb. fluv. sed.	OP	3,05	164,17	72,30
FM+FM _G na nekarb. fluv. sed..	OP	3,69	373,57	88,65
KM na vulkanitoch	TTP	6,84	37,49	19,74
KM na vulkanitoch	OP	9,61	100,50	51,28
KM na kyslých substrátoch	OP	4,02	294,12	71,81
KM na kyslých substrátoch	TTP	6,00	83,00	23,20
KM+KMg na flyši	TTP	3,00	75,00	19,20
KM+KMg na flyši	OP	8,00	100,00	40,90
KM na karb. substrátoch	TTP	3,38	62,79	21,26
KM na karb. substrátoch	OP	24,03	40,37	31,34
RA na vápencoch	OP	52,59	153,00	101,48
RA na vápencoch	TTP	3,00	101,00	28,40
ČA na karb. fluv. sed.	OP	10,00	122,00	32,50
ČA na nekarb. fluv. sed.	OP	28,00	226,00	90,90
PZ, RN _p , LI ^a	TTP	10,00	49,85	25,11
RM na karb. pieskoch	OP	88,43	227,24	160,00
RM na nekarb. pieskoch	OP	87,84	160,45	121,88
SK+SC (zasolené pôdy)	TTP	5,83	53,56	22,32
AM	TTP	12,24	102,24	57,22

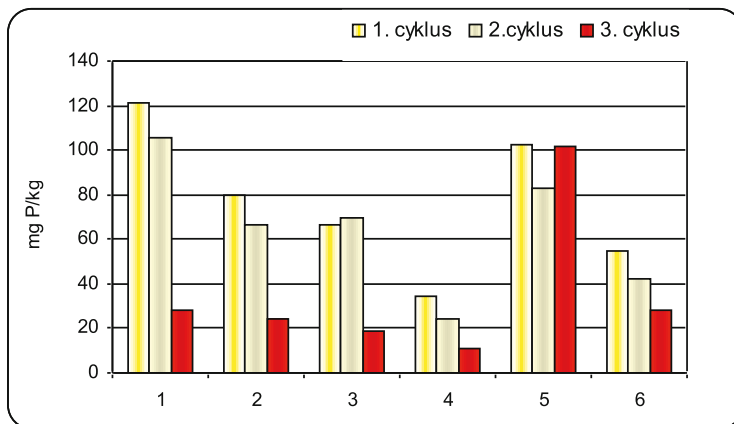
Vysvetlivky: PG – pseudoglej, LMg – luvizem pseudoglejová, HM – hnedozem, HMg – hnedozem pseudoglejová, ČM – černoziem, FM – fluvizem, FM_G – fluvizem glejová, KM – kambizem, KMg – kambizem pseudoglejová, RA – rendzina, ČA – čiernica, PZ – podzol, RN_p – ranker podzolvý, LI^a – litozem var. sílikátová, RM – regozem, SK – slanisko, SC – slanec, AM – andozem

Zásobenosť poľnohospodárskych pôd prístupným fosforom je pomerne variabilná, pohybuje sa prevažne v rámci malej až dobrej zásobenosti touto živinou. Najnižšie hodnoty prevládajú na pôdach pod trvalými trávnyimi porastami, kde úroveň P-hnojenia bola

aj v minulosti nízka (najmä menej prístupné a vzdialené pozemky od hospodárskych stredísk).

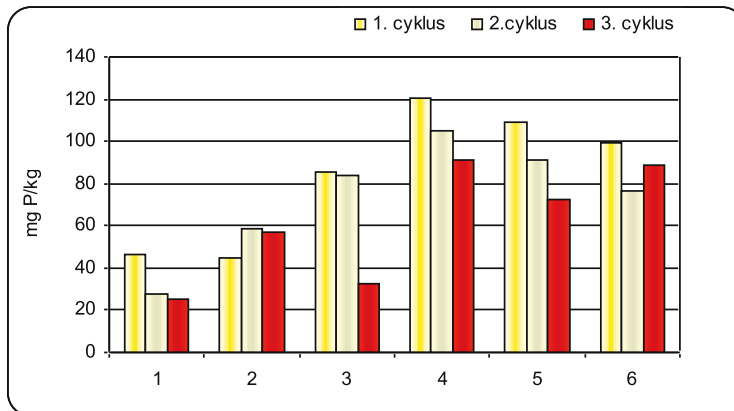
Vývoj obsahu prístupného fosforu po roku 1993 (začiatok realizácie monitoringu pôd SR) je znázornený na obrázkoch 1, 2 a 3.

Obr. 1 Vývoj obsahu prístupného fosforu (EGNER) v ornici (0-10 cm) poľnohospodárskych pôd SR



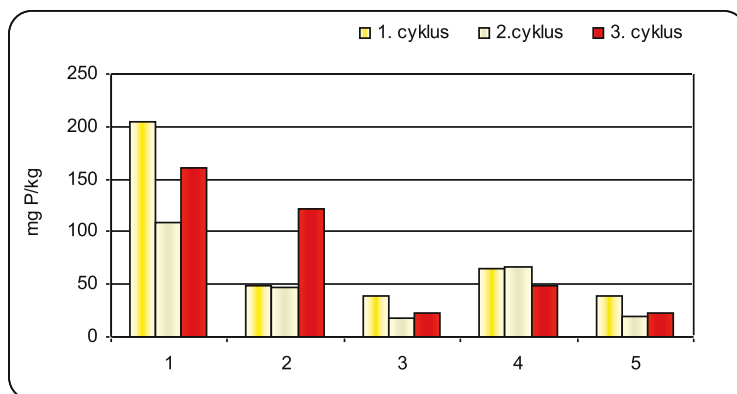
1 – černoze (OP), 2 – hnedozeme (OP), 3 – pseudogleje a luvizeme (OP), 4 – pseudogleje luvizeme (TTP), 5 – rendziny (OP), 6 – rendziny (TTP)

Obr. 2 Vývoj obsahu prístupného fosforu (EGNER) v ornici (0-10 cm) poľnohospodárskych pôd SR



1 – podzoly (TTP), 2 – andozeme (TTP), 3 – čiernice na karbonátových fluvialných sedimentoch (OP), 4 – čiernice na nekarbonátových fluvialných sedimentoch (OP), 5 – fluvizeme na karbonátových fluvialných sedimentoch (OP), 6 – fluvizeme na nekarbonátových fluvialných sedimentoch (OP)

Obr. 3 Vývoj obsahu prístupného fosforu (EGNER) v ornici (0-10 cm) poľnohospodárskych pôd SR



1 – regozeme na karbonátových pieskoch (OP), 2 – regozeme na nekarbonátových pieskoch (OP), 3 – slaniská a slance (TTP), 4 – kambizeme (OP), 5 – kambizeme (TTP)

Prakticky na všetkých pôdach dochádzalo v priebehu doterajšieho sledovania k poklesu obsahu prístupného fosforu, najvýraznejšie v posledne ukončenom 3. cykle, a to najmä na kultivovaných pôdach, ako sú černoze, hnedozeme, luvizeme a pseudogleje, kde sa už výraznejšie prejavili nízke dávky P-hnojenia, resp. sa už prejavuje nízky efekt zo starej zásoby fosforu v pôde. Priemerný pokles obsahu prístupného fosforu za doterajšie obdobie sa tu pohybuje v rozpätí 70-75 %, čo je už alarmujúci stav. Dokumentujú to aj výsledky testovania na týchto pôdach medzi 1. a 3. monitorovacím cyklom, kde sú zistené rozdiely prevažne vysoko preukazné (Tab. 2).

Tab. 2 Porovnanie preukaznosti rozdielov prístupného P a K medzi 1. a 3. monitorovacím cyklom (Wilcoxonov ranks test, F-test) v ornici poľnohospodárskych pôd

Pôdy Test. parametre	ČM (OP)	HM (OP)	LM+PG (OP)	KM		RA		FM (OP)	ČA (OP)
				OP	TTP	OP	TTP		
P (Egner)	++	+	++	-	+	-	+	-	+
K (Schacht.)	+	+	+	-	-	-	-	-	-

Vysvetlivky:
 - štatisticky nepreukazný rozdiel
 + štatisticky preukazný rozdiel
 ++ štatisticky vysoko preukazný rozdiel

ČM – černoze, HM – hnedozem, LM – luvizem, PG – pseudoglej, KM – kambizem, RA – rendzina, FM – fluvizem, ČA – čiernica, OP – orná pôda, TTP – trvalé trávne porasty

Výsledky z posledného XI. cyklu agrochemického skúšania pôd (ASP) poukazujú na výrazné zhoršenie obsahu P v pôdach PPF, diferencovaného podľa kategórii zásobenosti. V porovnaní s predchádzajúcim X. cyklom sa podiel výmery v kategórii nízkeho obsahu na OP zvýšil o 9,4%, resp. o 8,1% na PP a to na úkor lepších obsahových kategórii (Tab. 3). V súčasnej dobe

zatiaľ ešte prevláda kategória vyhovujúceho obsahu s 38,43% na OP, resp. s 35,75% na PP. Druhú najpočetnejšiu skupinu výmery PPF predstavuje kategória nízkej zásoby s 29% podielom pôd z odskúšanej výmery ornej pôdy, resp. 33,6% podielom na PP.

Tab. 3 Porovnanie obsahu fosforu v systéme ASP za posledné 2 cykly v % podiele výmery PPF

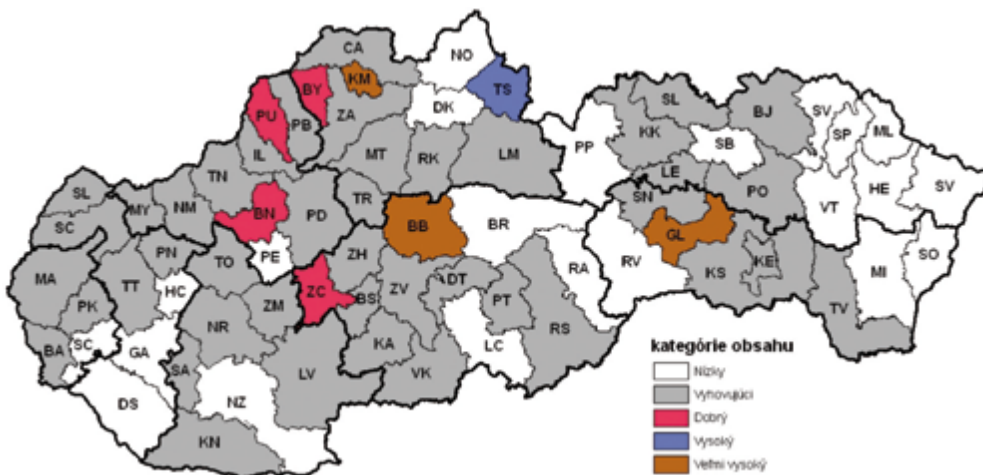
PPF	cyklus	výmera (ha)	Vážený aritmetický priemer mg P.kg ⁻¹	Fosfor					
				VN	N	Vyh (S)	D	V	VV
OP	X	1118611	74,3	3,1	16,5	42,1	22,5	11,2	4,6
	XI	1167300	75,9	29,0	38,4	20,5	6,9	5,2	
PP	X	1325868	70,8	8,5	17,0	38,0	20,4	10,6	5,5
	XI	1491159	69,8	33,6	35,8	18,8	6,3	5,5	

PPF – poľnohospodársky pôdny fond, OP – orná pôda, PP – poľnohospodárska pôda
 Kategórie obsahu: VN – veľmi nízka, N – nízka, Vyh – vyhovujúca, (S) – stredná, D – dobrá, V – vysoká, VV – veľmi vysoká

Je to dôsledok nízkej úrovne hnojenia aj na kultivovaných pôdach. Na základe našich predchádzajúcich zistení, v súčasnosti sa dosahuje približne len 13 % úroveň hnojenia fosforečnými hnojivami v porovnaní s ich spotrebou v 80-tych rokoch minulého storočia (KOBZA, GÁBORÍK, 2008).

Na obrázku 4 je grafické znázornenie prevládajúcej kategórie zásobenosti fosforom podľa okresov v XI. cykle ASP.

Obr. 4 Grafické znázornenie prevládajúcej kategórie zásobenosti fosforom podľa okresov v XI. cykle ASP, ÚKSÚP, Výsledky agrochemického skúšania pôd, Bratislava 2008



Uvedená mapa poukazuje na početné zastúpenie okresov s prevládajúcou nízkou obsahovou kategóriou. Podiel výmer pôdy s nízkou až vyhovujúcou zásobou fosforu nám dáva prehľad o nutnej potrebe aplikovania živiny k zabezpečeniu požadovanej výživy rastlín. Pri fosfore táto suma predstavuje až 67,4 % z výmery ornej pôdy Slovenska.

Draslík

V tabuľke 4 je uvedený aktuálny obsah prístupného draslíka podľa jednotlivých pôdných predstaviteľov monitorovacích lokalít, ako druhu pozemku (OP, resp. TTP).

Tab. 4 Obsah prístupného draslíka (Schachtschabel) v ornici (0-10 cm) poľnohospodárskych pôd SR (3. monitorovací cyklus)

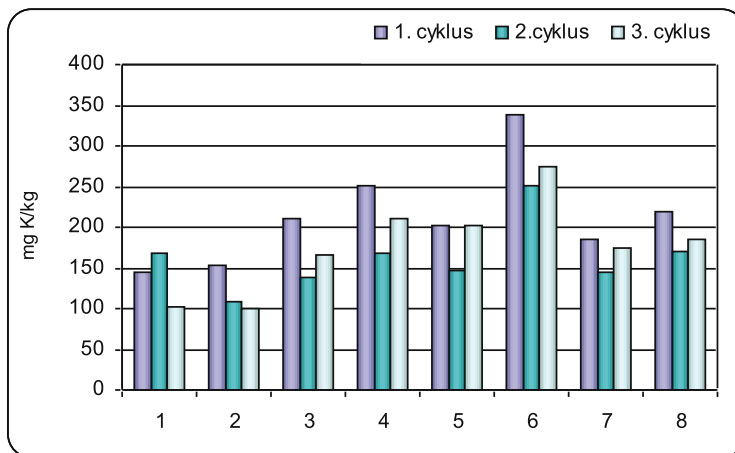
Pôdy	Druh pozemku	K (mg.kg ⁻¹)		
		Xmin.	Xmax.	X
PG+LMg na spraš. hlinách	OP	48,00	919,00	223,43
PG+LMg na spraš. hlinách	TTP	58,00	175,00	111,25
HM+HMg prevažne na sprašiach	OP	103,00	1566,00	312,75
ČM na sprašiach	OP	106,00	564,00	257,86
FM+FMG na karb. fluv. sed.	OP	54,00	321,00	173,41
FM+FMG na nekarb. fluv. sed..	OP	31,00	481,00	185,07
KM na vulkanitoch	TTP	75,32	260,39	156,61
KM na vulkanitoch	OP	83,60	333,90	199,60
KM na kyslých substrátoch	OP	55,88	505,67	190,76
KM na kyslých substrátoch	TTP	70,00	420,00	159,50
KM+KMg na flyši	TTP	65,00	295,00	147,10
KM+KMg na flyši	OP	120,00	310,00	187,00
KM na karb. substrátoch	TTP	59,60	288,32	132,60
KM na karb. substrátoch	OP	158,30	253,80	215,96
RA na vápencoch	OP	94,720	320,40	209,83
RA na vápencoch	TTP	90,00	338,00	166,50
ČA na karb. fluv. sed.	OP	90,00	390,00	202,60
ČA na nekarb. fluv. sed.	OP	90,00	800,00	274,30
PZ, RNP, Llq	TTP	46,01	146,61	101,65
RM na karb. pieskoch	OP	87,65	408,82	198,60
RM na nekarb. pieskoch	OP	84,57	163,79	111,66
SK+SC (slaniská + slance)	TTP	107,77	123,53	116,52
AM	TTP	87,65	114,40	101,00

Vysvetlivky: PG – pseudoglej, LMg – luvizem pseudoglejová, HM – hnedozem, HMg – hnedozem pseudoglejová, ČM – černozeň, FM – fluvizem, FMG – fluvizem glejová, KM – kambizem pseudoglejová, RA – rendzina, ČA – čiernica, PZ – podzol, RNP – ranker podzolový, Llq – litozem var. silikátová, RM – regozem, SK – slanisko, SC – slanec, AM - andozem

Aktuálny obsah prístupného draslíka v ornici poľnohospodárskych pôd sa pohybuje priemerne na úrovni dobrej zásobenosti. Najvyššie priemerné hodnoty boli zistené na kultivovaných pôdach, ako sú černozeň, hnedozem, luvizem a pseudogleje. Nižší obsah prístupného draslíka bol nameraný na pôdach pod trvalými trávnyimi porastami, a to priemerne v rozpätí 100-160 mg.kg⁻¹, čo je obsah stredný až dobrý.

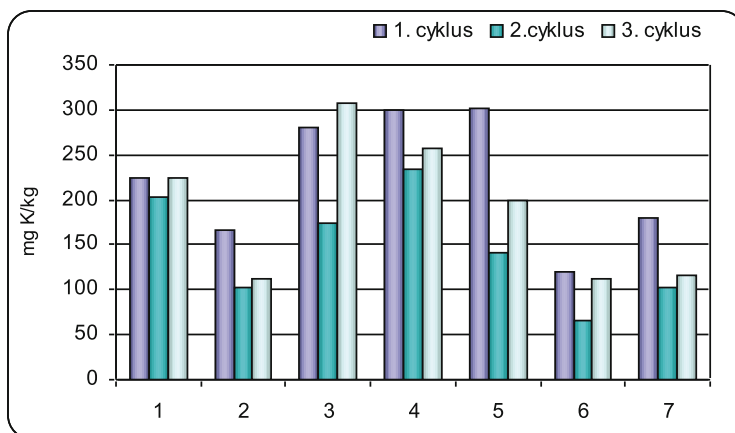
Vývoj obsahu prístupného draslíka v poslednom období je znázornený na obrázkoch 5, 6 a 7.

Obr. 5 Vývoj obsahu prístupného draslíka (*Schachtschabel*) v ornici (0-10 cm) poľnohospodárskych pôd SR



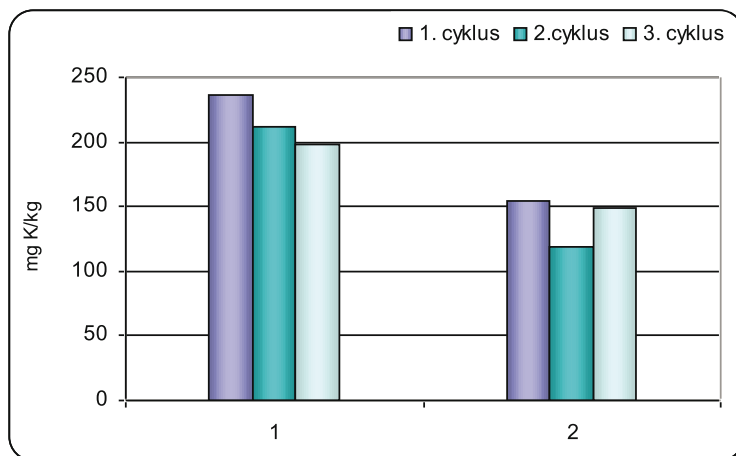
1 – podzoly (TTP), 2 – andozeme (TTP), 3 - rendziny (TTP), 4 - rendziny (OP), 5 – čiernice na karbonátových fluvialných sedimentoch (OP), 6 – čiernice na nekarbonátových fluvialných sedimentoch (OP), 7 – fluvizeme na karbonátových fluvialných sedimentoch (OP), 8 – fluvizeme na nekarbonátových fluvialných sedimentoch (OP)

Obr. 6 Vývoj obsahu prístupného draslíka (*Schachtschabel*) v ornici (0-10 cm) poľnohospodárskych pôd SR



1 – pseudogleje a luvizeme (OP), 2 – pseudogleje (TTP), 3 – hnedozeme (OP), 4 – černoze (OP), 5 – regozeme na karbonátových pieskoch, 6 – regozeme na nekarbonátových pieskoch (OP), 7 – slance a slaniská (TTP)

Obr. 7 Vývoj obsahu prístupného draslíka (*SCHACHTSCHABEL*) v ornici (0-10 cm) poľnohospodárskych pôd SR



1 – kambizeme (OP), 2 – kambizeme (TTP)

I keď celkový doterajší vývoj obsahu prístupného draslíka v ornici poľnohospodárskych pôd Slovenska má prevažne klesajúcu tendenciu, na niektorých pôdach došlo oproti predchádzajúcemu cyklu k určitému zvýšeniu tohto prvku zrejme vplyvom zvyšujúceho sa K-hnojenia v poľnohospodárskej praxi. Rozdiel medzi 1. a 3. monitorovacím cyklom je najmä na kultivovaných pôdach (černozeme, hnedozeme, luvizeme a pseudogleje) preukazný (Tab. 2).

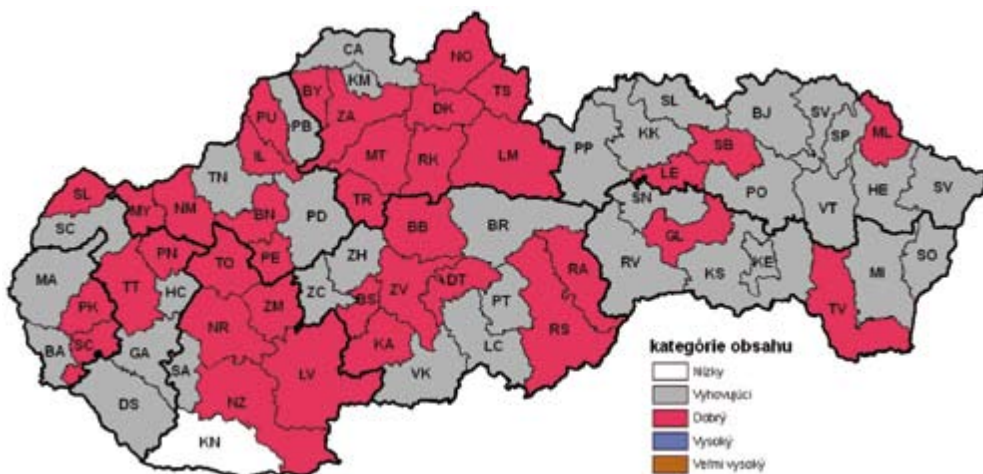
Z výsledkov ASP možno oproti predchádzajúcemu X. cyklu ASP pozorovať mierne zhoršenie v obsahu draslíka v pôdach PPF, ktorý poklesol o 11,6 mg K.kg⁻¹ OP, resp. o 13,8 mg K.kg⁻¹ PP (Tab. 5). Tento pokles sa prejavil na zvýšení výmer pôd v kategóriách nízkej a vyhovujúcej zásoby na úkor vyšších obsahových kategórií. V porovnaní s fosforem, tieto presuny neboli až tak dramatické, keďže interval určujúci zatriedenie draslíka do jednotlivých hodnotiacich kategórií je širší než pri fosfore. Aj opätovná návratnosť draslíka do pôdy v podobe organických hnojív, ako aj zaorávaním vedľajšieho produktu výrazne prispieva k zmierneniu jeho poklesu z pôdnych zásob. V XI. cykle ASP bola jeho priemerná hodnota na úrovni 234,5 mg K.kg⁻¹ ornej, resp. 224,0 mg K.kg⁻¹ poľnohospodárskej pôdy, čo v priemere predstavuje „dobrú“ zásobenosť pôd s 36,0% pokrytím sledovanej výmery OP, resp. 33% PP.

Tab. 5 Porovnanie obsahu draslíka v systéme ASP za posledné 2 cykly v % podiele výmery PPF

PPF	cyklus	výmera (ha)	Vážený aritmetický priemer mg P.kg ⁻¹	Fosfor					
				VN	N	Vyh (S)	D	V	VV
OP	X	1118611	246,1	1,3	9,6	31,3	38,9	13,2	5,8
	XI	1167300	234,5	13,2	33,8	36,0	11,6	5,5	
PP	X	1325868	237,8	2,2	11,3	30,6	36,1	13,1	6,7
	XI	1491159	224,0	16,2	32,4	33,0	11,8	6,5	

PPF – poľnohospodársky pôdny fond, OP – orná pôda, PP – poľnohospodárska pôda
 Kategórie obsahu: VN – veľmi nízka, N – nízka, Vyh – vyhovujúca, (S) – stredná, D – dobrá, V – vysoká, VV – veľmi vysoká

Obr. 8 Grafické znázornenie prevládajúcej kategórie zásobenosti draslíkom podľa okresov v XI. cykle ASP, ÚKSÚP, Výsledky agrochemického skúšania pôd, Bratislava 2008



Na obr. 8 sú graficky vyznačené okresy Slovenska s prevládajúcou kategóriou zásobenosti draslíkom. Ako z obrázku vyplýva, prevládajúci podiel pôd s nízkym obsahom draslíka sa nachádza iba v okrese Komárno. Aj keď priemerný obsah draslíka je relatívne na prijateľnej úrovni, percentuálne zastúpenie pôd s nízkym a vyhovujúcim obsahom dosahujú hodnoty 47 % na OP, resp. 48,6 % na PP, kde sa už vyžaduje systematické hnojenie draslíkom.

ZÁVER

V príspevku bol hodnotený aktuálny stav a vývoj obsahu prístupného fosforu a draslíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. Bolo zistené, že najmä obsah prístupného fosforu je deficitný, pričom podiel výmery ornej pôdy s nízkou až vyhovujúcou zásobou tohto prvku predstavuje spolu už 2/3 výmery poľnohospodárskych pôd Slovenska, ktoré vyžadujú syste-

matické hnojenie. Úroveň zásobenosti poľnohospodárskych pôd SR fosforom sa tak dostáva do obdobia 60-tych rokov minulého storočia, t.j. do obdobia Komplexného prieskumu poľnohospodárskych pôd (KPP).

Zásobenosť pôd draslíkom je v porovnaní s fosforom lepšia, čo pramení z pomerne dobrých prirodzených zdrojov minerálneho zloženia pôdy. Všeobecne i pri draslíku zisťujeme jeho pokles, na základe výsledkov monitoringu pôd SR prevažne o 20-30 % od začiatku jeho realizácie (t.j. od roku 1993). Najlepšie zásobené pôdy draslíkom sa nachádzajú v Nitrianskom kraji, a to s 61,38 % podielom výmery orných pôd. Na základe celoplošne zistených výsledkov možno konštatovať, že takmer 49 % ornej pôdy Slovenska už vyžaduje systematické hnojenie draslíkom.

LITERATÚRA

- FIALA, K. – KOBZA, J. – BARANČIKOVÁ, G. – BREČKOVÁ, V. – BŮRIK, V. – HOUŠKOVÁ, B. – CHOMANIČOVÁ, A. – MATÚŠKOVÁ, L. – PECHOVÁ, B. – VÁRADIOVÁ, D. 1999. *Závazné metódy rozborov pôd. ČMS-Pôda*. Bratislava: VÚPOP, 1999. 141 s. ISBN 80-85361-55-8
- Kobza, J. – Gáborík, Š. 2008. *Súčasný stav a vývoj obsahu makro- a mikroelementov v poľnohospodárskych pôdach Slovenska*. Bratislava: VÚPOP, 2008. 58 s. ISBN 978-80-89128-47-1.
- KOTVAS, F. A KOL. 2000. *Výsledky agrochemického skúšania pôd na Slovensku v rokoch 1995 - 1999 (X. cyklus)*, ÚKSÚP Bratislava, 100 s., ISBN 80-85361-82-5
- KOTVAS, F. A KOL. 2007. *Výsledky agrochemického skúšania pôd na Slovensku v rokoch 2000 - 2005 (XI. cyklus)*, ÚKSÚP Bratislava, 96 s., ISBN 978-80-969981-0-4
- MENGEL, K. 1965. *Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze*. 4. vyd. Jena: WEB, Gustav Fischer Verlag, 1965. 470 s.
- TORMA, S. 1999. *Draslík – dôležitá živina v pôde a v rastline*. Bratislava: VÚPOP, 1999. 72 s. ISBN 80-85361-51-5.
-

ACIDIFIKAČNÉ TRENDY POĽNOHOSPODÁRSKY VYUŽÍVANÝCH PÔD SLOVENSKA V KONTEXTE S FILTRAČNOU FUNKCIOU PÔDY

ACIDIFICATION TRENDS OF SLOVAK AGRICULTURAL LAND IN CONTEXT WITH FILTRATION SOIL FUNCTION

Jarmila Makovníková

*Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica,
e-mail: j.makovnikova@vupop.sk*

Abstrakt

Acidifikačné trendy poľnohospodársky využívaných pôd Slovenska boli stanovené v rámci siete ČMS-P. Kategórie potenciálu pôd imobilizovať anorganické polutanty (filtračná funkcia pôdy) boli stanovené podľa algoritmu uvedeného v práci MAKOVNÍKOVÁ A INÍ (2007). Zmeny pôdnej reakcie v roku 1993 a 2002 ako aj 1997 a 2002 pre párované hodnoty nie sú štatisticky preukazné. Najväčší pokles priemernej hodnoty aktívnej pôdnej reakcie v sledovanom období v hĺbke 0 – 10 cm sme zaznamenali v skupine podzoly, rankre a litozeme, v skupine fluvizemí na nekarbonátových fluviálnych sedimentoch a v skupine kambizemí využívaných ako orné pôdy. Acidifikácia pôdy zasahuje všetky pôdne komponenty a je prepojená s ostatnými degračnými procesmi v pôde, významne ovplyvňuje predovšetkým sorpčnú kapacitu pôdy a tým aj filtračnú funkciu pôdy. Pokles hodnôt pôdnej reakcie premietnutý do vrstvy potenciálu sorbentov sa prejavil znížením kategórie potenciálu sorpcie anorganických polutantov na 3,8 % výmery pôd na území Banskobystrického kraja.

Kľúčové slová: pôdna reakcia, acidifikácia, monitoring pôd Slovenska, filtračná funkcia pôd

Abstract

State and development of pH values of agricultural land of Slovakia have been observed in the frame of Partial monitoring system – Soil. The categories of potential immobilisation (filtration soil function) of inorganic pollutants were calculated like accumulatively function according to model published in our previous paper (MAKOVNÍKOVÁ ET AL 2007). Changes in pH/H₂O values between 1993, 1997 and 2002 years were not statistically significant, according to t- parameter of Student test. Deviations to acidification were recorded in the case of Podzols, Fluvisols, and Cambisols (arable land). The considerable influence of acidification was proved in the decrease of potential soil sorption category thereby soil filtration function (inorganic pollutants).

Keywords: soil reaction, acidification, soil monitoring, soil filtration function

ÚVOD

Acidifikácia pôd patrí podľa zákona č. 220/2004 Z.z. k degradačným procesom. Každý vlastníik poľnohospodárskej pôdy je povinný vykonávať vhodné agrotechnické opatrenia zamerané na zachovanie kvality pôdy a ochranu pred jej poškodením a degradáciou.

Acidifikácia prebieha v prírodných podmienkach vplyvom pôdotvorných procesov (ČURLÍK A INÍ, 2003), výraznejšie ovplyvňujú proces acidifikácie antropogénne zdroje. Priamym indikátorom stavu acidifikácie pôdy je hodnota pôdnej reakcie a pomer ekvivalentných množstiev výmenných katiónov Al^{3+}/Ca^{2+} . Pôdna acidita ovplyvňuje rast a činnosť koreňového systému rastlín, skladbu druhového zloženia v ekosystéme a úrody rastlín. Pôdna acidita má priamy vplyv na koncentrácie Al, Mn ako aj na koncentrácie anorganických polutantov v pôde, predovšetkým ťažkých kovov (BEDRNA, 1994; MAKOVNÍKOVÁ, KANIANSKA, 1996; MAKOVNÍKOVÁ, 2003). Acidifikácia je vratným procesom, dôsledky acidifikácie v agroekosystéme môžu byť nevratné. Pôdna reakcia, dynamicky sa meníaca v čase a v priestore sa periodicky sleduje v rámci monitoringu pôd Slovenska (Čiastkový monitorovací systém – Pôda, ČMS-P).

V literatúre viacerí autori (MESTEK, VOLKA, 1993; YONG A INÍ 1992; MAKOVNÍKOVÁ, 2000; BARANČIKOVÁ, MAKOVNÍKOVÁ, 2003) uvádzajú práve hodnotu pôdnej reakcie, obsah a kvalitu organickej hmoty a obsah ílovej frakcie ako najdôležitejšie pôdne parametre ovplyvňujúce predovšetkým distribúciu kovov v bioprístupnej forme, forme schopnej transportu do podzemných vôd alebo prechodu cez rastliny do potravného reťazca. Z hľadiska ochrany hydrosféry a rastlinnej produkcie pred kontamináciou patrí filtračná funkcia pôd k najdôležitejším funkciám pôdy (DEMO A INÍ, 1998). Spočíva v schopnosti pôd imobilizovať/zadržiavať rôzne látky a zabrániť im dosiahnutie a kontaminovanie podzemných vôd alebo vstup do potravného reťazca.

Základný pôdny parameter pre imobilizáciu/filtráciu anorganických polutantov je kvalita pôdy v zmysle jej schopnosti sorbovať anorganické polutanty. Vyššia hodnota pH, vyšší obsah organickej hmoty v pôde v kontexte s jej kvalitou definovanou nízkou hodnotou Q_6^d a väčšia hrúbka humusového horizontu zvyšujú potenciál imobilizácie, znižujú potenciál transportu anorganických polutantov v pôde, a tým aj potenciál znečistenia vodných zdrojov. Bioprístupnosť jednotlivých anorganických polutantov je však odlišná a špecificky závislá na hodnote pH pôdy (YONG A INÍ, 1992).

MATERIÁL A METÓDA

V pôdnych vzorkách základnej siete ČMS-P odobraných v 1. (rok 1993), 2. (rok 1997) a 3. (rok 2002) odberovom cykle z 318 monitorovacích lokalít, v prípade orných pôd (OP) z hĺbok 0–10 cm a 35–45 cm, v prípade trvalých trávnych porastov (TTP) 0–10 cm, 20–30 cm a 35–45 cm bola stanovená aktívna pôdna reakcia potenciometricky (FIALA A INÍ, 1999). Kategórie potenciálu imobilizácie (filtračná funkcia vzhľadom k anorganickým polutantom) sú stanovené podľa algoritmu uvedeného v práci MAKOVNÍKOVÁ A INÍ (2007) ako kumulatívna funkcia potenciálu sorpcie

a potenciálu kontaminácie. Potenciál sorbentov (PS) je funkciou kvalitatívnych faktorov (pH, Q_6^4) a kvantitatívnych faktorov (C_{ox} , H – hrúbka humusového horizontu):

$$[PS] = F(pH) + F(Q_6^4) + F(C_{ox}) \times F(H)$$

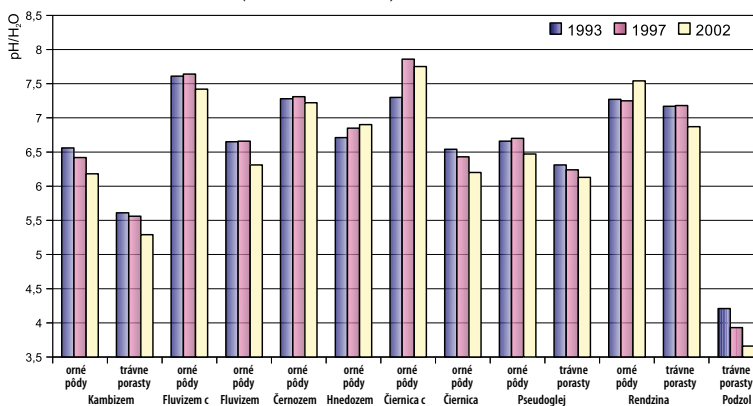
Pohyblivosť anorganických polutantov je rôzna v jednotlivých oblastiach pH. Pre nevyhnutnosť simplifikácie sme hodnotili parameter pH podľa najcitlivejšieho prvku pre tento parameter (Cd), a to rovnako pre všetky polutanty podľa navrhnutého modelu (MAKOVNÍKOVÁ A INÍ, 2007).

Štatistické spracovanie a vyhodnotenie výsledkov bolo realizované v programe STATGRAPHIC 5.0.

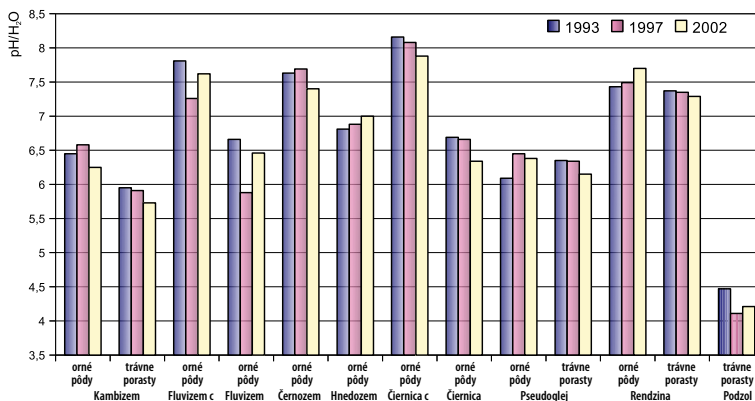
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hodnoty priameho indikátora stavu acidifikácie, aktívnej pôdnej reakcie v hlavných pôdnych typoch pôd SR v jednotlivých cykloch monitoringu pôd, hodnotené vzhľadom na druh pozemku (orné pôdy – OP a trvalé trávne porasty – TTP), sú uvedené na obrázkoch 1 a 2.

Obr. 1 Hodnoty pH v H_2O v hlavných skupinách pôd v rokoch 1993, 1997 a 2002 (hĺbka 0-10 cm)



Obr. 2 Hodnoty pH v H₂O v hlavných skupinách pôd v rokoch 1993, 1997 a 2002 (hĺbka 35-45 cm)



Fluvizem c – fluvizeme vyvinuté na karbonátových fluviálnych sedimentoch,
 Fluvizem – fluvizeme vyvinuté na nekarbonátových fluviálnych sedimentoch,
 Čiernica c – čiernice vyvinuté na karbonátových fluviálnych sedimentoch, Čiernica
 – čiernice vyvinuté na nekarbonátových fluviálnych sedimentoch

Preukaznosť zmien vyjadrenú na grafoch štatisticky hodnotí Studentov t-test pre párované hodnoty pre pH v H₂O v r. 1993, 1997 a 2002 a to v hĺbke 0–10 cm a 35–45 cm (tab. 1). Zmeny pôdnej reakcie v roku 1993 a 2002 ako aj 1997 a 2002 pre párované hodnoty nie sú štatisticky preukazné. Najväčší pokles priemernej hodnoty aktívnej pôdnej reakcie v sledovanom období v hĺbke 0–10 cm sme zaznamenali v skupine podzoly, rankre a litozeme a to o 0,55 jednotiek, v skupine fluvizemí na nekarbonátových fluviálnych sedimentoch o 0,34 jednotiek a v skupine kambizemí využívaných ako orné pôdy o 0,38 jednotiek. Celkovo došlo k zníženiu priemernej hodnoty aktívnej pôdnej reakcie v 9tich skupinách pôd v rámci 12tich hodnotených skupín pôd. Tieto výsledky upozorňujú na znepokojivý trend vo vývoji slabokyslých pôd, ktorý má od roku 1995 stúpajúcu tendenciu.

Tab. 1 Studentov test pre párované hodnoty -pH v H₂O v r. 1993, 1997 a 2002

t kritérium pre hlavné skupiny pôd													
testované obdobie	hĺbka (cm)	KMOP	KMTTP	FM1 OP	FM2 OP	ČM OP	HM OP	ČA1 OP	ČA2 OP	PG OP	PGTTP	RA OP	RATTP
I. a III. cyklus	0-10	0,09	4,3.10-8	6.10-3	0,12	0,62	0,25	0,1.10-2	0,3.10-2	0,02	0,63	0,05	0,11
	35-45	0,74	1,6.10-6	1,7.10-4	0,37	0,04	0,23	5,9.10-5	5.10-3	0,01	0,95	0,15	0,39
II. a III. cyklus	0-10	0,08	1,40	4,7.10-5	0,15	0,54	0,90	0,13	6.10-4	0,01	0,16	0,02	3,3.10-5
	35-45	0,12	1,8.10-8	3,4.10-6	0,09	0,56	0,69	2.10-3	0,01	0,46	0,32	0,55	0,01

FM1 - Fluvizem na karbonátových fluviálnych sedimentoch, FM2- Fluvizem na nekarbonátových fluviálnych sedimentoch, ČA1 -Čiernica na karbonátových fluviálnych sedimentoch, ČA2 -Čiernica na nekarbonátových fluviálnych sedimentoch

Stav druhého indikátora acidifikácie (GRÍŠINA, BARANOVA, 1990; MAKOVNIKOVÁ, 2007), pomeru Al³⁺/Ca²⁺, hodnotený v hlavných pôdnych predstaviteľoch vo vzťahu ku geologickým substrá-

tom a spôsobu využívania pôdy, poukazuje na vysoký stupeň degradácie pôdy hlavne v skupine fluvizemí na nekarbonátových fluviálnych sedimentoch a v skupine pseudoglejov (KOBZA A INÍ, 2009).

V tabuľke 2 a 3 je uvedený potenciálny vzťah acidifikácie k vybraným funkciám pôdy a k degradačným procesom v pôde (MAKOVNIKOVÁ, 2007).

Tab. 2 Acidifikácia vo vzťahu k vybraným funkciám pôdy

Funkcia pôdy	Negatívny vplyv acidifikácie
produkcia celkovej biomasy	**
filtračná vzhľadom k inaktivácií anorganických polutantov	***
filtračná vzhľadom k inaktivácií organických polutantov	**
transformačná	*

Tab. 3 Acidifikácia vo vzťahu k degradačným procesom v pôde

Degradačný proces	Negatívny vplyv acidifikácie
Erózia	*
Zhutnenie	*
kontaminácia	***
Zníženie obsahu organickej hmoty v pôde	**
Obmedzenie tvorby mikrobiálnej biomasy	**
* slabý ** stredný *** silný	

Pohyblivosť anorganických polutantov sa výrazne mení v závislosti od hodnoty pôdnej reakcie, znižovanie hodnoty pH zvyšuje koncentráciu mobilných foriem anorganických polutantov a tým zvyšuje aj ich potenciálny transport v pôdnom ekosystéme. Acidifikácia má "silný" vplyv na filtračnú funkciu pôdy a tým aj na transport anorganických polutantov.

Kategórie imobilizácie (filtračná funkcia vzhľadom k anorganickým polutantom) sú stanovené podľa algoritmu uvedeného v práci MAKOVNIKOVÁ A INÍ (2007). Potenciál pôdnych sorbentov bol hodnotený na základe zvolených indikátorov, a to pôdnej reakcie a obsahu a kvality pôdnej organickej hmoty v kontexte s hrúbkou humusového horizontu. Ílová frakcia je zohľadnená už v mape kontaminácie, pretože v Zákone o pôde č. 220 z r. 2004 sú limitné hodnoty anorganických polutantov stanovené s ohľadom na zrnitostné kategórie pôd.

Výrazný vplyv hodnôt pôdnej reakcie na imobilizáciu anorganických polutantov je zrejмый z tabuľky 4. V tabuľke 4 je na fiktívnych pôdach kambizem 1 – 4 a fluvizem 1 – 4 a ukázaná váha jednotlivých indikátorov na výslednú ratingovú hodnotu imobilizácie/filtrácie anorganických polutantov. Kategória s nízkym potenciálom imobilizácie anorganických polutantov predstavuje potenciálny zdroj znečistenia ďalších zložiek životného prostredia. Vplyv hodnoty pôdnej reakcie na imobilizáciu anorganických polutantov je vyšší ako vplyv obsahu a kvality organickej hmoty v pôde. Zmena hodnoty pôdnej reakcie z kyslej oblasti do oblasti neutrálnej mení ka-

tegoriu imobilizácie z nízkej na strednú (kambizem 4, fluvizem 4) a spolu s pozitívnou zmenou obsahu a kvality organickej hmoty až na vysokú (kambizem 5). Zvýšenie obsahu organickej hmoty ako aj zlepšenie jej kvality v prípade vyššieho znečistenia na zmenu kategórie nestačí (fluvizem 3).

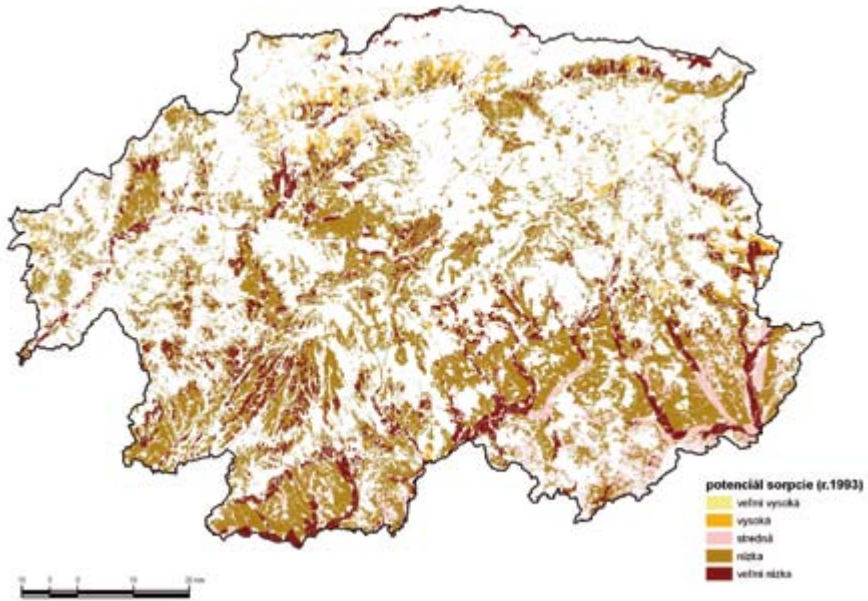
Tab. 4 Kategórie potenciálu pôd imobilizovať anorganické polutanty

pôdny typ/ parameter	C (%)	Q ₆ ⁺	H (cm)	pH	K	ratingová hodnota	kategória imobilizácie/ filtrácie
kambizem 1	1,00	5,0	20	4,5	1	7,00	nízka
kambizem 2	2,00	5,0	20	4,5	1	6,60	nízka
kambizem 3	1,51	4,5	20	4,5	1	6,30	stredná
kambizem 4	1,00	5,0	20	6,51	1	4,60	stredná
kambizem 5	1,51	4,5	20	6,51	1	3,90	vysoká
fluvizem 1	1,00	5,0	30	4,5	3	8,70	nízka
fluvizem 2	2,00	5,0	30	4,5	3	8,40	nízka
fluvizem 3	1,51	4,5	30	4,50	3	8,40	nízka
fluvizem 4	1,00	5,0	30	6,51	3	5,80	stredná
fluvizem 5	1,51	4,5	30	6,51	3	5,30	stredná

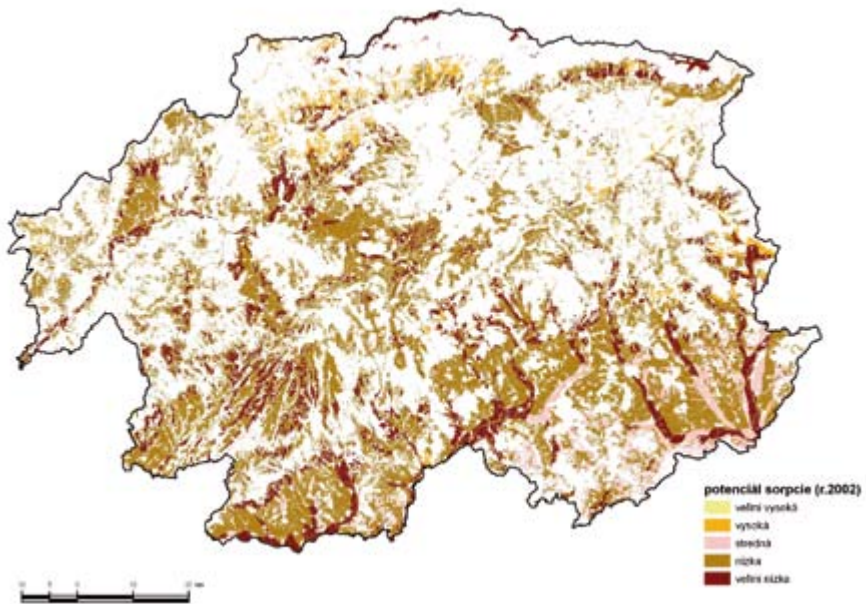
C(%) - obsah organickej hmoty, Q - farebný kvocient, kvalita organickej hmoty, H - hĺbka pôdy, K - hodnotenie potenciálu znečistenia pôdy podľa MAKOVNIKOVÁ, BARANČIKOVÁ, PÁLKA (2007)

Pri hodnotení filtračnej funkcie pôdna reakcia priamo ovplyvňuje potenciál sorpcie pôd. pri vytvorení vrstvy potenciálu sorpcie sme vychádzali z prístupných databáz VÚPOP a to databázy komplexného prieskumu pôd, základnej databázy ČMS -P (Čiastkového monitorovacieho systému - pôda) a databázy kľúčových lokalít ČMS -P. Pôdna reakcia patrí k dynamickým parametrom, zmeny pôdnej reakcie v čase monitoruje ČMS-P. Pri použití aktuálnych údajov z posledného ukončeného a spracovaného cyklu (rok 2002) pri prepracovaní vrstvy potenciálu sorbentov na príklade Banskobystrického kraja (Obr. 2 a Obr. 3) došlo k zmene kategórie potenciálu sorbentov v prípade fluvizemí na nekarbonátových substrátoch využívaných ako trvalý trávny porast zo strednej kategórie do nízkej kategórie. Táto zmena zasahuje 3,8 % výmery trvalých trávnych porastov na sledovanom území. Fluvizeme sa nachádzajú v blízkosti vodných tokov, fluvizeme s nízkou kategóriou potenciálu sorbentov predstavujú vysoké riziko transporu nežiadúcich polutantov a tým aj vysoké riziko ohrozenia vodných zdrojov. Napriek tomu, že acidifikácia je vratným procesom, dôsledky acidifikácie v agroekosystéme môžu byť nevratné.

Obr. 2 Kategórie potenciálu pôdnych sorbentov v Banskobystrickom kraji – 1993



Obr. 3 Kategórie potenciálu pôdnych sorbentov v Banskobystrickom kraji -- 2002



ZÁVER

Acidifikácia pôdy zasahuje všetky pôdne komponenty, je prepojená s ostatnými degračnými procesmi v pôde, významne ovplyvňuje filtračnú funkciu pôdy (transport anorganických polutantov). Zníženie hodnoty pôdnej reakcie výrazne zvyšuje biopristupnosť toxických ťažkých kovov hlavne kadmia a olova ako aj ich schopnosť transféru v agroekosystéme. Pri obmedzení agrotechnických opatrení zameraných na optimalizáciu hodnôt pôdnej reakcie, môžeme v prípade kambizemí na prirodzene kyslejších substrátoch a fluvizemí vyvinutých na nekarbonátových substrátoch využívaných ako orné pôdy, predpokladať pomalý pokles pôdnej reakcie, ktorý má negatívny dopad na filtračnú funkciu pôdy, transport anorganických polutantov a zvyšuje potenciál ohrozenia potravinového reťazca a vodných zdrojov

LITERATÚRA

- BEDRNA, Z. 1994. *Resistibility of Landscape to acidification*. In *Ekológia*, roč. 13, 1994, č. 1, s. 77-86. ISSN 1335-342X.
- ČURLÍK, J. A. I. 2003. *Pôdna reakcia a jej úprava*. Bratislava: Suma Print, 2003. 250 s. ISBN 80-967696-1-8.
- FIALA, K. A. I. 1994. *Návrh metodík chemického rozboru pôd pre účely pôdneho monitoringu*. Bratislava, 1994. 60s.
- GRIŠINA, L. A. – BARANOVA, T. A., 1990. *Vplyv kyslých zrážok na vlastnosti pôd lesného ekosystému južnej tajgy*. In *Lesné pôdoznanectvo*, 10, s.121-136
- JURÁNI, B. 1998. *Mimoprodukčné funkcie pôdy*. In: Demo, Milan a i. *Usporiadanie a využívanie pôdy v poľnohospodárskej krajine*. Nitra: SPU, 1998. s. 69-98.
- KOBZA, J. A. I. 2009. *Monitoring pôd SR. Aktuálny stav a vývoj monitorovaných pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu*. Bratislava: VÚPOP, 2009. 200 s. ISBN 978-80-89128-54-9.
- MAKOVIKOVÁ, J. 2000. *Distribúcia kadmia, olova, medi a zinku v pôde a jej hodnotenie so zreteľom na potenciály a bariéry transportu kovov do rastlín*. PEDO – DISERTATIONES. Bratislava: VÚPOP, 2000, 126 s. ISBN 80-85361-67-1.
- MAKOVIKOVÁ, J. 2002. *Stav a vývojové trendy aktívneho hliníka v pôdach SR*. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 48, 2002, č. 12, s. 619 – 624. ISSN 0551-3677.
- MAKOVIKOVÁ, J. 2005. *Vplyv pôdnych parametrov na distribúciu hliníka v pôdach SR*. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 51, 2005, č. 8, s. 436 – 441. ISSN 0551-3677.
- MAKOVIKOVÁ, J. 2003. *Indikátory zraniteľnosti ekologických funkcií kambizemí vzhľadom na hliník a mangán*. In *Agrochémia (VII)*.43, 4/2003, s.4 -7
- MAKOVIKOVÁ, J. 2007. *Využitie indikátorov pri identifikácii rizikových oblastí acidifikácie pôdy*. Bratislava: VÚPOP, október 2007, 30 s. ISBN 978-80-89128-37-2.
- MAKOVIKOVÁ, J. – KANIANSKA, R. 1996. *Aktívny hliník a jeho súčasný stav v pôdach SR*. In *Rostlinná výroba*, roč. 42, 1996, č. 7, s. 289-292. ISSN 1214-1178.
- BARANČIKOVÁ, G. – MAKOVIKOVÁ, J. 2003. *The influence of soil humic acid quality on sorption and mobility of heavy metals*. In *Plant, Soil and Environment*, Vol. 49, 2003, No. 12, p. 565-571. ISSN 1214-1178.
- MAKOVIKOVÁ, J. – BARANČIKOVÁ, G. – PÁLKA, B. 2007. *Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil*. In *Plant, Soil and Environment*, vol. 53, 2007, No. 8, p. 365–373. ISSN 1214-1178.
- MESTEK O. – VOLKA K. 1993. *Integrace těžkých kovů s půdními složkami*. In *Chem. Listy*, 87: 795-806. ISSN 1213-7103.
- YONG, RAYMOND.N. – MOHAMED, ABDEL. M. O. – WARKENTIN, B.1992. *Principles Contaminant Transport in soils*. London: Elsevier, 327 p. ISBN 0-444-882936
- Zákon č. 220/2004 Zb. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene a doplnení niektorých zákonov*. s. 2290-2292

PRIESKUM PÔDNEJ VLHKOSTI POMOCOU INTEGROVANÝCH METÓD NA ÚROVNI MIKROPOVODIA

RESEARCH OF SOIL MOISTURE BY INTEGRATED METHODS AT MICROBASIN LEVEL

Jozef Malíš¹, Marián Homolák², Katarína Orságová¹

¹Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica,
e-mail: j.malis@vupop.sk

²Katedra prírodného prostredia, LFTU Zvolen, Masarykova 24, 960 01 Zvolen

Abstract

Electrical resistivity tomography is originally geophysical method but we can investigate soil physical properties as well. We made our measurement on forest soils in Javorie mountains with and without irrigation by sprinkling equipment. By comparison with another methods of measurement and with literature sources we made some predictions for interpretation of resistivity values in saturated and unsaturated conditions.

Keywords: sprinkling, preferential flow, resistivity measurement

Abstrakt

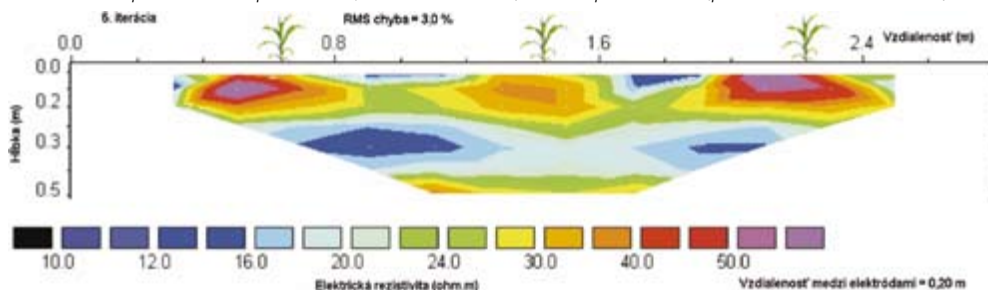
Elektrická rezistivná tomografia je pôvodne geofyzikálna metóda, ktorá môže byť tiež použitá pri prieskume fyzikálnych vlastností pôdy. Naše merania sme vykonali na lesnej pôde v pohorí Javorie bez zavlažovania a po zavlažení pôdy sprinklerovým zariadením. Porovnaním s výsledkami z iných metód merania a s literatúrou sme vytvorili určité predpoklady pre interpretáciu rezistívnych hodnôt v nasýtených a nenasýtených podmienkach.

Kľúčové slová: zavlažovanie, preferované prúdenie, rezistívne merania

ÚVOD

Preferované prúdenie ako fenomén nenasýtenej pôdy vo významnej miere modifikuje charakter pohybu pôdneho roztoku. Je viazaný najmä na hrubozrnnejšie pôdy, napr. kambizeme. Tento jav možno popísať ako významne rýchlejší pohyb než je priemerný tok vody cez pôdnu maticu počas infiltrácie a redistribúcie. Jeho vznik je podmienený výskytom lokálnych prekážok a štruktúrnych zmien v heterogénnej pôde. Preferované prúdenie skúmal pomocou indikátorových metód napr. PICHLER (2003), resp. pomocou elektrickej rezistívnej tomografie MICHOT A INÍ (2001) (Obr. 1). „Balíčky“ vody, opúšťajúce pôdu z dôvodu evapotranspirácie resp.

Obr. 1 Pôdne „balíčky“ s vysokou rezistivitou pod plodinami kukurice spôsobené desukciou a preferované prúdenie (nižšia rezistivita) medzi plodinami (podľa MICHOT ET AL. 2001).



desukcie koreňmi kukurice, sa na rezistivných rezoch prejavili zónami vyššieho odporu. Môžeme teda hovoriť o stratách vody prístupnej pre rastliny, t. j. kapilárnej vody obsiahnutej prevažne v kapilárnych póroch. Pri hodnotení vlhkosťného stavu pôdy touto metódou je teda zrejme potrebné zohľadňovať aj kvalitatívnu, nielen kvantitatívnu stránku pôdnej vody.

Ďalším „urýchľovačom“ pohybu pôdnej vody na svahoch môže byť laterálne prúdenie (obr. 2). Modelovaním tejto zložky vodnej bilancie pôdy na svahu sa zaoberal LEHMANN A INÍ (2006), ktorí odporúčali získavať chýbajúce informácie geofyzikálnymi metódami, napr. spomenutou elektrickou rezistivnou tomografiou. V podmienkach, kde hrúbka pôdno-zvetralinového plášťa dosahuje dostatočné dimenzie, môže vzniknúť nad nepriepustnou vrstvou nasýtený vnútropôdny tok vody v smere po spádnici. Takáto zvodnená vrstva môže byť podľa GÉRARDA A INÝCH (2004) dotovaná práve prostredníctvom spomenutého preferovaného prúdenia, ktoré môže byť spätnou väzbou, prostredníctvom kapilárneho výstupu, opätovne vyvolané. Popísané javy môžu teda vo vhodných podmienkach rádovo zrýchliť pohyb pôdneho roztoku v rámci mikropovodia.

Obr. 2: Výtok laterálneho orúdenia na pôdnom odkryve.



MATERIÁL A METODIKA

Zvolené modelové územie bolo umiestnené v pomerne odľahlej časti lesných komplexov v rámci orografického celku Javorie, ktoré sú v správe vojenských lesov VLM Pliešovce. Práve tieto oblasti sú však zdrojom benefitov, z ktorých profitujú obyvatelia vzdialených urbanizovaných regiónov. Tieto benefity spočívajú v poskytovaní bezpečnosti a kvality života a prírodných

zdrojov (PICHLER 2007), konkrétne napr.: zeminy vyšších polôh fungujú vo vodnej bilancii územia ako zásobárne kvalitnej pitnej vody (Šály 1986), resp. retenčná kapacita pôdneho krytu pomáha tlmiť odtokové špičky vo vodných tokoch.

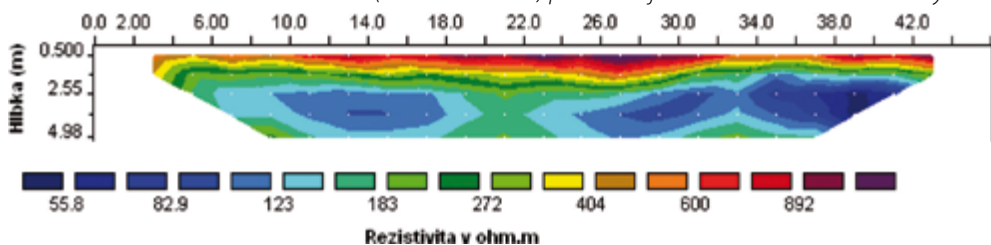
Výskumná plocha Javorie leží na S svahu rovnomenného sopečného masívu v rámci lesných pozemkov, v časti medzi kótami Javorie a Homôlka v nadmorskej výške 920–960 m n. m (48° 26' 27" SZŠ, 19° 16' 18" VZD). Klimageograficky patrí lokalita do mierne chladného okrsku chladnej klimatickej oblasti s priemernou teplotou okolo 3,0° C a zrážkovým úhrnom 850 mm za rok. Pôdnym subtypom je kambizem andozemná s pôdnym profilom hlbokým 130 cm a s obsahom skeletu cca 30 %. Podľa morfogenetickéj klasifikácie je tvorená troma horizontami – Aua-Bvn-C, t. j. umbrický horizont Aua – tmavofarbený povrchový humusový, sorpčne nasýtený, kambický andický horizont Bvn s náznakmi andických vlastností a substrátový horizont C. Pôda sa vyvinula z cca 3–5 m hlbokkej andezitovej svahoviny na rovnomernom svahu so sklonom do 25 % a SSZ expozíciou. Túto lokalitu radíme do 4. lesného vegetačného stupňa, pričom prevládajúcou skupinou lesných typov je Fagetum typicum, teda živné bučiny.

Metódou elektrickej rezistívnej tomografie (ERT) sme vytvorili v pôde takpovediac nový, nútený tok elektrickej energie, ktorého odozvu dokážeme pomerne ľahko merať. Následne sme pomocou softvéru RES2DINV vytvorili rekonštrukciu rezistívneho obrazu pôdy v podobe pôdnych rezov (LOKE 2004). Správnou interpretáciou tohto obrazu môžeme získať informácie o vlastnostiach pôdy, od ktorých tento nútený tok závisí, t. j. najmä informácie o pôdnej vode, resp. o jej pohybe. Meranie sme vykonali s použitím automatického geoelektrického systému ARES (GF Instruments, s. r. o., Brno) najskôr na 46 m dlhom tranzekte pri rozstupe elektród 2 m bez zavlažovania (MALIŠ, 2007) (Obr. 3) a následne na 14 m dlhom tranzekte s rozstupom elektród 1 m, pričom toto meranie bolo súčasťou vývoja novej indikátorovej metódy na meranie hydraulikkej vodivosti pôdy (HOMOLÁK 2008) (Obr. 4). V rámci druhého tranzektu bola permanentne zavlažovaná ploška 1×1 m pomocou simulátora zrážok (sprinkler), pričom hodnoty pôdneho odporu boli merané v časovej sekvencií každú polhodinu. Na oboch tranzektoch bola meraná vlhkosť pôdy metódou TDR.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na obrázku 3 vidíme modrú oblasť nízkeho odporu (asi do 100 Ω.m), ktorú sme klasifikovali ako zvodnenú vrstvu svahoviny. Prítomnosť tejto vrstvy sme potvrdili výkopom pôdnej sondy, resp. meraniami vlhkosti metódou TDR, pričom v hĺbke 80–90 cm nastal vzostup hodnôt objemovej vlhkosti napriek tomu, že meraniu predchádzalo dlhšie obdobie bez zrážok. Tento nárast bol spôsobený práve kapilárnym výstupom vody z nasýtenej zóny laterálneho svahového odtoku (kapilárna obruba, resp. podopretá voda). Pre kapilárny zdvih bola v tomto prípade odvodená rýchlosť asi 0,11 cm h⁻¹, takže obruba dosiahla pôdnu hĺbku 100 cm od hladiny zvodnenej vrstvy v hĺbke 180 cm za zhruba 30 dní, čo korešpondovalo s výpočtami LU A LIKOSA (2004) pre rovnaký pôdny druh (PICHLER, 2007). Počas nasledujúceho vegetačného obdobia bol na tej istej pôde vykonaný pokus za účelom vytvorenia novej metódy pre výpočet

Obr. 3 Tranzekt č. 1. Modrá zóna (cca do 100 $\Omega.m$) predstavuje zvodnenú vrstvu svahoviny.

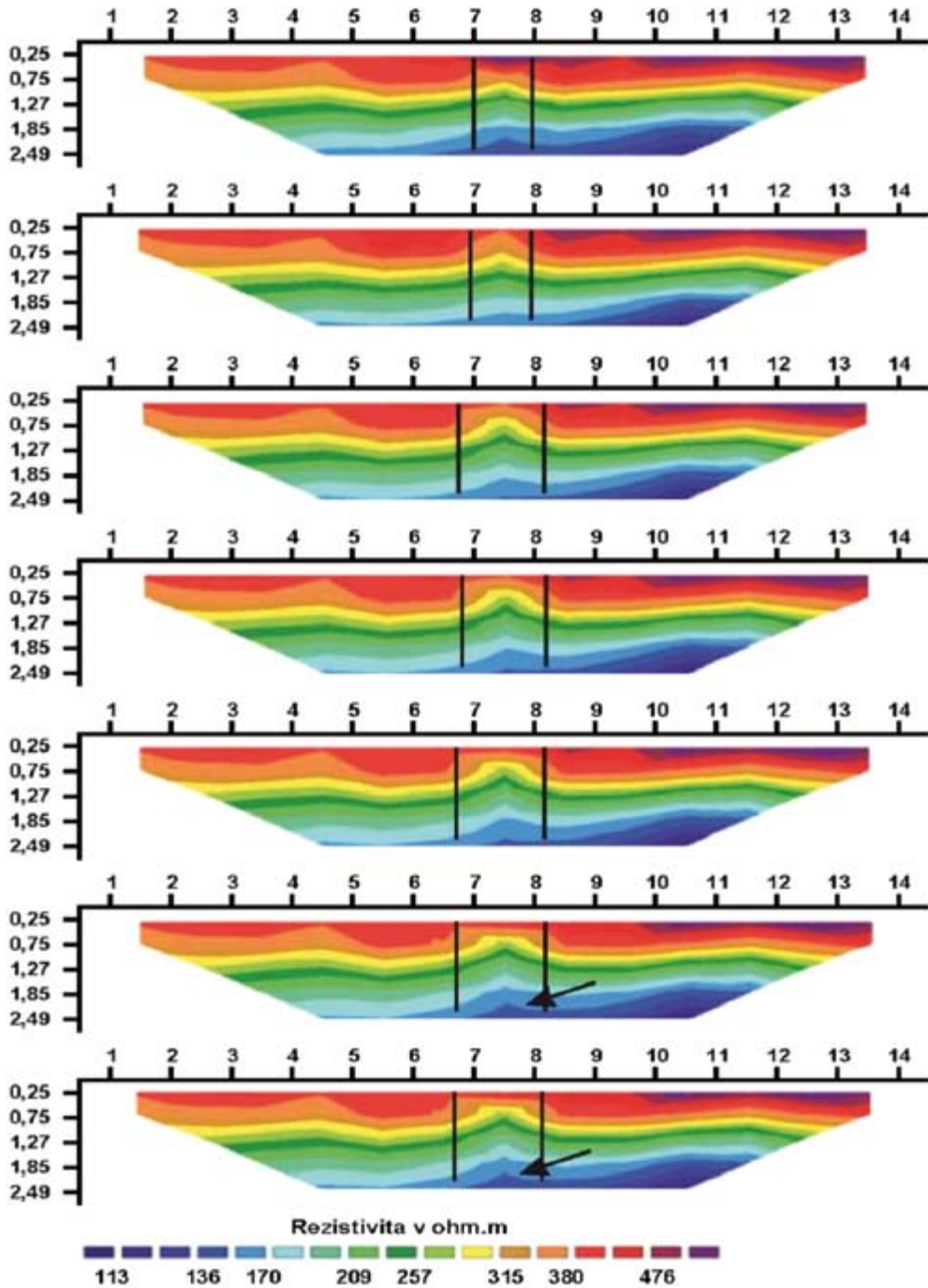


hydraulickej vodivosti pôdy. V rámci tohto pokusu bola tiež meraná pôdna rezistivita s rozstupom elektród 1 m, pričom medzi 7. a 8. m meraného tranzektu sa nachádzal zrážkový simulátor, ktorý vytvoril v pôde prostredie blízke plnému nasýteniu vodou. Na obrázku 4 vidíme priebeh rezistivných zón meraný v 30 minútovom časovom intervale pri kontinuálnom umelom nasycovaní pôdy. Vodivejšie, t. j. vlhkejšie vrstvy pôdy a svahoviny vystupujú postupne vyššie k pôdnemu povrchu. V spodnej časti profilu tiež vidíme modrú oblasť nízkeho odporu – zvodnenú vrstvu s plným nasýtením, ktorá sa však počas zavlažovania len priblížila k pôdnemu povrchu, nevystúpila celkom zrejme z toho dôvodu, že počas experimentu nebolo z technických príčin možné udržať výtopu na pôdnom povrchu.

KUTÍLEK (1984) vo svojej práci popisuje tzv. odporovú metódu na meranie pôdnej vlhkosti, ktorú môžeme považovať za určitého predchodcu elektrickej rezistívnej tomografie. Autor uvádza, že presnosť tejto metódy sa znižuje so zvyšujúcou sa vlhkosťou, t. j. pri hodnotách blízky plnému nasýteniu je určenie hodnoty momentálnej vlhkosti problematické, najmä pri pórovitosti pôdy nad 30 % (v našom prípade dosahovali hodnoty pórovitosti až 50–60 %). Zvodnená vrstva predstavuje plne nasýtené pórovité prostredie, t. j. všetky pórové kategórie sú zaplnené vodou. Pôdny povrch bol síce permanentne zavlažovaný vodou, nebola tu však trvalo udržiavaná výtopa, a tak hoci hodnoty objemovej vlhkosti meranej metódou TDR sa aj v tejto časti blížila hodnotám plného nasýtenia, voda sa zatiaľ pohybuje prevažne prostredníctvom makropórov (nekapilárnych – gravitačných pórov), z ktorých rýchlo odteká, pričom kapilárne póry zostávajú aspoň čiastočne zaplnené vzduchom. Vzduch pôsobí ako dielektrikum, t. j. zvyšuje elektrický odpor pôdy, čo môže ozrejmiť pretrvávajúce vysoké hodnoty pôdnej rezistivity v časti pod sprinklerom. Nenasýtené preferované prúdenie dotuje zvodnenú vrstvu a táto späťne kapilárnym zdvihom vytláča vodu do vyšších vrstiev (GÉRARD A INÍ, 2004), čo zrejme vysvetľuje posun modrej zóny nízkej rezistivity smerom hore.

ARCHIE (1942) popísal vzťah pre merný elektrický odpor pôdy, kde okrem pórovitosti vstupuje stupeň nasýtenia pôdy vodou, resp. relatívna vlhkosť pôdy, t. j. pomer momentálnej vlhkosti k pórovitosti, ktorý vyjadruje, do akej miery sú póry zaplnené vodou. Táto hodnota nám umožňuje porovnať vlhkosť pôdy pre rôzne hodnoty pórovitosti v rámci profilu, resp. medzi rôznymi pôdami. Podrobný hydrofyzikálny rozbor jednotlivých pórových kategórií nám môže pomôcť ozrejmiť kvalitatívnu i kvantitatívnu stránku pôdnej vody a pôdneho vzduchu, ktoré majú podstatný vplyv na priebeh pôdneho odporu. Potenciál pôdnej vody vo vzťahu k momentálnej pôdnej vlhkosti, vyjadrený prostredníctvom retenčných kriviek je súhrnným vyjadrením týchto pôdných vlastností.

Obr. 4 Sekvencia meraní pôdnej rezistivity vykonaných počas zavlažovania zrážkovým simulátorom.



Dôležitým faktorom pre sledovanie transportných vlastností pôdy metódou ERT je aj celkový rozsah merania a rozstup elektród – veľké rozdiely odporu v rámci meraného profilu môžu spôsobiť disproporcie vo výsledkoch (napr.: súčasné meranie nasycovanej a nenasycovanej zóny). Pokiaľ chceme skúmať touto metódou pôdne javy ako je nenasýtené prúdenie či pohyb vlhkového frontu, resp. priamo momentálnu vlhkosť pôdy, ktoré sa vyznačujú veľmi vysokou variabilitou, je potrebné prispôsobiť rozsah merania i rozstup elektród, ktoré majú veľký vplyv na presnosť zachytenia zmien pôdneho odporu. MICHOT A INÍ (2001) použil pre takéto precízne meranie rozstup elektród 0,2 m pri celkovej dĺžke merania 2,8 m (Obr. 1).

Ďalším poznatkom je rozsah tzv. laterálnej disperzie, t. j. bočného ovplyvnenia pôdy vodou počas nasycovania, ktoré je zobrazené prostredníctvom zvislých čiar (Obr. 4). Počas experimentu laterálne ovplyvnenie nedosiahlo viac ako 30 cm na každú stranu, čo potvrdzuje predpoklad o stochasticko-konvektívnom prúdení pôdneho roztoku (tento model prúdenia pôdneho roztoku možno ozrejmiť na príklade pohybu roztoku v izolovaných prúdových trubicach, ktorých obsah sa navzájom nemieša). Tento poznatok podporuje myšlienku, že kontakt vody vstupujúcej do pôdy s nasýtenou zónou môže byť veľmi rýchly v podmienkach blízkych plnému nasýteniu (prívalové dažde, pôda na jar po roztopení snehu) s minimálnymi bočnými stratami.

ZÁVER

Interpretáciou meraní metódou ERT v prirodzených podmienkach a pri zavlažovaní pôdy sme ilustrovali možnosti, resp. nedostatky tohto typu nedeštrukčného merania pre dané účely. Na presnejšie overenie našich záverov, resp. hypotéz, by bolo potrebné vykonať ďalšie merania, doplnené o podrobnejšie hydrofyzikálne analýzy. Metódou ERT môžeme odhadovať vlhkosťné pomery pôdy spolu s jej substrátom a tiež získať predstavu o pohybe pôdneho roztoku za nasýteného i nenasýteného stavu v širších priestorových súvislostiach bez deštrukčných zásahov do pôdy. Tieto poznatky je však potrebné vnímať a skúmať v celkovom kontexte pôdnohydrologických charakteristík a javov pri správnej voľbe parametrov samotného merania pre daný účel. Interpretácia meraní tomografického obrazu elektrickej rezistivity pôdy na základe komparácie, resp. kalibrácie pomocou iných metód môže byť obohatením pre precízne lesné hospodárstvo i poľnohospodárstvo.

LITERATÚRA

- ARCHIE, G. E. 1942. *The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics*. Trans. AM. Inst. Min. Metall. Pet. Eng. 146, 54–62.
- GÉRARD F., TINSLEY M., MAYER K. U. 2004. *Preferential flow revealed by hydrologic modeling based on predicted hydraulic properties*. Soil Science Society of America Journal, 68, 1526–1538.
- HOMOLÁK, M. 2008. *Meranie transportných vlastností lesnej pôdy ako podkladu pre plánovanie lesníckych meliorácií*. Dizertačná práca. LFTU Zvolen. 96 s.
- KUTÍLEK, M. 1984. *Vlhkosť pórovitých materiálov*. Praha: SNTL. 211 s.
- LEHMANN, P., HINZ, CH., McGRATH, G., TROMP-VAN MEERVELD, H. D., McDONNELL, J. J. 2006. *Rainfall threshold for hillslope outflow: an emergent property of flow pathway connectivity*. Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 3, 2923–2961.

- LOKE, M. H. 2004. *Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys*. www. geoelectrical.com, 128 s.
- LU, N., LIKOS, W. J. 2004. *Rate of Capillary Rise in Soil*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 130, 646–650.
- MALIS, J. 2007. *Interpretácia tomografického obrazu elektrickej rezistivity pôdy v masíve Javoria*. Acta Facultatis Forestalis, XLIX, 73–84.
- MICHOT, D., DORIGNY, A., BENDERITTER, Y. 2001. *Determination of direction and corn roots-induced drying in an irrigated Beauce Calciol, using electrical resistivity measurements*. Earth and Planetary Sciences, 332, 29–36.
- PICHLER, V. 2003. *Ekologicko-produkčné a environmentálne aspekty vodného režimu pôdy po zmene denzity stromovej zložky bukového ekosystému*, Habilitačná práca. Zvolen: TU, 2003. 142 s.
- PICHLER, V. 2007. *Denzita bukových porastov ako nástroj regulácie hydrických a environmentálnych funkcií pôd*. Zvolen: TU, 2007. 50 s. ISBN 978-80-228-1722-6
- ŠÁLY, R. 1986. *Svahoviny a pôdy Západných Karpát*. Bratislava: Veda, 1986. 200 s
-

POTENCIÁL VYUŽITIA DEGRADOVANÝCH POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔD V KATASTRÁLNO M ÚZEMÍ OBCE PITELOVÁ NA ENERGETICKE ÚČELY

POTENTIAL OF DEGRADATED FARM-LAND UTILISATION IN CADASTER PITELOVÁ FOR ENERGETIC PURPOSES

Jozef MALIŠ¹, Jarmila MAKOVNÍKOVÁ¹, Boris PÁLKA¹, Radka KANIANSKA²,
Miriam KIZEKOVÁ³

¹Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica,
e-mail: j.malis@vupop.sk

²Slovenská agentúra životného prostredia, Tajovského 28, 975 90 Banská Bystrica,

³Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany – Výskumný ústav trávnych porastov a horského
poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 05 Banská Bystrica

Abstrakt

Hľadanie alternatív vo využití poľnohospodárskej pôdy je reakciou na nové zmenené potreby ľudskej spoločnosti, ktorá v súčasnosti kladie dôraz na environmentálne aspekty svojej vlastnej činnosti. V predloženej práci ponúkame informácie o poľnohospodárskej pôde, ktorá je vhodná na energetické využitie v modelovom území Pitelová aplikáciou existujúcich databáz. Použitou metodikou sme dospeli k záveru, že asi 10 % celkovej výmery záujmového územia je vhodných na spomenutý účel.

Kľúčové slová: energetické využitie biomasy, degradovaná poľnohospodárska pôda

Abstract

Searching of alternatives in utilizing of farmland is as reaction on new modified needs of human society that nowadays insists on environmental aspects of her own activity. In presented article we offer information about farmland area that is suitable for energetic utilization in model zone Pitelová with application of going databases. By applied methodology neglected farmlands appropriate for this purpose are about 10 % of total area of interest.

Keywords: energetic utilization of biomass, degraded farmland

ÚVOD

Poľnohospodárska biomasa rastlinného aj živočíšneho pôvodu predstavuje veľkú energetickú rezervu (ZUBAL, 2009). K primárnej funkcii poľnohospodárstva, ktorou je zabezpečenie výživy ľudí, pribúda nová, a to využívanie poľnohospodárskych pôd pre energetické účely. Táto funkcia poľnohospodárstva je integrovaná nielen v spracovaných výhladoch a prognózach

ďalšieho rozvoja poľnohospodárstva, ale stáva sa súčasťou koncepcných, strategických a legislatívnych nástrojov štátu a EÚ. Biomasa je potrebné v dlhodobých cieľoch EÚ nahradiť až 20 % celkovej spotreby energie. V súčasnosti je však využívanie poľnohospodárskej biomasy minimálne a nedosahuje ani hodnotu 1 % (ZUBAL, 2009). Na Slovensku pestovanie energetických plodín, ako aj využívanie biomasy napr. z trávy podhorských lúk a zanedbaných pasienkov, môže stabilizovať a zlepšiť energetickú situáciu v konkrétnom regióne. Na tieto účely je vhodné využiť spustnuté pôdy, ktoré nie sú vhodné pre klasickú poľnohospodársku a lesnícku produkciu.

Príspevok je zameraný na analýzu potenciálu využitia spustnutých poľnohospodárskych pôd na energetické účely v regióne Pitelová.

MATERIÁL A METODY

Obec Pitelová sa nachádza v okrese Žiar nad Hronom, cca 5 km od okresného mesta smerom na Zvolen. Geomorfologicky spadá do oblasti Slovenské stredohorie, do celku Kremnické vrchy (podcelok Jastrabská vrchovina), nachádzajúc sa nad východným výbežkom Žiarkej kotliny na rozčlenenej tretohornej rovine. Značne odlesnený chotár tvoria sopečné horniny – ryolity, ryodacity a ich pyroklastiká. Prevládajú tu menej úrodné kambizeme, v časti pozdĺž riek

Obr. 1. Podiel spustnutej poľnohospodárskej pôdy z celkovej výmery katastrálneho územia obce Pitelová



Obr. 2. Ukážka spustnutej poľnohospodárskej pôdy v predmetnom katastrálnom území



Hron na jej nive kvalitnejšie fluvizeme (miestny názov Čierne zeme). Obec sa tiahne pozdĺž pomerne veľkej vertikálnej magnitúdy – najnižšia nadmorská výška na nive Hrona je 257 m n. m., maximálna je 606 m n. m. Obec teda nie je situovaná v doline, ale tiahne sa priamo do masívu Kremnických vrchov. Klimaticky patrí obec do mierne teplej oblasti, do mierne teplého, mierne vlhkého, pahorkatinového až vrchovinového okrsku, niva Hrona zasahuje do teplej oblasti, do teplého, mierne vlhkého okrsku s chladnou zimou. Priemerná ročná teplota vzduchu je cca 6–7 °C, priemerný ročný úhrn zrážok je 700–800 mm.

V západnej zalesnenej časti katastrálneho územia rastú bukové a dubové lesné porasty. Ostatné časti boli už v minulosti využívané na poľnohospodárske účely ako lúky a pasienky, resp. orná pôda. Miestni obyvatelia sa totiž už od dávna zaoberali chovom dobytky a málo výnosným horským poľnohospodárstvom, resp. pracovali v blízkych lesoch. Pracovné príležitosti priniesla tiež výstavba železnice Zvolen – Vrútky. V roku 1958 bolo v obci založené JRD, ktoré pokračovalo v obhospodarovaní poľnohospodárskej pôdy. Obyvateľov však postupne ubúdalo, pretože odchádzali najmä za prácou a vyššou životnou úrovňou do blízkeho Žiaru nad Hronom, kde bol zriadený Závod SNP. Obec bola v tomto období zaradená medzi mimostrediskové, čím sa obmedzili i ekonomické podmienky jej rozvoja, rozsah dopravných spojení, zásobovanie a počet pracovných príležitostí v dedine.

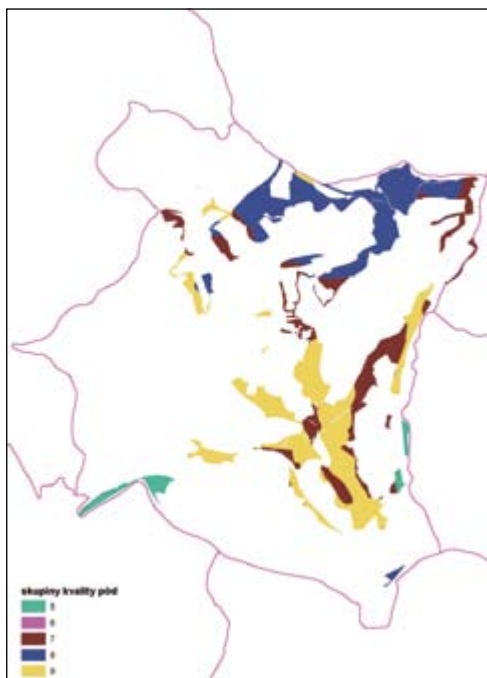
Po roku 1991 v rámci reštitúcií boli niektoré pozemky vrátené pôvodným vlastníkom, ďalej však pokračovalo vo svojej činnosti aj poľnohospodárske družstvo, až do roku 2005, kedy zaniklo. Svoju činnosť tiež obnovilo Urbárske a pasienkové spoločenstvo Pitelová, ktoré vlastní lesnú i poľnohospodársku pôdu. Práve viaceré poľnohospodárske pozemky vo vlastníctve Urbáru majú v súčasnosti charakter spustnutých plôch. Užívateľom poľnohospodárskej pôdy, ktorú neobhospodarujú vlastníci, je v súčasnosti Poľnohospodárske družstvo Stará Kremnička.

Metodologický postup vychádza z analýzy údajov existujúcich databáz VÚPOP, a to databázy Komplexného prieskumu pôd a databázy LPIS (Identifikačný systém produkčných blokov na poľnohospodárskej pôde). Databázy obsahujú numerické údaje o základných charakteristikách pôd, klíme, reliéfe pre celé územie Slovenska. Komplexný pôdoznalecký terénny prieskum (KPP) bol uskutočnený v rokoch 1961–1972 (LINKÉŠ A INÍ, 1996) a mapoval poľnohospodársky využívané pôdy Slovenska. Evidované boli podľa jednotlivých poľnohospodárskych podnikov. Hranice pozemkov registra „C“ sme získali z verejne dostupnej databázy „katasterportal.sk“. Pre prácu so vstupnými georeferencovanými digitálnymi údajmi a implementáciu výslednej digitálnej údajovej vrstvy bol využitý programový balík ArcGIS®.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z hľadiska hodnotenia produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd môžeme kategorizovať predmetné katastrálne územie nasledovne: na nive Hrona sa nachádzajú potenciálne orné pôdy z kategórie typologicko-produkčných agroekosystémov O 4 a O 5 (produkčné a stredne produkčné orné pôdy), resp. OT2 a T1 (striedavé polia – menej produkčné polia a produkčné trávne porasty a menej produkčné trvalé trávne porasty). Nad nimi nastupujú

Obr. 3 Rozdelenie spustnutých pôd podľa skupín kvality pôdy



Obr. 4 Rozdiel plôch zaradených do LPISu z celkovej výmery spustnutých plôch



kambizeme, ktoré patria v závislosti od sklonu svahu, obsahu skeletu a nadmorskej výšky do produkčných kategórií O 6 a O 7 (tesne nad nivnými pôdami – menej až málo produkčné orné pôdy), resp. vo vyšších častiach katastrálneho územia do kategórií OT 3, T 1 a T 2 (striedavé polia – málo produkčné polia a produkčné trávne porasty a produkčné, resp. menej produkčné TTP). Podľa skupín kvality pôdy sa tu nachádzajú pôdy od kategórie 5 na nivách až po kategóriu 9 v nevýhodných stanovištných podmienkach.

Z uvedeného prehľadu je zrejmé, že skladba pôd neponúka možnosti pre výnosnú poľnohospodársku produkciu. Tento fakt, a tiež spomínaná nízka významnosť obce v rámci regiónu, sa podpísali aj pod súčasný stav tej časti katastrálneho územia, ktorá je vedená ako poľnohospodárska pôda. Mnohé pozemky, vedené ako ttp, resp. menej aj orné pôdy, sa nachádzajú vo veľmi zanedbanom stave, sú zaburinené, resp. porastené náletovými krami a drevinami. Na niektorých miestach dosahuje hustota týchto porastov takú mieru, že sú pre človeka absolútne nepriechodné. Veľmi ťažko obrábateľné časti boli preradené medzi ostatné plochy, ktoré však takisto stále viac pustnú, resp. sú zdrojom náletových druhov pre susedné, zatiaľ nezaburinené plochy. Jediným reálnym prínosom týchto plôch v súčasnosti je tvorba úkrytov pre zver, teda tieto sukcesné spoločenstvá slúžia poľovnému hospodárstvu.

Konkrétnymi príkladmi zanedbaných, málo kvalitných poľnohospodárskych pôd je napr. vrch Plešiny (miestny názov Bučín) a pozemky v jeho blízkosti. Tento vrch sa nachádza nad traťou Hronská Dúbrava – Vrútky, jeho nadmorská výška je 432 m n. m. Kopec sa v minulosti využíval ako pasienok pre dobytok, v súčasnosti má charakter spustnutej plochy. Ďalším príkla-

dom je pozemok, ktorý sa nachádza v hornej časti obce a bol kedysi využívaný ako orná pôda (miestny názov Chlebová), hoci podľa pôdných pomerov bol zaradený do produkčnej kategórie T 2. V súčasnosti sa využíva ako TTP.

Na základe použitej metodiky a terénnej obhliadky sme zistili, že asi 10 % výmery záujmového katastrálneho územia možno zaradiť medzi spustnuté, zaburinené plochy, ktoré vo viacerých prípadoch majú už charakter lesných porastov. Rozdelenie spustnutých pôd podľa skupín kvality pôdy je v tabuľke 1, resp. na obrázku 3. K pôdam zaradeným do skupiny kvality 5 patria prevažne fluvizeme. Tieto pôdy je možné využiť pre pestovanie prvej generácie energetických plodín vhodných na výrobu biopalív ako cukrová repa, olejiny, obilniny, prípadne tráv. Pri výrobe biopalív sú trávy považované za energetické plodiny druhej generácie, poskytujú tzv. celulózu biomasu zloženú z celulózy, hemicelulózy a lignínu s nízkym zastúpením bielkovinových látok, tukov a popolu, ktorú je možné využiť celú v termochemických a biochemických procesoch napríklad aj na výrobu etanolu (EEA, 2008). Skupinu kvality 6 nemáme medzi vyselektovanými spustnutými plochami zastúpenú. V skupine 7 až 9 sú rôzne variácie kambizemí – prevažujú kambizeme modálne plytké, kambizeme na výrazných svahoch (12–25°) a kambizeme pseudoglejové; všetky na vulkanických substrátoch. V menšej miere sa vyskytujú kambizeme luvizemné, resp. kambizeme modálne kyslé. Sú to teda v prevažnej miere málo produkčné pôdy, ktoré však môžu byť využité na alternatívne, vyššie spomenuté účely. Cca 53 % nami vyselektovaných spustnutých plôch je zaradených do systému produkčných blokov LPIS (Obr. 4). Tieto plochy však vo väčšine prípadov neplnia žiadnu funkciu z hľadiska poľnohospodárskej výroby. Podľa Metodického usmernenia MP SR č. 3187/2007-430 potenciálne vhodné na výsadbu rýchlorastúcich drevín sú práve poľnohospodárske pôdy zaradené do 6. až 9. skupiny kvality.

Na väčšine prírodných trávnych porastov došlo k degradácii, k sekundárnej sukcesii a rozvoju ruderalných a nežiaducich spoločenstiev rastlín. Často sa jedná o neudržiavané náletové plochy v blízkosti lesných porastov (Obr. 2), ktoré sú vhodné napr. na pestovanie rýchlorastúcich drevín na energetické účely. Účelné je aj extenzívne využívanie trávnych porastov kosením, s cieľom získavania biomasy, ktorá je veľmi vhodná na energetické účely, čo môže prispieť k udržaniu ich biodiverzity a zachovaniu rovnováhy medzi ekonomickým využívaním a ochranou prírody. Pritom trvalé trávy je možné využiť nielen na spaľovanie, ale aj na výrobu bioaplív. Pri výrobe biopalív sú trávy považované za energetické plodiny druhej generácie.

Ekonomická efektívnosť a energetická náročnosť závisia od potenciálnej produkcie biomasy, ktorá je podmienená agroekologickými podmienkami konkrétnej lokality.

Tab. 1: Skupiny kvality nevyužívanej poľnohospodárskej pôdy

skupina kvality pôd	plocha v ha	plocha v %
5	7,88	4,51
6	0	0
7	39,16	22,42
8	56,75	32,49
9	70,88	40,58

Energetické porasty rýchlorastúcich drevín a jednoročných ako aj viacročných energetických plodín možno zakladať na pôdach nevhodných pre klasickú poľnohospodársku a lesnícku produkciu, na pôdach kontaminovaných vhodných len na produkciu pre nepotravinárske účely a tiež na zdevastovaných plochách v priemyselných aglomeráciách (ZUBAL, 2009). Využitie biomasy na energetické účely nemusí nutne ochudobňovať pôdu o živiny a organickú hmotu ak sa odpad z výroby bioplynu, digestát, aplikuje nazad do pôdy. Digestát obsahuje živiny, organickú hmotu, makro aj mikroprvky.

ZÁVER

Problematika spustnutých poľnohospodárskych pôd na Slovensku rezonuje v súčasnosti tak vo výrobnej praxi ako aj v politickej a vedeckej sfére. Meniace sa ekonomické podmienky spôsobujú stále pribúdanie týchto neproduktívnych plôch, a to najmä na menej kvalitných pôdach. V predloženej práci sme zmapovali takéto plochy v rámci katastrálneho územia obce Pitelová v Stredoslovenskom regióne a navrhli možné východiská z daného stavu. Jednou alternatívou je pestovanie rýchlorastúcich drevín, ktoré by malo zabezpečený odbyt v kotolni na štiepku v blízkej obci Jastrabá. Ďalšou možnosťou je pestovanie a udržiavanie trávnych porastov a využívanie ich biomasy na výrobu biopalív.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0174-07.

REFERENCES

- JAMRIŠKA, P. – SUROVČÍK, J. 2007. Rastlinná výroba - zdroj obnoviteľnej energie. In Biomasa pre regionálnu energetiku. Nitra: SPU, 2007, s. 66-70
- European Environment Agency (2008). Maximising the environmental benefits of Europe's bioenergy potential. Copenhagen, 94 p.
- LINKEŠ, V. – PEŠTŮN, V. – DŽATKO, M. 1996. Príručka pre používanie máp pôdno-ekologických jednotiek. 3. upr. vyd. Bratislava: VÚPÚ, 1996. 103 s. ISBN 80-85361-19-1.
- Zubal, P. Energetické plodiny – ako ďalej? (1. časť). In Naše pole, roč. 13, 2009, č. 9, s. 14-15. ISSN 1335-2466.
- Zubal, P. Energetické plodiny – ako ďalej? (2. časť). In Naše pole, roč. 13, 2009, č.10, s. 14-15. ISSN 1335-2466.
-

TVORBA ENVIRONMENTÁLNYCH INDEXOV PRE POTREBY PODPORY ROZHODOVANIA V OBLASTI PÔDOHOSPODÁRSTVA

DEFINITION OF ENVIRONMENTAL INDEXES AS A SUPPORT OF DECISION MAKING IN AGRICULTURE

Martina NOVÁKOVÁ, Michal SVIČEK

Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: m-novakova@vupop.sk

ABSTRAKT

Existencia množstva priestorových údajov o krajine, ich tematická, metodická a organizačná rozdielnosť a zároveň snaha o implementáciu environmentálnych aspektov do poľnohospodárskej výroby a manažmentu poľnohospodárskej krajiny, vyvoláva požiadavku na harmonizovanú integráciu priestorových údajov prostredníctvom jednotného spôsobu ich spracovania, reprezentácie a následne prepojenia v zmysle vzájomnej komplementarity. Cieľom článku je identifikovať a na konkrétnych ukážkach prezentovať jednotný postup spracovania tematicky rôznorodých priestorových údajov a na ich základe identifikovať jednotný postup stanovenia definovaných environmentálnych indikátorov/indexov. Zámer bol realizovaný na príklade vybraných geografických databáz. Priestorová harmonizácia geografických údajov bola zabezpečená prostredníctvom definovanej referenčnej gridovej siete s priestorovým rozlíšením 10 × 10 km, 5 × 5 km alebo 1 × 1 km, pričom pre špecifikáciu vlastností objektov v každom elemente gridovej siete boli využité nástroje priestorovej analýzy v prostredí GIS. Tematická harmonizácia bola zabezpečená odvodením konkrétnych environmentálnych indexov v databázovom prostredí. Priestorové a štatistické porovnanie indexov špecifikovaných vždy na základe dvojice geografických databáz, bolo realizované štatistickými metódami pomocou štatistického softvéru. Z výsledkov vyplýva, že referenčná gridová sieť je vhodným nástrojom harmonizácie geografickej informácie produkovanej z rôznych zdrojov a vhodným nástrojom hodnotenia časovej dynamiky sledovanej vlastnosti krajiny a zároveň, že prezentovaný postup umožňuje odvodenie kvalitatívne nových informácií o krajine s vysokým potenciálom využitia v problematike integrácie environmentálnych aspektov v poľnohospodárskej praxi.

Kľúčové slová: harmonizácia geografických údajov, environmentálne indikátory a indexy, podpora rozhodovania

Abstract

The implementation of environmental aspects into the common agriculture practices are expected to be supported with a relevant scientific knowledge and landscape data. Re-

trospetively it is also important to evaluate the impact of particular environmental (agri-environmental) measures on landscape. Regarding this there is strong requirement on geographical (spatial) data of two important features which are the possibility of their harmonized processing and representation and possibility of their harmonized complementary integration. The aim of presented paper was to identify and to present a unified method of processing various geographical data and to identify unified method of environmental indicators/indexes definition and assessment. In case study several thematically different geographical databases were processed. Reference geographical grids with a spatial resolution of 10×10 km, 5×5 km or 1×1 km and spatial analyses in GIS enabled data to be spatially harmonized. The data analyses and environmental indexes assessment in database software enabled data to be thematically harmonized. Along with data harmonization, the specified environmental indexes were statistically compared and the differences between relevant ones were declared. On the base of case study results we confirmed that reference grid represents appropriate tool for different geographic data harmonization and appropriate tool in evaluation the landscape dynamics. Presented method enables to specify new landscape data with high potential in rate and the degree assessment of environmental aspects integration in agriculture.

Keywords: harmonization of geographic data, environmental indicators and indexes, decision support

ÚVOD

Aktuálnou otázkou a problematikou manažmentu poľnohospodárskej krajiny v súčasnosti je integrácia environmentálnych prístupov v poľnohospodárskej výrobe. Základný princíp integrácie spočíva v aplikácii systémového prístupu pri riešení všetkých problémov spojených s organizáciou a riadením činností a starostlivosťou o krajinu pri uplatnení environmentálnych opatrení smerujúcich k jej ochrane. Sledovanie (monitoring) postupného zavádzania environmentálnych (agroenvironmentálnych) opatrení do poľnohospodárskej praxe je nevyhnutným ukazovateľom stupňa (miery) prepojenia národného sektoru poľnohospodárstva s princípmi Spoločnej poľnohospodárskej politiky (Common Agricultural Policy, CAP), prijatou a záväznou pre členské štáty Európskej Únie.

Základným východiskom (nástrojom) prípravy stratégie a návrhov národného agroenvironmentálneho programu, či následne aj sledovania a hodnotenia vplyvu a dopadu konkrétnych agroenvironmentálnych opatrení v poľnohospodárskej praxi, sú priestorové (geografické, georeferencované) údaje a informácie o krajine. V procese ich účelového spracovania stojí na jednej strane požiadavka na zabezpečenie priestorových údajov o krajine tak, aby zodpovedali jej systémovému charakteru, a na strane druhej reálny fakt – existencia obrovského množstva údajov a informácií ako výstupov rôzne zameraných výskumov a prieskumov v krajine. Do popredia sa tak dostáva požiadavka na definovanie a stanovenie konkrétnych indikátorov/indexov, pomocou ktorých by bolo možné krajinu reprezentovať, navrhovať, ana-

lyzovať a hodnotiť zásahy a dopady v nej a zároveň požiadavka na harmonizáciu a integráciu priestorových údajov alebo informácií, ich harmonizovanú priestorovú reprezentáciu a komplementárne využitie.

Na európskej úrovni bola problematika indikátorov/indexov a ich využitia v manažmente poľnohospodárskej výroby a poľnohospodárskej krajiny riešená v rámci projektu IRENA (Indicator Reporting on the Integration of Environmental Concerns into Agriculture Policy, Petersen a iní 2005). Hlavnou myšlienkou projektu bolo vytvoriť súbor indikátorov, ktoré by umožňovali monitorovať integráciu environmentálnych opatrení definovaných v rámci Spoločnej poľnohospodárskej politiky v praxi. Konkrétne indikátory boli definované v dokumente COM 20 final (COM(2000)20) a následne analyzované a hodnotené z hľadiska ich dostupnosti, ceny a potenciálneho využitia, pričom výsledky analýz boli zhrnuté v dokumente COM 144 final (COM(2001)144). Definované indikátory/indexy umožňujú a) pochopiť vzťahy a vzájomnú podmienenosť poľnohospodárstva (konkrétnych technológií) a krajinskej sféry (životného prostredia); b) identifikovať základné environmentálne problémy v poľnohospodárstve; c) monitorovať a hodnotiť priestorovú variabilitu charakteru, stavu a intenzity (miery) environmentálnych problémov v poľnohospodárstve a d) podporovať, pripravovať a adresne orientovať implementáciu jednotlivých opatrení a programov v praxi; monitorovať a hodnotiť ich dopad a odozvu (COM(2000)20).

Problematike harmonizovanej organizácie, reprezentácie a výmeny priestorových údajov sa v súčasnosti venuje veľká pozornosť, a to ako na európskej úrovni (<http://www.ec-gis.org/inspire>), tak aj na úrovni národnej (napr. pilotný projekt spracovania pôdnych údajov, SKALSKÝ A FILIPPI (2006); SKALSKÝ A INÍ 2006). Cieľom iniciatívy INSPIRE (The INfrastructure or SPatial InfoRmation in Europe) je postupné zosúladzovanie existujúcich priestorových informácií, ich optimalizácia, postupné sprístupňovanie a riešenie ich interoperability. Princípy spracovania a tvorby harmonizovaných údajov a informácií sú záväzné pre všetky členské štáty Európskej Únie (Direktíva INSPIRE; <http://www.ec-gis.org/inspire>).

Na národnej úrovni, v súčasnosti nie je problematika agroenvironmentálnych indikátorov/indexov a ich využitia pre monitoring stavu implementácie princípov CAP v poľnohospodárstve, ako ani problematika harmonizovaného spracovania, reprezentácie a výmeny priestorových údajov a informácií riešená komplexne. Čiastočne sa rieši v rámci činnosti Výskumného ústavu pôdoznalectva a ochrany pôdy (VÚPOP), a to v rámci APVV projektu č.0242-06 s názvom: Identifikácia indikátorov a environmentálnych hrozieb pre tvorbu kompletných stratégií v oblasti životného prostredia. Pozornosť je v projekte zameraná na prácu s priestorovými údajmi, ktoré sú výsledkom rámcových prieskumov krajiny a spracovania metódami diaľkového prieskumu zeme (NOVÁKOVÁ A INÍ, 2008).

Cieľom v príspevku je prezentovať čiastkové výsledky tohto projektu APVV,, konkrétne: a) prezentovať identifikovaný jednotný (harmonizovaný) postup prezentácie priestorových údajov z geografických databáz; b) identifikovaný jednotný postup stanovenia vopred definovaných environmentálnych indikátorov/indexov; c) ukážku aplikácie definovaného postupu na vybraných geografických databázach a d) ukážku možnosti vzájomného porovnávania konkrétneho indexu odvodeného z tematicky odlišných geografických databáz.

MATERIÁL A METÓDY

Princípy harmonizácie údajov

Priestorová harmonizácia v zmysle princípov INSPIRE okrem iného spočíva vo využívaní jednotného referenčného rámca a priestoru pre spracovanie priestorových údajov a informácií - harmonizovanej, hierarchicky usporiadanej, geografickej gridovej siete, definovanej prostredníctvom ETRS89 – Lambert - azimutálneho rovníkoplošného zobrazenia (ETRS-LAEA) (SEC(2004)980). Definované bolo aj priestorové rozlíšenie používaných referenčných gridových sietí – 100x100 km, 10x10 km, 5x5 km a 1x1 km, pričom využitie konkrétnej referenčnej gridovej siete je podmienené predovšetkým priestorovou detailnosťou reprezentovaných priestorových údajov alebo informácií, ako aj požadovanou úrovňou detailu, resp. generalizácie pri ich reprezentácii a reportovaní.

Gridová sieť predstavuje sieť pravidelných, priestorových jednotiek, ktoré môžu plniť funkciu štatistických jednotiek a tým umožniť a) vopred definovaným postupom priradenia reprezentovať a interpretovať existujúce priestorové údaje a informácie a zároveň b) vopred definovaným postupom výpočtu stanoviť nové, tematicky odvodené priestorové informácie.

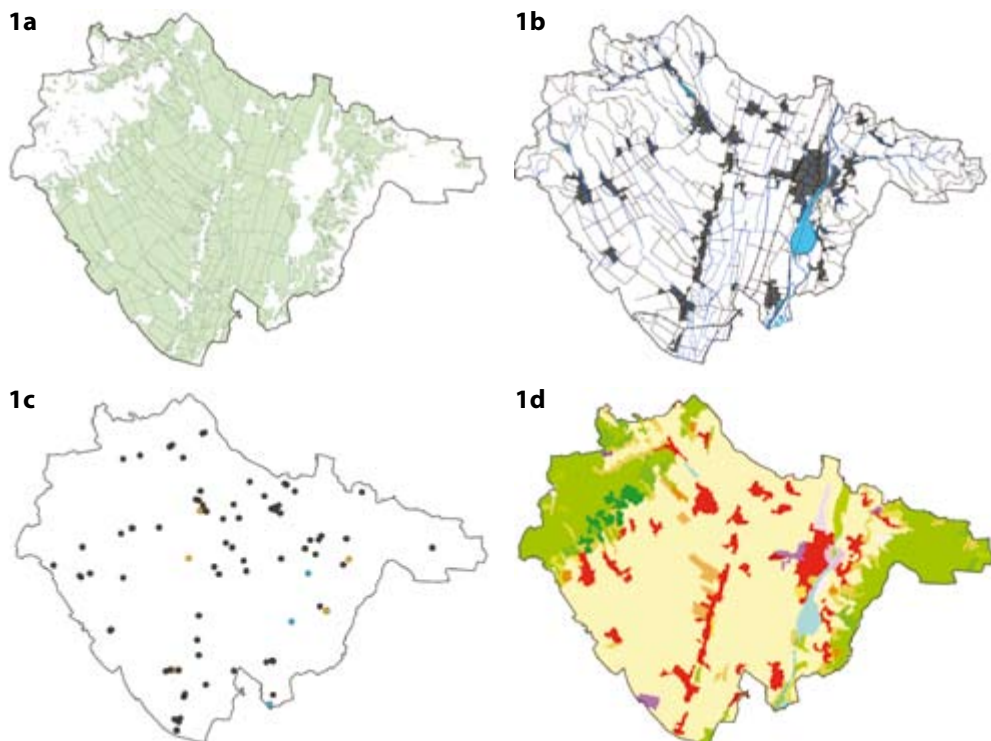
Tematická harmonizácia spočíva v zjednotení postupov reprezentácie daného stavu/javu v krajine prostredníctvom definovaných indikátorov /indexov stanovených na základe odlišných geografických databáz. Podľa definície OECD (1993) indikátory predstavujú parametre alebo hodnoty odvodené z parametrov, ktoré poskytujú informácie o stave a charaktere javu/krajinnej sféry s významne rozširujúcim, prípadne detailnejším obsahom, ktorý presahuje výpovednú hodnotu samotného parametra. Základné tematické skupiny indikátorov (environmentálne aspekty poľnohospodárstva) sú stanovené modelom DPSIR (Driving force – Pressure – State – Impact – Response, (COM(2001)144), pričom model predstavuje teoretický rámec pre definíciu konkrétnych indikátorov a indexov.

Výber priestorových databáz

Pre riešenie načrtnutej problematiky boli na základe kritéria dostupnosti údajov (dostupnosti danej geografickej databázy), priestorového pokrytia, priestorového rozlíšenia (detailnosti) a tematickej relevantnosti priestorových údajov z množstva geografických databáz vybrané nasledovné:

- a) geografické databázy spracované a pravidelne aktualizované v rámci činností VÚ-POP: LPIS – register poľnohospodárskych pôd spracovaný na základe kontraktu s MP SR; LUCAS 2006 – prieskum využitia krajiny a krajinnej pokrývky realizovaný na základe kontraktu s EUROSTAT-om; VetGIS – Veterinárny GIS spracovaný na základe kontraktu s MP SR; JLZ – Jednotný lokalizačný základ spracovávaný na základe kontraktu s MP SR;
 - b) geografické databázy získané z iných inštitúcií: CORINE (Európska agentúra životného prostredia, <http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=820>), NATURA (Štátna ochrana prírody).
-

Obr. 1 Ukážky použitých priestorových údajov rámcových prieskumov: LPIS (1a), JLZ (1b), lokalizácia fariem ŽV vo VetGIS (1c), CORINE (1d)

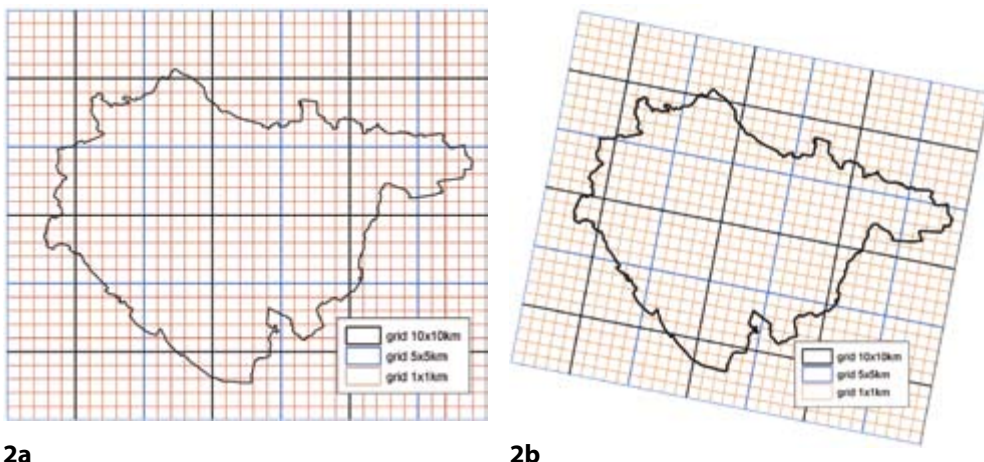


Ukážky geografických databáz, ktoré poukazujú rôznorodosť tematického zamerania, rozdielnosť aplikovanej metódy zberu a spracovania údajov, organizácie a geografickej reprezentácie údajov, sú prezentované na príklade okresu Piešťany na obrázkoch 1a, 1b, 1c, 1d.

Príprava priestorového rámca harmonizácie a reprezentácie údajov

Ako referenčný priestor pre výpočet a následne aj reprezentáciu stanovených indexov boli definované referenčné gridové siete s priestorových rozlíšením 10x10km, 5x5km a 1x1km v zobrazovacom systéme SJTSK (Obr. 2b). Skonstruované boli transformáciou gridových sietí s rovnakým priestorovým rozlíšením definovaných Lambert – Azimutálnym zobrazením (European Reference Grid, http://eusoils.jrc.it/library/reference_grids/reference_grids.cfm, Obr. 2a), pričom pri transformácii ostal zachovaný vopred definovaný identifikátor, ktorý zabezpečuje komunikáciu medzi národnými údajmi s možnosťou ich prezentácie v gridovej sieti na medzinárodnej či celoeurópskej úrovni. Zároveň pri jej konštrukcii bola uplatnená požiadavka hierarchického usporiadania (priestorovej kompatibility) vzhľadom na gridové siete s menej detailným priestorovým rozlíšením (50 x 50 km), ako aj požiadavka na bezproblémovú harmonizovanú prezentáciu v gridovej sieti INSPIRE.

Obr. 2. Hierarchicky definovaná gridová sieť s priestorovým rozlíšením 1x1 km, 5x5 km a 10x10km: v Lambert-Azimutálnom zobrazení (2a), v národnom systéme SJTSK (2b)



2a

2b

Definícia environmentálnych indikátorov a indexov

Environmentálne indexy boli vybrané a definované v súlade s dokumentom COM 20 final (COM(2000)20) s ohľadom na špecifiká vopred vybraných geodatabáz. Tematicky ide predovšetkým o údaje týkajúce sa priestorovej distribúcie – lokalizácii poľnohospodárskych subjektov a plôch, na ktorých hospodária, priestorovej distribúcie a výmery rôznych typov krajinej pokrývky, rôznych spôsobov využitia zeme, či rôznych krajinných prvkov. Z tohto dôvodu nebolo možné postihnúť a stanoviť všetky indikátory a indexy navrhnuté modelom DPSIR, ale len tú časť z nich, ktorá sa orientuje na vyjadrenie súčasného stavu krajiny (štruktúry krajiny) alebo zmeny štruktúry krajiny ako odozvy na implementované agroenvironmentálne opatrenia.

Pri každej geografickej databáze boli definované tieto kategórie indexov:

- indexy významnosti*, ktoré zodpovedajú percentuálnemu vyjadreniu plošného zastúpenia kategórie v priestorovom elemente (bunka gridovej siete s rozlohou 100km², 25km², prípadne 1km²);
- indexy charakterizácie*, ktoré vyjadrujú pomer medzi sledovanými kategóriami v definovanom priestorovom elemente (bunka gridovej siete);
- indexy fragmentácie*, ktoré charakterizujú početnosť výskytu všetkých kategórií v definovanom priestorovom elemente (bunka gridovej siete) a
- indexy diversity*, ktoré definujú početnosť výskytu rôznych kategórií v rámci priestorového elementu.

Výpočet a štatistické porovnanie stanovených environmentálnych indexov

Stanovenie vybraných kvalitatívnych a kvantitatívnych vlastností objektov konkrétnych geografických databáz pre každý priestorový element gridovej siete bolo realizované metódami priestorovej analýzy v prostredí GIS (ArcMap 9.0). Výber konkrétnych nástrojov priestorovej

analýzy bol podmienený spôsobom priestorovej reprezentácie jednotlivých údajových vstupov (vektor – raster). Samotný výpočet definovaných environmentálnych indexov (hodnôt) bol realizovaný využitím databázových nástrojov (MS Access).

Pre porovnanie (štatistické, grafické) rovnakých indexov stanovených z rôznych geografických databáz boli využité metódy štatistických analýz (predovšetkým korelačná analýza) v prostredí softvéru STATISTICA.

Vzhľadom na skutočnosť, že v príspevku ide predovšetkým o prezentáciu identifikovaného postupu jednotného spracovania a prezentácie priestorových údajov vo forme environmentálnych indexov, vizualizované výsledky (ukážky konkrétnych environmentálnych indexov a ukážky porovnania konkrétneho environmentálneho indexu stanoveného na základe dvojice rozdielnych geodatabáz) nie sú v texte bližšie interpretované.

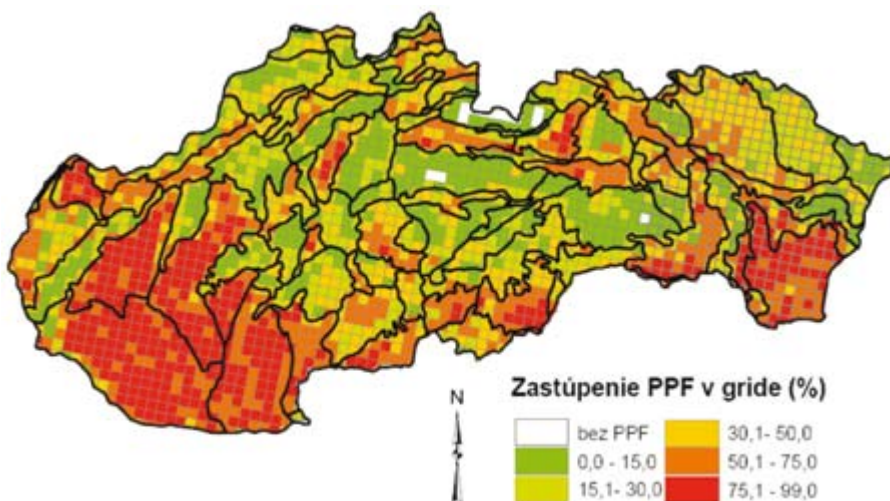
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priestorová interpretácia stanovených environmentálnych indexov

Stanovené boli nasledovné indexy:

- *pri geografickej databáze LPIS*: index diverzity využitia poľnohospodárskej krajiny; index významnosti poľnohospodárskeho pôdneho fondu (PPF, Obr. 3); index významnosti ornej pôdy (OP), trvalo trávnatých porastov (TTP), trvalých kultúr (TK), vinohradov (VIN), ovocných sádov (OSAD) a chmelníc (CH); index poľnohospodárskej charakterizácie (obr.5); index fragmentácie PPF (Obr. 6);

Obr. 3. *Index významnosti poľnohospodárskeho pôdneho fondu v rámci gridovej siete s priestorovým rozlíšením 5 × 5km stanovený na základe geografickej databázy LPIS.*

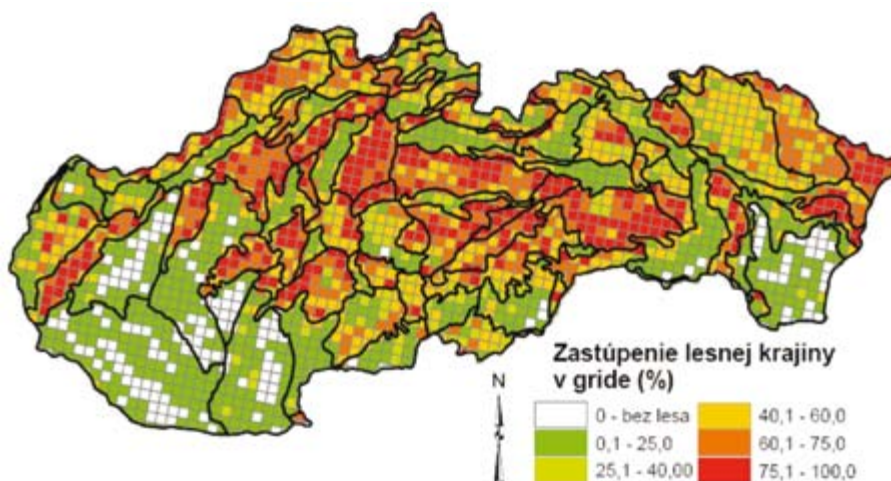


- *pri geografickej databáze CORINE*: index diverzity krajinskej pokrývky; index diverzity využitia poľnohospodárskej krajiny; index významnosti PPF; index významnosti OP,

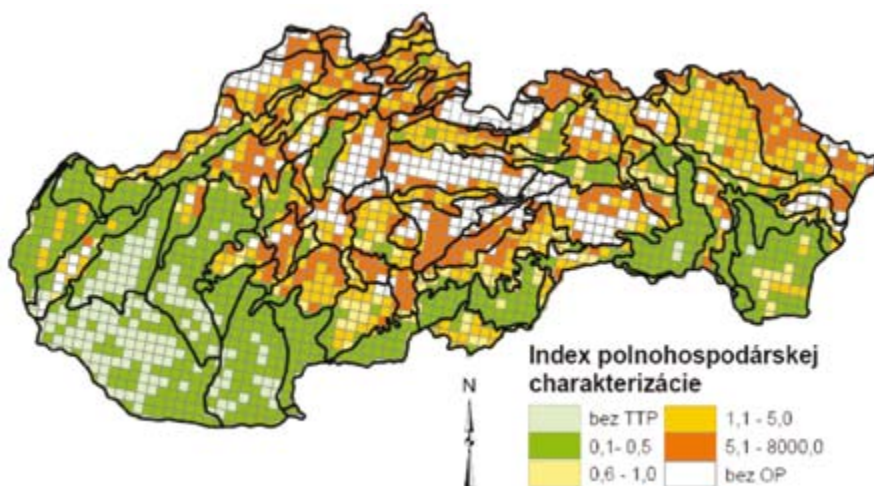
TTP, TK, VIN, OSAD a CH); index poľnohospodárskej charakterizácie; index významnosti heterogénnej poľnohospodárskej krajiny; index významnosti krovinnej a bylinnej vegetácie; index významnosti lesnej krajiny (spolu, Obr. 4), index významnosti ihličnatých lesov, zmiešaných lesov a listnatých lesov; index diverzity lesov; index významnosti urbanizovanej krajiny; index významnosti urbanizovanej krajiny sídiel); index diverzity urbanizovanej krajiny;

- pri geografickej databáze LUCAS: index diverzity krajinnej pokrývky; index diverzity využitia krajiny; index významnosti PPF; index významnosti OP, TTP, TK – VIN, OSAD a CH; index poľnohospodárskej charakterizácie; index významnosti krovinnej a by-

Obr. 4. Index významnosti lesnej krajiny v rámci gridovej siete s priestorovým rozlíšením 5x5 km stanovený na základe geografickej databázy CORINE

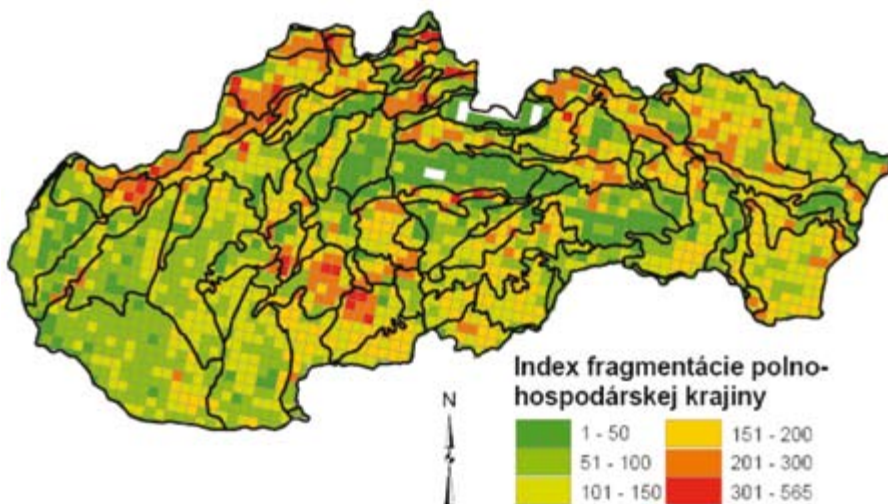


Obr. 5. Index poľnohospodárskej charakterizácie (podiel výmera TTP / výmera OP) v rámci gridovej siete s priestorovým rozlíšením 5x5 km stanovený na základe geografickej databázy LPIS.

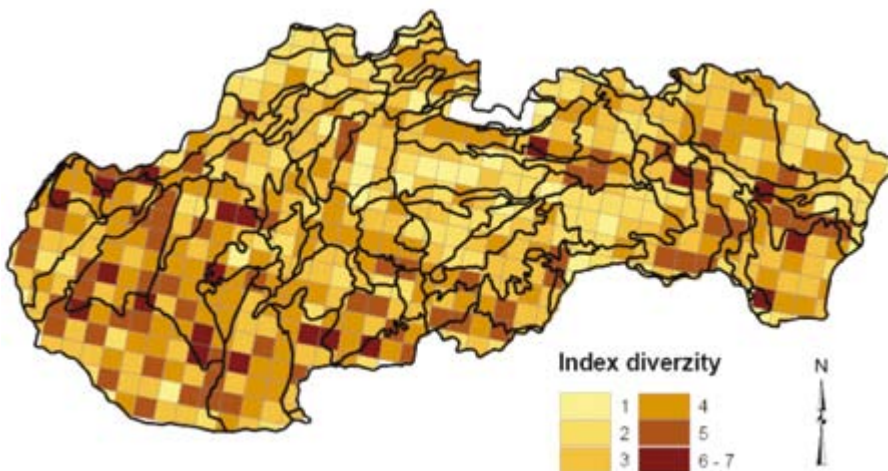


linnej vegetácie; index významnosti lesov; index významnosti urbanizovanej krajiny
index významnosti sídiel; index diverzity urbanizovanej krajiny (Obr. 7); referenčný
index;

Obr. 6. *Index fragmentácie poľnohospodárskej charakterizácie krajiny - počet všetkých zasahujúcich blokov LPIS v rámci elementov gridovej siete s priestorovým rozlíšením 5x5 km.*



Obr. 7. *Index diverzity krajiny - počet rôznych druhov krajinnej pokrývky (LUCAS) v rámci elementov gridovej siete s priestorovým rozlíšením 10x10 km*



- *pri geografickej databáze VETGIS: index zaťaženia poľnohospodárskej krajiny hospodárskymi zvieratami (spolu); index zaťaženia poľnohospodárskej krajiny hovädzím dobytkom (HD), ošípanými (OS), ovcami (OV), kozami (KY), veľkými dobytkami jednotkami (VDJ); indikátor denzity hospodárskych zvierat; index diverzity hospodárskych zvierat; referenčný index;*

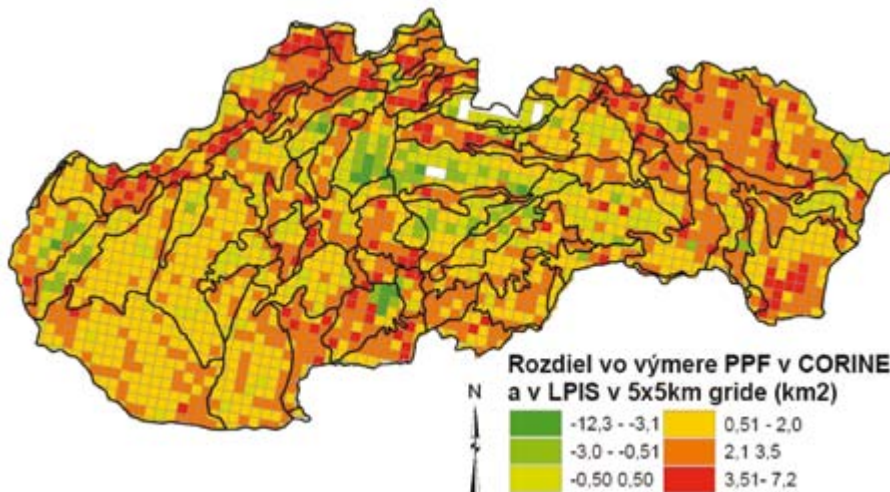
- pri geografickej databáze JLZ: index lineárnych elementov (toky, ťeleznice, cesty); index významnosti plošných elementov (sídla a vodné plochy);
- pri geografickej databáze NATURA: index významnosti chránených území (veľkoplošné chránené územia, maloplošné chránené územia, územia európskeho významu a chránené vtáčie územia).

Porovnanie stanovených environmentálnych indexov

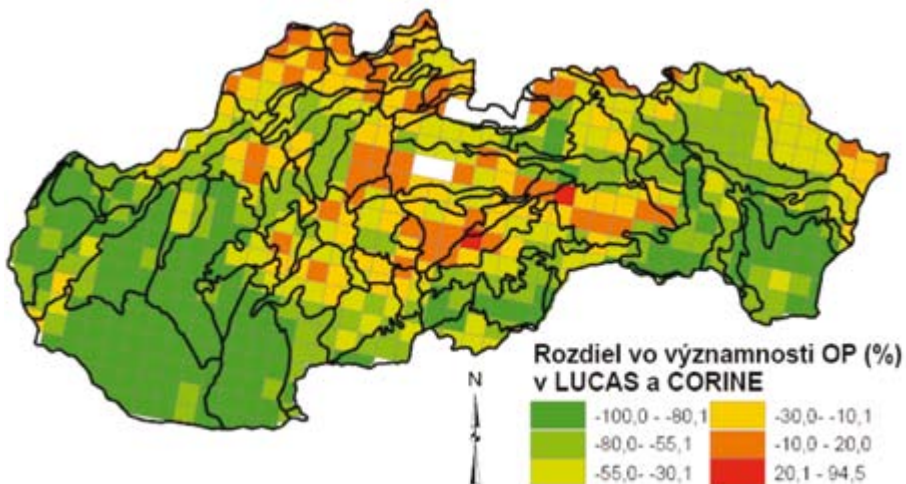
Pre porovnanie indexov stanovených z viacerých geografických databáz rámcových prieskumov krajiny boli definované dva spôsoby:

- priestorové vyhodnotenie rozdielov pre každú bunku gridovej siete (absolútny rozdiel – v ha; relatívny rozdiel – prepočítaný na % plochy bunky gridovej siete); ukážka je prezentovaná na obrázkoch 8 a 9;
- štatistické vyhodnotenie – korelácie vybraných indexov (miery vzájomnej závislosti) stanovených pre všetky bunky gridovej siete na základe dvojice rámcových prieskumov; grafický spracovaná ukážka hodnotenia je prezentovaná na obrázkoch 10a, 10b, 10c a 10d.

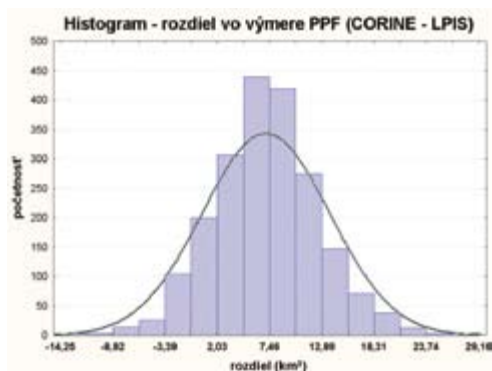
Obr. 8. Rozdiel vo výmere poľnohospodárskeho pôdneho fondu stanovený na základe údajov z databázy CORINE a LPIS v km²



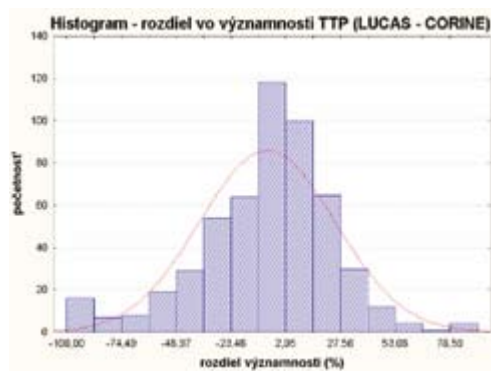
Obr. 9. Rozdiel vo významnosti ornej pôdy na výmere poľnohospodárskeho pôdneho fondu stanovený na základe údajov z databázy LUCAS a CORINE v %



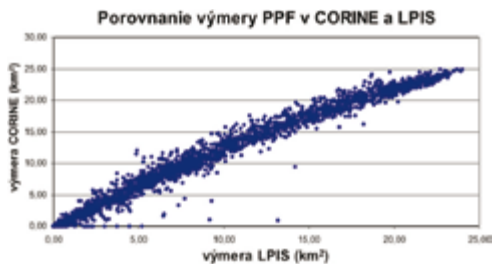
Obr. 10. Grafické znázornenie rozdelenia a korelácie medzi výmerou PPF (km²) stanovenej z údajov z geografickej databázy CORINE a LPIS (10a, 10c) medzi významnosťou TTP (%) stanovenej z údajov a z geografickej databázy LUCAS a CORINE (10b, 10d)



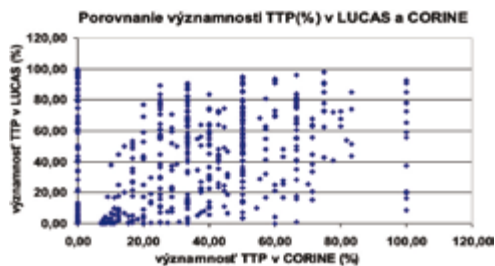
a



b



c



d

Význam priestorového a štatistického porovnania tematicky sa prelínajúcich, avšak metodicky rozdielnych geografických databáz spočíva v možnosti výberu „vhodného“ zdroja (vhodnej geografickej databázy) z hľadiska zamerania riešenia konkrétnej úlohy, a to na základe stanovenej miery jej spoľahlivosti, či vierohodnosti.

ZÁVER

Príspevok prezentuje výsledok hľadania - identifikáciu jednotného postupu spracovania a reprezentácie tematicky sa vzájomne prelínajúcich, avšak metodicky rozdielnych priestorových údajov alebo informácií (geografických databáz). Navrhnutý spôsob jednotného spracovania priestorových údajov a informácií bol využitý pri stanovení a reprezentácii environmentálnych indexov, vopred definovaných v zmysle ich potenciálneho využitia pri hodnotení vzájomnej podmienenosti a väzby medzi krajinou a poľnohospodárskou výrobou, realizovanou v krajine.

Z geografického aspektu stanovené indexy zodpovedajú vyjadreniu štruktúry krajiny, prípadne charakteru javov v krajine (v danom časovom horizonte). Relatívna jednoduchosť a presne definovaný postup ich stanovenia umožňuje ich aplikáciu v definovaných časových horizontoch, čo otvára možnosť sledovania javov (procesov) a vyvolaných zmien štruktúry poľnohospodárskej krajiny v čase (napr. po implementácii konkrétneho environmentálneho opatrenia, či regulácie). Zároveň prezentovaný postup umožňuje zjednotiť a integrovať tematicky rôznorodé údajové zdroje, čo predstavuje nevyhnutný krok pri budovaní komplexnej informačnej infraštruktúry o poľnohospodárskej krajine.

Na záver možno konštatovať, že referenčná gridová sieť je vhodným harmonizačným nástrojom geografickej informácie produkovanej z rôznych zdrojov a vhodným nástrojom harmonizovaného hodnotenia časovej dynamiky (harmonizovaného priestorového vyjadrenia časových zmien) sledovanej vlastnosti krajiny.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0242-06.

LITERATÚRA

- COM(2000)20 final. 2000. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Indicators for the Integration of Environmental Concerns into the common agricultural policy [online]. European Communities, January 2000 [cit. 2008-08-26]. Dostupné na internete: <<http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l28101.htm>>
- COM(2001)144 final. 2001. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Statistical Information needed for Indicators to monitor the Integration of Environmental Concerns into the common agricultural policy [online]. European Communities, March 2001 [cit. 2008-08-26]. Dostupné na internete: <<http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l28101.htm>>
- Corine land cover (CLC1990) 100 m - version 8/2005. Európska agentúra životného prostredia. C1995 – 2008, [cit. 2008-08-25]. Dostupné na internete <<http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=820>>.
-

- European Reference Grids [online]. European Commission - DG Joint Research Centre, c1995/2008, [cit. 2008-08-26]. Dostupné na internete: <http://eusoils.jrc.it/library/reference_grids/reference_grids.cfm>
- Inspire Directive [online]. European Communities, c1995-2007 [cit. 2007-08-14]. Dostupné na internete: <<http://www.ec-gis.org/inspire>>
- NOVÁKOVÁ, M. – ŠVIČEK, M. – HUTÁR, V. 2008. *Stanovenie environmentálnych indexov na základe údajov rámcových prieskumov*. In Navrátil, R. (ed.) *Enviro-i-forum 2008*. Odborné fórum o dostupnosti a tvorbe environmentálnych informácií. 10.-12. jún 2008, Zvolen, s. 70-75
- OECD 1993. OECD core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the group on the state of the environment. Environment. Monographs 83, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. 41p.
- PETERSEN, J. E. – CAMPLING, P. – GABRIELSEN, P. 2005. *Agriculture and Environment in EU15 – the IRENA indicator report* [online]. European Environmental Agency. 2005. [cit. 2008-08-25]. Dostupné na internete: <http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_2/en/IRENA-assess-final-web-060306.pdf>
- SEC(2004)980. 2004. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing on infrastructure for spatial information in Community (INSPIRE) [online]. Commission of the European Communities, July 2004 [cit. 2006-08-10]. Dostupné na internete: <<http://inspire.jrc.it>>
- SKALSKÝ, R. – FILIPPI, N. 2006. *Multiscale european soil information system I. – project background and basic principles*. In *Vedecké práce č. 28*. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2006, s. 81 – 88. ISBN 80-89128-26-2.
- SKALSKÝ, R. – ŠURINA, B. – BLEHO, S. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – RYBÁR, O. 2006. *Multiscale european soil information system II. – pilot project for Slovakia*. *Vedecké práce č. 28*. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2006, s. 89 – 98. ISBN 80-89128-26-2.
-

DYNAMIKA OBSAHU DUSIČNANOV V ZÁVLAHOVÝCH VODÁCH V ROKOCH 1995 AŽ 2008

NITRATES CONTENT AND ITS CHANGING IN WATER FOR IRRIGATION DURING THE PERIOD 1995 – 2008

Vladimír PÍŠ, Dušan NÁGEL, Katarína NOVÁKOVÁ

Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: v.pis@vupop.sk

Abstrakt

V príspevku sú hodnotené trendy vývoja obsahu dusičnanov v šiestich vodných nádržiach a piatich štrkoviskách v rokoch 1995 až 2008. Vybrané boli lokality ktorých priemerný obsah dusičnanov bol vyšší ako 2 mg.l⁻¹. Obsah dusičnanov v závlahových vodách bol vyhodnotený pomocou lineárneho trendu.

Na základe hodnotenia dosiahnutých výsledkov bolo zistené, že obsah dusičnanov v zdrojoch závlahových vôd má klesajúci trend, s výnimkou štrkoviska Žombek v Dvoroch nad Žitavou, kde bol zaznamenaný trend so stúpajúcu tendenciu.

Bolo zistené, že obsah dusičnanov v štrkoviskách je vyšší ako vo vodných nádržiach. Vo vodných nádržiach bol priemerný obsah dusičnanov 5,70 mg.l⁻¹ a v štrkoviskách 21,5 mg.l⁻¹.

Kľúčové slová: dusičnany, vodné nádrže, štrkoviská, lineárny trend, povrchová voda, podzemná voda

Abstract

In this paper are evaluated trends of nitrates content in sixth water basins (with surface water) and in fifth gravel pits (with ground water) during the period 1995 – 2008. Localities have been selected with nitrates content more than 2mg/l. Nitrates content in water for irrigation has been evaluated by linear trend.

Based on the evaluation of achievements it was found that the nitrates content in water for irrigation has degreasing trend, except gravel pit Žombek in Dvory nad Žitavou, where has been upward trend.

It was found that the nitrates content of gravel pit is higher than in water basins. There have been in water basins average nitrates content 5,70 mg.l⁻¹ and in gravel pits 21,5 mg.l⁻¹.

Keywords: nitrates, water basins, gravel pit, linear trend, surface water, underground water

ÚVOD

Dusičnany sa v malých koncentráciách nachádzajú takmer vo všetkých prírodných vodách. V povrchových a podzemných vodách sa koncentrácia dusičnanov pohybuje väčšinou v jednotkách mg.l^{-1} . V niektorých oblastiach sa však obsah dusičnanov pohybuje rádovo v desiatkach mg.l^{-1} . Ide najmä o oblasti s intenzívnou poľnohospodárskou činnosťou, pričom rastlinná výroba prispieva k zvyšovaniu obsahu dusičnanov plošne, aplikáciou dusíkatých hnojív a živočíšna výroba najmä bodovým znečistením najmä veľkochovmi hospodárskych zvierat.

V určitých špecifických prípadoch môžu na zvýšenie obsahu dusičnanov vo vodách pôsobiť aj porasty borovic najmä na piesočnatých pôdach, prípadne porasty agátu. Spôsobujú to baktérie schopné pútať vzdušný dusík, ktoré žijú v spomenutých biotopoch (PITNER, 1990).

Obsah dusičnanov vo vodách je samozrejme závislý od vegetačného obdobia a spôsobu hospodárenia na pôde.

Obsah dusičnanov v povrchových či podzemných vodách, vzhľadom k vlastnostiam dusičnanového iónu, jeho správaniu sa v pôdnom profile, indikuje do značnej miery spôsob hospodárenia na pôde. Celkové znečistenie vodných zdrojov pochádzajúce z poľnohospodárskej výroby je odhadované na 10–15 %. K poľnohospodárskemu znečisťovaniu vodných zdrojov dochádza priamym vstupom dusičnanov do vodného prostredia alebo difúziou cez pôdne prostredie (VÚPOP, VÚVH, 2001). Rizikové z tohto hľadiska sú odvodnené plochy s drenážnym systémom, kde sa prostredníctvom drénov môžu dusičnany dostávať do recipientoch. v oblastiach výskytu vôd

Toxicita samotných dusičnanov nie je vysoká, je porovnateľná s toxicitou chloridov. Veľké nebezpečenstvo však spočíva v nepriamej škodlivosti tým, že sú v tráviacom trakte redukované na dusitany, ktoré sú toxickejšie ako dusičnany. Dusitany spôsobujú u dočiat methemoglobínemiu, škodlivé sú aj pre dospelých, pretože v kyslom prostredí tráviaceho traktu reakciou dusitanov so sekundárnymi amínmi vznikajú N-nitrozoamíny, ktoré sú potenciálnymi karcinogénmi.

V povrchových vodách je vysoký obsah dusičnanov príčinou nadmerného rozvoja nežiaducich zelených organizmov ako sú sinice a riasy, ktoré negatívne ovplyvňujú kvalitu povrchových vôd rozkladnými produktmi a zvyšovaním pH posunom uhličitanovej rovnováhy.

Smernica rady číslo 91/676/EHS (o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov) určuje požiadavky na zníženie znečistenia vôd spôsobené dusičnanmi a opatrenia na zabránenie ďalšieho znečisťovania tohto druhu. Od členských štátov sa vyžaduje, aby identifikovali vody, ktoré sú ovplyvnené, alebo môžu byť ovplyvnené dusičnanovým znečistením v súlade s kritériami na identifikáciu vôd v zraniteľných oblastiach. Za zraniteľné oblasti sú považované poľnohospodársky využívané územia, v ktorých je koncentrácia dusičnanov vyššia ako 50 mg.l^{-1} , alebo môže byť v blízkej budúcnosti prekročená.

V rámci monitoringu kvality vodných útvarov určených na zavlažovanie bol sledovaný aj obsah dusičnanov vo vodných nádržiach a štrkoviskách (PIŠ A INÍ, 2007). Vyhodnotením ich koncentrácií v priebehu monitorovacieho obdobia je možné do určitej miery posúdiť, či zmeny v poľnohospodárskej činnosti ovplyvňujú kvalitatívne ukazovatele vôd z hľadiska obsahu dusičnanov.

MATERIÁL A METÓDY

Na vyhodnotenie zmien obsahu dusičnanov v závlahových vodách boli vybrané vodné nádrže reprezentujúce povrchové vody a štrkoviská ako otvorené podzemné vody. Vzhľadom na to, že celkove je obsah dusičnanov v závlahových vodách relatívne nízky boli hodnotené lokality v ktorých bol priemerný obsah dusičnanov vyšší ako 2mg.l⁻¹. Monitoring závlahových vôd je realizovaný od roku 1995, ale nie každý rok boli do monitoringu zahrnuté všetky lokality. V rámci tejto práce bolo hodnotených 11 lokalít ktoré boli monitorované v rade aspoň šiestich rokov. Vodných nádrží bolo 6 a štrkovísk 5.

Z vodných nádrží boli hodnotené: Blatné, Budmerice, Kanianka, Lazany, Petrova Ves a Suchá nad Parnou.

Zo štrkovísk boli hodnotené: Bernolákovo, Dvory nad Žitavou štrkovisko Žombek, Kvetošlavov, Mliečno a Šamorín

Vzorky vôd boli odoberané vo vegetačnom období od mája do septembra. Obsah dusičnanov, bol stanovovaný prietokovým analyzátorom s kolorimetrickou koncovkou v akreditovaných laboratóriách VÚPOP (1992).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Väčšina vybraných lokalít patrí do oblastí s intenzívnym využívaním poľnohospodárskej pôdy, takže aj kvalita vody je ovplyvnená touto činnosťou. V tabuľkách č. 1 a 2 sú uvedené základné štatistické údaje obsahu dusičnanov vo vybraných vodných nádržiach a štrkoviskách.

Tab. 1 Základné štatistické údaje obsahu dusičnanov – vodné nádrže

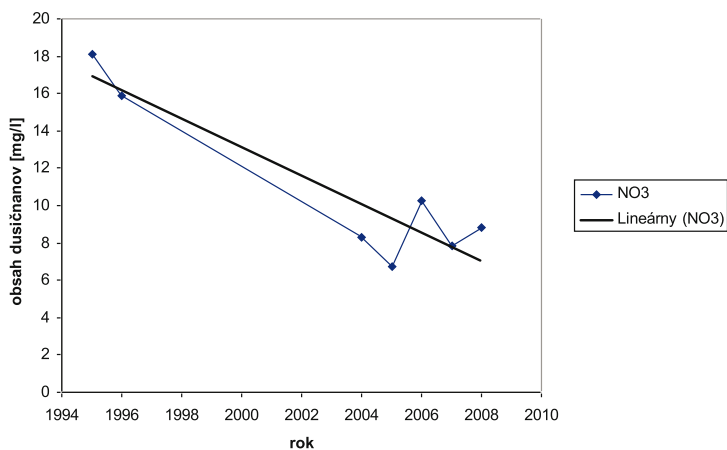
Lokalita	Počet meraní	Obsah dusičnanov [mg.l ⁻¹]		
		min.	max.	priemer
Blatné	39	<1	23,8	10,9
Budmerice	31	<1	17,7	5,19
Kanianka	59	<1	12,1	2,07
Lazany	59	<1	18,4	2,71
Petrova Ves	44	<1	54,8	6,29
Suchá nad Parnou	29	<1	21,5	7,03

Tab. 2 Základné štatistické údaje obsahu dusičnanov – štrkoviská

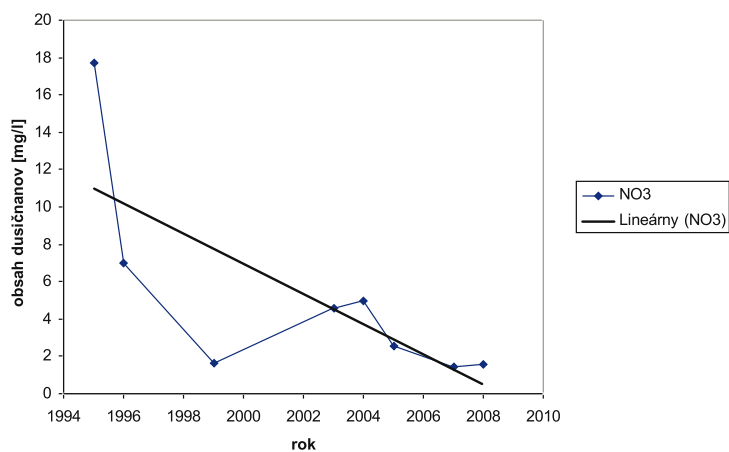
Lokalita	Počet meraní	Obsah dusičnanov [mg.l ⁻¹]		
		min.	max.	priemer
Bernolákovo	39	14,1	78,6	46,2
Dvory nad Žitavou	60	<1	107,4	32,0
Kvetoslavov	28	3,85	29,3	14,2
Mliečno	35	<1	12,4	4,84
Šamorín	28	<1	85,3	10,2

Z údajov vyplýva, že obsah dusičnanov je pomerne variabilný avšak vidieť, že v štrkoviskách je ich obsah výrazne vyšší. Ako sa menil obsah dusičnanov v priebehu celého sledovaného obdobia bolo hodnotené pomocou trendovej analýzy lineárnym trendom. Na obrázkoch 1 – 6 sú hodnotené vodné nádrže a na obrázkoch 7 – 11 štrkoviská.

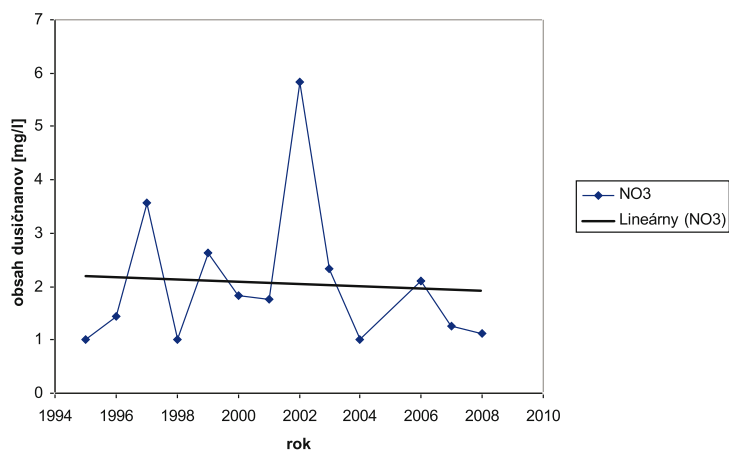
Obr. 1 Trend vývoja priemerného obsahu dusičnanov vo vodnej nádrži Blatné



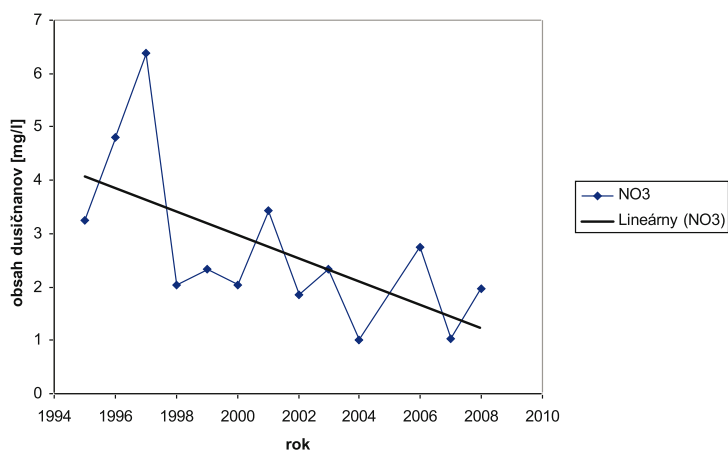
Obr. 2 Trend vývoja priemerného obsahu dusičnanov vo vodnej nádrži Budmerice



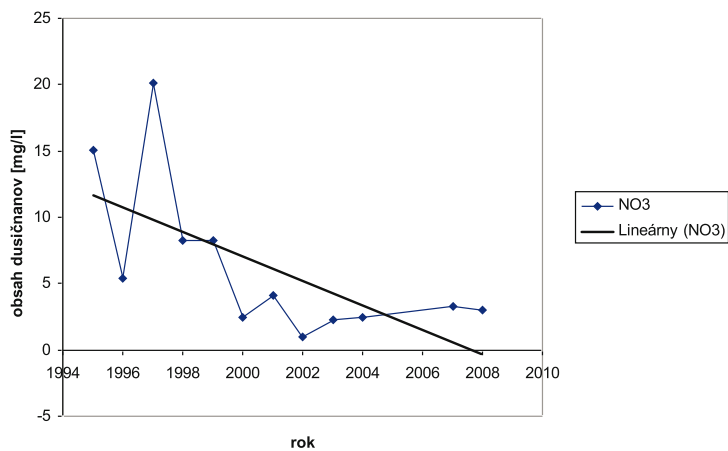
Obr. 3 Trend vývoja priemerného obsahu dusičnanov vo vodnej nádrži Kanianka



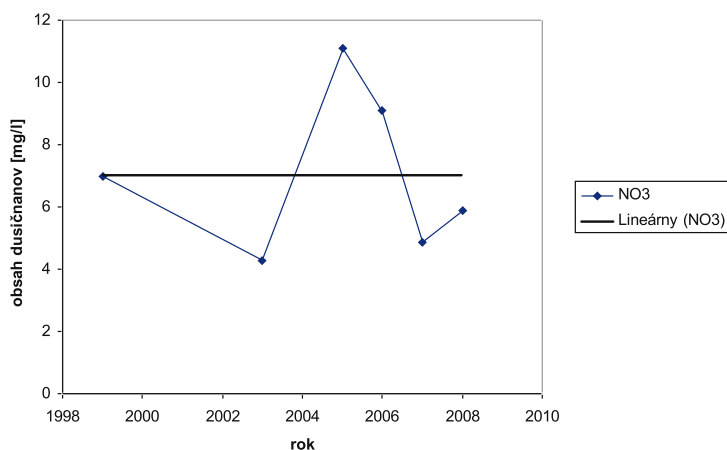
Obr. 4 Trend vývoja priemerného obsahu dusičnanov vo vodnej nádrži Lazany



Obr. 5 Trend vývoja priemerného obsahu dusičnanov vo vodnej nádrži Petrova Ves



Obr. 6 Trend vývoja obsahu dusičnanov vo vodnej nádrži Suchá nad Parnou



Z hodnotenia vodných nádrží vyplýva, že vo všetkých bol zhodne v priebehu rokov 1995 – 2008 zaznamenaný pokles obsahu dusičnanov.

Obsah dusičnanov vo VN Blatné (Obr. 1) sa v priebehu sledovaného obdobia pohyboval v intervale od nemerateľného množstva ($<1 \text{ mg.l}^{-1}$) až po hodnotu $23,8 \text{ mg.l}^{-1}$ (Tab. 1). Pokles dusičnanov v sledovanom období je pomerne výrazný.

Vo vodnej nádrži Budmerice (Obr. 2) bol obsah dusičnanov v intervale od nemerateľného množstva až po $17,7 \text{ mg.l}^{-1}$. Silný pokles bol zaznamenaný hlavne v prvých troch rokoch sledovania potom sa pokles zmiernil.

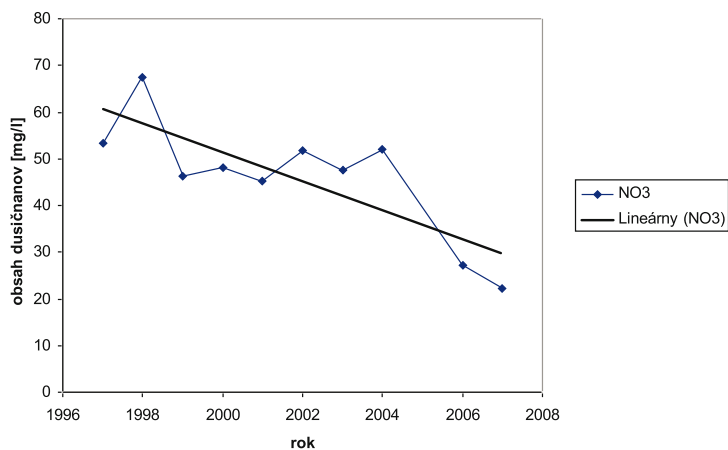
Vo vodnej nádrži Kanianka bol nameraný v priemere najnižší obsah dusičnanov ($2,07 \text{ mg.l}^{-1}$). Celkovo sa ich obsah pohyboval v intervale od nemerateľného množstva po $12,1 \text{ mg.l}^{-1}$. Možno aj vzhľadom k relatívne nízkym hodnotám dusičnanov bol ich pokles v priebehu sledovaného obdobia jeden z najmenších (Obr. 3).

Vo vodnej nádrži Lazany bol podobne ako v Kanianke nameraný v priemere nízky obsah dusičnanov ($2,71 \text{ mg.l}^{-1}$). Celkovo sa ich obsah pohyboval v intervale od nemerateľného množstva po $18,4 \text{ mg.l}^{-1}$. Obsah dusičnanov bol pomerne variabilný.

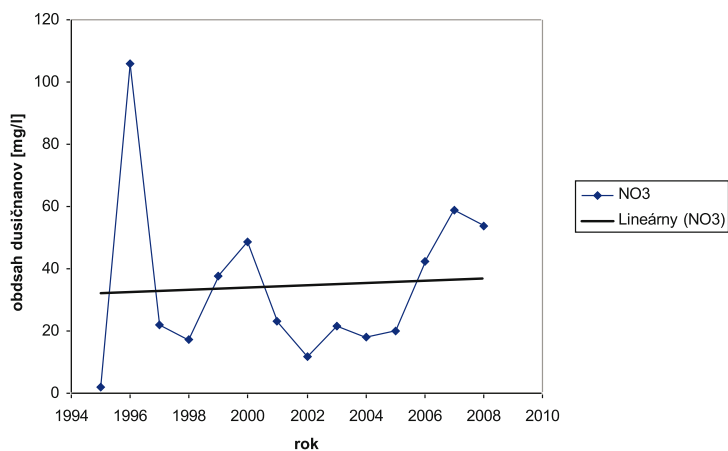
Obsah dusičnanov vo vodnej nádrži Petrova Ves sa pohyboval v intervale od nemerateľného množstva až po $54,8 \text{ mg.l}^{-1}$, čo bol z VN najvyšší obsah. V tejto nádrži bol zaznamenaný aj najviac klesajúci trend.

V priebehu sledovaného obdobia bol najmenší pokles zaznamenaný v nádrži Suchá nad Parnou (Obr. 6). Obsah dusičnanov bol veľmi variabilný a pohyboval sa v intervale od nemerateľného množstva ($<1 \text{ mg.l}^{-1}$) po $21,5 \text{ mg.l}^{-1}$. Stabilnejší obsah v tejto vodnej nádrži je pravdepodobne spôsobený aj rybným hospodárstvom, pretože časť nádrže slúži ako chovná s prikrmovaním rýb. Krmivom sa do vody dostávajú aj organické dusíkaté látky, ktorých konečným produktom sú dusičnany.

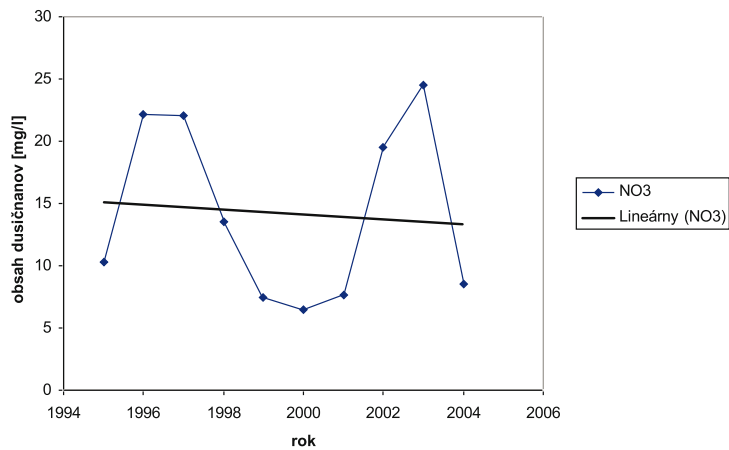
Obr. 7 Trend vývoja obsahu dusičnanov v štrkovisku Bernolákovo



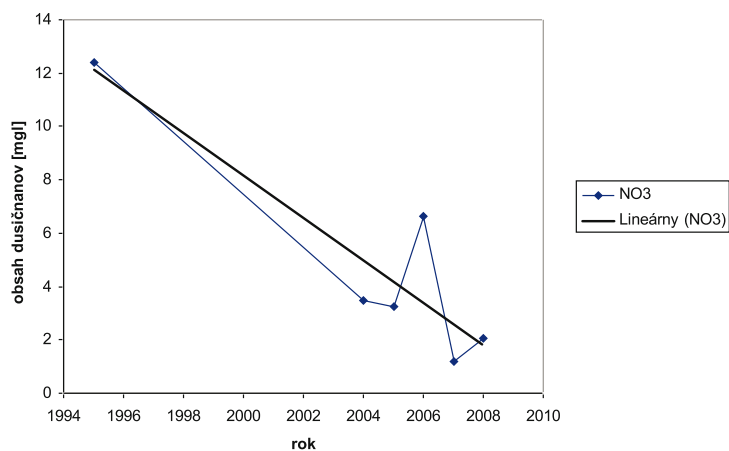
Obr. 8 Trend vývoja obsahu dusičnanov v štrkovisku Žombek – Dvory nad Žitavou



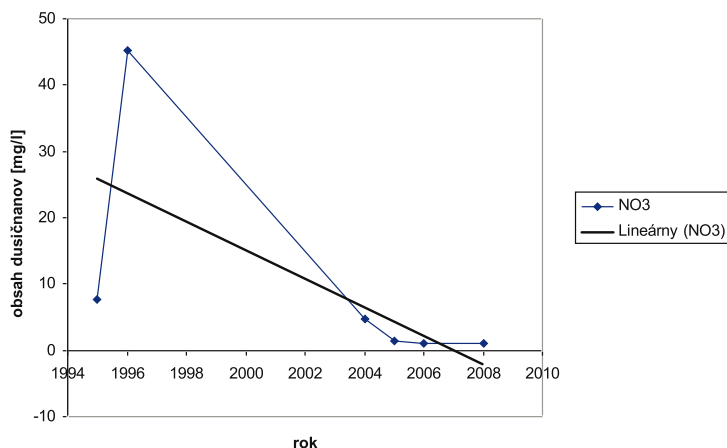
Obr. 9 Trend vývoja obsahu dusičnanov v štrkovisku Kvetoslavov



Obr. 10 Trend vývoja obsahu dusičnanov v štrkovisku Mliečno



Obr. 11 Trend vývoja obsahu dusičnanov v štrkovisku Šamorín



Štrkoviská sa od vodných nádrží odlišujú najmä vyšším obsahom dusičnanov. V sledovaných lokalitách bol vo vodných nádržiach priemerný obsah dusičnanov $5,70 \text{ mg.l}^{-1}$ a v štrkoviskách $21,5 \text{ mg.l}^{-1}$. V štrkoviskách nebol klesajúci trend zaznamenaný vo všetkých lokalitách.

V štrkovisku Bernolákovo bol nameraný najvyšší priemerný obsah dusičnanov ($46,2 \text{ mg.l}^{-1}$). Obsah dusičnanov sa pohyboval v intervale od $14,1 \text{ mg.l}^{-1}$ po $78,6 \text{ mg.l}^{-1}$. V tomto štrkovisku bol zaznamenaný najvyšší pokles dusičnanov (Obr. 7).

Štrkovisko Žombek v Dvoroch nad Žitavou predstavuje výnimku zo sledovaných lokalít. V tejto lokalite bol nameraný najvyšší rozptyl výsledkov, a to v intervale od nemerateľného množstva až po hodnotu $107,4 \text{ mg.l}^{-1}$. Takéto vysoké hodnoty boli namerané v roku 1996. V ostatných rokoch obsahy dusičnanov neboli také extrémne. Zaujímavé je, že ako v jednej zo sledovaných lokalít bol zaznamenaný rastový trend obsahu dusičnanov. Kvalita vody v tomto štrkovisku je celkovo extrémna, pretože obsahy rozpustených látok sú viac ako 1000 mg.l^{-1} . Takáto kvalita vody je spôsobená prirodzene vysokou mineralizáciou podzemných vôd v tejto oblasti, čo môže ovplyvňovať aj obsah dusičnanov.

Obsah dusičnanov v štrkovisku Kvetoslavov bol v priebehu sledovaného obdobia veľmi variabilný (Obr. 9) a pohyboval sa v intervale 3,85 až $29,3$, priemerný obsah dusičnanov bol $14,2 \text{ mg.l}^{-1}$. Ich pokles bol veľmi mierny.

Najnižší priemerný obsah dusičnanov zo štrkovísk bol zaznamenaný v Mliečne. Pohyboval sa v intervale od nemerateľného množstva po $12,4 \text{ mg.l}^{-1}$ s priemernou hodnotou $4,84 \text{ mg.l}^{-1}$ (Obr. 10). Trend vývoja obsahu dusičnanov bol výrazne klesajúci.

Podobne ako v predchádzajúcom štrkovisku Mliečno aj v štrkovisku Šamorín bol zaznamenaný výrazne klesajúci trend obsahu dusičnanov. Priemerná hodnota bola $10,2 \text{ mg.l}^{-1}$ s maximom $85,3$ (Obr. 11).

Všetky hodnotené štrkoviská a vodné nádrže sa nachádzajú v oblastiach s intenzívnym poľnohospodárstvom a aj toky na ktorých sú tieto nádrže vybudované takýmito oblasťami pretekajú. Koncentrácie dusičnanov vo vodných nádržiach nie sú vo všeobecnosti vysoké. Ok-

rem jediného prípadu, keď bol nameraný obsah dusičnanov $54,8 \text{ mg.l}^{-1}$ (3. 9.1997) nebol ani raz ich obsah vyšší ako 25 mg.l^{-1} . V štrkoviskách je rozptyl obsahu dusičnanov väčší s maximom až $107,4 \text{ mg.l}^{-1}$ (10. 9. 1996). Dá sa predpokladať, že na znižovaní úrovne obsahu dusičnanov v uvedených vodných nádržiach a štrkoviskách sa v značnej miere podieľa ekonomická situácia v poľnohospodárskych subjektoch, ktorá sa prejavuje v používaní nižších dávok dusíkatých hnojív. Z hľadiska environmentálneho je to pomerne priaznivá situácia keďže hodnotené lokality sa nachádzajú v zraniteľných oblastiach v zmysle vodného zákona č. 364/2004 Z.z.

ZÁVER

Výsledky hodnotenia obsahu dusičnanov a ich zmien v priebehu rokov 1995–2008 poukazujú na skutočnosť, že ich obsah v závlahových vodách je pomerne variabilný, avšak vidieť, že v štrkoviskách je ich obsah výrazne vyšší. Najvyšší obsah bol zaznamenaný v lokalite Dvory nad Žitavou, kde ako v jedinej sledovanej lokalite bol zistený mierne stúpajúci trend obsahu dusičnanov. Vo všetkých ostatných lokalitách bol trend vývoja obsahu dusičnanov v závlahových vodách klesajúci. Celkovo sa dá konštatovať, že závlahové vody sú veľmi málo znečistené dusičnanmi s veľmi priaznivým vývojom ich obsahu. Situácia je pomerne priaznivá tak z hľadiska potenciálnych zmien kvality podzemných vôd ako aj z hľadiska kvality závlahových vôd, keďže vo väčšine lokalít priemerné hodnoty obsahu dusičnanov nepresahujú hodnotu 25 mg.l^{-1} .

LITERATÚRA

- PITZER, P. 1990. *Hydrochemie*. 2. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1990. 259 s.
- Zákon č. 364/2004 Zb. o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon)
- Smernica 91/676/EHS. *Ochrana vôd pred znečistením spôsobeným dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov*
- VÚPOP, VÚVH. 2001. *Ochrana vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov*. In: Kódex správnej poľnohospodárskej praxe v Slovenskej republike. Bratislava: MPSR, 2001. 56 s. ISBN 80-85361-91-4
- Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18th edition. Washington: APHA-AWWA-WPCF, 1992.
- PIŠ, V. A I. 2007. *Monitoring kvality vôd vodných útvarov určených na zavlažovanie*. Výročná správa. Bratislava: VÚPOP, 2007.

VÝMOĽOVÁ A CESTNÁ ERÓZIA AKO HROZBY PRE PÔDNY FOND

GULLY AND ROAD EROSION AS DANGER FOR LAND RESOURCES

Martin Saksa

Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Gagrínova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: m.saksa@vupop.sk

Abstrakt

Prírodné a antropogénne podmienené hrozby a z nich vyplývajúce riziká sú celosvetovo aktuálnym problémom, známym nielen v odborných kruhoch, ale aj širokej verejnosti. Udalosti zo sveta, ale aj zo Slovenska (výskyt povodní, víchríc, lesných požiarov, lavín, atď.) stále dokazujú, že témy hodnotenia prírodných a antropogénne podmienených hrozieb a rizík si zasluhujú pozornosť.

Medzi prírodné procesy, ktoré môžu vyvolať hrozbu patrí aj erózia pôdy. Špecifickou formou erózie pôdy je vodná líniová erózia, do ktorej patrí výmoľová erózia a tiež antropogénne podmienená cestná erózia, ktoré postihujú tak poľnohospodársky, ako aj lesný pôdny fond.

Cieľom tohto článku je charakterizovať výmoľovú a cestnú eróziu ako geomorfologické procesy a výmole a úvozy ako geomorfologické formy, poukázať na ich negatívne dôsledky pri využívaní poľnohospodárskeho a lesného pôdneho fondu, charakterizovať vplyv fyzicko-geografických a antropogénnych faktorov na ich akceleráciu. Za týmto účelom bolo vybrané záujmové územie, predstavujúce príklad územia, postihnutého líniovými formami erózie.

Kľúčové slová: pôdny fond, líniová vodná erózia, výmoľová erózia, výmoľ, cestná erózia, úvoz

Abstract

Natural and anthropogenic conditioned hazards and risks resulting from these hazards are actual problem worldwide, which is well known not only to experts, but to general public as well. Natural events from the world and also from Slovakia (appearance of floods, windstorms, forest fires, avalanches etc.) show, that evaluation of hazards and risks require more attention.

Among the natural processes, which can cause the hazard belong also soil erosion. Specific form of soil erosion is linear water erosion which involves gully erosion and also anthropogenic conditioned road erosion, which affect agriculture and forest soil resources.

This paper is directed to characterize gully and road erosion like geomorphological processes, gullies and farm-tracks like geomorphological forms and refers to their negative consequences on use of agriculture and forest soil resources. Moreover characterizes the influence of physical-geographical and anthropogenic factors on their acceleration. For this purpose the study area, which represent an example of landscape, affected by linear forms of erosion was chosen.

Keywords: land resources, linear water erosion, gully erosion, road erosion, farm-track

ÚVOD

Líniová vodná erózia vzniká, ak sa odtekajúca voda sústreďuje do línií. Rozumie sa tým iba krátkodobý líniový odtok, najmä po daždi a topení snehu, nie erózia spôsobená trvalými vodnými tokmi (riečna erózia). Medzi líniovú vodnú eróziu zaraďujeme výmoľovú eróziu a tiež antropogénne priamo podmienenú cestnú eróziu.

Výmoľová erózia ako zložka líniovej vodnej erózie pôdy sa výrazne prejavuje v krajine a jej celkovom charaktere. Predstavuje komplexný prírodný jav, ktorý sa inicializuje sústredením povrchového toku vody, ktorý vytvára sieť hlbokých lineárnych foriem reliéfu na svahoch počas extrémnych zrážok (ZACHAR, 1970).

Výmoľová erózia je geomorfologický proces podieľajúci sa na modelácii najmä poľnohospodárskej krajiny. Riziko spojené s výmoľovou eróziou určuje obmedzenia rozvojových možností poľnohospodárstva, najmä rastlinnej výroby na ornej pôde a je potrebné brať ho do úvahy pri návrhoch trás nespevnených miestnych komunikácií (znehodnocuje nespevnené poľné a lesné cesty, utvára komunikačné bariéry). Výmoľová erózia je nebezpečnejšia a škodlivejšia ako erózia plošná a stružková. Ak prejde do štádia stržovej erózie, výsledkom je totálna devastácia celého územia. Zatiaľ čo pôda odnesená plošnou a ryhovou eróziou sa ukladá v najbližších akumuláčnych priestoroch, najmä na úpätiach svahov, materiál vynášaný z výmoľov sa častejšie dostáva mimo poľnohospodárskych pozemkov, zanáša cesty, zapcháva kanalizáciu, znečisťuje vodné toky, zanáša vodné nádrže, ohrozuje kvalitu vo vodných zdrojoch. Má teda negatívne dôsledky nielen na území postihnutom výmoľovou eróziou, ale aj v bezprostredne blízkych územiach, ktoré ňou nie sú priamo postihované.

Výmole, ako hlboké lineárne geomorfologické formy vznikajúce výmoľovou eróziou (Obr. 1a), predstavujú zárezy alebo jarky vznikajúce na svahoch sypkých a málo odolných hornín. V začiatočnom štádiu sa tvorí krátky výmoľ, ktorý sa po každom väčšom daždi predlžuje. Svahy výmoľa sú zo začiatku strmé a sklon veľký, neskôr sa sklon zmenšuje, svahy sa zmierňujú (ČINČURA A INÍ, 1983).

Výmole spôsobujú fragmentáciu svahov, čím znehodnocujú poľnohospodársku pôdu zmenšovaním jej rozlohy. Najhustejšia sieť výmoľov sa viaže na pahorkatiny a nižšie vrchoviny, reprezentujúce prechodnú zónu medzi nížinami, nižšími časťami kotlín a pohoriami. Táto prechodná zóna je budovaná prevažne menej odolnými horninovými komplexmi s nízkou odolnosťou voči pôsobeniu ronových procesov (STANKOVIANSKY, 1998).

V súčasnom období sa výmoľová erózia na Slovensku prejavuje najmä v tvorbe efemérnych výmoľov, ktoré bývajú zvyčajne zarovnané pri najbližšej operácii obrábania pôdy, avšak pri ďalšej eróznej udalosti môžu opäť vznikáť na tých istých miestach.

Rozmerovo väčšie, permanentné výmole, ktoré nie je možné zarovnať bežnými operáciami obrábania pôdy, predstavujú v súčasnosti reliktné formy, vytvorené v odlišných klimatických podmienkach predkolektívneho obdobia. Tieto výmole sú väčšinou stabilizované lesným porastom, vytvárajúce ostrovy lesnej vegetácie v poľnohospodárskej krajine. Napriek stabilizácii sa môžu prejavy výmoľovej erózie u týchto výmoľov v limitovanej podobe obnoviť.

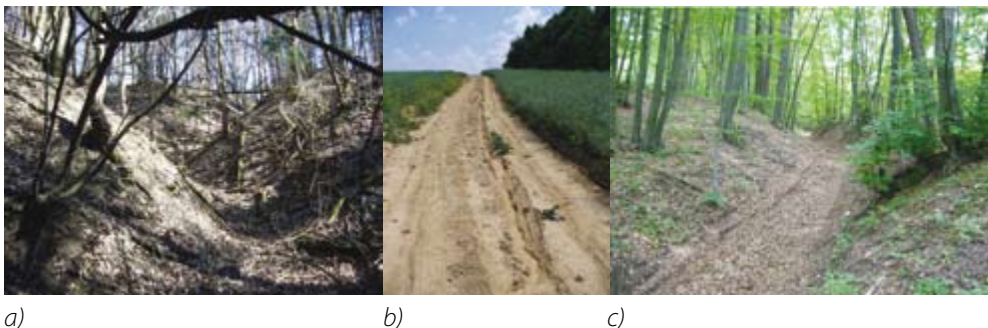
Cestná erózia je antropogénna forma líniovej erózie (Obr. 1b). Vyvíja sa najmä na nespev-

nených poľných a lesných cestách a chodníkoch. Jej podstatou je spolupôsobenie antropogénne podmienenej vodnej erózie (plošnej, ryhovej a výmoľovej) postihujúcej povrch cesty a priameho erózneho účinku dopravných prostriedkov (hlavne prejazdom poľnohospodárskych a lesníckych mechanizmov), čo spôsobuje rozrušovanie a zosúvanie zemin. Neustálym prehlbovaním nespevnených poľných a lesných ciest a chodníkov vznikajú úvozy (Obr. 1c). Už v stredoveku sa mnohé cesty zarezávali hlboko do svahov a vznikali úvozy, ako pokročilá forma cestnej erózie. Úvozy tiež vznikajú lesohospodárskou činnosťou, najmä zväzňaním dreva po existujúcich lesných cestách, alebo líniových prvkoch na to určených - tzv. zväžnice. V súčasnosti vzniká cestná erózia aj na turistických chodníkoch rozrušovaním zemin chodcami.

Cestná erózia a ňou vzniknuté úvozy znehodnocujú poľnohospodárske a lesnícke nespevnené cesty a taktiež turistické chodníky a spôsobujú trasovanie nových ciest a chodníkov na úkor pôdneho fondu.

Cieľom tohto príspevku je charakterizovať lineárnu vodnú eróziu, s dôrazom na výmoľovú a cestnú eróziu a formy nimi podmienené (výmole, úvozy), charakterizovať vplyv fyzicko-geografických a antropogénnych faktorov na ich akceleráciu a poukázať na ich negatívne dôsledky pri využívaní poľnohospodárskeho a lesného pôdneho fondu.

Obr. 1 Typické príklady líniovej vodnej erózie: a) výmoľ b) prejavy cestnej erózie c) úvoz



MATERIÁL A METÓDY

Výmoľová a cestná erózia a ich prejavy v krajine boli sledované v konkrétnom záujmovom území. Záujmové územie sa nachádza na rozhraní Považského podolia a Strážovských vrchov, v okolí obce Ladce s celkovou rozlohou 34 km². Pozostáva zo štyroch základných typov krajiny. Rovinné územie pozdĺž rieky Váh v rámci Ilavskej kotliny (Považské podolie) je tvorené predovšetkým fluvialnými hlinami na ktorých sa vyvinuli fluvizeme. Takmer celé územie je odlesnené na poľnohospodársku a urbanizovanú krajinu s prvkami dopravnej infraštruktúry. Smerom k Strážovským vrchom prechádza do Podmanínskej pahorkatiny (Považské Podolie). Podmanínska pahorkatina je budovaná predovšetkým piesčitým flyšom prekrytým eolickým materiálom (spraše a sprašové hliny), polygenetickými hlinami a tiež mocnými deluviálnymi svahovinami. Z pôdnych typov a subtypov sa tu vyskytujú kambizeme, luvizeme, pararendziny a rendziny kambizemné. Súčasnú krajinnú štruktúru tvorí mozaika lesov, lúk a areálov ornej

pôdy. Strážovské vrchy nastupujú silne členitým reliéfom Butkovských bradiel, budovaných vápencami, na ktorých dominujú rendziny. Okrem kameňolomov, celé územie pokrývajú lesné porasty. Južne od Butkovských bradiel sa nachádza Butkovská brázda, ktorá má pahorkatinný až vrchovinový reliéf na vápňitých pieskovočoch a ílovitých vápencoch a slieňoch sčasti prekrytých sprasňovacími a polygenetickými hlinami a deluviálnymi svahovinami. Z pôdnych typov dominujú kambizeme. Súčasnú krajinnú štruktúru tvorí mozaika lúk a lesov.

Prejavy výmoľovej a úvozovej erózie v záujmovom území boli mapované v rámci širšie koncipovaného geoeologického výskumu, ktorého účelom bolo vytvorenie geoeologického informačného systému, resp. údajovej databázy potrebnej na hodnotenie hrozby výmoľovej a cestnej erózie v záujmovom území.

Mapovanie prejavov líniovej vodnej erózie, ako aj línii náchylných na túto formu erózie bolo vykonávané cieľovým terénnym výskumom. Na zaznamenanie ich presnej lokalizácie bola použitá Základná mapa v mierke 1:10 000 (© GKÚ, 2001), v menšej miere digitálna ortofomapa (© EUROSENSE s.r.o., 2005; © Geodis Slovakia, 2006) a na spresnenie ich lokalizácie, bol priamo v teréne použitý systém GPS (Global Position System, © GARMIN).

Výsledky mapovania boli konfrontované s geologickou mapou, mapami morfometrických charakteristík reliéfu, pôdnymi mapami a mapou využitia zeme.

K základnému pochopeniu vzniku permanentných výmoľov a zmien využívania územia boli použité staršie mapové diela, najmä Vojenská topografická mapa v mierke 1:10 000 zo začiatku 60-tych rokov 20. storočia.

Výsledky boli spracované v účelovej geodatabáze v prostredí ArcGIS 9 (© ESRI), v ktorom boli vypočítavané aj plochy a dĺžky prejavov líniovej vodnej erózie a boli vykonané porovnanie s ostatnými mapami.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Mapovaním prejavov výmoľovej erózie sa na Slovensku začali intenzívne zaoberať na Geografickom ústave SAV od polovice 50-tych rokov 20. storočia. Po mapovaní niektorých skúšobných regiónov sa pristúpilo k zostaveniu „Mapy výmoľovej erózie Slovenska“ v mierke 1:400 000 (BUČKO, MAZÚROVÁ, 1958). Táto mapa zobrazuje hustotu výmoľovej siete v km/km² zisťovanú z topografických máp v mierke 1:25 000. Používa sa dodnes a možno ju vzhľadom na podrobnosť spracovania, pomerne veľkú mierku a fakt, že pokrýva celé územie Slovenska, považovať zatiaľ za najvýznamnejšiu prácu venovanú mapovaniu erózie.

Podľa tejto mapy je záujmové územie zaradené do regiónov s hustotou výmoľovej siete 0–0,1 km.km⁻² a 0,1–0,5 km.km⁻².

Výsledkom vlastného mapovania výmoľov, úvozov a ďalších línii náchylných na eróziu je mapa (Obr. 2). Permanentné výmoľe tvoria 0,6 % z celkovej rozlohy záujmového územia. Takmer 25 km dĺžky poľných a lesných ciest tvoria úvozy a minimálne 40 km dĺžky tvoria úseky poľných a lesných ciest so zreteľnými prejavmi cestnej erózie (ryhy, stružky, jarky). Celková dĺžka poľných a lesných ciest v záujmovom území je 152 km.

Výmole sa všeobecne vytvárajú v sypkých horninách ako napríklad na neogénnych pieskoch, ílovitých pieskoch a svahových hlinách, delúviách a na sprašiach, ktoré voda ľahko rozmýva (LUKNIŠ, 1954). KOŠŤÁLIK (1965) opisuje výmole tvaru písmena „V“ v neogénnych sedimentoch a tvaru písmena „U“ na sprašiach. Podobné tvrdenie zastávajú aj GREGORY A WALLING (1973), podľa ktorých priečny profil môže byť buď v tvare písmena „V“ a to v prípade, že substrát („*subsoil*“) je pre eróziu odolnejší ako vrstva pôdy, ktorá sa nachádza nad ním, alebo je priečny profil v tvare písmena „U“, ktorý je typický pre spraše, kde odolnosť pôdy a pôdneho substrátu voči erózii je pomerne rovnaká.

V záujmovom území sa výmole viažu na tenko vrstevný flyš a vápnité pieskovce, ktoré sú sčasti prekryté eolickým materiálom a polygenetickými hlinami a tiež na mocné deluviálne svahoviny.

Vplyv reliéfu na tvorbu výmoľov určujú dva základné parametre – sklon svahu a dĺžka svahu. Okrem nich má význam ešte tvar svahu a expozícia. Podľa ONDRÁSIKA A RYBÁŘA (1991) sa za kritický sklon svahu, pri ktorom dochádza k nebezpečnému rozrušovaniu povrchu so vznikom výmoľov, považuje podľa charakteru pôdy a podložných hornín 2–7°. Podľa LUKNIŠA (1954) vznikajú výmole predovšetkým na svahoch so sklonom 5–6°. Vplyv dĺžky svahu na odnos pôdy eróziou sa prejavuje v dvoch smeroch. Pôsobením zrýchlenia, pokiaľ je väčšie ako odpor spôsobený drsnosťou povrchu, vzrastá s dĺžkou dráhy rýchlosť odtekajúcej vody a tým jej vymieľacia a transportná schopnosť. Druhým aspektom je, že s dĺžkou vzrastá množstvo vody na svahu, pretože okrem vody, ktorá spadne vo forme dažďa, pribúda voda pritečená z vyššej časti svahu (FULAJTÁR, JANSKÝ, 2001). Podstatou vplyvu tvaru svahu na odnos pôdy je to, že mení vzájomný vzťah sklonu a dĺžky svahu. STANKOVIANSKY (1997) uvádza, že vo vhlbených formách reliéfu, napríklad v úvalinách či úvalinovitých dolinách sa vplyv reliéfu prejavuje oveľa výraznejšie. To súvisí s koncentráciou povrchového ronu na dne danej formy reliéfu, čo má za následok kumulovaný efekt geomorfologického pôsobenia. ONDÁŠIK A RYBÁŘ (1991) uvádzajú, že v niektorých prípadoch na intenzitu erózie vplyva aj expozícia svahov. Intenzívnejšie erodované sú podľa nich južné a východné svahy, ako severné a západné.

V záujmovom území sa výmole viažu na výraznejšie sklony svahov od 9–16°, južné a juhozápadné expozície a predovšetkým konkávne formy reliéfu.

Pôda, ktorá je predmetom pôsobenia vody ako erózneho činiteľa sa vyznačuje mnohými vlastnosťami, ktoré ovplyvňujú jej odolnosť voči erózii. V prvom rade sa jedná o odolnosť voči dažďovým kvapkám, ktorá závisí najmä od síl súdržnosti pôsobiacich medzi jednotlivými pôdnymi časťami. Podľa FULAJTÁRA A JANSKÉHO (2001) sa pri kvapkovej erózii uplatňujú najmä tie vlastnosti, ktoré ovplyvňujú vzájomnú súdržnosť pôdných častíc. Pri celkovej dažďovej erózii na odolnosť pôdy vplyvajú dve skupiny vlastností. Priamo pôsobia vlastnosti podporujúce súdržnosť pôdných častíc a nepriamo vlastnosti ovplyvňujúce infiltračnú schopnosť pôdy. Čím väčšia je súdržnosť pôdných častíc, tým viac energie treba na ich uvoľnenie, aby sa mohli stať korisťou odtokových vôd. Na druhej strane, čím väčšia je infiltračná schopnosť pôdy, tým menší je odtok a tým menšia je jeho vymieľacia a transportačná schopnosť. Najľahšie podliehajú erózii častice prachu. Pieskové častice sú menej erodovateľné, pretože ich hmotnosť je väčšia a odtoková voda musí dosiahnuť väčšiu unášaciu schopnosť. Čím je piesok hrubší,

tým je odolnejší. Najodolnejšie sú však ílové častice, pretože sú navzájom pútané kohéznymi silami.

POESEN A INÍ (2003) tvrdí, že rozsah výmoľov, ktoré erodujú pôdy už nejakým spôsobom narušené (s odstránenými vrchnými horizontmi) je 4 až 5-krát väčší ako v nenarušených pôdach. Ďalej výskum eróznej odolnosti rôznych horizontov pôd, ktoré sa vytvorili na sprašiach, ukázal väčšiu odolnosť B_t horizontu.

V záujmovom území sa výmole viažu predovšetkým na zrnitostne hlinité pôdy zo spraší,, sprašových a polygenetických hĺn a deluviálnych svahovín. Z pôdnych typov sú najviac postihované luvizeme, kambizeme a pararendziny.

Vegetácia ovplyvňuje intenzitu výmoľovej erózie tým, že vytvára ochranu pôdneho povrchu pred priamym dopadom dažďových kvapiek, podporuje vsakovanie vody do pôdy, spomaľuje povrchový odtok a najmä spevňuje pôdu koreňovým systémom (FULAJTÁR A JANSKÝ, 2001).

Konfrontáciou so starými mapovými dielami bolo zistené, že najviac postihovaná výmoľovou eróziou v záujmovom území bola malobloková orná pôda, ďalej veľkobloková orná pôda a tiež pasienky. Prejavy výmoľovej erózie neboli zaznamenané na lúkach a v lesoch. Prejavy cestnej erózie sa vyskytujú tak na poľných, ako aj lesných cestách. Úvozy sa vyskytujú takmer výlučne v lesných porastoch.

Podľa STANKOVIANSKEHO (2003) tu vstupuje aj ďalší významný faktor, a to druh plodiny pestovanej na tom - ktorom poli, resp. priestorové usporiadanie polí s odlišnými plodinami. Podľa autora z plodín pravidelne pestovaných na Myjavskej pahorkatine najväčší protierózný efekt vykazujú tráva, ďatelina siata, lucerna, ale i zapojené obilniny. Naopak, najnižším protieróznym efektom sa vyznačujú kukurica, zemiaky, ale za určitých okolností aj repka olejka a krmná repa. V tejto súvislosti treba ďalej pripomenúť, že silné dažde v období skoršieho vegetačného obdobia spôsobujú väčšiu eróziu pôdy, ako dlhotrvajúce dažde v neskoršom vegetačnom období.

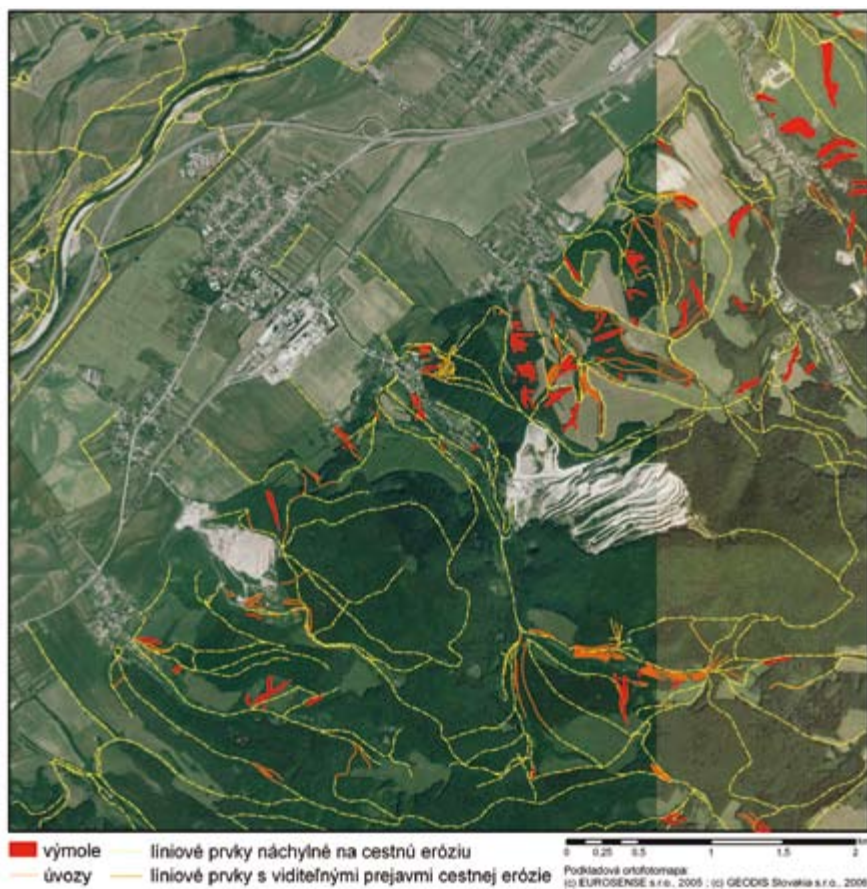
Za hlavné príčiny akcelerácie výmoľovej erózie sa podľa slovenskej i zahraničnej literatúry považujú *klimatické fluktuácie a zmeny využívania zeme*. V našich zemepisných šírkach, teda v miernej lesnej makroklimatickej zóne, je vznik a vývoj výmoľovej siete spojený predovšetkým s extrémnymi zrážkami a náhlym topením snehu. Nevyhnutnou podmienkou umožňujúcou tvorbu výmoľov v tejto zóne je zvyčajne odlesnenie a poľnohospodárske využívanie pôvodnej lesnej krajiny, vyznačujúcej sa málo odolným substrátom a hlbokým regolitom (STANKOVIANSKY, 2003). Ďalším podnetom pre intenzifikáciu erózie je existencia umelých líniových prvkov v krajine.

Viacero významných autorov (LUKNIŠ, 1954; BUČKO A MAZÚROVÁ; 1958, KLIMASZEWSKI, 1981; STANKOVIANSKY, 2003; URBÁNEK, 2009) tvrdí, že vznik permanentných výmoľov v stredoeurópskych podmienkach je podmienený prevažne antropicky.

V klimatických podmienkach holocénu začala dominovať lineárne tečúca voda. Na hladko modelované svahy sa kládla stromovitá sieť erózných zárezov. Táto prirodzená tendencia bola umocnená ľudským zásahom, tradičným spôsobom využívania krajiny. Na odlesnených svahoch vznikla zložitá mozaika maloblokovej ornej pôdy, lúk a pasienkov. Oddelovala ich sieť medzí, jarkov, stupňov ako ja hustá sieť nespevnených ciest, na ktorých sa viazal vznik výmo-

ľov a úvozov (URBÁNEK 2009). Aj STANKOVIANSKY (2003) uvádza, že prevažná časť výmoľov sa viaže na umelé lineárne krajinné prvky, typické pre predkolektivizačnú krajinnú mozaiku, ako napr. poľné cesty, rozhrania medzi poliami, drenážne ryhy, úvrate a i., menšia časť na plošné prvky krajiny, ako napr. na pasienky. Porovnaním súčasných topografických máp so starými STANKOVIANSKY (2003) zistil, že rozhodujúcim faktorom, kontrolujúcim lokalizáciu výmoľov je pôvodný, t.j. predkolektivizačný typ využívania územia. Výmole takto významným spôsobom kopírujú dobovú štruktúru využívania zeme z čias svojho vzniku.

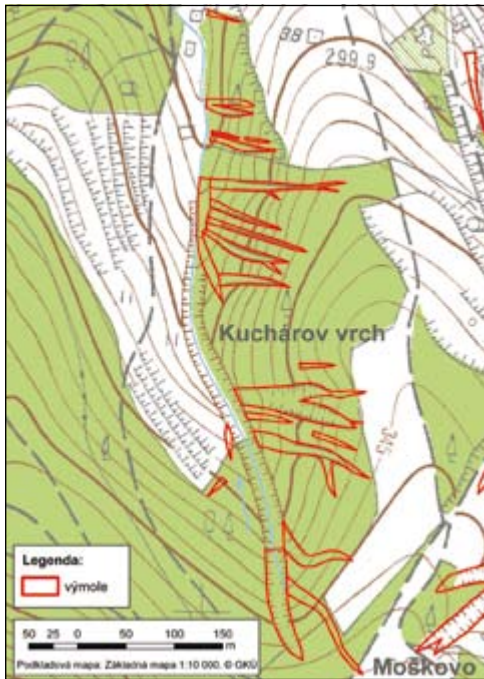
Obr. 2 Mapa prejavov výmoľovej a cestnej erózie v záujmovom území



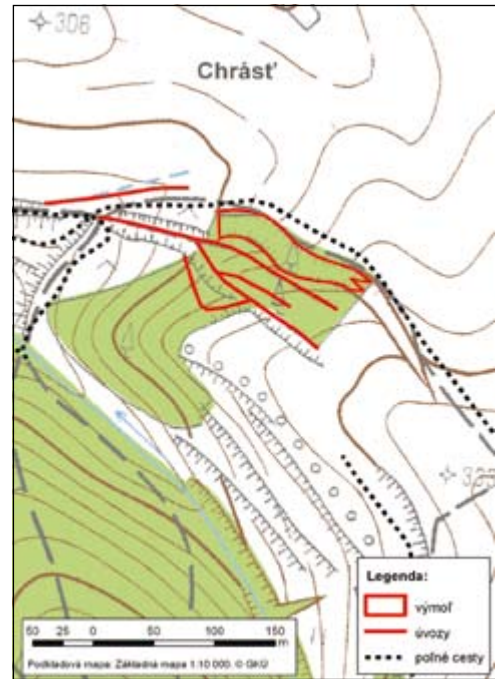
Vznik permanentných výmoľov a tiež úvozov výraznou mierou zasiahol do vynútených zmien využívania krajiny a zmien využívania predovšetkým poľnohospodárskeho pôdneho fondu. Nasledujúce príklady zo záujmového územia tento fakt potvrdzujú.

Na relatívne horizontálne priamom svahu sa v lokalite Kuchárov vrch vytvoril rad výmoľov prebiehajúcich v rovnakom smere, od chrbátice do doliny toku. V súčasnosti sa tieto výmole nachádzajú pod lesným porastom. Avšak, ešte podľa vojenskej topografickej mapy z roku 1953

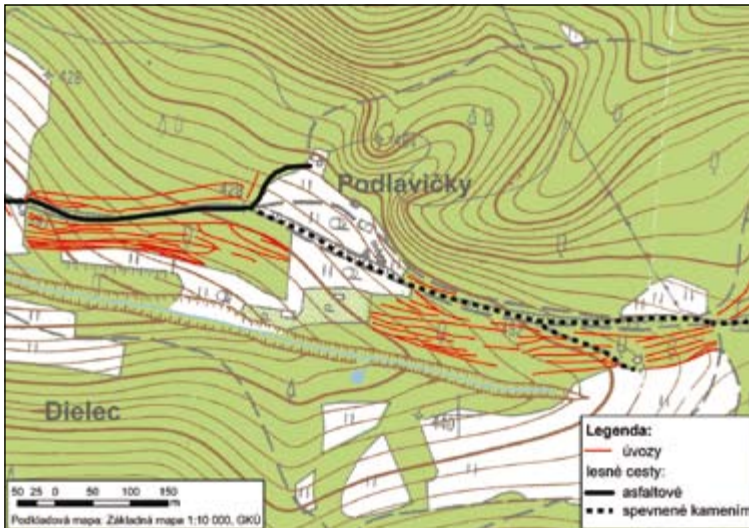
Obr. 3 Priestorové usporiadanie permanentných výmolvov v lokalite Kuchárov vrch



Obr. 4 Prejavy výmolovej a cestnej erózie v lokalite Chrásť



Obr. 5 Systém úvozov vzniknutých cestnou eróziou v lokalite Podlavičky



je toto isté územie využívané ako pasienok. Predpokladáme, že ešte v staršom období bolo toto územie využívané ako malobloková orná pôda a súčasné výmole pravdepodobne kopírujú rozerodované medze, resp. poľné cestičky.

Z kedysi intenzívne využívanaj poľnohospodárskej pôdy sa pod vplyvom výmoľovej erózie zmenilo využívanie územia a v súčasnosti sa na tomto území nachádza náletový, funkčne málo významný sekundárny lesný porast.

Ďalším príkladom nežiadanej úbytku poľnohospodárskeho pôdneho fondu spôsobenej výmoľovou a cestnou eróziou je v záujmovom území lokalita Chrásť (Obr. 4). Poľná cesta vedúca na veľkoblokovú ornú pôdu bola viac krát presúvaná, pretože podľahla cestnej erózii a vytvorili sa úvozy a v jednom prípade dokonca až výmoľovej erózii a vznikol výmoľ. Následne muselo byť zvolené nové trasovanie poľnej cesty. V okolí starých úvozov a výmoľa vyrástol sekundárny les s nízkou funkčnou hodnotou na úkor poľnohospodárskeho pôdneho fondu. Aj na súčasnej poľnej ceste vedúcej na danú lokalitu, dochádza k prejavom cestnej erózie (pozri Obr. 1b).

V dôsledku značnej cestnej erózie spôsobenej predovšetkým zväzňaním dreva – zväžnice, ale aj prejazdom rôznych dopravných prostriedkov, sa v lokalite Podlavičky vytvoril systém úvozov, hlbokých do 2 m, relatívne rovnobežných, smerujúcich od záveru doliny Lúčkovského potoka pozdĺž toku nižšie (Obr. 5). Ich priestorové rozmiestnenie jasne dokumentuje snahu o nové trasovanie zväžnic, resp. lesných ciest v smere od dna doliny Lúčkovského potoka vyššie do svahu. Súčasná lesná cesta je už spevnená kamením a ďalej asfaltom.

Cestná erózia spolu s výmoľovou eróziou môžu spôsobiť aj synergetický efekt. Príkladom zo záujmového územia je lokalita Obesenec (Obr. 6). Na lesných cestách trasovaných pozdĺž potoka sa nachádzajú prejavy cestnej erózie a počas dažďov, voda sústreďujúca sa do vyerodovanej ryhy v ceste steká priamo do susedných výmoľov. Výmole sú tým pádom aktívne aj pod lesnou pokrývkou, sú živenej tečúcou vodou z lesných ciest a tým ich aktivita ohrozuje lesnú

Obr. 6 Synergetický efekt cestnej a výmoľovej erózie v lokalite Obesenec



cestu a v budúcnosti môže spôsobiť ich nové trasovanie vyššie po svahu. Na obrázku vidieť aj staré úvozy využívané v minulosti pravdepodobne ako zväžnice dreva.

Ohrozenie poľnohospodárskeho ako i lesného pôdneho fondu môže spôsobovať aj erózia v zárezoch dolín menších tokov. Ide o eróziu podobnú výmoľovej, kedy sa zárez toku predlžuje vzad aj vplyvom spätnej erózie toku aj procesmi podobnými výmoľovej erózii. Príkladom zo záujmového územia je lokalita „Pod Bukovinou“. Zárez malého vodného toku pod lesnou pokrývkou sa predlžuje vzad a ohrozuje susednú produkčnú lúku (Obr. 7). Na obrázku vidno, že aj v súčasnosti je zárez toku aktívny (korene stromov sú nad zárezom) a jeho záver je len pár metrov od lúky.

Obr. 7 Erózia zárezu malého vodného toku v lokalite Pod Bukovinou



ZÁVER

Človek sa už v minulosti vedome, či nevedome vystavoval v snahe uspokojiť svoje potreby účinkom rôznych prírodných procesov. Paradoxne, v súčasnosti pri vysokej sociálnej, ekonomickej a technickej úrovni, ktorú spoločnosť dosiahla ešte stále vplyvom prírodných procesov dochádza k veľkým materiálnym, ekonomickým stratám a častokrát i k stratám na ľudských životoch. S rastom počtu obyvateľstva a s rastom jeho potrieb, často však i z núdze, sa nerešpektujú prírodné danosti územia. Ak človek chce z rôznych dôvodov v istom priestore realizovať nejakú činnosť, mal by zväžiť a rešpektovať, do akej miery by mohla byť ovplyvnená a ohrozená táto činnosť niektorým z vyskytujúcich sa prírodných procesov. Prírodný proces môže predstavovať potenciálnu prírodnú hrozbu a následne i prírodnú katastrofu.

Preto aj pri výmoľovej a cestnej erózií ako prírodnej a antropogénne podmienenej hrozbe je dôležité ich poznanie ako geomorfologického procesu, poznanie fyzickogeografických a antropogénnych faktorov vplývajúcich na tvorbu výmoľov a úvozov, ako aj príčin akcelerácie výmoľovej a cestnej erózie a nakoniec poznanie a zdokonaľovanie rôznych metodických postupov zameraných na hodnotenie hrozby výmoľovej a cestnej erózie, resp. stupňa náchylnosti daného územia na výmoľovú, či cestnú eróziu v konkrétnych územiach. Na základe týchto poznatkov, by malo byť podriadené aj hospodárenie v krajine a ochrana pôdneho fondu, ako poľnohospodárskeho, tak aj lesného. Hodnotením náchylnosti konkrétneho územia na výmoľovú eróziu sa zaoberalo niekoľko autorov (MINÁR A TREMBOŠ, 1994, HOFIERKA A KOCO, 2005). Vhodné sa nám javí hodnotenie náchylnosti územia na výmoľovú a cestnú eróziu s využitím geoekologického informačného systému, čiže účelovej databázy faktorov vplývajúcich na líniovú vodnú eróziu (ŠAKSA, 2008) a následne využitím viacrozmerných štatistických metód, ako vhodného nástroja na analýzu týchto faktorov (ŠAKSA, KRIEGEROVÁ, 2005).

LITERATÚRA

- BUČKO, Š. – MAZÚROVÁ, V. 1958. *Mapa výmoľovej erózie na Slovensku 1:400 000, Príloha*. In Zachar, D. (ed.). *Vodná erózia na Slovensku*. Bratislava: Slovenská akadémia vied, 1958.
- ČINČURA, J. – ČINČUROVÁ, E. – DRDOŠ, J. – JAKÁL, J. – KÖHLER, E. – KRIPPEL, E. – MARIOT, P. – ROJKOVIČ, I. – TARÁBEK, K. – THIEBEN, V. 1983. *Encyklopédia Zeme*. Bratislava: Obzor, 1983, 720 s.
- FULAJTÁR, E. – JANSKÝ, L. 2001. *Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana*. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy; Prírodovedecká fakulta UK, 2001, 310 s. ISBN 80-85361-85-X
- GREGORY, K. J. – WALLING, D. E. 1973. *Drainage basin form and processe. A geomorphological approach*. London: Edward Arnold (Publishers) Ltd., 1973, 456 s.
- HOFIERKA, J. – KOCO, Š. 2005. *Modelovanie vzniku výmoľovej erózie v okolí Bardejova pomocou geografických informačných systémov*. In Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis. *Prírodné vedy. Folia Geographica* 8, Prešov: Prešovská univerzita, 1998, s. 233-247.
- KLIMASZEWSKI, M. 1981. *Geomorfologia*. Warszawa: Państwowe wydawnictwo naukowe, 1981, 1064 s.
- KOŠTÁLIK, J. 1965. *Príspevok ku štúdiu erózie pôd v katastrálnom území Bojničky a Dvorníky*. In *Geografický časopis*, roč. 17, č. 4, 1965, s. 301–318.
- LUKNIŠ, M. 1954. *Všeobecná geomorfológia: Vysokoškolské skriptá, I. časť*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1954, 341 s.
- MINÁR, J. – TREMBOŠ, P. 1994. *Prírodné hazardy – hrozby, niektoré postupy ich hodnotenia*. In Acta Facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae, *Geographica*, Nr. 35, Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1994, s. 173-194.
- ONDRAŠÍK, R. – RYBAŘ, J. 1991. *Dynamická inžinierska geológia*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1991, 272 s.
- ŠAKSA, M. – KRIEGEROVÁ, I. 2005. *Niektoré možnosti využitia viacrozmerných štatistických metód pri hodnotení prírodných hrozieb*. In *Geomorphologia Slovaca*, roč. V, č. 2, 2005, s. 30-37.

- SAKSA, M. 2008. *Geoekologický informačný systém ako nástroj hodnotenia hrozby výmolovej erózie*. In Acta Geographica Universitatis Comenianae, No. 51, Bratislava: Univerzita Komenského, 2008, s. 121-137.
- POESEN, J. – NACHTERGAELE, J. – VERSTRAETEN, G. – VALENTIN, C. 2003. *Gully erosion and environmental change: importance and research needs*. In Catena 50, 2003, s. 91-113.
- STANKOVIANSKY, M. 1997. *Geomorfologický efekt extrémnych zrážok (Príkladová štúdia)*. In Geografický časopis, roč. 49, č. 3-4, 1997, s. 187-204.
- STANKOVIANSKY, M. 1998. *Význam tvorby efemérnych výmolov v súčasnej i dlhodobej morfogénéze*. In Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešoviensis. Prírodné vedy, Folia Geographica 2, Prešov: Prešovská univerzita, 1998, s. 321-326.
- STANKOVIANSKY, M. 2003. *Geomorfologická odozva environmentálnych zmien na území Myjavskej pahorkatiny*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2003, 156 s.
- URBÁNEK, J. 2009. *Geomorfologická katéna*. Bratislava: VEDA vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 2009, 196 s.
- ZACHAR, D. 1970. *Erózia pôdy*. Bratislava: Slovenská akadémia vied, 1970, 528 s.
-

SÚČASNÝ STAV BUDOVANIA GEOREFERENCOVANEJ DATABÁZY POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔD SLOVENSKA

THE STATE OF THE ART OF BUILDING UP THE GEO-REFERENCED DATABASE OF AGRICULTURAL SOILS OF SLOVAKIA

**Martin SAKSA, Rastislav SKALSKÝ, Kornélia ČURDOVÁ, Eva PIVARČEKOVÁ,
Ivana BARTOŠOVIČOVÁ**

Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava, Gagarinova 10, 827 13, e-mail: m.saksa@vupop.sk

Abstrakt

Georeferencovaná databáza poľnohospodárskych pôd Slovenska (GDPPS) je budovaná na Výskumnom ústave pôdoznalectva a ochrany pôdy od roku 2003. GDPPS bude predstavovať databázovú reprezentáciu vybraných výstupov Komplexného prieskumu poľnohospodárskych pôd Slovenska (KPP). Príspevok si dáva za cieľ poskytnúť prehľad o súčasnom stave riešenia GDPPS. Konkrétne sa zameriavame na stav digitalizácie pôdných údajov a ďalšie perspektívy digitalizácie výstupov KPP.

Kľúčové slová: Komplexný prieskum poľnohospodárskych pôd Slovenska, informačný systém o pôde

Abstract

Since 2003 the Geo-referenced database of agricultural soils of Slovakia (GDPPS) is being built up on the Soil Science and Conservation Research Institute. GDPPS is supposed to be the database representation of the selected soil data coming from the Complex agricultural soils survey of Slovakia (KPP). In the paper we provide an overview on state-of-the-art in GDPPS building up process. Particularly we focus on progress in the soil data digitalization and future perspectives of the KPP data digitalization.

Keywords: General survey of agricultural soils of Slovakia, soil information system

ÚVOD

V roku 2003 sa na Výskumnom ústave pôdoznalectva a ochrany pôdy začalo s digitalizáciou výstupov Komplexného prieskumu poľnohospodárskych pôd bývalej ČSSR (ďalej ako KPP) – SKALSKÝ A INÍ (2003).

Bol vytvorený archív digitálnych pracovných máp KPP, ako súboru georeferencovaných rastrových obrázkov vo formáte Tiff. Digitálny archív pracovných máp KPP je základným vstu-

pom pre digitalizáciu údajov KPP. Z originálov pracovných máp boli v rokoch 2003 – 2004 digitálne kópie, ktoré boli následne georeferencované a spájané do tzv. mozaiky (2005 – 2008) pre každú jednu sekciu kladu listov štátnej mapy odvodených v mierke 1:5 000 (ďalej ako ŠMO).

Digitalizácia údajov KPP pokračovala vektorizáciou lokalizácie základných sond KPP na pozadí digitálnych pracovných máp KPP (SKALSKÝ A INÍ, 2004). Údaje získané vektorizáciou boli doplnené ďalšími popisnými údajmi z máp. Takto bola v roku 2004 spracovaná digitálna databáza lokalizácie a základného popisu /klasifikácia pôdy, pôdotvorný substrát, zrnitostná trieda ornice a podorničia) pre takmer 160 000 popísaných pôdných sond KPP.

V roku 2004 bola tiež navrhnutá štruktúra Georeferencovanej databázy poľnohospodárskych pôd Slovenska (ďalej ako GDPPS) ako databázovej reprezentácie výsledkov KPP (SKALSKÝ 2005a). GDPPS bola navrhnutá ako údajová kostra širšie koncipovaného pôdoznaleckého údajovo-znalostného systému. Tento systém bol uvažovaný ako nový podsystem Informačného systému o pôde v správe Výskumného ústavu pôdoznalctva a ochrany pôdy v Bratislave.

V roku 2005 bolo navrhnuté riešenie organizácie činností na tvorbe GDPPS (SKALSKÝ A SAKSA, 2007). Činnosti boli rozdelené na:

- digitalizáciu atribútových prvkov – digitalizácia údajov o sondách,
- digitalizáciu priestorových prvkov – príprava podkladov, digitalizácia údajov o priestorovej lokalizácii sond KPP, digitalizácia údajov o priestorovej distribúcii areálových prvkov,
- integráciu údajov – kontrola integrity údajov o sondách, integrácia atribútových prvkov, integrácia atribútových a priestorových prvkov.

Následne boli vypracované metodické postupy pre automatizáciu, účelovú organizáciu a metodickú jednotnosť realizácie jednotlivých činností tvorby GDPPS (SKALSKÝ, 2005b; SKALSKÝ, 2006). Navrhnutý bol Dátový archív GDPPS ako základný nástroj organizácie práce na tvorbe GDPPS (SKALSKÝ, 2005c). Digitálny dátový archív KPP bol navrhnutý a realizovaný ako nástroj pre archiváciu a správu všetkých výstupov z tvorby GDPPS.

Od roku 2005 až podnes je kontinuálne realizovaná digitalizácia údajov KPP pre celé územie Slovenska – digitalizácia areálových prvkov, digitalizácia atribútových prvkov a kontrola vzájomnej databázovej integrity atribútových a bodových prvkov (SKALSKÝ A INÍ, 2006; SKALSKÝ A INÍ, 2008; SAKSA A INÍ, 2009).

V predkladanom príspevku chceme v konzistentnej a veľmi stručnej podobe prezentovať doteraz dosiahnuté výsledky digitalizácie výstupov KPP. Chceme naznačiť niektoré perspektívy ďalšej činnosti.

MATERIÁL A METÓDY

Podrobné metodické postupy digitalizácie výstupov KPP sú uvedené v dokumentoch SKALSKÝ (2005 b,c) a SKALSKÝ (2006). Prehľadne sú zhrnuté v práci SKALSKÝ a SAKSA (2007). Na tomto mieste sa obmedzíme iba na ich stručný náčrt.

Príprava vstupných údajov predstavuje činnosť pri ktorej sú z jednotlivých digitálnych kópií pracovných máp KPP potrebných pre digitalizáciu v rámci bloku sa vytvorí iba jeden grafický súbor (mozaika) tak, aby operátor pri digitalizácii nemusel manipulovať s veľkým množstvom podkladových grafických súborov. Vytvoreniu mozaiky predchádza kontrola a prípadné doplnenie chýbajúcich vstupov z iných zdrojov (pracovné mapy bonitácie pôd).

Digitalizácia areálových prvkov predstavuje činnosť pri ktorej sú na podklade vstupných údajov vytvárané digitálne údajové vrstvy pre triedy areálových prvkov. Digitalizácia areálových prvkov je zabezpečená v dvoch následných, avšak realizačne samostatných fázach. Fáza 1 je zameraná na digitalizáciu hraníc areálových prvkov na pozadí pracovných máp KPP (digitálne pracovné mapy KPP). V druhej fáze digitalizácie sú na podklade výstupov fázy 1 a analógových mapových výstupov KPP (základná pôdna mapa, kartogram zrnitosti skeletovitosti a zamokrenia) vytvárané údajové vrstvy, a to samostatne pre každú triedu areálových prvkov (1. pôdne taxonomické jednotky, 2. pôdotvorné substráty, 3. pôdne druhy a 4. skeletovitost pôd).

Digitalizácia atribútových prvkov predstavuje činnosť pri ktorej sú z podkladových materiálov (textové výstupy KPP) postupne digitalizované údaje o pôdnych sondách KPP. Digitalizované sú všeobecné údaje o sonde (identifikácia, lokalizácia sondy, klasifikácia pôdy), údaje o morfológických vlastnostiach pôdneho profilu a analytické vlastnosti pôdy (pre základné sondy všetky, pre výberové sondy iba vybrané analytické údaje).

Kontrola databázovej integrity atribútových a bodových údajov je činnosť pri ktorej je kontrolovaná a následne zabezpečovaná správna väzba medzi údajmi o lokalizácii pôdneho profilu (bodové prvky) a údajmi o vlastnostiach pôdneho profilu (atribútové prvky). Tieto údaje sú totiž v procese digitalizácie výstupov KPP zaznamenávané z rôznych údajových podkladov (bodové prvky z pracovných máp KPP, atribútové prvky z podnikových správ KPP).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Príprava vstupných údajov a metainformačný systém mapového archívu KPP

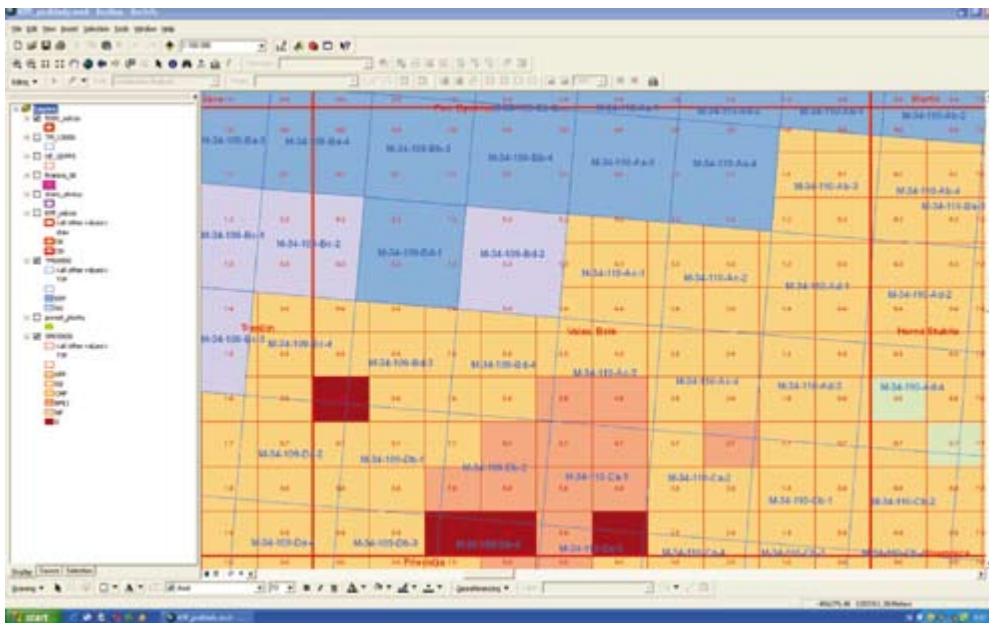
V období od roku 2005 až dodnes boli vytvorené grafické podklady pre digitalizáciu obsahu pracovných máp KPP pre všetky sekcie ŠMO v rámci územia Slovenska. Grafické podklady sú postupne využívané pre digitalizáciu areálových prvkov KPP. Výsledkom kontroly a prípravy grafických podkladov je vytvorený metainformačný systém archivovaných pracovných máp KPP.

Metainformačný systém obsahuje informácie o type použitého topografického podkladu pracovných máp KPP (ŠMO alebo TM 1:10 000) pri vytvorení mozaiky, o duplicite pracovných máp KPP (v prípade hraničných mapových listov), ale hlavne informáciu o type použitého náhradného mapového podkladu (pozitívny monochromatický film, pracovná BPEJ) v prípade chýbajúcej pracovnej mapy KPP, prípadne informáciu o úplnej absencii údajov (Obr. 1).

Metainformačný systém poskytuje základnú informáciu o stave pracovných máp KPP v archíve na Výskumnom ústave pôdozvedectva a ochrany pôdy, ale hlavne pomôže identifikovať „biele miesta“, resp. neúplnosť, príp. chybnú interpretáciu údajov KPP pri ich digitalizácii.

Napomáha tiež pri organizácii digitalizácie areálových prvkov KPP (uprednostňujú sa najprv bezchybné územné elementy digitalizácie). Zatiaľ metainformačný systém slúži pre internú potrebu riešiteľského tímu.

Obr. 1. Metainformačný systém grafických podkladov pre digitalizáciu KPP v prostredí ArcGIS 9 (© ESRI/ITM), príklad.



Stav riešenia digitalizácie údajov KPP

Digitalizácia areálových prvkov KPP prebieha postupne pre územné elementy digitalizácie areálových prvkov KPP. Tie sú reprezentované jednou sekciou ŠMO. Stav riešenia fázy 1 a fázy 2 digitalizácie areálových prvkov KPP je dokumentuje obrázok 2.

Obr. 2. Výsledky digitalizácie areálových prvkov (stav k 1. 10. 2009)



Digitalizácia atribútových prvkov a kontrola databázovej integrity atribútových a bodových údajov prebieha postupne pre územné elementy digitalizácie atribútových prvkov KPP. Tie sú s ohľadom na organizáciu výstupov KPP o pôdnych sondách reprezentované okresmi administratívneho členenia SSR z rokov 1960 – 1990 (ďalej ako okresy). Stav riešenia digitalizácie atribútových prvkov a kontroly databázovej integrity dokumentuje obrázok 3.

Obr. 3. Výsledky digitalizácie atribútových prvkov a kontroly integrity atribútových a bodových údajov (stav k 1.10.2009)



Perspektívy digitalizácie údajov KPP

V súčasnosti zabezpečujú tvorbu Georeferencovanej databázy poľnohospodárskych pôd Slovenska (GDPPS) na Výskumnom ústave pôdoznalectva a ochrany pôdy v Bratislave 4 pracovníci.

Jeden pracovník zabezpečuje digitalizáciu areálových prvkov KPP vo fáze 1. Za 1 rok priemerne zdigitalizuje 17 sekcií ŠMO. Jeden pracovník zabezpečuje digitalizáciu areálových prvkov vo fáze 2. Za 1 rok priemerne zdigitalizuje 10 sekcií ŠMO. Jeden pracovník zabezpečuje digitalizáciu atribútových prvkov. Digitalizácia údajov o sondách z jedného okresu zrealizuje približne za 6 kalendárnych mesiacov. Jeden pracovník zabezpečuje funkciu administrátora činností. Má na starosti prevádzku (fungovanie) digitálneho archívu, je zodpovedný za zálohovanie archivovaných údajov a kvalitu spracovávaných výstupov (prípadne ich opravu). Tiež realizuje kontrolu databázovej integrity údajov o sondách. Práca na jednom okrese mu zaberie zhruba 15 pracovných dní. Tento pracovník je vo funkcii koordinátora pracovného tímu zodpovedný aj za bezchybné fungovanie pracovného tímu, komunikáciu v rámci neho a výslednú kvalitu spracovávaných výstupov.

V ďalšom období bude pokračovať digitalizácia areálových prvkov KPP vo fáze 1 a fáze 2, digitalizácia atribútových prvkov, ako i kontrola databázovej integrity atribútových a bodových údajov postupne pre celé územie Slovenska. Ak bude zachované súčasné kapacitné zabezpečenie pracovného kolektívu a zároveň ich reálne pracovné vyťaženie odhadujeme ukončenie hrubej digitalizácie údajov KPP za priaznivých podmienok na *minimálne 7 rokov* (t.j. v roku 2016).

Z pohľadu obsahového riešenia digitalizácie výstupov KPP je ďalším konkrétnym krokom, ktorý plánujeme realizovať, spájanie výstupov digitalizácie areálových prvkov KPP z jednotlivých sekcií ŠMO. Tieto údaje sú momentálne archivované ako samostatné súbory. Postupne bude vytvorená celistvá údajová vrstva pre celé územie Slovenskej republiky. V súčasnosti sa pracuje na vytvorení metodického postupu spájania výstupov z jednotlivých sekcií, ktorý by tento proces usmerňoval, automatizoval a urýchlil konkrétnymi pravidlami.

V dlhšom časovom horizonte bude po ukončení digitalizácie vybraných výstupov KPP (alebo paralelne s ňou) potrebné uvažovať o spôsobe a realizácii integrácie všetkých vytvorených údajov do vytvorenej databázovej štruktúry GDPPS. Iba tak môže byť zabezpečená plná funkcionálnosť výstupov KPP v informačnom systéme o pôde. Vznikne potreba tvorby ďalších metodických usmernení pre kontrolu a harmonizáciu údajov. Bude potrebné riešiť aktualizáciu niektorých aspektov údajov KPP (územný rozsah údajov, použité klasifikácie údajov – klasifikácia pôdy, pôdotvorných substrátov a pod.). Uvedené potreby nevyhnutne zvýšia tlak na požiadavky zvýšenia kapacít riešenia úlohy.

ZÁVER

Stav riešenia digitalizácie areálových prvkov KPP, digitalizácie atribútových prvkov a kontroly databázovej integrity atribútových a bodových údajov dokumentujú obrázky 1 a 2 (pozri vyššie), Z nich vyplýva, že doposiaľ bola digitalizácia atribútových prvkov a zároveň kontrola databázovej integrity realizovaná v dvoch okresoch (Trnava a Galanta) a v súčasnosti sú v štádiu spracovania okresy Bratislava a Bratislava - vidiek. Ostáva zdigitalizovať 34 okresov.

Digitalizácia areálových prvkov vo fáze 1 bola realizovaná pre 77 z celkového počtu 129 sekcií ŠMO. Ostáva teda zdigitalizovať 52 sekcií ŠMO. Digitalizácia areálových prvkov vo fáze 2 bola doposiaľ realizovaná pre 47 z rovnakého celkového počtu sekcií ŠMO. Ostáva teda zdigitalizovať 82 sekcií ŠMO.

Pri kapacitách riešenia, ktoré sú dostupné v súčasnosti je očakávané ukončenie digitalizácie všetkých uvažovaných výstupov KPP (sondy, pôdne mapy) v roku 2016. Pre tvorbu GDPPS je digitalizácia výstupov KPP len nevyhnutným krokom integrácie týchto údajov do existujúcej databázovej štruktúry. Ukončenie tvorby GDPPS ako takej si bude vyžadovať ďalšie riešiteľské kapacity.

LITERATÚRA

- SAKSA, M. – ČURDOVÁ, K. – PIVARČEKOVÁ, E. – BARTOŠOVIČOVÁ, I. – SKALSKÝ, R. 2009. *Vývoj funkčných vzťahov parametrov pôdy a krajiny pre tvorbu informačných produktov a expertných systémov. Modul č. 12: Digitalizácia pôdnej mapy 1:5 000 – 1:10 000. Záverečná správa za rok 2008*. Bratislava: VÚPOP, 2009, 8 s.
- SKALSKÝ, R. 2005a. *The Georeferenced Database of Agricultural Soils of Slovakia*. In *Vedecké práce*, 27., Bratislava: VÚPOP, 2005, s. 97-110.
- SKALSKÝ, R. 2005b. *Metodika digitalizácie údajov o pôdnych sondách z analógových výstupov KPP pre potreby budovania GDPPS. Interný materiál VÚPOP*. Bratislava: VÚPOP, 2005, 72 s.
- SKALSKÝ, R. 2005c. *Dátový archív GDPPS ako nástroj organizácie práce na tvorbe GDPPS. Interný materiál VÚPOP*. Bratislava: VÚPOP, 2005, 20 s.
- SKALSKÝ, R. 2006. *Metodika digitalizácie areálových údajov z analógových výstupov KPP pre potreby budovania GDPPS. Interný materiál VÚPOP*. Bratislava: VÚPOP, 2006, 38 s.

- SKALSKÝ, R. – BALKOVIČ, J. – BLEHO, S. – GRANEC, M. – KOVÁČIKOVÁ, I. – MODRÍK, Ľ. – PIVARČEKOVÁ, E. 2003. *Tvorba a prevádzka odvetvového geografického informačného systému – poľnohospodárska pôda ako údajovej základne pre IGIS RP. Záverečná správa (Kontrakt s MP SR, ČÚ 03)*. Bratislava: VÚPOP, 37 s.
- SKALSKÝ, R. – BALKOVIČ, J. – BLEHO, S. – KOVÁČIKOVÁ, I. – KRÍŠTOF, K. – MODRÍK, Ľ. – PIVARČEKOVÁ, E. – TÓTHOVÁ, J. 2004. *Tvorba a prevádzka odvetvového geografického informačného systému – poľnohospodárska pôda ako údajovej základne pre IGIS RP. Záverečná správa (Kontrakt s MP SR, ČÚ 07)*. Bratislava: VÚPOP, 91 s.
- SKALSKÝ, R. – JAĎUĎA, M. – PIVARČEKOVÁ, E. – KRÍŠTOF, K. – CALUNGA, A. – TARASOVIČOVÁ, Z. – IVANČO, P. – KOVÁČIKOVÁ, I. – BLEHO, S. – ČUMOVÁ, L. – PÁLKA, B. 2005. *Tvorba a publikácia informácií o pôde a krajine – budovanie pôdoznaleckého údajovo – znalostného systému. Správa za úlohu MP SR*. Bratislava: VÚPOP, 28 s.
- SKALSKÝ, R. – PIVARČEKOVÁ, E. – ČURDOVÁ, K. – TARASOVIČOVÁ, Z. – CALUNGA, A. – KRÍŠTOF, K. – SAKSA, M. – DOŠEKOVÁ, A. – IVANČO, P. 2006. *Vývoj funkčných vzťahov parametrov pôdy a krajiny pre tvorbu informačných produktov a expertných systémov. Modul č. 12: Digitalizácia pôdnej mapy 1:5 000 – 1:10 000. Záverečná správa za rok 2006*. Bratislava: VÚPOP, 2006, 7 s.
- SKALSKÝ, R. – SAKSA, M. 2007. *Metodické aspekty digitalizácie údajov KPP*. In Vedecké práce, 29. Bratislava: VÚPOP, 2007, s. 118 – 126.
- SKALSKÝ, R. – SAKSA, M. – ČURDOVÁ, K. – PIVARČEKOVÁ, E. – IVANČO, P. 2008. *Vývoj funkčných vzťahov parametrov pôdy a krajiny pre tvorbu informačných produktov a expertných systémov. Modul č. 12: Digitalizácia pôdnej mapy 1:5 000 – 1:10 000. Záverečná správa za rok 2007*. Bratislava: VÚPOP, 2008, 7 s.
-

BUDOVANIE INFORMAČNÉHO SYSTÉMU O POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔDACH SLOVENSKA S VYUŽITÍM SIMULAČNÝCH MODELOV – VÝCHODISKÁ A PERSPEKTÍVY

USING THE PROCESS-BASED MODELS IN THE SLOVAK AGRICULTURAL SOILS INFORMATION SYSTEM — STARTING POINTS AND PERSPECTIVES

Rastislav SKALSKÝ¹, Juraj BALKOVIČ^{1,2}, Pavol BEZÁK¹, Martina NOVÁKOVÁ¹

¹Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: r.skalsky@vupop.sk

²Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra pedológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

Abstrakt

Simulačné modely systému pôda-rastlina-atmosféra (PRAT) ponúkajú možnosť popisu rôznych procesov v krajine. Umožňujú získať informácie, ktoré je len veľmi ťažké v mierke krajiny priamo merať. Informačný systém o pôde v správe Výskumného ústavu pôdoznanectva ochrany pôdy v Bratislave (ISP VUPOP) je na Slovensku nástrojom pre podporu rozhodovania v oblasti pôdohospodárstva a životného prostredia. Jeho obsahovým jadrom je systém účelového hodnotenia a oceňovania kvality pôdy, ktorý je postavený na identifikácii produkčného potenciálu syntetických pôdno-krajinných jednotiek (BPEJ). V predkladanom príspevku analyzujeme podstatu problematiky simulačného modelovania v mierke krajiny a súčasného hodnotenia pôdy na Slovensku. Predkladáme úvahu o možných prínosoch integrácie simulačného modelu systému PRAT do systému účelového hodnotenia pôdy ISP VUPOP. Naznačujeme konkrétne kroky tejto integrácie.

Kľúčové slová: informačný systém o pôde, simulačný model systému pôda-rastlina-atmosféra, modelovanie krajiny, účelové hodnotenie pôdy, nástroje pre podporu rozhodovania

Abstract

Soil-plant-atmosphere system simulation models can describe various landscape processes. They can produce information which is only hard-to-measure in the landscape scale. In Slovakia the agricultural soil information system operated by Soil Science and Conservation Research Institute, Bratislava (SIS SSCRI) is the tool for the decision support in the agricultural and environmental spheres. The core of the SIS SSCRI is the system for land evaluation based on production potential of the soil-landscape units. In the article we analyze the principles of the simulation modelling in landscape scale and the principles of actual system for land evaluation in Slovakia. We discuss the possible advantages of the

simulation model integration into the land evaluation system of the SIS SSCRI. We identify the necessary steps which seem to be necessary for successful integration.

Keywords: soil information system, simulation model of the soil-plant-atmosphere system, landscape modelling, land evaluation, decision support tools

ÚVOD

Koncom sedemdesiatych a v osemdesiatych rokoch 20. storočia sa objavili prvé simulačné modely, ktoré v sebe integrujú komplikované a vzájomne zretžazené matematické modely procesov výmeny, premeny a transportu látok a energie v systéme *pôda-rastlina-atmosféra* (ďalej ako PRAT), NOVÁK (1995). Systém PRAT je v ekosystéme zodpovedný za primárnu produkciu biomasy. Pomocou systému PRAT je okrem produkcie biomasy možné popísať aj niektoré ďalšie procesy – kolobeh vody a základných biogénnych prvkov (napr. uhlík, dusík), tiež pohyb vody a rozpustených látok v pôde.

Zhruba od začiatku deväťdesiatych rokov 20. storočia sa objavujú praktické aplikácie simulačných modelov spolu s geografickými údajmi. Sú zamerané na účelové hodnotenie rôznych aspektov fungovania krajiny v lokálnej až globálnej mierke ako modelovanie úrodnotvorného procesu a súvisiacej bilancie vody, prieniku látok z pôdy do podzemných vôd či emisie a sekvestrácie skleníkových plynov v pôde (napr. VOSSEN A RIJKS 1995; TAKÁČ 2002; NOVÁKOVÁ A SKALSKÝ 2006; BALKOVIČ A INÍ 2006; LEIP A INÍ 2008).

Populárnosť praktického využívania simulačných modelov pri hodnotení krajiny a podpore rozhodovania v environmentálnej oblasti súvisí najmä so schopnosťou simulačných modelov produkovať informácie, ktoré:

- sú reprezentované konkrétnou číselnou hodnotou danej charakteristiky v podobe časovej rady hodnôt (napr. denný chod zásob pre rastliny prístupnej vody v pôde),
- ktoré sa v podrobnej časovej a priestorovej mierke a zároveň požadovanom územnom rozsahu dajú len veľmi ťažko alebo sa vôbec nedajú získať priamym meraním (napr. emisie CO₂ z pôdy, obsah vody v pôde),
- umožňujú popísať budúci alebo alternatívny vývoj danej charakteristiky v čase a priestore.

Pod popularitu využívania simulačných modelov sa nepochybne podpisuje aj stále lepšia dostupnosť simulačných modelov a digitálnych geografických údajov o krajine.

V predkladanom článku sa chceme zamyslieť nad tým, ako by integrácia simulačného modelu systému PRAT do Informačného systému o poľnohospodárskych pôdach Slovenska v správe Výskumného ústavu pôdoznectva a ochrany pôdy v Bratislave (ďalej ako ISP VÚ-POP) mohla pozitívne ovplyvniť jeho celkové operačné možnosti a funkcionalitu. Chceme tiež rámcovo naznačiť potrebu riešenia konkrétnych výskumných úloh, ktoré by takúto integráciu v dohľadnej budúcnosti umožnili realizovať.

Predkladaný článok je výsledkom mnohých neformálnych diskusií autorov článku ako aj diskusií v rámci širšieho fóra vedeckých pracovníkov na Výskumnom ústave pôdoznectva

a ochrany pôdy v Bratislave. Je prvým pokusom o ucelený pohľad na problematiku simulačného modelovania systému PRAT v kontexte existujúceho systému pre hodnotenie pôdy a poľnohospodárskej krajiny, ktorý je obsahovým jadrom ISP VÚPOP.

V našich úvahách, ktoré v príspevku ponúkame, vychádzame z existujúcich skúseností na Výskumnom ústave pôdoznalectva a ochrany pôdy v Bratislave v danej oblasti. Sú to najmä skúsenosti z budovania a aplikácie národného systému pre predpovedanie úrod (NOVÁKOVÁ 2005, 2007, NOVÁKOVÁ a SKALSKÝ 2008), budovania údajových infraštruktúr pre aplikáciu rôznych simulačných modelov v rôznych mierkach (TAKÁČ 2002; BALKOVIČ a iní 2006; BALKOVIČ a iní 2007; NOVÁKOVÁ a SKALSKÝ 2006, 2008; SKALSKÝ a iní 2008; TARASOVIČOVÁ a iní 2009), analýzy produkčného potenciálu pôdy v mierke poľa (NOVÁKOVÁ a iní 2008), budovania databázy údajov o pôde na báze archívnych materiálov Komplexného prieskumu poľnohospodárskych pôd Slovenska (SKALSKÝ 2005; SKALSKÝ a SAKSA 2007), produkčného a energetického hodnotenia pôdy (VILČEK 2002, 2006, 2009), hodnotenia a oceňovania mimo produkčných funkcií pôdy (BUJNOVSKÝ a JURÁNI 1999; BUJNOVSKÝ a iní 2009) a tiež skúsenosti z prevádzky a údržby bonitačného informačného systému a riešenia mnohých ďalších úloh pre potreby rezortu pôdohospodárstva a životného prostredia.

TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ A STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Stručná charakteristika ISP VÚPOP

Moderný, na digitálnych údajoch založený ISP VÚPOP, sa začal budovať v osemdesiatych rokoch 20. storočia ako priama reakcia na potreby riadiacej a rozhodovacej sféry v oblasti pôdohospodárstva (LINKEŠ A INÍ, 1988).

V období svojho vzniku boli ako základné prvky (moduly) ISP VÚPOP uvažované súbor výberových sond Komplexného prieskumu poľnohospodárskych pôd bývalej ČSSR a súbor bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek (ďalej ako BPEJ). Digitálna verzia súboru výberových sond bola vytvorená v roku 1983 a od tohto obdobia slúži ako základný zdroj údajov o morfológických a analytických vlastnostiach poľnohospodárskych pôd Slovenska. Digitálna verzia súboru BPEJ bola vytvorená v roku 1993. Digitálny súbor BPEJ dnes okrem svojej primárnej funkcie účelového hodnotenia pôdy (viď nižšie) predstavuje zároveň aj základný zdroj podrobných údajov o priestorovej distribúcii geneticko-substrátových pôdnych jednotiek v rámci územia poľnohospodárskych pôd Slovenska.

Od obdobia svojho vzniku bol ISP VÚPOP doplnený ďalšími údajmi ako digitálna pôdna mapa Slovenska v mierke 1: 400 000, súbor údajov Čiastkového monitorovacieho systému pôda, údaje o sondách geochemického atlasu pôd, digitálne pôdne a pedogeochemické mapy a sondy regionálneho prieskumu geologických faktorov životného prostredia a údaje monitoringu vodného diela Gabčíkovo (BIELEK A INÍ, 2005).

Od roku 2002 je na Výskumnom ústave pôdoznalectva ochrany pôdy budovaná a spravovaná geografická databáza registra poľnohospodárskej pôdy LPIS. V súvislosti s jej prevádzkou je ISP VÚPOP neustále obohacovaný o údaje o využívaní krajiny a údaje o krajinej

pokryvke a jej dynamike, ktoré sú dostupné z interpretácie výstupov diaľkového prieskumu zeme.

Význam ISP VÚPOP sa prejavuje v množstve jeho účelových aplikácií (BIELEK, 2008). Viaceré z týchto aplikácií (napr. bonitačný informačný systém, správa registra poľnohospodárskych pôd) majú priamy význam pre spoločenský život a riadenie štátu. Iné majú skôr význam v podpore rozhodovania (napr. národný systém pre predpovedanie úrod, monitoring pôd).

Simulačné modelovanie systému PRAT

Simulačný model v matematicky formalizovanej podobe vyjadruje vzájomné vzťahy v systéme PRAT a jeho bezprostrednom okolí. Za okolie systému PRAT sa zvykne považovať podzemná voda, georeliéf a človek s jeho činnosťou v krajine. Správanie sa systému PRAT simulačný model modeluje ako pohyb alebo bilanciáciu látok a energie vo zvolených časových krokoch (hodina, deň, dekáda, mesiac). Simulované vzťahy, ako napríklad závislosť intenzity fotosyntézy od intenzity žiarenia a listovej plochy alebo vzťah príjmu vody rastlinami a evapotranspiráciou sú v simulačnom modeli popísané pomocou fyzikálnych a chemických veličín.

Vstupy pre simulačný model sú reprezentované jednoduchými číselnými hodnotami charakteristík prvkov systému PRAT a jeho okolia (tak stavové ako aj potenciálové charakteristiky), časovými radami týchto hodnôt alebo aj parametrami použitých matematických vzťahov. Príkladom vstupov pre simulačný model môžu byť údaje o dennom chode teploty, vlhkosti, slnečného žiarenia, údaje o obsahu piesku, prachu, ílu, organického uhlíka, karbonátov, prístupných živín, dusíka a vody v pôde, o svaovitosti územia, o hĺbke hladiny podzemnej vody, o fenológii a fyziológii pestovanej plodiny či o dátumoch orby a sejby alebo o množstve a dátume aplikácie živín a závlah.

Výstupy simulačného modelu vyjadrujú zmenené hodnoty vstupov za dané časové obdobie. Môžu tiež vyjadrovať kvalitatívne úplne nové charakteristiky systému PRAT neprítomné vo vstupoch ako sú napr. produkcia biomasy pestovaných plodín, množstvo vyplavených dusičnanov z pôdy, množstvo viazaných alebo emitovaných skleníkových plynov či obsah vody v pôde.

Simulačný model vyjadruje tie vzťahy v systéme PRAT a jeho bezprostrednom okolí, ktoré sú dané prebiehajúcimi procesmi (*funkčné vzťahy*). Reálny priestor – krajinu – vníma iba nepriamo, prostredníctvom hodnôt svojich vstupov a výstupov. Vstupy a výstupy simulačného modelu sú vo svojej podstate charakteristiky rôznych prvkov krajiny – ovzdušia, georeliéfu, pôdy, krajinej pokrývky a využívania krajiny. Ako akékoľvek iné charakteristiky krajiny, aj vstupy a výstupy simulačného modelu môžu byť vyjadrené v podobe priestorových jednotiek (t.j. ako geografické údaje).

Dôležitú úlohu tu hrajú najmä vstupy pre simulačný model. V porovnaní s výstupmi to sú charakteristiky krajiny, ktoré sú relatívne dobre dostupné z rôznych existujúcich údajových zdrojov (meteorologické pozorovania, pôdne mapy a databázy, digitálne modely georeliéfu, výstupy diaľkového prieskumu zeme, štatistické údaje o poľnohospodárskej výrobe). Môžu byť použité pre vytvorenie priestorových jednotiek, ktoré presne rešpektujú nároky simulačného modelu. Výsledkom aplikácie simulačného modelu na takéto priestorové jednotky je rozšírenie

ich obsahu o výstupy modelu. Podmienky územia, ktoré sú vyjadrené pomocou vstupov sa odrazia vo výslednej mozaike priestorovo diferencovaných výstupov simulačného modelu. Pre zvolené územie sa tak dá prostredníctvom výstupov simulačného modelu získať informácia o krajine novej kvality, ktorá nebola súčasťou vstupov.

Súčasnosť účelového hodnotenia pôd na Slovensku

Základným zdrojom údajov pre účelové hodnotenie pôd na Slovensku je súbor *bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek*. Súbor BPEJ sa začal budovať v sedemdesiatych rokoch 20. storočia (DŽATKO A INÍ, 1976). Od tohto obdobia až dodnes prešiel viacerými úpravami a aktualizáciami (KLEČKA A INÍ, 1984; LINKES A INÍ, 1996; DŽATKO A INÍ, 2009).

Počas svojej existencie súbor BPEJ plnil a stále plní mnohé významné spoločenské funkcie. V minulosti vytváral súbor BPEJ bázu pre racionalizáciu riadenia a dotačnú politiku štátu v rezorte pôdohospodárstva. Od osemdesiatych rokov 20. storočia až dodnes tak tvorí základ ISP VÚPOP v oblasti podpory rozhodovania (LINKES A INÍ, 1988). Odvoláva sa naň viacero právnych dokumentov zameraných na ochranu pôdy a plánovanie krajiny (napr. ochrana pôdy pred zábermi). Prostredníctvom súboru BPEJ je stanovená cena poľnohospodárskej pôdy v katastri nehnuteľností Slovenskej republiky. Súbor BPEJ je v rámci ISP VÚPOP využívaný pre množstvo rôznych praktických interpretácií (identifikácia vhodnosti územia pre pestovanie rôznych poľnohospodárskych plodín, hodnotenie rentability rastlinnej výroby, produkčno-ekologické hodnotenie pôd, analýza dopadov klimatickej zmeny).

Väčšina praktických a spoločensky významných aplikácií súboru BPEJ sa odvíja od hodnotenia a následnej kategorizácie *produkčného potenciálu* BPEJ. Produkčný potenciál BPEJ vyjadruje schopnosť daného územia (krajiny) produkovať určité množstvo úrody poľnohospodárskych plodín. Je *funkčnou charakteristikou krajiny*, ktorá je fyzicky viazaná na určitý súbor jej prvkov.

Tieto prvky, ich charakteristiky a konkrétne hodnoty sú formálne vyjadrené pomocou BPEJ. BPEJ sú krajinnno-syntetické priestorové jednotky. Na priestorovo veľmi detailnej úrovni vyjadrujú jedinečnú kombináciu vlastností klímy, georeliéfu a pôdy. Táto kombinácia je v rámci hraníc danej BPEJ rovnorodá a zároveň odlišná od susedných BPEJ.

Aby bolo možné priestorové jednotky s takto komplexným obsahom zobrazit' na mape a popísať legendou, sú charakteristiky klímy, georeliéfu a pôdy účelovo zjednodušené pomocou klasifikácie. Čiastkové klasifikácie jednotlivých prvkov sú v syntetickej podobe vyjadrené ako číselný kód BPEJ. V tomto kóde prvé dve miesta vyjadrujú klimatický región, druhé dve základnú charakteristiku pôdy, piate kombináciu sklonu a expozície, šieste kombináciu hĺbky a skeletovitosti pôdy a siedme zrnitosť pôdy (LINKES A INÍ, 1996).

Produkčný potenciál BPEJ je vyjadrený ako vzťah medzi vlastnosťami BPEJ a úrodami vybraných poľnohospodárskych plodín. Hodnotenie produkčného potenciálu, ktoré vytvorilo na Slovensku bázu pre oceňovanie BPEJ a ich následnú produkčno-ekonomickú kategorizáciu – *bonitáciu poľnohospodárskej pôdy* bolo realizované v sedemdesiatych rokoch 20. storočia (DŽATKO, 1980; VAŠEK, 1985).

Analýza produkčného potenciálu bola postavená na priamom viacročnom pozorovaní

vzťahu úrody a vlastností BPEJ na obmedzenom súbore reprezentatívnych lokalít a vybraných plodín (pšenica, raž, jačmeň, ovos, kukurica na zrno a na siláž, zemiaky, cukrová repa, viacročné krmoviny a trvalé trávne porasty). Pozorované úrody boli štatisticky vyhodnotené samostatne pre rôzne charakteristiky BPEJ. Základ výslednej hodnoty produkčného potenciálu danej BPEJ tvoril vzťah medzi pozorovanými úrodami a kombináciou klimatickej oblasti s pôdno-substrátovou jednotkou. Táto hodnota bola následne korigovaná pozorovaným a štatisticky vyjadreným vplyvom sklonu, orientácie, hĺbky pôdy, skeletovitosti a zrnitosti ornice na dosahované úrody. Produkčným potenciálom bola týmto spôsobom charakterizovaná každá, aj priamo nepozorovaná BPEJ.

Z formálneho hľadiska je produkčný potenciál BPEJ *index kvality pôdy*. Produkčnú schopnosť pôdy vyjadruje vo zvolenej 100 bodovej stupnici. Najvyššia bodová hodnota je určená pre najproduktnejšiu BPEJ (čiernica černoziemná, stredne ťažká, hlboká bez skeletu na rovine vo veľmi teplej, veľmi suchej nížinnej klimatickej oblasti). Bodová hodnota pre všetky ostatné BPEJ predstavuje percento produkčného potenciálu vo vzťahu k uvedenej najproduktnejšej BPEJ. Ide teda o vyjadrenie relatívnej produkčnej schopnosti pôdy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Možné perspektívy účelového hodnotenia pôd

Simulačný model a produkčný potenciál BPEJ sú modely, ktoré rôznym spôsobom popisujú v princípe rovnaké funkčné vzťahy medzi prvkami krajiny.

Produkčný potenciál BPEJ vyjadruje jeden konkrétny a obsahovo komplexný funkčný vzťah medzi uvažovanými prvkami krajiny – (relatívnu) schopnosť daného územia produkovať úrodu. Funkčná charakteristika krajiny je vyjadrená prostredníctvom konkrétnych priestorových jednotiek (BPEJ). Výber charakteristík BPEJ a ich parametrizácia nie sú náhodné. Sledujú konkrétny zámer, ktorým je vyjadrenie produkčného potenciálu pomocou minimálneho počtu prvkov identifikovateľných v krajine a zobraziteľných na mape.

Simulačný model je nástroj, ktorý vníma funkčné vzťahy v krajine na oveľa elementárnejšej úrovni. Nerelativizuje ich. Vo virtuálnom priestore simuluje fungovanie systému PRAT a jeho okolia. Zmeny vo fungovaní systému vyjadruje absolútne, pomocou výstupov, ktoré sú platné v danom časovom okamihu pre konkrétne podmienky. Výstupy tu plnia funkciu meraných charakteristík „virtuálnej“ krajiny. Môžu byť ďalej účelovo interpretované – agregované v čase a priestore alebo hodnotené navzájom či vo vzťahu k premenným prostredia (vstupom) v podobe rôznych účelových indexov.

Simulačný model spolu s príslušnými geograficky reprezentovanými vstupmi a výstupmi tak nie je vyjadrením iba jedného konkrétneho funkčného vzťahu v krajine. Popisuje viacero veľmi elementárnych funkčných vzťahov medzi jej prvkami. Z pohľadu účelového hodnotenia pôdy a poľnohospodárskej krajiny tak prostredníctvom svojich vstupov a výstupov vytvára *všeobecnú informačnú bázu* pre definovanie viacerých rôznych indexov typu produkčného potenciálu BPEJ.

V nasledovnom texte sa pokúsime stručne naznačiť, aké výhody by mohla mať integrácia komplexného simulačného modelu systému PRAT ako je napr. EPIC (WILLIAMS, 1995) alebo DAISY (ABRAHANSEN a HANSEN, 2000) do ISP VÚPOP. Výhody budeme hodnotiť tak z pohľadu obsahu ISP VÚPOP (operačné možnosti systému) ako aj z pohľadu jeho prevádzky (funkcionalita systému).

Najvýznamnejším posunom na úrovni operačných možností ISP VUPOP by bolo rozšírenie súčasného spektra hodnotených procesov v poľnohospodárskej krajine, ktoré môžu byť uvažované.

Miesto jedného indexu kvality poľnohospodárskej krajiny (produkčný potenciál BPEJ) by mohli byť definované aj rôzne iné indexy, ktoré berú do úvahy ďalšie charakteristiky pôdy a krajiny (napr. schopnosť akumulovať vodu, sekvestrovať skleníkové plyny, odolávať rôznym zmenám vo využívaní pôdy). Otvorila by sa možnosť analýzy dopadov alternatívneho vývoja pôdy a krajiny pri uvažovanej zmene podmienok (zmeny klímy, zmeny krajinnej pokrývky, využívania krajiny a pod.) či aj možnosť hodnotenia rôznych časových horizontov uvažovaných zmien (minulosť, súčasnosť, budúcnosť). Mohla by byť analyzovaná časová a priestorová dynamika procesov v krajine a ich prejavov.

Aj z pohľadu funkcie ISP VÚPOP v produkčno-ekonomickom hodnotení, oceňovaní a ďalšej kategorizácii pôdy pre potreby oficiálnych rozhodovacích a riadiacich procesov by mohla byť integrácia simulačných modelov do ISP VÚPOP prínosom.

Rôzne indexy kvality pôdy, ktoré je možné interpretovať z výstupov simulačného modelovania by mohli vytvoriť alternatívnu bázu vstupov pre nadstavbové hodnotiace procesy (súčasná bonitácia pôdy). Na rozdiel od fixne daného produkčného potenciálu BPEJ by uvedené indexy mohli flexibilne reagovať na rôzne obsahové či časové zmeny, ktoré môžu byť z hľadiska ceny a priorit ochrany pôdy zásadné (zmeny v spektre pestovaných plodín, chovaných hospodárskych zvierat a cenách vstupov, zmeny v uvažovaných funkciách poľnohospodárskej výroby, predefinovanie priorit environmentálnej alebo dotačnej politiky štátu, regiónu a pod.).

Možnosť alternatívneho hodnotenia dopadov rôznych vstupných podmienok na výstupy a flexibilita na úrovni vytváraných indexov kvality pôdy a poľnohospodárskej krajiny by mohla vytvoriť bázu vstupov pre nadstavbové ekonomické optimalizačné modely (napr. optimalizácia využívania krajiny alebo zmien jej využívania pri maximalizácii ekonomického efektu a vybraných externalít typu sekvestrácie skleníkových plynov v pôde, protieróznej ochrany a pod.). Mohol by byť vytvorený účinný nástroj pre hodnotenie dopadov rôznych politík na poľnohospodársku pôdu a výrobu a pre podporu rozhodovania v oblasti pôdohospodárstva a životného prostredia na najvyššej úrovni.

Z hľadiska fungovania ISP VÚPOP by integrácia simulačného modelu znamenala predovšetkým posun k vyššej diverzifikácii jeho údajových báz, ale zároveň aj posun k vyššej obsahovej a formálnej integrácii niektorých jeho súčasných modulov.

V porovnaní so súčasným spôsobom geografického modelovania produkčného potenciálu pôd pomocou BPEJ by vznikol určitý *posun v priestorovom vyjadrovaní* vlastností krajiny. BPEJ popisujú vlastnosti prvkov krajiny pomocou účelovej klasifikácie v zjednodušenej a agregovanej podobe. Všetky informácie, ktoré sú potrebné pre vyjadrenie uvažovaných funkčných vzťahov sú dostupné z danej BPEJ zobrazenej na mape.

Na rozdiel od BPEJ, vstupy pre simulačný model predstavujú tematicky členený súbor konkrétnych číselných hodnôt. Miesto legendy mapy je prostriedkom vyjadrenia obsahu priestorových jednotiek zložito vnútorne štruktúrovaná databáza vlastností uvažovaných prvkov krajiny. Aj napriek nevyhnutnosti priestorového priradenia všetkých tematických skupín údajov (údaje o klíme, reliéfe, pôde, krajinnej pokrývke a využívaní krajiny) ku konkrétnej priestorovej jednotke, si tieto údaje zachovávajú určitú autonómnosť. Jednotlivé tematické skupiny údajov môžu byť ošetrované samostatne, príslušnými expertmi, bez toho aby vykonané operácie ovplyvňovali údaje z iných tematických skupín. Pre celý systém simulačného modelovania to znamená, že môže byť podľa potreby *kontinuálne aktualizovaný* bez potreby narušenia jeho celkovej funkcionality. Priestorová alebo obsahová zmena na úrovni niektorej skupiny vstupných údajov sa prejaví iba na zmenených výstupoch a ich účelových interpretáciách (hodnotách indexov).

Súčasťou vstupov pre simulačný model sú aj údaje o krajinnej pokrývke a využívaní krajiny. Tie v súčasnom systéme hodnotenia pôd na báze BPEJ nie sú nevyhnutné. Simulačný model by teda vytvoril výrazný impulz pre vzájomné prepojenie údajov o pôde a zatiaľ nezávisle budovaných údajov o poľnohospodárskej krajine (register poľnohospodárskej pôdy).

Rešpektovanie nárokov simulačného modelu na vstupy by v rámci ISP VÚPOP nevyhnutne vyústilo do vytvorenia obrovského množstva nových informácií o pôde a poľnohospodárskej krajine, ktoré dnes nie sú dostupné – nie je totiž dôvod aby existovali (napr. priestorové modely rôznych analytických vlastností pôdy, priestorové modely regionálnej distribúcie pestovaných plodín, aplikácie hnojív či fenologického vývoja porastov).

Predpoklady integrácie simulačných modelov do ISP VÚPOP

Aj napriek vyššie uvedeným výhodám integrácie simulačného modelu systému PRAT do ISP VÚPOP si je nevyhnutné uvedomiť *limity tohto prístupu*.

Tieto limity spočívajú paradoxne práve v jeho výhodách – zložitosti a vysokej úrovni obsahového a priestorového detailu používaných modelov (simulačný model, geografické údaje). Je veľmi ťažké zabezpečiť podmienky pre aplikáciu simulačného modelu (vstupné údaje, kalibrácie a pod.). Navyše, model aj geografické údaje sú len aproximáciami reality na súčasnej poznatkovej úrovni. Nereprezentujú absolútnu pravdu, ale len vedeckú hypotézu o tom ako je krajina usporiadaná, ako funguje. Toto zo sebou nevyhnutne prináša určitú neistotu, ktorú je možné vyjadriť iba v obmedzenej miere.

Možnú integráciu simulačného modelu do ISP VÚPOP nie je preto v žiadnom prípade možné vnímať ako jednoduchý „inžiniersky“ úkon. Skôr je impulzom na systematické prehlbovanie chýbajúcich poznatkov o pôde a krajine na Slovensku. Mala by predstavovať *vedecký a výskumný program*, ktorý z pohľadu praxe vedie k vytvoreniu využiteľného nástroja podpory rozhodovania v oblasti pôdohospodárstva a životného prostredia. Aby mohol byť uvedený výskumný program úspešný, t.j. jeho výsledkom sa stane funkčný systém účelového hodnotenia pôdy, mal by mať určitú obsahovú štruktúru. Tú sa snažíme v hrubých rysoch naznačiť nižšie:

1. *Budovanie pôdnoekologickej bázy pre hodnotenie pôdy a poľnohospodárskej krajiny;*
 - a. **Experimentálne overovanie zvoleného simulačného modelu** – analýza dôveryhodnosti zvoleného simulačného modelu a jeho prispôsobenie na podmienky

- poľnohospodárskych pôd Slovenska (validizácia a kalibrácia simulačného modelu):
- i. analýza citlivosti zvoleného simulačného modelu na vstupné údaje (na národnej aj lokálnej úrovni),
 - ii. validizácia simulačného modelu na národnej úrovni s cieľom zhodnotenia celkovej správnosti simulovaných parametrov,
 - iii. validizácia a kalibrácia simulačného modelu na lokálnej úrovni s cieľom hlbšieho pochopenia štruktúry modelu a jej adekvátnosti vo vzťahu k riešeným problémom vo vybraných pilotných územiach,
- b. **Príprava geografickej databázy** vstupov pre simulačný model na báze dostupných údajových zdrojov v tematických podmnožinách pôda, klíma, rastlina a využívanie pôdy;
- i. konceptuálne riešenie štruktúry geografickej databázy a riešenie jej logického napojenia na existujúce systémy podpory riadenia v oblasti pôdohospodárstva (IACS/LPIS) a zabezpečenie jej formálnej kompatibility v medziodvetvovom a medzinárodnom priestore (napr. INSPIRE, NIPI SK),
 - ii. konceptuálne riešenie jednotlivých tematických podmnožín a riešenie alternatív údajových vstupov a ich organizácie (najľahšie realizovateľný spôsob zabezpečenia vstupov pri stanovenej miere neistoty, hľadanie informačne a správnosťou najvhodnejšieho riešenia),
 - iii. Návrh logickej štruktúry geografickej databázy a spracovanie priestorových modelov pre jednotlivé tematické bloky údajov vrátane hodnotenia ich dôveryhodnosti – interpolácia meteorologických údajov, kvantifikácia legiend existujúcich pôdných máp, analýza georeliéfu, priestorová delimitácia vybraných aspektov využívania krajiny,
- c. **Tvorba a testovanie systému** na pilotných územiach pri rôznych alternatívach architektúry geografickej databázy (variácie na úrovni simulačného modelu a konkrétneho spracovania geografickej databázy);
- d. **Vytvorenie, testovanie a prevádzka** finálneho funkčného systému simulačného modelovania;
2. *Budovanie systému produkčno-ekonomického hodnotenia a hodnotenia mimoprodukčných funkcií pôdy na báze výstupov komplexného modelu;*
- a. **Návrh, formulácia a testovanie rozšírených/modifikovaných požiadaviek** inovovaného systému účelového hodnotenia pôdy , t.j. hľadanie možného operačného priestoru inovovaného hodnotenia pôdy v podmienkach súčasnej platnej národnej legislatívy, resp. aj v podmienkach jej očakávaných zmien pod vplyvom nadnárodných trendov;
 - b. **Prispôbenie existujúcich interpretácií produkčného potenciálu pôdy** ako cenotvorba, energetický potenciál, resp. iné indexy kvality novým podmienkam údajových vstupov pre toto hodnotenie (výstupy simulačného modelu) a prispôbenie obsahu týchto interpretácií navrhovaným či predpokladaným požiadavkám inovovaného operačného priestoru účelového hodnotenia pôdy;
-

- c. **Riešenie flexibility inovovaného systému účelového hodnotenia pôdy** na úrovni mimoprodukčného hodnotenia pôdy, implementácia nových spôsobov hodnotenia pôdy do systému ako súčasť hodnotenia pôdy;
- d. **Návrh a realizácia architektúry systému** pre podporu rozhodovania v oblasti pôdohospodárstva a životného prostredia – riešenie komunikačného rozhrania jednotlivých subsystémov (subsystém pôdno-ekologickej bázy, subsystém nadstavbového hodnotenia), riešenie prípadnej implementácie systému do rozhodovacieho a riadiaceho procesu.

ZÁVER

V predkladanom príspevku reagujeme na najnovšie svetové trendy v analýze a hodnotení vybraných vlastností krajiny pomocou *simulačných modelov systému PRAT*. Hodnotíme metodologickú podstatu tohto prístupu a porovnávame ju so súčasným spôsobom produkčno-ekologického hodnotenia poľnohospodárskych pôd na Slovensku, ktorý je reprezentovaný bonitáciou pôdy.

Aj keď je podstata oboch prístupov rozdielna, existuje medzi nimi určitá styčná plocha. Oboma prístupmi je možné definovať *index kvality pôdy* – produkčný potenciál. Simulačný model vďaka svojej podstate však okrem hodnotenia kvality pôdy v zmysle jej produkčných schopností ponúka aj ďalšie možnosti hodnotenia ekologických a environmentálnych funkcií pôdy. V porovnaní s produkčným potenciálom BPEJ sa tak simulačné modelovanie javí ako určitá *obsahovo bohatšia alternatíva*.

Účelové hodnotenie pôd realizované na báze simulačného modelovania je vďaka možnosti interpretácie simulovaných funkčných vzťahov v poľnohospodárskej krajine v podobe rôznych indexov kvality obsahovo *kompatibilné so súčasnou bonitáciou pôd*. Integrácia simulačného modelovania do ISP VÚPOP by mohla vytvoriť podmienky pre *rozšírenie funkcionality súčasného systému bonitácie pôdy*.

Problematika simulačného modelovania v mierke krajiny je *otvorený vedecký a výskumný problém*. Integrácia simulačného modelu do ISP VÚPOP – vytvorenie podmienok pre jeho aplikáciu na úrovni obsahu a reprezentácie údajových vstupov a výstupov – vyžaduje systematickú výskumnú činnosť vo viacerých oblastiach (experimentálny výskum na úrovni vzťahov v systéme PRAT, spracovanie a interpretácia existujúcich údajov ISP VÚPOP a riešenie nadstavbového hodnotenia výstupov modelovania).

LITERATÚRA

- ABRAHAMSEN, P. – HANSEN, S. 2000. *DAISY: an open soil-crop-atmosphere system model*. Environmental Modeling and Software, Vol. 15, p. 313 – 330.
- BALKOVIČ, J. – SCHMID, E. – BUJNOVSKÝ, R. – SKALSKÝ, R. – POLTÁRSKA, K. 2006. *Biophysical modelling for evaluating soil carbon sequestration potentials on arable land in the pilot area Baden-Württemberg (Germany)*. Agriculture, Vol. 52, 2006, p. 169–176.
- BALKOVIČ, J. – SCHMID, E. – MOLTCHANOVA, E. – SKALSKÝ, R. – POLTÁRSKA, K. – MÜLLER, B. – BUJNOVSKÝ, R. 2007. *Data processing*. In

- Stolbovoy, V., Montanarella, L., Panagos, P. (Eds.) *Carbon Sing Enhancement in Soils of Europe: Data, Modeling, Verification. JRC Scientific and Technical Reports.* (EUR 23037 EN), Luxembourg: Office for Official Publications of the European Community, p. 74-139, ISBN 978-92-79-07691-6.
- BIELEK, P. 2008. *Polnohospodárske pôdy Slovenska a perspektívy ich využitia.* Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2008. 140 s. ISBN 978-80-89128-41-9.
- BIELEK, P. – ČURLÍK, P. – FULAJTÁR, E. – HOUSKOVÁ, B. – ILAVSKÁ, B. – KOBZA, J. 2005. *Soil Survey and Managing of Soil Data in Slovakia.* In Jones, R.J.A., Houšková, B., Bullock, P., Montanarella, L., (Eds.) European Soil Bureau Research Report No. 9, EUR 20559 EN, (2005), p. 317–329
- BUJNOVSKÝ, R. – JURÁNI, B. 1999. *Kvalita pôdy – jej vymedzenie a hodnotenie.* Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 1999. 42 s. ISBN 80-85361-49-3
- BUJNOVSKÝ, R. – BALKOVIČ, J. – BARANČIKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J., – VILČEK, J. 2009. *Hodnotenie a oceňovanie ekologických funkcií poľnohospodárskych pôd Slovenska.* Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2009. 72 s. ISBN 978-80-89128-56-3
- DŽATKO, M. 1980. *Ekologické aspekty hodnotenia pôdy SSR.* In Fulajtár, E. (ed) Vedecké práce výskumného ústavu pôdoznanectva a výživy rastlín v Bratislave 10, Bratislava: Príroda, 1980, s. 49 – 62
- DŽATKO, M. – ABRAHÁM, J. – BEDRNA, Z. – LINKES, V. – STAŠÍK, V. 1976. *Charakteristika bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek SSR (Metodická príručka na využitie máp BPEJ v praxi).* Bratislava: Príroda, 1976. 102 s.
- DŽATKO, M. – SOBOČKA, J. – BEZÁK, P. – GRANEČ, M. 2009. *Príručka pre používanie máp pôdnoekologických jednotiek. Inovovaná príručka pre bonitáciu a hodnotenie poľnohospodárskych pôd Slovenska.* Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2009. 102 s. ISBN 978-80-89128-55-6
- KLEČKA, M. – DUŠEK, J. – DŽATKO, M. – LINKES, V. – MAŠÁT, K. – NĚMEČEK, J. – PESTŮN, V. 1985. *Bonitácia československých poľnohospodárskych pôda smery ich využitia. Díl 1. Vymedzenie a mapovanie bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek ČSSR. Uživatelská príručka pre používanie máp BPEJ.* Praha-Bratislava: Výskumný ústav pro zúrodnění půd Praha, Výskumný ústav pôdoznanectva a výživy rastlín Bratislava, Výskumný ústav ekonomiky zemědělství a výživy Praha: Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva Bratislava, 1985. 138 s.
- LEIP, A. – MARCHI, G. – KOEBLE, R. – KEMPEN, M. – BRITZ, W. – LI, C. 2008. *Linking an economic model for European agriculture with a mechanistic model to estimate nitrogen and carbon losses from arable soils in Europe.* Biogeosciences, 5, p. 73– 94.
- LINKES, V. – GROMOVÁ, A. – LUPTÁK, D. – PESTŮN, V. – POLIAK, P. 1988. *Informačný systém o pôde.* Bratislava: Príroda, 1988. 198 s.
- LINKES, V. – PESTŮN, V. – DŽATKO, M. 1996. *Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek.* Bratislava: Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, 1996. 103 s. ISBN 80-85361-19-1.
- NOVÁK, V. 1995. *Vyparovanie vody v prírode a metódy jeho určovania.* Bratislava: VEDA, 253 s. ISBN 80-224-0409-8.
- NOVÁKOVÁ, M. 2005. *WOFOST based crop yield and production forecasting system on Soil Science and Conservation Research Institute (SSCRI).* In Bujnovský, R., Tekeľová, Z. (Eds.) Vedecké práce č. 27, Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, s. 67–78. ISBN 80-89128-17-3.
- NOVÁKOVÁ, M. 2007. *Interpolácia meteorologických údajov pre potreby monitoringu stavu vývoja a odhadu úrod poľnohospodárskych plodín.* In Bujnovský, R. (Ed.) Vedecké práce č. 29. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, s. 95–105, ISBN 978-80-89128-40-2
- NOVÁKOVÁ, M. – SKALSKÝ, R. 2006. *Soil data potential for its application in process of selected crops yield prediction.* Agriculture, vol. 52, 2006, p. 177–188.
- NOVÁKOVÁ, M. – SKALSKÝ, R. 2008. *Možnosti využitia údajov KPP v systéme bio-fyzikálneho modelovania pre potreby predpovedania úrod a produkcie poľnohospodárskych plodín.* In Sobocká, J., Kuhlavý, J. (Eds.) Pôda v modernej informačnej spoločnosti. Zborník príspevkov 1. Konferencie Českej pedologickej spoločnosti a Societas pedologica slovacica (Rožnov pod Radhoštěm 20 – 23.8 2007), s. 590–598. ISBN 978-80-89128-44-0.
- NOVÁKOVÁ, M. – HALAS, J. – SCHOLTZ, P. 2008. *Regresné modely detailnej priestorovej variability úrody pšenice ozimnej v roku 2005.* In Bujnovský, R. (Ed.) Vedecké práce č. 30. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2008, s. 77-92. ISBN 978-80-89128-51-8
- SKALSKÝ, R. 2005. *Georeferenced Database of Agricultural Soils of Slovakia.* In Bujnovský, R., Tekeľová, Z. (Eds.) Vedecké práce č. 27. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2005, s. 97- 110, ISBN 80-89128-17-3
- SKALSKÝ, R. – SAKSA, M. 2007. *Metodické aspekty digitalizácie údajov KPP.* In Bujnovský, R. (ed.), Vedecké práce Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy č. 29. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2007, s. 116-124. ISBN 978-80-89128-40-2.
- SKALSKÝ, R. – TARASOVIČOVÁ, Z. – BALKOVIČ, J. – SCHMID, E. 2008. *Vybrané problémy tvorby systému modelovania pre potreby optimalizácie využívania krajiny na celosvetovej úrovni.* In Bujnovský, R. (Ed.) Vedecké práce č. 30. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2008, s. 100–112. ISBN 978-80-89128-51-8.
- TAKÁČ, J. 2002. *Využitie matematického modelovania na hodnotenie procesov v poľnohospodárskej krajine.* Phytopedon (Bratislava), 1 (supplement), s. 227–231.
- TARASOVIČOVÁ, Z. – NOVÁKOVÁ, M. – SKALSKÝ, R. – BALKOVIČ, J. 2009. *Database of geographical inputs on weather, soil, land use and land management for the soil organic carbon stock modeling in the territory of agricultural soil of Slovakia.* In The International Conferences of ESSC: Protection of the ecological and productivity functions of soils in a Pan European context [CD-ROM]. Průhonice: Research Institute for Soil and Water Conservation, European Society for Soil Conservation, Czech Society of Soil Science, 2009, p. 59–65.
- VÁŠEK, P. 1985. *Ekonomické aspekty bonitácie poľnohospodárskeho pôdneho fondu SSR.* In Využitie máp pôdno-ekologických

- jednotiek v poľnohospodárskych podnikoch (Odborno-metodická pomôcka)*. Bratislava: Pobočka 4SVTS pri výskumnom ústave pôdoznalectva a výživy rastlín v Bratislave, s. 70-78.
- VILČEK, J. 2002. *Naturálna výnosovosť poľnohospodárskych pôd Slovenska*. Phytopedon (Bratislava), roč. 1, č. 2002/1 (suplement), s. 256–260.
- VILČEK, J. 2006. *Energetický potenciál poľnohospodárskych pôd – kritérium hodnotenia a využívania krajiny*. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, 2006. 81 s. ISBN 80-89128-25-4.
- VILČEK, J. 2009. *Potenciál pôd a agrárnej krajiny na pestovanie obilnín*. Geografický časopis, roč. 61, 2009, č. 2, s. 153-176. ISSN 0016-7193.
- VOSSEN, P. – RIJKS, D. 1995. *Early Crop Yield Assessment of the EU Countries: The System Implemented by the Joint Research Centre (EUR 16318 EN)*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Community, 1995. 182 p. ISBN 92-827-5107-4.
- WILLIAMS, J. R. 1995. *The EPIC Model*. In Singh, V. P. *Computer Models of Watershed Hydrology*. Highlands Ranch, Colorado: Water Resources Publications, 1995, p. 909-1000. ISBN 09-183-34918.
-

PRÍSPEVOK KU KONSOLIDÁCII ERÓZNE OHROZENEJ KRAJINY

A CONTRIBUTION TO THE CONSOLIDATION OF RISK EROSION LANDSCAPE

Jaroslava SOBOCKÁ¹, Martin BIELIK²

¹Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: j.sobocka@vupop.sk
²MOTO-JAS, Cabajská 29, 949 01 Nitra

Abstrakt

Na príklade modelového územia PVOD Kočín demonštrujeme postup riešenia konsolidácie erózne ohrozeného územia. Ako zdrojové informačné databázy sa využili aktívne digitalizované vrstvy BPEJ a digitalizované vrstvy (ortofotomapy) využitia pozemkov (kultúrne diely). Scenár konsolidácie pôdy a krajiny vychádza zo zákonných nariadení a opatrení ochrany PPF (zákon 220/2004 Z.z., § 5) a používanej normy STN 75 4501: „Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy“. Proces konsolidácie (algoritmus) sa skladá z viacerých procesných krokov, ktoré sme rozdelili na tri úrovne: 1) identifikácia erózne ohrozeného územia (výpočet intenzity a plochy erózne ohrozeného územia), 2) návrh optimálneho rozmiestnenia poľnohospodárskych honov (výmery a geometria honov, ich tvar, prístupnosť pre mechanizáciu a kombinácia uvedených faktorov) a 3) návrh protieróznej ochrany poľnohospodárskych honov (spôsoby obhospodarovania pôdy, systémy rotácie plodín, konštrukcia protieróznych zelených pásov a terás a pod.). Pre vytvorenie mapy protierózneho usporiadania pozemkov sú nevyhnutné GISové prostriedky, v našom prípade sa využil softvérový systém ArcMap 9.2 fy ESRI, inc. Tento postup pomôže projektantom, či užívateľom poľnohospodársky využívanej krajiny vytvoriť podklady pre nové usporiadanie poľnohospodárskej krajiny, ktorých realizácia prispeje k eliminácii plošnej vodnej erózie.

Kľúčové slová: erózia pôdy, poľnohospodárska krajina, protierózne opatrenia, usporiadanie pozemkov

Abstract

On an example of model area of PVOD Kočín we demonstrate a procedure of consolidation of risk erosion agricultural land. As information sources databases active digitalized layers of land evaluation units (BPEJ) and digitalized layer (orthophoto maps) of cultivated land were used. The scenario of soil and land consolidation comes out from legal decrees and measures for soil resources protection (Law No. 220/2004 of Code) and used norm STN 75 4501: "Anti-erosion protection of agricultural land". Process of consolidation (algorithms) consists of several processing items which are divided into 3 levels: 1) identification of risk erosion areas (calculation of soil erosion intensity and area by erosion threatened land), 2) proposal of the optimal design of individual plots (area and geometry of plots, their shape, accessibility to mechanization and combination of all mentioned factors), 3) proposals of anti-erosion control

measures (manners of soil tillage, crop rotation systems, construction of anti-erosion green belts and terraces, etc.). For creation of the anti-erosion consolidation of agricultural plots GIS tools are inevitable to use; in our instance it was software system ArcMap 9.2 by ESRI, inc. This procedure can help to projectants or user of agricultural land the create groundwork for new arrangement of agricultural landscape which implementation can contribute to some elimination of sheet water erosion.

Keywords: soil erosion, agricultural land, anti-erosion control, land consolidation

ÚVOD

Plošná vodná erózia patrí v podmienkach Slovenska medzi ireverzibilné degradačné procesy, ktoré spôsobujú deštruktívne zmeny na pôde do takej miery, že v priebehu niekoľkých desaťročí sa menia ich morfológické i fyzikálno-chemické vlastnosti. Túto skutočnosť možno pozorovať v prácach viacerých autorov JAMBOR (1992), LEHOTSKÝ (1999, 2001), STANKOVIANSKY (1997, 2001), SOBOCKÁ (2003), SOBOCKÁ, SKALSKÝ (2002). Prezentovaný návrh konsolidácie erózne ohrozeného územia sa na príklade poľnohospodársky využívaného územia PVOD Kočín pokúša riešiť otázky eliminácie, prípadne čiastočného zabrzdzenia erózne-akumulačných procesov v poľnohospodárskej krajine. Vhodne implementované protierózne opatrenia, založené na projektovaní poľnohospodárskej krajiny z hľadiska priestorovej diferenciacie erózne ohrozených pozemkov, pomôžu znížiť intenzitu týchto nežiaducich procesov a zabezpečia primeranú poľnohospodársku produkciu pri udržateľnom spôsobe hospodárenia na pôde. Tento spôsob redukcie vodnej erózie je riešený vo viacerých prácach na Slovensku i v zahraničí (LÁTEČKA, MUCHOVÁ 2005, PAŠÁK A INÍ 1984, SOBOCKÁ, JAMBOR 2002).

Protierózna ochrana pôdy je založená na informáciách o distribúcii poľnohospodárskych pôd ohrozovaných vodnou eróziou a intenzite vplyvu erózie na pôdu na konkrétnych poľnohospodárskych honoch. Vplyv erózie a jej intenzity sa rieši výpočtovými možnosťami pomerne dlhý čas a je súčasťou viacerých vedeckých prác zaoberajúcich sa touto problematikou (FULAJTÁR, JANSKÝ 2001; STYK, PÁLKA 2005; STYK A INÍ 2008).

Riešenie konsolidácie erózne ohrozenej krajiny predstavuje návrh algoritmu projektovania poľnohospodárskej krajiny, v ktorej sú badateľné a známe účinky plošnej vodnej erózie. Modul sleduje zefektívnenie organizácie pôdneho fondu na základe výsledkov zhodnotenia viacerých faktorov, ktoré pôsobia na intenzitu pôdnej erózie (stupeň erózneho ohrozenia, veľkosť a tvar pozemkov, prístupnosť na pozemky, apod.). JAMBOR, ILAVSKÁ (1998) sa detailne zaoberali metodikou protierózneho obrábania pôdy, ktorej princípy sú v našej práci využité. Tento systém bude možné úspešne využiť pre projektovanie pozemkových úprav a ochranu poľnohospodárskej pôdy (DŽATKO, ILAVSKÁ 2005). Zároveň poskytne projektantom a užívateľom poľnohospodárskeho pôdneho fondu užitočný nástroj pri tvorbe a rozvoji vidieckej krajiny.

MATERIÁL A METÓDY

Konsolidácia erózne ohrozených poľnohospodárskych území sa zakladá na moderných a aktualizovaných informačných databázach a mapových produktoch (DEM, ortofotomapy, poľnohospodárske hony, pôdna situácia, mapa sklonitosti terénu, výpočet erózneho ohrozenia). Samotný scenár konsolidácie pôdy a krajiny sa zakladá na opatreniach, ktoré vychádzajú zo zákonných nariadení a opatrení ochrany PPF (zákon 220/2004 Z.z., § 5) a štandardizovanej normy STN 75 4501: „*Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy*“. Algoritmus konsolidácie erózne ohrozenej krajiny predpokladá niekoľko úrovní riešenia:

výpočet intenzity a plochy erózne ohrozeného územia;

1. návrhy optimálneho rozmiestnenia jednotlivých pôdnych celkov
2. návrh alternatívnych protieróznych opatrení
3. Pre vytvorenie algoritmu modulu boli použité nasledovné podklady:

digitálna vrstva BPEJ (pre stanovenie sklonitosti územia),

- digitálne ortofotomapy LPIS (podklad pre stanovenie hraníc honov, t.j. kultúrnych dielov – orná pôda, trvalý trávny porast, les, prípadne iné krajinné prvky).
- Metodika práce sa skladala z viacerých operačných krokov, ktoré treba vykonávať v následnej postupnosti. Skladá sa z troch úrovní:

Krok 1: Identifikácia erózne ohrozeného územia: výpočet intenzity a plochy erózne ohrozeného územia

Krok 2: Návrh optimálneho rozmiestnenia poľnohospodárskych honov, ktorý zahŕňa:

Krok 2a: Stanovenie výmer a plôch poľnohospodárskych honov

Krok 2b: Tvar poľnohospodárskych honov (geometria)

Krok 2c: Prístupnosť na poľnohospodárske hony (geometria)

Krok 2d: Kombinácia veľkosti, tvaru a prístupnosti poľnohospodárskych honov.

Krok 3: Návrh protieróznej ochrany poľnohospodárskych honov (spôsoby obhospodarovania pôdy, systémy rotácie plodín, konštrukcia protieróznych zelených pásov a terás a pod.).

Pre spracovanie údajov sa vyžadujú GISové prostriedky, v našom prípade sa využil softvérový systém ArcMap 9.2 fy ESRI, inc. Návrhy proetieróznej ochrany pôdy sa opierali o viaceré práce ako BIELEK (1996), DEMO, BIELEK (2000).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Nevyhnutným predpokladom (vstupom) pre riešenie problému je vytvorenie dvojvrstvovej aktívnej vrstvy (mapa) územia, kde jedna vrstva predstavuje digitálnu vrstvu BPEJ, z ktorej sa vygeneruje riadok sklonitosti územia. Podkladovou aktívnou vrstvou je ortofotomapa toho istého územia s členením územia na jednotlivé hony s vyznačením druhov pozemkov (kul-

túrne diely). Túto vrstvu je nevyhnutné konfrontovať so skutočnými mapami hospodáriaceho subjektu a urobiť korekcie.

Krok 1: Identifikácia erózne ohrozeného územia: výpočet intenzity a plochy

Prvým krokom operácie bola identifikácia erózne ohrozeného poľnohospodárskeho územia. Pre identifikáciu intenzity a plochy erózne ohrozených pôd sa využila kategorizácia územia na základe sklonu svahu z digitálnej vrstvy BPEJ. Treba poznamenať, že eróznou ohrozenosť územia možno vygenerovať aj na základe výpočtov USLE rovnice, avšak pri splnení podmienky digitalizovanej aktívnej vrstvy (napr. STYK A INÍ 2008).

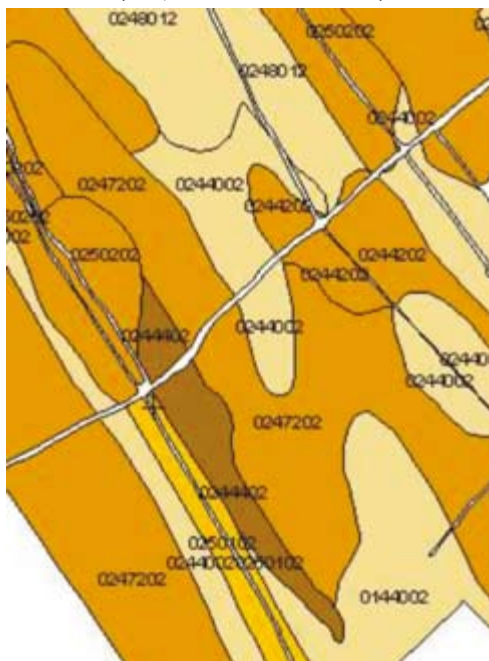
V zmysle práce JAMBOR, ILAVSKÁ (1998) sa rozlíšili tieto kategórie potenciálnej vodnej erózie, uvedené v Tab. 1.

Tab. 1 Zaradenie honov do stupňov ohrozenia vodnou eróziou na základe ich svahovitosti

Kategória	Sklon svahu	Kód svahovitosti BPEJ	Charakter erózie
1	pod 3°	-	bez erózie
2	3 – 7°	2, 3	stredná erózia
3	7 – 12°	4, 5	silná erózia
4	nad 12°	6, 7, 8, 9	extrémna erózia

Prekrytím vrstvy ortofoto mapy (s vyznačením honov, resp. kultúrnych dielov) s digitalizovanou vrstvou bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek sme získali presné rozmiestnenie BPEJ na jednotlivých poľnohospodárskych honoch.

Obr. 1 Mapa svahovitosti a BPEJ jednotlivých parciel PVOD Kočín (výrez)



Pomocou atribútovej tabuľky sme zistili zastúpenie BPEJ na jednotlivých honoch, a tiež svahovitosť dekódovaním kódov BPEJ. Zistila sa priemerná sklonitosť územia pre každý hon. Na základe sklonu územia sú podľa normy STN 75 4501 BPEJ zaradené do štyroch kategórií erózie a farebne rozlíšené na mape svahovitosti (Obr. 1).

Na podklade ortofotomáp sme digitalizáciou získali vstupnú informačnú vrstvu obsahujúcu hranice jednotlivých honov záujmového územia PVOD Kočín a jednotlivé hony sme označili číslom (Obr. 2). Zároveň sa zistili plošné výmery jednotlivých honov. Z ďalšieho procesu sa vylúčili plochy bez prejavu plošnej vodnej erózie (sklonitosť územia $0^\circ - 3^\circ$) a plochy s trvalým trávny porastom a lesa, kde sa erózne účinky nepredpokladajú.

Obr. 2 Hranice a označenie honov PVOD Kočín (výrez)



Krok 2: Návrh optimálneho rozmiestnenia poľnohospodárskych honov

Krok 2a Rozmery a plochy poľnohospodárskych honov

V zmysle normy STN 75 4501 sú uvedené odporúčané rozmery a veľkosť jednotlivých pôdnych celkov na ornej pôde. Na základe tabuľky 2 sa pre jednotlivé poľnohospodárske hony identifikovali geometrické rozmery honov: dĺžka, šírka a plocha (výmera) honu. V tomto kroku boli jednotlivé hony zaradené do kategórií svahovitosti (intenzity erózie) a identifikovali sa tie územia, ktoré dané podmienky nespĺňovali.

Tab. 2 Odporúčané rozmery a plochy pozemkov podľa kategórií svahovitosti

Kategória	Dĺžka honu (m)	Šírka honu (m)	Plocha honu (ha)	Kategória erózie
3° – 7°	550	250	10 - 20	stredná erózia
7° – 12°	400	250	5 - 10	silná erózia
nad 12°	delimitácia do trvalých trávnych porastov (TTP)		ľubovoľná	extrémna erózia

Zdroj: STN 75 4501

Krok 2b: Tvar poľnohospodárskych honov

Vyžaduje sa, aby dlhšie strany pozemkov boli navzájom rovnobežné, kolmé, zošíkmené ku stranám pod uhlom 60° – 120°. Jednotlivé tvary pozemkov z hľadiska ekonomického využitia poľnohospodárskymi mechanizmami môžeme rozdeliť do piatich skupín (LÁTEČKA, MUCHOVÁ 2005) (Tab. 3). V tomto kroku sa identifikoval a označil sa tvar jednotlivých honov (pôdnych celkov).

Tab. 3. Geometrické tvary honov (pôdnych celkov)

Geometrický tvar	Charakteristika
1	pôdne celky s rovnobežnými stranami nad 20 ha
2	pôdne celky v tvare nepravidelných mnohoúhelníkov
3	pôdne celky s rovnobežnými stranami do 20 ha
4	pôdne celky, ktoré môžeme rozložiť na pravidelné rovnobežníky
5	pôdne celky v tvare trojuholníkov a pravidelných mnohoúhelníkov

Krok 2c: Prístupnosť na poľnohospodárske hony

Z dôvodu efektívneho využívania mechanizačných prostriedkov je táto charakteristika rovnako dôležitá ako aj tvar poľnohospodárskych honov. V prípade, že prístupnosť na poľnohospodárske hony je nedostatočná, dochádza k prejazdu mechanizmov po pozemkoch a tým k znehodnocovaniu pôdy.

V rovinných územiach nie je potrebná taká hustá cestná sieť ako v územiach členitých. Pri hustejšej cestnej sieti sa síce znižujú náklady na transport, avšak dochádza k väčším záberom poľnohospodárskej pôdy a ku zvýšeným nákladom na jej vybudovanie a údržbu. Optimálna prístupnosť na pozemky je uvedená v tabuľke 4. V tomto kroku sa identifikovali tie hony, ktoré nespĺňali podmienky uvedené v tabuľke 4.

Tab. 4 Optimálna prístupnosť na pozemky podľa veľkosti pozemku (podľa LÁTEČKA, MUCHOVÁ, 2005)

Druh pozemku	Typ územia: rovinatý až zvltnený	Typ územia: kopcovitý
Orná pôda	0 až 20 ha z 1 strany	0 až 5 ha z 1 strany
	21 až 80 ha z 2 strán	6 až 25 ha z 2 strán
	81 a viac ha z 3 strán	26 a viac ha z 3 strán


Krok 2d: Kombinácia veľkosti, tvaru a prístupnosti poľnohospodárskych honov

Pri návrhu nového stavu usporiadania pôdneho fondu je dôležité brať do úvahy už existujúce (či už prírodné alebo technické) prekážky a akceptovanie čo najväčšieho počtu zásad rozdeľovania pozemkov ktorými sú:

- (i) rozmery (minimálna ekonomická plocha 2 ha, minimálna šírka honu 40 – 50 m, minimálna ekonomická pracovná dĺžka 200 m; optimálne rozmery sú uvedené v Tab. 2,
- (ii) najvhodnejší tvar (obdĺžnik s vnútornými uhlami > 50°, dlhšia strana v smere obrábkovania), veľkosť honov (Tab. 3) a prístupnosť (Tab. 4).

V Tab. 5 je

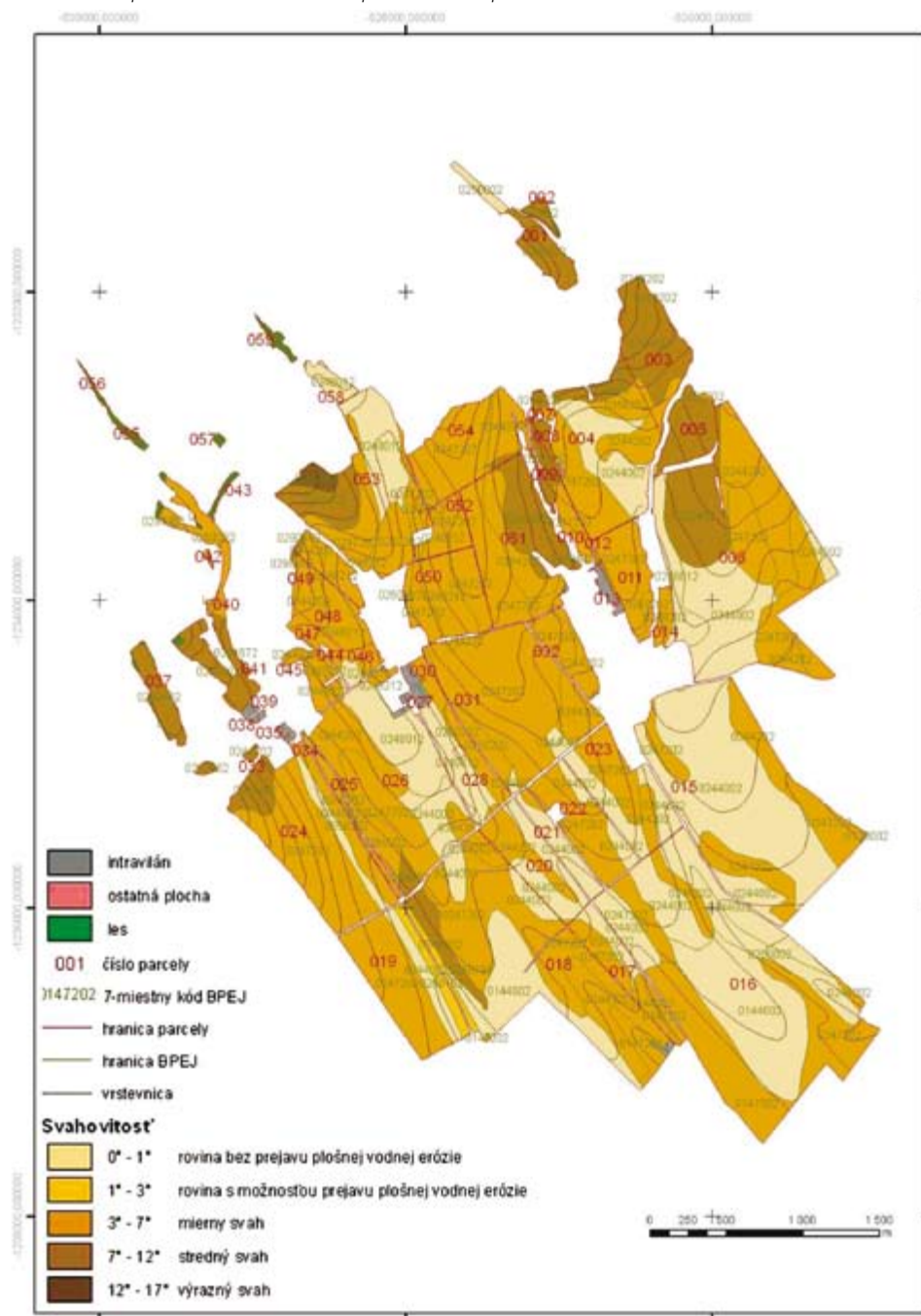
Tab. 5 Vyhodnotenie honov na základe kombinácie tvaru a prístupnosti honov

Veľkostná skupina		Zhodnotenie veľkosti z hľadiska erózie	
1	do 5 ha	0	nesplňa odporúčanú veľkosť
2	5 - 10 ha	1	spĺňa odporúčanú veľkosť
3	10 - 25 ha	2	spadá do odporúčaného rozpätia 10-20 ha
4	25 - 50 ha		
5	50 - 75 ha		
6	75 - 100 ha		
7	nad 100 ha		
Tvar pozemku		Zhodnotenie prístupnosti pre poľnohospodársku dopravu	
1	obdĺžnik	0	nesplňa odporúčanú prístupnosť
2	lichobežník	1	spĺňa odporúčanú prístupnosť
3	pravidelný tvar	2	prekračuje odporúčanú prístupnosť
4	nepravidelný tvar		
5	trojuholník		
	najvhodnejšia kategória v hodnotenom ukazovateli		

Vyhodnotením honov na základe hore uvedených krokov sa vypracovala grafická mapa nového stavu optimálneho usporiadania (konsolidácie) erózne ohrozeného územia (Obr. 3 a 4). Jedna mapa je vypracovaná na podklade svahovitosti územia, kde sa za jeden pôdny celok brala priemerná svahovitosť. Druhá mapa bola vypracovaná na podklade ortofoto mapy s diferenciáciou územia, ktoré by malo zabezpečiť utlmenie erózných procesov a celkovú stabilizáciu územia. Toto usporiadanie predstavuje v zmysle hore uvedených pravidiel optimálny variant s optimálnymi parametrami z protieróznych účinkov a hospodárenia na pôde. Preto dôležitým predpokladom pre kompletný systém je uskutočnenie tretieho kroku – protierózne opatrenia pri hospodárení na pôde.

Pre názornú ukážku účinnosti rozdelenia pozemkov sme vytvorili tabuľky porovnania ukazovateľov ovplyvňujúcich tvorbu pozemkov v záujmovom území PVOD Kočín (Tab. 6 a 7). Ide o porovnanie ukazovateľov pri súčasnom stave v PVOD Kočín a navrhovanom optimalizovanom stave. Z po-

Obr. 3. Mapa svahovitosti územia podľa BPEJ a pôvodné rozmiestnenie honov



Obr. 4. Návrh optimálneho rozmiestnenia poľnohospodárskych honov v PVOD Kočín



rovnania je možné zistiť, že počet parciel sa v dôsledku prerozdelenia pôdneho zvýšil z 59 (erózne ohrozených) na 98 (optimálne usporiadané). Podľa atribútovej tabuľky sme zistili presné výmery novovzniknutých honov, kde žltou sú označené najvhodnejšie kategórie v hodnotenom ukazovateli.

Tab. 6 Porovnanie ukazovateľov ovplyvňujúcich tvorbu pozemkov v súčasnom stave v PVOD Kočín

Veľkosť pozemkov	Kočín		Zhodnotenie veľkosti z hľadiska erózie	Kočín		Tvar pozemkov	Kočín		Zhodnotenie prístupnosti pre mechanizáciu	Kočín	
	ks	%		ks	%		ks	%		ks	%
1	27	45,76	0	10	16,95	1	10	16,95	0	6	10,17
2	7	11,86	1	43	72,88	2	13	22,03	1	24	40,68
3	10	16,95	2	6	10,17	3	11	18,64	2	29	49,15
4	5	8,47	Spolu	59	100	4	15	25,42	Spolu	59	100
5	5	8,47				5	10	16,95			
6	1	1,69				Spolu	59	100			
7	4	6,78									
Spolu	59	100									

Tab. 6 Porovnanie ukazovateľov ovplyvňujúcich tvorbu pozemkov v súčasnom stave v PVOD Kočín

Veľkosť pozemkov	Kočín		Zhodnotenie veľkosti z hľadiska erózie	Kočín		Tvar pozemkov	Kočín		Zhodnotenie prístupnosti pre mechanizáciu	Kočín	
	ks	%		ks	%		ks	%		ks	%
1	27	27,55	0	0	0	1	34	34,69	0	7	7,14
2	10	10,2	1	58	59,18	2	22	22,45	1	38	38,78
3	50	51,02	2	40	40,82	3	13	13,27	2	53	54,08
4	11	11,23	Spolu	98	100	4	18	18,37	Spolu	98	100
5	0	0				5	11	11,22			
6	0	0				Spolu	98	100			
7	0	0									
Spolu	98	100									

Krok 3: Návrh protieróznej ochrany poľnohospodárskych honov

Návrh účinnej protieróznej ochrany poľnohospodárskej pôdy je potrebné dodržiavať z hľadiska ekologickej stability a udržateľnosti poľnohospodárskej krajiny. Zúrodňovacie opatrenia na eróziu poškodených pôdach vychádzajú zo zákonných nariadení a opatrení ochrany PPF (zákon 220/2004 Z.z. § 5): výsadba účelovej poľnohospodárskej a ochrannej zelene, vrstevnicová agrotechnika, striedanie plodín s ochranným účinkom, mulčovací medziplodina kombinovaná s bezorbovou agrotechnikou, bezorbová agrotechnika, oševné postupy so striedaním plodín s ochranným účinkom, usporiadanie honov v smere prevládajúcich vetrov, iné opatrenia, ktoré určí pôdna služba podľa stupňa erózie poľnohospodárskej pôdy. Návrhy jednotlivých protieróznych opatrení vychádzajú predovšetkým z práce JAMBOR, ILAVSKÁ (1998).

Tab. 8. Návrhy protieróznych opatrení

Kategória opatrenia	Protierózne opatrenia
A kategória (3° - 7°)	vrstevnicová agrotechnika – vrstevnicová orba spojená s obracianím ornice v smere proti svahu (pri nepriepustnom podorníčí podryvanie do hĺbky 35-40 cm)
	smer riadkov plodiny paralelný so smerom vrstevníc
	protierózne oševné postupy spojené s rotáciou plodín
B kategória (7° - 12°)	vrstevnicová agrotechnika – vrstevnicová orba spojená s obracianím ornice v smere proti svahu (pri nepriepustnom podorníčí podryvanie do hĺbky 35-40 cm)
	smer riadkov plodiny paralelný so smerom vrstevníc
	súvislý, zapojený rastlinný kryt alebo súvislý pokryv povrchu pôdy rastlinnými zvyškami alebo strniskom
	protierózne oševné postupy spojené s rotáciou plodín
C kategória (12° - 17°)	ak plochy nie sú využívané ako trvalé trávne porasty, je potrebné ich trvalé zatrávnenie

Na pôdach, ktoré sú vystavené erózii, by sa mali pestovať plodiny s dlhodobým protieróznym účinkom počas celej vegetácie (ďatelinoviny, ďatelinotrávne miešanky, trávne porasty, ozimné plodiny, hrach siaty, bôb obyčajný, a pod.). Z protierózných oševných postupov možno uviesť tieto:

Príklad 1:

33,3% obilniny
 33,3% VRK (viacročná krmovina)
 16,7% JRK (jednoročná krmovina)
 16,7% repka olejná
 Rotácia plodín:
 1. ĎTM (ďatelinotrávna miešanka)
 2. ĎTM (ďatelinotrávna miešanka)
 3. pšenica ozimná
 4. repka olejná (hnojená maštalným hnojom)
 5. pšenica ozimná a po nej medziplodina
 6. ovos siaty na zelenú hmotu s podsevom (ĎTM)

Príklad 2:

50% obilniny
 33,3% VRK (viacročná krmovina)
 16,7% JRK (jednoročná krmovina)
 Rotácia plodín:
 1. ĎTM (ďatelinotrávna miešanka)
 2. ĎTM (ďatelinotrávna miešanka)
 3. pšenica ozimná
 4. raž ozimná (hnojená maštalným hnojom)
 5. ozimná strukovinoobilná miešanka, po nej jarná miešanka
 6. jačmeň jarný s podsevom ĎTM

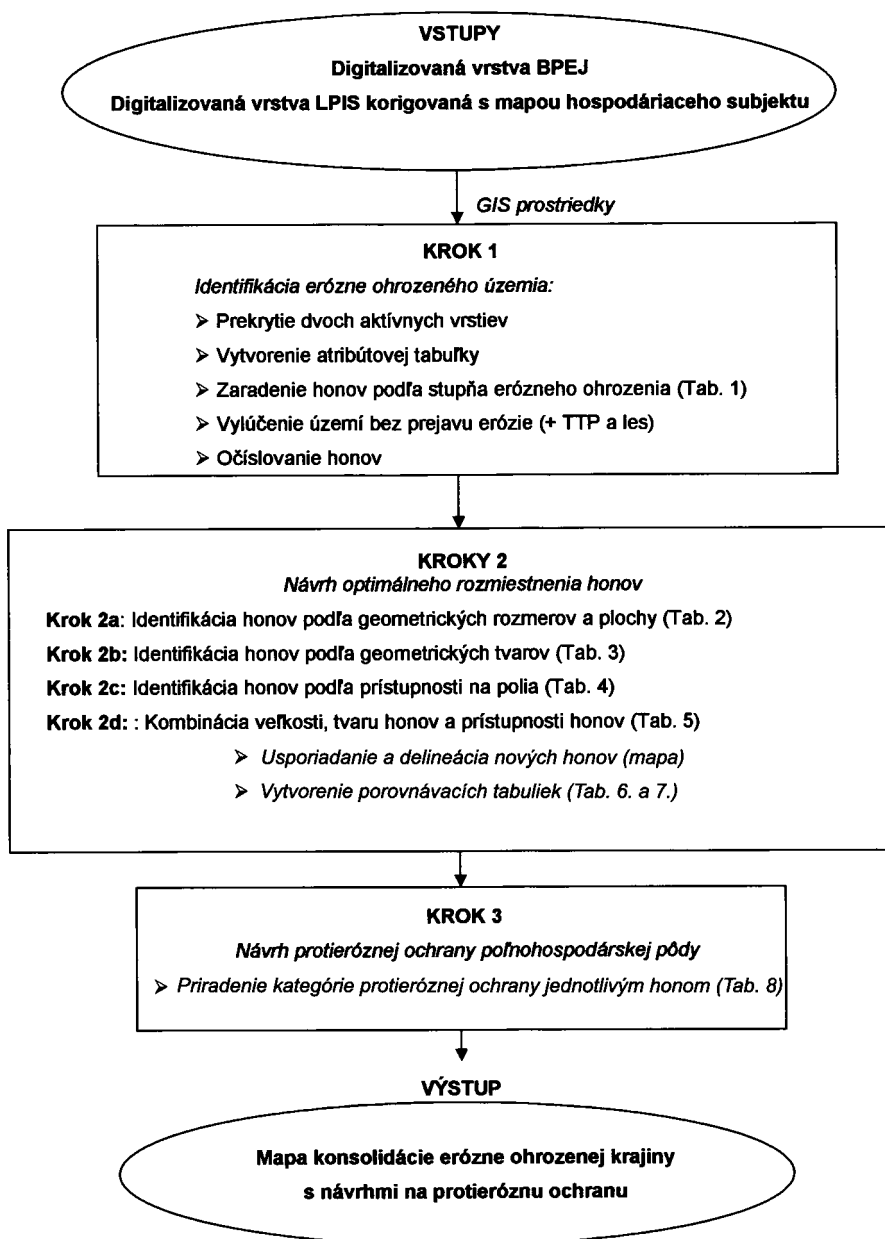
Príklad 3:

44,5% obilniny
 22,3% VRK
 11,2% JRK
 Rotácia plodín:
 1. Lucerna siata
 2. Lucerna siata
 3. pšenica ozimná po nej medziplodina
 4. ovos siaty
 5. repka olejná (hnojená maštalným hnojom)
 6. pšenica ozimná
 7. jačmeň ozimný
 8. repka olejná
 9. ovos siaty na zelenú hmotu s podsevom lucerny siatej

Na obrázku 5 je uvedený stručný algoritmus, na základe ktorého je možné uskutočniť nové usporiadanie pôdnych celkov – honov v akejkoľvek erózne ohrozenej krajine.

Obr.5 Algoritmus konsolidácie erózne ohrozenej krajiny

ALGORITMUS KONSOLIDÁCIE ERÓZNE OHROZENEJ KRAJINY



ZÁVER

Pre riadenie poľnohospodárskej výroby je dôležitá racionalizácia výroby, ktorú možno dosiahnuť postupným prispôbovaním poľnohospodárskej výroby trvalo udržateľnému hospodáreniu. V prípade subjektu hospodáriaceho na erózne ohrozenom území je potrebné sa zaoberať účelným usporiadaním pôdneho fondu pre elimináciu, či zmiernenie účinkov plošnej vodnej erózie. Z tohto hľadiska je systém je dôležité vypracovať systém konsolidácie takto ohrozenej poľnohospodárskej krajiny.

Nami navrhovaný technologický postup zjednoduší prípravu pre usporiadanie poľnohospodárskej krajiny a poskytne účinný návod pre realizáciu projektov v rámci pozemkových úprav. Treba poznamenať, že tento projekt nerieši nákladné protierózne úpravy a opatrenia v zmysle budovania finančne náročných inžinierskych stavieb zameraných na protierózne účinky ako sú vetrolamy, zelené pásy, bariérne kroviny, či lesíky, či tvorbu terás.

LITERATÚRA

- BIEĽEK, P. 1996. Ochrana pôdy: *Kódex správnej poľnohospodárskej praxe v Slovenskej republike*. Bratislava: VÚPOP, 1996. 54 s. ISBN 80-85361-21-3.
- DEMO, M. – BIEĽEK, P. A. I. 2000. *Regulačné technológie v produkčnom procese poľnohospodárskych plodín*. Nitra: SPU, 2000. 667 s. ISBN 80-7137-732-5.
- DŽATKO, M. – ILAVSKÁ, B. 2005. *Využívanie výsledkov hodnotenia pôd a územia pre projektovanie pozemkových úprav a ochranu poľnohospodárskej pôdy: metodická príručka*. Bratislava: VÚPOP, 2005. 44 s. ISBN 80-89128-23-8.
- FULAJTÁR, E. – JANSKÝ, L. 2001. *Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana*. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2001. 310 s. ISBN 80-85361-85-X.
- JAMBOR, P. 1992. *Zmeny niektorých vlastností hneдозeme na Trnavskej sprašovej pahorkatine*. In: Vedecké práce Výskumného ústavu pôdnej úrodnosti, 17. Bratislava: VÚPOP, 1992, s. 61-74.
- JAMBOR, P. – ILAVSKÁ, B. 1998. *Metodika protierózneho obrábania pôdy*. Bratislava: VÚPÚ, 1998. 70 s. ISBN 80-85361-46-9.
- LÁTEČKA, M. – MUCHOVÁ, Z. 2005. *Pozemkové úpravy a cesty*. Nitra: SPU, 2005. 198 s. ISBN 80-8069-561-X.
- LEHOTSKÝ, M. 1999c. *Erózne-akumulačné katény a degradácia pôd*. In: Antropizácia pôdy, IV. Ed. J. Sobocká. Bratislava: VÚPOP, 1999, s. 72-78.
- LEHOTSKÝ, M. 2001. *Growth of colluvial bodies and rise of bottoms of linear depressed landforms as example of soil anthropization*. In: Soil Anthropization VI.: Proceedings from International Workshop (Bratislava, Slovakia, June 20 – 22, 2001). Ed. J. Sobocká. Bratislava: Soil Science and Conservation Research Institute, 2001. p. 43-50.
- PASÁK, V. A. I. 1984. *Ochrana pôdy pred erózií*. Praha: SZN, 1984. 160 s.
- STN 75 4501: 2000, *Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy*.
- SOBČKÁ, J. 2003. *Water erosion processes identification in soil profile*. In: Aspects of the Erosion by Water in Austria, Hungary and Slovakia. Bratislava: SSCRI; SPS, 2003, p. 119-135.
- SOBČKÁ, J. – JAMBOR, P. 2002. *Water erosion control in conditions of a geomorphologically dissected area*. In Geografický časopis, roč. 54, 2002, č. 1, s. 75-84. ISSN 0016-7193.
- SOBČKÁ, J. – SKALSKÝ, R. 2002. *Identifikácia prejavov erózne-akumulačných procesov – ich odraz v klasifikácii pôd SR*. In Pedologické dny 2002: Sborník z konferencie na téma Degradace půdy (Praha 14. – 15. 10. 2002). Ed. L. Borůvka. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2002, s. 109-113.
- STANKOVIANSKY, M. 1997. *Geomorphic effect of surface runoff in the Myjava Hills, Slovakia*. Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl.-Band, 110, 1997, 207-217.
- STANKOVIANSKY, M. 2001. *Erózia z orania a jej geomorfologický efekt s osobitým zreteľom na myjavsko-bielokarpatskú kopaničiarsku oblasť*. In Geografický časopis, 53, 2001, 2, 95-110.
- STYK, J. – PÁLKA, B. 2005. *Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskych pôd SR vodnou eróziou vyhodnotená využitím empirického modelu USLE*. In: Sobocká, J. A. I. Zborník prednášok. VII. Zjazd Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV (pedologická sekcia). Bratislava: VÚPOP, 2005, s. 73-77.
- STYK, J. – FULAJTÁR, E. – PÁLKA, B. – GRANEC, M. 2008. *Aktualizovaný výpočet faktora erodovateľnosti pôdy (K-faktor) za účelom generovania detailnejšej digitálnej vrstvy*. In: Vedecké práce Výskumného ústavu pôdozvedectva a ochrany pôdy č. 30. Bratislava: VÚPOP, 2008, s. 139-146. ISBN 978-80-89128-51-8.
- Zákon č.220/2004 Zb. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Zb. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov.*

VYUŽITIE ON-LINE APLIKÁCIE PRI PREDIKCII PÔDNEJ ERÓZIE SPÔSOBENEJ VODOU

UTILIZATION OF ON-LINE APPLICATION FOR THE PREDICTION OF SOIL EROSION CAUSED BY WATER

Ján STYK¹, Boris PÁLKA¹, Martin GRANEC

Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava,

¹Regionálne pracovisko Banská Bystrica, e-mail: j.styk@vupop.sk

Abstrakt

Výber vhodných protieróznych opatrení vychádza z poznania intenzity pôdnej erózie spôsobenej vodou a jej priestorového rozšírenia v podmienkach záujmového územia. Ochrana pôdy pred eróziou je chápaná ako komplex opatrení (organizačných, agrotechnických, biologických a technických) slúžiacich na zníženie intenzity erózie na úroveň neprekračujúcu limitné hodnoty uvedené v zákone 220/2004.

Prostredníctvom on-line aplikácie modelu pre výpočet straty pôdy má užívateľ poľnohospodárskej pôdy možnosť prístupu k základným informáciám o intenzite vodnej erózie a jej plošnej distribúcii na konkrétnom kultúrnom dieli. Získané informácie slúžia ako vhodný podklad pre návrh optimálneho manažmentu obhospodarovania pôdy za pomoci využitia odporúčaných protieróznych opatrení. Realizácia protieróznych opatrení by mala znížiť stratu pôdy na hodnoty, ktoré neprekračujú limity uvedené v zákone o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy (220/2004 Z.z.)

Štruktúra on-line aplikácie využíva predikčný erózný model Univerzálnej rovnice straty pôdy v prostredí GIS. Pri jej tvorbe boli využité aktualizované digitálne vrstvy jednotlivých erózných faktorov (erozivita dažďa, erodibilita pôdy, vplyv reliéfu, vplyv plodiny).

Kľúčové slová: erózia pôdy, intenzita erózie, plošné rozšírenie erózie, protierózna ochrana, on-line aplikácia modelu pre výpočet straty pôdy, USLE

Abstract

Choice of appropriate soil protection measures against soil erosion (caused by water) is based on the knowledge concerning soil loss intensity as well as areal distribution of erosion in conditions of study area. Soil protection against erosion is understood as a complex of measures (organization, agrotechnical, biological and technical) appropriate for decreasing of soil matter loss under limit values mentioned in Act No 220/2004 of Code.

User of soil has the possibility for the access to essential information on soil erosion intensity and its areal distribution by using of interactive model for determination of soil erosion. On the basis of obtained information is possible to project appropriate measures to combat soil erosion with the purpose to decrease of soil loss in accordance with Act No 220/2004 of Code.

Structure of on-line application is based on the predictive, erosive model of Universal soil loss equation in GIS. Actualised digital layers of erosive factors (erosivity of rainfall, erodibility of soil, influence of relief and cover management) were used for the creation this interactive model.

Keywords: soil erosion, intensity of soil erosion, areal distribution of soil erosion, measures to combat soil erosion, on-line application for the soil loss calculation, USLE

ÚVOD

Erózia pôdy je jedna z najzávažnejších environmentálnych hrozieb primárne vplyvujúcich na znižovanie kvality poľnohospodárskych pôd a zhoršovaní celkového potenciálu eróziou postihnutého územia (on a off-site efekty erózie). Ak chceme byť konkrétni musíme uviesť, že negatívnym výsledkom vplyvu pôdnej erózie spôsobenej vodou (ďalej vodnej erózie) v poľnohospodárskej krajine je:

- strata najúrodnejšej vrstvy pôdy
- vyplavovanie živín a organickej hmoty z pôdy
- zhoršovanie pôdnej štruktúry
- ohrozovanie kvality vodných zdrojov
- znižovanie potenciálu územia a zhoršovanie kvality v ňom
- znižovanie úžitku z pôdy a krajiny

Plošné výmery jednotlivých kategórií potenciálnej vodnej erózie z roku 2008 uvedené v tabuľke potvrdzujú skutočnosť, že erózia je vážna environmentálna hrozba, ktorá sa viac či menej prejavuje na takmer 44% výmery poľnohospodárskej pôdy (ŠTYK A INÍ 2009).

Kategórie erodovanosti (strata pôdy)	Výmera v ha	% z PP
Žiadna, alebo nízka (0 – 4 t/ha/rok)	1 357 390	56,01
Stredná (4 – 10 t/ha/rok)	230 473	9,51
Vysoká (10 – 30 t/ha/rok)	354 555	14,63
Extrémna (viac ako 30 t/ha/rok)	481 060	19,85
Spolu	2 423 478	100

Zhoršovanie potenciálu poľnohospodárskej krajiny vplyvom vodnej erózie môže ísť na vrub nedostatku informácií týkajúcich sa jej intenzity na konkrétnych plochách ako aj nedostatočnému využívaniu vhodných protieróznych opatrení. Zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy je v platnosti už od roku 2004, no nie všetci jej užívatelia si uvedomujú riziká, ktoré sú spojené s nedodržiavaním odporúčaných protieróznych opatrení zmierňujúcich intenzitu vodnej erózie.

Ochrana pôdy pred eróziou je postavená práve na informáciách o intenzite vodnej erózie v konkrétnych podmienkach lokality a jej priestorovom rozšírení. On-line aplikácia modelu pre výpočet erózie pôdy (interaktívny model) bola vytvorená pre užívateľov poľnohospodárskej pôdy za účelom aby jednoduchým spôsobom získali čo najviac informácií o konkrétnom kul-

túrnom dieli vzťahujúce sa k erózii (intenzita a plošné rozšírenie). Získané informácie sú dôležitým podkladom pre zorganizovanie si optimálneho spôsobu obhospodarovania pôdy s cieľom zminimalizovať straty pôdnej hmoty využitím odporúčaných protieróznych postupov.

CIELE RIEŠENIA

Našou snahou je poskytnúť užívateľovi poľnohospodárskej pôdy relevantné informácie týkajúce sa intenzity vodnej erózie, jej plošného rozšírenia, ako aj poskytnúť možnosť výberu vhodných spôsobov obhospodarovania pôdy v erózne senzitívnych lokalitách za účelom zamedzenia vzniku nadlimitnej erózie resp. znižovanie jej intenzity. Na základe uvedeného sme si stanovili za cieľ vytvorenie on-line aplikácie modelu pre výpočet erózie pôdy (interaktívny model), ktorá bude súčasťou poradenstva o intenzite erózie, jej rizikách a spôsobe ochrany pred eróziou pôdy.

Interaktívny model poskytne užívateľovi poľnohospodárskej pôdy konkrétne informácie o intenzite erózie pôdy a jej priestorovom rozšírení v rámci záujmového územia. Súčasťou aplikácie bude aj výber protieróznych opatrení vhodných pre pôdno-klimatické podmienky Slovenska, z ktorých si užívateľ bude môcť navrhnúť vhodný manažment obhospodarovania pôdy v zhode s legislatívou na ochranu poľnohospodárskej pôdy (zákon 220/2004 Z.z.).

MATERIÁL A METÓDY

Štruktúra zvoleného erózneho modelu, ktorý je umiestnený na stránke pôdneho portálu (www.podnemapy.sk) je postavená na všeobecne známej Univerzálnej rovnici straty pôdy (USLE). Model pracuje v prostredí GIS, pričom využíva dostupné dáta a vytvorené digitálne vrstvy charakterizujúce pôdno-klimatické a geografické podmienky Slovenska.

Prostredníctvom on-line aplikácie má užívateľ poľnohospodárskej pôdy prístup ku konkrétnym informáciám (vzťahujúcich sa k záujmovému kultúrnemu dielu) týkajúcich sa:

- stupňa erodovanosti poľnohospodárskej pôdy (sú vyjadrené kategóriami)
- priestorového rozšírenia eróziou ovplyvnených pôd
- odporúčaných protieróznych postupov

Vhodne zvolená protierózna ochrana dokáže významne eliminovať negatívny vplyv dažďovej vody, alebo topiaceho sa snehu na pôdu. Ochrana pôdy pred eróziou je chápaná ako komplex organizačných, agrotechnických, biologických a technických opatrení, ktorých hlavným cieľom je (ANTAL, 2005):

- zabrániť vzniku škodlivej erózie na ohrozenej pôde
 - znížiť intenzitu erózie aby neboli prekročené limity straty pôdy
 - trvalo udržať existujúcu úrodnosť ohrozenej pôdy
 - zabrániť degradácii ohrozenej pôdy, alebo ju aspoň znížiť
 - zabezpečiť ochranu nižšie ležiacich zdrojov povrchových a podzemných vôd pred negatívnymi účinkami erodovaného materiálu
-

VÝSLEDKY A DISKUSIA

On-line model pre výpočet vodnej erózie využíva aktualizované a detailizované digitálne vrstvy jednotlivých erózných faktorov (faktory R, K, LS, C) v zhode so štruktúrou rovnice USLE (WISCHMAIER, SMITH, 1978).

Potenciálna erózia predstavuje možnú (teoretickú) ohrozenosť pôdy procesmi vodnej erózie ak vo výpočte nie je zohľadnený ochranný vplyv vegetačného pokryvu pôdy.

$$A = R \times K \times L S$$

Aktuálna erózia predstavuje reálne ohrozenie pôdy procesmi vodnej erózie pri zohľadnení aktuálneho vegetačného krytu a spôsobu obhospodarovania (ŠŤURÍ A INÍ, 2002).

$$A = R \times K \times L S \cdot C \times P$$

A – vygenerovaná digitálna vrstva priemernej ročnej straty pôdy v tonách z hektára (ŠTYK A INÍ, 2009)

R – digitálna vrstva faktora eróznej účinnosti dažďa (erozivita dažďa) je definovaný ako súčin energie dažďa a jeho maximálnej 30-minútovej intenzity (ŠTYK, PÁLKA, 2007)

K – aktualizovaná digitálna vrstva faktora náchylnosti pôdy na vodnú eróziu (erodibilita pôdy) je ovplyvnený základnými parametrami ako sú zrnitosť, štruktúra pôdy, obsah organickej hmoty (ŠTYK A INÍ, 2008)

LS – aktualizovaná digitálna vrstva faktora vplyvu reliéfu vyjadruje efekt topografie na množstvá pretransportovanej pôdnej hmoty (ŠTYK, PÁLKA, 2007)

C – faktor ochranného vplyvu vegetačného krytu vyjadruje vplyv vegetácie a použitej agrotechniky na intenzitu erózie (MALÍSEK, 1992)

P – faktor účinnosti protieróznych opatrení (je vyjadrený pomerom straty pôdnej hmoty obhospodarovanej pozdĺž vrstevníc (vrstevnicová agrotechnika) a štandardnou orbou (P – faktor sme v štúdiu nezohľadňovali)

Práca s modelom

Užívateľ poľnohospodárskej pôdy sa po zadaní internetovej adresy www.podnemapy.sk dostane na stránku pôdneho portálu Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy. V sekcii „Aplikácie pre verejnosť“ sa cez oddelenie „Fyzikálna degradácia pôdy“ dostane na aktívnu ikonu „Vodná erózia pôdy“. Kliknutím na túto ikonu sa zobrazí stránka, ktorej súčasťou je textová (obsahujúca základné informácie o hraničných limitoch straty pôdy v zhode so zákonom 220/2004 o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy, tabuľku jednotlivých kategórií erodovanosti pôdy a stručný popis odporúčaných protieróznych opatrení) a grafická časť (aktívna mapa potenciálnej erózie).

Adresa <http://www.podnamapy.sk/portal/versport/erozia/vod/vod.asp>

Pôdny portál

Informačný servis VÚPOP

Výskumný ústav pôdovedectva a ochrany pôdy

Informačný portál o pôde

- Úvod
- Návod
- Aktuality
- Kontakt
- Linky

Aplikácie pre verejnosť

- Register pôdy - LPIS
- Ročné výnosy pôdy - ukazovateľ - EPEI
- Národná databáza
- Aplikácia kalibrácie a sedimentácie
- Číslovné poľnohospodárske pôdy
- Hĺbková humusová horizonta
- Predikčný potenciál poľn. pôd
- Typ. profil. kategórie poľn. pôd
- Hodnoty parametrov pre pos. úpravy
- Potenciálna produkcia fytozoo
- Hĺbková organická hmota v orných pôdach
- Fyzikálna degradácia pôdy
- Multifunkčný využitie poľn. pôdy
- Pôdna erózia
- Inhibícia a transport horľavín
- Zaťaženie krajiny hosp. činnosťou
- Potreba nutričného výživnosti
- Ammoniaciálna koncentrácia

VODNÁ ERÓZIA PÔDY V PÔDNO-KLIMATICKÝCH PODMIENKACH SLOVENSKA

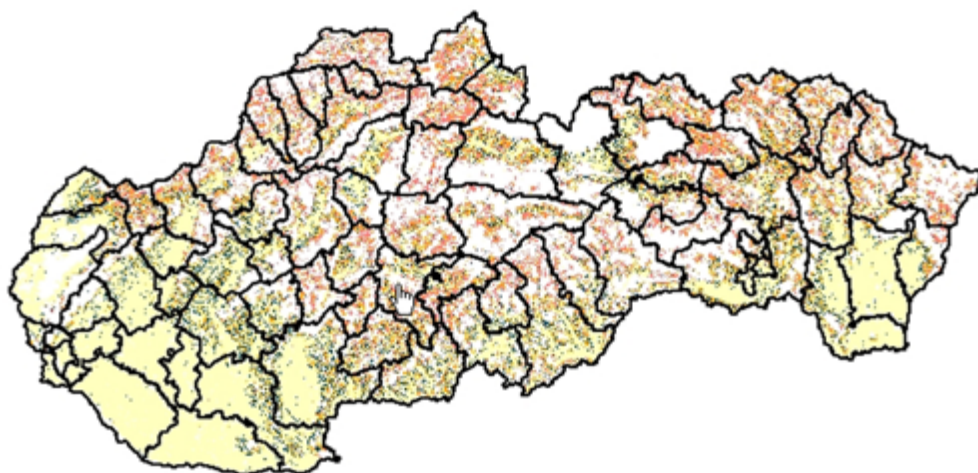
Pôdna erózia je prirodzený proces často sa prejavujúci ireverzibilnými zmenami fyzikálnych, chemických a biologických vlastností pôdy (Bielek, 1996). Je to fyzikálny fenomén, ktorého výsledkom je odstránenie (premiestnenie) častíc pôdnej hmoty mechanickým pôsobením exogénnych činiteľov vyznačujúcich sa určitou kinetickou energiou ako sú dažď, prúdiaca voda (povrchový odtok) a vietor, zriedkavejšie ľad, tóciai sa sneh a žiročny (Fulažtár, Janský, 2001). V našich pôdno-klimatických podmienkach sa najčastejšie vyskytuje vodná erózia pôdy. Samotný erózný proces zahŕňa častkové subprocesy, ktorými je pôdny materiál uvoľnený (dezintegrácia pôdneho povrchu), transportovaný (po pôdnom povrchu) a sedimentovaný (v svahových depresiách).

Vodná erózia pôdy má veľký význam pri modelovaní reliéfu krajiny ako aj pri degradácii úrodnotvorných vlastností poľnohospodárskych pôd (dochádza k uvoľňovaniu a následnému transportu pôdných častíc, na ktoré sú relatívne pevne fixované živiny a organická hmota). Vodná erózia sa prejavuje znižovaním hĺbky pôdneho profilu (predovšetkým biologicky aktívnej vrstvy pôdy), úbytkom organickej hmoty a živín a rovnako aj zhoršovaním pôdnej štruktúry.

Vodná erózia pôdy → negatívneho efektu na produkčnú schopnosť pôdy a tým pádom aj na udržateľnosť erózia pôdy chápaná ako významná environmentálna hrozba. Hod je vodná erózia poslednom období je výrazne akcelerovaná neuváženu dĺžkou dĺžka (Štancovský, 2002).

Príklad vzhľadom na využitie poľnohospodárskych pôd v slovenskej republiky (vlastné spracovanie)

Záujemca o informácie sa postupným preklikaním (mapa potenciálnej erózie SR, okres, sekcia kladu listov, kataster) dostane až ku konkrétnemu kultúrnemu dielu. Je nutné zadefinovať si vrstvy, ktoré majú byť viditeľné a aktívne.



Kategória	odnos	Kategória	odnos
1	menej ako 4 t/ha	3	10 - 30 t/ha
2	4 - 10 t/ha	4	viac ako 30 t/ha

Pôdny portál

Informačný servis VÚPOP

Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy

Informačný portál o pôde

Úvod
Návod
Aktuality
Kontakt
Linky

Aplikácie pre verejnosť

Register pôdy - LPIS
Súhlasné pôdo-ekol. jednotky - BPEJ
Nitrátová direktíva
Aplikácia kakav a sedimentov
Ochrana pôdnohospodárskej pôdy
Indikačná humusová horizonta
Produkčný potenciál poľn. pôd
Typ. prof. kategórie poľn. pôd
Hodnota pozemkov pre poz. úpravy
Potenciálna produkcia fytonasy
Bilancia organickej hmoty v orných pôdach
Fyzikálna degradácia pôdy
Multifunkčné využitie poľn. pôdy
Pôdne sondy
Inaktivácia a transport kontaminantov
Zaťaženie krajiny hosp. zvieratami
Potreba melioračného vápenia
Agroenvironmentálne kompenzácie
Produkcia suchej hmoty šumavy
Produkcia bienergie kultúrneho diela (KD)
Rentabilita KD pre pestovanie plodín
Pôdy pre pestovanie rýchlorašt. drevín
Potreba hnojenia fosforom a draslíkom
Teploty a vlhkosť
Analýza aktuálnej poľnohosp. sezóny

Dig. informačný servis pre regióny a samosprávy

Pracovný systém pre farmárov
(Farm Advisory System - FAS)

Legislativa
GAFC-y
Otázky

Aplikácie pre PPA

POTREBNÉ HESLO!!!
Register pôdy - LPIS
Detail grafických prôch
Register užívateľských dielov

POTENCIÁLNA VODNÁ ERÓZIA NA POĽNOHOSPODÁRSKEJ PÔDE

OKRES
Zvolen

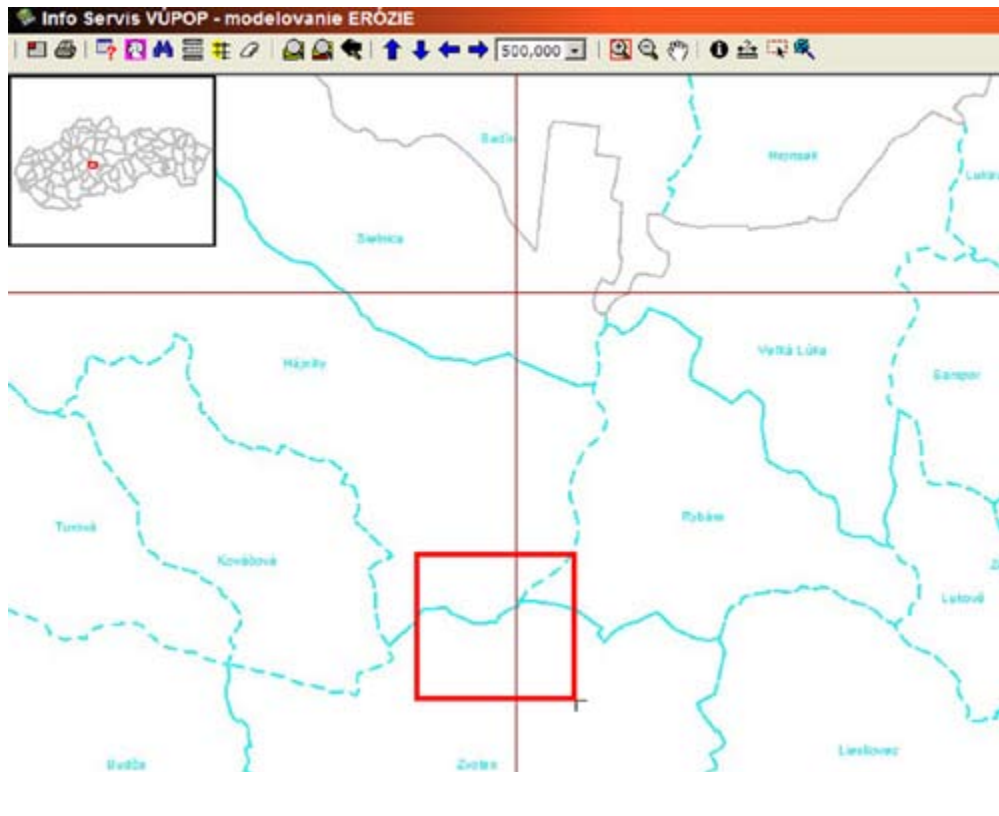
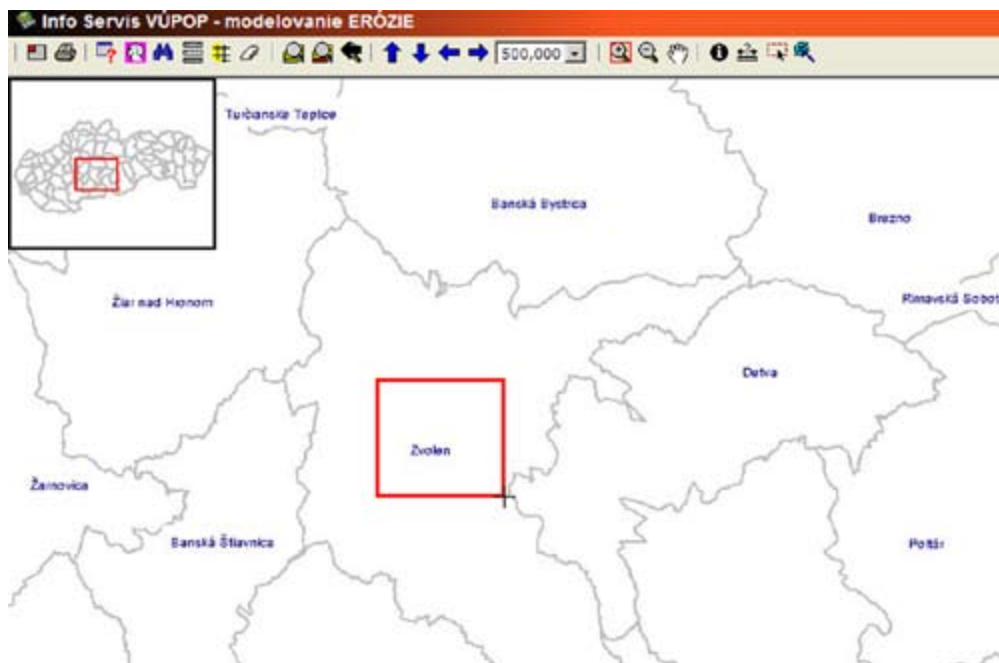
pre spuštění mapovej služby klikni na mapku okresu



Kategória	odnos	Kategória	odnos
1	menej ako 4 t/ha	3	10 - 30 t/ha
2	4 - 10 t/ha	4	viac ako 30 t/ha

© VÚPOP Bratislava - Posledná aktualizácia: 28. 08. 2009

Pomocou ikonky „lupa“ sa postupným zväčšovaním jednotlivých mapových podkladov (okres, kataster) dostávame až na lokalitu, ktorá nás zaujíma.

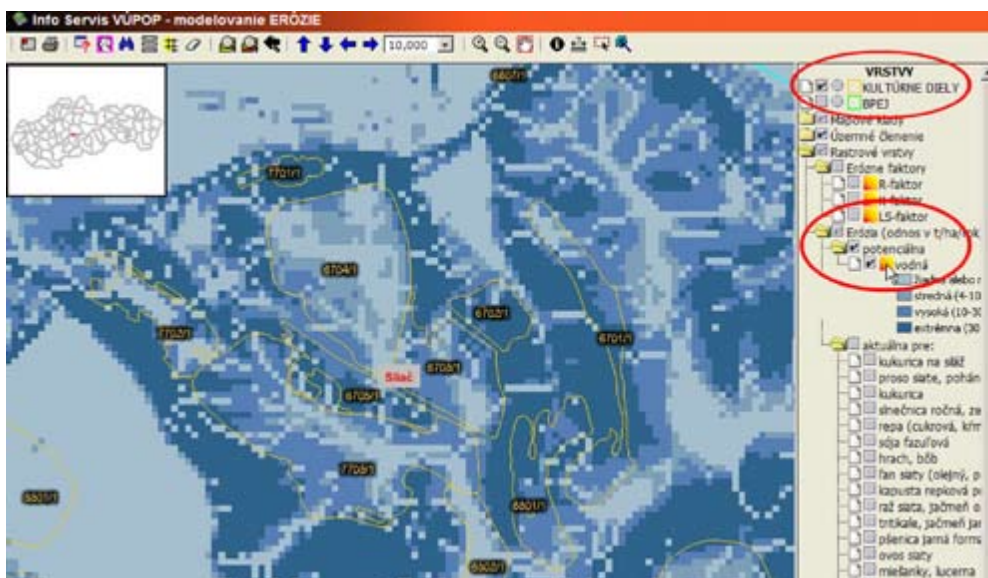
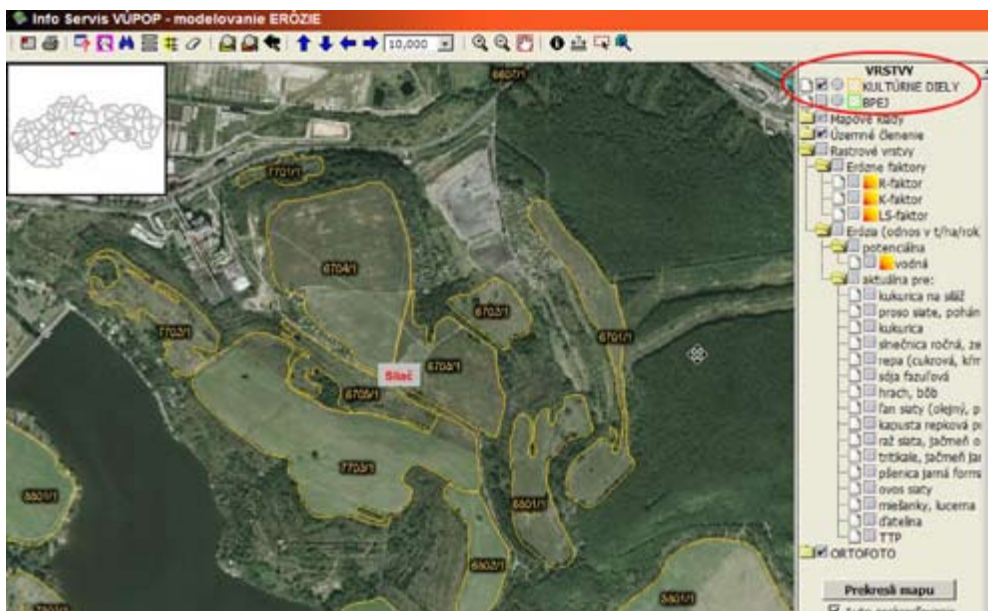


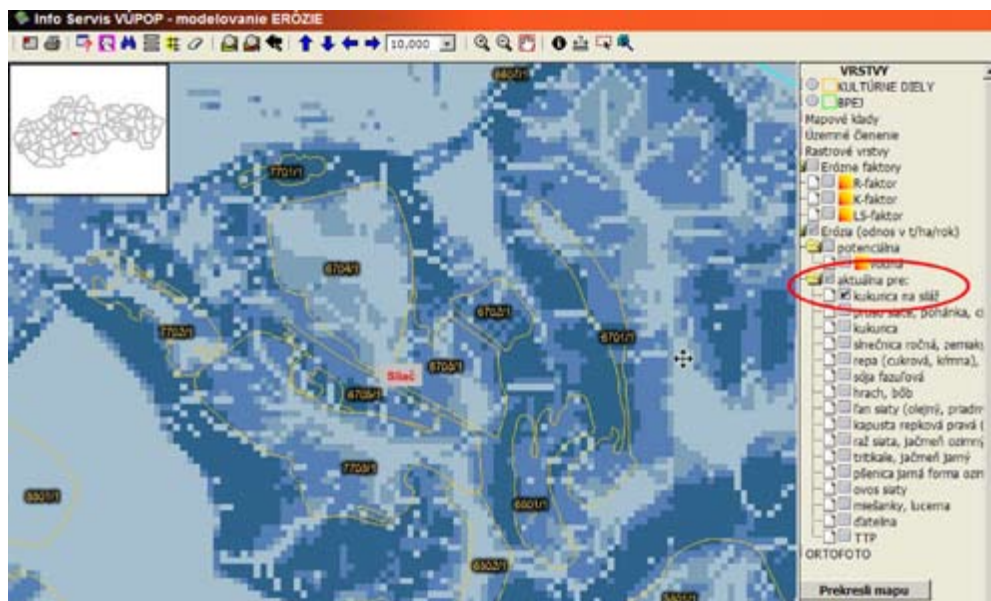
V prípade záujmu o informácie týkajúce sa intenzity vodnej erózie na pôde bez rastlinného pokryvu (potenciálna erózia) na konkrétnom kultúrnom dieli si musíme zdefinovať:

kultúrny diel – ako viditeľnú a aktívnu vrstvu

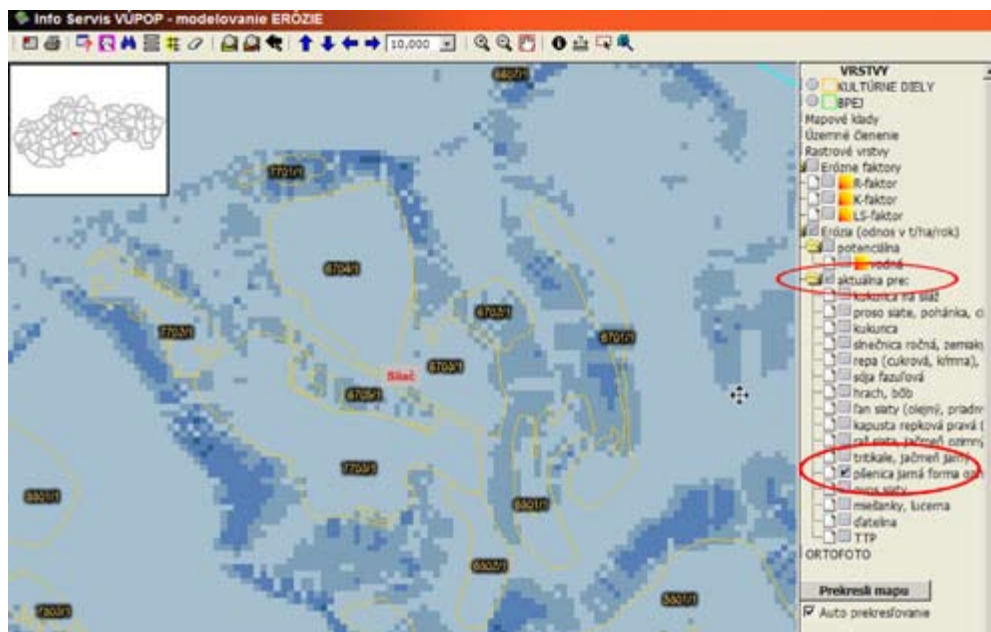
potenciálnu vodnú eróziu – ako viditeľnú vrstvu

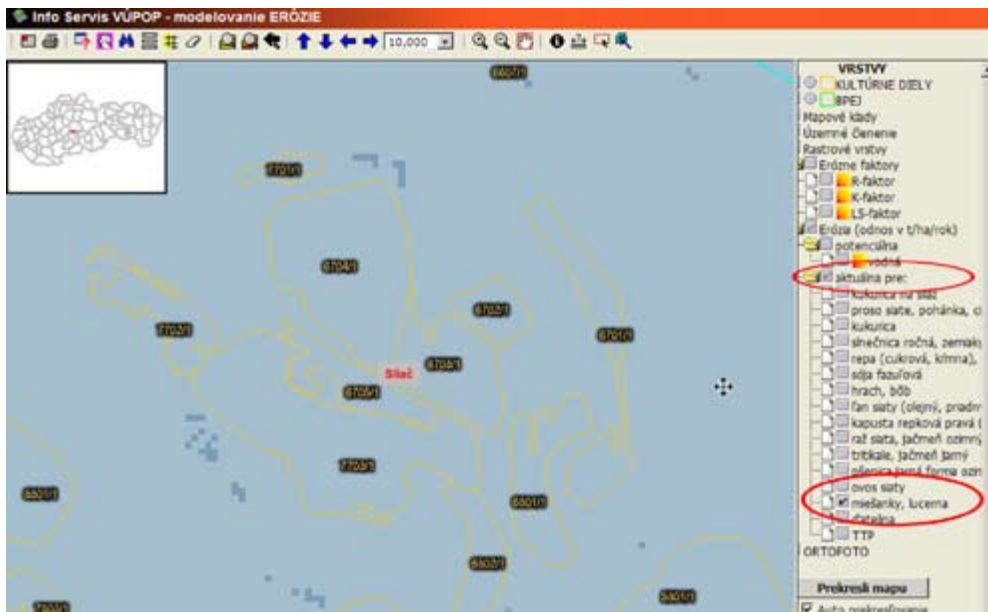
Zobrazí sa grafický výrez mapy potenciálnej erózie (s vrstvou kultúrnych dielov), na ktorom budú farebne rozlíšené jednotlivé kategórie erodovanosti. Kliknutím na žltočervený štvorček (symbol vrstvy) sa rozbalí legenda jednotlivých kategórií erodovanosti (straty pôdy).





Informáciu o vhodnosti pestovania jednotlivých poľnohospodárskych plodín tak aby neboli prekročené limity pre eróziu, ktoré sú uvedené v zákone 220/2004 Z.z. získame zadefinovaním vrstvy aktuálna erózia pre konkrétnu plodinu. Limity straty pôdy sú uvedené na úvodnej stránke vodnej erózie. Plodiny, pri ktorých dochádza na konkrétnom záujmovom území k prekročeniu limitu sa neodporúčajú zaraďovať do oševného postupu.





ZÁVER

On-line aplikácia modelu pre výpočet vodnej erózie zabezpečuje užívateľovi poľnohospodárskej pôdy neobmedzený prístup k relevantným informáciám týkajúcich sa intenzity erózie a jej plošného rozšírenia v konkrétnych podmienkach záujmového územia.

Pri tvorbe interaktívneho modelu erózie sme pracovali s aktualizovanými a detailizovanými digitálnymi vrstvami jednotlivých erózných faktorov (erodivita dažďa, erodibilita pôdy, vplyv reliéfu, vplyv plodiny) v základnej štruktúre predikčného erózneho modelu Univerzálnej rovnice straty pôdy.

Na základe získaných informácií o intenzite erózie a jej plošnej distribúcii si užívateľ pôdy bude môcť zvoliť optimálny spôsob obhospodarovania pôdy za pomoci využitia vhodných resp. odporúčaných protierózných opatrení, ktoré slúžia na zníženie intenzity erózie na úroveň neprekračujúcu limitné hodnoty uvedené v zákone 220/2004. Jednotlivé protierózne opatrenia sú uvedené v tabuľke na úvodnej stránke on-line aplikácie.

Do budúcnosti sa pripravuje detailizácia interaktívneho modelu pre výpočet erózie, ktorej súčasťou budú už konkrétne hodnoty straty pôdy (terajšia aplikácia poskytuje kategórie erodovanosti) a najmä okamžitý návrh protierózných opatrení v závislosti od intenzity erózie a tvaru reliéfu záujmovej lokality.

LITERATÚRA

ANTAL, J. 2005. *Protierózna ochrana pôdy*. Nitra: SPU, 2005. 79 s. ISBN 80- 8069-572-5.

MALÍŠEK, A. 1992. *Optimálna dĺžka svahu v závislosti na vodnej erózii*. In.: *Vedecké práce 17*. Bratislava: VÚPÚ, 1992, s. 203 – 220. ISBN 80-85361-04-3.

- STYK, J. – PÁLKA B. 2007. *Assessment of soil sensitivity to water erosion using USLE model (in the scale of Slovakia)*. In: Vedecké práce 28, Proceedings. Bratislava: VÚPOP, 2007, p. 152-159. ISBN 978-80-89128-40-2.
- STYK, J. – PÁLKA, B. – GRANEČ, M. 2009. *Vodná erózia pôdy v pôdno-klimatických podmienkach Slovenska*. Dostupné na internete: <<http://www.podnemapy.sk>>
- STYK, J. – FULAJTÁR, E. – PÁLKA, B. – GRANEČ, M. 2009. *Aktualizovaný výpočet faktora erodovateľnosti pôdy (K – faktor) za účelom generovania detailnejšej digitálnej vrstvy*. In: Vedecké práce 30. Bratislava: VÚPOP, 2008, s. 139-146. ISBN 978-80-89128-51-8.
- ŠŮRI, M. – CEBECAUER, T. – HOFIERKA, J. – FULAJTÁR, E. 2002. *Soil erosion assessment of Slovakia at a regional Scale using GIS*. Ecology (Bratislava), vol. 21, 2002, no. 4, p. 404-422.
- WISCHMEIER, W. H. – SMITH, D. D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses – Guide to conservation planning*. Agricultural Handbook 537, USDA, 1978, 58 p.
- Zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z.z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov
-

DÔSLEDKY ZMENY KLÍMY NA VLAHOVÚ ZABEZPEČENOSŤ POĽNÝCH PLODÍN PODĽA SCENÁROV SRES A2 A B1

CLIMATE CHANGE IMPACTS ON FIELD CROPS WATER SUFFICIENCY ACCORDING TO THE SCENARIOS SRES A2 AND B1

Jozef TAKÁČ¹, Bernard ŠIŠKA², Milan LAPIN³

¹ Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: j.takac@vupop.sk

² Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Tulipánová 7, 949 76 Nitra

³ Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Abstrakt

Cieľom tohto príspevku je vyhodnotiť vplyv zmeny klímy na vlahovú zabezpečenosť poľných plodín na najúrodnejších pôdach Podunajskej nížiny. Hodnotenie dôsledkov zmeny klímy bolo založené na simuláciách agroekologickým modelom DAISY. Denné meteorologické údaje do roku 2100 pre meteorologickú stanicu Hurbanovo bolo vygenerované podľa kanadského modelu všeobecnej cirkulácie atmosféry CGCM3.1 a emisné scenáre SRES A2 a SRES B1. Zohľadnený bol postupný nárast koncentrácie CO₂ v atmosfére. Hodnotenú boli rôzne oševné postupy a spôsoby hospodárenia vrátane závlahy. Bol vypočítaný nárast ročných úhrnov referenčnej evapotranspirácie a aktuálnej evapotranspirácie. Bol zistený pokles vlahovej potreby plodín v dôsledku skracovania vegetačného obdobia. Vlahová zabezpečenosť plodín s vegetačným obdobím v jarných mesiacoch sa zlepšila a vlahová zabezpečenosť plodín s vegetačným obdobím v letných mesiacoch sa zhoršila.

Kľúčové slová: zmena klímy, evapotranspirácia, úroda, účinnosť využitia vody

Abstract

The main objective of this paper is to evaluate climate change impacts on water sufficiency of the field crops on the most productive soil of the Danubian Lowland. Evaluation of climate change impacts was based on simulations by agroecological model DAISY. Daily meteorological data up to 2100 were generated according to the GCM CGCM3.1 and emission scenarios SRES A2 and SRES B1 for meteorological station Hurbanovo. Effect of gradual increase of CO₂ concentration was taken into account. Various crop rotations as well as various management practices including irrigation were considered. Increase of both reference crop evapotranspiration and actual evapotranspiration annual totals was calculated. Decrease of crop water requirements was found due to shortening of the growing period. According to simulation for climate change conditions water sufficiency of spring crops would

be improved compared to reference climatic conditions and this for summer crops would be worsen.

Keywords: climate change, evapotranspiration, yield, water use efficiency

ÚVOD

Poľnohospodárska produkcia je jedným zo sektorov, ktoré môžu byť významne ovplyvnené rastúcou koncentráciou CO_2 v atmosfére a zmenou klímy, pričom jej dôsledky môžu byť pozitívne aj negatívne. Pozitíva zvýšenej koncentrácie CO_2 v atmosfére však môžu byť potlačené, ak sa voda stane limitujúcim faktorom úrody plodín.. Z výsledkov hodnotenia vplyvov klimatickej zmeny na poľnohospodárske výrobné oblasti Slovenska vyplynulo, že vyrovnaná klimatická vodná bilancia sa posunie z úrovne 550 na 650 m n. m. Významná časť územia (8 800 km^2) v poľnohospodársky najvýznamnejších oblastiach bude charakterizovaná priemerným deficitom $E_p - R > 250$ mm. Takéto deficity sa v uplynulom období prakticky nevyskytovali (ŠÍŠKA, TAKÁČ, 2009).

Naše hlavné produkčné oblasti sa nachádzajú v nížinách, pre ktoré sú typické nižšie zrážkové úhrny ako sú úhrny potenciálnej evapotranspirácie a tak je prirodzené, že pri hodnotení dôsledkov zmeny klímy na poľnohospodársku výrobu v Slovenskej republike bola od začiatku riešenia problematiky zmeny klímy u nás zdôrazňovaná úloha vodného režimu pôdy

V nížinách sa očakáva zníženie obsahu vody v pôde (NOVÁK, 1996; STEHLOVÁ, 2007). Podľa modelového výpočtu s použitím scenárov všeobecnej cirkulácie atmosféry sa vlhkosť pôdy bude v mesiacoch apríl až október znižovať, pričom najväčší pokles vlhkosti pôdy možno očakávať v mesiacoch júl až september (TOMLAIN, 1997). V horizonte roku 2075 by sa podľa viacerých scenárov zmeny klímy mala priemerná vlhkosť pôdy v letnom polroku na Záhorkej nížine a na juhu Podunajskej nížiny pohybovať pod úrovňou 50 % VVK, na severe Podunajskej nížiny, v Juhoslovenských kotlinách a na Východoslovenskej nížine okolo 60 % VVK (TAKÁČ, 2003).

Doplnková závlaha je považovaná za účinný spôsob na zmiernenie alebo elimináciu vodného stresu plodín a je aj v súčasnosti nevyhnutnou podmienkou optimalizácie vodného režimu pôdy pre potreby poľnohospodárskej výroby v južných regiónoch Slovenska. Predpokladá sa, že potreba vody pre závlahu v podmienkach klimatickej zmeny bude významne rásť. Kos (1970) pre mesačné časové rady z 10 meteorologických staníc v Československu vypočítal, že zmena teploty o 1.5 °C mala za následok priemerné zvýšenie potreby závlahovej vody o 20 až 35 %, kým zmena o 4.5 °C by spôsobila zdvojnásobenú potrebu závlahovej vody za súčasných podmienok. Podľa simulácií pre zavlažovanú pšenicu a sóju v Modene bolo potrebné na udržanie súčasných hospodárskych úrod za klimatickej zmeny o 60 – 90 % viac závlahovej vody (TUBIELLO A INÍ., 2000).

MATERIÁL A METÓDY

Hodnotenie dôsledkov klimatickej zmeny na rastlinnú výrobu bolo založené na numerických simuláciách agroekologickým modelom DAISY. DAISY je jednorozmerný model agroekosystému, ktorý na základe informácie o spôsobe hospodárenia a údajov o počasí simuluje rast plodiny, vodný režim, tepelný režim, bilanciou organickej hmoty a dynamiku dusíka v poľnohospodárskych pôdach. V rámci hydrologického cyklu sú modelované procesy akumulácie a topenia snehovej pokrývky, intercepcia, výpar z porastu, infiltrácia, výtopa, povrchový odtok, prúdenie vody v pôdnej matici a v makropóroch. V rámci rastlinnej produkcie je simulovaný rast a vývoj rastliny vrátane akumulácie sušiny a dusíka v rôznych častiach rastliny. Model umožňuje budovanie komplexných scenárov hospodárenia. Popis modelu, jeho konštrukcia a algoritmy sú uvedené v publikáciách autorov modelu (HANSEN A INÍ., 1990; HANSEN, 2000).

Plodinové moduly modelu DAISY boli pôvodne kalibrované pre slovenské podmienky v rámci projektu PHARE/EC/WAT/1. Plodinové parametre boli optimalizované na základe experimentálnych údajov z poľného stacionárneho pokusu na VPS VÚZH v Moste pri Bratislave z rokov 1981 – 1987 a overené boli na základe údajov z RD Lehnice a z poľných pokusov na VPS v VÚZH v Moste pri Bratislave (ŠIŠKA, TAKÁČ, 2008).

Numerické simulácie modelom DAISY boli vykonané pre referenčné obdobie 1961 – 1990 a pre emisné scenáre klimatickej zmeny IPCC SRES A2 a SRES B1 (IPCC, 2007) (ďalej A2 a B1) podľa výstupov modelu všeobecnej cirkulácie atmosféry CGCM3.1 (LAPIN A INÍ., 2006). Na numerické simulácie boli využité rady denných hodnôt globálneho žiarenia, teploty vzduchu a atmosférických zrážok z meteorologickej stanice Hurbanovo, ktorá je považovaná za reprezentatívnu pre oblasť Podunajskej nížiny. Podľa obidvoch emisných scenárov boli vytvorené rady denných hodnôt globálneho žiarenia, teploty vzduchu a atmosférických zrážok pre obdobie 2001 – 2100. Kanadský model CGCM3.1 predstavuje novú generáciu prepojených atmosféricko-oceánických modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry a oceánov so zabudovanými zmenami chemizmu atmosféry, kontinentálneho povrchu a plávajúceho morského ľadu. Výstupy denných priemerov a extrémov teploty vzduchu a denných úhrnov zrážok boli otestované na referenčnom rade meraní v období 1961 – 1990 na viacerých staniách na Slovensku s doteraz najlepším výsledkom zo všetkých 15 použitých modelov GCM na Slovensku od roku 1995. Štatistická modifikácia výstupov CGCM3.1 iba nepatrne zmenila hodnoty údajov, tak je predpoklad, že sa nenarušila vnútorná fyzikálna konzistentnosť medzi rôznymi prvkami. To umožňuje úspešné súčasné použitie denných hodnôt potrebných premenných, napríklad pri výpočte denných súm potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie. Štatistická štruktúra (distribučná krivka) denných údajov teploty a vlhkosti vzduchu, zrážok a slnečnej radiácie poskytuje po downscalingu reálne možný výskyt aktuálneho počasia na jednotlivých staniách až do roku 2100 (LAPIN A INÍ., 2006, 2009).

Reprezentatívny pôdny profil bol vybraný na základe štatistickej analýzy hydrofyzikálnych vlastností pôd Žitného ostrova (NOVÁKOVÁ, 1996). Každý horizont pôdneho profilu bol charakterizovaný zrnitosťným zložením, parametrami retenčnej čiary, nasýtenou hydraulickou vodivosťou, obsahom humusu a pomerom C : N.

Plodiny (kukurica siata na zrno, jačmeň jarný, lucerna siata, pšenica letná forma ozimná, kapusta repková pravá forma ozimná, repa cukrová, ľuľok zemiakový a hrach siaty) boli usporiadané do 10-ročných oševných postupov s rôznymi variantmi hnojenia a závlahy. V simuláciách so závlahou boli závlahové dávky aplikované v automatickom závlahovom režime pri poklese zásoby pôdnej vody v koreňovej zóne plodiny pod 50 % využiteľnej vodnej kapacity (VVK). Začiatok a koniec závlahovej sezóny bol definovaný vývojovou fázou plodiny. Cieľom nebolo pokrytie vlhovej potreby plodiny počas jej celého vegetačného obdobia, ale len v dôležitých fázach tvorby hospodárskej úrody.

Produkčná účinnosť využitia vody WUE [kg.mm⁻¹] bola vypočítaná z výsledkov simulácií podľa vzťahu:

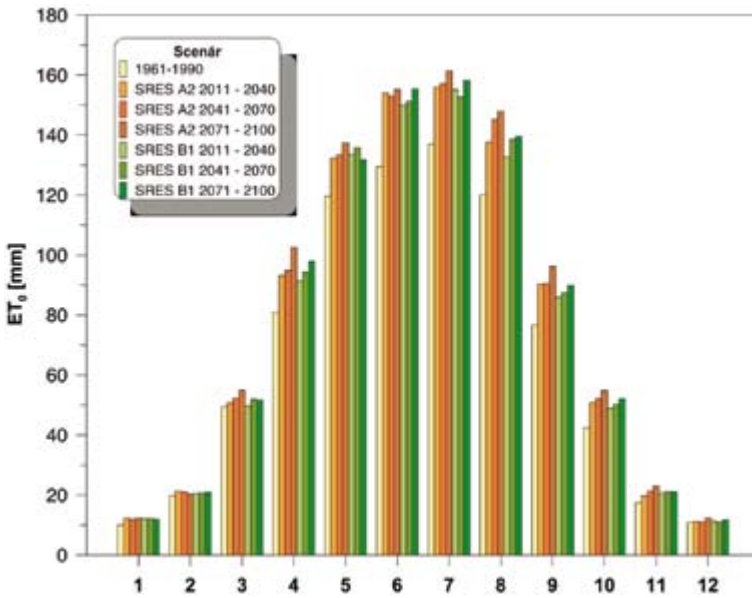
$$WUE = \frac{Y}{ET}$$

kde Y je hospodárska úroda plodiny [kg.ha⁻¹] a ET je aktuálna evapotranspirácia plodiny od sejby do zberu [mm].

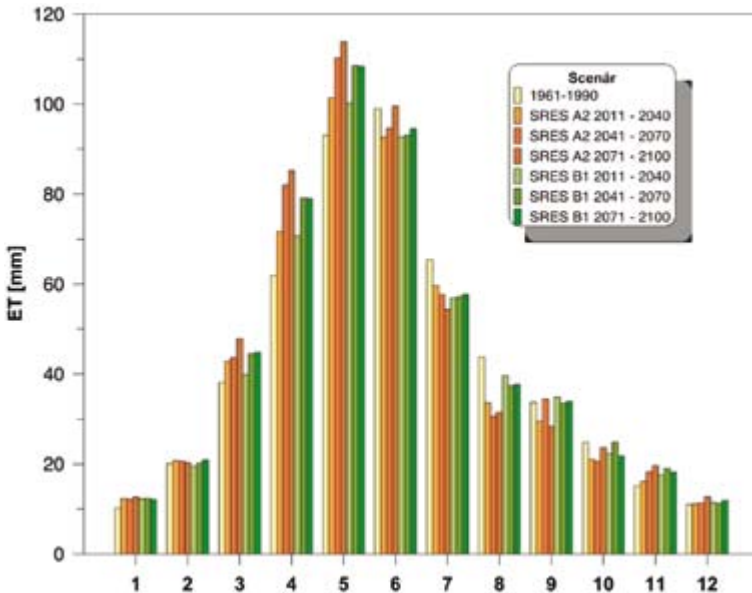
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na nížinách bez vplyvu hladiny podzemnej vody sú atmosférické zrážky hlavnou príjmovou zložkou vodnej bilancie poľnohospodárskej krajiny. Hlavnou výdajovou zložkou sú potom výpar a transpirácia porastov. Podľa scenárov SRES A2 a B1 sa v období 2071 – 2100 zvýšia v oblasti Hurbanova ročné úhrny atmosférických zrážok o 36 %, resp. o 25 % v porovnaní s obdobím 1961 – 1990. Najväčšie zvýšenie sa prejaví v chladnejších mesiacoch roka – od septembra po máj, v lete sa predpokladá iba malá zmena mesačných úhrnov v porovnaní s referenčným obdobím 1961 – 1990 (od -4 % do +10 % pri B1 a od -19 % do +13 % pri A2). Ročné úhrny referenčnej evapotranspirácie ET₀ a maximálnej evapotranspirácie konkrétnej plodiny ET_{max}, ktorá predstavuje vlhovou potrebu danej plodiny, do konca storočia postupne zvýšia o 15 % (B1) a 19 % (A2) v porovnaní s obdobím 1961 – 1990 (Obr. 1). Nárast ET₀ bol vypočítaný hlavne pre letné mesiace. Ročné úhrny aktuálnej evapotranspirácie ET sa zvýšia o 4 % (B1), resp. 3 % (A2). Podľa mesačných hodnôt možno očakávať nárast ET hlavne v jarných mesiacoch, kým v letných mesiacoch možno očakávať pokles ET (Obr. 2). V dôsledku toho sa v období od júna do októbra významne zvýšia hodnoty deficitu evapotranspirácie ET_{max} - ET (Obr. 3) a poklesnú hodnoty relatívnej evapotranspirácie ET/ET₀. Je to následkom zvýšeného rozdielu medzi príjmom vody z atmosférických zrážok a požiadavkami na výpar a transpiráciu. Najvýraznejšie sa to podľa obidvoch scenárov prejaví v auguste (Obr. 4).

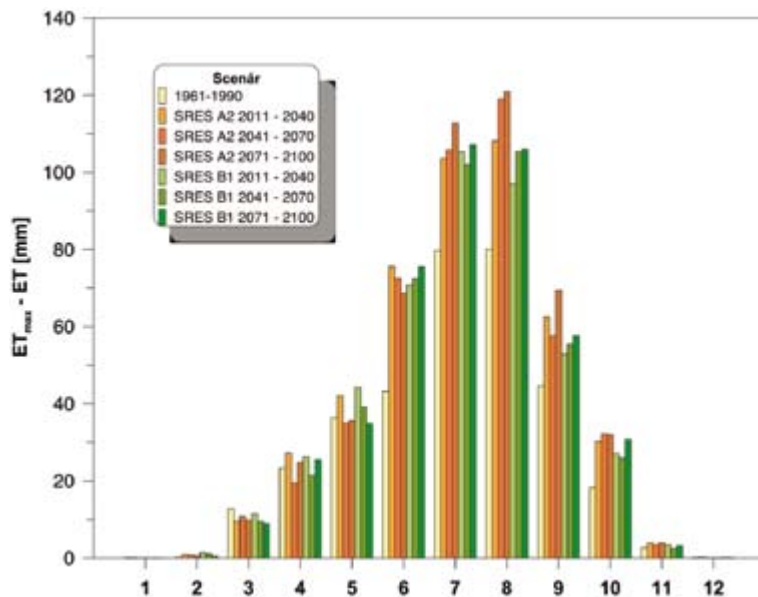
Obr. 1 Priemerné mesačné úhrny ET_0 v Hurbanove v období 1961 – 1990 a podľa scenárov SRES A2 a B1



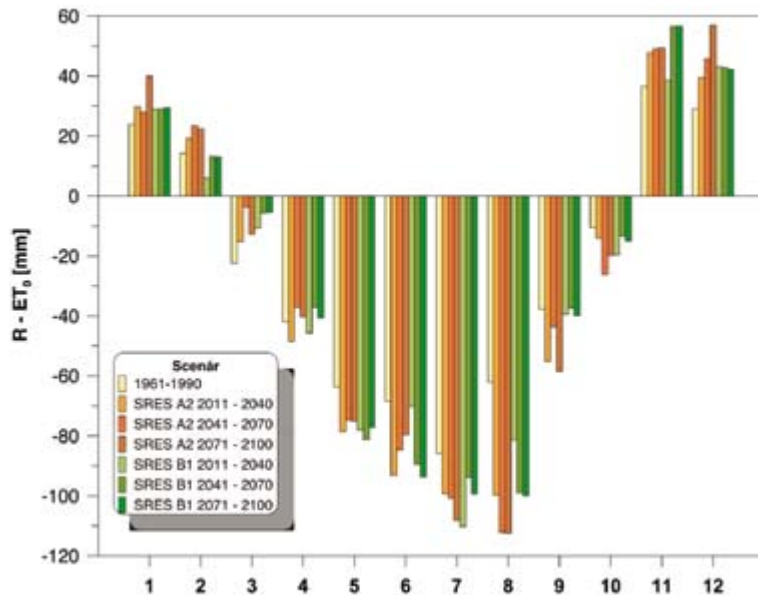
Obr. 2 Priemerné mesačné úhrny ET v Hurbanove v období 1961 – 1990 a podľa scenárov SRES A2 a B1



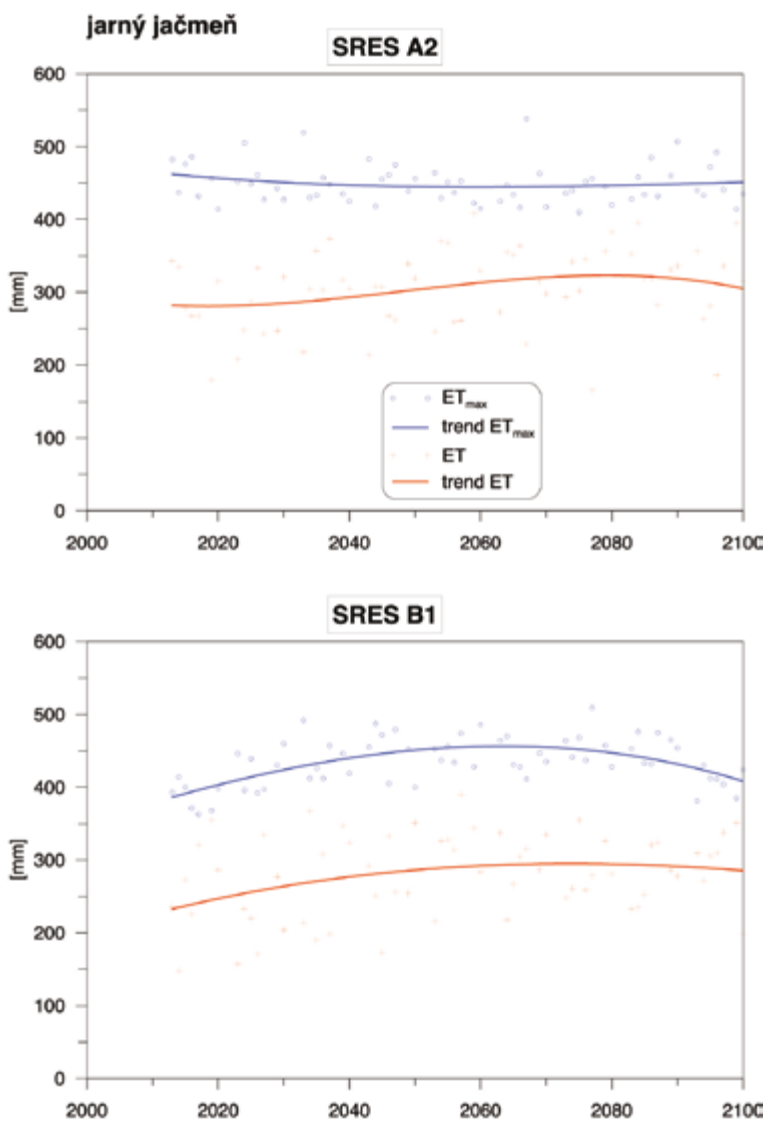
Obr. 3 Priemerné mesačné úhrny $ET_{max} - ET$ [mm] v Hurbanove v období 1961 – 1990 a podľa scenárov SRES A2 a B1



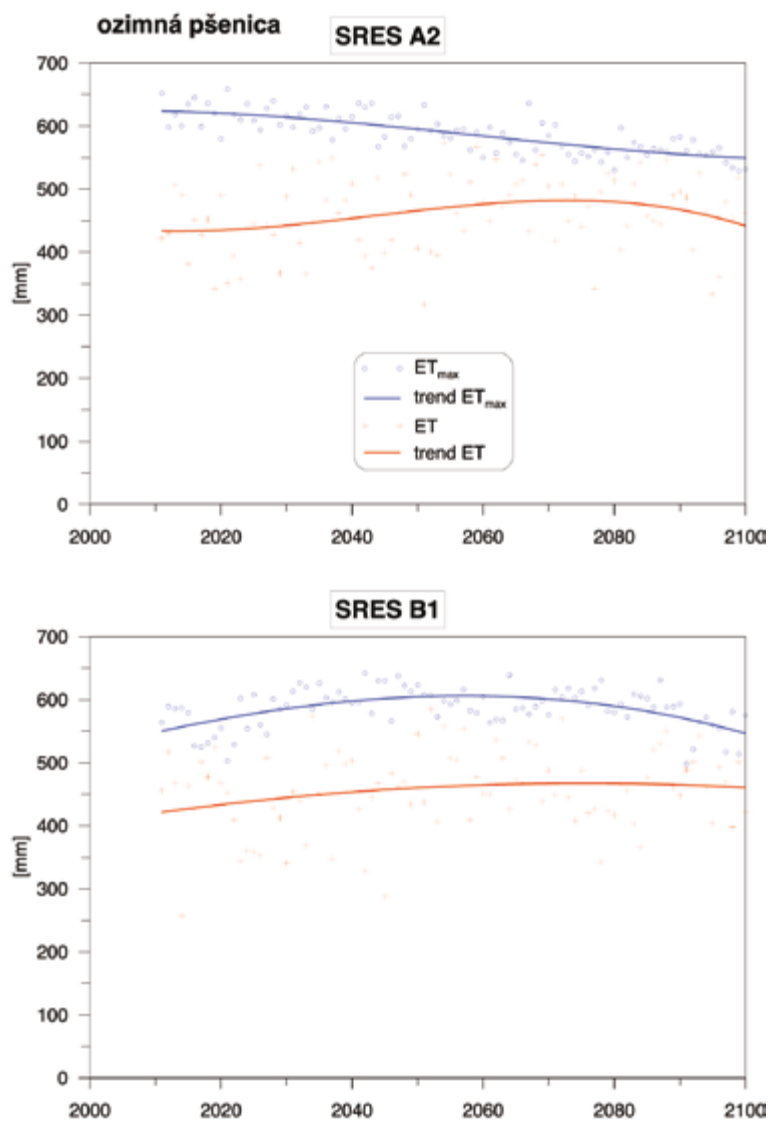
Obr. 4 Priemerné mesačné úhrny $R - ET_0$ [mm] v Hurbanove v období 1961 – 1990 a podľa scenárov SRES A2 a B1



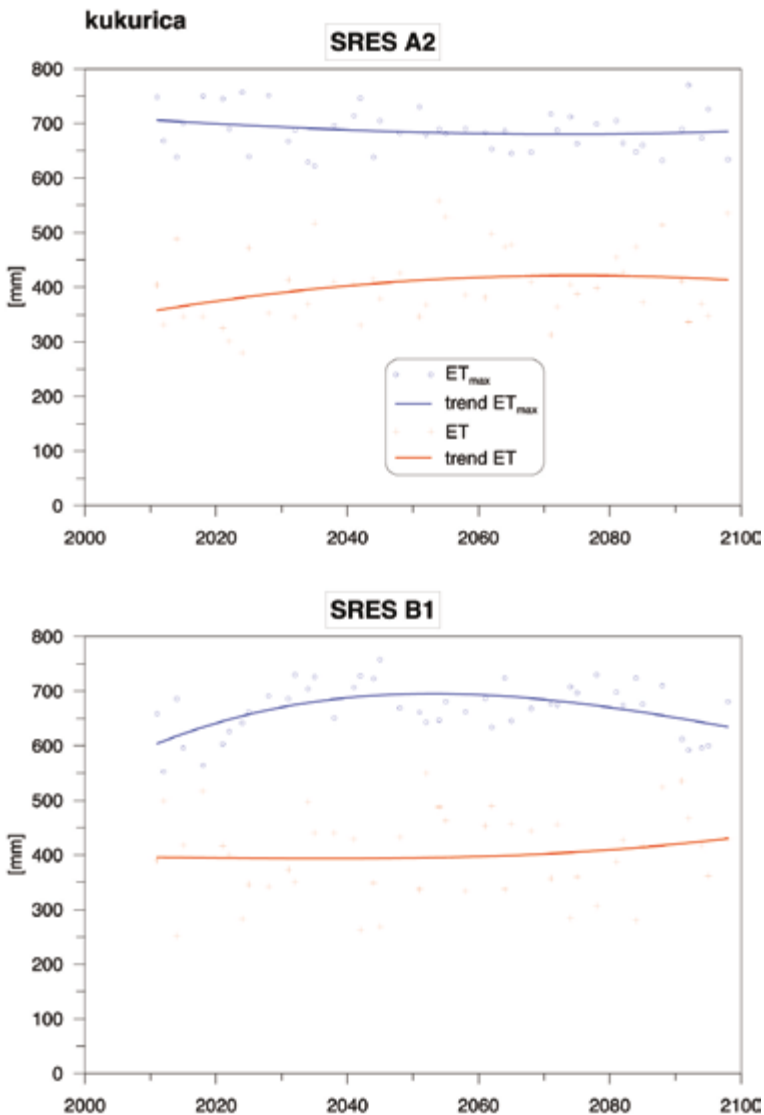
Obr. 5 Vývoj vlahovej potreby ET_{max} a aktuálnej evapotranspirácie ET [mm] jačmeňa jarného od sejby do zberu podľa scenárov SRES A2 a B1



Obr. 6 Vývoj vlhovej potreby ET_{max} a aktuálnej evapotranspirácie ET [mm] ozimnej pšenice od sejby do zberu podľa scenárov SRES A2 a B1



Obr. 7 Vývoj vlahovej potreby ET_{max} a aktuálnej evapotranspirácie ET [mm] kukurice od sejby do zberu podľa scenárov SRES A2 a B1



Tab. 1 Priemerné úhrny $ET_{max} - ET$ [mm] od sejby do zberu vybraných poľných plodín v Hurbanove v období 1961 – 1990 a podľa scenárov SRES A2 a B1

Plodina	Obdobie	Scenár	
		SRES A2	SRES B1
Jarný jačmeň	1961 – 1990	164	
	2011 – 2040	164	159
	2041 – 2070	141	154
	2071 – 2100	130	153
Ozimná pšenica	1961 – 1990	187	
	2011 – 2040	168	139
	2041 – 2070	121	129
	2071 – 2100	95	125
Repka olejná	1961 – 1990	163	
	2011 – 2040	176	138
	2041 – 2070	120	138
	2071 – 2100	112	136
Kukurica na zrno	1961 – 1990	219	
	2011 – 2040	313	254
	2041 – 2070	259	276
	2071 – 2100	278	269
Cukrová repa	1961 – 1990	329	
	2011 – 2040	411	318
	2041 – 2070	457	378
	2071 – 2100	484	368
Zemiaky (poloneskoré)	1961 – 1990	239	
	2011 – 2040	372	255
	2041 – 2070	318	336
	2071 – 2100	344	319

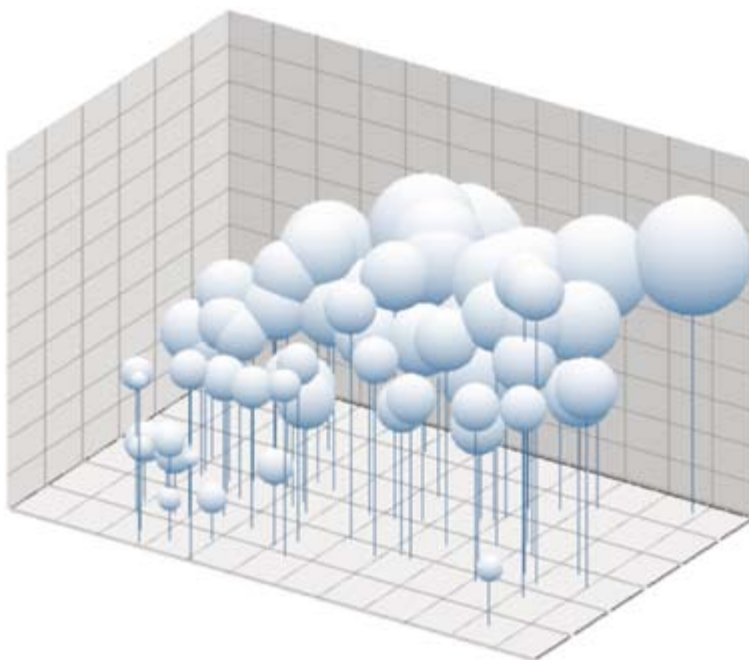
Na druhej strane, vzhľadom na rýchlejšie dozrievanie plodín a skrátenie ich vegetačného obdobia v dôsledku zvýšených teplôt sa po počiatočnom náraste celková vlahová potreba plodín ku koncu storočia zníži. Naopak, ET sa mierne zvýši, len pri obilninách podľa scenára SRES A2 po období nárastu na konci hodnoteného obdobia opäť mierne poklesne (Obr. 5 – 7).

Na základe týchto výsledkov je podľa oboch scenárov zrejмый rozdiel vo vlahovej zabezpečení medzi jarnými a letnými plodinami. Kým hodnoty relatívnej evapotranspirácie v období od sejby do zberu plodín sa pri plodinách s vegetačným obdobím na jar budú postupne zvyšovať, pri plodinách s vegetačným obdobím v letných mesiacoch budú klesať. Naopak, hodnoty deficitu evapotranspirácie sa v porovnaní s referenčným obdobím pri jarných plodinách znížia, kým pri letných plodinách budú vyššie ako v referenčnom období (Tab. 1).

Vodný stres môže byť v podmienkach zmeny klímy čiastočne kompenzovaný zvýšenou

produkčnou účinnosťou využitia vody **WUE** v dôsledku zvýšenej koncentrácie CO_2 v atmosfére (IPCC, 2007). Podľa výsledkov simulácií možno očakávať v interakcii zvýšenej koncentrácie CO_2 v atmosfére pri vyšších zrážkových úhrnoch zvýšenie **WUE** jarného jačmeňa (Obr. 8). Pri ozimnej pšenici bol tento efekt čiastočne prekrytý ďalšími faktormi. Vzhľadom na dlhšie trvanie vegetačného obdobia sa výraznejšie prejavilo rozdelenie zrážok vo vegetačnom období ozimnej pšenice.

Obr. 8 *Závislosť produkčnej účinnosti využitia vody **WUE** [$\text{kg}\cdot\text{mm}^{-1}$] jarným jačmeňom od koncentrácie CO_2 v atmosfére a úhrnu atmosférických zrážok za obdobie od sejby do zberu podľa scenára SRES A2*



Na rozdiel od obilnín je pri kukurici zrejماً závislosť **WUE** od zrážkovými úhrnov, závislosť od koncentrácie CO_2 v atmosfére nebola preukázaná. Dôsledkom toho je postupné zníženie **WUE**, ktoré je výraznejšie podľa scenára SRES A2. Naopak, výsledky výpočtov pre obilniny vykazujú podľa scenára SRES A2 významné zvýšenie **WUE** (Tab. 2). Pri štatistickej analýze výsledkov podľa scenárov bola zistená vyššia variabilita hodnôt **WUE** pre všetky plodiny v porovnaní s obdobím 1961 – 1990.

Tab. 2 Priemerná produkčná účinnosť využitia vody [kg.mm⁻¹] vybraných plodín v Hurbanove v období 1961 – 1990 a podľa scenárov SRES A2 a B1

Plodina	Obdobie	Scenár	
		SRES A2	SRES B1
Jarný jačmeň	1961 – 1990	12,4	
	2011 – 2040	11,5	11,4
	2041 – 2070	13,6	12,6
	2071 – 2100	15,0	12,3
Ozimná pšenica	1961 – 1990	10,6	
	2011 – 2040	9,6	10,9
	2041 – 2070	13,1	11,7
	2071 – 2100	14,6	11,2
Kukurica na zrno	1961 – 1990	15,2	
	2011 – 2040	13,3	14,7
	2041 – 2070	12,4	14,7
	2071 – 2100	10,4	13,5

Tab. 3 Priemerný počet dní s vodným stresom v Hurbanove v období 1961 – 1990 a podľa scenárov SRES A2 a B1

Plodina	Obdobie	Scenár	
		SRES A2	SRES B1
Jarný jačmeň	1961 – 1990	27	
	2011 – 2040	26	31
	2041 – 2070	21	24
	2071 – 2100	19	26
Ozimná pšenica	1961 – 1990	33	
	2011 – 2040	30	29
	2041 – 2070	21	22
	2071 – 2100	18	24
Kukurica na zrno	1961 – 1990	40	
	2011 – 2040	53	48
	2041 – 2070	42	47
	2071 – 2100	43	48

Nedostatok vody v pôde počas vegetačného obdobia má za následok zníženú evapotranspiráciu a následne fotosyntézu, čo sa prejavuje znížením úrody. Podľa výsledkov simulácií priemerný počet dní straty produkcie v dôsledku vodného stresu pri plodinách s vegetačným obdobím v jarných mesiacoch sa postupne zníži (Tab. 3), aj keď získané výsledky vykazujú vyššiu variabilitu. Naopak, pri plodinách s vegetačným obdobím v letných mesiacoch bude počet dní s vodným stresom podľa oboch scenárov vyšší ako v období 1961 – 1990, pričom variabilita poklesne.

ZÁVERY

Podľa výsledkov simulácií vykonaných modelom DAISY podľa scenárov SRES A2 a B1 sa ročné úhrny referenčnej evapotranspirácie ET_0 a vlahovej potreby plodín ET_{max} do konca storočia postupne zvýšia o 15 % (B1) a 19 % (A2) v porovnaní s obdobím 1961 – 1990. Vzhľadom na rýchlejšie dozrievanie plodín a skrátenie ich vegetačného obdobia v dôsledku zvýšených teplôt sa celková vlahová potreba jednotlivých plodín ku koncu storočia zníži. Aktuálna evapotranspirácia sa za obdobie od sejby do zberu plodín mierne zvýši.

Na základe interakcie zvýšenej koncentrácie CO_2 v atmosfére a vyšších zrážkových úhrnov je možné predpokladať zvýšenie produkčnej účinnosti využitia vody jarným jačmeňom a ozimnou pšenicou. Výsledky získané pre kukuricu naznačujú opačný trend.

Vlahová zabezpečenosť plodín s vegetačným obdobím v jarných mesiacoch sa podľa vypočítaných priemerných hodnôt zlepši, zvýši sa však variabilita. Naopak, vlahová zabezpečenosť plodín s vegetačným obdobím v letných mesiacoch sa zhorší.

Režim evapotranspirácie veľmi citlivo reaguje aj na režim denných úhrnov zrážok, ktorý je v najnovších modelových výstupoch dosť odlišný v jednotlivých uzlových bodoch okolo Slovenska (zrejme, kvôli vplyvu detailnejšej orografie). Preto bude potrebné v ďalšom spracovaní brať ohľad aj na tieto faktory a pre jednotlivé lokality vyberať najvhodnejší výstup modelu pri úhrnoch zrážok.

LITERATÚRA

- HANSEN, S. 2000. *DAISY, a Flexible Soil – Plant – Atmosphere System Model. Equation Section 1*. Copenhagen: The Royal Veterinary and Agricultural University. 47 p.
- HANSEN, S. – JENSEN, H. E. – NIELSEN, N. E. – SVENDSEN, H. 1990. *DAISY – A Soil Plant System Model. Danish simulation model for transformation and transport of energy and matter in the soil–plant–atmosphere system*. Copenhagen: National Agency for Environmental Protection, 1990. 272 p. ISBN 87–503–8790–1.
- IPCC 2007. *Climate Change 2007 – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978 0521 88009–1
- IPCC 2007. *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978 0521 88010–7
- KOS, Z. 1970. *Simulation Models of Water Supply for Irrigation in Water Resources Systems*, ICID Bulletin, 19 (1), p. 7–52.
- LAPIN, M. – MELO, M. – DAMBORSKÁ, I. – VOJTEK, M. – MARTINI, M. 2006. *Physically and Statistically Plausible Downscaling of Daily GCMs Outputs and Selected Results*. Acta Met. Univ. Comenianae, Vol. 34, p. 35–57.
- LAPIN, M. – GERA, M. – HRVOL, J. – MELO, M. – TOMLAIN, J. 2009. *Possible Impacts of Climate Change on Hydrologic Cycle in Slovakia and Results of Observations in 1951–2007*. Biologia, 64/3, p. 454–459.
- NOVÁK, V. 1996. *Vplyv očakávaných klimatických zmien na bilanciu vody v pôde a produkciu biomasy na Slovensku*. Projekt Country Study SR. Bratislava: SHMÚ, ÚH SAV. 14 s.
- NOVÁKOVÁ, K. 1996. *Hydrofyzikálne vlastnosti pôd Žitného ostrova*. Vedecké práce Výskumného ústavu závlahového hospodárstva v Bratislave č. 22. Bratislava: VÚZH, 1996, s. 127–140. ISBN 80–85755–02–5.
- STEHLIOVÁ, K. 2007. *Assessment of the soil water storage with regard to prognosis of the climate change at lowlands*. Cereal Research Communications, vol. 35, no. 2, p. 1093–1096.
- ŠÍŠKA, B. – TAKÁČ, J. 2008. *Klimatická zmena a poľnohospodárstvo Slovenskej republiky. Dôsledky, adaptačné opatrenia a možné riešenia*. Štúdiá Slovenskej bioklimatologickej spoločnosti SAV XXIV, roč. 21, SBkS, Zvolen, 67 s.
- ŠÍŠKA, B. – TAKÁČ, J. 2009. *Drought Analyse of Agricultural Regions as Influenced by Climatic Conditions in the Slovak Republic*. Időjárás, vol. 113, no. 1–2, p. 135–143. ISSN 0324–6329.
- TAKÁČ, J. 2003. *Dôsledky klimatickej zmeny na režim vlhkosti pôdy podľa scenárov CCCMprep a GISSprep*. In: Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda – rastlina – atmosféra. Zborník referátov z XI. posterového dňa s medzinárodnou účasťou. Bratislava: ÚH – GFÚ SAV, 2003, s. 409–417.
- TAKÁČ, J. – KOŠČ, V. 1995. *Nenasýtená zóna a poľnohospodárstvo*. Záverečná správa za podporný projekt k projektu PHARE/EC/WAT/1 Danubian Lowland Ground Water Model. Bratislava: VÚZH, 1995. 64 s.

- TOMLAIN, J. 1997. *Modelový výpočet dôsledkov očakávanej zmeny klímy na obsah vody v pôde na Slovensku*. In Národný klimatický program SR, 7/97, MŽP SR a SHMÚ, Bratislava, 1997, s. 68–83, ISBN 80–88907–02–0.
- TUBIELLO, F. N. – DONATELLI, M. – ROSENZWEIG, C. – STOCKLE, C. O. 2000. *Effects of Climate Change and Elevated CO₂ on Cropping Systems: Model Predictions at Two Italian Locations*. *European Journal of Agronomy* 13 (2000) 179–189.
-

GEOGRAFICKÁ DATABÁZA VSTUPOV O POČASÍ, PÔDE, VYUŽÍVANÍ KRAJINY PRE MODEL ROTH C

GEOGRAPHICAL DATABASE OF ROTH C MODEL INPUTS ON WHEATER, SOIL, AND LAND USE

Zuzana TARASOVIČOVÁ¹, Martina NOVÁKOVÁ¹, Rastislav SKALSKÝ¹,
Juraj BALKOVIČ^{1,2}

¹Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 821 73 Bratislava,
e-mail: z.tarasovicova@vupop.sk

²Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra pedológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

Abstrakt

Zásoby pôdneho organického uhlíka (POH) a jeho dynamika má význam pri regulácii emisií a sekvestracii skleníkových plynov. Bežným spôsobom odhadu dynamiky zásob POH na národnej úrovni je využitie simulačných modelov. Jedným z najčastejšie používaných modelov na modelovanie dynamiky zásob POH je model RothC. Uvedený model je uvažovaný ako nástroj hodnotenia zmien v zásobách POH v poľnohospodárskych pôdach Slovenska v období rokov 1970–2007. V predkladanom článku stručne popisujeme postup prípravy geograficky reprezentovaných vstupov pre model RothC. Na vybraných príkladoch prezentujeme vytvorené geografické údaje o počasi, pôde, krajinnej pokrývke a využívaní krajiny, ktoré charakterizujú poľnohospodárske pôdy Slovenska.

Kľúčové slová: modelovanie zásob organického uhlíka v pôde, poľnohospodárske pôdy Slovenska

Abstract

Soil organic carbon (SOC) stock and its dynamic play important role in regulation of the the greenhouse gasses emission and sequestration. Using of the process-based models is the common way how to estimation the SOC stock dynamics on national-level. One of the widely used SOC dynamics models is the RothC model. The RothC model has been suggested to predict the SOC stock change in the 1970 -2007 period over the agricultural land of Slovakia. In the article we briefly describe the procedures of geographical input data preparation for the model. On selected examples we present the final geographical data on weather, soil and land cover/land use for agricultural land of Slovakia.

Keywords: soil organic carbon stock modelling, agricultural soils of Slovakia

ÚVOD

Pôdna organická hmota zohráva významnú úlohu vo viacerých pôdnych procesoch. Je hlavným zdrojom organického uhlíka v pôde. Pôdny organický uhlík je dôležitým komponentom celkového cyklu uhlíka a aj malé zmeny jeho zásob v pôde môžu vplývať na koncentráciu skleníkových plynov v atmosfére. Pôda je tiež zdrojom emisií skleníkových plynov ako napríklad CO_2 alebo CH_4 . Zároveň však môže byť úložiskom pre atmosferický CO_2 pomocou sekvestrácie uhlíka v pôdnej organickej hmote. Problematike pôdneho organického uhlíka je preto dôležité venovať pozornosť v enviromentálnom výskume (HOUGHTON, 1991; IZAURRALDE A INÍ, 2001; WATSON A INÍ, 2000).

Zásoby organického uhlíka v pôde sú silne ovplyvňované vlastnosťami pôdy ako zrnitosť, pH a vodná bilancia pôdy. Tiež je ovplyvňovaný inými enviromentálnymi faktormi ako je klíma a činnosť človeka v krajine (napr. JONES A INÍ, 2005).

Zásoby organického uhlíka v pôde a ich dynamika súvisí s prirodzenými aj antropogennými faktormi, ktoré môžu byť študované priamymi aj nepriamymi metódami. Medzi priame metódy patrí pôdne vzorkovanie, laboratórne merania zásob celkého organického uhlíka, ktoré sú obvykle aplikované na veľkosť parcely (napr. Čiastkový monitorovací systém – pôd Slovenska, KOBZA A INÍ, 2002). Nepriame metódy či už krátkodobého alebo dlhodobého predpovedania zásob organického uhlíka v pôde sú založené na jeho modelovaní pomocou procesného modelu a príslušných údajov o krajine (napr. BARANČIKOVÁ A INÍ, 2005; BALKOVIČ A INÍ, 2005; CERRI A INÍ, 2007; EASTER A INÍ, 2007; LIU A INÍ, 2009).

Model RothC (COLLEMAN, JENKINSON, 2005) bol vyvinutý pre odhad a modelovanie dynamiky zásob organického uhlíka v pôde. Tento model bol použitý vo viacerých regionálnych štúdiách vo viacerých častiach sveta (napr. BARANČIKOVÁ A INÍ, 2005; SMITH A INÍ, 2006; CERRI A INÍ, 2007; EASTER A INÍ, 2007; LIU A INÍ, 2009). V nedávnej dobe bol model RothC validovaný na predpovedanie zásob organickej hmoty aj v podmienkach Slovenska (BARANČIKOVÁ, POSPÍŠILOVÁ, 2006; BARANČIKOVÁ 2007).

Modelovanie zásob organického uhlíka v pôde je súčasťou riešenia projektu APVV-0333-06 „Modelovanie prognóz vývoja stavu pôdneho organického uhlíka na poľnohospodárskych pôdach Slovenska“. Model RothC je tu využívaný ako nástroj pre odhad vývoja priestorovej dynamiky zásob organického uhlíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska.

Cieľom tohto článku je prezentovať tvorbu vstupných údajov o klíme, pôde a využívaní krajiny pre aplikáciu modelu RothC v geografickom priestore. Dôraz pri tvorbe vstupných údajov bol kladený na využitie maximálneho množstva informácií o pôde a poľnohospodárskej krajine, ktoré sú dostupné z Informačného systému o pôde v správe Výskumného ústavu pôdozvedectva a ochrany pôdy v Bratislave.

MATERIÁL A METÓDY

Použitý model a nároky na vstupné údaje

Pre modelovanie zásob organického uhlíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska bola použitá verzia 26.3 modelu RothC (COLLEMAN & JENKINSON, 2005). Základné požiadavky modelu na vstupy sú:

- *klimatické údaje* – mesačné zrážky (mm), mesačná evapotranspirácia (mm), mesačná priemerná teplota vzduchu (°C),
- *pôdne údaje* – obsah ílu (%), obsah pôdneho organického uhlíka (%) a objemová hmotnosť pôdy ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) pre povrchovú vrstvu pôdy (0–20 cm),
- *údaje o vstupoch organického uhlíka* – mesačné vstupy uhlíka z rastlinných zvyškov a organického hnojenia v $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Vzhľadom na požiadavky modelovania je potrebné, aby všetky vstupy boli organizované v podobe priestorových simulačných jednotiek (polygóny), ktorých územný rozsah zodpovedá územiu poľnohospodárskych pôd Slovenska. Priestorové simulačné jednotky musia reprezentovať s ohľadom na požadované vstupy vnútorne homogénne priestorové jednotky.

Vstupné údaje

Hlavný zdroj klimatických údajov pre poľnohospodárske pôdy Slovenska predstavuje sieť klimatických staníc Slovenského Hydrometeorologického Ústavu. Bolo použitých celkom 72 klimatických staníc, ktoré charakterizujú poľnohospodársky využívané územie Slovenska (NOVÁKOVÁ, 2007). Klimatické údaje obsahujú denné hodnoty solárnej radiácie, minimálnu a maximálnu teplotu, tlak vodných pár, rýchlosť vetra a sumu zrážok (údaje sú pre väčšinu klimatických staníc merané od roku 1970).

Základný zdroj údajov o morfológických a analytických vlastnostiach poľnohospodárskych pôd Slovenska predstavujú pôdne sondy KPP (výberové sondy), cf. NĚMEČEK A INÍ, (1967), LINKĚŠ A INÍ, (1988). Údaje o výberových sondách sú dostupné v digitálnej podobe z Digitálnej databázy výberových sond KPP (KPP-DB) (LINKĚŠ A INÍ, 1988; SKALSKÝ A BALKOVIČ, 2002). KPP-DB obsahuje záznamy o celkom 16.363 pôdnych profiloch popísaných a vzorkovaných v rokoch 1961–1970. Údaje KPP-DB sú vzťahované k pôdnemu profilu ako celku (všeobecné údaje o identifikácii, lokalizácii a klasifikácii pôdy) a k jednotlivým horizontom pôdneho profilu (morfológické a analytické údaje). Zo súčasnej verzie KPP-DB (SKALSKÝ, BALKOVIČ, 2002) sú priamo dostupné všetky pôdne charakteristiky vyžadované modelom RothC – percentuálny obsah ílu (fr. < 0.002 mm), percentuálny obsah organického uhlíka (C_{org}) a objemová hmotnosť pôdy ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$).

LPIS (Land parcel identification system) údaje (PPA, 2004) predstavujú základný zdroj údajov o krajinskej pokrývke a využívaní krajiny na Slovensku. LPIS obsahuje geografické údaje o priestorovej distribúcii poľnohospodársky využívaných parciel s informáciou o ich využívaní (typ využitia, pestované plodiny a iné).

Základný zdroj údajov o zberových plochách, úrodách pestovaných plodín a spotrebe maštalného hnoja v poľnohospodárstve predstavujú okresné štatistické údaje pre časové obdobie rokov 1990–2007 a tiež štatistiky na úrovni krajov a výrobných oblastí pre roky 1970–1981.

Spracovanie údajov

Pre potreby priestorovej reprezentácie vstupných údajov bol vytvorený grid s priestorovým rozlíšením 10 x 10 km, ktorý je harmonizovaný s celoeurópskym geografickým gridom, http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/reference_grids/reference_grids.cfm). Každá bunka gridu predstavuje jednu priestorovú simulačnú jednotku. Zároveň bunky gridu slúžili ako rámec pre analýzu vstupných údajov. Každá bunka gridu bola na základe údajov LPIS zároveň charakterizovaná informáciou o plošnom zastúpení ornej pôdy a trvalých trávnych a informáciou o plošne dominantnej triede krajinej pokrývky.

Potenciálna evapotranspirácia bola pre každú klimatickú stanicu vypočítaná pomocou rovnice Penmana a Monteitha z denných klimatických údajov. Priemerná denná teplota bola vypočítaná z dennej minimálnej a maximálnej teploty. Denné klimatické údaje (priemerná teplota, potenciálna evapotranspirácia a zrážky) boli interpolované do gridu s priestorovým rozlíšením 10 x 10 km pomocou modifikovanej metodiky európskeho systému CGMS (NOVÁKOVÁ 2007).

V rámci každej bunky gridu boli všetky pôdne sondy klasifikované podľa krajinej pokrývky (orná pôda, trávny porast), zrnitosti pôdy (pôdy ľahké, stredne ťažké a ťažké) a podľa obsahu organického uhlíka (tri, resp. štyri triedy samostatne pre každú triedu krajinej pokrývky). Pre každú bunku gridu bola následne identifikovaná dominantná trieda pôdných profilov. Z údajov o povrchovom horizonte všetkých sond dominantnej triedy boli vypočítané priemerné hodnoty obsahu organického uhlíka (%), obsahu ílu (%) a objemovej hmotnosti (g/cm^3). Pre potreby hodnotenia dôveryhodnosti odhadnutých hodnôt boli zaznamenané niektoré ďalšie informácie (celková početnosť sond v bunke, percento početnosti dominantnej triedy z celkovej početnosti).

Údaje o vstupoch organického uhlíka boli interpretované samostatne pre obdobie rokov 1970–1994 a samostatne pre obdobie rokov 1995–2007. Dôvodom takéhoto delenia bola zmena v hospodárení na poľnohospodárskej pôde po roku 1990 a zmena vo vyhraničení oficiálnych štatistických regiónov na Slovensku. Pre obdobie rokov 1970–1994 bolo územie Slovenska pomocou kombinácie produkčných oblastí (BENDA A INÍ, 1963) administratívnych celkov na úrovni krajov rozdelené na 12 produkčných regiónov. Pre obdobie 1995–2007 bolo územie Slovenska pomocou kombinácie produkčných oblastí (BENDA A INÍ, 1963) administratívnych celkov na úrovni okresov rozdelené na 142 produkčných regiónov. Výpočet vstupov uhlíka do pôdy z rastlinných zvyškov ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) vychádzal z priemerných úrod jednotlivých plodín pre obe uvádzané časové obdobia a publikovaných koeficientov (JURČOVÁ & BIELEK, 1997). Výber dominantných plodín v jednotlivých regiónoch vychádzali zo štatistických údajov. Vybrané boli plošne najzastúpenejšie plodiny, ktorých celková výmera dosahovala aspoň 70 % výmery poľnohospodárskej pôdy. Priemerná dávka maštalného hnoja aplikovaného v t/ha poľnohospodárskej pôdy bola vypočítaná zo štatistických údajov o spotrebe maštalného hnoja. Dávky maštalného hnoja (t/ha) boli prepočítané koeficientmi JURČOVEJ A BIELEKA (1997).

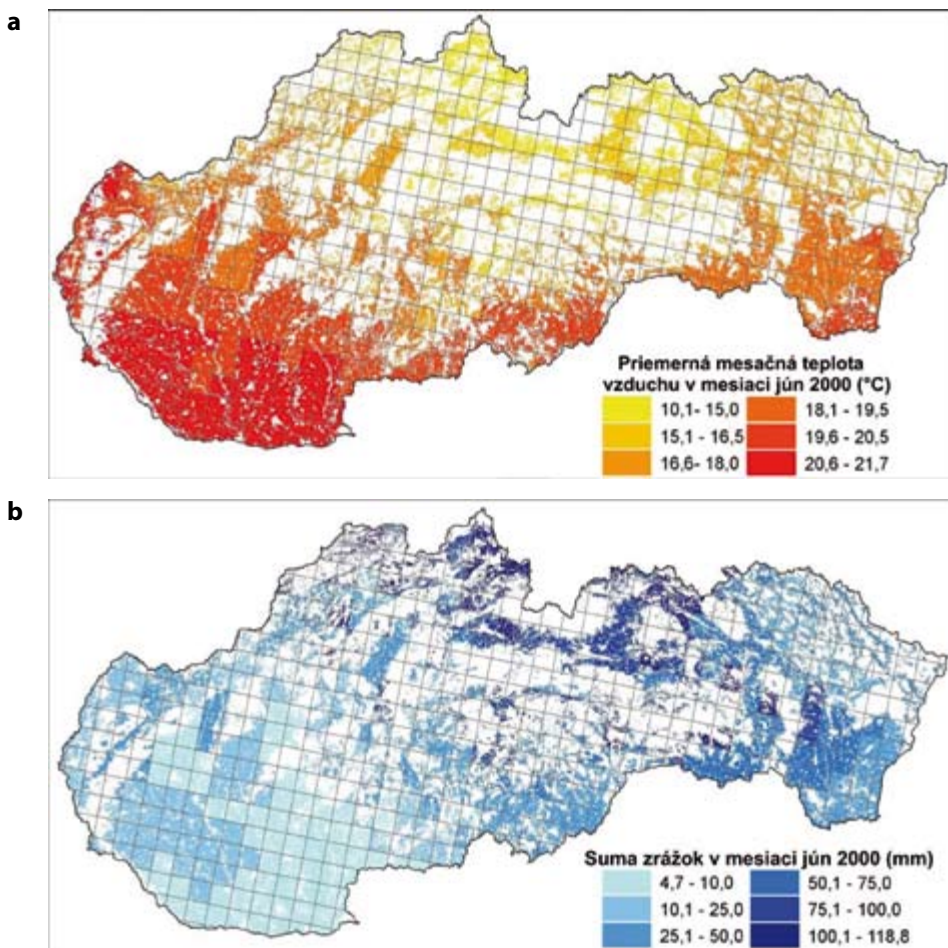
VÝSLEDKY A DISKUSIA

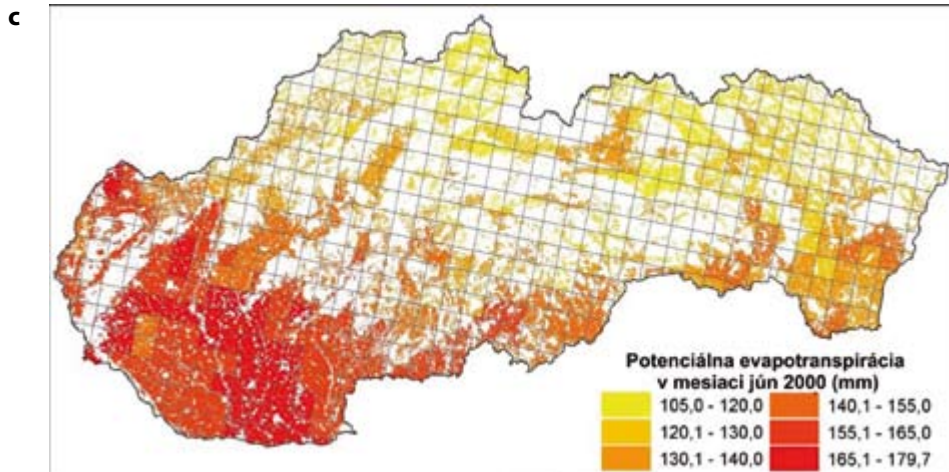
Výsledkom spracovania vstupných údajov bolo vytvorenie troch samostatných údajových vrstiev vo formáte ESRI Shape. Pomocou gridu s rozlíšením 10 x 10 km boli priestorovo reprezentované vstupné údaje o klíme, pôde a využívaní krajiny pre model RothC.

VSTUPY O POČASÍ

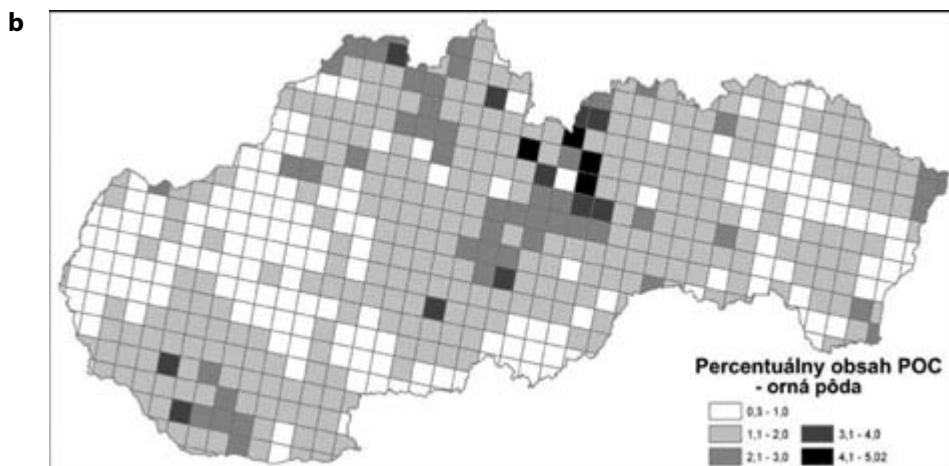
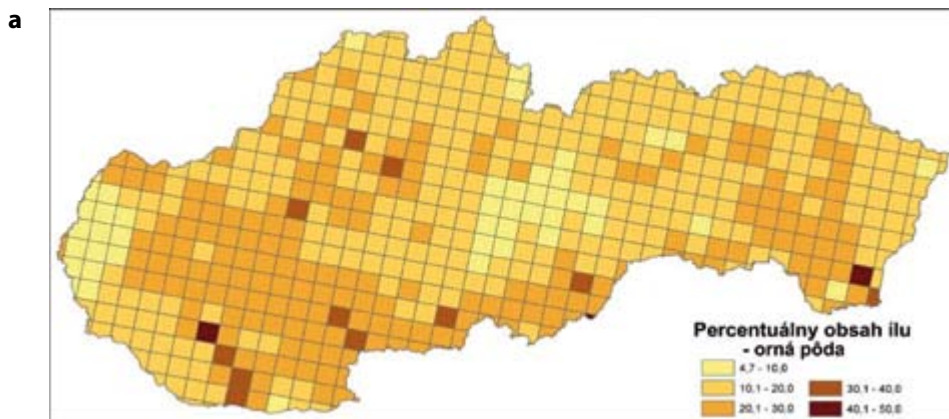
Databáza klimatických údajov obsahuje priemerné mesačné teploty vzduchu (°C), mesačný úhrn zrážok (mm) a mesačnú evapotranspiráciu (mm) špecifikovanú pre jednotlivé gridy s priestorovým rozlíšením 10 x 10 km a časové obdobie rokov 1970-2006. Príklady geografickej vizualizácie klimatických vstupov sú na obrázku 1.

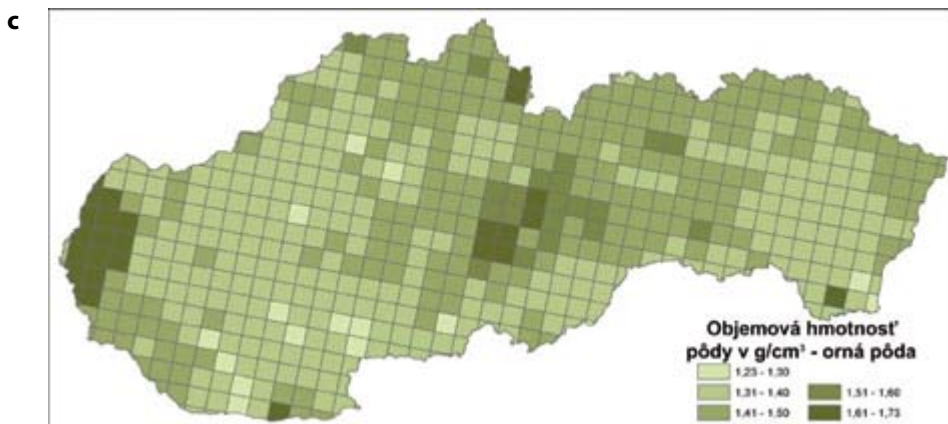
Obr. 1 Vizualizácia vybraných klimatických údajov a.) priemerná mesačná teplota vzduchu v mesiaci jún 2000 (°C); b.) suma zrážok v mesiaci jún 2000 (mm); c.) potenciálna evapotranspirácia v mesiaci jún 2000 (mm)



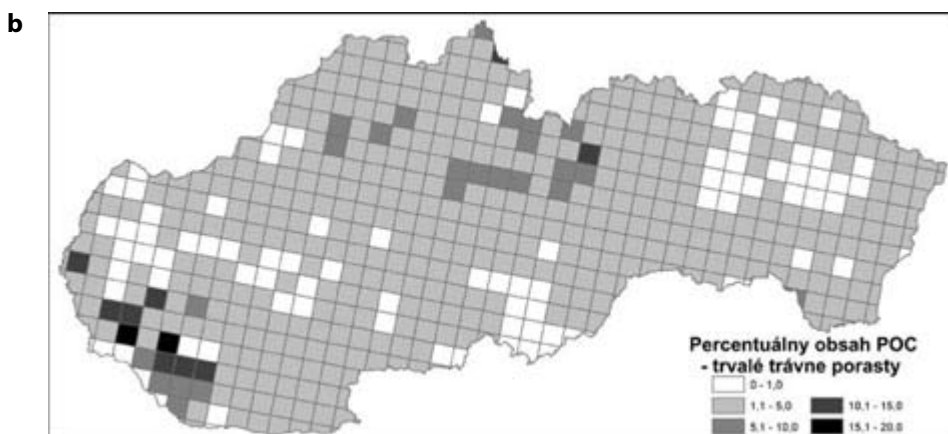
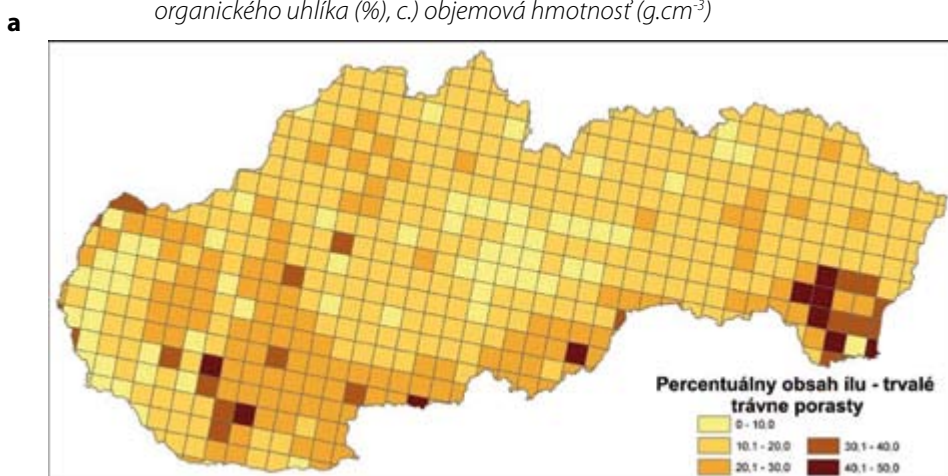


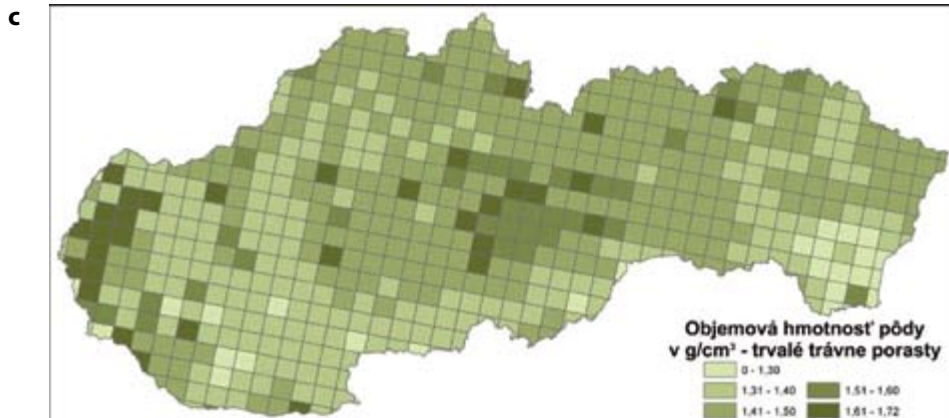
Obr. 2 Vizualizácia pôdnych vstupov – orná pôda: a.) obsah ílu (%), b.) obsah organického uhlíka (%), c.) objemová hmotnosť (g/cm^3)



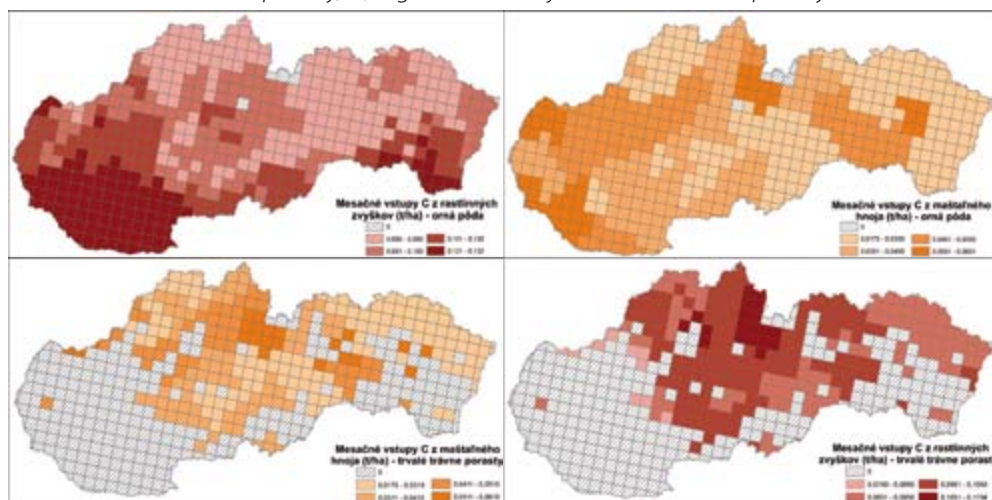


Obr. 3 Vizualizácia pôdnych vstupov – trvalé trávne porasty: a.) obsah ílu (%), b.) obsah organického uhlíka (%), c.) objemová hmotnosť (g.cm⁻³)





Obr.k 4 Priemerné mesačné vstupy uhlíka (t/ha) za časové obdobie 1970-2007 z a.) rastlinných zvyškov - orná pôda, b.) organického hnojenia – orná pôda, c.) rastlinných zvyškov – trvalé trávne porasty, d.) organického hnojenia – trvalé trávne porasty



Vstupy o pôde

Databáza údajových vstupov o pôde, t.j. obsah ílu (frakcia < 0.002 mm, %), obsah organického uhlíka v pôde (%) a objemová hmotnosť ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) pre jednotlivé gridy s rozlíšením 10 x 10 km bola vytvorená samostatne pre ornú pôdu a trvalé trávne porasty. Pôdne vstupy obsahujú tiež aj niektoré doplnkové štatistické charakteristiky, t.j. celková početnosť súboru, minimálna a maximálna hodnota charakteristiky, rozsah hodnôt charakteristiky, aritmetický priemer hodnôt charakteristiky a smerodajná odchýlka hodnôt charakteristiky od aritmetického priemeru. Na obrázku 2 a 3 sú zobrazené geografické pôdne vstupy.

Ako vidno z obrázka 3b vyšší percentuálny obsah POC je v pôdach, ktoré sú využívané ako trvalé trávne porasty. Medzi hodnotami percentuálneho obsah ílu a objemovej hmotnosti

pôdy v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (Obr. 2a, 2c, 3a a 3c) sú pri oboch využitia (orná pôda, trvalé trávne porasty) len veľmi malé rozdiely.

Vstupy uhlíka z rastlinných zvyškov a organického hnojenia

Databáza mesačných vstupov organického uhlíka z rastlinných zvyškov a organického hnojenia ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) pre časové obdobie rokov 1970–2007 obsahuje údaje špecifikované na jednotlivé výrobné oblasti v priestorom rozlíšení 10×10 km. Mesačné vstupy boli samostatne vypracované pre ornú pôdu a trvalé trávne porasty. Príklady priemerných mesačných vstupov z rastlinných zvyškov a organického hnojenia v t/ha za modelovacie obdobie rokov 1970–2007 sú znázornené na obrázku 4.

Priemerné mesačné vstupy organického uhlíka z rastlinných zvyškov sa na ornej pôde za modelovacie obdobie rokov 1970–2007 pohybovali od 0,060 do 0,132 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Obr. 4a). Priemerné mesačné vstupy uhlíka z organického hnojenia sú pri oboch využitíach rovnaké (Obr. 4b a 4d).

ZÁVER

Podľa požiadaviek modelu RothC-26.3 boli vytvorené geografické vstupné vrstvy v priestorovom rozlíšení 10×10 km, ktoré budú použité k predpovedaniu dynamiky vývoja zásob pôdneho organického uhlíka na národnej veľkosti. Použitý priestorový rámec pre geografickú reprezentáciu údajov zabezpečuje interoperabilitu modelovania vstupov/výstupov v celo-európskom priestore.

Použitý koncept organizácie priestorových vstupov pre model v geografickej databáze dobre reprezentuje požiadavky modelovania pôdneho organického uhlíka. Geografické údaje zobrazujú racionálny počet simulačných jednotiek platných pre aktuálne počítačové možnosti modelu implementovaného v modelovacom systéme.

Výsledky prezentované v tomto článku predstavujú prvý pokus o prípravu vstupov pre priestorové modelovanie zásob pôdneho organického uhlíka na národnej úrovni.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0333-06.

LITERATÚRA

- BALKOVIČ, J. – SCHMID, E. – BUJNOVSKÝ, R. – SKALSKÝ, R. – POLTÁRSKA, K. 2005. *Biophysical modelling for evaluating soil carbon sequestration potentials on arable land in the pilot area Baden–Württemberg (Germany)*. In Agriculture, vol. 52, 2005, no. 4, p. 169–176. ISSN 0551–3677.
- BARANČIKOVÁ, G. 2007. *Validácia modelu RothC na vybraných monitorovacích lokalitách pôd Slovenska*. In Vedecké práce 29. Bratislava: VÚPOP, 2007. s. 9–22. ISBN 978–80–89128–40–2. Available on internet: < http://www.vupop.sk/dokumenty/publikacie/vedecke_prace/VP29.pdf > April 2009 [cit. 2009–04–28].

- BARANČIKOVÁ, G. – VAN WESEMEAL, B. – LETTENS, S. – ROELANDT, C. 2005. *Application of RothC–26.3 model at the regional scale; A case study for Belgian agricultural soils*. In Zaujec, A., Bielek, P. et al. (eds.) *Humic Substances in Ecosystems* 6. Bratislava: SSCRI, 2005, p. 9–12.
- BARANČIKOVÁ, G. – POSPIŠILOVÁ, L. 2006. *Simulácia stavu pôdneho organického uhlíka na dlhotrvajúcom experimente za použitia modelu RothC.26–3*. In Šarapatka B., Bednář M. (eds.) *Pedogeneza a kvalitatívni zmeny pôd v podmínkach prírodných a antropicky ovplyvnených území*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2006, s. 97–102.
- BENDA, J. – BREZOVÁ, L. – HAMERNÍK, F. – KVIČALOVÁ, M. – MIČA, J. – SNIŽKOVÁ, S. – WEINEROVÁ, E. 1963. *Rajonizace zemědělské výroby v ČSSR. II. díl*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1963. 362 s.
- CERRI, C. E. P. – EASTER, M. – PAUSTIAN, K. – KILLIAN, K. – COLEMAN, K. – BERNOUX, M. – FALLON, P. – POWLSON, D. S. – BATJES, N. H. – MILNE, E. – CERRI, C. C. 2007. *Predicted soil organic stock and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030*. In *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 122, 2007, no.1, p. 58–72. ISSN 0167–8809.
- COLLEMAN, K. – JENKINSON, D. S. 2005. *RothC.26–3. A Model for the Turnover of Carbon in Soil. Model Description and Users Guide*. Rothamsted: IACR, 2005, 46 p. Available on internet: <http://www.rothamsted.bbsrc.ac.uk/aen/carbon/mod26_3win.pdf>, April 2009 [cit. 2009–04–27].
- EASTER, M., PAUSTIAN, K., KILLIAN, K. ET AL. 2007. *The GEFSOC soil carbon modelling system: A tool for conducting regional-scale soil carbon inventories and assessing the impacts of land use change on soil carbon*. In *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 122, 2007, no.1, p. 13–25. ISSN 0167–8809.
- European Reference Grid* [online]. European Community. C1995 – 2008, the last actualization 25/08/2008. Available on internet: <http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu/library/reference_grids/reference_grids.cfm>, April 2009 [cit. 2009–04–27].
- HOUGHTON, R. A. 1991. *Tropical deforestations and atmospheric carbon dioxide*. In *Climate Change*, vol. 19, 1991, no. 1–2, p. 99–118. ISSN 0165–0009.
- IZAURRALDE, R. C. – WILLIAMS, J. R. – MCGILL, W. B. – ROSENBERG, N. J. 2001. *Simulating soil carbon dynamics, erosion, and tillage with EPIC* [online]. The first National Conference on Carbon Sequestration Proceedings. Washington D. C.: U. S. Department of Energy – National Energy Technology Laboratory, 2001, p. 1–12. Available on internet: <http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/01/carbon_seq/5c2.pdf>, April 2009 [cit. 2009–04–28].
- JONES, R. J. A. – HIEDERER, R. – RUSCO, E. – MONTANARELLA, L. 2005. *Estimating organic carbon in the soils of Europe for policy support*. *European Journal of Soil Science*, vol. 56, 2005, no. 5, p. 655–671. ISSN 1351–0754.
- JURČOVÁ, O. – BIELEK, P. 1997. *Metodika bilancie pôdnej organickej hmoty a stanovenia potreby organického hnojenia*. Bratislava: VÚPOP, 1997. 154 s. ISBN 80–85361–26–4.
- KOBZA, J. – BARANČIKOVÁ, G. – ČEPKOVÁ, V. et al. 2002. *Soil Monitoring of Slovak Republic. Present state and development of monitored soil properties 1997–2001*. Bratislava: VÚPOP, 2002. 180 p. ISBN 80–89128–04–1.
- LINKÉŠ, V. – GROMOVÁ, A. – LUPTÁK, D. – PESTŮN, V. – POLIAK, P. 1988. *Informačný systém o pôde*. Bratislava: Príroda, 1988, 198 s.
- LIU, D. L. – CHAN, K. Y. – CONYERS, M. K. 2009. *Simulation of soil organic carbon under different tillage and stubble management practices using the Rothamsted carbon model*. *Soil & Tillage Research* (2009), doi: 10.1016/j.still.2008.12.011
- NOVÁKOVÁ, M. 2007. *Interpolácia meteorologických údajov pre potreby monitoringu stavu, vývoja a odhadu úrod poľnohospodárskych plodín*. In *Vedecké práce* 29. Bratislava: VÚPOP, 2007, s. 93–103. Available on internet: <http://www.vupop.sk/dokumenty/publikacie/vedecke_prace/VP29.pdf> April 2009 [cit. 2009–04–28].
- PPA 2004. *Príručka na vyplnenie žiadosti o priamu podporu v poľnohospodárstve*. Integrovaný administratívny a kontrolný systém. Bratislava: PPA, 2004, 51s. Available on internet: <<http://www.apa.sk/index.php?navID=26>>, April 2009 [cit. 2009–04–27].
- SKALSKÝ, R. – BALKOVIČ, J. 2002. *Digital Database of Selected Soil Profiles of Complex Soil Survey of Slovakia (KPP–DB)*. In *Vedecké práce* 25. Bratislava: VÚPOP, 2002, s. 129–140. Available on internet: <http://www.vupop.sk/dokumenty/publikacie/vedecke_prace/VP25.pdf> April 2009 [cit. 2009–04–28].
- SMITH, P. – SMITH, J. – WATTENBACH, M. – MEYER, J. – LINDNER, M. – ZAEHLE, S. – HIEDER, R. – JONES, R. A. – MONTANARELLA, L. – ROUNSEVELL, M. – REGINSTER, I. – KANKAANP, S. 2006. *Projected changes in mineral soil carbon of European forests, 1990 – 2100*. *Canadian Journal of Soil Science*, vol. 86, 2006, no. 2, p. 159–169. ISSN 0008–4271.
- WATSON, R. T. – NOBLE I. R. – BOLIN B. – RAVINDRANATH N. H. – VERARDO D. J. – DOKKEN D. J. [eds] 2000. *Land use, land–use change and forestry*. A special report of IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 377 p.

Vedecké práce

Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy č. 31

© Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy Bratislava

Zodpovedný redaktor: Ing. Radoslav Bujnovský, CSc.

Recenzent: prof. Ing. Bohdan Juráni, CSc.

Grafická úprava: Ing. Karol Végh

Vydal: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy

Gagarinova 10, Bratislava

Tlač: Edičné stredisko

Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava

Gagarinova 10

Počet strán: 212

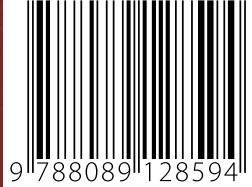
Náklad: 150 ks

ISBN 978-80-89128-59-4

Texty neprešli jazykovou úpravou.



ISBN 978-80-89128-59-4



9 788089 128594