

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
ČESKÁ PEDOLOGICKÁ SPOLEČNOST
GEOLOGICKÝ ÚSTAV AKADEMIE VĚD ČR



PEDOLOGICKÉ DNY 2004

Sborník z konference na téma

PEDODIVERZITA



Roztoky u Křivoklátku
20. - 21. září 2004

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
ČESKÁ PEDOLOGICKÁ SPOLEČNOST
GEOLOGICKÝ ÚSTAV AKADEMIE VĚD ČR



PEDOLOGICKÉ DNY 2004

Sborník z konference na téma

PEDODIVERZITA

Editor: Marcela Rohošková

Roztoky u Křivoklátku
20. - 21. září 2004

Pořadatelé Pedologických dnů 2004



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE



ČESKÁ PEDOLOGICKÁ SPOLEČNOST



ODBOR PEDOLOGIE ČESKÉ AKADEMIE
ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD



GEOLOGICKÝ ÚSTAV AKADEMIE VĚD ČR



VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A
OCHRANY PŮDY



SPRÁVA CHRÁNĚNÉ KRAJINNÉ OBLASTI
ČESKÝ KRAS

OBS AH

PŘEDMLUVA.....	1
1. Variabilita půdotvorných faktorů a procesů.....	3
<i>Milan Sánka, Jiří Kulhavý, Emil Klimo.....</i>	<i>5</i>
VARIABILITA PŮD, PŮDOTVORNÝCH PROCESŮ A FAKTORŮ	
<i>Luděk Šefrna.....</i>	<i>12</i>
NĚKTERÉ ASPEKTY ROZMANITOSTI PŮD Z POHLEDU PEDOGEOGRAFA	
<i>Jaromír Macků.....</i>	<i>20</i>
VARIABILITA NASYCENOSTI SORPČNÍHO KOMPLEXU V EPIPEDONU LESNÍCH PŮD	
<i>Pavel Šamonil.....</i>	<i>26</i>
VAZBA PŮDNÍHO TYPU K RELIÉFU TERÉNU V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH ČESKÉHO KRASU	
<i>Erika Gömöryová.....</i>	<i>34</i>
PRIESTOROVÁ VARIABILITA NIEKTORÝCH MIKROBIÁLNÝCH CHARAKTERISTÍK V BUKOVOM PORASTE	
<i>Ján Halas.....</i>	<i>36</i>
MAPOVÉ ZOBRAZENIE PLOŠNEJ HETEROGENITY PEDOKOMPAKCIE NA VYBRANOM POZEMKU	
<i>Radim Hédľ, Klement Rejšek, Zuzana Maryšková.....</i>	<i>38</i>
LESNÍ PŮDY NPR DĚVÍN, PÁLAVA	
<i>Radim Hédľ, Petr Petřík a Karel Boublík.....</i>	<i>40</i>
ACIDIFIKACE LESNÍCH PŮD JESENÍKŮ, METODOLOGICKÉ A STANOVIŠTNÍ VLIVY	
<i>Jakub Houška.....</i>	<i>43</i>
ZMĚNY PŮDNÍCH PARAMETRŮ V PŘIROZENÉM LESE 2 ROKY PO HOLOSEČNÉ TĚŽBĚ	
<i>Eva Kunzová.....</i>	<i>46</i>
VLIV DLOUHODOBÉHO HNOJENÍ NA ZMĚNY PŮDNÍ REAKCE V DLOUHODOBÝCH VÝŽIVÁŘSKÝCH POKUSECH	

<i>Václav Macháček, Peter Ivičic</i>	48
THE MODELS FOR STABILIZATION OF SOIL FERTILITY ARABLE SOIL FROM VIEW OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM	
<i>Jarmila Makovnicková, Ján Styk</i>	51
HODNOTENIE VARABILITY PÔDNEJ REAKCIE NA ORNEJ PÔDE A TRÁVNOM PORASTE V PRÍPADE PSEUDOGLEJA A KAMBIZEME	
<i>Lenka Mládková, Luboš Borůvka, Ondřej Drábek</i>	54
VZTAHY STANOVIŠTNÍCH FAKTORŮ A VYBRANÝCH FOREM HLINÍKU V HORIZONTU O LESNÍCH PŮD JIZERSKÝCH HOR	
<i>Eduard Pokorný, Ľubica Pospíšilová, Vítězslav Vlček, Olga Denešová</i>	56
VARIABILITA OBSAHU HUMUSU V ORNICI CEL ZA ROKY 1988 – 1996	
<i>Ľubica Pospíšilová, Eduard Pokorný</i>	58
KVALITA PŮDY PŘI RŮZNÝCH ZPŮSOBECH OBHOSPODAŘOVÁNÍ	
<i>Klement Rejšek, Pavel Samec</i>	60
DOPAD VARIABILITY PŮDOTVORNÝCH PROCESŮ VYBRANÝCH LESNÍCH STANOVIŠŤ NA JEJICH PŘIROZENOU DŘEVINNOU SKLADBU	
<i>Jana Uhlířová, Josef Kučera</i>	63
OPATŘENÍ OCHRANY PŮDY V KOMPLEXNÍCH POZEMKOVÝCH ÚPRAVÁCH	
<i>Jan Vopravil, Kamila Kuchařová, Tomáš Khel, Pavel Novák, D. Vetišková</i>	65
MAPOVÉ VYJÁDŘENÍ POTENCIÁLNÍ ZRANITELNOSTI PŮD DEGRADACÍ V MODELOVÉM ÚZEMÍ ČR	
2. Pedodiverzita ve vztahu ke klasifikačnímu systému půd	67
<i>Anna Žigová</i>	69
EVOLUCE PŮDNÍHO POKRYVU ČESKÉHO KRASU VE VZTAHU K PEDODIVERZITĚ A KLASIFIKAČNÍMU SYSTÉMU PŮD	

<i>Jozef Kobza</i>	76
HETEROGENITA A VARIABILITA PŮDNYCH VLASTNOSTÍ VO VZŤAHU KU KLASIFIKÁCI PŮD	
<i>Zdeněk Vašků</i>	85
LOKÁLNÍ A REGIONÁLNÍ PEDODIVERZITA A JEJÍ PŘÍČINY	
<i>Václav Lochman, Michal Maxa, Věra Fadrhonsová</i>	93
DOPADY KYSELÉ DEPOZICE NA ZMĚNY CHEMISMU LESNÍCH PŮD ROZDÍLNÝCH TYPŮ	
3. Pedodiverzita ve vztahu k měřítkům map	97
<i>Pavel Novák, Jan Vopravil, Jitka Lagová</i>	99
HETEROGENITA PŮDNÍHO POKRYVU	
<i>Jaroslava Sobocká</i>	107
PRIESTOROVÁ ANALÝZA DIFERENCIÁCIE PŮDNEHO KRYTU MESTA BRATISLAVY	
4. GIS v pedologii	113
<i>Josef Kozák, Miroslav Přidal, Karel Němeček</i>	115
UPŘESNĚNÍ ROZLOHY FLUVISOLŮ NA DIGITÁLNÍCH MAPÁCH – MOŽNÁ ŘEŠENÍ	
<i>Tomáš Václavík, Bořivoj Šarapatka, Marek Bednář</i>	126
VYUŽITÍ PŮDNÍCH DAT V MODELOVÁNÍ UDRŽITELNÉHO VYUŽITÍ ÚZEMÍ: PŘÍPADOVÁ STUDIE MOUNT DESERT ISLAND, USA	
<i>Jana Janderková, Jan Sedláček</i>	133
DOKONČENÍ EDICE PŮDNÍCH MAP ČR V MĚŘÍTKU 1 : 50 000	
<i>Jitka Sládková, Josef Kozák</i>	134
VYUŽITÍ SYSTÉMU SOTER PŘI KONSTRUKCI PŮDNÍCH MAP	
5. Moderní metody hodnocení půdní variability	137
<i>Luboš Borůvka, Vít Penížek, Lukáš Brodský</i>	139
MODERNÍ METODY HODNOCENÍ PŮDNÍ VARIABILITY	

<i>Radka Kodešová, Martin Kočárek, Josef Kozák Jiří Šimůnek, Ondřej Drábek, Karel Němeček, Oldřich Vacek</i>	149
THE AFFECT OF PREFERENTIAL FLOW ON CHLOROTOLURON TRANSPORT IN THE SOIL PROFILE	
<i>Jana Dufková</i>	154
VĚTRNÁ EROZE V PODMÍNKÁCH ZMĚNY KLIMATU	
<i>Martin Kočárek, Radka Kodešová, Josef Kozák, Ondřej Drábek, Oldřich Vacek, Karel Němeček</i>	157
VLIV VYBRANÝCH PŮDNÍCH TYPŮ NA MOBILITU CHLORTOLURONU V PŮDĚ	
<i>Olga Mikanová, Jaromír Kubát, Alena Markupová</i>	160
MOŽNOSTI POSOUZENÍ KVALITY PŮDY BIOLOGICKÝMI METODAMI	
<i>Vít Penížek, Marcela Rohošková</i>	162
VARIABILITA VYBRANÝCH PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ ANTROPOZEMÍ VÝSYPKY POKROK	
<i>Jitka Sládková</i>	165
DIFERENCOVANÉ DÁVKOVÁNÍ VNOSŮ DO PŮDY POMOCÍ GEOSTATISTIKY	
<i>Sychová Michaela</i>	167
HODNOCENÍ DEGRADACE ACIDIFIKOVANÝCH PŮD STANOVENÍM BIOLOGICKÝCH A ENZYMATICKÝCH AKTIVIT	
<i>Milada Šťastná, Elmar Stenitzer</i>	169
EVALUATION OF SOIL WATER BALANCE BY THE SIMULATION MODEL	
<i>Aleš Vaněk, Vojtěch Ettler, Martin Mihaljevič</i>	171
VLIV ZEMĚDĚLSKÉ ČINNOSTI NA SPECIACI OLOVA V PŮDÁCH SILNĚ KONTAMINOVANÝCH METALURGIÍ	
<i>Karel Voplakal</i>	173
DIFFERENT SEMIHYDROMORPHIC COMPACTED SOILS AND POSSIBLE IMPROVEMENT OF THEIR PHOSPHATE REGIME	

<i>Kamila Špongová, Svatopluk Matula</i>	176
PEDOTRANSFEROVÉ FUNKCE K URČENÍ HYDROFYZIKÁLNÍCH CHARAKTERISTIK NĚKTERÝCH PŮD ČR	
<i>Vítězslav Hybler, Alois Prax, Milan Palát</i>	180
PRŮBĚH PF ČAR A HODNOTY PŮDNÍCH HYDROLIMITŮ CHARAKTERIZUJÍCÍ FLUVIZEMĚ V NIVĚ ŘEKY MORAVY	
SEZNAM ÚČASTNÍKŮ.....	187

PŘEDMLUVA

Tento sborník obsahuje příspěvky z konference Pedologické dny 2004, konané ve dnech 20. – 21. září 2004 v Roztokách u Křivokláta. Již 10. ročník této konference byl uspořádán Českou pedologickou společností, Odborem pedologie při ČAZV, Katedrou pedologie a geologie České zemědělské univerzity v Praze, Geologickým ústavem Akademie věd České republiky, Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy v Praze ve spolupráci se Správou CHKO Český kras. Konference byla zaměřena na téma *PEDODIVERZITA*, rozmanitost půdního pokryvu z různých aspektů.

Pedologických dnů 2004 se zúčastnilo více než 100 odborníků z oblasti pedologie nejen České, ale i Slovenské republiky. Celkem zaznělo 11 ústních příspěvků a bylo prezentováno 29 posterů v pěti tématických okruzích vztahujících se k pedodiverzitě, jako variabilita půdotvorných faktorů a procesů, pedodiverzita ve vztahu ke klasifikačnímu systému, pedodiverzita ve vztahu k měřítkům map, GIS v pedologii. Pozornost byla věnována také moderním metodám hodnocení půdní variability.

Exkurze v rámci Pedologických dnů 2004 se uskutečnila v oblasti CHKO Český kras, kde byly RNDr. Annou Žigovou, CSc., a RNDr. Vojenem Ložekem, DrSc., z GLÚ AV ČR, ve spolupráci s Doc. Dr. Ing. Lubošem Borůvkou a studenty z KPG ČZU v Praze, připraveny půdní profily kambizemě vyluhované, luvizemě modální, rendziny modální a kambizemě rubifikované, luvické. V rámci exkurze proběhla i návštěva Koněpruských jeskyň.

Marcela Rohošková

1. Variabilita půdotvorných faktorů a procesů

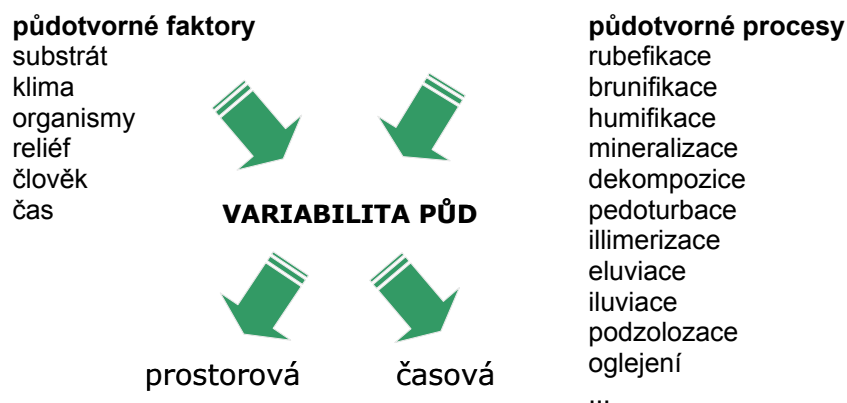
VARIABILITA PŮD, PŮDOTVORNÝCH PROCESŮ A FAKTORŮ

Milan Sánka¹⁾, Jiří Kulhavý²⁾, Emil Klimo²⁾

¹⁾Ekotoxa Opava, s.r.o, prac. Brno, Kosmákova 28, 615 00 Brno, e-mail: milan.sanka@iol.cz; ²⁾MZLU, Ústav ekologie lesa, Zemědělská 3, 613 00 Brno, e-mail: kulhavy@mendelu.cz; klimo@mendelu.cz

Pojem variability

Každá složka ekosystémů vykazuje určitou variabilitu, kterou je možno matematicky, statisticky a geograficky interpretovat v čase i prostoru. Variabilita pedosféry je ve srovnání s ostatními složkami ekosystémů vysoká, což vyplývá ze složité stavby půd a dále z mnoha faktorů, které se podílejí na vývoji půd (obr. 1).



V širším pojetí je variabilita půd v pozadí každého průzkumu půd. Půdní průzkum je tedy v zásadě zachycení a interpretace variability půd a) v rovině obecné (kvantifikace a interpretace širokého spektra půdních vlastností) b) v rovině specifické (kvantifikace a interpretace specifické půdní vlastnosti, např. stav živin). Výsledky půdního průzkumu a tedy zachycení variability půd slouží k:

- poskytování podkladů pro management v krajině
- poskytování strategických informací
- poskytování rámce pro provozování monitorizačních sítí
- poskytování rámce pro extrapolaci výsledků lokálních studií
- využití globální a národní (lokální) variability půd

Prostředkem k vyjádření variability půd je klasifikace půd, čili definování rozsahu charakteristik a parametrů, které jsou společné pro určitou skupinu půd.

Tento proces však vyžaduje vytvoření umělých hranic mezi kontinuálně se měnícími vlastnostmi půdy a krajiny. Propojenost pojmů „průzkum půd, klasifikace půd, mapování půd, monitoring půd“ a jejich návaznost na variabilitu půd je dokumentována i při formulaci cílů pro systém monitoringu v EU: „Monitoring půd má sloužit k vývoji metodik a postupů, které zachytí a dokumentují variabilitu půd a její vývoj“. (Working group on soil monitoring, 2003).

Interpretace variability půd

Stupeň variability závisí na zvolených kategoriích pro klasifikaci půdních vlastností (kritéria, počet) a na měřítku v jakém variabilitu vyjadřujeme. Pro matematické vyjádření je obecně možno použít tzv. Shannonova indexu:

$$H' = \sum_{i=1}^{i=n} p_i \times \ln p_i$$

Kde:

H' je negativní entropie – „negentropie“ = diversita populace (hodnocené skupiny)

p_i je proporcionální zastoupení jedinců v rámci dané skupiny, u půd je to procentické zastoupení plochy, kterou zaujímá i -tý objekt (půdní typ)

Hodnota H' je suma proporcionálních zastoupení jednotlivých objektů násobená jejich logaritmem.

Diverzita je maximální pokud je pravděpodobnost zastoupení všech objektů rovnocenná. Diverzita je nulová, pokud je zastoupen pouze jeden objekt.

Maximální možná negentropie $H_{\max}$ je dosažena pokud všechny objekty mají stejnou pravděpodobnost výskytu.

$$H' = H_{\max} = \ln S$$

Kde S je celkové teoretické množství objektů.

Takto je možno sledovat poměr mezi sledovanou negentropií a maximální negentropií jako E index:

$$E = H'/H_{\max} = H'/\ln S$$

E index může nabývat hodnoty mezi 0 a 1, kde 1 reprezentuje situaci, kdy všechny jednotky (druhy, půdní typy) zaujímají stejnou plochu a blíží se k nule

pokud je abundance vysoce nerovnoměrná (jeden objekt dominuje nad ostatními).

Koncept diverzity je možno založit na průzkumech různých měřítek nebo na různé intenzitě vzorkování. Výsledky se tedy mohou lišit v závislosti na kvalitě a kvantitě získaných informací.

Získané výsledky H' a E jsou závislé na maximálním počtu definovaných skupin. Příklad interpretace variability půd v kontinentálním měřítku je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1. Vyjádření variability půd v globálním měřítku (Ibáñez 2003).

	S	Hmax	H'	E
Evropa	22	3.09	2.42	0.78
S & centrální Asie	22	3.09	2.40	0.78
Australasie	20	3.00	2.30	0.77
Severní Amerika	22	3.09	2.57	0.83
Afrika	23	3.13	2.55	0.81
Jižní & JV Asie	20	3.00	2.50	0.83
Jižní & centr. Amerika	22	3.09	2.62	0.85
Globální pedosféra	26	3.26	2.92	0.90

Měřítko variability půd

Variabilita půd je interpretována od globálního až po lokální měřítko. Velikost ploch pro výslednou interpretaci musí být ve vazbě na kritéria definující dané plochy a ve vazbě na měřítko. Příklad interpretace variability půd při použití Shannonova indexu v závislosti na daném měřítku je uveden v tabulce 2. Přitom E index není závislý na velikosti ploch.

Tabulka 2. Vyjádření variability půd v závislosti na daném měřítku.

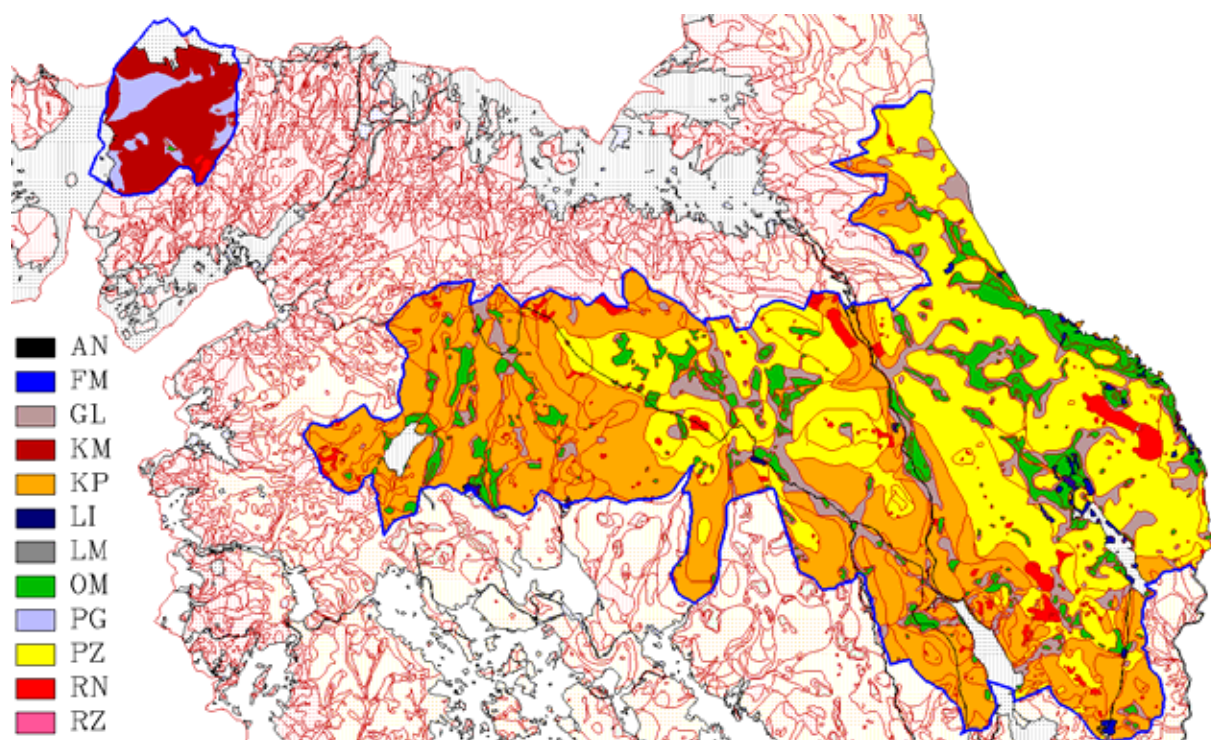
Velikost ploch	H	H_{max}	S	E
<1km	1,97	2,64	14	0,75
1-10km	1,83	2,94	19	0,62
11-100km	1,96	3,05	21	0,64
101-1000km	2,26	3,14	23	0,72

Variabilita půd a geologický substrát

Geologický substrát, jako jeden z hlavních půdotvorných faktorů se významně podílí na variabilitě půd a to jak z hlediska pedogeneze, tak z hlediska

fyzikálních, chemických i biologických vlastností. Geologické mapy jsou výchozím podkladem pro tvorbu pedologických map. U lesních biotopů je charakter půdy součástí typologických jednotek (typologického systému). Základem je lesní typ, který je charakterizován na základě dominantního rostlinného podrostu nebo významného ekologického faktoru půdního prostředí. Nadstavbovou jednotkou jsou soubory lesních typů, které jsou souborným ukazatelem lesního vegetačního stupně a edafické (půdní) kategorie. Mapovým podkladem jsou typologické mapy 1:10 000, které poskytují základní obraz i o půdních jednotkách (obrázek 2, Matějka, 2003)

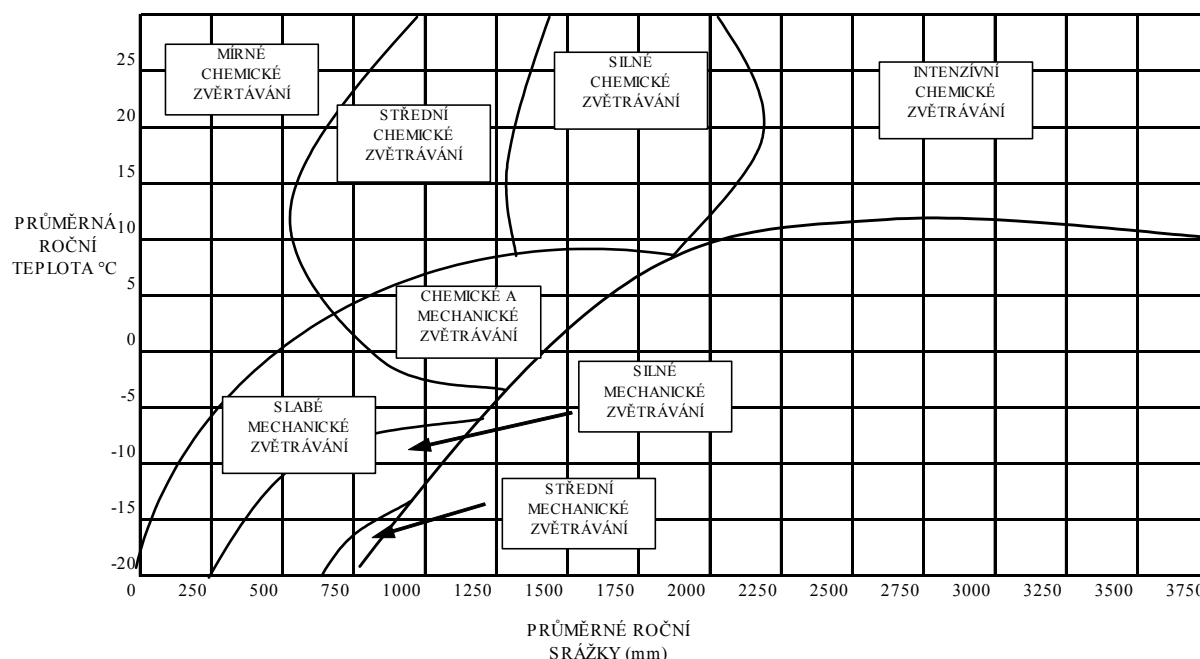
Obrázek 2. Mapa půdních typů zájmové oblasti Jizerských hor zpracovaná na základě typologické mapy (Matějka, 2003)



Variabilita půd a klima

Klimatické faktory, dané především teplotními a vlhkostními charakteristikami rozhodují o úrovni a typu zvětrávání, což významně ovlivňuje vznik půdních typů a půdních druhů. Schematicky to znázorňuje obrázek 3.

Obrázek 3. Generalizovaný vztah mezi klimatickými činiteli a typem a intenzitou zvětrávání.



Variabilita půd a reliéf terénu

Závislost půdních vlastností a jejich variability na reliéfu terénu má více aspektů. Zřejmá je vazba některých půdních typů na terénní podmínky (fluvizemě → rovinatá nebo mírně svažité aluvia, rankery → prudké svahy). Významně se projevuje aspekt změn půdních vlastností v katénách a to jak z hlediska pedogeneze, tak z hlediska chemických vlastností a textury (erozně akumulární proces).

Variabilita půd a činnost člověka

Variabilita půdních vlastností vlivem antropogenní aktivity se projevuje především prostřednictvím změn ve využívání krajiny. Současný stav půd je výsledkem dlouhodobého vývoje v poledové době (cca 10 tis. let), kde se uplatňovaly zejména klimatické a geologické podmínky, střídání sukcesních stadií vegetace a v posledním období tj. od doby rozšíření selského obhospodařování lesů ve střední Evropě mezi 5000 - 4000 lety př. Kr. i výrazná činnost člověka. Ve středoevropských podmínkách je prakticky celá plocha půdního fondu různou měrou ovlivněna činností člověka. Vliv činnosti člověka na vývoj půd (zejména s ohledem na lesní půdy) v době poledové ukazuje tabulka 3.

Tabulka 3 . Vývojové fáze vlivu antropogenní aktivity na půdu v poledové době (Ulrich, 1995)

Fáze	Období	Popis
1	5000-2000 př. n. l.	Rolnictví s regenerací lesa v nížinách (nížinné pásmo)
2	2000-1000 př. n. l.	Rozšíření na svahy středohor (pahorkatinné pásmo)
3	1000- 0 př. n. l.	Osídlení středohor, počátek milířování
4	0 - 400 n. l.	Opouštění sídlišť, znovuzalesňování
5	400 -1400 n. l.	Obilnářství, pastva v lese ve vyšších polohách (submont. pásmo)
6	1400-1500 n. l.	Období zpustnutí, znovuzalesňování vyšších poloh
7	1500-1750 n. l.	Zvyšování těžby dříví (montánní a supermontánní pásmo)
8	1750-1850 n. l.	Hrabání steliva, zalesňování jehličnany
9	1850-dosud	Intenzivní lesní hospodaření, těžba hroubí, kyselý vnos, vnos N

Vedle samotného vlivu člověka jako přímého půdotvorného faktoru je antropogenní aktivita též komplexně působícím nepřímým faktorem, ovlivňujícím další půdotvorné faktory (geologický substrát, klimatické podmínky, reliéf terénu, činnost organismů) a degradační procesy.

Variabilita půd a čas

Dlouhodobý vývoj v čase je podmínkou vzniku půd, v časovém měřítku je možno sledovat genezi půd. Některé procesy geneze půd jsou urychlovány v pozitivním nebo negativním směru působením lidské aktivity – intenzivním lesním a zemědělským hospodařením, imisemi průmyslu a dopravy, ukládáním odpadů, změnami reliéfu a využívání krajiny. Výsledkem spolupůsobení těchto faktorů a času jsou pak jevy, které se v posledních obdobích významně podílejí na vývoji půd, např. eroze, kontaminace (Zapletal et al. 2001), kryptopodzolizace (Ulrich 1995), introskeletová eroze (Kulhavý et al. 2004), ztráta humusu, změny režimu živin (Kulhavý 2002) apod. Tyto jevy jsou obecně široce popisovány a hodnoceny. Významnými fenomény poslední doby uplatňujícími se v lesnictví jsou zejména proces *Kryptopodzolizace* a *introskeletové eroze*.

Průvodním procesem *kryptopodzolizace* je hloubkové přemístění hliníku v důsledku vstupu silných kyselin do půdy atmosférickou depozicí. Za přírodních podmínek se tento proces vyskytuje zřídka a je vázán na kyselé organické látky. Pro kryptopodzolizaci je typický mozaikový výskyt, který je důsledkem heterogenity chemického stavu půdy a různě rychle postupujícím zakyslením půdy.

Introskeletová eroze vzniká při rozsáhlejší odlesnění kamenitých a balvanitých půd, přeschnutím vegetace a vrstvy půdy na balvanech a jejich následným splachem do prostoru mezi balvany. Introskeletovou erozí jsou potenciálně ohroženy zejména kamenité půdy typu rankeru a rankerových subtypů v případě náhlého odlesnění.

Závěr

Variabilita půd je pojem, který se promítá do všech oborů pedologie. Prostředkem k zachycení a interpretaci variability půd je půdní průzkum, monitoring a mapování s množstvím výkonných matematicko-statistických a geostatistických metod (ordinace metodou hlavních komponent - PCA, geostatistická interpolace metodou kriging ap.).

Specifickým cílem půdního průzkumu je kvantifikace a vyjádření prostorové variability specifické půdní vlastnosti (např. stav živin)

Obecným cílem půdního průzkumu je kvantifikace a vyjádření prostorové variability širokého spektra půdních vlastností, takže výsledky mohou být využity pro mnoho aplikací.

K tomu, aby bylo možno interpretovat variabilitu půd, je nutno provádět klasifikaci půd, tedy definovat rozsahy charakteristik a parametrů, které jsou společné pro určitou skupinu půd. Vytvořením umělých hranic mezi kontinuálně se měnícími vlastnostmi půdy a krajiny je pak umožněno mapování půd.

Hodnocení půdní variability je tedy obecným podkladem pro hospodaření na půdě, ochranu půdy a pro optimalizaci využívání půdního fondu.

Literatura

- Hollis, J. (2004): Soil Classification and Survey of England and Wales. Presentation on the seminar European Summer School on Soil Survey, JRC Ispra, 2003.
- Ibáñez, J.J. (2003): Pedometrics tools for the analysis of soil typological maps and georeferenced soil databases. Presentation on the seminar European Summer School on Soil Survey, JRC Ispra, 2003.
- Kulhavý, J. (2002): Nutriční degradace lesních půd v důsledku kyselé depozice. In: Pedologické dny 2002, Národní konference Praha, 14.-15. 10. 2002.
- Kulhavý, J. et al. 2004. Stav půd Jizerských hor. Předběžná zpráva o stavu řešení projektu GS LČR Lesnické hospodaření v Jizerských horách (v tisku).
- Matějka, K: 2003: www.infodatasys.cz/horskelesy
- Ulrich, B. (1991): Folgerungen aus 10 Jahren Waldökosystem - und Waldschadensforschung. Forst und Holz 46, 21, s. 3-12.
- Ulrich, B. (1995): Der Ökologische Bodenzusubang-seine Veränderung in der Nacheiszeit, Ansprüche der Baumarten. Forstarchiv 66:117-127.
- Zapletal M., Chroust P., Pačes T., Skořepová I., Fotová D., Pacl A., Pekárek J., Kuňák D., 2001: Mutikriteriální vyhodnocování negativních účinků vlivů látek znečišťujících ovzduší se zaměřením na acidifikaci, eutrofizaci a desikaci přírodních ekosystémů založené na principu kritických prahů dle metodologií EHK OSN. Závěrečná zpráva, Ekotoxa Opava, 250 str.
- Working group on soil monitoring, Meeting of the advisory forum, Joint research centre, Ispra, 2003.

NĚKTERÉ ASPEKTY ROZMANITOSTI PŮD Z POHLEDU PEDOGEOGRAFA

Luděk Šefrna

*Přírodovědecká fakulta UK, katedra fyzické geografie a geoekologie,
Albertov 6, 128 43 Praha 2
sefrna@natur.cuni.cz*

Úvodní poznámka

Rozmanitost půd je fenomén, který má význam a metody studia srovnatelné s rozmanitostí života – biodiverzitou a nebo s méně často užívanou geodiversitou. Biodiverzita má ekvivalent v univerzálnějším vyjádření komplexnosti světa a jeho stability. Je primárně podmíněna geodiverzitou, tedy rozrůzněností ekotopů či abiotických podmínek - především klimatu, reliéfu a půd (případně hornin). Rozmanitost půd je tedy součástí geodiverzity a je vnímána ve většině pedologických disciplín, pracujících s prostorovým rozmístěním půdních vlastností a jednotek. Je opakem jednotnosti, homogeneity či monotónnosti půdního krytu. V poslední době není příliš častou součástí odborných pojednání a analýz pedosféry. Pedogeografie, která má ke studiu pedodiversity nejbližší, je do jisté míry okrajovou disciplínou pedologie.

Pedologie doposud řešila především otázky spojené se zemědělskou a lesnickou praxí – produkcí a ochranou půd i prostředí. S trochou nadsázky se dá říci, že společenská objednávka na řešení těchto otázek klesá úměrně tomu, jak se v evropském a tedy i našem prostoru potýkáme s nadprodukcí potravin i dřeva a jak nás relativně méně tíží problémy s kvalitou potravin, vzduchu i vody. I když máme půdu velice (z celoevropského hlediska nadstandardně) podrobně zmapovanou a ochráněnou různými zákony a vyhláškami, legislativní praxe je zcela jiná a po právu kritizována i z EU (Lyden van, 1995). Díky obnově vlastnických práv k půdě při zpřetrhání tradičních vazeb nových vlastníků k hospodaření na zemědělské půdě spěje vývoj naší kulturní krajiny k takovým revolučním změnám (srovnatelné k disturbancím či kataklyzmatům dávnější minulosti jako byly války, klimatické změny), které mají obdobu ve vnitřní kolonizaci středověku (odlesňování) i průmyslové revoluci 19. století, kdy začal strmý růst intenzity využívání půdy pro potřeby znásobujícího se počtu lidí. Tyto změny, které ve svém okolí vidíme - opouštění zemědělské půdy a invaze přirozených porostů, nástup nových dřevin v lesích, ruderalizace, eutrofizace a mechanické znečištění odpadky, zamokřování, eroze - však často mají opačná (pozitivní a nebo negativní) znaménka pro směr vývoje rozmanitosti půd a ekologický či ekonomický prospěch. Naopak v intenzivních zemědělských oblastech a v suburbánních zónách se tlak na půdu zvyšuje a často je doprovázen degradací až destrukcí s nenávratným zánikem půd jakožto

přírodního útvaru. Tento naznačený vývoj nás může děsit, protože se vymyká naší generační paměti, ale je třeba se mu věnovat s vědomím, že toto se zde již kdysi přirozeně odehrávalo a bylo by pošetilé reagovat jako pedolog bez „paleopedologické“ průpravy.

Pedodiverzitu nesmíme posuzovat pouze jako akademický pojem, o kterém se příjemně diskutuje, ale hledat propojení a kauzalitu k biodiverzitě, krajinné ekologii, agronomii či lesnictví.

Vymezení pedodiversity.

Rozmanitost můžeme sledovat od mikroúrovně půdních částic a horizontů uvnitř půdního profilu po makroúroveň prostorového uspořádání půdních jednotek (půdních řádů, referenčních tříd apod.) v globální úrovni. My se v našich dalších úvahách budeme řídit rozmanitostí půd určitého výseku krajiny vyjádřené gradientem změn v půdním krytu složeném z klasifikačních jednotek – půdních typů či druhů. Podobně jako v biogeografii se půdní typ a nebo půdní druh považuje za jednotku mapovatelnou, i když v pedogeografii platí, že půdní kryt není složen z individuálních jednotek, ale z často špatně vymežitelných přechodů z jednoho (sub)typu do druhého v rámci půdního kontinua. Třídící hledisko pro půdy si přirozeně můžeme zvolit podle účelu, který sledujeme – hloubky, obsahu skeletu, infiltrační či retenční schopnosti, minerální síly nebo podle současných procesů a režimů jako např. oxidačně-redukčních, hydrotermických, hydrických, akumulčních, transformačních a nebo podle způsobu využití. Rozmanitost typologická může být pro posuzovatele funkcí půdy v krajině pouze „zdánlivá“, když budeme pracovat v oblasti rámované mozaikou pelozem karbonátová, pararendzina pelická, černozem pelická a kambizem pelická eutrofní.

Pro posouzení rozmanitosti půd je rozhodující velikost území, měřítko mapového vyjádření a charakter mapovacích jednotek v legendě půdní mapy. Jen v málo případech odpovídá mapovací jednotka typologické jednotce. S klesající velikostí měřítka půdní mapy se stávají mapovací jednotky heterogenní, asociační a proto zahrnují poměrně různorodou směsici půdních typů v určitém hierarchickém uspořádání. Vnitřní obsah těchto pedoasociačních jednotek můžeme různým způsobem hodnotit např. podle kontrastnosti, složitosti či heterogenity (Němeček, Tomášek 1983). Kontrastnost regionálních jednotek struktury půdního krytu se dá podle těchto autorů mapově vyjádřit jeho velikostí a jeho příčinou, kterou může být hydromorfismus, matečná hornina, textura, reliéf, genetický vývoj a pod.

Rozmanitost půd se vyvíjí podle rychlosti změn všech půdotvorných faktorů – hlavně reliéfu, klimatu a rostlinného krytu resp. aktuálního způsobu využití – v čase. Vývojovou rozmanitost půd dané lokality máme např. dobře zachovanou ve vertikálních sériích pohřbených pleistocénních půd, které jsou nejlépe zachovány ve sprašových sériích. Naše současné půdy jsou až na

výjimky holocenní a jejich prostorová diferenciaci probíhá dnes hlavně v režii antropogenních přímých (úpravy pozemků, těžební činnost, meliorace) či nepřímých (zrychlená vodní a větrná eroze po odlesnění, debazifikace a okyselení) antropogenních příčin. Nejlépe se dá vývoj půdní rozmanitosti korelovat s proměnami krajiny. Ta postupně dospěla v baroku k typu harmonického uspořádání, které postupně doznává změn směrem k ruderalizaci, sinantropizaci, eutrofizaci, chaotické urbanizaci apod.

Rozmanitost půd na lokální a krajinné úrovni můžeme nejlépe studovat na půdním transektu i když to je metoda, která může ohrozit naši důvěru k půdním mapám. Uspořádání půd v rámci *toposekvence* a nebo půdní *katény* má své zákonitosti, odvíjející se od rozložení půdních částic ve svahu, jednosměrné dynamiky přesunu půdní hmoty a rozpuštěných látek působením gravitace, retence a stagnace půdní vody, zachování reliktních starých půd a to vše od rozvodí ke středu nivy resp od konvexní části svahu do konkávní. Nejlépe patrné je tedy zřetězení půdních jednotek na příčném řezu údolím toku. Ruellan (1993) rozlišuje laterální uspořádání půd na toposekvece, litosekvence, chronosekvence a biosekvence, přičemž biosekvence je způsobena člověkem a jeho zásahy do krajiny – náhradou lesa polem, původní bučiny smrčinou, výstavbou rybníku apod.

Struktura půdního krytu je jiným vyjádřením rozmanitosti půd. Nejpropracovanější koncepci předložil Fridland (1972) ve své *Struktuře půdního krytu*. Zabývá se vztahy mezi jednotlivými půdními představiteli v půdním krytu a vymezuje několik základních pojmů jako půdních mozaik, kombinací, komplexů, spojení a variací podle vzájemného uspořádání i vzájemného ovlivnění (především výměnou látek) a naproti tomu mozaik a tešet, kde tyto geneticky podmíněné vzájemné vztahy chybějí. Duchaufour (1997) podle genetické provázanosti půdních jednotek rozlišuje půdní řetězce (geneticky spjaté půdy v toposekvenci) od sekvencí (lithosekvence bez vzájemného genetického vztahu) a jednotek umístěných vedle sebe bez jasné příčiny.

Jak pedodiverzitu posuzovat

Pro posuzování je základem plošné zachycení půdního krytu - na základě sítě sond (topická dimenze) a jejich geostatistického vyhodnocení, půdní areálové mapy, půdní interpretace leteckého či satelitního snímku, popisem (otevřeného) transektu liniového charakteru. Na otázku, jaké faktory ovlivňují půdní rozmanitost, nám napoví rozměr studované plochy. **Lokální** rozmanitost (pole, zahrada, malý les, svah říčního údolí) je funkcí většinou pedoturbací, agrotechniky, eroze, mikroklimatu, rostlinných společenstev; **krajinná** (v dimenzi povodí rozlohy stovek km²) je dána historií kolonizace, pleistocenního rozmístění substrátů a utvářením geomorfologických celků; **regionální** klimatem, strukturou geologického podkladu, projevům hlavních půdotvorných pochodů, fytocenóz a v případě **globální** rozmanitosti můžeme pátrat po původu kombinováním makroklimatických, orogenetických,

tektonických či ekosystémových základů kontinentů. Jinými slovy nejprve pracujeme s polypedonem (genon, elementární půdní areál) v klasickém pojetí Fridlanda, Johnstona, Boulaina a jiných klasiků a poté se změnou měřítka přecházíme k půdním asociacím a nebo půdním krajinám (soilscape, pedopaysage), kde se kombinují různé půdní subtypy, typy a končí referenčními třídami (WRBS) či řády (USDA).

Půdní rozmanitost se nejčastěji měří podobně jako v ekologii použitím Shannon-Wienerova informačního indexu, jež je pod názvem Shannons index entropie doporučován pro evropské podmínky - Georeferenced soil database for Europe (2000). Z hlediska funkcí půdní rozmanitosti je třeba přihlížet také na velikost a tvar půdních areálů a na vzájemné uspořádání v krajině.

Vedle velikosti území, kde rozmanitost půd hodnotíme, je důležité jeho vymezení. Nejlogičtější je jeho ztotožnění s geografickou entitou, kde půdní kryt je součástí fyzicko-geograficky podobného prostoru, jako např. povodí, geomorfologické jednotky, ekotopu apod. Nezřídka se však vztahuje také k mapovému listu, kilometrové síti, katastru a nebo vyšší administrativní jednotce.

Data resp. půdní mapy, které u nás můžeme pro hodnocení pedodiverzity využít, jsou i ve srovnání celoevropském velmi podrobné. Pro regionální či krajinnou úroveň jsou nejvhodnější mapy velkých měřítek (KPP a lesní typologické mapy), které byly jednotně a bez velkých ztrát areálové půdní informace generalizovány do půdních map středních měřítek 1: 50 000. Tyto mapy budou podle předpokladu od příštího roku k dispozici ve vektorové podobě.

Jaký význam má půdní rozmanitost

Tuto otázku si můžeme rozdělit podle zaměření tazatele – přírodovědce, zemědělského, lesního inženýra či ostatních technických disciplín.

Přírodovědné vnímání se snaží najít vztah k biodiverzitě, typu krajiny a její stabilitě, udržitelnému způsobu hospodaření. Biodiverzita je většinou ústředním bodem zájmu. Většinou se hodnotí podle vyšších rostlin, u mikroorganismů je situace jednak méně prozkoumaná, jednak půdu můžeme z tohoto úhlu pohledu považovat za samostatný ekosystém. Při množství 4 – 5 tisíc druhů rychle se šířících mikroorganismů v 1g půdy (Wilson, 1995) se dá usuzovat o opakujících se společenstvech a toto množství s jistými obměnami vyjadřuje i globální diverzitu. Vyšší rostliny reagují na změny abiotického prostředí včetně edafického a vytvářejí společenstva z druhů s různou vazbou např. na hloubku profilu, pH půdy, obsah N, Ca, P a nebo množství půdní vody, to znamená druhů stenoektních a euriektních. Velká prostorová proměnlivost půd na lokální úrovni v těchto parametrech vede především k velké *beta-diverzitě*, tedy heterogenitě společenstev v území (byť jsou vnitřně chudé), která odpovídá mozaice naší kulturní krajiny. Homogenní a dostatečně velké areály půd s optimálním vodním režimem a minerální silou v příznivém klimatu

mohou být základem vysoké alfa-diverzity, tedy druhové rozmanitosti na určité ploše.

Poměrně složitý je vztah mezi pedodiverzitou a stabilitou jak půdního krytu, tak i společenstev či ekosystémů. Stabilní je taková struktura půdního krytu, ve které dominují půdy s vysokou pufrací, erozní odolností, hloubkou, vegetačním krytem, oživením apod. a nebo když uspořádání těchto půd v katéně a nebo toposekvenci je takové, že tyto půdy obsazují rozhodující pozici např. v konvexní části svahu, oraných pozemcích. Stabilita je zde pojmem přizpůsobeným lidské existenci, protože obdobně jako společenstva živých organismů má také schopnost resilience – pružnosti v návratu do výchozího stavu daného pedogenetickými a zvětrávacími pochody. Arenický podzol (nové podzoly na bývalých vojenských objektech VVP Ralsko) nebo fluvizem na hlinitých sedimentech se obnoví po destrukci rychleji než černozem (neexistence potřebného hydrotermického a vegetačního prostředí) a kambizem ze žulového eluvia (pomalý proces chemického zvětrávání primárních minerálů). Stabilita půd je důležitým předpokladem stability ekosystémů, ale i disturbance spojené s půdou, jako stržová eroze, sesouvání půd a nebo náhlé zamokření půd následující konec fungování drenážního systému mohou vést k obohacení některých společenstev rostlin či živočichů.

Agronomická praxe z hlediska dnešního pojetí rostlinné výroby ve stylu intenzivní velkovýrobní továrny s denaturací svého výrobního nástroje – půdy, má problémy s pedodiverzitou především na lokální úrovni. Agrotechnika, agrochemie i ochrana rostlin má za cíl rozmanitost překonat i za cenu dílčích degradací v místech, které jsou součástí honů a nebo hospodářských celků. Rozmanitost půd podobně jako reliéfu a hydrografie krajiny výrazně - z historického hlediska - ovlivnila využití půdy (hranice les – ZPF je mnohde jednou z nejstabilnějších půdních hranic), strukturu uspořádání pozemků v nově vznikajících sídlech. na druhé straně rozorané hydromorfní půdy niv jsou jedním z nedávných příspěvků k ekologizaci krajiny). Význam mozaiky půd po zemědělské revoluci poklesl, dnešní produkce potravin je více funkcí šlechtění nových výkonných odrůd, genetických manipulací, hnojení a ochrany plodin. Na regionální úrovni rozmanitost půd (a dalších stanovištních podmínek) podporovala produkci celého spektra plodin pro soběstačnost, o níž se snažil centrální plán s celým direktivním aparátem.

Jestliže od počátku zemědělského využívání krajiny člověk cílevědomě homogenizoval půdu a stanovištní podmínky svých pozemků vynášením kamenů, zarovnáváním povrchu, vysoušením mokřin, vápněním, slínováním atd., dnešní trend v naší krajině vede ke zvyšování půdní proměnlivosti díky intenzivní erozi na obhospodařovaných orných plochách a opouštění pozemků tam, kde hospodaření není efektivní – to znamená k částečnému návratu k původnímu stavu..

Lesnické využívání je ve srovnání se zemědělským šetrnější, rozmanitost půd se pod tlakem měnícího se stylu hospodaření příliš nemění, půdy se stávají

eutrofizované a spontánní vývoj vegetace (je-li umožněn) to odráží dominanci některých původních druhů (jasany, javory, buky) i přizpůsobivých invazních (trnovník akát, pajasan, javor jasnolistý). Půdní proměnlivost na lokální a krajinné úrovni je vyšší než u zemědělských půd, protože terén ponechaný lesu byl z hlediska reliéfu složitější a byl ponechán ve svém původním stavu. Zde si však musíme uvědomit velkou vzájemnou proměnu lesních a zemědělských půd v historické době. Nárůst lesních ploch o téměř 500 000 ha v Česku za posledních 300 let nás nutí k obezřetnosti při posuzování vývoje land use v konkrétním místě. Stačí např. srovnání map 1., 2. a 3. vojenského mapování s dnešním rozložením lesa a zemědělské půdy.

Výsledky a diskuse některých z nich.

Krajinná a regionální úroveň je dobře patrná z map odvozených z mapování půd ve velkém měřítku 1: 5 000 a 1: 10 000 generalizovaných do map 1: 50 000. Rozmanitost půd je funkcí rozmanitosti půdotvorných faktorů. Nejvíce půd kontrastních, malých areálů nacházíme tam, kde výrazně působí ekologický fenomén jako pískovcový, říční, vápencový, vulkanický. Porovnáme-li si například dvě v tomto směru svým krajinným charakterem protipolné geomorfologické jednotky nižšího řádu (Balatka 2003), Vyskeřskou vrchovinu v křídové tabuli (pískovcový fenomén) a Okrouhlickou pahorkatinu na Českomoravské vrchovině se značnou horninovou, klimatickou i vegetační jednoduše, pak je patrný zásadní rozdíl. V území působení pískovcového fenoménu je velice široký variogram půd, jejichž mozaika je kontrastní a složená s malých areálů půd. Proměnlivost půd je dána mozaikou mikroklimatu, mezoreliéfu s dynamickým vývojem, geologického podkladu a land use. I když se počtem mapovacích jednotek tato dvě území zásadně neliší, v Okrouhlické pahorkatině se stále opakuje základní půdní řada kambizemí, pseudoglejů, glejů a fluvizemí (22 subtypů), ve Vyskeřské vrchovině to je 57 v mozaikovitém uspořádání. Obdobně byly zpracovány příslušná povodí a čtvercová síť. Ukázky jsou v prezentaci.

Retrográdní vývoj u ZPF díky erozi a stavební činnosti periferních městských zón představuje rychlý vývoj degradačních procesů v některých územích a prostorovou diferenciaci půdních představitelů. V těchto případech akceleroje geomorfogeneze a pedogeneze spěje k primitivnějším formám půd, u nichž se buď půdní tělo stává izomorfní (s málo rozlišitelnými horizonty a především typu A/C) a nebo se snižuje mocnost profilu, obsah humusu a roste množství skeletu.

V území s intenzivním moderním zemědělstvím při hospodaření ve velkých celcích nejsou respektovány půdní ani reliéfové zvláštnosti povrchu a zrychlená eroze postupně vytváří dva půdně kontrastnější konce topografického transektu od rozvodnice (konvexní část svahu) ke dnu údolí (konkávní část svahu). Jak jsme mohli potvrdit z výsledků průzkumu ve Ždánickém lese, Polomených horách i v povodí Kocáby (Šefrna, Vilímek, 2003), výsledkem jsou

až *Litozemě*, *Rankery* rozvodnic a naproti tomu *Koluvizemě* a koluviované subtypy jiných půd v podsvahových a údolních partiích. Nejrychleji tento nárůst rozmanitosti probíhá sice ve sprašových oblastech, kde jsou orány svahy 16 – 17°, ale nejsou mu uchráněny ani půdy jiných matečných hornin. Důsledky nejsou patrné jen na skladbě půd, ale i na jejich funkcích včetně retence a infiltrace vody, zásob organického uhlíku, pufraci a.pod.

Tento vývoj může vést na lokální úrovni ke zvýšení rozmanitosti půd, ale na vyšších úrovních spěje k ustavení stále se opakující kombinaci půd (podle Fridlanda 1976 se jedná o pravou kombinaci, protože půdy jsou navzájem ovlivněny přesunem hmot) málo vyvinutých s koluviovanými k výraznému zjednodušení půdní mozaiky. *Koluvizemě* nejsou mapovány i když jsou součástí klasifikačního systému. Jejich uplatnění v půdní kartografii by v některých oblastech značně přehodnotilo původní mapy např. KPP.

V periferních oblastech sídel se množství zásahů do krajiny umocňuje. Člověk se stále výkonnější technikou uplatňuje především své aplanační a linearizační pudy (Cílek, 2002) tím, že zarovná nerovnosti terénu a napřimuje toky. Tím, podobně jako zemědělci sjednocovali vodní režim půd odvodněním, těmito krajinám zajišťuje mozaiku (půdy bez vzájemné genetické vazby) půd převážně odpřírodněných, s profily poznamenanými různým promíšením autochtonních materiálů s alochtonními (a antropogenními). Vznikající nový půdní kryt je doprovázen ruderálním vývojem vegetace s různými invazními druhy, která postupně dostává tvář nových společenstev podle evoluční síly a přizpůsobivosti zavlečených druhů rostlin.

Regulace toků a pokles rozmanitosti půd říčních niv.

Aluvia většiny našich větších toků doznaly v 19. a 20. stol. zásadních změn regulací a protipovodňovou úpravou. Toky se zkrátily o desítky procent původní délky. Např. tok Otavy s přítoky od poloviny 19. stol. do současnosti (podle 2. vojenské mapování) ztratil na středním a dolním toku od 10 do 40% (Langhemmer, 2003) a tomu odpovídá i změna funkce i typologie fluvizemí, jak dokládají transekty nivou Otavy v této studii. Podobně jako u odvodněných půd jsou zde stále patrné morfologické znaky půd odvozené z hydromorfismu, které jsou z hlediska současných vodních poměrů reliktní a postupně zanikají.

Závěr

Studium pedodiverzity ještě nevyčerpalo své možnosti ve vyjádření a interpretaci svých výsledků. Objektivní vyjádření rozmanitosti půd je předpokladem vyhodnocení krajinných procesů, degradačních jevů půdního krytu a může přispět i k pochopení zákonitostí biodiverzity a její stability. Využitím techniky GIS dnes můžeme hodnotit různé aspekty půdní rozmanitosti, ale nesmíme zapomínat na aktualizaci primárních zdrojů půdních informací pro databáze mapování a sondáží.

Literatura

- Balatka B. (2003): Podrobné regionální členění reliéfu Čech. ZM ČR 1: 100 000. Přír. fak. UK, katedra FGG, Praha
- Cílek V. (2002): Krajina vnitřní a vnější. Praha, Dokořán, 231 s.
- Duchaufour P. (1997): Abrégé de pedologie. Mason Paris, 291 s.
- Georeferenced Soil Databáze for Europa (2000), Manual of procedure, Version 1.1. European Soil Burelu, Scientific Committee.
- Langhammer J. ed. (2003): Hodnocení změn přírodního prostředí na vznik povodní. Sborník výstupů z úkolu projektu GAČR 205/Z046 UK v Praze, Přírodovědecká fak., KFGG, 200 s.
- Lynden van G.W.J., (1995): La ressource sol en Europe Souvegarde de la nature, n. 71, Conseil de l'Europe, Strasbourg
- Němeček J., Tomášek M. (1983): Geografie půd ČSR. Studie ČSAV 23/83, Academia Praha, 98 s.
- Ruellan A., Dosso M. (1993): Regards sur sol. Universites francophones, Foucher, Paris, 191s.
- Storch D., Mihulka S. (2000): Úvod do současné ekologie. Portál, Praha, 156 s.
- Šefrna L., Vilímk V. (2003): Dynamic of pedogenetic processes exemplified in the Haraska river. River drainage area. - Moravian Geographical Reports. 11, 1, 27-35 s.
- Wilson E. (1995): Rozmanitost života. Naklad. L. N., Praha, 444 s.

VARIABILITA NASYCENOSTI SORPČNÍHO KOMPLEXU V EPIPEDONU LESNÍCH PŮD

Jaromír Macků

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Vrázova 1, 638 00 Brno, macku.jaromir@uhul.cz

Úvod

Nasycenost sorpčního komplexu půd je významným znakem pro vyjádření trofnosti půd. Zejména u lesních půd, kde je přímá vazba stran uvolňování živin při mineralizaci organických látek z nadložního humusu na straně jedné a minerální síla půdního substrátu na straně druhé. Hodnocení trofnosti stanoviště podle formy nadložního humusu a zastoupení rostlinných taxonů koreluje s nasyceností sorpčního komplexu.

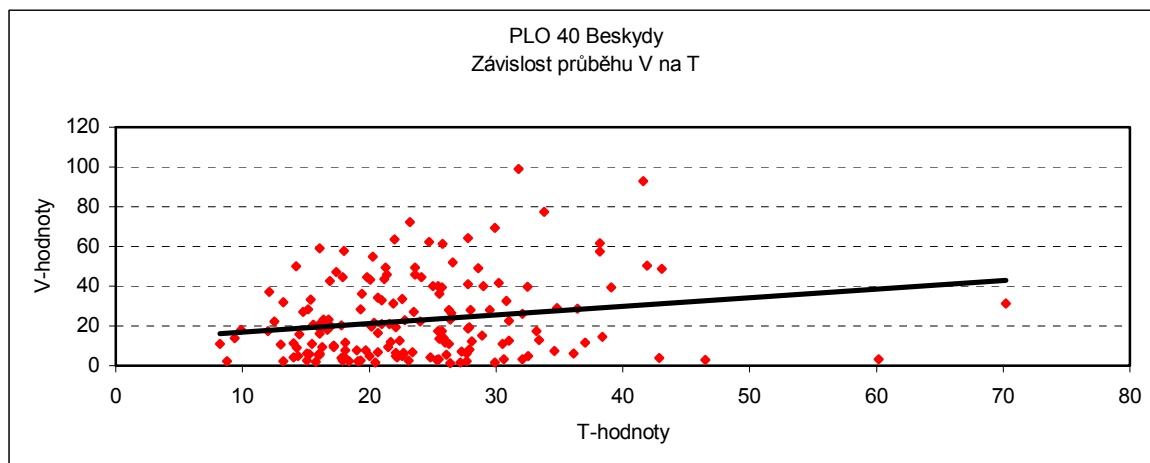
Běžnou součástí analýz půdních vzorků v rámci šetření lesnických typologických ploch je stanovení výměnných bazických kationtů (S) z výměnné kapacity (T) a následný výpočet stupně nasycení bazickými kationty (V) v %. U lesních půd stupeň nasycenosti sorpcí je kritériem pro označení úrovně subvariety oligotrofní (V <20%), mesotrofní (V 20 – 50 %) a eutrofní (V > 50 %).

U lesních půd je pak velmi zajímavá korelace mezi výměnnou kapacitou a nasyceností sorpcí. Tento vztah vykazuje značnou variabilitu s projevujícím se vlivem edifikátoru lesního společenstva. Lesní půdy mají zpravidla vysokou výměnnou sorpční kapacitu (T) a naopak nízký stupeň nasycení sorpčního komplexu (V). K osvětlení těchto korelací byly nasměrovány následující analýzy.

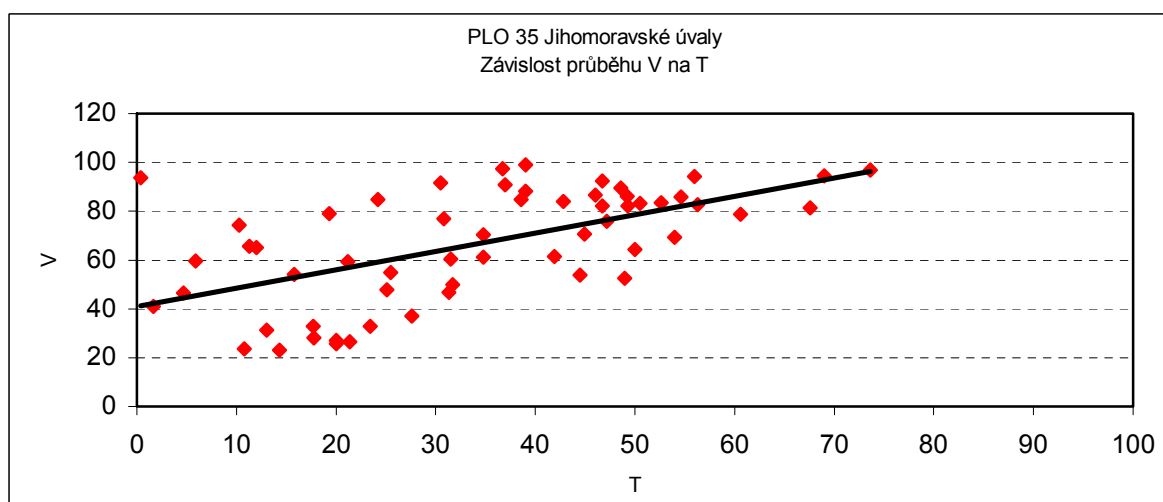
Materiál a metody

K dispozici byly analýzy půdních vzorků z let 1993 – 2001 odebrané v rámci šetření typologických ploch. Z téměř 2 500 vzorků, byla věnována pozornost především skupině kambizemí, povrchovému horizontu a půdnímu substrátu. Takto bylo separováno asi 900 analýz výměnné sorpční kapacity a nasycenosti sorpčního komplexu (podle Mehlich).

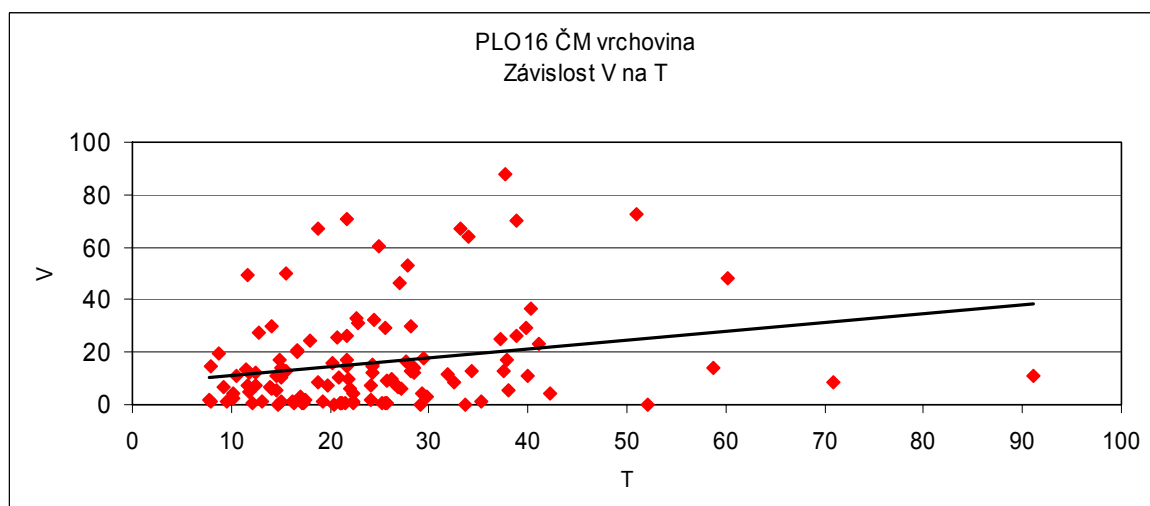
Výsledky hodnot sorpčního komplexu byly vztaženy k typologickým jednotkám (Typologický systém ÚHÚL) na úrovni souborů lesních typů (nadstavbová jednotka systému s obsahující lesní vegetační stupeň a edafickou kategorií). Jako ukázka se uvádí následující výstupy:



Spojnice trendu mírně stoupá v závislosti na hodnotách sorpční kapacity.



Vysoké hodnoty sorpční kapacity provází vysoký stupeň nasycení



Mírný růst spojnice trendu dokumentuje závislost stupně nasycení na sorpční kapacitě.

Promítnutím průběhu analyzovaných hodnot sorpčního komplexu na úroveň kvantifikování trofnosti edafických kategorií lze dokumentovat vazbu edafotopu na typologické jednotky. V roce 1988 podobně vyjádřil AMBROS

Kvantifikace trofnosti edafických kategorií

n%	C/N	eutrofně nitrofilní J A													
80	10														
60	11														
40	12	mezotrofně nitrofilní D L V U G							nitrofilně bazické (J) (A) (W)						
30	14														
20	16					mezotrofní F B H				mezotrofně bazické C X				eutrofně bazické W (X)	
15	19	oligomezotrofní S													
10	22														
	26	oligotrofní O													
	30	oligotrofní M N K I													
	35														
	40														
pH		2,8	3,4	4	4,5	5	5,4	5,8	6,2	6,5	6,7	7	7,3	7,7	8,2
V%			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100	100
pufrační oblast		FE + AL				výměnná				silikátová				karbonátová	

n% podíl nitrofilních druhů
C/N poměr v nadložním humusu
V% nasycenost sorpčního komplexu

Teoretická východiska aplikace výsledků

Pro aplikaci využitelnosti vztahu mezi obsahem výměnných bází a stupněm nasycení půdních horizontů se uvádí možnost hodnocení odolnosti (pufrovitosti) půd vůči negativním a degradačním činitelům. Metodickým podkladem pro vymezení kritérií je projekt „Systém komplexního hodnocení půd“ s evidenčním označením VaV 640/3/99 (Program výzkumu a vývoje MŽP ČR pro r. 1999, program BIOSFÉRA). Projekt byl řešen v letech 1999 – 2000. Cílem projektu bylo podle požadavků MŽP stanovení návrhu metodiky komplexního hodnocení půd a pořízení návrhu informačního systému pro hodnocení půd.

V uvedeném projektu se konstatuje, že princip hodnocení půd naráží na mnoho nejasností. Hodnotíme půdní vlastnosti zjištěné podle konkrétních fyzikálně chemických analýz půdních profilů a archivované v kartografických a numerických databázích. Přenesení této topické dimenze do chorické - areálové je však spojeno s velkou chybou pro nedostatek údajů o vnitřní heterogenitě klasifikačních jednotek a především o proměnlivosti mapovacích jednotek. O

tomto v podstatě obecném problému mapování a klasifikace půd se zmiňujeme proto, že některá hodnocení vyžadují použití kritických zátěží (např. pro pufruční schopnost vzhledem k acidifikaci, tedy neutralizaci vodíkových kationtů bázemi poutanými v sorpčním komplexu) a generalizované a aglomerované půdní podklady nás staví před problém stanovení reprezentativní hodnoty pro daný typ, resp. mapovací jednotku.

Na základě uvedených podkladů je třeba zaujmout k dané problematice následující přístup, který vyjadřuje originalitu řešení založenou na:

- definování hodnotící jednotky půd v ekosystémovém pojetí
- vymezení potenciálních vlastností půd, resp. funkčních potenciálů půd
- stanovení funkčních kritérií charakterizující funkční potenciál

Hodnocení odolnosti (pufrovitosti) půd vůči negativním a degradačním činitelům

Pro některé potenciály komplexního hodnocení půd, např. potenciál odolnosti půd vůči jednotlivým negativním a degradačním činitelům, odolnosti půd vůči debazifikaci a acidifikaci nebo potenciál odolnosti půd vůči kontaminaci a intoxikaci jsou z celého souboru půdních vlastností daleko nejvýznamnější sorpční vlastnosti půd a to zejména hodnoty T a V. Podklady pro jejich hodnocení zpracovali TOMÁŠEK a ŠEFRNA v aplikaci pro lesní půdy MACKŮ.

Uvažovány jsou přitom průměrné hodnoty u povrchových půdních horizontů (topsoil). Takto zpracovaných podkladů bylo využito pro aplikaci na lesní půdy. Hodnocení odolnosti (pufrovitosti): součet bodů za T+V.

Hodnocení výchozích kritérií pro lesní půdy

T - hodnota (mval / 100 g)		Počet bodů	V - hodnota (% hodnoty)		Počet bodů
velmi nízká	pod 8	1	extrémně nenasycený	pod 10	1
nízká	8 - 13	2	výrazně nenasycený	11 - 30	2
střední	14 - 24	3	nenasycený	31 - 50	3
vysoká	25 - 30	4	slabě nasycený	51 - 75	4
velmi vysoká	nad 30	5	nasycený	nad 76	5

Výsledné hodnocení

Součet bodů	Kategorie potenciálu	Označení potenciálu
9 - 10	V	mimořádný
7 - 8	IV	vysoký
6	III	průměrný
4 - 5	II	nízký
2 - 3	I	zanedbatelný

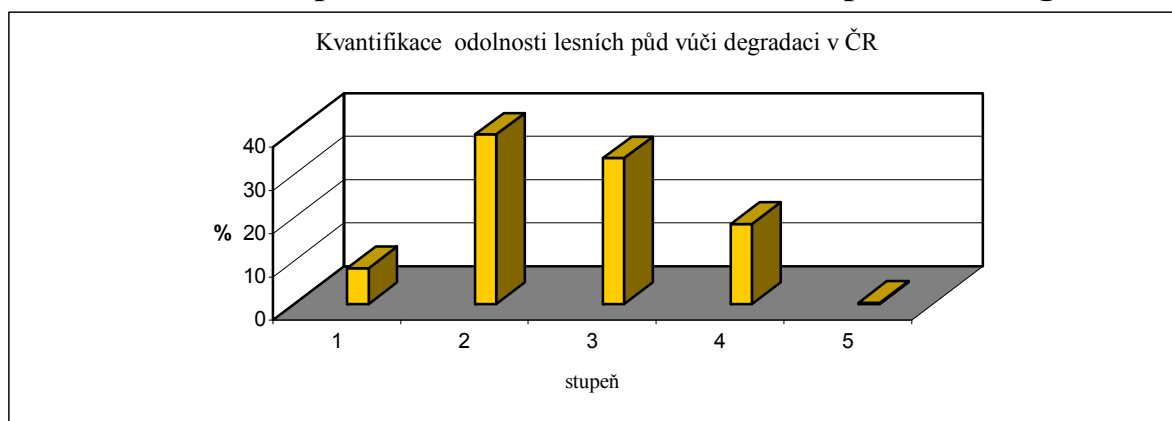
Při extrémních hodnotách, tj. velmi nízké sorpční kapacitě a plně nasyceného sorpčního komplexu, resp. obráceně je vždy hodnota pufručního potenciálu alespoň průměrná.

Hodnoticí jednotkou je půdní typ na úrovni subtypu, který ovšem sám o sobě bez bližší charakteristiky klimatu, expozice, n.m.v. je jako hodnoticí jednotka pro systém komplexního hodnocení půd nevyhovující.

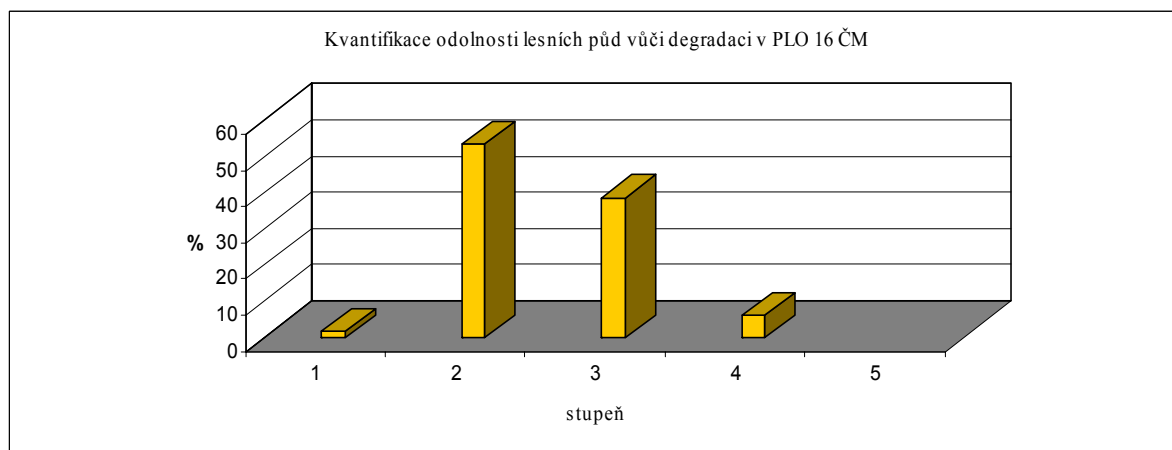
Klasifikační půdní jednotku je proto nutné ošetřit vazbou na ekosystémovou jednotku, tj. na úroveň lesního typu, resp. souboru lesních typů (SLT) a vyšší nadstavbové jednotky agregovaných SLT na úroveň tzv. cílových hospodářských souborů (HS). Jde o využití tzv. systémového efektu umožňující dostatečnou a přehlednou precizaci přírodních podmínek pro rámec půdních klasifikačních jednotek.

Uvedenou technikou aplikace přiřazených hodnot k typologickým jednotkám do vektorové vrstvy ekologických řad lze konstruovat mapu Potenciálu odolnosti lesních půd vůči degradaci a zastoupení stupňů odolnosti půd kvantifikovat.

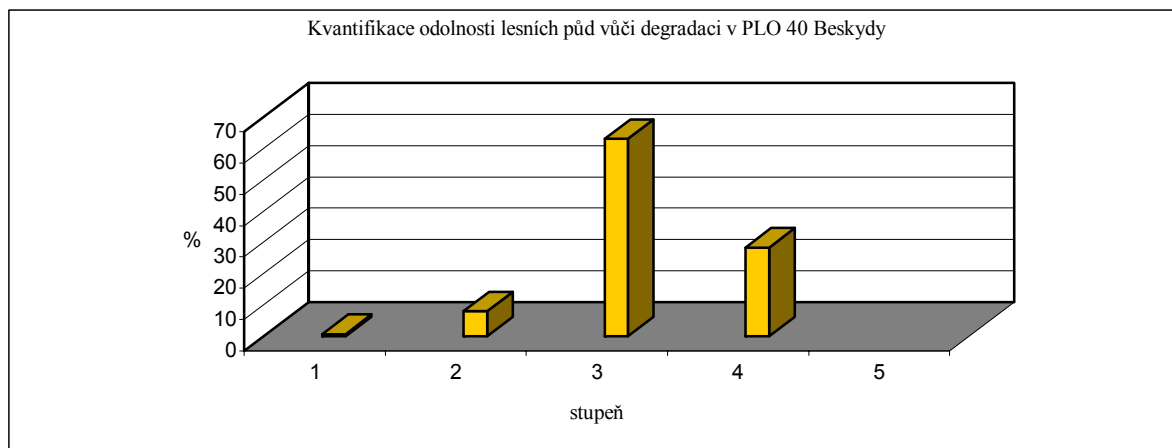
Kvantifikace zastoupení Potenciálu odolnosti lesních půd vůči degradaci



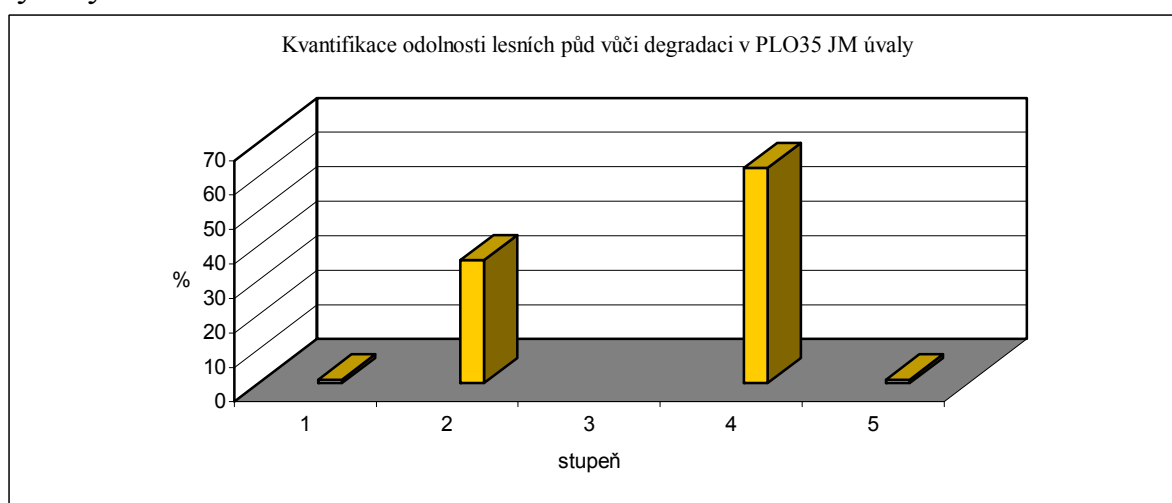
Nízká až průměrná odolnost půd je dominantní (81,2%), pouze necelých 20% půd má odolnost vysokou.



Dominantní je nízký stupeň odolnosti půd vůči degradaci v PLO % ČM



V PLO 40 je dominantní odolnostní potenciál průměrný a téměř 30% dosahuje vysokých hodnot.



V PLO 35 je dominantní s více než 60% vysoký potenciál, ale významné je i zastoupení nízkého stupně s 35.

Citovaná literatura

- Ambros, Z : (1988): Ekologické řady a vegetační stupně - baze pro srovnávání typologických a fytocenologických jednotek. In.: Sborník ref. ze sem. k 85.výročí prof. Zlatníka. LF VŠZ Brno, 21.1.1988: 22-29.
- Macků, J. a kol.(1996): Metodika zpracování oblastních plánů rozvoje lesů, ÚHÚL Brandýs n.L., 90 str.
- Němeček, J. a kol. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd ČR, ČZÚ Praha, 78 str.
- Němeček, J. - Smolíková, L. - Kutílek, M. (1990): Pedologie a paleopedologie. Academia Praha.
- Plíva, K. a kol. (1984): Typologická klasifikace lesů ČSR, ÚHÚL Brandýs nad Labem.
- Projekt VaV 640/3/99 MŽP ČR Systém komplexního hodnocení půd, AOPK Praha 1999, 95 str. 6. příloh

VAZBA PŮDNÍHO TYPU K RELIÉFU TERÉNU V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH ČESKÉHO KRASU

Pavel Šamonil

Agency for Nature Conservation and Landscape Protection of the Czech Republic, Czech republic, 657 20 Brno, Lidická 25/27, phone: + 420 608 567 886; pavel.samonil@seznam.cz

Reliéf terénu je půdotvorným faktorem. Ovlivňuje zejména sedimentační a odnosné poměry; vodní a teplotní režim půd; působí na fyziognomii a druhové složení biocenóz. Půdní typy se vyvíjejí v zákonité vazbě k reliéfu terénu. Pochopení tohoto vztahu je mimo jiné nezbytné pro tvorbu lesnicko-ochrannářských modelů péče o lesní ekosystémy i pro realizaci konkrétních opatření. Článek má přispět k pochopení této závislosti v CHKO Český kras.

Materiál a metody

Pedologické šetření v Českém krasu bylo součástí typologického hodnocení lesních ekosystémů, provedeného v letech 1997 – 2002 v NPR Karlštejn, NPR Koda a PR Radotínské údolí. V území se silně uplatňuje krasový a říční fenomén. Celkem 57 studijních ploch bylo rozmístěno na svazích všech expozic, na plošinách i úpatních površích. Hodnoceny byly převážně svahy o sklonu do 20°. Geologickým podložím byly vápence silurského a devonského stáří s lokální příměsí vápnitých břidlic (TOMÁŠEK et al. 1989).

Na studijních plochách byl proveden základní pedologický průzkum sondovací tyčí a na 36 lokalitách byla vykopána půdní sonda. Většina půdních profilů byla laboratorně analyzována.

Půdy byly klasifikovány dle NĚMEČKA et al. (2001), barva dle ANONYMUS (1965). Retenční vodní kapacita půd („RVK“) byla vypočtena pro fyziologickou hloubku. RVK je určena hydrolimity maximální kapilární vodní kapacity a bodem dočasného vadnutí z pF křivek. U některých horizontů (vysoký obsah skeletu) byla se sníženou přesností RVK určena jako funkce obsahu frakce < 0,01 mm dle BENETINA et al. (1987). Zrnitost půd byla určena síťováním a následně metodou Casagrande. Chemické analýzy odpovídaly metodikám ZBÍRALA (1995, 1996, 1997) a částečně ANONYMUS (2003).

Na modelovém území (obdélník úhlopříčně vymezený S-JTSK: -767392.2 x -1052623.1 a -760287.2 x 105826.8) byl dle níže popsaných tříd GIS analýzou klasifikován terén. Hodnocení bylo provedeno pouze uvnitř MZCHÚ (NPR Koda, Karlštejn – dominují porosty přírodě blízké, cf. VRŠKA et HORT 2003) a pouze na plochách typologicky zařazených. Z hodnocení tedy byla vyňata nelesní půda (orná apod.) a lesní půda typologicky neklasifikovaná (lomy, staré navážky apod.). Míra ovlivnění lokalit vodou nebyla při analýze zohledněna.

Obecná terminologie je použita v souladu s pracemi ŠUSTYKEVIČOVÉ (1998) a NĚMEČKA et al. (1990).

Výsledky a diskuse

Na hodnocených stanovištích byly samostatně (též v závislosti k jednotkám lesnické typologie) rozlišeny specifické terénní tvary:

1. Jižní a k nim přiléhající expozice svahů (cca 135-225°) se sklonem do 20°
2. Plošiny a partie mírného sklonu včetně úpatních povrchů
 - 2a) Vrcholové plošiny a široké hřbety (vyjma ostrých kamenitých hřbetů).
 - 2b) Úpatní povrchy (vyjma míst významně ovlivněných vodou)
3. Partie táhlých svahů až po svahová deluvia se sklonem do 20° (vyjma expozic v bodu 1)
4. Krátké, příkré a kamenité svahy jiných než jižních expozic se sklonem > 20°, úzké ostré hřbety (svahy J expozic se sklonem > 20° nebyly hodnoceny)

Umístění studijních ploch a jejich zařazení podle tvaru terénu je na **Obr. 01**.

Provedená GIS analýza dává představu o plošném zastoupení jednotlivých tvarů terénu v zájmovém území. Třída **1.** zaujímá v modelovém území 19 %, **2.** – 19 %, **3.** – 34 %, **4.** – 18 %. Jižní svahy o sklonu > 20° zaujímají 10 %.

Ad. 1: Zařazení odpovídají sondy na plochách 11, 16, 17, 18, 28, 32, 45, 54. Gradient vývoje půdy koresponduje s posunem ve fyziognomii fytocenóz. Půdním typem na bezlesé partii drnové lesostepi je **litozem („LI“)** **modální** varieta **karbonátová**. Humózní lesní Ah horizont (barva 7.5 YR 4/4, 3/4, 4/2) přechází do kompaktních desek matečné horniny vápence. LI je zde často vrcholným stadiem pedogeneze. Důležitou roli v genezi půd sehrává způsob uložení matečné horniny. Orientací vápencových desek ve směru sklonu svahu je omezen proces zvětrávání. Významný je vliv povrchového odtoku a s tím spojené eroze. Podle některých odborníků (V. LOŽEK, J. KUBÍKOVÁ) dává právě tato situace předpoklad, není-li přímo podmínkou, pro vývoj primárních bezlesí v této oblasti. Odlišná orientace desek matečné horniny se pozitivně projevuje na mocnosti půdního sola i fyziognomii a složení fytocenóz. Profil půdy ale stále postrádá metamorfický horizont. Melanický Am_k horizont je plně nasycený [> 98 %]. Má drobtovitou strukturu a obsahuje > 50 % klastů vápence. Obsah a velikost skeletu s hloubkou rychle narůstají. Níže přechází Am_k v Cr_k (plocha 16), či přímo v kompaktní horninu – R_k (plochy 11, 28). Jemnozemi v celém profilu reaguje s HCl. Půdním typem je **rendzina („RZ“)** **litická** nebo – častěji – **modální**. Půdy obsahují jen slabou příměs materiálu *ex situ*. Eroze na těchto stanovištích silně působí proti dalšímu vývoji půdy a proti zachování reliktních půd pleistocénního stáří (terra fusca). V této práci jsou zmíněné půdy klasifikovány nejčastěji jako **kambizemě („KA“)** **rubifikované, (luvicke)**. Na

jižně exponovaných svazích bývají tyto půdy uchovány v terénních depresích, kde současný povrch nerespektuje vnitřní reliéf (cf. ŠÁLYHO 1978) a kde půdní solum nebylo postiženo celkovou erozí, nebo na táhlých, „erozně stabilních“ svazích. Přesto, že výskyt půd s metamorfickým horizontem na tomto tvaru terénu nedosahuje frekvence jejich výskytu na ostatních terénních tvarech, je rubifikovaný Br horizont (barva 5 YR 5/6, 5/4) alespoň slabě vyvinutý u 4 z hodnocených 8 profilů. Profil na ploše 32 má sekvenci Ah – Brt – Cr_k – R_k a přes zřejmý výskyt argilanů v Brt horizontu postrádá zcela eluviální horizont. Svrchní část profilu byla v minulosti pravděpodobně oderodována (za zmínku stojí názory, podle kterých mohou být kutany v B horizontu těchto půd přímou součástí jejich geneze – cf. zařazení chromosolů NĚMEČEK et al. 1990, názory THIÉRE et LAVES 1968 in NĚMEČEK 1973, SEMMEL 1968 in NĚMEČEK 1973). Úroveň šetření nedovoluje více závěrů. Také na plochách 17 a 18 se uchovaly půdy s rubifikovaným Br resp. Brt horizontem – KA rubifikovaná, KA luvická, rubifikovaná. Mimo polycyklickou a polygenetickou povahu vývoje půd lze v profilech předpokládat vysoký podíl cizorodého, zejména eolicky či soliflukčně transportovaného materiálu. Pro silikátovou příměs vápnitých břidlic byla půda na ploše 16 klasifikována jako pararendzina („PR“) modální, suťová. Dochází i k sekundárnímu porušení půd. Na ploše 45 byla překryta KA rubifikovaná rendzinou modální. RVK byla v hodnocených profilech mezi 12,1 a 74,7 mm.

Ad. 2a: Zařazení odpovídají profily na plochách 8, 10, 12, 13, 23. Na tomto tvaru se nemůže uplatnit materiál deponovaný soliflukčně, či jinou formou transportu po svahu. Částečně je omezena možnost odnosu materiálu (podle TROLLA 1947 in ŠÁLY 1978 byla soliflukce prokázána na svazích o sklonu 1°). Depozice alochtonní složky je dána eolickým přínosem, v několika případech byl zaznamenán transport vodou (miocén). Pozůstatek říční terasy byl odhalen ve vrcholové partii Kody i v Radotínském údolí. Terén je zvlněný, jeho současný tvar však nerespektuje vnitřní reliéf. Doslova několik metrů od sebe lze na jedné straně narazit na kompaktní vápenec silurského či devonského stáří v profilu **RZ modální** v hloubce 30 centimetrů a na straně druhé odkrýt pozůstatek říční terasy, kde vápenec tvoří spíše podložní horninu a nachází se v hloubce > 150 cm (plochy 8 vs. 10). V profilu jsou četné valounky křemene a jejich přítomnost je zaznamenána i v sondách v nižších partiích svahu (plochy 1, 2, 3). Mimo půdy vyvíjející se recentně se nejen v terénních depresích opět uchovávají půdy patrně reliktní (cf. harmonické půdy – WERNER 1959 in SMOLÍKOVÁ 1962), charakteru **terra fusca** (plochy 12, 13). Pro tyto půdy platí vše, co bylo v tomto směru uvedeno v bodu 1. B horizont je typicky rubifikovaný, jílovitý. U plochy 23 je argilický – Bt. Frakce < 0,01 mm dosahuje podílu 75 (plocha 12) i 80 % (plocha 23). Půda je hydraulicky téměř nevodivá. U plochy 23 jsou od 22 cm v profilu patrné stopy oglejení, jež je působeno srážkovou vodou. Argilany mohou být jen málo zřetelné, jinde jsou silně vyvinuty s náznaky orientované struktury. Často byl diagnostikován i eluviální Ev horizont. Nejméně skeletu (vápencový štěrk) je v A a E horizontu, obsah

uhličitany je zde do 0,1 %. I na vrcholových plošinách se setkáme s **RZ modálními** či **melanickými**. Vývojem tyto půdy již pokročily přes **LI** a subtyp **RZ litické**, které na tomto tvaru spíše nenacházíme. Na široké plošině v lokalitě Malá Amerika (Rešna) – plocha 23, byla půdním typem **hnědozem („HN“)** **pelická, oglejená**. RVK hodnocených profilů byla nejčastěji okolo 80 mm. Jinými autory (Bíba 2001) jsou v obdobné poloze uváděny u luvizemě.

Ad. 2b: Zařazení odpovídají profily na plochách 1, 14, 15, 20, 35, 44, 48. Především v blízkosti svahových deluvií se jako půdotvorný může uplatnit materiál soliflukční či projevy procesu koluvace (plocha 1), dále lze počítat zejména s eolickou depozicí. Omezen je erozní odnos. Většinou se jedná o nevelké celky se značným vlivem okolních vyvýšenin. Jejich působení je i nepřímé. Ovlivňují procesy ukládání eolického materiálu, vodní a teplotní režim. Neuvažujeme laterální pohyb vody. Působení spodní vody jsme u ostatních tvarů zcela vyloučili, zde ho můžeme s ohledem k výběru ploch vyloučit rovněž. V žádné z profilů nebylo hladiny spodní vody dosaženo. Také na úpatních površích se v profilech sond objevují valounky křemene (plochy 1, 48).

Genetická hloubka půd je ve srovnání s ostatními terénními tvary obvykle větší, nižší je podíl skeletu v půdním těle. Oproti svahům jsou diagnostické horizonty lépe zřetelné a mají ostřejší hranice přechodu. Nedochází k míšení materiálu různých horizontů vlivem svahových posunů. Mocnost organominerálního horizontu obvykle nepřekračuje 10 cm → Ah – humózní lesní. Oproti plošinám vrcholovým zde téměř nevystupuje matečná hornina až k povrchu. Výjimku, která je dána spíše lokálními anomáliemi, představují v tomto směru mělké, silně skeletovité profily na plochách 15 a 20 – **RZ suťová**, **RZ melanická**. U zbývajících profilů je ve většině případů vyvinut eluviální Ev horizont, který je mocnější a výraznější, než u jiných terénních tvarů. Postrádá znaky metamorfických horizontů (Br, Bv) a je tak klasifikován jako samostatný Ev horizont [nikoli přechodový EvBrt či nedostatečně vyvinutý (Ev)]. Hovořit vždy o eluviálních a luvických horizontech je ovšem přílišným zjednodušením. Mechanismus tvorby těchto půd není jednotný. Vyjma zjevného procesu illimerizace nelze u řady profilů přehlížet zřejmou genetickou nespojitost zmíněných horizontů (patrné např. u plochy 12, 44). Rozdíl v obsahu frakce 0,01-0,05 mm mezi „eluviálním“ a „luvickým“ horizontem je až 20 % (podíl této frakce v A a E je až 45 %). To napovídá na možnou eolickou depozici. V jiných případech je zmíněná frakce zastoupena (okolo 30 %) i níže v profilu (po Cr_k), což může být důsledkem eolického impaktu během vývoje půd, který se mísí se s materiálem *in situ*. Tento případ u vrcholových plošin nebyl zaznamenán. A a Ev horizonty jsou odvápněny. Hodnota pH_{KCl} je v Ev ± 3,6; bazická saturace klesá v Ev až na 50 %. RVK byla v rozmezí 22,4 – 86,6 mm. Půdy s vyvinutým B horizontem byly nejčastěji klasifikovány jako **rubifikované, luvické** subtypy **kambizemí** (plochy 1, 14, 35, 44).

Ad. 3: Zařazení odpovídají profily na plochách 2, 6, 19, 21, 22, 30, 42, 49, 53. Geneze půdy silně odvisí od sklonu a postavení sondy v profilu svahu. Ve větší míře se v půdních profilech uplatňuje materiál soliflukčně, či jinak posunutý po svahu. Přechody mezi horizonty jsou pozvolné, nerovné až kapsovité. V souvrství bazálního sledu lze místy pozorovat – a to platí i pro některé půdy na jižních expozicích – orientaci skeletu a vytváření tapet na jeho povrchu. To podle mnoha autorů (ŠÁLY 1978, 1986, NĚMEČEK et al. 1990) dokladuje proces soliflukce a celkově periglaciální vývoj. Na ploše 3, kde je sklon svahu na hranici 20°, se půda vyvíjí na půdním sedimentu. V blízkosti svahových deluvií se uplatňuje proces koluviace. Jak již bylo uvedeno v bodu 2a, v některých profilech (plocha 2) se objevuje silikátový materiál z výše ležícího fragmentu říční terasy. V profilech na plochách 6 a 53 fluviální materiál dokonce jednoznačně dominuje. V těchto případech jsou půdní sondy umístěny nad „věncem“, v který na temeni svahu vybíhá vápenec. Profily se tak nacházejí v lokální depresi vyplněné zmíněným materiálem. Z tohoto důvodu nedošlo k jejich oderodování. V případě sondy na ploše 22 (Herinky) byl v profilu mimo vápence přítomen i diabas.

I zde obecně platí, že půdy spodních partií svahů a svahových deluvií jsou mocnější proti půdám výše ležícím. Toto logické shrnutí ale v konkrétních případech často neplatí (cf. subkutánní delly – ŠÁLY 1978, 1986). Určující je mnohdy mikrorelief (cf. MAŘAN 1947).

Vyjma plochy 21 (specifiky stanoviště inklinuje k bodu 1), byl ve všech případech diagnostikován metamorfický B horizont, včetně obtížně klasifikovatelných půd vyvíjejících se na fragmentu říční terasy. Tento horizont obvykle nepostrádá skelet ani znaky rubifikace. Výjimkou není ani slabá separace střední části profilu na eluviální a luvický rubifikovaný horizont. Oproti drobtovité struktuře v Ah horizontu je struktura B horizontu polyedrická. Půdním typem je **KA rubifikovaná**. V případě diferenciaci na eluviální Ev a jílem obohacený Brt horizont klasifikují půdu jako **KA luvickou, rubifikovanou (vyluhovanou)**. Na ploše 53 se vyvíjí **kambizem arenická**.

Ad. 4: Zařazení odpovídají profily na plochách 3, 50, 51, 52, 55, 56. Oproti **bodu 3** zde dochází často za přispění gravitačního posunu hmoty k tvorbě mocného, melanického Am horizontu. Prakticky se zde nevyskytují třífázové půdy, jejichž přítomnost je v ostatních případech – s menším výskytem na tvarech terénu pod **bodem 1** – spíše pravidlem. V celém profilu jsou obvykle přítomny mocné klasty vápence, zemina reaguje s HCl, nebo je svrchních cca 10 centimetrů téměř bez reakce. Hodnoty pH_{KCl} v žádném horizontu neklesají pod 6, výjimkou mohou být svrchní, částečně vyluhované partie Am horizontu. Půda má drobtovitou strukturu, je hlinitá až jílovitohlinitá, kyprá. Půdním typem je téměř vždy **RZ**, a sice **modální, melanická** či **sut'ová**. Někdy vystupuje matečná hornina až k povrchu. Potom se jedná o **LI modální, varietu karbonátovou**.

Vyjádřit lze souhlas s názory ŠÁLYHO (1986) jenž uvádí, že svahoviny jižně exponovaných svahů jsou mělké než na severních svazích. Souhlasit lze i s autorovou argumentací, že sice hloubka zvětralin je výsledkem nejen intenzity zvětrávání, ale i možnosti uchování zvětralin na svahu. Jižní svahy jsou tedy již z pohledu mocnosti půdního profilu ekologicky přirozeně exponovanější, než například svahy severní. Významným činitelem je rovněž mikoreliéf. Nelze se plně ztotožnit s názory MAŘANA (1947), který považuje nálevkovité tvary terénu a lokální pohyb hmoty za zásadní faktor uplatňující se při vzniku půd označovaných jako terra fusca a hodnotit tyto půdy jako alochtonní. Uvážíme-li vysoké zastoupení zmíněných půd mezi studovanými profily a jejich postavení v rámci terénu nemůžeme toto vysvětlení obecně přijmout (cf. SMOLÍKOVÁ 1982 – připouští autochtonní vývoj půd terra fusca, ale přítomností eolického materiálu víceméně podmiňuje jejich genezi).

Závěr

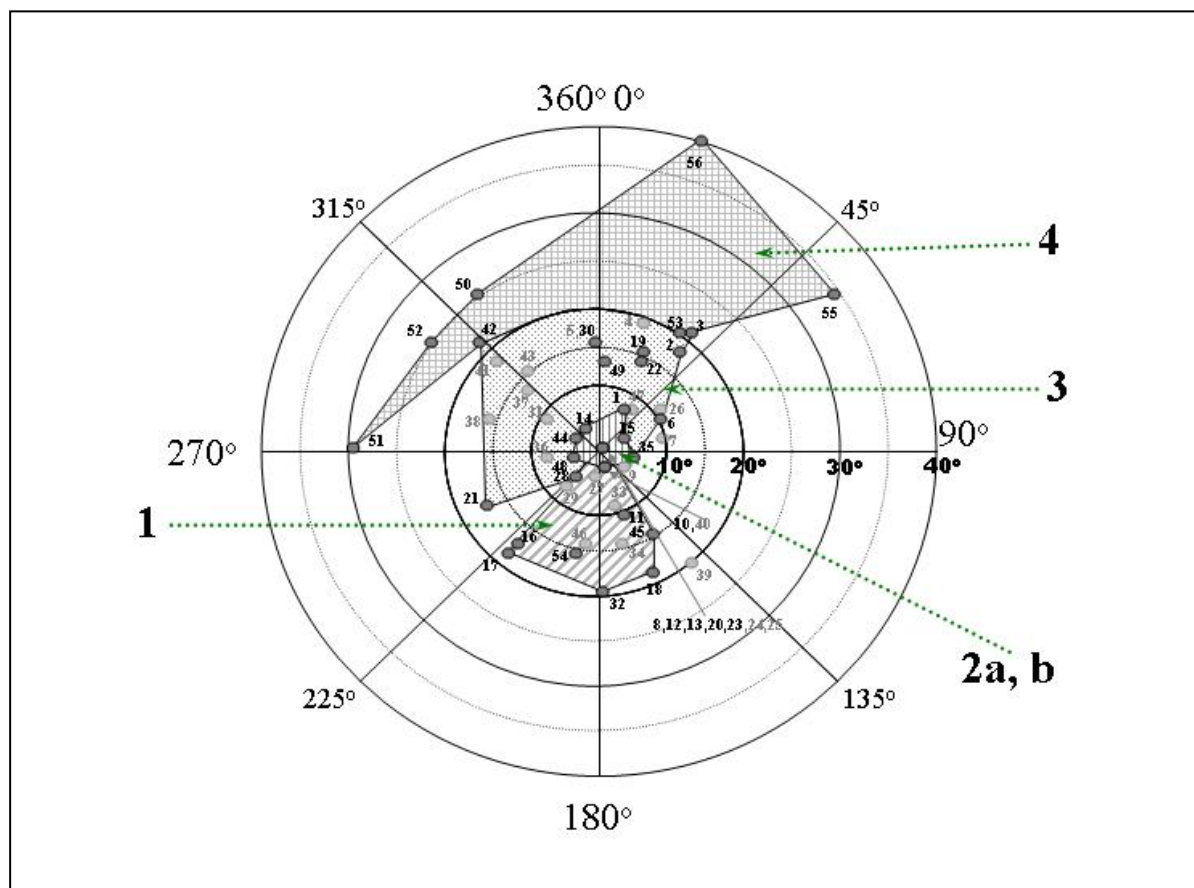
Vazba půd k reliéfu terénu je v obecné rovině patrná, v konkrétních případech často sehrává zásadní roli mikoreliéf.

Hodnocená stanoviště Českého krasu byla již kvalitou půdotvorného substrátu značně heterogenní. Půdotvorný substrát tvořily rezidua zvětrávání vápence (různé facie), vápnité břidlice, diabas, alochtonní materiál transportovaný eolicky, po svahu (soliflukce aj.) a původu fluviálního. Výjimečně byl půdotvorným půdní sediment.

Půdy byly klasifikovány jako: **LI** modální varieta karbonátová, **RZ** modální, **RZ** litická, **RZ** melanická, **RZ** melanická suťová, **RZ** modální melanická, **PR** modální suťová, **KA** arenická, **KA** rubifikovaná, **KA** vyluhovaná, **KA** luvická rubifikovaná vyluhovaná, **KA** luvická rubifikovaná, **KA** modální, překrytá **KA** rubifikovaná, **KA** rubifikovaná překrytá **RZ** modální, **HN** pelická oglejená.

Půdy s vyvinutým metamorfickým (Br, Bv), argilickým (Bt) či rusifikovaným ergilickým (Brt) horizontem a často i s horizontem eluviálním (Ev) na porostní ploše MZCHÚ mají nemalé zastoupení. Na modelovém území se jedná přibližně o 53 % plochy. Tyto půdy lze klasifikovat zejména jako kambizem rubifikovanou či kambizem luvickou rubifikovanou (dříve jako terra fusca); především na plošinách se nacházejí též Luvisoly. Půdy z referenční třídy Leptosoly převažují na jižně exponovaných svazích a na svazích o sklonu převyšujícím 20°.

Výstupy je možné a žádoucí zapracovat do plánů péče o ZCHÚ v Českém krasu.



Obr. 01: Umístění studijních ploch v terénu a jejich příslušnost k terénním tvarům. Šedé značky představují plochy, kde byl proveden pouze průzkum sondovací tyčí, černé značky identifikují plochy s půdní sondou.

Seznam citovaných pramenů

- ANONYMUS (1965): Standard Soil Color Chart Explanation on its usage, Fujihira Industry Co., Ltd. Tokyo, 16 p. (22 příloh).
- ANONYMUS (2003): United Nations Economic Commission for Europe Convention on Long-Range, Transboundary Air Pollution, Methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, part IIIa - Sampling and Analysis of Soil, Institute for Forestry and Game Management, Belgie, č. 6, 108 p.
- BENETIN J., DVOŘÁK J., FIDLER J. et KABINA P. (1987): Odvodňovanie, Príroda, Bratislava, 574 p.
- BÍBA M. et al. (2001): Hodnocení kvality vody v lesních ekosystémech, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 45 p.
- MAŘAN B. (1947): Vliv porostů a reliéfu na rendziny Karlštejska, in: Sborník výzkumných ústavů lesnických, MZe ČSSR, Praha, 152 p.
- NĚMEČEK J. (1973): Přehled nejnovějších klasifikačních systémů půd (studijní zpráva), Ústav vědeckotechnických informací, Praha, 107 p.

- NĚMEČEK J. et al. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky, ČZU Praha a VÚMOP Praha, 78 p.
- NĚMEČEK J., SMOLÍKOVÁ L. et KUTÍLEK M. (1990): Pedologie a paleopedologie, Academia, Praha, 546 p.
- SMOLÍKOVÁ L. (1962): Ráz výskytu terrae calcis v krasových oblastech Slovenska, Československý kras, r. 14: 93-100, ČSAV, Praha
- SMOLÍKOVÁ L. (1982): Pedologie II. díl, UK, Praha, 284 p.
- ŠÁLY R. (1978): Pôda základ lesnej produkcie, Príroda, Zvolen, 235 p.; ŠÁLY R. (1986): Svahoviny a pôdy Západných Karpát, Veda, Bratislava, 200 p.
- ŠUSTYKEVIČOVÁ O. (1998): Pôdoznalecký slovník, Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, Bratislava, 270 p.;
- TOMÁŠEK et al. (1989): Půdně interpretační mapa, list 12-41 Beroun – stav k 1. 1. 1979, M 1:50 000, Ústřední ústav geologický Praha
- VRŠKA T. et . HORT L. (2003): Terminologie pro lesy v chráněných územích, Lesnická práce, r. 82, č. 11: 585 – 587, Kostelec nad Černými lesy; ZBÍRAL J. (1995, 1996, 1997): Analýza půd I., II, III, ÚKZÚZ Brno, 150 p.

PRIESTOROVÁ VARIABILITA NIEKTORÝCH MIKROBIÁLNYCH CHARAKTERISTÍK V BUKOVOM PORASTE

Erika Gömöryová

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, T.G.Masaryka 24, 960 53 Zvolen,

Slovensko, e-mail: egomory@vsls.tuzvo.sk

Lesné pôdy v porovnaní s pôdami poľnohospodárskymi sa vo všeobecnosti vyznačujú väčšou priestorovou variabilitou pôdných vlastností, pretože stromy v značnej miere prispievajú k nerovnomernému prísunu zrážkovej vody k pôde, k nerovnomernému rozdeleniu opadu na povrchu pôdy, k rozdielom pri príjme živín koreňmi a pod. Existuje pomerne mnoho prác, zaoberajúcich sa variabilitou pôdných vlastností v lesných porastoch. Najčastejšie sa sledujú zmeny vlhkosti pôdy a pôdnej reakcie, podstatne menej prác je venovaných štúdiu priestorovej variability mikrobiálnych charakteristík pôdy. Cieľom našej práce bolo zistiť, aká je priestorová variabilita pôdnej respirácie a aktivity katalázy v bukovom poraste pri rôznych mierkach.

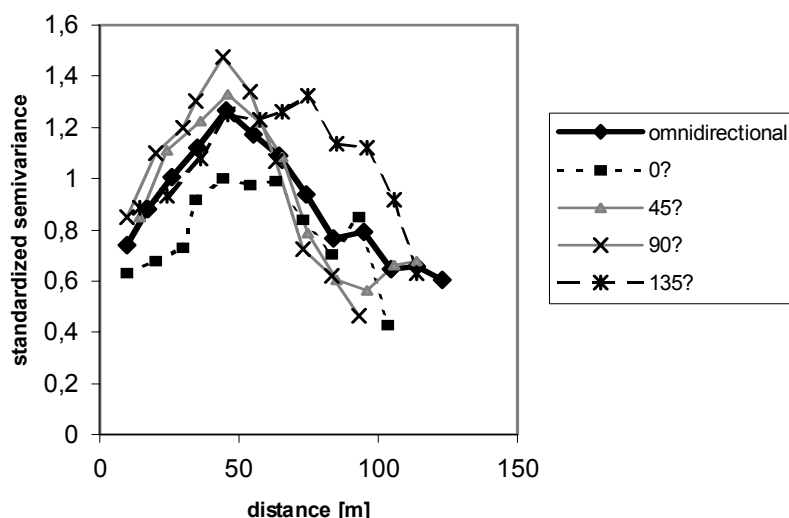
Priestorovú variabilitu pôdnej respirácie a aktivity katalázy sme zisťovali v 100-ročnom bukovom poraste v Kremnických vrchoch. Nadmorská výška plochy je 530 m, expozícia JJZ, sklon 5°. Pôdu reprezentuje kambizem andozemná so 60% skeletu v Bv horizonte.

Pôdne vzorky sme odoberali z humusového horizontu zo zákopkov, rozmiestnených pravidelne vo vzdialenosti: a) 1 m v štvorcovej sieti 10 × 10 m, b) 10 m v štvorcovej sieti 100 × 100 m, c) 10 × 40 cm v blízkosti kmeňa buka. Vo vzorkách sme stanovili pôdnu respiráciu Isermeyerovou metódou (in Alef 1991) a aktivitu katalázy podľa Kurbatova a Dvojnišnikovej (in Obr et al. 1991). Pre hodnotenie priestorovej súvislosti a trendov bol použitý všesmerný štandardizovaný variogram v smere 0° (po vrstevnici), 45°, 90° a 135° s toleranciou ±22,5°.

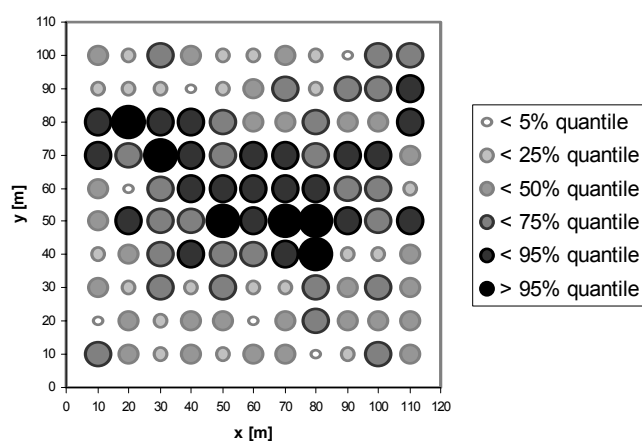
Zo zistených údajov vyplýva, že:

- pri mierke 10 × 40 cm sa prejavuje zreteľný vplyv stromu v bezprostrednej blízkosti kmeňa na mikrobiálnu aktivitu, tesne pod kmeňom sme namerali najvyššie hodnoty pôdnej respirácie aj aktivity katalázy. Priestorová závislosť oboch charakteristík mikrobiálnej aktivity je výrazná – variogram kulminuje pri vzdialenosti cca 0,7 m
- respirácia nevykazuje v mierke 1 × 1 m žiadnu zákonitosť v rozdelení hodnôt. Aktivita katalázy vykazuje priestorovú anizotropiu – po spádnicí hodnoty vykazujú výraznú diskontinuitu. Nezaznamenali sme súvislosť medzi rozmiestnením stromov na ploche a mikrobiálnymi charakteristikami.

- Ako respirácia, tak aj aktivita katalázy vykazujú v mierke 10×10 m zreteľnú priestorovú súvislosť a súčasne výraznú anizotropiu (obr. 1 a 2). Vzhľadom na sledovanú plochu (1 ha) nebolo technicky možné zaznamenať pozície stromov a sledovať súvislosť mikrobiálnej aktivity so stromovou vegetáciou.
- S narastajúcou mierkou mierne klesá variabilita aktivity katalázy, ale narastá variabilita hodnôt pôdnej respirácie.



Obr. 1 Štandardizované smerové variogramy aktivity katalázy v sieti 10×10 m



Obr. 2 Priestorové rozloženie hodnôt aktivity katalázy v sieti 10×10 m

Podakovanie:

Táto práca bola podporená Grantovou agentúrou VEGA, projekty č. 9264/02, 0126/03 a 0635/03.

MAPOVÉ ZOBRAZENIE PLOŠNEJ HETEROGENITY PEDOKOMPAKCIE NA VYBRANOM POZEMKU.

Ján Halas

*Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy Bratislava, Reimanova 1, 080 01
Prešov, SR
e-mail: halas@vupop.sk*

Úvod

Tradičné hospodárenie na poľnohospodárskej pôde považuje hon za minimálnu viac-menej uniformnú plochu vo svojich vlastnostiach a produkčných schopnostiach a ignoruje tak priestorovú variabilitu špecifických vlastností pôdy (obsah dostupných živín, pôdnu vlhkosť, pH, kompakciu pôdy atď.). Avšak tieto charakteristiky môžu pôsobiť svojou variabilitou na produkčnú variabilitu pestovaných plodín. Podchytenie a vhodné mapové zobrazenie variability pôdných vlastností je preto základom pre správnu voľbu agrotechnických opatrení.

Cieľom príspevku je formou mapového spracovania prezentovať plošnú heterogenitu procesu pedokompakcie na vybranom hone ornej pôdy na základe realizovaných meraní penetračného odporu pôdy v štvorcovej sieti.

Charakteristika územia a pôdy na vybranom pozemku

Skúmaný hon ornej pôdy je lokalizovaný v juhozápadnej časti Východoslovenskej nížiny v k.ú. Luhyňa. Z pohľadu klimatických pomerov je územie situované v klimatickej oblasti *teplej*, okrsku *T 5*, ktorý je charakterizovaný ako *teplý, mierne suchý, s chladnou zimou*. Priemerná ročná teplota v oblasti varíruje medzi 8,8 – 9,2 °C. Priemerné ročné úhrny zrážok sa pohybujú v rozpätí 550 - 600 mm (5). Na hone s výmerou 10,6 ha v nadmorskej výške 120 m.n.m. je zastúpený pôdny typ Čiernica s glejovým subtypom. Substrátom sú svahové hlíny. Hon je lokalizovaný na rovine. Pôda je bezskeletovitá, hlboká (nad 0,6 m), zrnitostne hlinitá v ornici (42,4 %) a ílovitohlinitá v podornici (50,8 % frakcie < 0,01 mm).

Materiál a metódy

Pri spracovávaní riešenej problematiky sme na základe zistenej potenciálnej kompakcie pôdy, vymedzenej na báze hlavných pôdných jednotiek (HPJ), vykonali na indikovanom hone merania penetračného odporu pôdy za účelom získania informácie o plošnej heterogenite procesu pedokompakcie.

Vzhľadom na odporúčanú metodiku (7) sme vytýčili štvorcovú sieť s pomerom strán 90 x 90 m. V jednotlivých bodoch (vrcholoch) sme uskutočnili príslušné merania. Súbežne s nimi boli z hĺbok 0,1-0,15 m, 0,25-0,30 m a 0,45-

0,50 m odobraté pôdne vzorky na stanovenie momentálnej vlhkosti. Táto bola stanovená gravimetricky. Kompakciu pôdy sme merali penetrometrickou sondou STS Šumperk. Namerané hodnoty tlaku v MPa boli štatisticky vyhodnotené ako aritmetické priemery z piatich meraní, pričom tieto hodnoty boli následne korigované podľa momentálnej vlhkosti pôdy na štandardnú vlhkosť 20 % pre ílovitohlinitú pôdu (6).

Plošné vyhodnotenie penetračného odporu pôdy v 0,05 m krokoch do hĺbky 0,6 m bolo spracované v programe Surfer verzia 8, s využitím základného nastavenia interpolačnej metódy kríningu. Základné mapy sú vytvorené zo získaných priemerných hodnôt penetrometrického odporu pôdy bez korekcií na vlhkosť pôdy a po korekciách podľa zvolenej siete meraní. Pre všetky mapy bola použitá rovnaká farebná stupnica s rovnakým zadáním intervalov hodnôt penetrometrického odporu pôdy.

Výsledky

Dosiahnuté výsledky sú prezentované v grafickej časti príspevku na obr. 1. - 2., pričom zachytávajú plošnú heterogenitu kompaktie pôdy v jednotlivých hĺbkach pôdneho profilu na vybranom pozemku ornej pôdy.

Záver

Na základe realizovaných meraní penetračného odporu pôdy v štvorcovej sieti bola reálne preukázaná plošná heterogenita procesu kompaktie pôdy, pričom bol zistený aj stupeň utlačenia jednotlivých pôdnych vrstiev ako to dokumentujú aj príslušné mapky. Naše merania a následne mapové spracovanie len potvrdzujú, že tak ako je heterogénna pôda a s ňou aj viaceré pôdne vlastnosti, tak je variabilný aj proces kompaktie pôdy. Zistené skutočnosti môžu poslúžiť ako podklad pre diferencované agrotechnické zásahy v rámci honu.

Použitá literatúra

1. BAJLA, J.: Penetrometrické merania pôdnych vlastností: Nitra: SPU, 1998. s.16
ISBN 80-7137-543-8
2. HOUŠKOVÁ, B.: Optimalizácia fyzikálnych vlastností pôdy vo vzťahu k procesom degradácie. In : Trvalo udržateľná úrodnosť pôdy a protierózna ochrana: Zborník referátov z odbornej konferencie. Bratislava : VÚPOP, 1998, s. 99 - 108.
3. LHOTSKÝ, J.: Soustava opatření k zúrodnování půd: Metodiky 14. Praha: ÚVTIZ, 1984. 39 s.
4. LHOTSKÝ, J.: Zhutňování půd a opatření proti němu: Praha: ÚZPI, Studijní informace – rostlinná výroba 7/2000. s.20.ISBN 80-7271-067-2
5. MŽP SR.: Atlas krajiny SR. ESPRIT, spol. s r.o. Banská Štiavnica, 2002, s.95 – 99.
ISBN 80-88833-27-2
6. ŠIMON, J. - LHOTSKÝ, J. et al.: Zpracování a zúrodnování půd. Praha: SZN, 1989. s. 170.
ISBN 80-209-0048-9
7. ZRUBEC, F.: Metodika zúrodnenia zhutnených pôd. Bratislava: VÚPÚ, 1997. s. 5 a 22. ISBN 80-85361-39-6

LESNÍ PŮDY NPR DĚVÍN, PÁLAVA

Radim Hédl, Klement Rejšek, Zuzana Maryšková

Ústav geologie a pedologie LDF MZLU, Zemědělská 3, 613 00 Brno, e-mail rhe@centrum.cz

Studované území, metodika

NPR Děvín-Kotel-Soutěska je nejvýznamnějším maloplošným chráněným územím CHKO a BR Pálava. Lesy zde pokrývají přibližně 3/4 plochy, z toho listnaté lesy přirozeného složení asi 60 %. Třemi základními lesními typy jsou dubohabřina (svaz *Carpinion*), suťová lípina (svaz *Tilio-Acerion*) a plošně nejméně rozšířená šipáková doubrava (svaz *Quercion pubescenti-petraeae*). Podrobnější údaje viz Hédl & Danihelka (2003), Mikysková (2004).

Půdní typy lesních ekosystémů NPR Děvín zachycuje 33 půdních sond vykopaných v letech 2002–2003. Profily byly vyfotografovány, popsány a byly odebrány vzorky k analýzám (pH, zrnitostní složení, obsah karbonátů, základní prvky, ztráta žíháním). Pro klasifikaci půd jsme použili systém Němečka et al. (2001). Sondy jsou na místech půdních sond J. Horáka, který na Pálavě prováděl v letech 1953–1964 lesnický typologický průzkum (Horák 1967, 1969).

Účelem našeho výzkumu bylo zjistit změny v půdním prostředí lesních ekosystémů Děvína po 50 letech existence rezervace a období převažující přirozené sukcese (prozatímní výsledky viz Hédl & Danihelka 2003). V tomto příspěvku však chceme pouze stručně poukázat na půdní variabilitu daného území.

Půdy NPR Děvín

Rozlišeno bylo sedm půdních typů s několika subtypy, případně varietami. Lesní půdy NPR Děvín lze popsat jako taxonomicky nejednoznačné, s převažujícími půdotvornými procesy illimerizace a humifikace. Substráty jsou svahoviny tvořené spraší, sprašovými hlínami a rozpady jurských vápenců, v různém vzájemném zastoupení. Prostředí je celkově bazické, rozklad opadu a stařiny mimořádně rychlý, humusové formy jsou mulové.

Dominujícími půdami jsou luvisoly, zastoupené nejběžnějšími hnědozeměmi (10x), pak šedozeměmi (5x) a luvizeměmi (2x). Tyto půdy se vytvořily na substrátech v pleistocénu nasunuté široké báze severovýchodních svahů Děvína, kde se nachází většina plochy lesů. Půdotvornými substráty jsou soliflukční hlíny promíšené se sprašemi a rozpady vápencových bradel. Profily bývají odvápněné, kromě horizontů C a s výjimkou šedozemí. Luvické horizonty bývají nepříliš výrazně vyvinuté, texturní diferenciaci je většinou mezi 1 a 2. Transport humusových látek v případě šedozemí je nevýrazný.

Druhé nejčastější půdy jsou leptosoly, které reprezentují skoro výhradně rendziny (10x), případně pararendziny (1x). Jsou na vápencových rozpadech

smíšených s hlínami v horních a středních částech svahů. Nápadným znakem jsou intenzivní humifikací vzniklé A-horizonty, často přes 2 dm mocné; v několika případech jsou proto vylišeny melanické subtypy. Časté je hnědnutí.

Černisoly jsou zastoupeny černozeměmi (3x). Jsou plošně omezeny na bázi jihovýchodních svahů Děvína. V minulosti zde byly nejspíše vinice, dnes jde o stanoviště šipákových doubrav. Určujícími znaky jsou mocné tmavé horizonty diagnostikované jako černické, které bývají antropicky turbované. Substrát je určen převažující spraší.

Fluvisoly jsou reprezentovány koluvizeměmi (2x). Takto byly klasifikovány jen případy, u kterých nebylo možné zařazení do jiného půdního typu. Vyznačují se souvrstvími glaciálních a holocenních přemístěných materiálů, akumulovaných z výše položených svahů.

Jako koluvizemě by bylo možno alternativně klasifikovat i většinu „šedozemí“ a některých „rendzin“ a „hnědozemí“, protože jsou velmi pravděpodobně tvořeny souvrstvími akumulovaných materiálů, což ostatně alespoň zčásti platí pro naprostou většinu půd NPR Děvín. Odpovídající půdotvorný proces bývá v těchto případech na hranici bezpečného určení. Námi předložená klasifikace je poměrně konzervativní, jinak bychom patrně museli značnou část profilů klasifikovat jako koluvizemě.

Poděkování

Předložená práce byla financována z grantu VaV 610/10/00: Vliv hospodářských zásahů na změnu biologické diverzity ve zvláště chráněných územích, dílčí projekt Monitorování změn ve struktuře rostlinných společenstev v závislosti na hospodářských opatřeních v NPR Děvín, v letech 2001–2003. Půdy byly v terénu popisovány a určovány K. Rejškem a R. Hédlem, s pozdější konzultací D. Vavříčka. Laboratorní analýzy provedla Z. Maryšková, která také pomáhala při terénních pracích. Za pomoc jsme dále vděčíme V. Koblížkové, J. Houškovi, J. Horákovi, J. Danihelkovi a H. Bartoškové.

Literatura

- Hédl R. & Danihelka J. (2003): Monitorování změn ve struktuře rostlinných společenstev v závislosti na hospodářských opatřeních v NPR Děvín. – Ms. [Závěrečná zpráva z projektu VaV 610/10/00, depon. in: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR].
- Horák J. (1967): Waldtypen der Pavlovské kopce (Pollauer Berge). I. Teil. Boden und Bodenmilieu. Lesní typy Pavlovských kopců. I. část: Půda a půdní prostředí. – Sborn. Vys. Šk. Zeměd. Brno, ser. C, 36: 21–52.
- Horák J. (1969): Waldtypengruppen der Pavlovské kopce (Pollauer Berge). – Přírod. Pr. Úst. Čs. Akad. Věd Brno, Praha, 3(ser. nova)/7: 1–39.
- Mikysková J. (2004): Změny vegetačního pokryvu vrchu Děvín v Pavlovských vrších: srovnání časové řady leteckých snímků a interpretace archivních pramenů – Ms. [Diplomová práce, depon. in: Katedra botaniky PřF MU v Brně].
- Němeček J. et al. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. – ČZU, Praha.

ACIDIFIKACE LESNÍCH PŮD JESENÍKŮ, METODOLOGICKÉ A STANOVIŠTNÍ VLIVY

Radim Hédľ*, Petr Petřík** a Karel Boublík**

**Ústav geologie a pedologie LDF MZLU, Zemědělská 3, 613 00 Brno, e-mail
rhe@centrum.cz, a* ***Botanický ústav AV ČR, Zámek 1, 252 43 Průhonice*

Východiska, postupy a cíle

Hlavním cílem projektu je zjištění změny půdní reakce lesních půd Jeseníků po šedesáti letech (1941/1942–2003). Referenční údaje poskytuje publikace Hartmann & Jahn (1967). F. K. Hartmann v Jeseníkách lesnický bádál počátkem 40. letech 20. století. Šedesátiletý odstup poskytuje náhled na změny lesních půd v území, kde v poválečných desetiletích působily okyselující průmyslových spady.

Protože původní půdní sondy není možné lokalizovat zcela přesně, posuzujeme vliv prostorové variability půdy. Je-li současná variabilita menší než časová změna, je možné považovat acidifikaci za skutečnou, nikoli metodologický artefakt. Vliv mohou mít rovněž analytické metody, které jsme provizorně testovali. Okyselování působí v závislosti na typu stanoviště. Staré a nové hodnoty pH jsou proto vztaženy k údajům o typu lesa (v jednoduchém pojetí) a typu lokality (nadmořská výška, pohoří).

V letech 2003 a 2004 jsme pomocí historických map a údajů o nadmořské výšce, reliéfu, půdním typu a stavu porostu identifikovali 23 ploch, kde jsme vykopali sondy a odebrali vzorky stejným způsobem jako Hartmann (horizont/hloubka). Na šesti plochách jsme posuzovali vliv prostorové variability. Celkem 155 odebraných vzorků jsme vysušili a přesili na jemnozem. pH jsme analyzovali u 59 vzorků ze dvaceti sond a 72 vzorků ze dvanácti transektů.

Změna půdní reakce po 60 letech

Základním přístupem je srovnání vždy dvou souborů hodnot, z let 1941–1942 a z roku 2003. Podle typu horizontu bylo vytvořeno 12 skupin typů horizontů, s více či méně striktním vymezením. Je to proto, že staré popisy jsou poněkud jiné než popisy dnešní, a proto není vždy možné staré a nové vzorky z jednoho profilu a předpokládaného téhož horizontu jednoznačně ztotožnit. Přehled kategorií viz tabulku v závěrečné zprávě z projektu (Hédľ et al. 2003).

Graf 1 ukazuje rozložení rozdílů mezi odpovídajícími páry nových a starých hodnot pH v H₂O (plné čáry) a v KCl (přerušované čáry). Převážně záporné rozdíly tedy znamenají pokles hodnot, protože staré hodnoty pH jsou vyšší než hodnoty nové.

Celkově došlo k poklesu pH v průměru o 0,4 až 1,0 stupně. Rozdíly mezi horizonty jsou sice zřetelné, avšak nijak dramatické. K největšímu poklesu došlo v horizontu Ah (skupina 3) a také ve spodických B-horizontech ve vodě (skupina 8). Relativně nejmenší pokles byl zaznamenán u B-horizontů obecně (zejména pak u kambických B-horizontů) a u C-horizontů v KCl.

Okyseleny byly nejvíce povrchové horizonty, nejméně nejspodnější horizonty. To indikuje, že okyselení je alespoň zčásti skutečným přírodním procesem, nikoli úplným artefaktem měření.

Vliv stanoviště

Sledujeme vliv a) nadmořské výšky, b) typu lesa. Nadmořská výška má rozptyl od zhruba 500 do 1400 m, les klasifikujeme podle dominantní dřeviny do 3 kategorií: bučina (9 porostů), smrková bučina + buková smrčina (6 porostů) a smrčina (4 porosty).

a) Vliv nadmořské výšky je ukázán pomocí dvou lineárních regresí, jedné pro staré hodnoty (plné čtverečky, plná čára), druhé pro nové hodnoty (prázdná kolečka, přerušovaná čára), zde pouze pro pH v H_2O – graf 2. V rámečcích jsou hodnoty korelačních koeficientů r a hladin statistické významnosti p .

Dobře patrný je pokles hodnot pH s nadmořskou výškou. U nových hodnot už nemá nadmořská výška téměř vliv (a není signifikantní). Ve vyšších nadmořských výškách se staré a nové hodnoty liší jen málo, ve výškách do 1000 m n. m. jde však o částečně oddělené skupiny. Okyselení způsobilo přiblížení vlastností půd nižších a středních horských poloh vlastnostem půd vyšších poloh, které byly vždy kyselé a za dané období se příliš nezměnily.

b) Vliv typu lesa na pH ukazuje graf 3, pro pH ve vodě. Použity jsou krabicové diagramy znázorňující rozložení hodnot v každé skupině. Šrafované krabicové diagramy reprezentují nové hodnoty, prázdné krabicové diagramy staré hodnoty. Krabice vymezují SE s průměrem, vertikální úsečky SD, kroužky odchylné hodnoty. Rozdílnost mezi třemi typy lesa jsou testovány Kruskal-Wallisovým testem, jehož výsledky jsou uvedeny v rámečcích přímo v grafech.

Typ lesa měl vliv (statisticky signifikantní) ve 40. letech; nejnižší pH bylo ve smrčinách, které se vyskytují v nadmořských výškách nad 1000 m. Typ lesa nemá na pH současných půd téměř vliv, podobně jako u nadmořské výšky. Nejvyšší hodnoty pH jsou u smíšeného smrkovo-bukového lesa, nikoli u čistých bučin.

Vliv prostorové variability

Pro posouzení vlivu prostorové variability bylo na šesti lokalitách odebrány vzorky z A-horizontů. Jsou umístěny na dvou transektech. Jeden transekt běží od sondy horizontálně (po vrstevnici), druhý vertikálně (nahoru do svahu). Vzdálenosti na transektech jsou 2, 8, 15, 30, 60 a 100 m (s malými výjimkami).

Prostorová variabilita na transektech není větší než v rozsahu zhruba 0,5, maximálně 1 stupně pH. Se vzdáleností od sondy variabilita roste. Vertikální či horizontální průběh transektu nemá systematický vliv, stejně tak použitý roztok.

Současná prostorová variabilita menší nebo rovna časovému posunu pH mezi lety 1941-1942 a 2003. Výjimkou je horská smrčina, kde se staré hodnoty spadají do variability nových hodnot. Okyselení půd není náhodným artefaktem daným nepřesnou lokalizací opakované sondy. K okyselení došlo v bučinách, nikoli však v horské smrčině.

Vliv laboratorních analýz

U vzorků A-horizontů ze sond 10 lokalit byl testován vliv destilované vody použité k suspendování vzorků. Byly použity čtyři varianty lišící se kvalitou (čistotou) vody: A. demineralizovaná destilovaná voda, B. destilovaná voda ze starého destilačního přístroje, C. dva týdny odstátá destilovaná voda, D. technická destilovaná voda koupená v drogerii.

Ukázalo se, že kvalita destilované vody nemá téměř vůbec žádný vliv na naměřené pH. Jako případný zdroj metodologických artefaktů lze tento faktor vyloučit.

Závěry

1. Během posledních 60 let skutečně došlo k okyselení lesních půd Jeseníků, ať už přirozenému nebo kombinovanému s vlivem okyselujících srážek.
2. pH pokleslo v průměru o 0,4–1,0 stupně; okyselení mírně stoupá s hloubkou profilu.
3. Okyselení působilo na půdy nižších a středních nadmořských výšek, jejichž pH se přiblížilo půdám vyšších nadm. výšek.
4. Typ lesa měl vliv ve 40. letech, dnes je málo významný.
5. Současná variabilita pH se pohybuje pod hodnotami naměřenými v minulosti, výjimkou jsou horské smrčiny.
6. Kvalita destilované vody nemá na výsledky téměř žádný vliv.

Práce na projektu

Práce na tomto projektu byla financována z grantu FRVŠ 1307/2003. Za pomoc děkujeme M. Helanovi, V. Koblížkové, L. Filipové, D. Vavříkovi a H. Bartoškové. Podrobnější údaje viz Hédli et al. (2003) a na webových stránkách http://www.hedl.net/veda/FRVS2003_zaverzpr.htm

Literatura

- Hartmann F. K. & Jahn G. (1967): Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. – G. Fischer, Stuttgart.
- Hédli R., Rejšek K. & Petřík P. (2003): Dynamika změn půdních vlastností dvou pohoří od 40. let 20. století. – Ms. [Závěrečná zpráva z projektu, depon. in: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR].

ZMĚNY PŮDNÍCH PARAMETRŮ V PŘIROZENÉM LESE 2 ROKY PO HOLOSEČNÉ TĚŽBĚ.

Jakub Houška

Ústav geologie a pedologie, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00, tel.: 545 134 521, e-mail: jakubh@mendelu.cz

Abstrakt

Tento příspěvek má zhodnotit jakým způsobem se změnily půdní vlastnosti v přírodě blízkém lese na Zakarpatské Ukrajině v závislosti na přímém zásahu člověka. Výsledky ukazují, že 2 roky po holosečné těžbě nedochází k výrazné změně v kvalitě půdního prostředí z hlediska chemických, fyzikálně-chemických i biologických půdních vlastností.

Úvod

V roce 1935 byla na Podkarpatské Rusi, tehdejším území Československé republiky, založena síť trvalých zkusných ploch v přirozených lesních ekosystémech za účelem monitoringu vývoje pralesa. Druhá světová válka a události po ní však znemožnili navazující výzkum (Zlatník, 1938). V roce 1997 Ing. Zdeněk Hrubý, Ph.D. obnovil plochy 11, 6 a 7 a zopakoval zde dendrometrická měření i fytocenologické průzkumy (Hrubý, 2001). V roce 2002 při další návštěvě plochy 7 bylo zjištěno, že tato je z poloviny holosečně vykácena.

Cílem bylo porovnat změny v půdním prostředí, které nastanou po 2 letech (zjištěno od místních úřadů) po holoseči přirozeného lesa (Užanský národní park, Zakarpatská Ukrajina).

Materiál a metoda

Charakteristika lokality:

geogr. souř. přibližně: 48°55' sev. šířky, 22°33'; nadm. výška: 610-754 m n.m.; výměra: 6,05 ha; expozice: S-SZ-Z; sklon: 17°-35°. geologické podloží: oligocenní magurský pískovec; půdní typy (subtypy, variety): kambizem modální eubazická (KAme') vegetační kryt: zastoupení dřevin - přibližně buk 97%, jedle 3%; geobiocenologické a geobotanické zařazení plochy: Zlatník (1938): Fagetum nudum, současná geobiocenologická škola (Buček, Lacina, 1999): 4 AB-B (BC) 3 Fageta paupera superiora, Curyšsko-Montpellijská škola: nejbližší k asociaci Dentario glandulosae-Fagetum Matuszkiewicz ex Guzikowa et Kornaš, 1969.

Byly odebrány půdní vzorky ze dvou hlubokých sond situovaných tak aby jedna reprezentovala nově vzniklou lokalitu "holina"(s. 271) a druhá "les"

(s. 264). Dále byly pro každý typ lokality odebrány tři směsné vzorky z hor. A, vždy z pěti míst. Jako reprezentativní byly zjišťovány u všech vzorků fyzikálně-chemické, chemické a biologické půdní vlastnosti.

Výsledky

Parametry sorpčního komplexu:

Směsné vzorky: Lokalita "holina" má mírně sníženu hodnotu momentálního obsahu bazických kationů (průměrně $75,9 \text{ (mmol}_{(+)} \cdot \text{kg}^{-1})$ v lese oproti $68,6 \text{ (mmol}_{(+)} \cdot \text{kg}^{-1})$ na holině při prakticky stejné kationové výměnné kapacitě. *Půdní sondy:* Parametry sorpčního komplexu evidentně odrážejí podmínky konkrétního místa. U s. 271 v důsledku přítomnosti těžebních zbytků nahromaděná organická hmota v Ah, tím i vyšší obsah bazí a výměnná kapacita v tomto horizontu. Bazická saturace je zde o ca 25% vyšší než u identického hor. s. 264. v níže položeném Bv je však situace přesně opačná. Absolutní množství bazí sice není významně větší, při nižší KVK je však vyšší bazická saturace.

Obsahu prvků K, Na, Mg, Ca, Mn, Fe, Al, H:

Směsné vzorky: Lokalita "holina" má mírně menší hodnoty obsahů prakticky všech prvků. Je to dáno částečně jen málo menší kationovou výměnnou kapacitou. Bazická saturace se však rovněž snížila. Patrně došlo k mírnému vyluhování bazických kationů. *Půdní sondy:* Hluboká sonda "les" obsahuje vždy o něco méně každého detekovaného bazického ionu. Naopak kyselých kationů má vždy o málo více.

Pozn.: Překvapivý je relativně vysoký obsah Mn v těchto půdách, přičemž je akumulován ve svrchní části půdního profilu.

Půdní reakce aktuální (v H₂O) a potenciálně výměnná (KCl)

Směsné vzorky: Půdní reakce aktuální je při stanovené přesnosti (dvě desetinná místa) prakticky stejná - průměrně 4,26. U reakce potenciální výměnné je zřejmý velmi malý rozdíl ("les" 3,51 a "holina" 3,49). *Půdní sondy:* Analýzy vzorků ze dvou konkrétních míst ukazují na mírně kyselejší prostředí "lesa" oproti identickému A-hor. "holiny" (pH/H₂O i pH /KCl).

Pozn.: Hodnoty půdní reakce v roce 1935 u Ah-hor. byly zjištěny následovně:

	pH/H ₂ O	pH/KCl	
s. 264 ("les")	5,5	4,3	... za období ca 60-ti let došlo k okyselení (H ₂ O - 1,27; KCl - -0,75)
s. 271 ("holina")	5,8	3,2	... došlo ke snížení pH ve vodě (- 1,22), naopak ke zvýšení pH v KCl (+0,48) - zjevná souvislost se vstupem živin spolu s mrtvou organickou hmotou těžebních zbytků.

Celkový oxidovatelný uhlík, celkový dusík, C/N a HK/FK

Směsné vzorky: Menší obsah dusíku (prům. "les" 0,35 x "holina" 0,31), nepříznivější poměr C/N (prům. 11,9 x 13,2) i humínových kyselin a fulvokyselin (prům. 0,34 x 0,36) ukazují na mírně nekvalitnější humus na lokalitě "holina". *Půdní sondy:* Sonda "holina" má vyšší hodnotu C i N v A hor., což koresponduje s kationovou výměnnou kapacitou. Poměr C/N je však

vyrovnaný. (13,78 x 13,95). V kambických horizontech se však tyto hodnoty výrazně mění ve prospěch "holiny". Porovnáváme-li poměr humínových kyselin fulvokyselin, lze konstatovat poměrně výrazně příznivější prostředí u sondy 271 ("holina").

Biologická aktivita prezentovaná stanovením snadno užitelného uhlíku. *Směsné vzorky:* Z hlediska biologické aktivity stanovené uvedeným způsobem lze konstatovat, že na lokalitě "les" je kvalitnější prostředí (prům. $26,9 \times 18,6 \text{ mg NH}_4^+ - \text{N/g suš. půdy.h}^{-1}$). Nutno poznamenat, že průměr u "les" výrazně zvyšuje jedna odlehlá hodnota ($41,7 \text{ mg NH}_4^+ - \text{N/g suš. půdy.h}^{-1}$). Možné vysvětlení je v odebrání podstatné části směsného vzorku "les 1" v prosvětlené části porostu. Tím je však zachycena variabilita lesního prostředí. *Půdní sondy:* Zde je situace opačná lepší biologickou aktivitu vykazuje Ah-horizont s. 271 ("holina").

Závěr

- Porovnáváme-li dvě konkrétní místa sond 264 (reprezentující "les") a s. 271 (reprezentující "holinu"), shledáme, že na lokalitě "holina" po 2 letech skácení přirozeného bukového porostu, jsou mírně lepší podmínky půdního prostředí: 1. vyšší obsah bazí i bazická saturace; 2. humus mírně lepší kvality (dle C, N, C/N, HK/FK); 3. mírně vyšší biologická aktivita

- Při zahrnutí veškeré variability prostředí pomocí 3 směsných vzorků Ah-hor. (každý z pěti míst) však lze konstatovat přesně opačný trend - z hlediska trofnosti stanoviště, kvality humusu a biologické aktivity je všeobecně mírně lepší půdní prostředí na lokalitě "les" oproti lokalitě "holina".

- Zjištěné rozdíly nejsou ve všech půdních vlastnostech nijak dramatické.

Na 2 roky staré "pasece" vzniklé skácením přirozeného bukového lesa nedošlo k výraznějším změnám půdního prostředí, přičemž byly analyzovány chemické, fyzikálně-chemické i biologické vlastnosti půdy.

Literatura

- Buček, A., Lacina, J. 1999: Geobiocenologie II. Ediční středisko MZLU v Brně, Brno, 240 p.
- Hrubý, Z., 2001: Dynamika přirozených lesních geobiocenóz ve Východních Karpatech. Doktorská disertační práce. MZLU v Brně. Brno.
- Zlatník, A., 1938: Vegetace a stanoviště rezervace Stužica, Javorník a Pop Ivan. In Zlatník, A., Korsuň, F., Kočetov, F., Kseneman, M. (eds.): Prozkum přirozených lesů na Podkarpatské Rusi, Vol. 1. Sborník výzkumných ústavů zemědělských ČSR, Vol. 152. Ministerstvo zemědělství Československé republiky, Brno, p. 6-242.

VLIV DLOUHODOBÉHO HNOJENÍ NA ZMĚNY PŮDNÍ REAKCE V DLOUHODOBÝCH VÝŽIVÁŘSKÝCH POKUSECH

Eva Kunzová

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha – Ruzyně, Drnovská 507, 161 06 Praha
kunzova@vurv.cz*

Metodika

Dlouhodobé výživářské pokusy VOP byly založeny na podzim 1956 na stanovištích Ivanovice na Hané, Čáslav u Kutné Hory a Lukavec u Pacova, Pohořelice, Víglaz na 4 honech s jednotným osevním postupem - se 12 variantami hnojení, 4x opakovanými. Velikost modelových pokusných honů činí 40 arů, rozdělených na 48 parcel (8x8), sklizňová parcela je 5x5 m². Pokusná plocha je ohraničena nejméně 2,5 m širokým ochranným pásem. Systém hnojení, dávky hnojiv a osevní postup je jednotný pro všechna stanoviště. Dávky živin jsou uváděny v kg čistých živin. ha⁻¹, hnůj a mletý vápenec v t. ha⁻¹. Dusík byl dodáván v LAV, fosfor v superfosfátu, draslík v draselné soli a hořčík v Kieseritu.

Výsledky

V dlouhodobém průměru sledovaných 17 let bylo hnojeno takto: 70 kg N.ha⁻¹, 60 P.ha⁻¹, 115 K .ha⁻¹, 9,0.ha⁻¹ hnoje a 0,4 t.ha⁻¹ mletého vápence. Charakteristika jednotlivých stanovišť je uvedena v tabulce 1.

Tab. 1 Výrobní a půdně klimatické podmínky stanovišť

Stanoviště:		Ivanovice	Čáslav	Lukavec
		na Hané	u Kutné Hory	u Pacova
Výrobní typ		řepařský	řepařský	bramborářský
Nadmořská výška v m n.m		225 m	263 m	620 m
Půdní podmínky:				
Půdní genetický typ		degradovaná černozem	silně degradovaná černozem	hnědá půda
Druh půdy		hlinitá na spraši	hlinitá	písčitohlinitá
Hloubka ornice		0,35 - 0,45 m	0,40 - 0,50 m	0,15-0,20 m
Klimatické podmínky:				
Suma ročních srážek		556 mm	590 mm	686 mm
Průměrná roční teplota		8,4 °C	8,1 °C	6,8 °C
Klimatický region		teplý, mírně suchý	teplý, mírně vlhký	mírně teplý, vlhký

Vliv dlouhodobého hnojení na změny půdní reakce v pokusech VOP po 17 letech je uveden v tabulce 2. Vzorok půdy z ornice jsme odebírali vždy po sklizni plodin do hloubek 0 - 20 cm, popř. 0 - 15 cm ve Víglaši a Lukavci.

Tab. 2 Vliv dlouhodobého hnojení na změny půdní reakce v pokusech VOP

Stanoviště	Varianta	pH/KCl		Rozdíl po 17 letech
		prům. 1997-1980	prům. 1994- 1997	
Pohořelice	021	7,15	6,98	-0,17
	011	7,32	7,00	-0,32
	024	7,00	6,98	-0,02
	014	7,10	6,94	-0,16
Ivanovice	021	7,20	7,06	-0,14
	011	7,25	7,08	-0,17
	024	7,20	7,03	-0,17
	014	7,10	7,06	-0,04
Čáslav	021	6,42	6,86	+0,44
	011	6,65	6,94	+0,29
	024	6,26	6,77	+0,51
	014	6,28	6,81	+0,53
Víglaš	021	6,38	6,37	-0,01
	011	6,40	6,42	+0,02
	024	5,88	6,17	+0,29
	014	6,08	6,27	+0,19
Lukavec	021	6,55	5,91	-0,64
	011	6,48	6,08	-0,40
	024	6,05	5,80	-0,25
	014	6,28	5,79	-0,49

Závěr

Stanovištní rozdíly půdních rozborů na dlouhodobých výživářských pokusech, označovaných VOP, jsou dominantní u všech námi sledovaných parametrů. K největšímu zvýšení pH za sledovaných 17 let došlo v Čáslavi (+ 0,44 pH), naopak největší snížení jsme zaznamenali v Lukavci (- 0,64 pH). Na změnách pH i obsahu živin se vedle variant hnojení promítlo i pravidelné vápnění a střídání plodin v rámci osevního postupu na všech pěti stanovištích.

Literatura

- Baier, J., Baierová, V., Bartošová, Z., Ledvinková, D. (2002): Výsledky anorganických rozborů rostlin, (získaných z pokusů v letech 1953-2000). VÚRV-OVR-LDVR, 140 stran, ISBN 80-86555-21-6.
- Baierová, V., Bartošová, Z. (2003): Změny v obsahu fosforu, draslíku a pH v dlouhodobých výživářských pokusech. ÚRODA, roč. 51, č. 11, str. 35-37.
- Baier, J., Baierová, V., Bartošová, Z., Ledvinková, D., Kohnová, I. (2000): Souhrn výsledků Dlouhodobých stacionárních výživářských pokusů (VOP) z let 1957-1998. VÚRV-OVR-LDVR, 176 stran, ISBN 80-238-6434-3.

THE MODELS FOR STABILIZATION OF SOIL FERTILITY ARABLE SOIL FROM VIEW OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM

Václav Macháček, Peter Ivičič

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Odbor výživy rostlin, Drnovská 507, 161 06 Praha 6, e-mail: machacek@vurv.cz

Phosphorus and potassium are among the most important nutrients. The supply of phosphorus and potassium in soils decreases and gradually becomes a factor limiting yields and product quality. Under current restricted fertilization by farm manure (e.g. manure) or organic (e.g. compost) and mineral fertilizers, phosphorus and potassium drain from the soil at a greater rate than they are input. This leads to a decrease in the accessible phosphorus and potassium content in soil. Together with the decline in the fertilization of all soils, the increase of categories with high and very high phosphorus and potassium content has stopped and a transition to lower categories has begun. This results in an improvement of K:Mg ratio for potassium.

It is not known after what time this trend will affect soil fertility. This long-term deficit indicates the drainage of phosphorus and potassium from soil and a corresponding decrease in fertility. Appropriate fertilization with phosphorus and potassium should prevent a permanent deficit of nutrients in soil which subsequently threatens crop production. This harms the competitive ability to produce crops. This can play an important role in the further development of Czech agriculture and also in the process of Czech integration into European agriculture.

Sustainability and continuance of crop production can only be secured by systems of farming which use natural relationships in agroecosystems. One of the basic premises of sustainable and continual crop production is high-quality fertile soil, which is characterized by soil fertility. Soil fertility is usually defined as the ability of soil to provide crops with conditions for growth and development and the accomplishment of satisfactory yields. Soil fertility is the result of interaction between a very complex group of mutually interacting properties which can be divided into four groups: physical, agrochemical, water and organic-biological. A farmer involved in intensive crop production at most influences the agrochemical and organic-biological factors. Changes to these properties lead to an undefined qualitative change in the whole complex of soil properties and also to a change in soil fertility.

Soil fertility, the premise for stable yields and high-quality production, can only be secured by adequately replacing nutrients leaving the soil and by taking agrotechnical measures. This means returning to the soil all nutrients taken away, using various fertilizers. In the case of lower fertilization or non-

fertilization, soil can, with its buffer inertia, supply crops with nutrients without declines in yields and falls in the quality of production for a certain time, which is unknown to us. This economically favourable phenomenon is misleading because the decline in soil fertility is a time-consuming process and the negative changes take place after some time. The result of this farming is that the intake of phosphorus and potassium by a plant comes from “old soil strength”, which is in conflict with intensive farming, and the effect of old soil strength is only temporary.

The content of phosphorus and potassium in soil, as one constituent of soil fertility in the agrochemical group, is monitored with the help of agrochemical testing of agricultural soils (AZZP), by determining their accessible form. Long-term trends are obtained by evaluating results from particular cycles and with the help of balance evaluation. These are statistical parameters. However, it is often forgotten that an important part in soil fertility changes is played by dynamic changes, because any change in the dynamics of phosphorus and potassium signals in advance possible successive changes in the accessible phosphorus and potassium content, even though an AZZP may not have registered them yet. The following indexes were used to determine the dynamics: a) phosphorus – mobile and labile phosphorus, adsorption desorption and kinetic indexes; b) which dosage of phosphorus or potassium to use to increase accessible phosphorus and potassium content after the selected time. It is very important that the calculated dosages of P- and K-fertilizers (in the form of elements) are based on the character of basic arable land groups, hypothetical crop yields and long-term balances of nutrients (inputs and outputs of nutrients). More initial parameters, such as a chemical soil analysis (AZZP), groups of soils, group of soil type, soil acidity, organic fertilizing, ploughing in various stubble and soil substratum weathering are also involved.

Methods of determining phosphorous or potassic dosages:

1. Placement of land into groups:

Land is placed into one of 4 groups in accordance with the criteria given.

2. Calculation of total phosphorous or potassic dosage:

According to soil acidity (soil pH; for P) and the soil type group (light, medium heavy and heavy soil; for P or K)) on land an appropriate linear equation for the total phosphorous or potassic dosage calculation (P_{total} or K_{total}) in kg of P/ha or K/ha is selected. The available phosphorus or potassium content determined by Mehlich 3 is input into the equation as x.

3. Calculation of phosphorous or potassic dosage supplied by chemical fertilizer:

The value pertaining to the selected group is selected from diagram, from the part not fertilized with manure or fertilized with manure from four groups, if crop residues come from clover or other crops, and this value is subtracted from P or K total:

P_{chem} or $K_{chem} = P \text{ or } K_{total} - \text{value from scheme (kg of P/ha; K/ha)}$

4. Determination of various chemical fertilizer dosages:

From table we subtract a dosage of chemical fertilizer in kg/ha which corresponds to 1kg of phosphorus or potassium supplied in a chemical fertilizer and multiply by the value of Pchem.

Dosage of various chemical fertilizer = A * Pchem or Kchem (kg/ha)

Acknowledgements

This research is funded under Ministry of Agriculture - National agency for agriculture research as grant QD 1326.

HODNOTENIE VARABILITY PÔDNEJ REAKCIE NA ORNEJ PÔDE A TRÁVNOM PORASTE V PRÍPADE PSEUDOGLEJA A KAMBIZEME

Jarmila Makovníková, Ján Styk

Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Mládežnícka 36, 974 05 Banská Bystrica
e-mail: makovnikova.vupop@isternet.sk

Významným negatívnym dopadom zmien pôdnej reakcie smerom ku kyslej oblasti pôej reakcie je zvyšovanie mobility rizikových látok zasahujúce všetky pôdne komponenty.

Materiál a metóda

V pôdnych vzorkách základnej siete ČMS-P reprezentujúcich vybrané skupiny pôd 1 - kambizeme - TTP, 2 - kambizeme - OP, 3 - pseudogleje - TTP, 4 – pseudogleje – OP a v pôdnych vzorkách zo 4 kľúčových lokalít v rokoch 1994 - 2001 bola stanovená aktívna a výmenná pôdna reakcia (Fiala, 1994).

Výsledky a diskusia

Variabilita monitorovaných parametrov v skupinách pôd

Tabuľka I Popisná štatistika hodnôt pH v rokoch 1993 a 1997 - Descriptive statistics pH values in 1993 and 1997 year

Pôdny predstaviteľ ¹	n ²	Hĺbka odberu vzorky ³ / m/	Rok ⁴	pH/H ₂ O			pH/ KCl		
				Min	Max	x ⁵	Min	Max	x ⁵
KM - OP	32	0-0,10	1993	5,55	7,79	6,56	4,11	7,27	5,93
			1997	5,00	7,60	6,42	3,94	7,17	5,75
		0,35-0,45	1993	5,07	7,87	6,45	4,18	7,03	5,58
			1997	5,17	8,00	6,58	4,13	7,23	5,58
KM - TTP	39	0-0,10	1993	4,13	7,25	5,61	3,51	6,88	4,87
			1997	4,11	7,24	5,56	3,52	6,93	4,83
		0,35-0,45	1993	4,26	8,25	5,95	3,67	7,58	4,91
			1997	4,46	7,57	5,91	3,69	7,08	4,87
PG - OP	47	0-0,10	1993	4,48	8,0	6,66	3,88	7,39	6,06
			1997	5,30	7,95	6,70	4,47	7,42	6,05
		0,35-0,45	1993	4,29	7,91	6,09	3,40	7,40	5,16
			1997	4,65	7,91	6,45	3,81	7,21	5,48
PG - TTP	20	0-0,10	1993	5,18	7,56	6,31	4,25	7,12	5,70
			1997	5,41	7,20	6,24	5,00	6,55	5,69
		0,35-0,45	1993	5,30	7,15	6,35	3,87	6,06	5,23
			1997	5,59	7,32	6,34	4,44	6,49	5,44

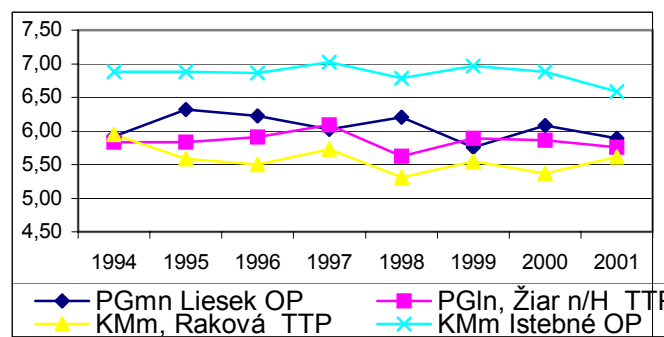
¹Soil representative ²number of samples ³Depth of sample uptake ⁴Year ⁵Arithmetic mean

Vplyv materského substrátu sa najviac odráža v hodnotách pôdnej reakcie hlbších horizontov (Makovníková, 2002). Okysľujúci vplyv koreňového systému trávnych porastov podmienil nižšie priemerné hodnoty oproti orným pôdam, ktoré sú vplyvom aplikácie rôznych agrotechnických opatrení (najmä zásobné hnojenie v minulosti) vyššie.

Variabilita monitorovaných parametrov na kľúčových lokalitách

Vývoj pôdnej reakcie má polynomickejší priebeh (obr.1). Malé výchylky smerom k zakysleniu sme zaznamenali v prípade kambizeme – OP a pseudogleja - OP. Pufrujúce systémy kambizemí a pseudoglejov (silikáty a výmenné kationy) indikujú, že tieto pôdy patria k labilnejším ekosystémom, s tendenciou k zakysleniu.

Variabilita monitorovaných parametrov na kľúčovej lokalite



Obr.13 Vývojové trendy pH v H₂O na kľúčových lokalitách

Monitorovacia lokalita je plocha kruhového tvaru s polomerom 10 m (314 m²), ktorú charakterizuje 5 vzoriek odobraných z náhodných miest. Rozptyl sledovaného parametra na jednotlivých kľúčových lokalitách uvádza tabuľka II.

Tabuľka II Hodnoty rozptylu parametra pH v H₂O v rokoch 1995 -2003

lokalita		Hodnoty rozptylu parametra pH v H ₂ O v rokoch 1995 -2003			
		1995	1997	1999	2001
KM - TTP Raková	priemer	5,95	5,73	5,55	5,61
	min. – max.	5,77-6,00	5,35-5,93	5,29-5,68	5,37-5,68
	rozptyl	0,0219	0,0931	0,0276	0,0172
KM – OP Istebné	priemer	6,88	7,02	6,97	6,59
	min. – max.	6,75-7,05	6,91-7,03	6,75-7,20	6,45-6,75
	rozptyl	0,0151	0,0041	0,0276	0,0096
PG – TTP Žiar n/Hronom	priemer	5,83	6,09	5,89	5,76
	min. – max.	5,72-6,00	5,95-6,28	5,78-6,02	5,69-5,80
	rozptyl	0,0089	0,0135	0,0065	0,0015
PG – OP Liesek	priemer	6,32	6,02	5,76	5,89
	min. – max.	6,14-6,46	5,77-6,17	5,62-5,94	5,68-6,07
	rozptyl	0,0125	0,0259	0,0117	0,0157

Plošná variabilita sledovaného parametra na monitorovacej ploche je nízka a odbery z plochy monitorovacej lokality plne charakterizuje hodnotu pôdnej reakcie. Doporučenú plochu do 400 m² ako reprezentatívnu uvádzajú vo svojej práci Barrenstein a Leuchs (1991).

Záver

- nižšie priemerné hodnoty pôdnej reakcie boli stanovené v humusovom horizonte sledovaných skupín pôd využívaných ako trávny porast
- časový vývoj pôdnej reakcie na kľúčových lokalitách má polynomický priebeh, malé výchylky smerom k zakysleniu sme zaznamenali v prípade kambizeme-OP pôda a pseudogleja- OP
- plošná variabilita pôdnej reakcie na monitorovacej ploche je nevýrazná , zvolená plocha (314 m²) je reprezentatívna pre daný parameter

Literatúra

- BARRENSTEIN, A. –LEUCHS, W.: Strategien und techniken zur Gewinnung von Feststoffen. LWA-Materialien 1/91, Probennahme bei Altlasten, Dusseldorf, 1991
- FIALA, K. a kol.: Návrh metodík chemického rozboru pôd pre účely pôdneho monitoringu. VÚPOP, Bratislava, 1994: 60 s.
- MAKOVNÍKOVÁ, J.: Actual status and development of pH value and active aluminium content in main slovakian soil types. Proceedings 25, VUPOP, 2002, p. 77-86

VZTAHY STANOVIŠTNÍCH FAKTORŮ A VYBRANÝCH FOREM HLINÍKU V HORIZONTU O LESNÍCH PŮD JIZERSKÝCH HOR

Lenka Mládková, Luboš Borůvka, Ondřej Drábek

*Katedra pedologie a geologie, ČZU Praha, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, 165 21
mladkova@af.czu.cz*

Úvod

Diverzita lesních půd je podmíněna řadou stanovištních charakteristik. Přírodní vlivy jsou často výrazně změněny lidskou činností, příkladem může být nahrazení listnatých porostů jehličnatými. Tento příspěvek je zaměřen na posouzení vlivu vybraných stanovištních faktorů na chemismus lesních půd, zejména pak na rozložení potenciálně nebezpečných forem hliníku v lesních půdách. Jedná se o formu výměnnou (Al_{KCl}), formu zahrnující výměnný a slabě organicky poutaný Al ($\text{Al}_{\text{CuCl}_2}$) a o formu zahrnující obě dříve zmíněné spolu se silně organicky poutaným Al ($\text{Al}_{\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7}$).

Metodika

Vzorky byly odebrány na 98 místech v Jizerských horách. Nadmořská výška těchto míst se pohybovala od 400 m do 1000 m. Hlavními dřevinami lesních porostů byly buk lesní a smrk ztepilý nebo pichlavý. Na studovaném území byly zjištěny půdní typy: podzol, kryptopodzol, kambizem ranker, pseudoglej a stagnoglej, všechny na granitickém podloží. Půdní vzorky z horizontu O (F+H) byly usušeny a přesáty přes síto o průměru ok 2 mm. Základní půdní charakteristiky byly stanoveny běžně užívanými metodami: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ a pH_{KCl} potenciometricky; kvalita humusu jako poměr absorbancí pyrofosfátového výluhu při vlnových délkách 400 a 600 nm ($Q_{4/6}$, Pospíšil, 1981). Celkové obsahy C a N byly stanoveny pomocí automatického analyzátoru LECO CNS-2000 (MI USA) a byl z nich vypočten poměr C/N. Celkový obsah vápníku (Ca_{tot}) byl určen po rozkladu půdního vzorku lučavkou královskou (Zbiral, 2002). Obsahy třech forem Al byly zjištěny podle Drábka et al. (2003).

Výsledky

Byla provedena vícecestná analýza rozptylu s použitím 4 třídících faktorů. V prvním byl zahrnut vliv vápnění. Podle obsahu Ca_{tot} byly lokality rozděleny do 4 skupin ($<500 \text{ mg/kg}$ (68 lokalit), $500\text{--}1000 \text{ mg.kg}^{-1}$ (16), $1000\text{--}1500 \text{ mg.kg}^{-1}$ (9) a $1500\text{--}2000 \text{ mg.kg}^{-1}$ (2)). Druhý faktor, vliv nadmořské výšky, rozdělil lokality do 3 skupin ($<800 \text{ m n.m.}$ (41), $800\text{--}900 \text{ m n.m.}$ (26) a $>900 \text{ m n.m.}$ (30)). Třetím faktorem, nazvaným porost, byly lokality rozděleny dle zastoupení

hlavních dřevin na smrkové (74), smíšené (6) a bukové (18). Posledním třídícím kritériem se stal půdní typ. Určeno bylo 34 kambizemí, 50 podzolů a kryptopodzolů, 12 rankerů, 1 pseudoglej a 1 stagnoglej. Výsledky vícecestné ANOVY shrnuje tab.2.

Tab. 2: Průkaznost (hodnoty p) vlivu jednotlivých faktorů (tučně vytištěné hodnoty označují průkazný vliv faktoru s 95% pravděpodobností)

Hlavní efekt	Al _{KCl}	Al _{CuCl2}	Al _{Na4P2O7}	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Q _{4/6}	C	N	C/N
Obsah Ca _{tot}	0,019	0,017	0,032	0,054	0,121	0,116	0,545	0,482	0,709
Nadmořská v.	0,173	0,009	0,010	0,001	<0,001	0,011	0,005	0,032	0,010
Porost	0,218	0,020	0,049	0,020	<0,001	0,406	0,166	0,343	0,303
Půdní typ	0,523	0,354	0,856	0,355	0,143	0,320	0,096	0,095	0,905

Závěr

U většiny studovaných půdních charakteristik se ukázal průkazný vliv faktoru nadmořské výšky. V tomto faktoru může být zahrnuta celá řada stanovištních charakteristik, jako jsou například množství srážek, průměrná teplota, ale i odlesnění vrcholových partií hor. S nadmořskou výškou vzrůstá hodnota pH, klesá hodnota Q_{4/6} a C/N a rostou obsahy organicky poutaných forem Al. Obsahy C a N jsou nejvyšší v rozmezí nadmořských výšek 800-900 m. Vliv vápnění, respektive obsahu Ca_{tot}, se ukázal průkazný u všech tří forem Al. Obsah Al_{KCl} klesá se vzrůstajícím obsahem Ca_{tot}. U obou organicky vázaných forem je situace složitější. Nižší obsahy těchto forem jsou patrné v třídách obsahu Ca_{tot} 500-1000 a 1500-2000 mg.kg⁻¹. Průkazný vliv na obsah Al_{CuCl2} a Al_{Na4P2O7} má rovněž druhové složení porostu. Nejnížší obsah Al_{CuCl2} byl zjištěn ve smíšených porostech. Nejvyšší obsah Al_{Na4P2O7} byl zjištěn v bukových porostech. V bukových porostech byla rovněž hodnota obou typů pH vyšší než v porostech smrkových.

Literatura

- Pospíšil F. (1981): Group- and fractional composition of the humus of different soils. In: Transactions of the Fifth International Soil Science Conference, Vol. 1. Research Institute for Soil Improvement, Prague: 135-138.
- Zbírál J. (2002): Analýzy půd I – Jednotné pracovní postupy. ÚKZÚZ, Laboratorní odbor, Brno.
- Drábek O., Borůvka L., Mládková L., Kočárek M. (2003): Possible method of aluminium speciation in forest soils. J. Inorg. Biochem. 97: 8-15.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen grantem č. QC 1250 Národní agentury pro zemědělský výzkum při MZe ČR a grantem č. G4 833 Fondu rozvoje vysokých škol při MŠMT ČR

VARIABILITA OBSAHU HUMUSU V ORNICI CEI ZA ROKY 1988 – 1996

Eduard Pokorný¹, Ľubica Pospíšilová¹, Vítězslav Vlček¹, Olga Denešová²

¹ Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ústav půdoznalství a mikrobiologie,
Zemědělská 1, 613 00 Brno (pokorny@mendelu.cz, pospisilova@mendelu.cz,
vlcek@mendelu.cz), ² Agrochemický podnik Kroměříž, Kotojedská 2187, 767 01 Kroměříž
(denesova@achp-km.cz)

Úvod

Tvorba humusu je biochemickým procesem závislým na dostatku zdrojů a volné energie. Podle Nováka (1975) je výrazně ovlivňována teplotou, stupněm aerace a vlhkostí. Jeho obsah v půdě je tedy veličinou vysoce proměnlivou. V předkládaném, příspěvku hodnotíme změny obsahu humusu v ornici černozemě luvické v devítileté řadě.

Materiál a metody

Vzorky na stanovení obsahu humusu byly odebírány na lokalitě Holešov (pozemek Oplety, 17°21.42', 49°17.16') v letech 1988 až 1996 v měsíčních intervalech (duben až září) z plochy 100 m², z hloubky 0-30 cm. Obsah oxidovatelného uhlíku byl stanoven oxidací chromsírovou směsí a přepočten na humus (Javorský 1987). Půdně lze lokalitu charakterizovat jako černozem luvickou (Němeček 2001), středně těžkou. Geograficky oblast spadá do Holešovské plošiny s průměrnou roční teplotou je 8.5 °C a ročním úhrnem srážek 690 mm. Ve sledovaných letech byly na pozemku pěstovány tyto plodiny: pš., pš., cuk., ječ., pš., ječ., voj., voj., pš.. Průměrná dávka dusíku na ha za rok byla 53 kg a průměrný výnos 67.2 OJ/ha.

K hodnocení výsledků bylo použito metod statistiky jedné proměnné, t-testu a metody úsekových analýz (Orwis 1996).

Vyhodnocení a závěr

Obsah humusu vykazuje v průběhu devíti sledovaných let vysokou variabilitu, naměřené hodnoty se pohybují od 1.7 % po 4.0 % (V = 14.56 %). Proložení časové řady regresní přímkou a její test však neprokázal (přes mírný úbytek), průkaznou změnu za dobu sledování. Systém lze označit za dynamicky vyvážený (Schnitzer, Khan 1978).

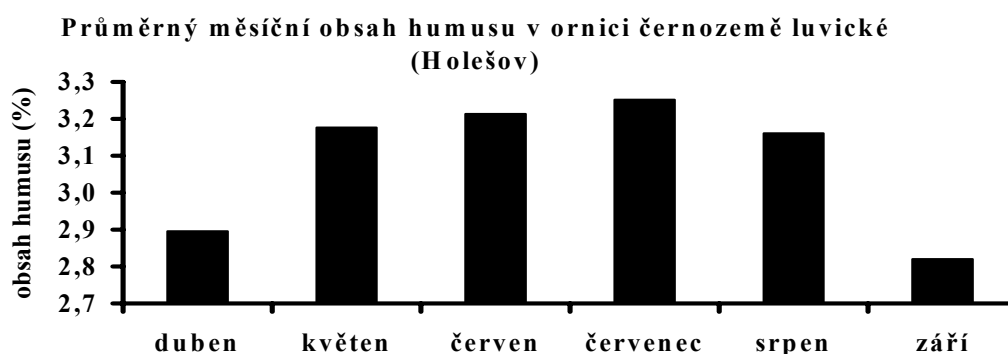
Byl vypočten průměrný obsah humusu pro jednotlivé roky. Nejnížší hodnota byla zjištěna v roce 1993 s obsahem 2.8 %, nejvyšší v roce 1995 s obsahem 3.4 % humusu. Nabízelo by se vysvětlení vlivu osevního postupu, neboť v roce 1995 byla na pozemku druhým rokem pěstována vojtěška a před

rokem 1993 byly pěstovány pouze obilniny a cukrovka (spotřebitel uhlíku). Situace, jak bude poukázáno dále, je ovšem složitější.

Významným problémem je sezónní dynamika řady půdních vlastností (Pokorný 1999). Naše sledování umožňuje vypočítat průměrné obsahy humusu v ornici pro jednotlivé měsíce hlavního vegetačního období. Z výsledků (graf 1) je patrné, že obsah humusu během vegetace prodělává zákonité změny, kdy nejvyšší obsah je v letních měsících (červenec 3.3 %, červen 3.2 %), naopak v jarních a podzimních měsících dochází k poklesu (duben 2.9 %, září 2.8 %).

Obsah humusu v půdě ornic je ovlivňován řadou faktorů (Novák 1975). Pro náš případ byl vytvořen model úsekových analýz vysvětlující vliv počasí (jako hodnotící kritérium byla vybrána asymetrie křivky ročního chodu teplot (Nosek 1972)), pěstované plodiny, hnojení dusíkem a dosaženého výnosu na průměrný obsah humusu v jednotlivých letech. Výstupem je vyjádření vlivu zadaných faktorů v %. Nejvíce se projevil vliv ročníku (46 %) a nikoliv plodiny (1 %) jak se předpokládalo. Jako druhý faktor se projevilo hnojení dusíkem, což by se dalo vysvětlit zvýšeným nárůstem kořenů po aplikaci dusíkatých hnojiv. Výše výnosu se na ročníkových změnách obsahu humusu podílí z 5 %. Faktory použitého modelu se na změně obsahu humusu podílí z 67 %, zbytek připadá na ostatní, do modelu nezahrnuté faktory.

Graf 1



Literatura:

- Javorský, P. a kol. (1987): Chemické rozborý v zemědělských laboratořích. Mze, České Budějovice. 397 s.
- Němeček, J. a kol. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd české republiky. ČZU, Praha, 79 s., ISBN 80-238-8061-6
- Nosek, M. (1972): Metody v klimatologii. Academia, Praha, 432 s.
- Novák, B. (1975): Mineralitace a humifikace organických látek a jejich funkce v půdě. VÚRV, Praha, 68 s.
- Orvis, W.J. (1996): Excel pro vědce a inženýry. Computer Press, Praha, 498 s., ISBN 80-85996-49-4
- Pokorný, E. (1999): Fytotrofské půdní režimy jako jeden z faktorů nosné kapacity prostředí. Disertační práce. MZLU Brno, 138 s.
- Schnitzer, M., Khan, S.U. (1978): Soil Organic Matter. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 319 p. ISBN 0-444-41610-2
- Sotáková, S. (1982): Organická hmota a úrodnost půdy. Příroda Bratislava 1982, 234 s.

KVALITA PŮDY PŘI RŮZNÝCH ZPŮSOBECH OBHOSPODAŘOVÁNÍ

Ľubica Pospíšilová¹, Eduard Pokorný²

^{1, 2.} Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Ústav půdoznalství a mikrobiologie,
Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR
e-mail: lposp@mendelu.cz
e-mail: pokorny@mendelu.cz

Úvod

Cílem práce bylo sledovat vliv různých způsobů obhospodařování půdy (Norfolk-50% obilnin, Monokultura ječmene) na obsah a kvalitu humusu v půdě. Dlouhodobé polní pokusy na ŠZP MZLU v Žabčicích byly založeny v roce 1970. Více než třicetileté trvání pokusů dává záruku, že půdní prostředí je vlivem rozdílných systémů hospodaření (Norfolk– 50% obilnin a Monokultura) diferencováno a dostatečně stabilizováno (Petříčková, 1994). Při stanovení obsahu a kvality humusu v půdě vycházíme ze skutečnosti, že pro každý půdní typ je charakteristická zásoba humusu i jeho specifické složení a rozmístění v půdním profilu. Půdní vzorky byly odebrány dvakrát ročně z horizontu Ap (0-15 cm) na obou variantách a uvádíme výsledky za roky 2000-2004.

Materiál a metoda

Celkový obsah humusu byl stanoven dle Walkley–Blacka (modifikace Novák-Pelíšek, In : Jandák a kol. 2003). Frakční složení humusu dle Kononove-Bělčikové (1963). Stupeň humifikace stanoven dle Orlova (1985). Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 1. Nedegradační technika sloužící k indikaci změn frakčního složení humusu je měření optických spekter HK (UV-VIS spektra, FT-IR spektra). Zhoršení optických vlastností HK tj. nárůst hodnoty barevného kvocientu Q4/6 indikuje snížení stupně humifikace a stability HK. Optické vlastnosti HK byly stanoveny dle Kumadu (1987). Soubor experimentálních výsledků byl statisticky zpracován a vyhodnocen analýzou variace (t-test).

Vyhodnocení a závěr

Obsah humusu vykazuje velkou prostorovou variabilitu a jeho kvalita daná frakčním složením závisí na chemických a sorpčních vlastnostech půdy. Změny ve frakčním složení humusu byly způsobeny vlivy vnějšího prostředí - způsob hospodaření, osevní postup, hnojení a agrotechnika. Naše výsledky ukazují na postupné snižování obsahu humusu a jeho kvality pod Monokulturou ječmene ve srovnání s Norfolkem – 50% obilnin. Rozdíly na obou variantách jsou statisticky průkazné (tabulka č.1). Dále byla zjištěna lineární závislost mezi

optickými vlastnostmi (Q4/6) a obsahem vázaných HK a mezi Q 4/6 a poměrem HK / FK (graf č. 1). Snížení obsahu humusu a jeho kvality vede k postupnému okyselování půdy a zhoršení chemických vlastností půdy (vyšší obsah výměnného vodíku a nižší stupeň sorpčního nasycení). Na základě prezentovaných výsledků výzkumu můžeme proto konstatovat, že způsob hospodaření na půdě patří mezi antropogenní faktory, které mají přímý vliv na půdní úrodnost.

Tato práce byla financována z výzkumného záměru MZLU v Brně, projekt MSM: 432100001.

Literatura

1. **Jandák J.** a kol. (2003): Cvičení z půdoznalství. VŠZ, Brno, 92
2. **Kononovová M.M. – Bělčíková N.P.** (1963): Uskorennij metod opredelenija sostava gumusa mineralnych počv. In: Organičeskoje veščestvo počvy. Moskva, p. 228-234
3. **Kumada K.**, (1987): Chemistry of Soil Organic Matter. Elsevier, Amsterdam, p. 240
4. **Petříčková N.**, (1994): Využití výsledků dlouhodobých pokusů k vysvětlení změn půdního prostředí. Výzkumná zpráva 503/94/0338. VŠZ, Brno
5. **Orlov D.S.**, (1985): Chimija počv. Izdatelstvo MGU, Moskva, p.334

DOPAD VARIABILITY PŮDOTVORNÝCH PROCESŮ VYBRANÝCH LESNÍCH STANOVIŠŤ NA JEJICH PŘIROZENOU DŘEVINNOU SKLADBU

Klement Rejšek, Pavel Samec

*Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta,
Ústav geologie a pedologie, Zemědělská 3, 613 00 BRNO; kr@mendelu.cz*

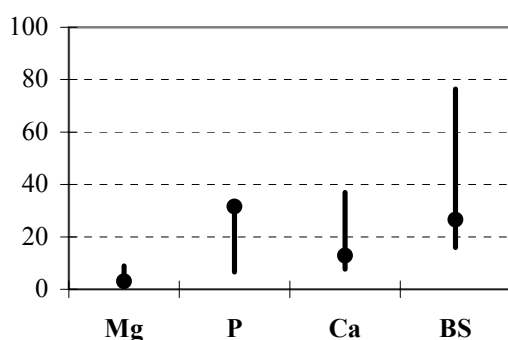
V oblasti jižního a středního Norska bylo na 69 stanovištích přirozeně vzniklých lesních monocenóz provedeno hodnocení vazby mezi základními půdotvornými procesy (podzolizací, brunifikací, ilimerizací, humifikací, glejovým půdotvorným procesem a ulmifikací) a výskyty sedmi druhů listnatých dřevin: břízy bělokoré (*Betula pendula*), břízy pýřité (*Betula pubescens*), olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), olše šedé (*Alnus incana*), jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*), dubu letního (*Quercus robur*) a dubu zimního (*Quercus petraea*). Při hodnocení získaných dat se klíčovým stalo sdružení zaznamenaných půdních jednotek do tří umělých skupin: (1) podzoly, (2) brunisoly a luvisoly a (3) regozemě, organozemě a glejsoly, které umožnilo statistickou detekci variability ve výskytu jednotlivých zaznamenaných lesních monocenóz na konkrétních stanovištích. Na zájmovém území byla na regosolech zjištěna ve 40,0 % případů monocenóza *F. excelsior* a ve 20,0 % případů *B. pendula*, na jednotce gleysol byla v 50,0 % případů zjištěna *A. glutinosa* a ve 30,0 % případů *B. pendula*. Na jednotce organicsols byla zjištěna pouze *B. pubescens*. Na půdách jednotky brunisols byla v 56,5 % případů zjištěna monocenóza *B. pendula* a v 17,4 % případů *Quercus robur*, zatímco na jednotce luvisols byla zjištěna vyrovnaná zastoupení 33,3 % případů *B. pendula*, *A. glutinosa* a *A. incana*. Na podzolech byly ve 46,6 % případů zjištěny výskyty monocenóz *B. pubescens*, zatímco ve 33,3 % případů *B. pendula*.

Na podzolech byl především ve vztahu k přítomnosti březových monocenóz zjištěn významný vliv obsahů Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn i bazické saturace (BS). Zejména obsah Ca^{2+} v H- a A-horizontech může rozhodovat, jestli na daném stanovišti bude možná přítomnost břízy bělokoré (**graf 1**), nebo břízy pýřité (**graf 2**), zatímco v půdně-ekologických podmínkách (PEP) B-horizontů se v těchto půdách významně uplatnila především úroveň BS (**graf 3**). V PEP H-horizontů na zachycených kambisolech a luvisolech se pro přítomnost lesních monocenóz významně uplatnila pH/ CaCl_2 determinační pro *B. pendula* a *Q. robur* (**graf 4**). Vlastnosti A-horizontů se na těchto stanovištích mohou jevit jako rozhodné pro možnost zakládání porostů břízy bělokoré nebo olše lepkavé. Jako faktor, který byl detekován jako determinační pro možnou přítomnost některé z dřevin, se pro A-horizonty kambisolů a luvisolů jeví hodnota pH/ H_2O (**graf 5**). Spodní horizonty přítomných půd v rámci šetřených lokalit vykazují

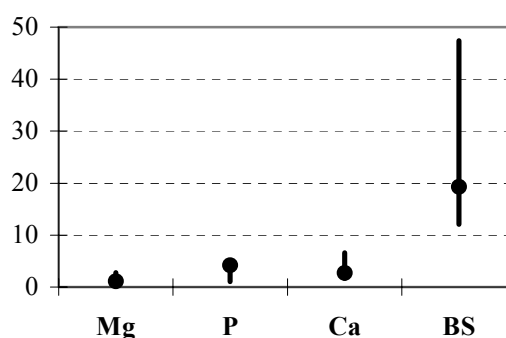
jako důležité vlastnosti pro prosperitu porostů *B. pendula*, *A. glutinosa* nebo *Q. robur* obsah Ca^{2+} a Mg^{2+} (**graf 6**).

Skupina půd sdružující typy regosolů, organozemí i glejsolů se PEP H-horizontů na základě hodnot půdní reakce projevila jako determinální pro zakládání porostů pouze u olše lepkavé nebo dubu zimního (**graf 7**). A-horizonty naproti tomu umožňují stanovit, kterou z uvažovaných dřevin bude možné vysazovat na základě vyšetření obsahu Ca^{2+} nebo podle úrovně BS.

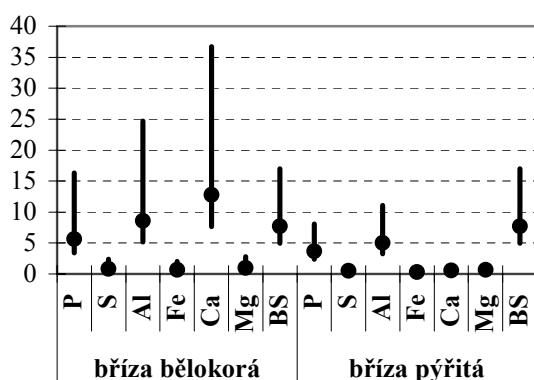
Graf 1: Směrodatné odchylky vybraných diferenciálních parametrů v H-horizontech u podzolů pro *B. pendula*



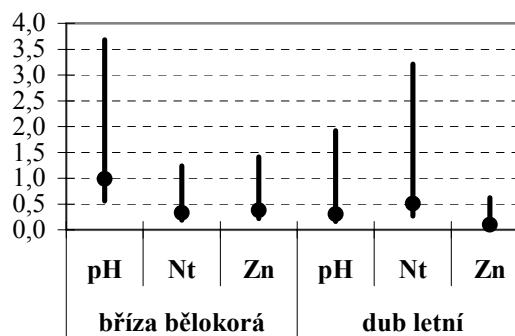
Graf 2: Směrodatné odchylky vybraných diferenciálních parametrů v H-horizontech u podzolů pro *B. pubescens*



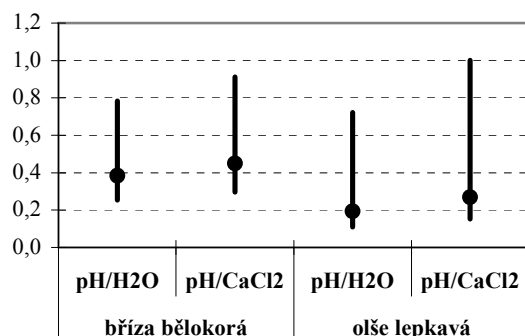
Graf 3: Směrodatné odchylky vybraných parametrů v B-horizontech u podzolů ve vztahu k březovým monocenózám.



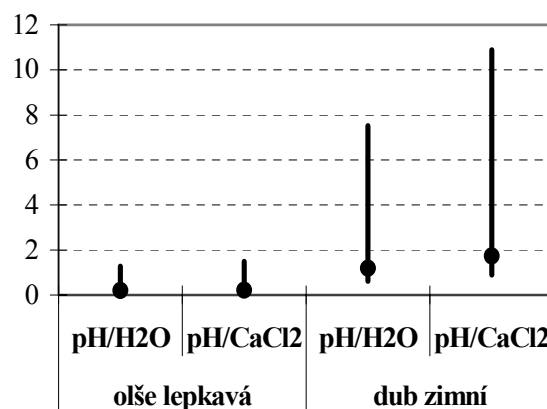
Graf 4: Směrodatné odchylky pH/ CaCl_2 a vybraných diferenciálních pedochemických parametrů v H-horizontech u kambisolů a luvisolů.



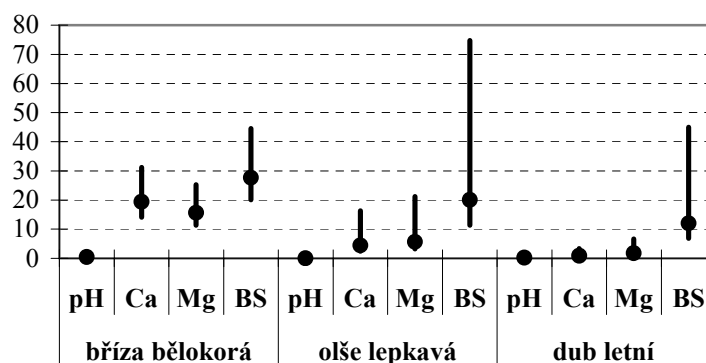
Graf 5: Analýza diferenciálních intervalů půdní reakce A-horizontů u kambisolů a luvisolů ve vztahu k olšovým a březovým monocenózám.



Graf 7: Srovnání směrodatných odchylek půdní reakce H-horizontů na stanovištích regosolů, glejsolů a organozemí.



Graf 6: Srovnání směrodatných odchylek vybraných vlastností v C-horizontech u kambisolů a luvisolů ve vztahu k výskytům monocenóz *B. pendula*, *A. glutinosa* a *Q. robur*.



Literatura

Ogner, G. et al. (1991) The chemical analysis program of the Norwegian forest research Institute. NISK As, As. 21 s.

The Canadian System of Soil Classification (1987) Canadian Government Publishing Centre, Ottawa. 164 s.

OPATŘENÍ OCHRANY PŮDY V KOMPLEXNÍCH POZEMKOVÝCH ÚPRAVÁCH

Jana Uhlířová, Josef Kučera

*Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, oddělení pozemkových úprav Brno, Lidická
25/27, 657 20 Brno, uhlirova@vumopbrno.cz*

Komplexní pozemkové úpravy probíhají v ČR od roku 1991. Dosud byly realizovány až po výměnu vlastnických práv na 152 tis. ha, zapsány do katastru nemovitostí jsou na 132 tis. ha (zatím bez realizace), rozpracované jsou na 365 tis. ha. Komplexní pozemkové úpravy vytvářejí podmínky pro racionální využívání zemědělské půdy, pozemky se jimi prostorově a funkčně upravují, scelují nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost pozemků a vyrovnání jejich hranic (zákon 139/2002 a vyhláška 545/2002). Při tom se z titulu veřejného zájmu projektují a realizují opatření k ochraně a zúrodnění půdního fondu, zvelebení krajiny a zvýšení její ekologické stability. Návrh ochranných a ekologických opatření se zpracovává formou plánu společných zařízení. Jsou vytvořeny podmínky pro to, aby plán společných zařízení řešil ochranu půdy komplexně v návaznosti na ostatní složky životního prostředí. V praxi je obvykle zaměřen zejména na protierozní a protipovodňovou ochranu včetně zvyšování vodní retence území, ale obsahuje i vhodné řešení akumulčních a infiltračních oblastí.

Ochranná opatření bývají polyfunkční, s ohledem na požadavky ochrany přírody a zlepšení estetiky krajiny:

1. Protierozní ochrana půdy:

- zatravnění (nebo zalesnění) rizikových ploch (vrcholové a extrémně svažité pozemky, břehová pásma toků, inundační území),
- zatravněné zasakovací pásy (š. min. 15 m, ve směru vrstevnice, nejlépe s výsadbou dřevin),
- zatravnění drah soustředěného odtoku,
- vložení polní cesty se zasakovacím pásem nebo příkopem, s nejlépe doprovodnou zelení,
- výstavba meze s průlehem a doprovodnými dřevinami,
- výsadba větrolamů v kombinaci s biokoridorem nebo interakčním prvkem,
- zatravnění meziřadí vinic a sadů.

2. Protipovodňová opatření:

- výstavba poldrů a retenčních nádrží,
- revitalizace malých toků (snížení podélného spádu, směrové změny trasy) a výstavba malých vodních nádrží,
- zvyšování retence povodí a zpomalení odtoku, zejména realizací protierozních opatření.

3. Opatření na kontaminovaných půdách:

- zalesnění nebo zatravnění.

Použití určitého typu opatření vychází především z přírodních a antropických podmínek. V kopcovitých či horských oblastech je patrná tendence k zakládání mezí s průlehy, které dříve bývaly v této krajině mnohem hojnější. Nebývá zde většinou problém prosadit zatravnění nebo zalesnění mělkých nebo extrémně svažitých půd, napomáhají tomu v posledních letech i vhodně orientované finanční podpůrné programy. Na dlouhých pozvolných svazích se často navrhuje přerušovací zatravněné pásy a zatravnějí se dráhy soustředěného odtoku, zejména v širších údolnicích. V rovinatých oblastech s větrnou erozí je nutné vysazovat větrolamy, pro tyto účely se využívá i osazování okrajů cest. V intenzivně zemědělsky využívaných oblastech se návrhy na zatravnění či zalesnění setkávají se silným odporem hospodařících subjektů a je zde zájem o odvodnění a zornění zamokřených půd. Agrotechnická opatření mají slabou závaznost, pouze jako doporučení, jejich realizace je těžko kontrolovatelná. Na druhé straně nevyžadují téměř žádné investice, a proto jim zemědělci i úřady dávají přednost před technickými opatřeními, což se odrazilo i ve znění prováděcí vyhlášky pozemkových úprav (545/2002 Sb.).

Literatura

Uhlířová, J. a kol.: Integrované řešení ochrany půdy a vody. Periodická zpráva projektu QC 0242 Uplatnění systému alternativního managementu ochrany půdy a vody v krajině. Praha, VÚMOP Praha, 2003, 20 s.

MAPOVÉ VYJÁDŘENÍ POTENCIÁLNÍ ZRANITELNOSTI PŮD DEGRADACÍ V MODELOVÉM ÚZEMÍ ČR

Jan Vopravil, Kamila Kuchařová, Tomáš Khel, Pavel Novák, D. Vetišková

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Metodický postup zpracování potenciální zranitelnosti půd degradací v modelovém území vychází z půdoznalecké databáze bonitovaných půdně-ekologických jednotek (BPEJ) české bonitační soustavy. Tato základní databáze se skládá z části grafické a z části numerické a obsahuje údaje o významných charakteristikách zemědělských půd, klimatu, reliéfu terénu a vláhovém režimu lokalit pro celé území České republiky.

Modelové území se nachází v oblasti Východočeské tabule na pravém břehu Labe západně od města Hradec Králové a Pardubice. Lokalita zahrnuje 27 katastrů a je přibližně ohraničena obcemi Roudnice – Kasalice- Rybitví-Krásnice. Substrátově a půdně se jedná o velmi pestré území, které umožnilo dobrou diferenciaci zobrazení potenciální zranitelnosti půd různými typy degradace. Sever území tvoří zejména skupiny půd černozemí, hnědozemí a luvizemí, jižní část skupiny půd hydromorfních, fluvizemí a velmi lehkých půd na píscích a štěrkopíscích. Střední oblast je půdně nejpestřejší, střídají se zde půdy černozemní, hnědozemní, půdy rendzin a pararendzin, hydromorfních půd a pseudoglejových půd.

Na modelovém území byly stanoveny hodnoty faktoru erodovatelnosti půd (K-faktor), potenciální zranitelnost půd vodní erozí (vyjádřena součinem K a S faktoru), potenciální zranitelnost půd acidifikací a potenciální zranitelnost podorníčí a spodiny pedokompakcí.

Faktor erodovatelnosti půdy je jedním ze šesti faktorů univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí (Wischmeier, Smith, 1978). Je definován jako odnos půdy v $t \cdot ha^{-1}$ na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R z jednotkového pozemku o délce 22,13 m, sklonu 9 % a udržovaného jako kypřený úhor. Mapa znázorňuje oblasti ČR, kde je půda nejnáchylnější k vodní erozi, to však nemusí nutně znamenat, že tam eroze probíhá, protože působí ještě další faktory univerzální rovnice (erozní účinnost deště, sklon, délka svahu, vegetační kryt a účinnost případných protierozních opatření).

Součin faktoru erodovatelnosti půdy K a faktoru sklonu svahu S univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí (Wischmeier, Smith, 1978) již vyjadřuje potenciální zranitelnost půd vodní erozí v modelovém území. Na mapovém zobrazení je názorně vidět jen mírné ohrožení území vodní erozí v důsledku jeho mírné sklonitosti.

Zranitelnost acidifikací závisí zejména na obsahu a složení organických látek, podílu vysokodisperzní minerální složky půdy (obsahu a kvalitě jílu),

obsahu CaCO_3 v půdě a půdotvorném substrátu. Při vyhodnocování se vycházelo z maximální sorpční kapacity MKK (T) a z nasycenosti sorpčního komplexu V. Na modelovém území převažuje potenciální zranitelnost půdy vyšší střední až vysoká.

Pedokompakce je důsledkem fyzikální degradace půdy a rozpadu půdní struktury. Je způsobena zejména acidifikací půdy, úbytkem organické hmoty, utužováním půd těžkými mechanismy, pěstováním monokultur a také užíváním vysokých dávek hnojiv. Při vyhodnocování se vycházelo z fyzikálních vlastností půd (zrnitosti, objemové hmotnosti a pórovitosti). Na modelovém území převažuje potenciální zranitelnost podorníčí a spodiny kompakcí vyšší střední.

Prezentované výsledky a jejich mapové vyjádření vycházejí z řešení výzkumného záměru MZe – M – 07 – 99 – 01.

2. Pedodiverzita ve vztahu ke klasifikačnímu systému půd

EVOLUCE PŮDNÍHO POKRYVU ČESKÉHO KRASU VE VZTAHU K PEDODIVERZITĚ A KLASIFIKAČNÍMU SYSTÉMU PŮD

Anna Žigová

Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6 - Lysolaje, zigova@gli.cas.cz

Úvod

Evoluce půdního pokryvu odráží podstatu pedogeneze a patří k jednomu z hlavních zákonů geografie půd světa, které byly popsány Rozanovem (1977). Princip zákona evolučního vývoje půd spočívá v možnosti stanovit prostorové řady půd a vývojově interpretovat geografii půd z pohledu historie jejich vývoje. Pedodiverzitu lze charakterizovat jako výsledek pedogeneze v určitém prostoru za určitou dobu.

Přírodní charakteristika Českého krasu

Území CHKO Český kras se rozkládá jihozápadním směrem od Prahy k Berounu. Na východ je oblast ohraničena údolím Radotínského potoka a západní hranici tvoří údolí Suchomastského potoka. Nejnižše položeným místem je Berounka v Zadní Třebáni s nadmořskou výškou 208 m. Nejvýše položeným bodem je Bacín (499 m n. m.). Charakter a vývoj reliéfu území byl popsán Hromasem a Kučerou (1974), kteří z geomorfologického hlediska označili jako nejcennější krasové morfologické struktury.

Geologický podklad Českého krasu zařazuje Chlupáč (1974) do oblasti tvořené nemetamorfovaným proterozoikem a paleozoikem v centrální části Českého masivu a hodnotí ho jako vlastní jádro Barrandienu tvořené především varisky zvrásněnými uloženinami silurského a devonského útvaru se zachovanými zbytky mladších křídových a terciérních uloženin. Místy do území zasahuje nejmladší ordovické souvrství kosovské a uplatňují se horniny bazaltového vulkanizmu.

Podle Atlasu podnebí (Syrův, 1958) patří dané území do mírně teplé oblasti, především do klimatických okrsků B₂ a B₃. Klimatický okrsek B₂ je charakterizovaný jako mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou (průměrná roční teplota: 8.4 °C, průměrný úhrn srážek za rok: 500 mm, Langův dešťový faktor: 60, vláhová jistota: 7). Klimatický okrsek B₃ je označován jako mírně teplý, mírně vlhký s mírnou zimou, pahorkatinový (průměrná roční teplota: 8 °C, průměrný úhrn srážek za rok: 525 - 590 mm, Langův dešťový faktor: 66-84, vláhová jistota: 14-21).

Květena a vegetační poměry jsou podle Skalického a Jeníka (1974) výsledkem spolupůsobení krasového a říčního fenoménu se zachovanou

druhově bohatou skalní a svahovou stepí, teplomilnými svahovými lesy, vápnomilnými bučinami, kyselými doubravami, dubohabrovými a suťovými lesy.

Studiem vlivu člověka na krajinu Českého krasu od neolitu do raného středověku se ve své práci zabývá Matoušek (1993).

Pro poznání vývoje krajiny navrhl Ložek (1992) v CHKO Český kras síť opěrných profilů, které rozdělil na lokality poskytující podrobně členěné fosiliferní sledy, dále pak lokality s nálezy významnými pro paleogeografické rekonstrukce a rovněž lokality s nálezy v pozicích, které umožňují navázání v širších stratigrafických souvislostech.

Přehled dosavadních výzkumů

K prvním ucelenějším studiím zabývajícími se půdními poměry Českého krasu patří práce Mařana (1947) z oblasti Karlštejska, i když co se týče geneze a klasifikace půd, je nutné provádět aproximaci ke stávajícím poznatkům. Z hlediska řešení vývoje půdního pokryvu patří k výchozím studie Smolíkové (1960) z Mramoru u Litně ve vápencové oblasti Barrandienu, kde byla dokumentována terra fusca. Při vyústění Karlického potoka u Dobřichovic byl popsán vývoj půd v starém a středním holocénu, subrecentu a recentu (Smolíková a Kovanda, 1979). Na lokalitě Karlštejn (Smolíková, 1984) byl studován profil, který sestává z fosilních půd, půdních sedimentů, spraší a svahovin. Na základě mikromorfologické analýzy bylo stanoveno, že vývoj nejstarší půdy (PK VI) odpovídá staršímu holsteinu (M/R). Mezi nejsložitější patří struktura půdního pokryvu v oblasti vrážské terasy u Berouna. Smolíková (1991) uvádí, že studovaná lokalita zahrnuje celkem šest teplých období 1. řádu. Dále pak, že nejstarší fosilní bazální rubifikovaná půda typu ferretto vyvinutá na spodní akumulaci terasy je staropleistocenního stáří a nejmladší reliktní půda typu braunlehm by mohla odpovídat některému z teplých období cromerského interglaciálu (G/M) s. 1.

Materiál a metodika

Pro charakteristiku pedodiverzity byl sestaven přehled studovaných lokalit na území Českého krasu s uvedením nadmořské výšky, půdotvorného substrátu, půdního typu a subtypu. V značné části souboru lokalit je sporné zařazení půd s procesem rubifikace na vápencích podle stávajícího klasifikačního systému (Němeček et. al., 2001). Pro půdy s výše zmíněným procesem pedogeneze bylo použito označení terra fusca modální (TFm) a terra fusca luvická (TFI).

Analytické charakteristiky ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, pH_{KCl} , CaCO_3 , S, T, V, výměnný H^+ , výměnný K^+ , výměnný Ca^{2+} , výměnný Mg^{2+} , Cox, Nt a zrnitostní rozbor) u vybraných lokalit byly stanoveny podle Jandáka et. al. (2003).

Výsledky a diskuse

V souboru analyzovaném v tabulce 1 je charakterizováno 23 lokalit, přičemž Tmaň T1, Tmaň T2, Vysoký Újezd a Bubovice jsou těsně za hranicemi CHKO Český kras. Nejrozšířenějším půdotvorným substrátem jsou devonské vápence. Z celkového počtu lokalit má největší zastoupení půdní typ terra fusca - 12 x. Rendzina a kambizem je zastoupená ve 4 případech, pararendzina ve dvou a luvizem se vyskytuje na lokalitě Paní hora.

Pro charakteristiku procesů pedogeneze na různých půdotvorných substrátech byly vybrány terra fusca modální (VČS - V), pararendzina modální (HL - V) a rendzina modální (Tetín). Analytické charakteristiky jsou uvedeny v tabulkách 2, 3 a 4. Lokality VČS-V a HL - V jsou situovány v bývalých dobývacích prostorách s řídkým vegetačním pokryvem, přičemž terra fusca modální je v mírně paraautochtonní pozici. Rendzina modální je situována v lese. Obsah organického uhlíku a celkového dusíku (tabulka 2) v jednotlivých profilech koreluje se stavem vegetačního pokryvu. Parametry související s $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, pH_{KCl} , obsahem CaCO_3 , charakteristikou sorpčních vlastností (tabulka 3) jsou podmíněny jednak charakterem půdotvorného substrátu a jednak rozdílným charakterem pedogeneze u jednotlivých půdních typů. V případě horizontu Ahk terra fuscý jsou zmíněné hodnoty nespecifické, což souvisí s paraautochtonní pozicí, kdy se v svrchní části půdního profilu vyskytuje skelet vápence, který následně ovlivňuje hodnoty související s chemismem půdy. Zrnitostní složení (tabulka 4) odpovídá charakteru jednotlivých půdotvorných substrátů a v případě terra fuscý modální rovněž souvisí se složitým mechanismem pedogeneze.

Pro lokalitu Kosov byla vypracována mapa v měřítku 1 : 2 000, kde byly hranice jednotlivých půdních typů vymezeny na základě rekognoskačního průzkumu sondovací tyčí. Hustota sondážní sítě byla vybrána s ohledem na složitost reliéfu. Kromě určení půdního typu, hloubky půdy byla v terénu u jednotlivých sond provedena zkouška na přítomnost uhličitánů. Na vápnatých břidlicích jsou zastoupeny pararendzina modální, pararendzina vyluhovaná, pararendzina litická a na vápencích rendzina modální, rendzina vyluhovaná a rendzina litická. Podle map z „Komplexního průzkumu půd“ 1: 10 000 se na lokalitě Kosov vyskytuje rendzina. Z výsledků našich výzkumů vyplývá, že půdní pokryv daného území tvoří půdní typy rendzina a pararendzina. Rozdíly v porovnání s výsledky z Komplexního průzkumu půd jsou spojeny s novými poznatky týkajícími se klasifikace a geneze půd.

V práci Žáka et. al. (2001) jsou shrnuty poznatky z lokalit Svatý Jan pod Skalou, Bubovice a Vysoký Újezd. Výzkum pohřbených rendzin v Svatém Janu pod Skalou indikuje, že jejich vývoj probíhal při krátkodobých suchých obdobích v holocénu při přerušení sedimentace pěnovce v mírném až teplém klimatu s převážně listnatými až smíšenými lesy.

Problematickou procesů rubifikace a evoluce půdního pokryvu na lokalitách Boubová 1, Boubová 2, Přední Kobyla, Bacín E2 a Bacín J5 se zabývá Žigová (2000), Žigová a Šťastný (2000, 2002).

Proces rubifikace je v klasifikačním systému půd ČR zachycen pouze na úrovni subtypu rubifikovaný v rámci půdních typů rendzina, pararendzina, hnědozem, luvizem a kambizem. Podle kritérií vymezených Taxonomickým klasifikačním systémem půd, lze podle našeho názoru diagnostikovat půdy s procesem rubifikace pouze v zjednodušeném pohledu jako kambizem rubifikovaná (KAj), kambizem rubifikovaná, luvická (KAj, l) a s ohledem na půdotvorný substrát i rendzinu rubifikovanou (RZj). Hlavním rysům výše zmíněného procesu pedogeneze odpovídají terra rossa a terra fusca z třídy půd TERRAE CALCIS. V námi sledovaných lokalitách byl diagnostikován půdní typ terra fusca, kterého název a popis byl poprvé uveden Kubiěnou (1944). Zmínku o půdách terra fusca nacházíme v publikaci Mašáta a Kalendy (1969). V dané práci je popsáno jejich zařazení do kambizemí v různém stupni oglejení. Na základě studia mapových materiálů bylo zjištěno, že přibližně 15 % kambizemí s různými projevy oglejení s těžkým zrnitostním složením na vápencích by mělo být klasifikováno jako terra fusca. Výše uvedený půdní typ s terra rossou uvádí Houba (1970) v třídě TERRAE CALCIS patřící do oddílu terrestrické půdy. Postavením půd s procesem rubifikace v rámci klasifikačního systému se zabývá rovněž Šály (1978), podle kterého je z praktického hlediska potřebné vydělit pouze půdní typ terrae calcis, přičemž z popisu zmíněného půdního typu vyplývá, že spíše než o autochtonní půdu se v jeho pojetí jedná o půdní sedimenty. Na území České republiky mezi patří terra fusca mezi reliktní půdy a může se vyskytovat i v modu fosilních půd. V podmínkách Německa kde lze předpokládat shodný modus výskytu terra rossa a terra fusca se dané půdní typy nacházejí v klasifikaci půd (1998) v třídě TERRAE CALCIS. Kubiěna (1956) definuje reliktní půdu jako půdu, které se vyvinula v stanovištních podmínkách minulosti, jež se podstatně liší od současných podmínek a jejichž půdní profil se zachoval na povrchu. Smolíková (1965) vyčleňuje mimo reliktních i fosilní a pohřbené půdy. Fosilní a pohřbené půdy jsou podle autorky v obou případech překryté a na jejich rozčlenění používá časové měřítko, kdy pohřbené půdy jsou postglaciální. Obdobnou definici reliktních a překrytých půd jak bylo uvedeno výše používá Catt (1998). V klasifikačním systému půd ČR je problematice reliktních a pohřbených půd (a jejich sedimentům) věnována menší pozornost, nicméně se uvádí, že by měly být tříděny obdobně jako recentní. Půdy typu terra fusca, terra rossa, braunlehm rothlem a ferretto, které se vyvíjely na našem území v minulosti, se v mnoha případech zachovaly na povrchu a kromě toho mají recentní obdoby v jiných oblastech světa. Z toho vyplývá opodstatněnost jejich zařazení do klasifikačního systému půd, který by měl zahrnovat referenční třídy se všemi typy pedogeneze spojenými s evolucí půdního pokryvu.

Podle dosavadních výzkumů lze půdy na karbonátových horninách s procesem rubifikace identifikovat makromorfologicky (krasový reliéf, půdotvorný substrát, barva) i na základě analytických charakteristik (volné oxidy Fe, jílové minerály, mikromorfologie). Dále pak mají stratigrafický

význam o kterém pojednává Smolíková (1963b) a popisuje půdní typy terra rossa a terra fusca jako významný produkt především pleistocénních interglaciálů se spíše teoretickou možností vývoje holocénu s ohledem na klimatické podmínky. Z práce Smolíkové (1963a) lze soudit, že na území Českého krasu je terra fusca dominantním půdním typem a terra rossa minoritním. Na studovaných lokalitách se terra fusca vyjma lokality VČS – V nachází v autochtonní pozici. Proces pedogeneze u terra fuscy probíhal v podmínkách odlišných než jsou současné, přičemž nejstarší vývojová fáze odpovídá minimálně poslednímu interglaciálu (eem, R/W). Na základě autochtonní polohy terra fuscy na povrchu lze vyslovit předpoklad, že na daném území v kvartéru neprobíhala eroze.

Evoluce půdního pokryvu probíhala v Českém krasu v několika půdotvorných cyklech a to v pleistocénu a holocénu. V souvislosti vývojem půdního pokryvu se nabízí otázka zařazení půd s procesem rubifikace do klasifikačního systému půd, kde v rámci nové referenční třídy by měly být půdní typy terra rossa (TR) a terra fusca (TF) se subtypy modální a luvická. Klasifikační systém půd ČR používá pro označení referenčních tříd substantivum s koncovkou –sol. Proto je nutné místo TERRAE CALCIS použít CHROMOSOLS, kde společným znakem třídy je proces rubifikace, který je v některých případech doprovázený procesem illimerizace a půdotvorným substrátem jsou karbonátové horniny. Tato charakteristika znamená určitý posun oproti definici uváděné Německem et. al. (1990) a vyplývá z našich dosavadních výsledků. Pro půdní typy terra rossa a terra fusca, pro srovnání se systémem WRB (1998), podle našeho názoru je nejbližší zařazení do ACRISOLS a FERRALSOLS i když neodpovídají plně obsahově, což byl důvod proč byl vybrán pro navrhovanou referenční třídu název CHROMOSOLS.

Závěry

Stupeň diverzity půd v Českém krasu jehož půdotvorné substráty jsou tvořené z velké části nemetamorfovaným proterozoikem a paleozoikem v centrální části Českého masivu je vysoký.

Vývoj půdního pokryvu probíhal v několika půdotvorných cyklech. Klimatické podmínky v pleistocénu umožnily vývoj půd typu terra fusca a terra rossa.

Poznatky o evoluci půdního pokryvu umožňují zařazení do klasifikačního systému půd ČR referenční třídy CHROMOSOLS s půdními typy terra rossa (TR) a terra fusca (TF) se subtypy modální a luvická.

Literatura

- Arbeitskreis für Bodensystematik der DBG (1998): Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 86: 180 s.
- Catt J. A. (1998): Report from Working Group on definitions used in paleopedology. Quaternary International, 51/52: 84.

- Houba A. (1970): Půdní typy a nižší taxonomické jednotky typologického průzkumu lesů. MS. ÚHUL, Brandýs nad Labem, 46 s.
- Hromas J., Kučera B. (1974): Geomorfologie a krasové jevy Českého krasu. *Bohemia centralis* 3: 41-57.
- Chlupáč I. (1974): Geologický podklad Českého krasu. *Bohemia centralis* 3: 58-79.
- ISSS-ISRIC-FAO (1998): World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports, 84, FAO, Rome, 88 s.
- Jandák J., Pokorný E., Hybler V., Pospíšilová L. (2003): Cvičení z půdoznalství. MZLU, Brno, 92 s.
- Kubiěna W. L. (1944): Beiträge zur Bodenentwicklungslehre: Der Kalksteinbraunlehm (Terra fusca) als Glied der Entwicklungsserie der mitteleuropäischen Rendsina. *Bodenkunde und Pflanzenernährung*, 35: 22-45.
- Kubiěna W. L. (1956): Zur Methodik Der Paläopedologie. Actes du IV. Congres International du Quarternaire (Roma-Pise, Aout-Septembre 1953), Vol. I : 297-305.
- Ložek V. (1992): Síť opěrných profilů k vývoji krajiny v Českém krasu. *Bohemia centralis*, 21: 47-67.
- Matoušek V. (1993): Vývoj vztahu člověka ke krajině Českého krasu od neolitu do raného středověku (předběžný nástin). *Bohemia centralis*, 22: 127-148.
- Mařan B. (1947): Vliv porostů a reliéfu na rendziny Karlštejnska. Sborník Výzkumných ústavů lesnických, 2: 152 s.
- Mašát K., Kalenda M. (1969): Komplexní průzkum zemědělských půd ČSSR. Průvodní zpráva okresu Beroun. MS. Expediční skupina pro průzkum půd. Praha – Suchdol, 121 s.
- Němeček J., Smolíková L., Kutílek M. (1990): Pedologie a paleopedologie. Praha, Academia, 552 s.
- Němeček J., Macků J., Vokoun J., Vavříček D., Novák P. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd ČR. Praha, 79 s.
- Rozanov B. G. (1977): Počvennyj pokrov zemnogo šara. Izdatelstvo Moskovskogo universiteta. Moskva, 247 s.
- Skalický V., Jeník J. (1974): Květena a vegetační poměry Českého krasu. *Bohemia centralis*, 3: 101-140.
- Smolíková L. (1960): Terra fusca na Mramoru u Litně. Časopis pro mineralogii a geologii, V (3): 305-309.
- Smolíková L. (1963a): Půdy ze skupiny terrae calcis v Československu. Kandidátská disertace. MS. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, 153 s.
- Smolíková L. (1963b): Stratigraphische Bedeutung der Terrae calcis-Böden. *Antropozoikum*, 1: 101-121.
- Smolíková L. (1965): K metodice výzkumu starých půd. Věstník ústředního ústavu geologického, XL (5): 321-329.
- Smolíková L. (1984): Holsteinský interglaciál na lokalitě Karlštejn v Českém krasu: paleopedologický vývoj a pozice paleolitické industrie. *Archeologické rozhledy*, XXXVI: 3-19.
- Smolíková L. (1991): Lower Pleistocene soils of the Beroun highway section. *Antropozoikum* 20: 71-101.
- Smolíková L., Kovanda J. (1979): K vývoji holocénu v Českém krasu. *Antropozoikum*, 1: 163-186.

- Syrový S. (1958): Atlas podnebí. Ústřední správa geodesie a kartografie. Orbis, Praha.
- R. Šály (1978): Pôda základ lesnej produkcie. Príroda. Bratislava, 235 s.
- Žák K., Hladíková J., Buzek F., Kadlecová R., Ložek V., Cílek V., Kadlec J., Žigová A., Bruthans J., Šťastný M. (2001): Holocenní vápence a krasový pramen ve Svatém Janu pod Skalou v Českém krasu. Práce Českého geologického ústavu 13. Praha, 136 s.
- Žigová A. (2000): Role of the Climatic Factor in Soil Formation at Boubová (Bohemian Karst, Czech Republic). Geolines, 11: 96-98.
- Žigová A., Šťastný M. (2000): Soil cover of Přední Kobyla site (Bohemian Karst) genesis: Role of clay minerals. Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Geology, 28-29/1998-1999: 117-124.
- Žigová A., Šťastný M. (2002): Půdní pokryv Bacínu. Dolnověstonické studie, 7: 381-385.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen grantem GA AV ČR číslo A3013005 a je součástí vědního záměru Geologického ústavu AV ČR číslo: CEZ: Z3-013-912.

HETEROGENITA A VARIABILITA PÔDNYCH VLASTNOSTÍ VO VZŤAHU KU KLASIFIKÁCII PÔD

Jozef Kobza

*Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica, Slovenská republika, e-mail:
kobza.vupop@isternet.sk*

Úvod

Pôda ako prírodný útvar je otvorený dynamický systém, ktorý je výsledkom dlhšieho, alebo i kratšieho vývoja – genézy. Pôda predstavuje integrálnu časť ekosystémov Zeme. Nachádza sa teda v stave určitej dynamickej rovnováhy so súčasným stavom pôsobenia ďalších viac i menej aktívnych zložiek jej okolia, akými sú atmosféra (predovšetkým vplyv klímy), hydrosféra, litosféra, ale i vplyv vegetácie, organizmov, ako aj človeka. Výrazný vplyv tu zohráva i reliéf. Preto najmä v členitých územiach (pri pestrom geologickom podloží a pestrých mikroklimatických podmienkach) dochádza k značnej plošnej heterogenite pôdneho krytu a jeho vlastností. Navyše pôda predstavuje značne heterogénny a zložitý prírodný útvar, ktorý zahŕňa minerálnu i organickú časť, pevnú, kvapalnú i plynnú fázu, preto aj hodnotenie aktuálneho stavu, ako aj vývojových zmien pôdy je oproti ostatným zložkám životného prostredia (ovzdušie, voda ...) značne zložitá. Taktiež pri posudzovaní zložitosti pôdneho krytu a jeho vývoja sa často termíny heterogenita a variabilita zamieňajú. Preto v tomto príspevku sme sa pokúsili poukázať na rozdielnosť a zložitosť pri posudzovaní heterogenity a variability niektorých dôležitých vlastností pôd na príklade vybraných pôdnych predstaviteľov.

Zložitosť štruktúry pôdneho krytu a problém jeho klasifikácie

Klasifikácia vo všeobecnom zmysle je triedenie a usporiadanie pojmov do určitého systému na základe zhôd i rozdielov podstatných znakov a vlastností objektov, prípadne i na základe zákonitosti ich vývoja (Kolektív, 1974). Je to usporiadanie objektov s heterogénnymi i variabilnými formami s určitým zjednodušením ich skutočných hraníc s cieľom zvýšiť pojmovú ostrosť objektov (Domaňski, 1964).

Zložitosť, diskretnosť, heterogenita a variabilita stavby pedosféry podmieňujú obtiažnejšiu klasifikáciu a konštrukciu klasifikačného systému pôd na rozdiel od iných prírodných objektov. Za týchto podmienok sa ukázala výhodná a dodnes sa všeobecne ako integračný faktor klasifikácie prijíma genéza pôd, respektíve jej prejav vo forme určitej kombinácie diagnostických znakov a vlastností pôd. Pri klasifikácii takých variabilných objektov ako sú

pôdy, by mal byť každý taxón určený v najdôležitejších vlastnostiach charakteristikou polohy (priemer), ale aj mierou heterogenity a variability, pretože tieto tiež špecifikujú konkrétnu klasifikačnú jednotku (Linkeš, 1972). Tieto posledné dva termíny sa v odbornej literatúre často zamieňajú, pričom pod pojmom heterogenita rozumieme plošnú rôznorodosť znakov a vlastností pôd, pod pojmom variabilita rozumieme určitú premenlivosť, menlivosť, schopnosť meniť znaky a vlastnosti v priebehu vývoja, t.j. v čase (v našom prípade pôd) (Ivanová-Šalingová, Maníková, 1979). Plošná heterogenita odráža menlivosť geologického substrátu, geomorfológie územia (členitosť), činnosti človeka na pôde, a teda konkrétnej genézy pôd ako v plošnej tak aj vertikálnej rôznorodosti znakov a vlastností pôd. Variabilita v čase odráža najmä vplyv kultivácie, ale i klímy (často diskutovaný vplyv globálnej klimatickej zmeny) na tom istom geologickom substráte a reliéfe. Zjednodušene možno konštatovať, že v horských, členitých oblastiach je plošná heterogenita znakov a vlastností pôd výraznejšia a časová variabilita miernejšia (nižšia intenzita kultivácie), pričom v nížinných poľnohospodársky využívaných oblastiach je tento trend často opačný, čo je potrebné zohľadniť aj pri klasifikácii pôd, najmä pokiaľ sa zohľadňuje priestorový i časový aspekt (posudzovanie charakteristických znakov a vlastností pôd, ako aj pôdných režimov, vývojových trendov a pod.).

V tomto príspevku sme sa zamerali práve na problém heterogenity a variability základných vlastností poľnohospodárskych pôd z rôzneho uhla ich pohľadu.

Materiál a metódy

K porovnaniu heterogenity a variability pôd bol použitý súbor vybraných sond z monitorovacej siete pôd Slovenska (černozeme – 23 sond, hnedozeme – 32 sond, pseudogleje – 37 sond a fluvizeme – 51 sond), ktoré sa nachádzajú na orných pôdach. Okrem tohto súboru boli použité konkrétne reprezentatívne monitorovacie lokality na vybraných pôdných typoch o ploche 314 m² (kruhová plocha o polomere $r = 10$ m). Menlivosť základných pôdných parametrov na vybraných pôdach bola sledovaná z pohľadu veľkoplošnej heterogenity (z celoslovenského pohľadu), ako aj z pohľadu maloplošnej heterogenity (z plochy monitorovacej lokality už o zmienenej ploche 314 m²). Tiež sme sledovali menlivosť týchto parametrov v pôdnom profile vybraných pôd (z pohľadu vertikálnej heterogenity). Napokon sme zisťovali aj menlivosť daných parametrov v čase na hodnotených pôdach (z pohľadu ich variability).

Boli sledované nasledovné parametre: pH (0,2M KCl), C_{ox} (podľa Ťjurina v modifikácii Nikitina), P (podľa Egnera) a K (podľa Schachtschabela). Všetky metódy sú podrobne uvedené v publikácii „Závazné metódy rozborov pôd, Čiastkový monitorovací systém – Pôda“ (Fiala a kol., 1999). Získané údaje boli štatisticky zhodnotené (tabelárne i graficky).

Výsledky a diskusia

Ako sme už konštatovali v predchádzajúcej časti a ako sa napokon často aj uvádza v početných pedologických publikáciách a učebniciach, pôdny kryt je v mnohých prípadoch veľmi komplikovaný, heterogénny a variabilný a zreteľne polygenetický prírodný útvar. Je známe, že prakticky všetky sledované vlastnosti pôd vykazujú väčšiu alebo menšiu menlivosť ich parametrov. Pedosféra je preto v porovnaní s väčšinou ostatných prírodných objektov špecifikum, a to z aspektu jeho poznania, klasifikácie a aj využívania (je samozrejmé, že s využívaním takých heterogénnych objektov ako je značná časť pedosféry, je spojené veľké množstvo problémov). Vyššie uvedený skutočný charakter parametrov pedosféry veľmi sťažuje ich klasifikáciu, objektívnu limitáciu jednotlivých taxónov a najmä konštrukciu samotného klasifikačného systému.

V nasledovnej časti sme sa pokúsili poukázať na menlivosť základných vlastností pôd a ich parametrov z viacerých uhlov pohľadu (z rôznej mierky plošnej distribúcie meraných parametrov, ako aj ich vertikálnej rôznorodosti, taktiež z pohľadu ich časovej postupnosti pri konštantnom geologickom podloží a mikroreliefe – meranie v konkrétnych bodoch).

V nasledovnej tabuľke 1 je uvedená veľkoplošná heterogenita základných vlastností vybraných pôdných typov v rámci Slovenska.

Tab. 1 Veľkoplošná heterogenita základných agrochemických vlastností ornice (0-10 cm) poľnohospodárskych pôd Slovenska

Pôdy	pH/0,2 M KCl				C _{ox} (%)				P (Egner) mg.kg ⁻¹				K (Schacht.) mg.kg ⁻¹			
	X _{min}	X _{max}	R	X	X _{min}	X _{max}	R	X	X _{min}	X _{max}	R	X	X _{min}	X _{max}	R	X
ČM	4,52	7,53	3,01	6,71	0,63	1,99	1,36	1,25	31,00	280,00	249,00	105,90	85,00	645,00	560,00	233,80
HM	3,89	7,28	3,39	6,19	0,73	1,42	0,69	0,99	15,00	206,00	191,00	66,60	85,00	486,00	401,00	174,50
PG	4,47	7,42	2,95	6,05	0,50	2,75	2,25	1,08	10,70	165,00	154,30	69,90	74,00	620,00	546,00	203,40
FM	4,86	7,27	2,41	6,50	0,68	2,23	1,55	1,31	20,70	225,95	205,25	83,90	70,00	363,00	293,00	157,00

Vysvetlivky: R – variačné rozpätie, X – aritmetický priemer

Na základe dosiahnutých údajov v tabuľke 1 vidieť, že spomedzi porovnávaných parametrov, najvyššie variačné rozpätie, a teda aj plošnú heterogenitu z celoslovenského pohľadu vykazujú prístupné živiny (P, K), a to prakticky na všetkých pôdných typoch. Keďže sa jedná o orné pôdy, na plošnej heterogenite sa výrazne podieľa rôzna úroveň hnojenia. Značné variačné rozpätie vykazujú aj hodnoty pôdnej reakcie v rámci jednotlivých pôdných typov, čo do značnej miery závisí od charakteru pôdotvorných substrátov, na ktorých sa tieto pôdy v rámci Slovenska nachádzajú, v menšej miere i úrovni vápnenia (najmä v minulosti). Určitú plošnú heterogenitu vykazuje aj obsah organického uhlíka.

Tab. 2 Maloplošná heterogenita základných agrochemických vlastností ornice (0-10 cm) vybraných lokalít poľnohospodárskych pôd Slovenska (na ploche 314 m²)

Lokalita (pôda)	pH/0,2 M KCl				C _{ox} (%)				P (Egner) mg.kg ⁻¹				K (Schacht.) mg.kg ⁻¹			
	X _{min}	X _{max}	R	X	X _{min}	X _{max}	R	X	X _{min}	X _{max}	R	X	X _{min}	X _{max}	R	X
Voderady (ČMm ^c) 400114	7,02	7,12	0,10	7,06	0,84	1,95	1,11	1,18	61,87	74,25	12,38	65,60	145,00	224,00	79,00	177,20
Malanta (HMm) 400334	5,27	5,80	0,53	5,41	1,84	1,89	0,05	1,87	115,0	138,5	23,50	126,0	142,00	192,00	50,00	178,20
Liesek (PGm) 400 332	4,65	5,07	0,42	4,88	1,91	2,18	0,27	2,04	14,50	16,75	2,25	15,90	162,00	203,00	41,00	182,20
Topoľníky (FMm ^c) 400 100	7,11	7,20	0,09	7,16	1,34	1,44	0,10	1,39	9,90	14,85	4,95	12,40	60,00	67,00	7,00	62,20

Zaujímavé je plošné porovnanie tých istých parametrov na pomerne malej ploche (314 m²), čo je plocha jednej monitorovacej lokality pôdnej siete na Slovensku. Variačné rozpätie jednotlivých parametrov je tu samozrejme nižšie ako pri tých istých pôdach v rámci celého Slovenska. Jedná sa o najväčšiu plochu, kedy sa heterogenita prevažnej časti sledovaných parametrov v zložitých členitých podmienkach Slovenska pohybuje ešte na únosnej úrovni, t.j. kolíše blízko okolo priemernej hodnoty.

Nemenej zaujímavá je aj vertikálna heterogenita, t.j. kolísavosť hodnôt sledovaných parametrov v pôdnom profile (tabuľka 3).

Tab. 3 Vertikálna heterogenita základných agrochemických vlastností pedonu

Lokalita (pôda)	Hĺbka v cm	pH/0,2 M KCl	C _{ox} (%)	P(Egner) mg.kg ⁻¹	K(Schacht.) mg.kg ⁻¹	R			
						pH	C _{ox}	P	K
Voderady (ČMm ^c) 400 114	0-10	7,12	1,95	70,75	215,00	0,25	1,07	41,05	100,00
	35-45	7,37	0,88	29,70	115,00				
Malanta (HMm) 400 334	0-10	5,27	1,85	121,00	184,00	0,38	1,20	85,25	40,00
	35-45	5,65	0,65	35,75	144,00				
Liesek (PGm) 400 332	0-10	5,05	1,97	16,50	200,00	1,24	1,65	13,50	59,00
	35-45	3,81	0,32	3,00	141,00				
Topoľníky (FMm ^c) 400 100	0-10	7,20	1,34	14,55	66,00	0,28	0,65	4,40	27,00
	35-45	7,48	0,69	10,15	39,00				

R-rozdiel nameraných hodnôt medzi ornitou a podornicou

Rozdiel nameraných hodnôt medzi ornou a podornou závisí od konfigurácie pôdnych horizontov, ich charakteru a kvality, ako aj od charakteru pôdotvorných substrátov. Najvyšší rozdiel bol zistený v obsahu prístupných živín – fosforu a draslíka, čo poukazuje na vplyv hnojenia, pretože prirodzené zásoby, najmä fosforu sú nízke (vidieť to z ich obsahu v podornici). Vplyv karbonátového substrátu sa prejavuje na lokalitách Voderady (ČMm^c), Topoľníky (FMm^c) a Malanta (HM) na spraši s rezervami karbonátov. Na týchto lokalitách je preto hodnota pôdnej reakcie v podornici vyššia. Na kyslých pôdach (Liesek) sa hodnota pôdnej reakcie s hĺbkou výrazne znižuje, a tým i prehľbuje rozdiel. Výrazné vertikálne rozdiely sú aj v obsahu organického uhlíka, čo je napokon logické.

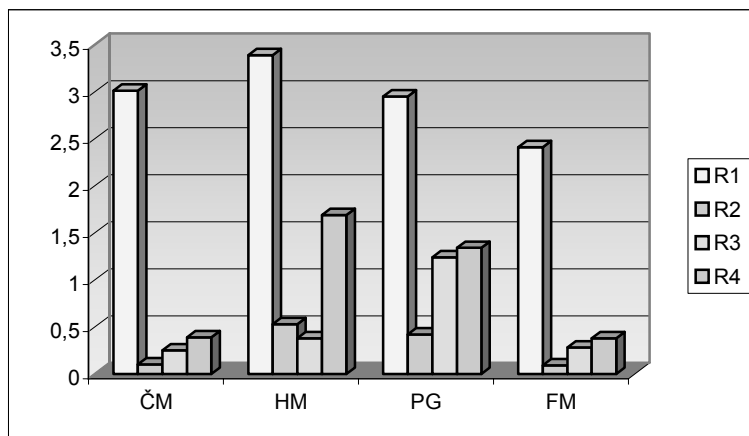
V tabuľke 4 je uvedená menlivosť sledovaných parametrov na tých istých lokalitách v ornici za časové obdobie rokov 1996 – 2002.

Tab.4 Variabilita základných agrochemických vlastností ornice (0-10 cm) vybraných lokalít poľnohospodárskych pôd Slovenska v čase (1996 – 2002)

Lokalita (pôda)	pH/0,2 M KCl				C _{ox} (%)				P (Egner) mg.kg ⁻¹				K (Schacht.) mg.kg ⁻¹			
	X _{min}	X _{max}	R	X	X _{min}	X _{max}	R	X	X _{min}	X _{max}	R	X	X _{min}	X _{max}	R	X
Voderady (ČMm ^c)	7,00	7,39	0,39	7,22	1,20	1,65	0,45	1,38	22,3	167,7	145,3	104,22	163,0	230,0	67,00	188,88
Malanta (HMm)	4,71	6,08	1,69	5,43	0,90	2,00	1,22	1,27	31,9	126,0	94,1	79,84	142,6	650,5	507,9	305,04
Liesek (PGm)	4,12	5,46	1,34	5,08	1,00	1,90	0,90	1,41	15,9	41,4	25,5	30,0	165,6	269,6	104,0	207,77
Topoľníky (FMm ^c)	7,22	7,60	0,38	7,36	0,90	1,38	0,48	1,14	12,4	52,1	39,7	33,13	53,2	91,0	37,8	69,51

Zistené hodnoty sledovaných parametrov vykazujú i v čase väčšiu alebo menšiu variabilitu. Najnižšia variabilita bola zistená prevažne na lokalitách Voderady (ČM) a Topoľníky (FM), výraznejšia variabilita bola zistená na lokalitách Malanta (HM) a Liesek (PG), čo sa týka prakticky všetkých sledovaných parametrov. Jedná sa o lokality vyrovnané, s nízkou alebo takmer žiadnou svahovitou. Keďže sa jedná o orné pôdy, na variabilite sa výraznou mierou podieľa vplyv kultivácie (hĺbka orby i prioranie podornice), ako aj hnojenia, príp. i vápnenia v jednotlivých rokoch.

Na obr. 1 – 4 je grafické znázornenie porovnania rôznych foriem heterogenity a variability sledovaných parametrov na vybraných pôdach Slovenska.



Obr. 1 Porovnanie heterogenity a variability pôdnej reakcie (pH/KCl) na vybraných pôdach SR (orné pôdy)

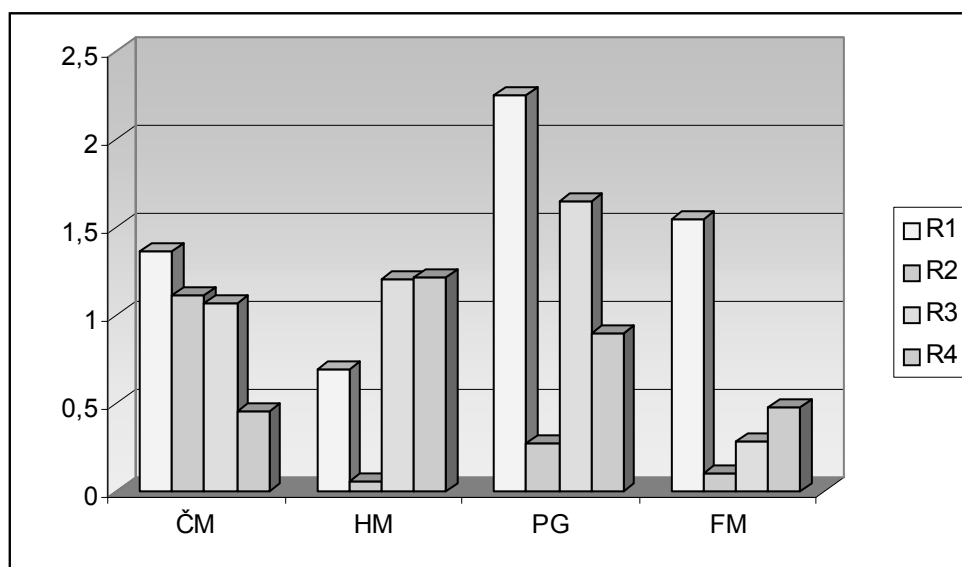
Vysvetlivky: R1 – veľkoplošná heterogenita (variačné rozpätie)

R2 – maloplošná heterogenita

R3 – vertikálna heterogenita

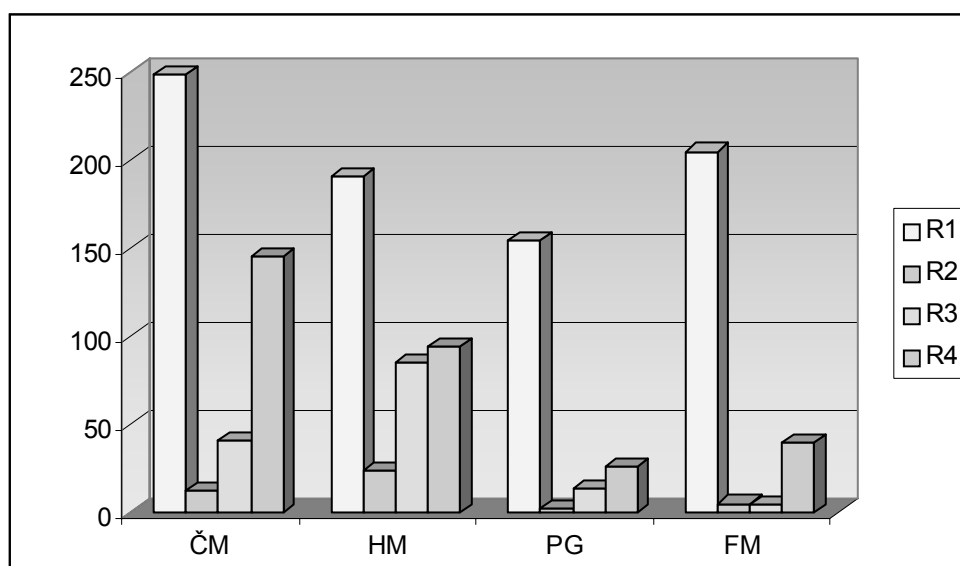
R4 – variabilita v čase

Na základe zistených hodnôt variačných rozpätí pôdnej reakcie možno konštatovať, že heterogenita vzrastá s veľkosťou plochy, teda logicky najvyššia heterogenita bola zistená v rámci celého Slovenska, a to pri všetkých porovnávaných pôdnych typoch. Značná variabilita hodnôt pôdnej reakcie bola zistená aj v čase, čo má svoje opodstatnenie v ďalšom procese monitorovania pôd. Najnižšia plošná heterogenita bola zistená prevažne na ploche monitorovacej lokality (314 m²).



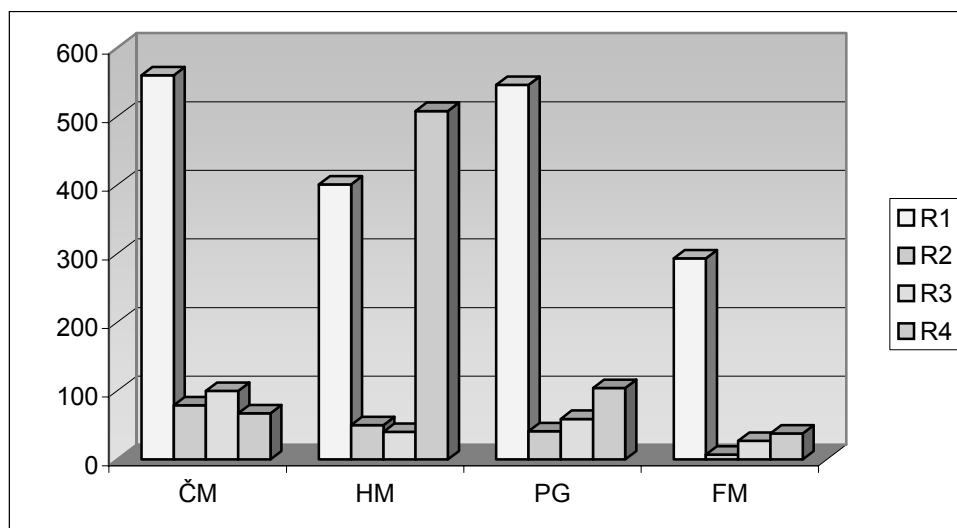
Obr. 2 Porovnanie heterogenity a variability Cox na vybraných pôdach SR (orné pôdy)

Podobne ako pri pôdnej reakcii, aj pri organickom uhľiku bola zistená najvyššia priestorová heterogenita v rámci celoslovenského hodnotenia pôd. Pomerne výrazná je aj jeho variabilita v čase, ale aj vertikálna heterogenita (porovnanie ornice a podornice). Prakticky najnižšia plošná heterogenita (podobne ako pri pôdnej reakcii) bola zistená na ploche monitorovacej lokality (314 m²).



Obr. 3 Porovnanie heterogenity a variability prístupného fosforu na vybraných pôdach SR (orné pôdy)

Podobná tendencia ako pri predchádzajúcich parametroch bola zistená aj pri prístupnom fosfore. Jedná sa o parameter, ktorý je výrazne ovplyvňovaný úrovňou hnojenia, pretože prirodzený obsah fosforu v pôdach Slovenska je nízky. Skutočnosť, že úroveň P hnojenia je v súčasnosti nízka, potvrdzuje aj fakt, že hodnoty vertikálnej heterogenity nie sú spomedzi porovnávaných foriem heterogenity a variability najvyššie. Výraznejšia je však variabilita prístupného fosforu v čase na všetkých porovnávaných pôdach.



Obr. 4 Porovnanie heterogenity a variability prístupného draslíka na vybraných pôdach SR (orné pôdy)

Na rozdiel od fosforu, pôdy Slovenska sú draslíkom prevažne dobre zásobené. Výrazná je tu opäť veľkoplošná heterogenita, nasleduje časová variabilita, pričom najnižšiu heterogenitu predstavuje maloplošná, ako aj vertikálna heterogenita, čo potvrdzuje relatívne malý rozdiel tohto prvku medzi ornitou a podornitou.

Na základe dosiahnutých výsledkov bolo zistené, že medzi najviac heterogénne a variabilné parametre patria hodnoty obsahu prístupných živín – fosforu a draslíka, čo sme už čiastočne dokumentovali aj v niektorých predchádzajúcich prácach (Kobza, 1984, 1988, Linkeš, 1972). S veľkosťou plochy sa zvyšuje aj priestorová heterogenita vlastností pôd. S hĺbkou pôdy narastá vplyv pôdotvorného substrátu a znižuje sa vplyv kultivácie. V súvislosti s monitorovaním vývoja pôd je preto potrebné rešpektovať povahu zmien ich vlastností diferencovane, ako uvádza Dobrovoľskij (1986). Totiž pri monitorovaní niektorých vlastností pôd treba pristupovať citlivejšie k vrstve podornice oproti ornici, kde je ich heterogenita často nižšia (Kobza, 1988). Skutočnosť, že je potrebné i naďalej sa venovať časovým zmenám a dlhšiemu vývoju pôd, potvrdzuje i značná časová variabilita vlastností pôd, výrazne ovplyvnená činnosťou človeka.

Záver

Pôda na rozdiel od ostatných zložiek životného prostredia sa vyznačuje značnou heterogenitou a variabilitou svojich vlastností, ako bolo potvrdené a znázornené aj v tomto príspevku. Preto pri hodnotení, klasifikácii a posudzovaní ďalšieho vývoja pôd je potrebné zohľadňovať túto skutočnosť. Je taktiež potrebné rozlišovať heterogenitu od variability. Treba zvažovať rozdiel parametrov medzi priestorovou heterogenitou pedónu, polypedónu a väčšieho

regiónu. Často sa totiž stáva, že charakteristické vlastnosti pôdy zistené v pedóne sa zovšeobecňujú na všetky príslušné pôdy, pričom je známe a bolo potvrdené i v tomto príspevku, že rozsah vlastností konkrétneho pôdneho typu vo veľkoplošnom priestore je širší ako rozsah týchto vlastností nameraných v pedóne, čo sa môže nepresne prejaviť aj pri klasifikácii pôd. Keďže značné amplitúdy vykazuje aj časová variabilita viacerých vlastností pôd, bolo by vhodné zahrnúť do modernej klasifikácie pôd aj zistený trend vývoja pôd, pôdných režimov a pod.

Literatúra

- Dobrovoľskij, G.V. 1986: Monitoring i ochrana počv. Počvovedenije. Moskva, č. 12. s. 14-17
- Domański, R. 1964: Procedura typologiczna w badaniach ekonomicznogeograficznych. Przegląd geograficzny, XXXVI, 4: 627 – 660
- Fiala, K., Kobza, J., Barančíková, G., Brečková, V., Búrik, V., Houšková, B., Chomaničová, A., Litavec, T., Makovníková, J., Matúšková, L., Pechová, B., Váradiová, D. 1999: Závazné metódy rozborov pôd. ČMS-Pôda. VÚPOP Bratislava, 142 s., ISBN 80-85361-55-8
- Ivanová-Šalingová, M., Maníková, Z. 1979: Slovník cudzích slov. SPN Bratislava, 944 s.
- Kobza, J. 1984: Variabilita vlastností illimerizovaných pôd Lučenskej kotliny. Poľnohospodárstvo, roč. 30, č. 4, 1984, s. 301 – 308
- Kobza, J. 1988: Heterogenita a variabilita niektorých dôležitých pôdných vlastností a základné princípy ich monitorovania. Poľnohospodárstvo, roč. 34, č. 9, 1988, s. 803 – 809
- Kolektív, 1974: Filozofický slovník. Bratislava
- Linkeš, V. 1972: Variabilita vlastností illimerizovaných pôd a problémy ich klasifikácie. Poľnohospodárstvo, roč. 18, č. 8, s. 656 - 664

LOKÁLNÍ A REGIONÁLNÍ PEDODIVERZITA A JEJÍ PŘÍČINY

Zdeněk Vašků

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5 – Zbraslav

Hlavní příčinou vzniku rozmanité a pestré škály půd, a to jak v geosférickém tak i v lokálním měřítku, jsou od místa k místu se měnící půdotvorné faktory. Zákonitosti jejich působení se pokusili postihnout již v 19. století **Julius Erasmus Hilgard (1825 - 1891)**, **Ferdinand von Richthofen (1833 - 1905)** a především celosvětově uznávaný zakladatel vědeckého genetického půdoznalství - **V. V. Dokučajev (1846 - 1903)**. Posledně jmenovaný také jako první formuloval funkční vztahy, existující mezi půdním pokryvem a základními půdotvornými činiteli: **P - půdou, K - podnebím, O - organismy, G - matečnými horninami, R - reliéfem a T - časem.**

Později, v závislosti na vzrůstající míře získávaných poznatků o rozšíření půd, jejich vývoji, struktuře a vlastnostech, se projevovaly různé tendence, zaměřené např. na upřesnění významu a hegemony jednotlivých půdotvorných faktorů. Diskutovalo se mimo jiné o potřebě rozšířit jejich počet (např. o vliv podzemní a povrchové vody, zemskou tíži, kulturní vlivy), nebo o návrhu neuvažovat reliéf za vlastní půdotvorný faktor, ale pouze za činitel, který působnost ostatních půdotvorných faktorů zesiluje či zeslabuje apod. V souladu se základními faktory byla např. navržena Jennym (1961), (in Gerrard, 1981) následující soustava rovnic, která je v kontextu se současnými představami považována za nejvíce odpovídající a nejvýstižnější vyjádření existujících ekosystémových vztahů:

$$L, P, F, Z = f(K, O, R, G, T, \dots) - \text{klimatofunkce}$$

$$L, P, F, Z = f(O, K, R, G, T, \dots) - \text{biofunkce}$$

$$L, P, F, Z = f(R, K, O, G, T, \dots) - \text{topofunkce}$$

$$L, P, F, Z = f(G, K, O, R, T, \dots) - \text{litofunkce}$$

$$L, P, F, Z = f(T, K, O, R, G, \dots) - \text{chronofunkce}$$

$$\dots \qquad \dots \qquad \dots$$

$$\dots \qquad \dots \qquad \dots,$$

kde **L** – libovolná vlastnost ekosystému, **P** – vlastnosti půdy, **F** – fytocenózy, **Z** – zoocenózy, **K, O, R, G, T** – viz výše, – další možné faktory, např. vodní režim (hladina podzemní vody), kulturní vlivy apod.

Současně se většina půdoznalců přiklání k názoru, že **všechny výše uvedené základní půdotvorné faktory jsou v procesu formování půd**

nezastupitelné, neboť nepřítomnost jednoho z nich vylučuje vůbec již možnost vzniku půd, a že v určitých fázích nebo ve specifických podmínkách může roli určujícího faktoru pedogeneze převzít kterýkoliv z hlavních půdotvorných faktorů.

ODVOZENÉ (DERIVAČNÍ) KLASIFIKAČNÍ SYSTÉMY PŮD

S ohledem na účelové zdůraznění či upřednostnění a nebo v závislosti na předpokládaném významu uvedených základních půdotvorných faktorů (klima, matečné horniny, organismy, reliéf, vodní režim, kulturní vlivy, čas...) vznikaly jednotlivé tzv. odvozené (derivační) klasifikace půd.

Podnebí

Klimatické faktory výrazně spolupůsobí při přeměně hornin na matečné půdotvorné substráty a při přeměně matečných substrátů na půdu. Klima ovlivňuje přímo vznik půdy **hydrotermicky**, to je především v závislosti na teplotním režimu a režimu hydrometeorů (přirozeně především na srážkách) a nepřímo, prostřednictvím rostlinstva, reliéfu, hydrogeologických poměrů, antropických vstupů apod.

Není proto divu, že podle klasické ruské půdoznalecké školy se stalo základem genetického třídění půd hledisko klimatologické a teprve na dalších místech se přihlíželo k ostatním půdotvorným faktorům. Vasilij Vasiljevič Dokučajev (1846 – 1903) zjistil, že půdy jsou rozloženy na zemském povrchu podle určitých zákonitostí, které lze dávat do souvislosti s podnebními poměry. Ve své známé klasické práci „*K učeniju o zonach prirody*“ (1899) V. V. Dokučajev formuloval tzv. **pravidlo (zákon) zonality**: „...všechny nejdůležitější půdotvorné faktory působí na zemském povrchu v určitých pásech, které probíhají více méně paralelně se zeměpisnými rovnoběžkami... vyskytující se půdy, např. černozemi a podzoly, jsou na zemském povrchu uspořádány zonálně, v nejprísnejším vztahu k podnebí, rostlinstvu a dalším hlavním faktorům“. Proto V. V. Dokučajev označil půdní typy, které se vyskytují v určitých zeměpisných pásech, s příslušnými klimatickými a přírodními podmínkami, jako **půdy zonální neboli klimatické**.

Dokučajevovy myšlenky rozpracovala následovně celá řada půdoznalců, především N. M. Sibircev, P. A. Kostyčev, německý geograf F. Richthofen, americký vědec E. W. Hilgard, K. K. Gedroic, A. Kosovič, německý pedolog E. Ramann a další. L. M. Thompson a F. R. Troeh (1978) např. zdůraznili, že „klimatické faktory jsou natolik významné, že charakter podnebí je nutno v celosvětovém měřítku považovat za základní regulační prvek veškerého půdního pokryvu na povrchu Země.“

Odchyly od přirozeného rozšíření genetických typů, to je při výrazném uplatnění a prosazení jiných půdotvorných faktorů nežli je podnebí, např. matečného substrátu, vodního režimu, kulturních vlivů apod., označil Nikolaj Michajlovič Sibircev (1860 – 1900) jako **Půdy intrazonální (půdy aklimatické)**. Půdy mladé, u nichž se půdotvorný proces ještě nemohl výrazně uplatnit a kde ještě nedošlo k diferenciaci půdního profilu, N. M. Sibircev dále označil jako **půdy azonální (půdy nevyvinuté)**.

Horniny a matečné půdotvorné substráty

Podstatná část půdní hmoty pochází z matečných substrátů, které se tvoří z hornin zemské kůry. Vlastní půdotvorné substráty svým způsobem ovlivňují předně **rozvoj půdotvorných procesů** a vlastnosti vznikajících půd, především jejich **zrnitost, minerální sílu, vápnitost, chemismus, hloubku půdy, skeletovitost půdy, propustnost pro vodu a pro vzduch a jejich hydrofyzikální a sorpční vlastnosti a potenciál půdní úrodnosti**.

Dělení půd, odvozená z výchozích hornin a matečných substrátů jsou relativně značně rozšířenými druhy klasifikace. Tato dělení půd mají hlubokou tradici rovněž v české pedologii. Již prvá obsáhlá půdoznalecká publikace, jejímž autorem byl v roce 1866 učitel národního hospodářství a hospodářské správy při vyšším hospodářském ústavu v Libverdě **Antonín Adam Šmíd** (1838 – 1912) obsahuje „*nové rozdělení půdy, zakládající se přírodopisném úsudku o jejím povstání*“, které, kromě zahraničních předloh, vychází z myšlenek Josefa Thaddaea Lumbeho (1801 – 1875), profesora hospodářství na UK a především z prací profesora mineralogie a geologie na české polytechnice (1864 – 1881) a profesora geologie na UK (1881 – 1887) Jana Krejčího (1825 – 1887). Na obdobném principu je založena např. i klasifikace půd pro ovocnářské účely zpracovaná K. Kohoutem (1959) či **novější velice významné členění matečných substrátů, které se uplatnilo při Komplexním průzkumu půd Československa podle Souborné metodiky průzkumu zemědělských půd ČSSR (Němeček, J. a kol. 1967), které zpracoval V. Ložek (1960 – 1964)**.

Živé organismy

Mezi půdou, rostlinami a živými organismy existují velice výrazné oboustranné vztahy: organismy ovlivňují vlastnosti půd a půda výrazně ovlivňuje existenci a životní projevy rostlin a organismů, včetně jejich složení a společenstev. Např. dřeviny se obecně nejenom podílejí svými životními aktivitami na snižování pH půdy, ale zároveň i na kyselejších půdách lépe rostou, nežli např. většina travních a bylinných společenstev.

Výrazného vztahu mezi půdou a vegetací využívají především velmi rozšířené a propracované lesnické, lukařské a jiné **typologické klasifikace**. Za zakladatele typologie je považován především ruský geograf, botanik a

půdoznalec **Georgij Fjodorovič Morozov** (1867 –1920), který při studiu lesů v jižním Rusku poznal, že odchylky ve složení a vlastnostech zdejších lesních porostů velice úzce souvisí s půdními poměry. V základech své lesní typologie zavedl společná označení pro půdu a pro typ lesa, který se na této půdě vyskytuje. Názvy pro popisované lesní typy často přejímal z lidové etymologie: např. *borový subor* – borový les na hlinitopísčitých půdách, *dubový ramen* – dubový les na hlinitých půdách apod. Typologické učení Morozova bylo později rozpracováno jeho žáky a následovníky, především A. A. Krüdnerem, E. V. Alexejevem a P. S. Pogrebnjakem. V Československu doznala lesnická typologie značného rozšíření a širokého praktického uplatnění především v pracích A. Zlatníka, A. Mezery, A. Musila, K. Plívy a E. Průši. Luční typologií se zabývali především A. Klečka a A. Kropáčová a rybniční typologií S. Hejný.

Úloha reliéfu při tvorbě půd

Jedním z nejdůležitějších faktorů půdotvorného procesu, který vykazuje silný vliv na vývoj půd, strukturu půdního pokryvu a prostorovou různorodost je reliéf. Přitom za tzv. **přímé působení reliéfu při tvorbě půd je pokládáno jeho uplatnění při rozvoji erozních pochodů** a za tzv. **nepřímý vliv reliéfu jeho uplatnění prostřednictvím ovlivňování klimatických faktorů**, především tepla, světla a vody.

Při pedologických průzkumech a jiných půdoznaleckých šetřeních se vžilo posuzování vlivu výškové členitosti území: a) makroreliéfové, b) mezoreliéfové, c) mikroreliéfové a d) nanoreliéfové. Každý z výše uvedených pohledů má v pedologii svůj odpovídající význam a důležitost. **Makroreliéf**, kterým se charakterizuje utváření rozsáhlých územních celků, se uplatňuje na utváření tzv. pásmovitosti půd. Nejznámější makroreliéfové rozdělení půd u nás zpracoval např. J. Pelíšek (1957). Pedologicky významnější je však dále uvedené mezoreliéfové rozdělení půd:

HLAVNÍ MEZORELIÉFOVÉ SKUPINY PŮD

OZNAČENÍ PŮDY	ORIENTAČNÍ CHARAKTERISTIKA PŮD
Eluviální půdy	Půdy vzniklé na zvětralinách hornin ležících na místě svého vzniku, které plynule přecházejí do podložních hornin
Svahové půdy	Půdy vzniklé v terénech, kde jsou zpravidla vystaveny působení souboru erozně-denudačních procesů (splachu, ronů, sufozi, orební erozi...)
Koluviální půdy	Půdy vzniklé na sedimentech ukládaných v dolních částech svahů a v podsvahových polohách a depresích, jejichž tvorba je ovlivňována občasným přísunem půdního a zvětralinového materiálu
Fluviální (aluviální) půdy	Půdy vzniklé na usazeninách naplavovaných tekoucí říční a potoční vodou při tzv. velkých vodách, kdy dochází k vybřežování vodních toků a zaplavování inundačních území; fluviální půdy se dále rozdělují na nivní půdy, terasové půdy a deltové půdy)

Mikrorelief (lokální deprese, vhloubené svahové tvary, svahové konvexe) a nanorelief (terenní rýhy a brázdy, místní prohlubně, koleje po dopravních prostředcích) ovlivňují vlastnosti půd lokálně, např. jejich stupeň hydromorfismu, modifikace granulometrického složení, ochuzení nebo akumulace humusu v důsledku eroze, kompakci půdy apod.

VODNÍ REŽIM PROSTŘEDÍ – MIMOŘÁDNĚ VÝZNAMNÝ FAKTOR MÍSTNÍ PROMĚNLIVOSTI PŮDNÍHO POKRYVU

Z hlediska stupně ovlivnění vývoje půd vodním režimem se půdy bývá účelné rozlišovat tři hlavní skupiny půd: 1. **ANHYDROMORFNÍ PŮDY**. Jsou to půdy, v jejichž profilu nedochází v důsledku zvýšení půdní vlhkosti k procesům **oglejení** (= střídavá redukce a oxidace železa a manganu v podmínkách periodického zamokření a vysychání) a **glejizace** (uplatnění oxidačně redukčních pochodů v podmínkách sezónního, dlouhodobého a trvalého zamokření) a nebo k hydrogennímu hromadění organických látek.

2. **SEMIHYDROMORFNÍ PŮDY**. Jsou to půdy, které jsou ve svém vývoji ovlivněny dočasným zamokřením (krátkodobým až sezónním zamokřením), které vede k **oglejení**, **glejovému procesu** nebo **hydrogennímu zvýšení obsahu organických látek**, přičemž tyto procesy lze charakterizovat nejvýše **3. stupněm hydromorfismu**. 3. **HYDROMORFNÍ PŮDY**. Jsou to půdy značně ovlivněné ve svém vývoji zamokřením, jehož důsledkem je oglejení, glejový

proces, případně zvýšené hromadění organických látek až rašelinění, charakterizovatelné nejméně 3. stupněm hydromorfismu. Hydromorfní a semihydromorfní půdy se vyznačují především tím, že v jejich celém profilu či v jeho určité části (respektive v pedonech) dochází po určitou dobu zamokření, to je k zaplnění pórů vodou, které má za následek kvantitativní nebo kvalitativní poškození hlavních polních plodin určité typové struktury. Zamokření půdy, jako nadměrné zaplnění půdních pórů vodou, má za následek snížení provzdušenosti půdy pod kritickou mez, které vede k hypoxii (nedostatku kyslíku) až anoxii (nepřítomnost kyslíku) v půdním prostředí, což se projevuje zřetelným poklesem redukčně oxidačního potenciálu a zejména v našich přírodních podmínkách vede k výraznému plošnému rozrůznění půdního pokryvu.

Vliv činnosti člověka na půdní pokryv

Počínaje neolitickou revolucí několik tisíciletí trvající antropogenní zásahy do půdního pokryvu, diferencované v čase podle panujících přírodních podmínek, především podle převládajících klimatických poměrů a jejich výkyvů a především podle panujících systémů zemědělského obhospodařování pozemků (od neolitického žárového zemědělství, přes přílohové systémy hospodaření, úhorové systémy hospodaření, norfolk a jeho modifikace až po současné soustavy zemědělství) způsobily, že především zemědělská půda je **vlastně artefaktem (umělým výtvozem člověka)**. Člověk se tak stal nejvýznamnějším činitelem současného stavu rozrůzněnosti využívaných půd.

Vyšší taxony klasifikačního systému půd

<u>Říše</u> - regnum (nejvyšší základní kategorie, zahrnující veškeré půdy)	<u>Pedosféra</u> (soubor všech půd na styku litosféry s atmosférou nebo litosféry s hydrosférou)
<u>Kmen</u> - phylum (druhá nejvyšší základní kategorie, obsahující dva nižší taxony pedosféry, podle hlavních podmínek vzniku půd na zemském povrchu)	<u>Terestrické půdy</u> , též suchozemské půdy , aerogenní půdy (půdy vyvíjející se na zemském povrchu v suchozemských podmínkách) Subhydrické půdy , též akvatické půdy (půdy vyvíjející se trvale pod vodní hladinou)
<u>Oddělení</u> – divisio (dodatečná kategorie v pedologii, rozdělující terestrické půdy podle míry ovlivnění člověkem)	Virgosoly , též panenské půdy či přírodní půdy (půdy neovlivněné činností člověka) Saltosoly , též lesní půdy (půdy pod lesními porosty)

	Agricosoly, též zemědělské půdy (orná půda a půdy chmelnic, vinic, zahrad, luk a pastvin) Antroposoly – půdy vznikající na člověkem nakupených substrátech při těžební, stavební a skládkové činnosti
Pododdělení – infradivisio (další dodatečná kategorie, podrozdělující zemědělské půdy na půdy kultivované orbou a půdy trvale využívané jako louka)	Camposoly – půdy kultivované orbou Sempervirentipratosoly – půdy trvalých luk
Třída, též referenční třída –classis (hlavní kategorie oddělení (pododdělení), představující velké skupiny půd, seskupované podle hlavních znaků a geneze)	Referenční třídy se označují koncovkou –sol, která se připojuje za substantivem, které vychází z nejrozšířenějších mezinárodních mor-fémů: (= leptosoly, rendzinosoly, are-nosoly, regosoly, fluvisoly, fluvisoly, vertisoly, černosoly, luvisoly, kambi-soly, andosoly, podzosoly, stagnosoly, glejsoly, salisoly natrisoly, organosoly, antroposoly...)
Půdní typy - hlavní oporné kategorie klasifikačního systému půd, zaujímající v porovnání s hierarchickými klasifikacemi v biologii přibližně úroveň řádu (ordo) či čeledi (familia)	Jde o jednotky charakterizované určitými diagnostickými horizonty a jejich sekvencemi, které se označují tradičními substantivy (např. rendzina, glej, podzol...) či koncovkou –zem (= kambizem, černozem, hnědozem)

Literatura:

Gerrard, A. J.: Soil and landforms. London, Boston, Sydney 1981.

Krejčí, J.: Geologie čili nauka o útvarech zemských se zvláštním ohledem ke krajinám československým. Litomyšl 1860, Praha 1887.

Ložek, V.: Generální mapa ložisek přirozených hnojiv a minerální síly hornin. ÚÚG Praha 1960 – 1964.

Mezera, A. – Mráz, K. – Samek, V.: Stanovištně typologický přehled lesních rostlinných společenstev. Brandýs n. L., 1956.

Němeček, J. a kol.: Taxonomický klasifikační systém půd ČR. Praha 2001, 78 s.

Plíva, K. – Průša, E.: Typologické podklady pěstování lesů. Praha 1969.

Stankoviansky, M.: Geomorfologická odozva environmentálnych zmien na území Myjavskej pahorkatiny. Univerzita Komenského Bratislava 2003, 152 s.

- Thompson, L. M., Troeh, F. R.: Soil and fertility. New York, St. Louis, San Francisco, Auckland, Düsseldorf, Johannesburg, London, Madrid, Paris, Sydney, Tokyo, Toronto 1978.
- Vašků, Z., Volf, F., Němeček J.: Návrh pojmenování a označení hydromorfních a semihydromorfních půd. Sb. Vysoké školy zemědělské v Praze, Fakulta agronomická, řada A, 30., 1979, s. 43 – 57.
- Vašků, Z. a kol.: Pedologický průzkum pro meliorační opatření na zemědělských půdách (Metodika k ON 73 6921, část A). Hydroprojekt Praha 1985, 77 s.
- Vašků, Z.: Funkce půdy v kontextu aktuálního podnebního vývoje. Sb. Půda , její funkce, vlastnosti a taxonomie v zemědělské a lesní krajině. S. 156 – 157. MZLU Brno 2001.
- Vašků, Z. – Lhotský, J.: Obecný metodický postup pro optimální nakládání se státní půdou. Metodika 28/2002, 52 s., VÚMOP Praha 2002.
- Vašků, Z.: Kulturnětechnické inženýrství jako základní nástroj strategie trvale udržitelného vývoje biosféry a noosféry. Soil and Water, 2/2003: .
- Vašků, Z.: Půdy. (In: Ložek Vojen a kol.: Střední Čechy, s. 33 - 39), vydalo nakladatelství Dokořán, 2003, 128 s.
- Vašků, Z.: Biologická aktivita půdy a influkčně infiltrační schopnost půdního prostředí. In: Fyzikální vlastnosti půdy a jejich interakce s půdními organismy a kořeny rostlin. Ústav půdní biologie AV ČR 2003, s 19 – 26.

DOPADY KYSELÉ DEPOZICE NA ZMĚNY CHEMISMU LESNÍCH PŮD ROZDÍLNÝCH TYPŮ

Václav Lochman, Michal Maxa, Věra Fadrhonsová

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště – Strnady

156 04 pošta Praha 516

maxa@vulhm.cz, fadrhonsova@vulhm.cz

www.vulhm.cz

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v Jílovišti - Strnadech založil v posledních desetiletích minulého století řadu výzkumných objektů pro sledování depozice látek, chemismu půdní vody a změn v chemismu půd v porostech různých dřevin. Měření na výzkumných plochách Želivka a Moldava v Krušných horách byla zahájena v sedmdesátých letech. Na dalších dosud sledovaných plochách bylo zahájeno měření na počátku devadesátých let.

Pokles depozice kyselých imisních látek (H^+ , SO_4^{2-}) byl zjišťován již na konci osmdesátých let, snižování spadu dusíku se projevilo až v devadesátých letech, kdy poklesl podstatně spad H^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , F^- . Zřetelnější snižování depozice imisních látek bylo patrné na intenzivněji zasažených plochách příhraničních hor ČR. Od druhé poloviny devadesátých let se též snižoval spad tuhých částic (popela a prachu) a tím i kationtů Ca, Mg, (K, Na).

Okyselování půdního prostředí nezpůsobuje pouze depozice protonů (H^+), ale také jejich produkce při půdně biologických procesech, jednak při humifikaci a rozkladu opadu (půdní organické hmoty) a také při přeměnách amonného dusíku (NH_4^+) na nitráty (NO_3^-). Při příjmu NO_3^- rostlinami jsou ionty H^+ z půdního prostředí naopak odlučovány. Jestliže jsou však vzniklé nitráty z půdy odtékající vodou vymyty nastává narušení rovnováhy a další okyselení půdy. K těmto procesům dochází především v půdách horských lesních ekosystémů s vysokým spadem dusíku a promyvným vodním režimem (vysokým odtokem vody). Takovéto poměry existují na výzkumných plochách Moldava v Krušných horách a Šerlich v Orlických horách s půdními typy podzolů a kryptopodzolů na ortorule Moldava a pararule Šerlich). Na ploše Moldava dosahoval roční spad protonů ve smrkovém porostu před smýcením v letech 1978-1980 $5 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$ a spad SO_4^{2-} $441 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ve smrkovém porostu na Šerlichu byla v letech 1988 až 1991 stanovena roční depozice H^+ $2,5 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$ a SO_4^{2-} $263 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, v dalších letech se spady imisních látek v porostech na Šerlichu snížily, ale zásoba Ca, Mg a K v sorpčním komplexu nadále klesala. Na konci devadesátých let se depozice těchto iontů podstatně snížila a v letech 1997 až 2002 dosáhla v ročním průměru v porostu jeřábu na Moldavě u H^+ $0,074 \text{ kmol}$ a u SO_4^{2-} $53,30 \text{ kg} \cdot \text{ha}$ (na seči $0,184$ a $37,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). I při nízké depozici protonů v devadesátých letech se ve rhizosféře minerální

půdy snižovala zásoba výměnných kationtů, v humusových horizontech celkový obsah a zásoba výměnných kationtů zvýšily.

Plocha Zdíkov s porostem smrku leží v relativně „čisté“ oblasti Čech s průměrnými ročními spady H^+ v letech 1987-1991, 1992-1996 a 1997-2001 0,501, 0,173 a 0,071 kmol. Během devadesátých let se zvýšilo pH a narostla zásoba výměnných kationtů Ca a Mg v povrchových horizontech ve spodní části rhizosféry je patrné okyselení půdy a pokles zásoby kationtů. Při nízkém spadu dusíku nebyly ztráty nitrátů (NO_3^-) vyšší než jejich spad.

Na plochách Vojířov lze půdy vzniklé na eolickém písku hodnotit jako humusové podzoly. Průměrná roční depozice H^+ byly v letech 1992 až 1996 v porostu smrku 0,286 a ve smíšeném porostu 0,071 kmol.ha⁻¹. V letech 1997 až 2001 0,196 a 0,87 kmol.ha⁻¹. Mezi roky 1991 až 1999 se v půdě pod smrkovým porostem v povrchových horizontech minerální půdy snížilo pH a nasycení půdy kationty. V hlubší části profilu (hlouběji než 30cm) a v pokryvném humusu obě hodnoty narostly. V půdě smíšeného porostu naopak pokleslo pH v hlubší části profilu.

Zatížení půdy v porostu smrku protony na ploše Strouha dosahovalo v letech 1992 až 1996 a 1997 až 2001 0,202 a 0,073 kmol. H^+ .ha⁻¹.rok⁻¹. Mezi roky 1990 až 1999 se zde zvýšilo pH půdy a narostla zásoba kationtů v povrchových horizontech (<20cm) a v půdní spodině (>50cm). Ve spodní části rhizosféry byly zjištěny opačné procesy.

V bukovém porostu na ploše Kamýk dosahoval roční spad H^+ s podkorunovými srážkami v období 1992 až 1996 0,034 kmol a v období 1997-2001 0,049 kmol na ha. V půdě proběhlo mezi roky 1990 až 1999 malé snížení výměnného pH (KCl) v povrchových horizontech minerální půdy (0-10 cm). Podstatné zvýšení zásoby výměnných kationtů nastalo zejména v půdní spodině (hlouběji než 40 cm). Půdy na plochách Kamýk a Strouha patří do kambizemí dystrických.

Na výzkumném objektu Želivka je sledován chemismus půd od počátku sedmdesátých let a zjišťována postupná acidifikace a snižování zásoby přístupných kationtů. Na ploše s porostem dospělého smrku (plocha I) a ploše seč (plocha III) se na zvětralině pararuly s mělkým sprašovým překryvem vyvinuly kambizemě luvické. Na obou plochách probíhala nejvyšší depozice protonů na počátku osmdesátých let (>2kmol H^+ v porostu, >1,5kmol H^+ na seči). Od poloviny osmdesátých let depozice H^+ klesala. V porostu smrku z 0,832 kmol (1985-1990) na 0,105 kmol.ha⁻¹ (1997-2002) a na ploše seč z 0,308 kmol na 0,051 kmol.ha⁻¹ ve stejných obdobích. Mezi roky 1988 až 2000 již neprobíhala podstatná změna hodnot pH, a nasycení sorpčního komplexu půdy kationty na ploše porost (I). Na ploše seč (III) nastalo určité snížení stupně nasycení V v povrchových horizontech profilu. Od 40ti cm překračuje hodnota V v obou půdách 50 % a v půdní spodině 90 %. Na ploše v porostu mladého buku (V) je půdním typem kambizem modální, vzniklá na zvětralině pararuly. Při roční depozici protonů s podkorunovými srážkami 0,073kmol.ha⁻¹ a 0,087

kmol.ha⁻¹ (1991-1996 a 1997-2002) probíhalo v rhizosféře v hloubce 10 až 60 cm snižování pH a zásoby výměnného Ca a Mg.

V porostu borovice na Třebotově se na vápenci s překryvem spraše vyvinula kambizem luvická. Při průměrné roční depozici H⁺ iontů 0,096 kmol (1992-1996) a 0,052 kmol (1997-2001) se v půdě mezi roky 1991 až 1999 snížila zásoba výměnného Ca, Mg, K do hloubky 10 cm, v hlubších horizontech bylo zjištěno zvýšení jejich zásoby. Hlouběji než 30 cm překračuje nasycení sorpčního komplexu 50 %.

Změny v chemismu sledovaných lesních půd se týkaly především snižování zásoby bazických kationtů v rhizosféře. Na plochách v horách, v podzolovaných půdách, se tyto změny projeví téměř v celém profilu a i ve spodině nepřekračuje nasycení sorpčního komplexu 10 % . Na plochách v nižších vegetačních stupních s půdními typy kambizemí probíhalo ochuzování sorpčního komplexu o kationty Ca, Mg i K ve rhizosféře a to v rozdílné intenzitě a hloubce profilu. Největší změny byly pozorovány u kambizemí dystrických, nejmenší u kambizemí luvických kde byl v hlubších horizontech zjištěn i nárůst zásoby bazických kationtů. V pokryvném humusu (horizontu 0) se zásoba bazických kationtů zvýšila. Zásoba přístupného fosforu ve svrchních horizontech poklesla, ale v hlubší části profilů se zpravidla zvýšila.

Pokles depozice bazických kationtů se projevil v poklesu jejich koncentrací v půdní vodě. Vysoký spad dusíku do lesních ekosystémů umožňuje v příznivých teplotních (energetických) a vláhových podmínkách zvýšený přírůst a tím i nárůst nároků dřevin na ostatní živiny. Toto zlepšení růstových podmínek se v devadesátých letech mohlo uplatnit právě v horských lesích. V období od počátku devadesátých let minulého století, charakterizovaného poklesem imisního zatížení se ve vývoji chemismu půd podstatněji uplatňují základní pedogenetické faktory.

3. Pedodiverzita ve vztahu k měřítkům map

HETEROGENITA PŮDNÍHO POKRYVU

Pavel Novák, Jan Vopravil, Jitka Lagová

*Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha 5 – Zbraslav, Žabovřeská
250, PSČ 156 00*

Tel: 257921640, e-mail: pnovak@vumop.cz

Je všeobecně známo, že půdní pokryv je velice heterogenní a že jednotlivé pedony mohou být i uvnitř jedné klasifikační jednotky a v terénu na poměrně malé ploše velmi odlišné, že heterogenita příbuzných pedonů, tvořících polypedon malých rozměrů, může být jak značná, tak i téměř nulová. Běžně se ovšem půdní pokryv nestuduje v rozměrech jednoho pedonu nebo snad i polypedonu, ale v plochách několikanásobně větších. Dlouhé řezy terénem – transekty pro plynovody, vodovody a podobně – umožňují potom sledovat strukturu, heterogenitu a zákonitosti, kterými se řídí vytváření půdního pokryvu jak v detailu či uvnitř jedné klasifikační jednotky, tak většinou i v rozměrech různých půdních asociací, složených z více klasifikačních jednotek.

Několik příkladů je prezentováno v tomto příspěvku i se závěry, které z toho vyplývají pro klasifikaci či bonitaci. Všechny (ručně vytvořené) obrázky jsou doplněny osovými liniemi, na kterých je značeno, jak byl příslušný transekt mapován při Komplexním průzkumu půd a jak byl mapován při vymezování bonitovaných půdně-ekologických jednotek BPEJ (včetně rebonitací a aktualizací).

Na obrázku č. 1 (fotografii) je železito-humusový **podzol arenický na písku z Ralska** (podzol nižších poloh). Každý řez (profil – pedon) je určitě odlišný od pedonu sousedního i pouze v dvourozměrném zobrazení a každý pedon má určitě menší plochu povrchu půdy než je 1 m². Diferenciace hloubek jednotlivých horizontů jednotlivých pedonů je značná a je to tedy příklad vysoké heterogenity jedné půdní jednotky malého území.

Opačný příklad je na obrázku (fotografii) č. 2. Jednotlivé pedony či profily, ze kterých se skládá tato **černozem modální na spraši, uložená na neogenním štěrkopísku (Bratčice u Brna)** jsou si tak podobné co do hloubek horizontů i dalších vlastností, že se dá říci, že tento rozsáhlý polypedon je tvořen jediným pedonem. Mapování podobného území je potom relativně snadné a může být velmi přesné.

Na dalším příkladu (**kambizem modální na opuce, Rohozná u Svitav** – obr. 3) v transektu dlouhém přes 550 m je dobře dokumentována variabilita hloubky profilů a skeletovitosti, daná hloubkou rozpadu opuky. Ačkoliv svah je přímý a rovný se sklonem cca 3 – 4° a při běžném průzkumu se půdní pokryv zdá být relativně homogenní, není prakticky možné rozdíly v hloubkách a skeletovitosti (zvláště v podorniči) vymapovat. V podstatě při půdním průzkumu a bonitaci bylo však celé území zařazeno správně. V současné době však je

v dolní části svahu již přes 1 m akumulovaného materiálu, smytého z horní části svahu erozí: tato část by měla již být řazena do koluvizemí.

Transekt Zbýšov u Rosic (obr. č. 4) probíhal v údolnici, prakticky po vrstevnici. Půdní pokryv tvořila při KPP **hnědozem na spraši** a tomu odpovídalo i vymezení BPEJ. V současné době jsou tyto hnědozemě překryty zhruba metrovou vrstvou erodovaných orníc z vyšších poloh (**koluvizemí**), takže celý původní profil typické hnědozemě je až v hloubce 90 – 120 cm a to po celé délce transektu přes 260 m. Vyplynou z toho poznatky o: - intenzitě eroze, - nutnosti pozměnit charakteristiku koluvizemí v klasifikačním systému (v dalším).

Podobný příklad jako byla Rohozná (se střídáním různých hloubek půdních profilů a s variabilním obsahem skeletu) je dokumentován na **transektu Smrk II** (obr. č. 5). Celý 460 m dlouhý transekt je v podstatě **svahovou katénou s narůstajícím hydromorfismem**. Pozoruhodné je, že ačkoliv horní dvě třetiny svahu jsou ornou půdou, nedochází zde k výraznější erozi díky vysoké propustnosti a infiltrační schopnosti hrubého rozpadu syenitu. Není tedy možno k případnému vymezení koluvizemí přistupovat schematicky – záleží na místních podmínkách.

Skutečnou perlou v heterogenitě a složitosti půdního pokryvu jsou semihydromorfní a hydromorfní půdy, zvláště v drsnějších humidních podmínkách a jsou-li ovlivňovány i reliéfem terénu. Vytváření teoreticky předpokládaných **svahových katén s narůstajícím hydromorfismem** může být značně složité a zpravidla značně nepravidelné. Možno to ilustrovat na transektu Strážný (obr. č. 6).

Transekt Strážný leží v poněkud výjimečné oblasti s nadmořskou výškou 800 – 860 m v horské oblasti Šumavy. Posuzovaný transekt má délku cca 900 m na rovném, přímém svahu se sklonem 4 – 5°. Základními mapovanými půdami jsou kambizem dystriká, postupně po svahu oglejená – pseudoglej modální – pseudoglej hydroeluviovaný – pseudoglej glejový (amfiglej) – glej – rašelina. Výskyt svahových vývěrů, bodových na vzestupu z geologického podloží, nebo liniových na k povrchu vyklíněných vodonosných horizontech, podmiňuje tvorbu „**zvrtných**“, tj. **obrácených katén**, to znamená po svahu s půdními jednotkami: rašelina nebo glej histický – glej akvický (hydroglej) – amfiglej – pseudoglej – oglejená kambizem. Velmi typické jsou pseudogleje hydroeluviované s výrazně vyběleným albikovým horizontem, jež je vodovodnou vrstvou. Vnitropůdní tok vody po svahu vyvolává velmi nerovnoměrné (ale zákonité) rozdělení některých substancí v ploše: např. Fe total vykazuje v dolních částech svahu až 30x vyšší obsah než v části horní; podobně jsou transportovány i jiné látky. Mapování půdního průzkumu i mapování BPEJ je dost nepřesné: na tyto plochy patří zcela jistě HPJ (hlavní půdní jednotky) 75 a 76.

Podobný příklad může reprezentovat **transekt Osová Bitýška**, (Vysočina obr. č. 7), dlouhý 700 m v údolnici ploché deprese bez vodního toku. Vcelku

nelogicky se střídají **pseudogleje modální až stagnogleje** s výrazně vyběleným aluviálním albikovým horizontem a Fe – Mn nodulemi s pseudogleji bez albikového horizontu. Příčinou mohou být rozdíly v zrnitosti a tím propustnosti deluviálních svahových hlín (z ruly). Podobné plochy nelze prakticky přesně vymapovat; vždy to bude asociace těchto subtypů. V tomto případě je přesnější určení bonitační než původní mapování Komplexního průzkumu půd.

Velmi složitý, komplikovaný a variabilní půdní pokryv se vyskytuje tam, kde se složitost reliéfu kombinuje s výskytem několika substrátů. Příkladem může být **transekt Želenice z Českého středohoří** (obr. č. 8). V transektu dlouhém přes 1000 m po vrstevnici svahu se střídá jako půdotvorný substrát spraš, vápenitá svahovina ze slínů a tufů, slín, rozpady čediče a antropogenní navázka. Na několika místech se objevují „oka“ hlubokého humózního materiálu (v transektu šířka 20 – 40 m) černozemního charakteru. Lze vyslovit domněnku, že jsou to jazyky svahových sesuvů (svah má až 15°) humózních horizontů z vyšších částí svahu, jež se sesuly po svahovině ze slínů. Podobné plochy nelze běžnými metodami půdního nebo bonitačního průzkumu téměř zmapovat a je nutno přistupovat k takovým lokalitám s velmi generalizujícím přístupem.

Poslední prezentovaný **transekt Žatčany** (obr. č. 9) jen dokumentuje, že zdánlivě homogenní půdní pokryv černozemě modální na spraši v rovinatém terénu může být při bližším studiu značně složitější.

Z uvedených příkladů je možno učinit několik závěrů:

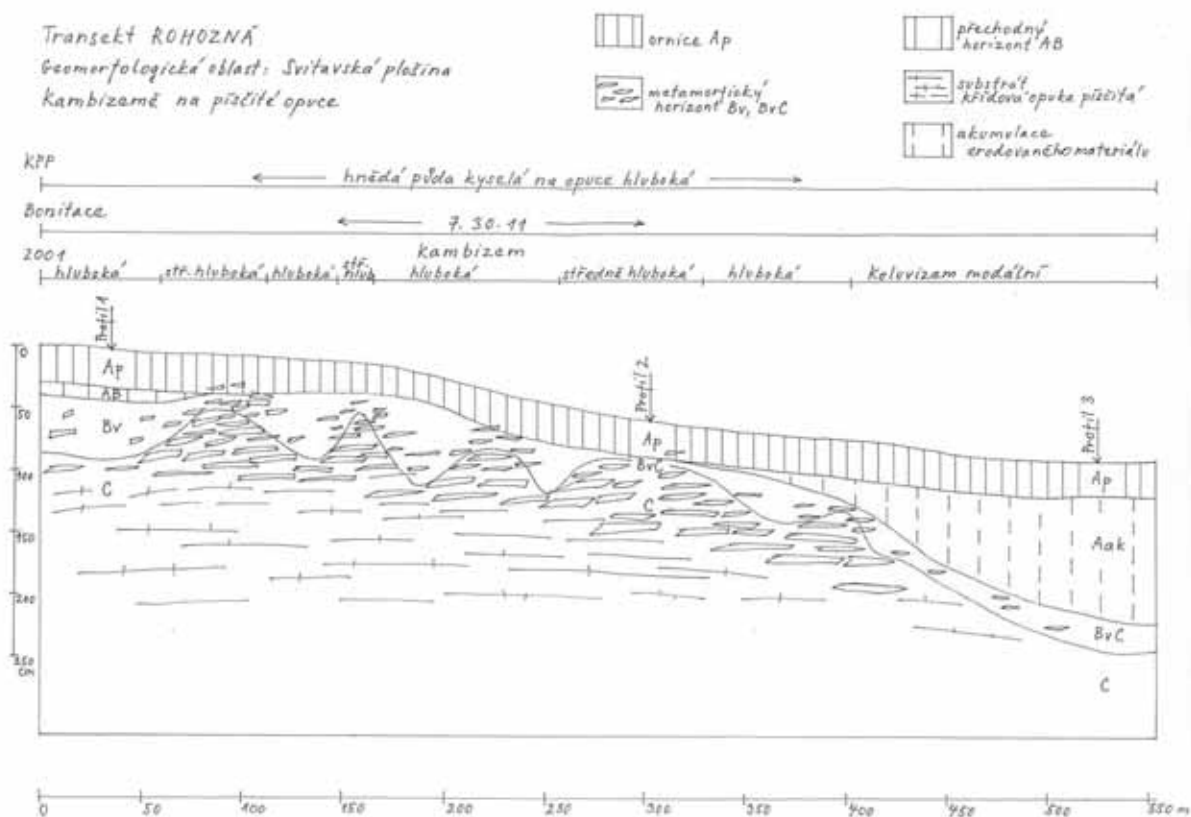
- Heterogenita půdního pokryvu je – až na ojedinělé výjimky – na území České republiky tak vysoká, že nelze na podkladě jednoho popsaného profilu učinit závěry o půdách dané lokality.
- Při odběru vzorků a jejich vyhodnocení ve svažitém území a zvláště v humidnější oblasti je nutno vzít v úvahu povrchový a především vnitropůdní transport látek. Obsahy všech látek v dolních a horních či středních částech svahů se mohou významně lišit.
- Limit 0,25 m akumulovaného materiálu je nedostatečný pro vymezení koluvizemí. Bude nutno tuto hranici zvýšit na 0,4 – 0,5 m a v tomto směru upravit klasifikační taxonomický systém.
- V některých oblastech a některých lokalitách není možné jasně oddělit aluviální náplav toku od akumulovaných sedimentů eroze.
- Vyhodnocením studovaných transektů bylo zjištěno, že jak mapování Komplexního průzkumu půd, tak i vymezení bonitovaných půdně – ekologických jednotek BPEJ je v podstatě správné. Nebyly zjištěny významnější odchylky a pokud se některé drobnější chyby vyskytují, byly zpravidla způsobeny možnou dosažitelnou přesností mapování, zvláště v obtížně zpracovatelném území složitějších půdních asociací podle dané metodiky. Tento závěr může být zároveň odpovědí občasným kritikům těchto starších akcí.



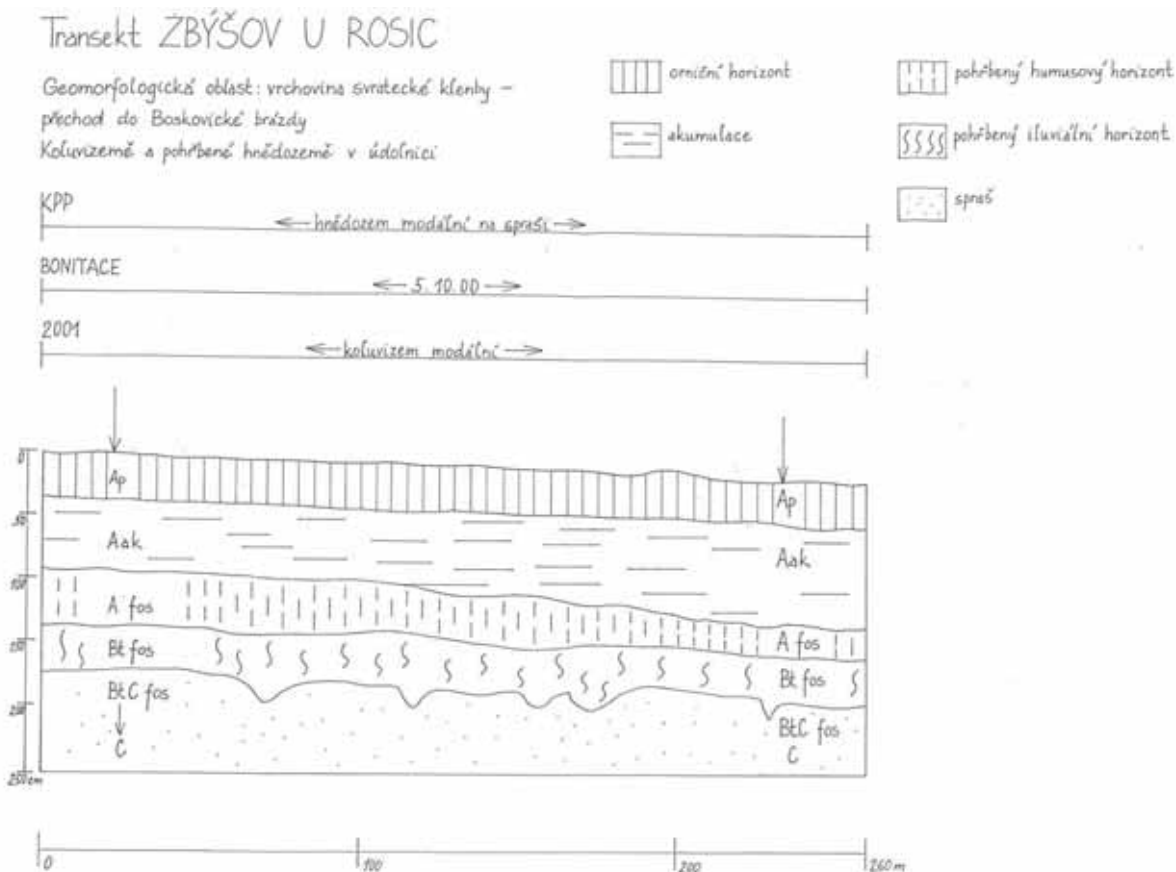
Obr. 1: Podzol arenický na písku, Ralsko



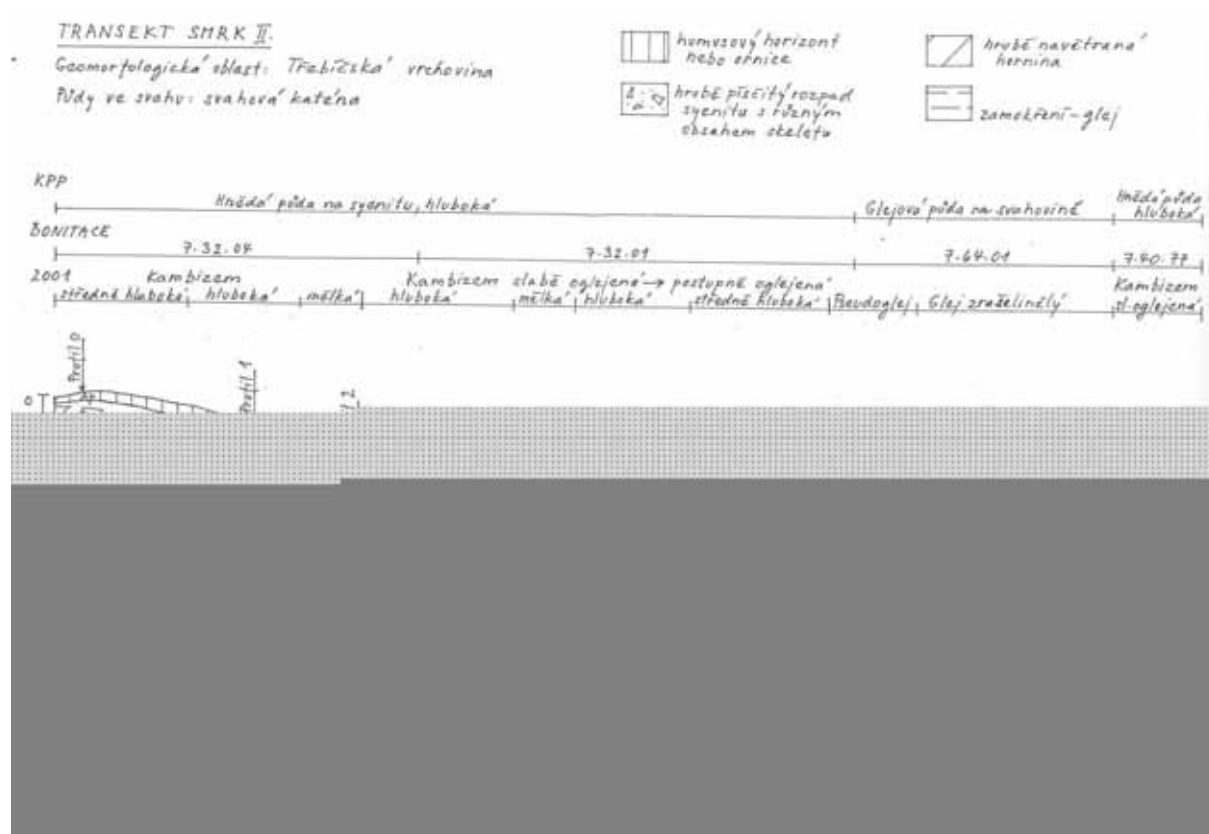
Obr. 2: Černozem modální na spraši, Bratčice u Brna



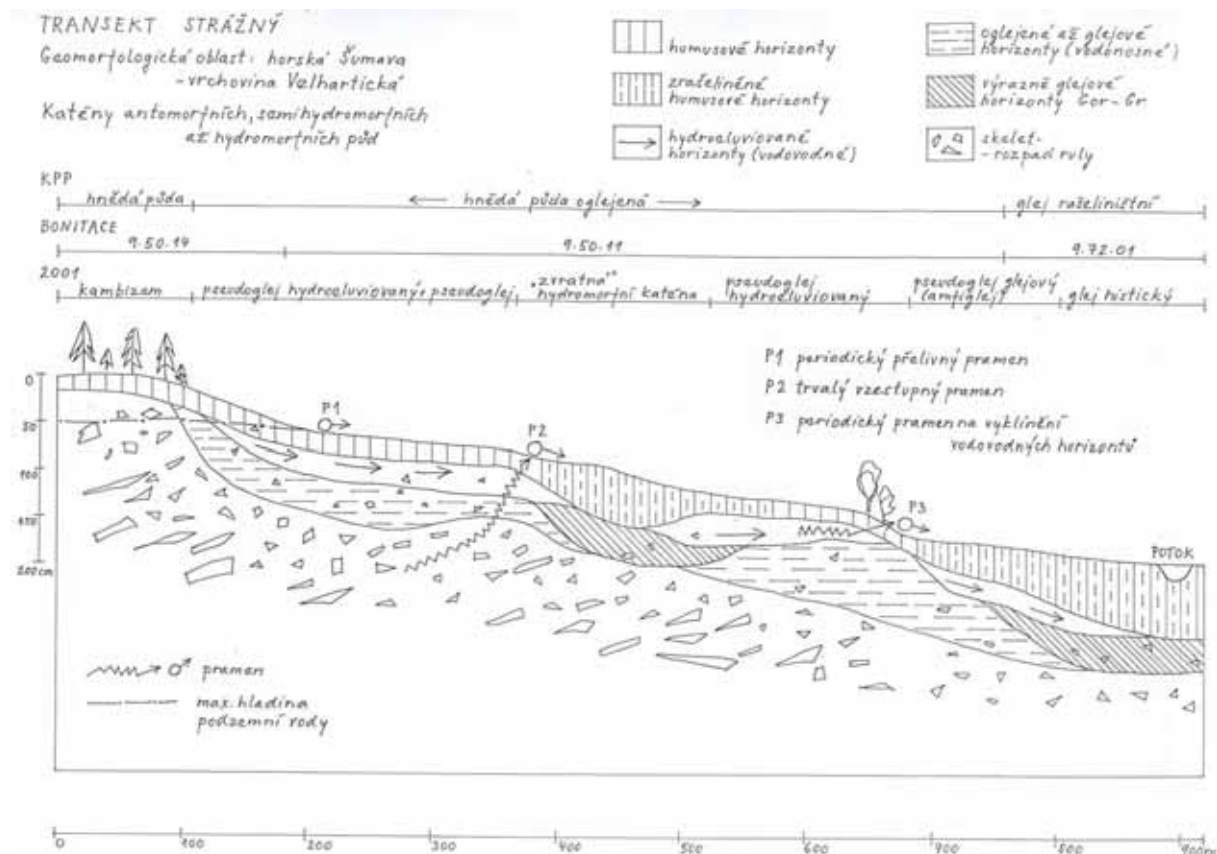
Obr. 3: Transekt Rohozná u Svitav



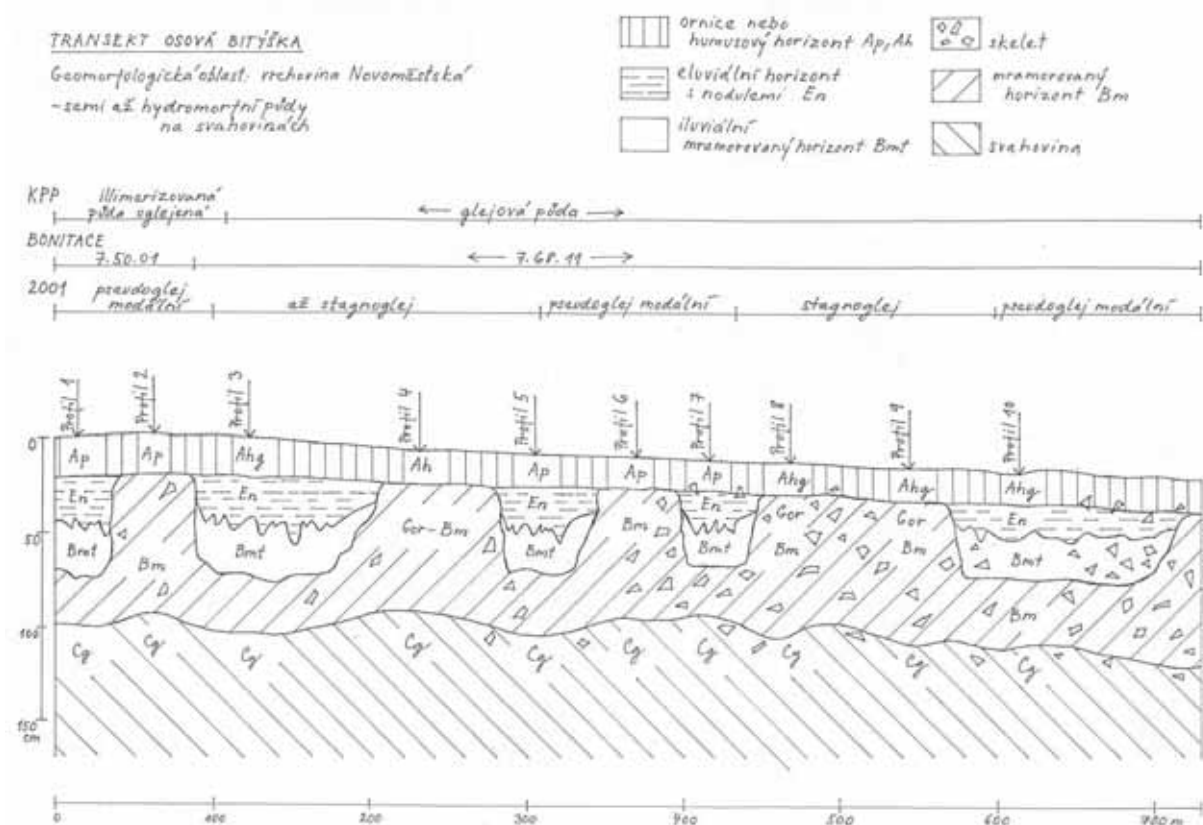
Obr. 4: Transekt Zbýšov u Rosic



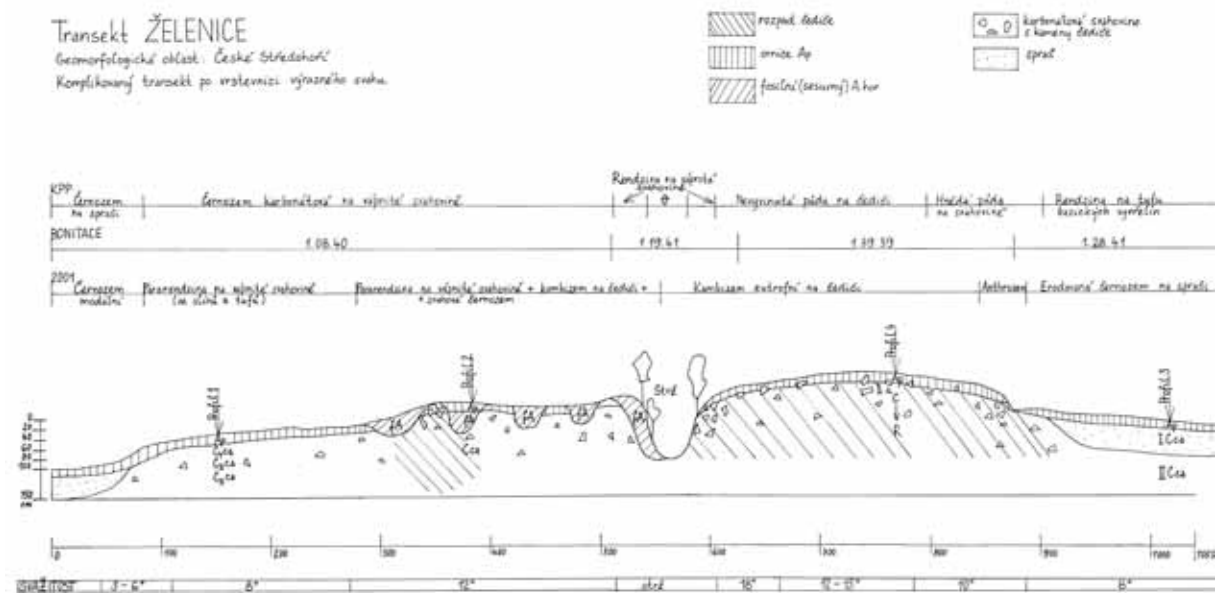
Obr. 5: Transekt Smrk II



Obr. 6: Transekt Strážný



Obr. 7: Transekt Osová Bitýška



Obr. 8: Transekt Želence

PRIESTOROVÁ ANALÝZA DIFERENCIÁCIE PÔDNEHO KRYTU MESTA BRATISLAVY

Jaroslava Sobocká

Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy
e-mail: sobocka@vupu.sk

V rámci projektu: „Urbánne pôdy ako environmentálny faktor kvality života v mestách (príklad mesta Bratislavy)“ sa okrem iných aspektov riešenia (výskum a hodnotenie environmentálnych rizík vyplývajúcich z pôdy) hodnotila priestorová diferenciácia využitia pôdneho krytu v mestách a nadväzne vytvorenie pôdnej mapy mesta Bratislavy.

Popis mapovania urbánnych pôd

Mapovanie urbánnych pôd, t.j. pôd urbanizovaných, priemyselných, dopravných a banských území je oveľa komplikovanejšie, ako mapovanie prírodných jednotiek, pretože pôdny kryt je silne heterogénny v horizontálnom i vertikálnom zmysle (Sobocká 2003a, 2003b). Je charakterizovaný pôdami v neporušenej prirodzenej horizontácii, pôdami čiastočne narušenými fyzikálno-chemickými procesmi a pôdami úplne narušenými až pretvorenými tak, že klasifikačne patria do skupiny pôd antropogénnych (Sobocká a kol. 2000). Z nich prevahu tvoria antrozemné subtypy pôd v prevažnej miere postihnuté degradačnými procesmi (kontaminácia, kompakcia, erózia, atď.).

Pre mapovanie pôd urbanizovaných území je potrebné dodržať niekoľko zásad:

- Treba vychádzať z mapy využitia zeme mesta, pretože územie miest je poznačené silnou diferenciáciou pôdneho krytu, t.j. zastavané územie sa strieda so zelenými plochami oddychových území, poľnohospodárska pôda, priemyselné územia, mestské parky a lesoparky, cintoríny, mestské záhrady, detské plochy, ai.
- Zastavanosť územia sa vyjadruje percentuálne (najčastejšie je hranica 60 alebo 80 %), pôdny typ sa posudzuje v kombinácii so zastavaným územím. Niekedy sa zastavané územie uvažuje ako ekranolit podľa návrhov niektorých medzinárodných klasifikácií.
- Treba vychádzať z najnovších mapových a iných materiálov a dokumentov, pretože pôdny kryt sa v dôsledku výstavby a rýchleho rozvoja miest často mení. Veľmi vhodné sú najnovšie ortofoto mapy v kombinácii s topografickými mapami a ostatnými doplnkovými mapami.
- Mierka mapy nemá byť menšia než 1:25 000 a má vychádzať z materiálov v mierke 1:5 000 až 1:10 000. Pri hodnotení detailnejšieho pôdneho krytu

je potrebné vychádzať z mierky 1:2 000 až 1:1 500. Dôvodom je silná pedodiverzita týchto území.

- V mnohých prípadoch urbánnu plochu treba posudzovať diferencovanie v určitej kombinácii, napr. vilový typ bývania s okrasnými plochami, priemyselná výstavba alebo dopravná infraštruktúra s kontaminovaným územím, vidiecky typ výstavby so záhradami, apod.
- Vzhľadom na fakt, že pôdy týchto území sú často kontaminované (diagnostický horizont kontaminácie je vyjadrený v najnovšom vydaní Morfogenetického klasifikačného systému pôd SR), sú potrebné analytické merania pre zistenie prítomnosti kontaminantov v pôde (Sobocká 2002).
- Vzhľadom na fakt, že pôdy urbánnych území, predovšetkým pôdy antrozemného typu sú pomerne neznáme, treba urobiť reprezentatívny výber pôdných profilov s následným popisom, analytickými meraniami a klasifikáciou. Výber je silne viazaný na využitie pôd v mestách. To znamená, že má byť robená podľa jednotlivých typov pôdných urbánnych ekosystémov.

Popis projektu

V našom projekte, kde je mesto Bratislava pilotným projektom, sme sa sústredili na niekoľko dôležitých krokov:

1. Pôdny prieskum, odber vzoriek a ich analýza, ktorý zahŕňa:
 - rekognoskáciu urbánnych ekosystémov vo vzťahu k pôde
 - výber reprezentatívnych pôdných profilov vrátane popisu a charakteristiky (štandardné pedologické analýzy (zrornosť, pH v H₂O, vCaCl₂, obsah CaCO₃, obsah Cox, humus, obsah totálneho N, obsah P) a v niektorých prípadoch špeciálne analýzy (Cd, As, Pb, Ni, Cr, Hg, PAU a PCB),
2. Spracovanie výsledkov v databázovej forme a kompilácia týchto máp:
 - Mapa urbánnych ekosystémov mesta Bratislavy v mierke 1:25 000.
 - Pôdna mapa mesta Bratislavy v mierke 1:25 000 (na podklade ortofoto máp nasnímaných v júli 2002)
3. Na základe horeuvedených krokov a iných prístupných dokumentačných materiálov vytvorenie:
 - Mapa environmentálnych rizík vyplývajúcich z pôdy mesta Bratislavy v mierke 1:25 000
4. Manuál pre popis, klasifikáciu a hodnotenie urbánnych pôd je konečným produktom projektu.

Výsledky projektu

Rekognoskácia územia mesta Bratislavy bola urobená na celej ploche Bratislavy 367.6 km² ako fotodokumentácia v Power Point.

Reprezentatívne pôdne profily boli vyselektované podľa využitia urbánneho územia v počte 13 vybraných pôdných profilov. Boli popísané a klasifikované podľa MKSP SR 2000 a podporené analytickými výsledkami.

Z 20 odberových miest podozrivých na kontamináciu boli urobene odbery povrchovej kontaminácie urbánnych plôch a analyzované na prítomnosť rizikových ťažkých kovov: Cd, As, Pb, Ni, Cr a Hg (Poltárska 2003).

Mapa urbánnych ekosystémov bola vytvorená na podklade týchto materiálov:

- základné topografické mapy v mierke 1:10 000 - 44-21-20, 44-21-25, 44-22-16, 44-22-17, 44-22-18, 44-22-19, 44-21-21, 44-22-22, 44-22-23, 44-22-24, 44-23-05, 44-24-01, 44-24-02, 44-24-02, 44-24-03, 44-24-07, 44-24-08, 44-24-12, 44-24-17, 44-24-23.

- snímky ortofoto máp z júla 2002 (firma EUROSENCE).

Legenda mapy bola vytvorená zo zvláštnym zreteľom na pôdy:

1. **Zastavané územie** > 60 %
2. **Zastavané územie** < 60 %
3. **Priemyselné územia**
 - a) chemický priemysel, spaľovne
 - b) povrchová ťažba, lomy, štrkoviská
 - c) ostatný priemysel
4. **Infraštruktúra, cesty, železnice, letiská a ostatné dopravné plochy**
5. **Územia verejnej zelene, rekreačné územia**
 - a) športové areály
 - b) okrasné záhrady, parky
 - c) detské škôlky, hracie plochy, školské dvory
 - d) cintoríny, krematóriá, pohrebiská
 - e) zelené plochy
6. **Pol'nohospodárske územie**
 - a) orná pôda
 - b) sady, záhrady
 - c) vinice
 - d) lúky, pasienky
7. **Lesy a prímestské lesy, chránené územia**
8. **Opustené územia (brownfields)**
9. **Vodné toky, jazerá**
 - a) vodné toky
 - b) priehrady, jazerá
 - c) močiare

Pôdna mapa je v štádiu spracovania na podklade týchto materiálov:

- Základné pôdne mapy okresu Bratislava v M 1:50 000 (KPP)
- Mapy zrnitosti, skeletovitosti a zamokrenia v M 1:50 000 (KPP)
- Mapa pôdotvorných substátov v M 1:50 000 (KPP)
- Geologická mapa okresu Bratislava v M 1:50 000
- Mapa geomorfologických jednotiek mesta Bratislavy v 1:10 000
- Vlastný pôdoznalecký prieskum a jeho databáza



Obr. 1 Detailný pohľad na časť mesta Bratislava (letecká ortofoto mapa)



Obr. 2 Tá istá časť územia mesta Bratislavy v Mape urbánnych ekosystémov mesta Bratislavy v mierke 1:25 000

Táto práca bola podporovaná Agentúrou pre podporu vedy a techniky prostredníctvom finančnej podpory č. PVT-27-022602

References

- SOBOCKÁ, J. 2002: Foreign substances in urban soils. In: *Proceedings of Int. Conf. „Foreign Substances in the Environment“*. Nitra, 12. 9.2002
- SOBOCKÁ, J. 2003: Urban soils as environmental factor of living quality in cities. Abstracts of the 13th Int. Symp. *On Problems of Landscape Ecological Research*. 9 Sept.-3 Oct. 2003 Mojmirovce, s. 105.
- SOBOCKÁ, J. 2003: Urban Soils vs. Anthropogenic Soils, their Differentiation and Classification. *Final Program and Abstracts Book, SUITMA Int. Conf.*, July, 9-11, 2003 Nancy, France, pp.41-42.
- SOBOCKA, J, BEDRNA, Z., JURANI, B and J. RAČKO, 2000. Anthropogenic Soils in the Morphogenetic Soil Classification System of Slovakia. In: Burghardt, W., and Ch. Dornauf (eds): *Proceedings 1st International Conference*. SUITMA, July 12-18 2000. University of Essen, vol. I, p.277-281.
- POLTÁRSKA, K.2003: Rozdielne prístupy hodnotenia kvality pôd. (Different approaches to the soil quality assessment) In: *Geochémia 2003 - Zborník referátov*. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 2003, s. 95-98.

4. GIS v pedologii

UPŘESNĚNÍ ROZLOHY FLUVISOLŮ NA DIGITÁLNÍCH MAPÁCH - MOŽNÁ ŘEŠENÍ

Josef Kozák, Miroslav Přidal, Karel Němeček

Katedra pedologie a geologie, ČZU Praha

Úvod

Minimální jednotkou, která lze na běžné mapě zobrazit, je čtverec o ploše 1 x 1 mm. Tato plocha je rozdílná podle toho, v jakém měřítku danou plochu interpretujeme. Výpočtem si tak můžeme zjistit, že na mapě 1:10.000 je tato minimální plocha: 0,01 ha, u map v měřítku 1:50.000 0,25 ha, u měřítek 1:250.000 je to 6,25 ha a u měřítek 1:500.000 je to 25 ha. U fluvisolů je běžná vzdálenost nivy do 100m od vodního toku, tj. čtverec o rozměrech 100 x 100 m, což je obrazec 1 ha velký. Zjistíme tak, že na mapách většího měřítka (řádově od měřítka 1:250.000) je zobrazení menších polygonů fluvisolů nereálné z důvodu generalizace mapových jednotek (tj. polygon na mapě by byl menší než 1mm). V mapách těchto měřítek se tak používá tzv. buffer, který supluje úlohu jinak nezobrazitelných fluvisolů. Buffer v tomto případě funguje na principu, že jako fluvisol se zobrazí vše, co je v určité vzdálenosti od vodního toku.

Materiál a metody

Pro stanovení (korekci) rozlohy fluvisolů bylo využito jako modelové území okres Sokolov. Rozšíření fluvisolů bylo stanoveno následujícím postupem:

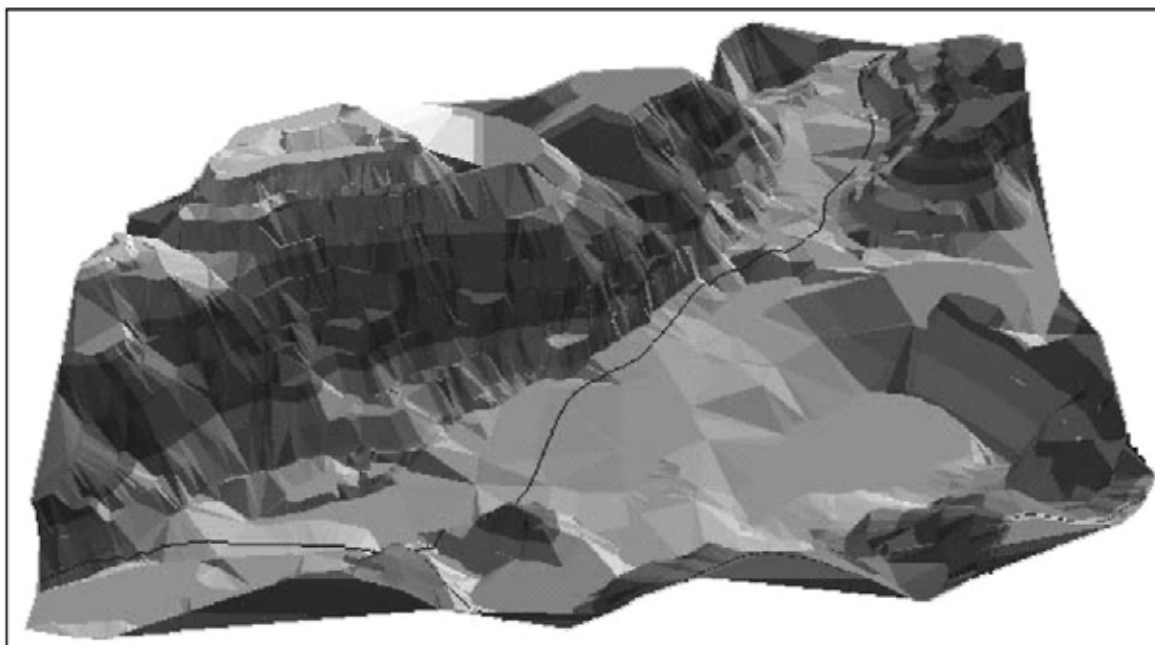
- 1) vytvoření 3D modelu zájmového území
- 2) výpočet střední sklonitosti zájmového území
- 3) vyhledání území, která vyhovují kritériím stanoveným pro fluvizsoly
- 4) ověření existence fluvisolů s daty uvedenými v digitální mapě KPP v měřítku 1:50.000
- 5) úprava vrstvy půdních typů digitální mapy KPP, tak aby splňovala podmínky pro vymezení fluvisolů
- 6) porovnání území s leteckým snímkem s cílem upravit polygony digitální mapy KPP, které byly označeny „žádná data“

Výsledky

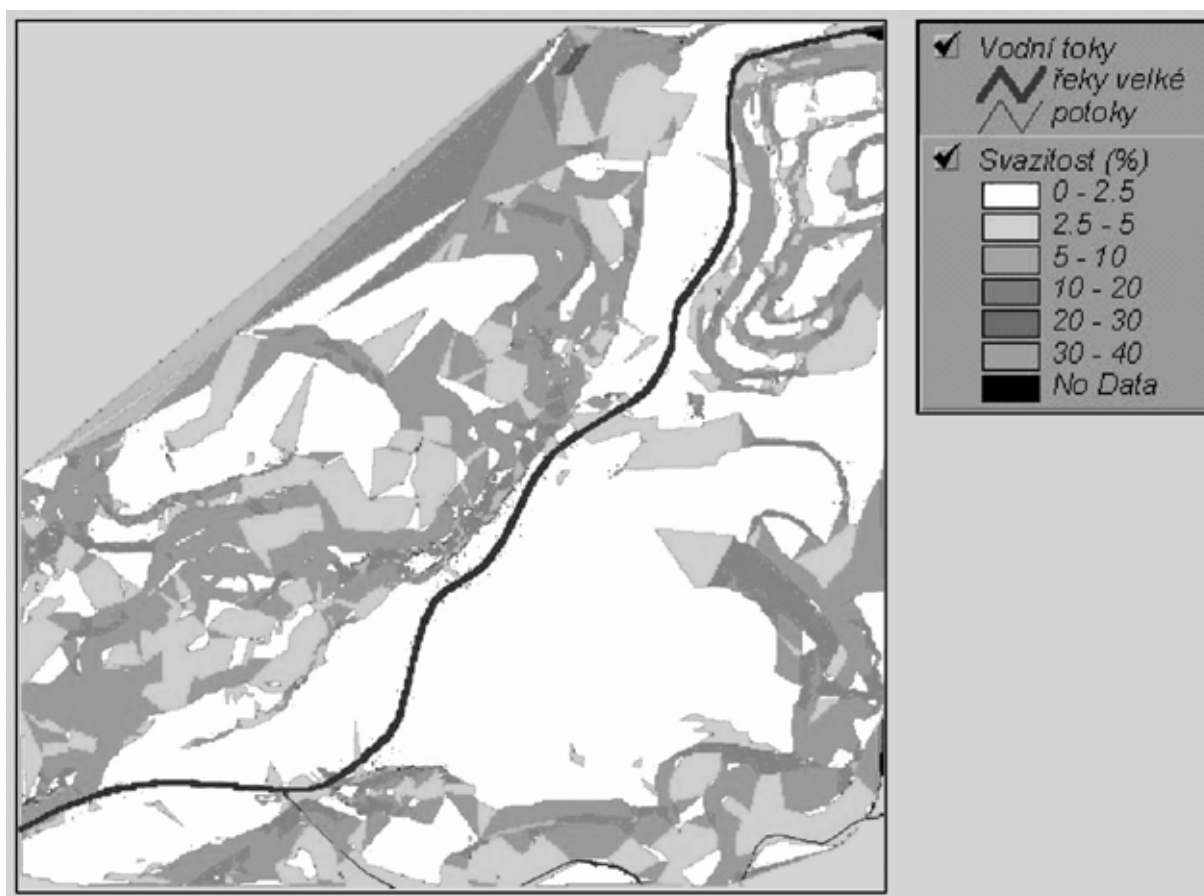
Odhad výskytu fluvisolů pomocí trojrozměrného modelu terénu:

Z digitálních vrstevnic v měřítku 1:10.000 byl vytvořen trojrozměrný model terénu zájmového území (obr. 1). Z něho byla zjištěna svažitost. Nastavená maximální hodnota faktoru svažitosti pro fluvizsoly byla 2,5 stupně, byla tak vytvořena mapa znázorňující svažitost zájmového území v intervalech 0-2,5,

2,55, 510, 20-30, 30-40 a 40-50 stupně (obr. 2). Oblasti splňující kritérium sklonitosti pro výskyt fluvizemí jsou vyplněny bílou barvou.

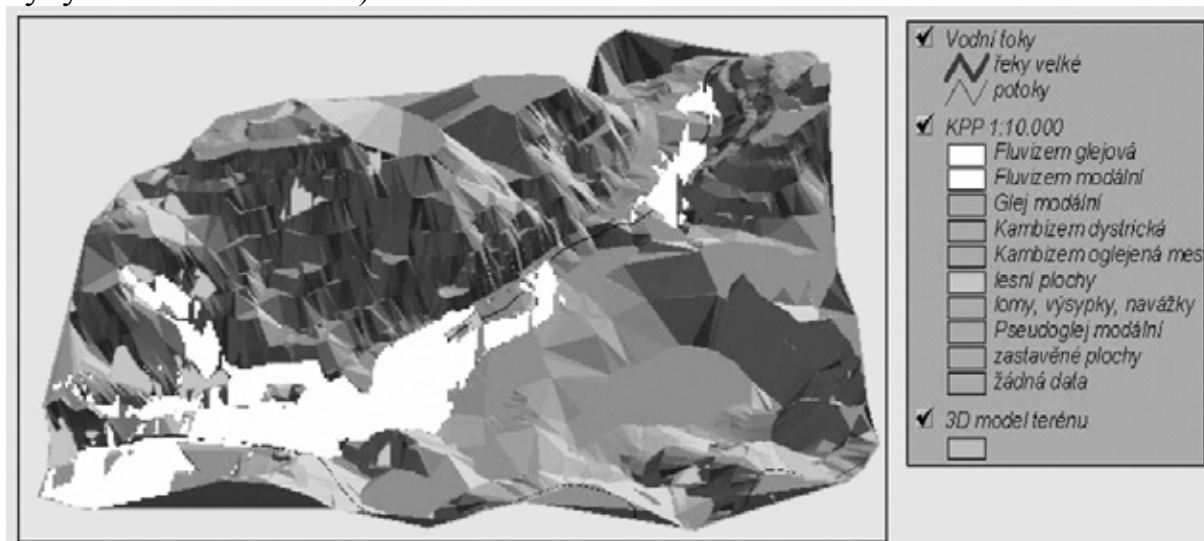


Obr. 1 Trojrozměrný model terénu zájmového území 1:10.000



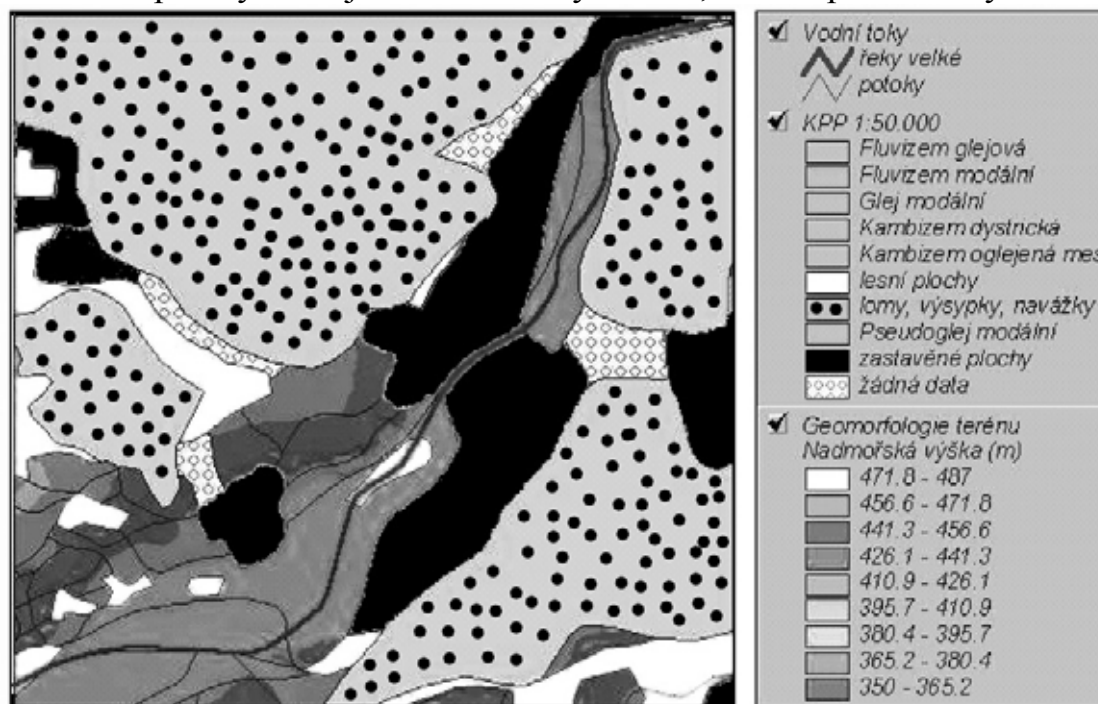
Obr. 2 Zobrazení svazitosti terénu zájmového území s legendou

Při analýze rozšíření fluvisolů byl zkombinován trojrozměrný model zájmového území, vzniklý převedením digitálních souřadnic do trojúhelníkové nepravidelné sítě (TIN) a výřez digitální mapy KPP s vyznačenými fluvisoly v měřítku 1:50.000 (obr. 3). Výsledkem kombinace mapových zdrojů je „zviditelnění“ rozšíření fluvisolů z hlediska morfologie terénu (fluvisoly se nacházejí na vyvýšeninách a svazích).



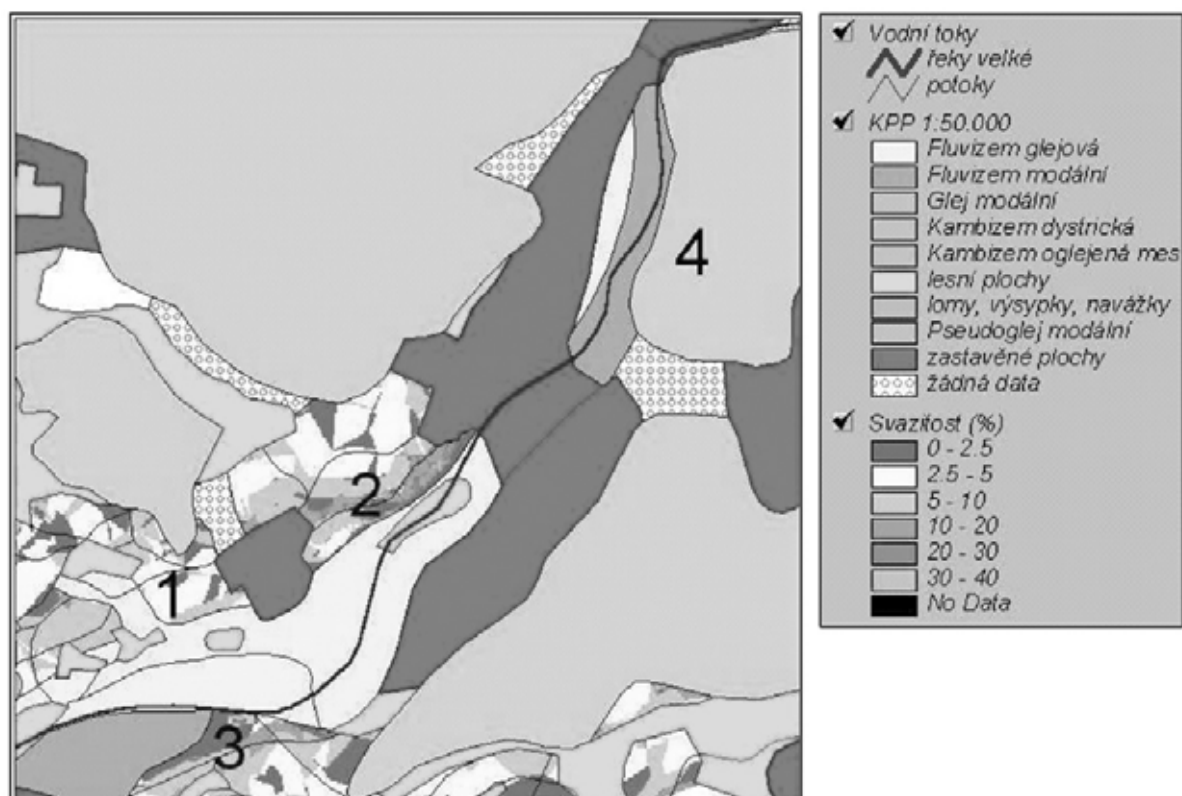
Obr. 3 Kombinace 3D modelu terénu a výřezu mapy KPP v měřítku 1:50.000

Na obr. 4, kde byla zkombinována digitální mapa KPP v měřítku 1:50.000 a mapa svažitosti, lze pozorovat, že v některých oblastech, kde by se mohly nacházet fluvisoly se dle mapy KPP nacházejí lomy, výsypky, navážky, zastavěné plochy nebo jsou znázorněny oblasti, kde mapě KPP chybí data.



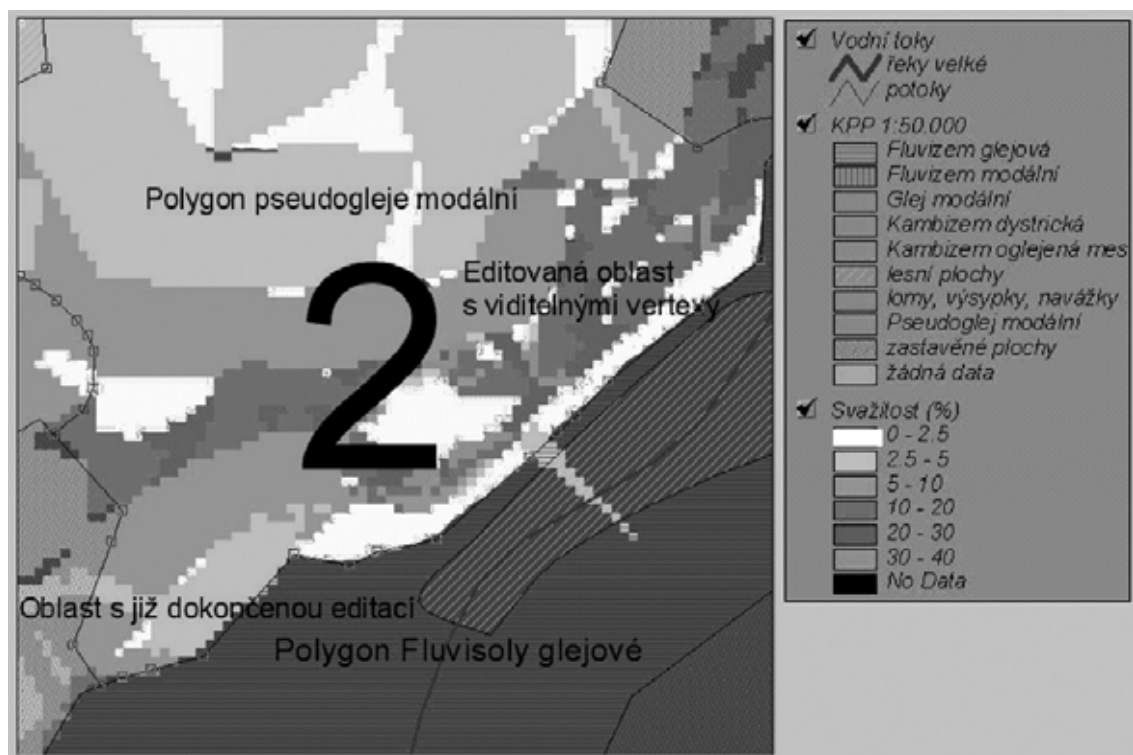
Obr. 4 - Kombinace 3D modelu terénu a výřezu digitální mapy KPP v měř. 1:50.000

Při korekci zájmového území o ploše 16 km² bylo nutno brát tyto skutečnosti v úvahu. V případě lomů, výsypek a navážek byl výskyt fluvisolů na tomto území vyloučen, proto se korekce hranic fluvisolů nevztahuje na území zahrnující tento typ užití půdy. Na území zastavěnými plochami z důvodu jiného půdního užití korekce nebyla provedena. Na plochách, kde podle mapy KPP chybí data nebyla korekce také provedena z důvodu neznámého využití půdy. Výjimku tvoří oblast 4, kde byla korekce provedena při těsném okraji řeky Ohře i přes výskyt lomů, výsypek a navážek v tomto místě. Bylo předpokládáno, že výsypka nesahá až k těsnému okraji řeky. Na všech ostatních plochách byla korekce fluvisolů provedena s kritérii popsány v metodách. Pro větší přehlednost je uveden obr. 5, kde jsou uvedeny místa, kde byla provedena korekce výskytu fluvisolů.



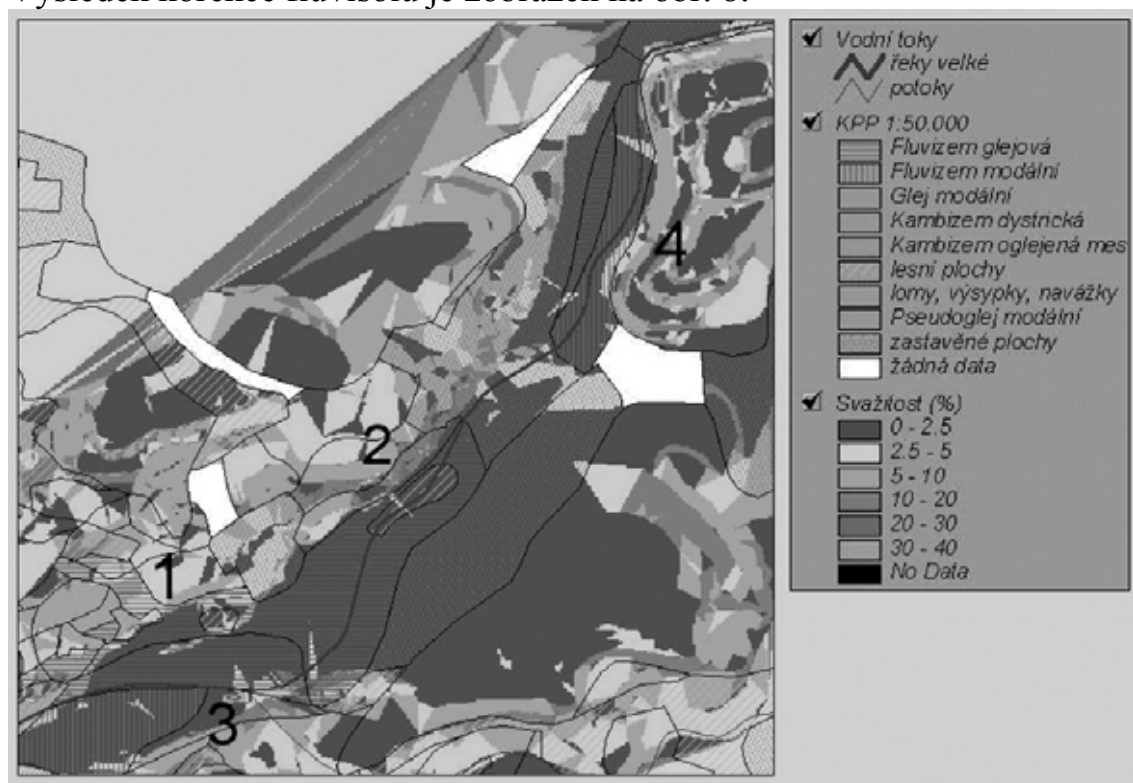
Obr. 5 Mapa KPP -čísla 1,2,3 a 4 vyznačují lokality, které bylo nutno korigovat)

Korekce rozšíření fluvisolů byla provedena přesunem marginálních bodů polygonů (vertexů) na místo, kudy měla probíhat hranice polygonu. Tato korekce byla prováděna se zobrazením svazitosti terénu, kdy hranice byla vedena na okraji hnědého území, tj. území se svazitostí do 2,5 stupně tak, jak je uvedeno na obr. 6:

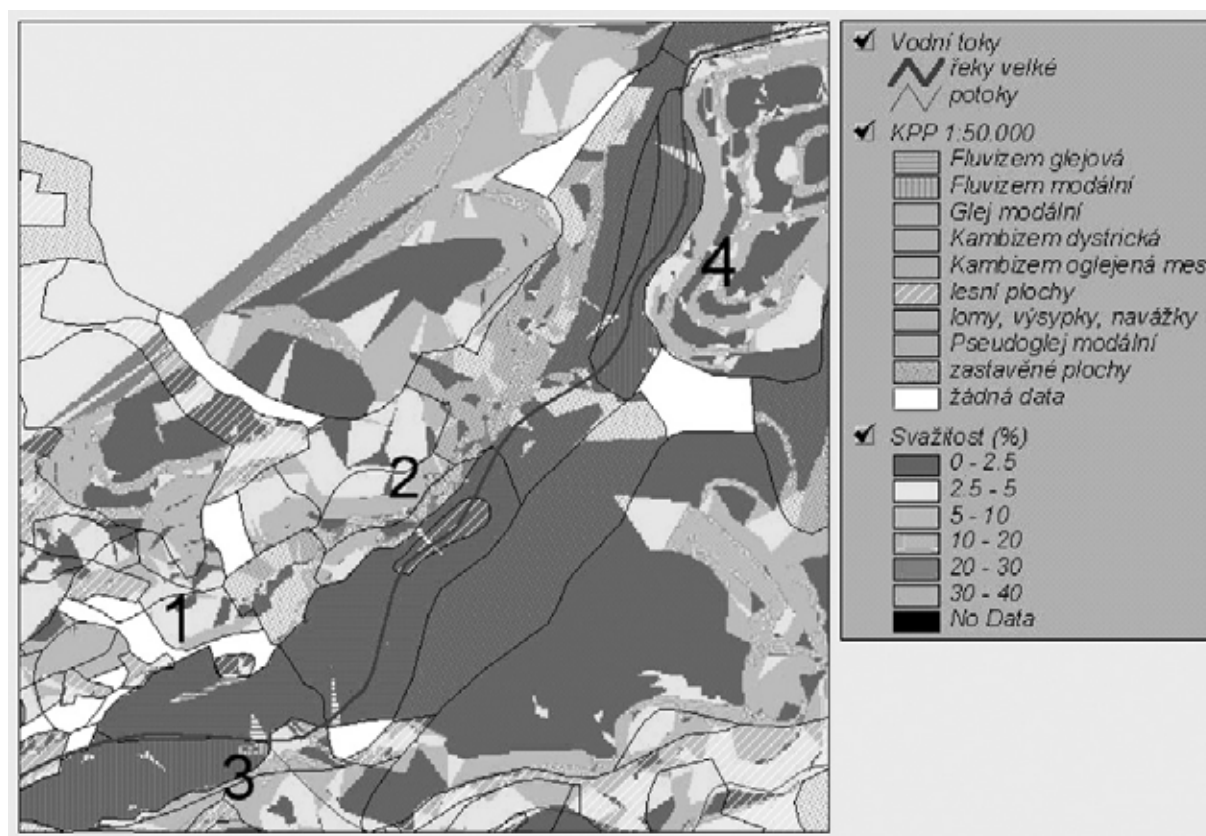


Obr. 6 Korekce polygonů fluvisolů s pomocí mapy svažitosti terénu s legendou

Oblasti, kde byl výskyt fluvisolů zrušen, byly označeny jako „žádná data“. Pro srovnání je uveden výřez mapy KPP před korekcí s pozadím svažitosti na obr. 7. Výsledek korekce fluvisolů je zobrazen na obr. 8:

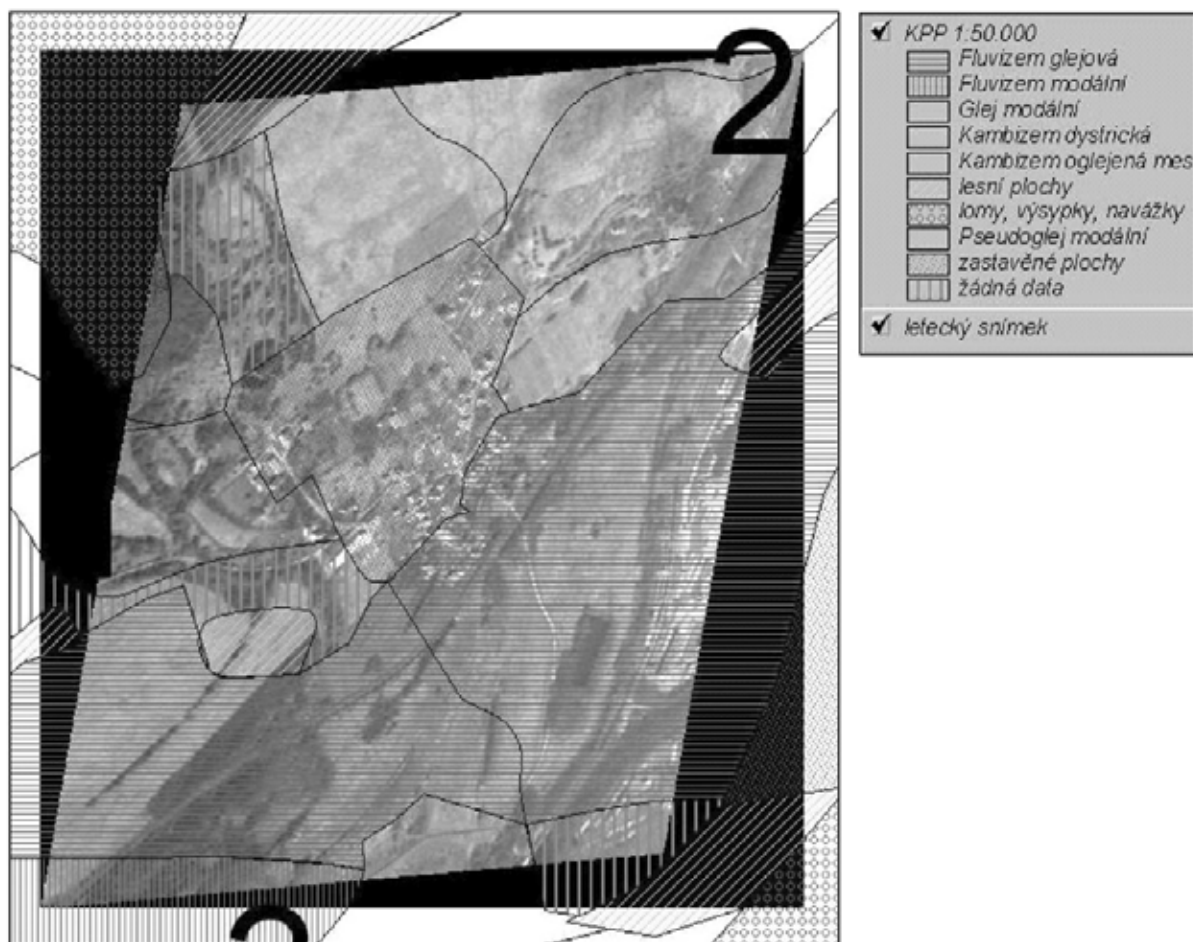


Obr. 7 Výřez mapy KPP před korekcí s pozadím svažitosti



Obr. 8 Výsledek korekce výskytu fluvisolů s pozadím svažitosti

Pro ověření správnosti korekce lze využít letecké snímky. Letecký snímek, je nutno zaregistrovat do souřadnicového systému (rektifikovat) a porovnat ho s digitální vektorovou mapou. Fluvisoly na leteckém snímku by měly být výrazně plochá území vinoucí se podél vodních toků. Předpokladem pro jejich použití je ovšem jejich kolmost, která je nezbytná pro kvalitní posouzení terénu na leteckém snímku. Ilustrativně je letecký snímek v kombinaci s digitální mapou KPP uveden na obrázku 9. Jeho nepravidelný tvar je způsoben transformací do souřadnicového systému, kdy byl snímek natáčen, tak aby byl alespoň částečně „nakolmen“ a odpovídal tak „na zrak kolmému“ zobrazení map.



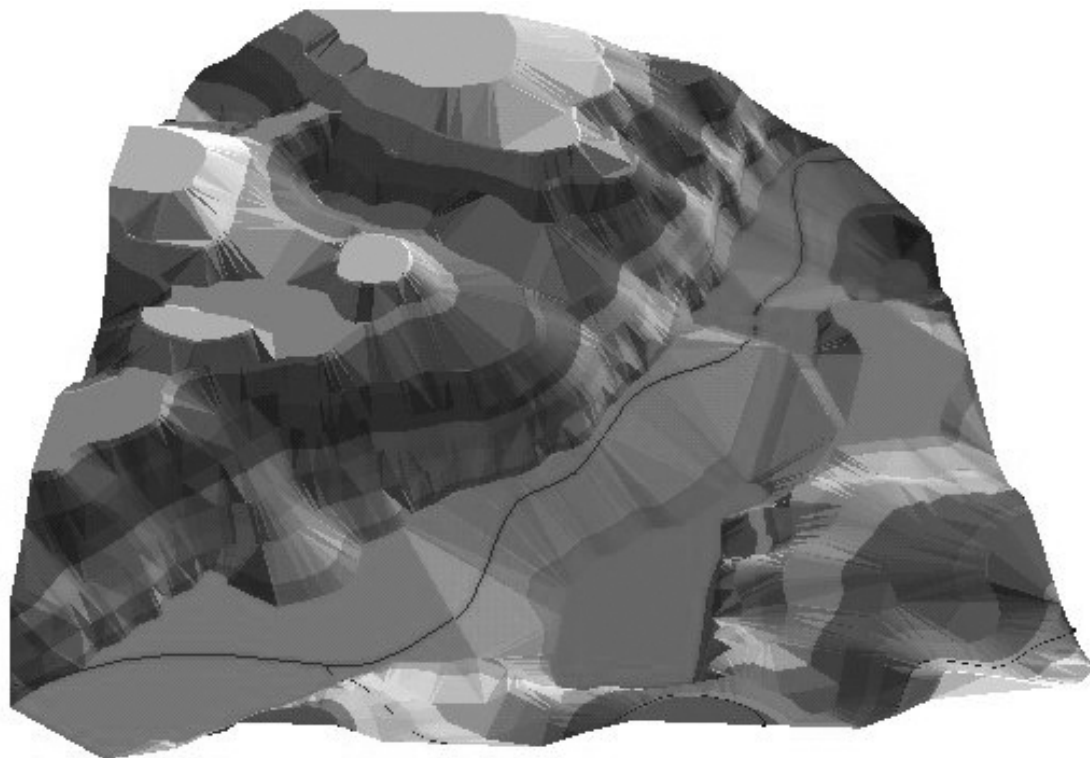
Obr. 9 Kombinace výřezu mapy KPP a leteckého snímku části území

Při srovnání ploch jednotlivých půdních typů a typu užití půd před a po korekci fluvisolů bylo dosaženo výsledků uvedených v tabulce 1:

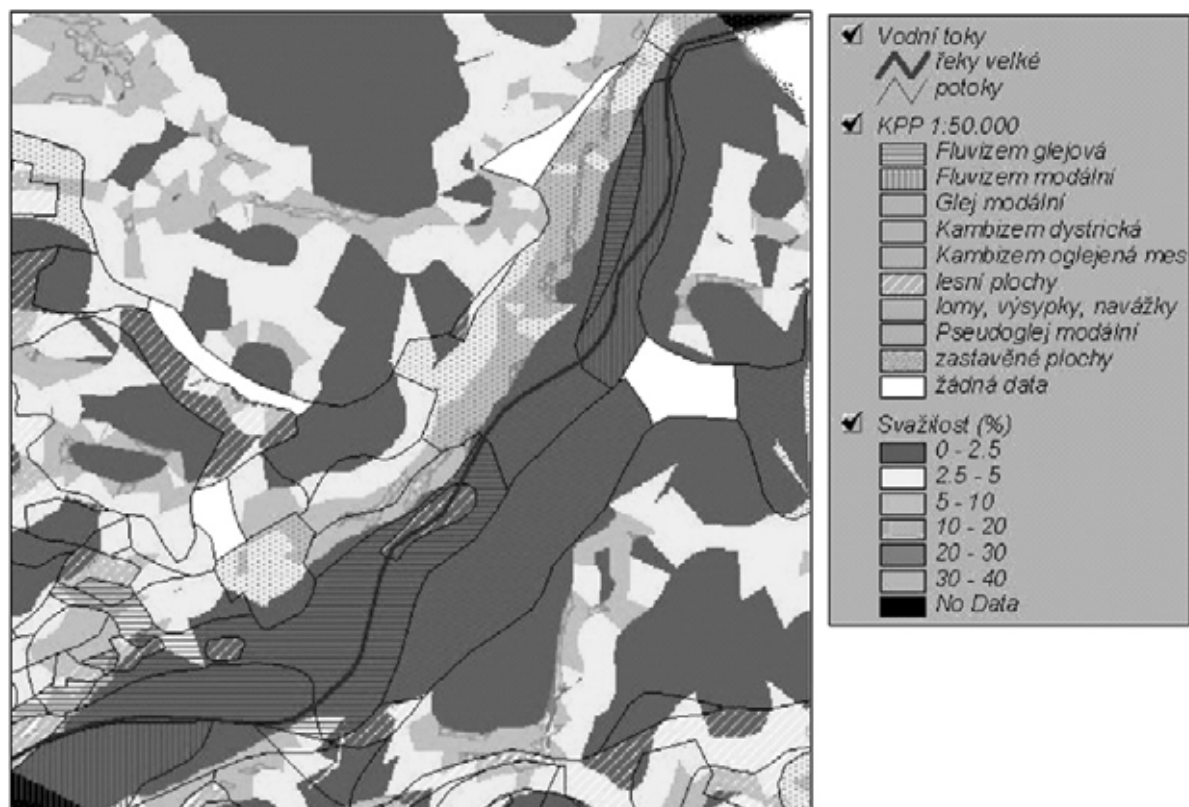
Typ půdy / půdního užití	Rozloha před editací (ha)	Rozloha po editaci (ha)
Fluvizem glejová	125,5	98,5
Fluvizem modální	61,1	65,0
Glej modální	14,6	12,5
Kambizem dystriická	0,1	0,1
Kambizem oglejená mesobasická	83,2	83,2
lesní plochy	124,2	124,2
lomy, výsypky, navážky	800,9	802,5
Pseudoglej modální	104,6	103,0
zastavěné plochy	242,2	242,2
žádná data	42,1	67,1
Součet	1598,4	1598,4

Tab. 1 Rozlohy ve výřezu mapy KPP před a po korekci fluvisolů s použitím mapy svažitosti vygenerované z vrstevnic v měřítku 1:10.000

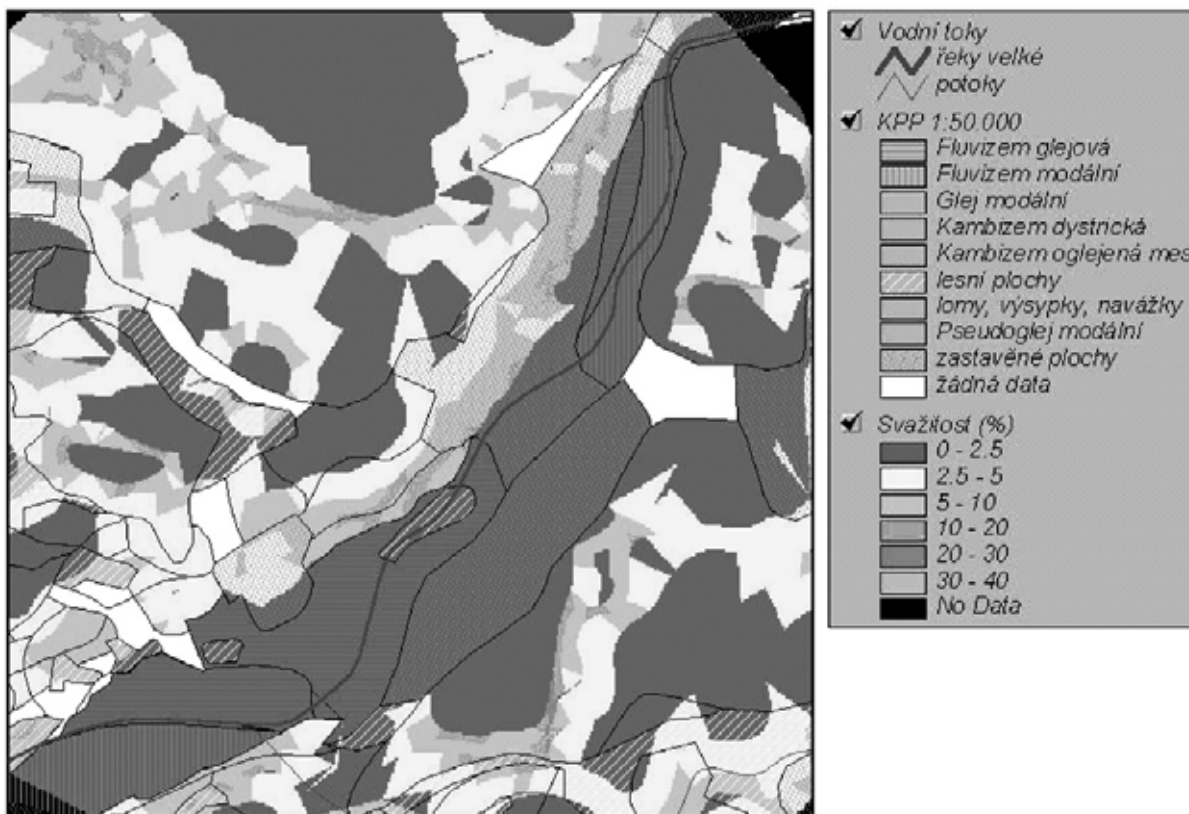
Z trojrozměrného modelu terénu (obr. 10) vygenerovaného vrstevnic v měřítku 1:50.000 byla vytvořena mapa svažitosti, která byla kombinována s mapou KPP v měřítku 1:50.000, podobně jako u map předchozích v měřítku 1:10.000. Podle stejných kritérií byla provedena korekce výskytu fluvisolů. Na obr. 11 je tak možno vidět mapu KPP v kombinaci s mapou svažitosti vzniklou z vrstevnic v měřítku 1:50.000 před editací a na obrázku 12 po editaci.



Obr. 10 3D model terénu vytvořený z vrstevnic v měřítku 1:50.000



Obr. 11 - Výřez mapy KPP před korekcí s pozadím svažitosti z vrstevnic 1:50.000



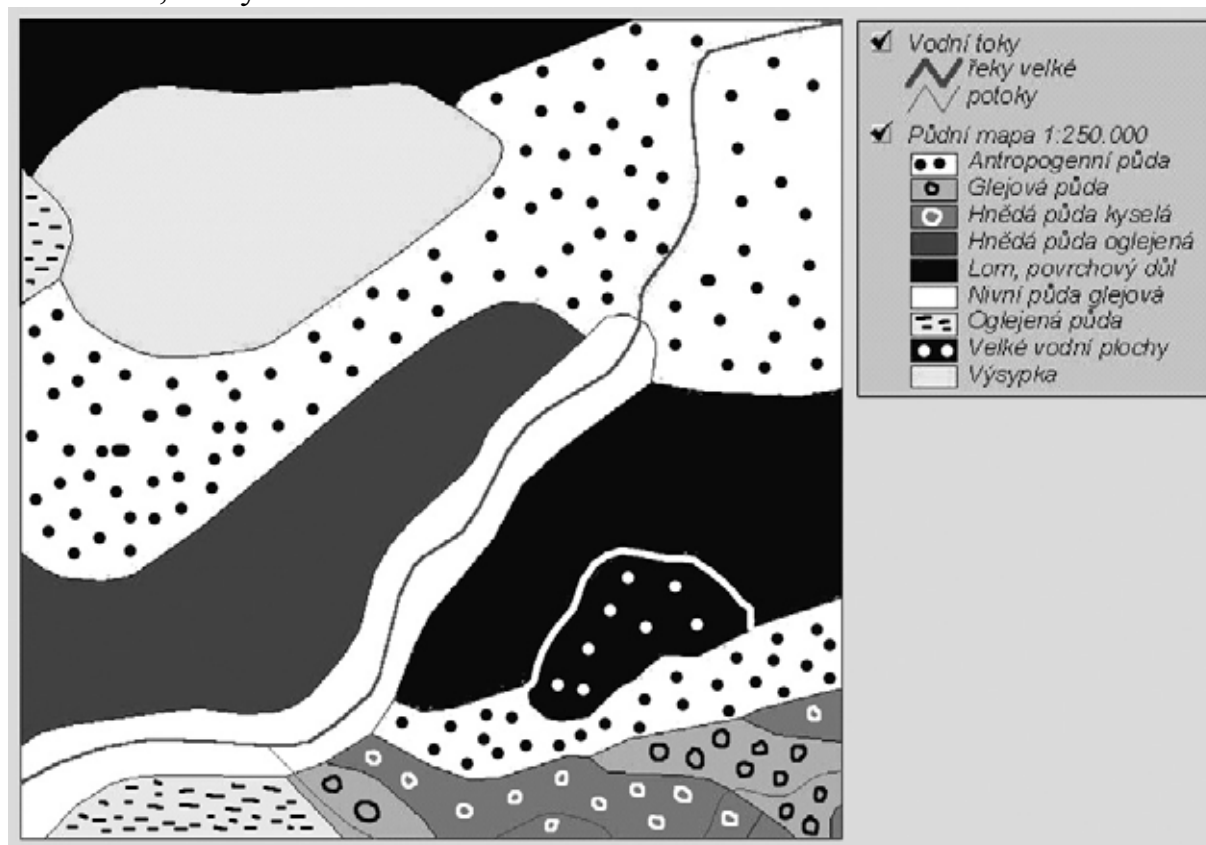
Obr. 12 Výsledek korekce výskytu fluvisolů s pozadím svažitosti z vrstevnic 1:50.000

Při srovnání ploch jednotlivých typů půd a typu využití pozemků po korekci fluvisolů bylo dosaženo výsledků uvedených v tabulce 2:

Typ půdy / půdního užití	Rozloha před editací (ha)	Rozloha po editaci (ha)
Fluvizem glejová	125,5	111,0
Fluvizem modální	61,1	67,5
Glej modální	14,6	9,8
Kambizem dystrická	0,1	0,1
Kambiem oglejená mesobasická	83,2	80,8
lesní plochy	124,2	124,2
lomy, výsypky, navážky	800,9	800,9
Pseudoglej modální	104,6	101,8
zastavěné plochy	242,2	242,2
žádná data	42,1	60,2
Součet	1598,4	1598,4

Tab. 2 Rozlohy ve výřezu mapy KPP před a po korekci fluvisolů s použitím mapy svažitosti vygenerované z vrstevnic v měřítku 1:50.000

Mapa, která může být využita při identifikaci fluvisolů je půdní mapa v měřítku 1:250.000, ve výřezu území na obrázku 13:



Obr. 13 Výřez půdní mapy v měřítku 1:250.000

Závěr

Na vybraném území byla zkoumána schopnost geografických informačních systémů identifikovat fluvisoly. Kriteria byla svažitost terénu do 2,5 stupně a blízkost k vodnímu toku. Zkoumání bylo provedeno pro dvě varianty terénu, podle měřítka vrstevnic, ze kterých byl vytvořen (1:10.000 a 1:50.000). Každá z variant je opravena dle označení vhodných míst pro výskyt fluvisolů geografickým informačním systémem. Protože zkoumané varianty vykazovaly pouze malé rozdíly bylo konstatováno, že je možno použít snadnější metodu identifikace fluvisolů pomocí trojrozměrného modelu terénu využitím vrstevnic v měřítku 1:50.000. Doporučuje se ověřit v praxi ověřit tvrzení teorii o výskytu fluvisolů popsanou výše a je zdůrazněn význam identifikace fluvisolů jako rizikových půd.

Literatura

Němeček, J. A kol.: Komplexní průzkum půd ČSSR Průvodní zpráva okresu Sokolov, SPN Praha, 1967

Němeček, J. a kol.: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky, Katedra pedologie a geologie ČZU, Praha 2001

Tuček, J.: GIS principy a praxe, Computer Press, 1998

<http://www.hydrosoft-praha.cz>

VYUŽITÍ PŮDNÍCH DAT V MODELOVÁNÍ UDRŽITELNÉHO VYUŽITÍ ÚZEMÍ: PŘÍPADOVÁ STUDIE MOUNT DESERT ISLAND, USA

Tomáš Václavík, Bořivoj Šarapatka, Marek Bednář

*Katedra ekologie a životního prostředí Univerzity Palackého v Olomouci,
tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, tova@email.cz, sar@prfnw.upol.cz, bednarm@aix.upol.cz*

Klíčová slova:

GIS, půda, land use, modely

Úvod

Geografické informační systémy (GIS) a jejich aplikace se ukazují jako jeden z nejefektivnějších a cenově nejméně nákladných nástrojů ekologického plánování. Umožňují zkombinovat a zhodnotit nejrozličnější kritéria využití krajiny. Vhodným podkladem pro geografické zpracování jsou jakákoliv data nesoucí prostorovou informaci a tedy i informace o půdách. Nástroje GIS umí spojovat informace z různých zdrojů a nad nimi provádět analytické i syntetické operace, které hrají podstatnou roli při různých metodách plánování.

Hlavním cílem tohoto příspěvku je na příkladě sledovaného území Mount Desert Island, USA demonstrovat jeden možný způsob využití geografických informačních systémů pro účely ekologického plánování.

Metody

Pro realizaci záměru byla zvolena metodika analýzy udržitelnosti popsaná a navržená McHargem v roce 1968. Analýza udržitelnosti je proces, který napomáhá optimálně využít určité území určením takových faktorů, které na ni pravděpodobně nejvíce působí.

V této případové studii analýza udržitelnosti byla rozdělena na dvě části:

- na model dalšího rozvoje krajiny (osídlení, komerce i průmysl),
- na model uchování původního charakteru krajiny.

Prvním krokem analýzy je pochopitelně shromáždění všech potřebných dat.

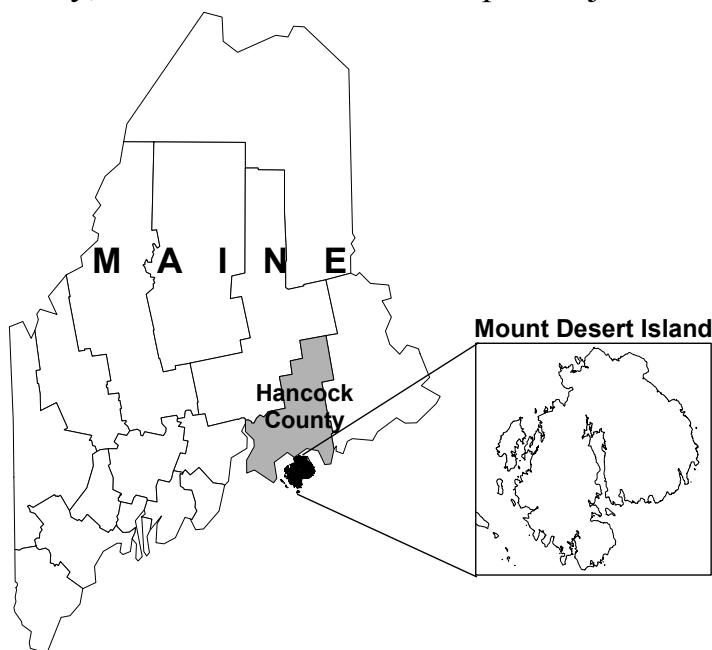
Dalším krokem je vybrání vhodné charakteristiky a faktorů studované oblasti, které byly ve formě digitálních mapových vrstev brány v úvahu.

Následují pak geografické operace převedení dat, rastrové analýzy – zejména reklasifikace.

Výsledkem je model, který může dále sloužit jednak jako plánovací nástroj pro ochranu přírody, krajinné inženýry, místní správu atd. a zároveň jako jakási šablona (systém řešení) pro další možné využití v jiných územích.

Studované území

Studované území Mount Desert Island leží ve správní oblasti Hancock County, státě Main v USA. Jeho plocha je zhruba 294 km².



Velice důležitou částí analýzy je použití pedologických dat. Ve studované oblasti jsou čtyři půdní typy: Entisoly, Spodosoly, Inceptisoly a Histosoly (Gilman, 1988).

Pro jednotlivé modely byly vybrány tyto přírodní a sociální charakteristiky:

Model rozvoje

- geomorfologické prvky krajiny – svažitost terénu a její dopad na další možný rozvoj v daném místě,
- pedologické charakteristiky – vhodnost rozdílných půd pro vývoj osídlení,
- propustnost půd – dopad lidských aktivit na vodní zdroje,
- potenciální cena dalšího rozšiřování – blízkost určitých obslužných center, osídlení, dopravní trasy apod.,
- odpadní systémy – možnost napojení na stávající rozvody.

Model uchování charakteru krajiny :

- stanoviště chráněných zvířat – vzdálenost ke stanovišti (stanovená programem Beginning with Habitat),
- vhodnost stanoviště – US Fish & Wildlife Service ranking of habitat suitability,
- hydrologie – vzdálenost potoků, rybníků, mokřadů a pobřeží, ochrana říční vegetace,
- fragmentace – vliv cest na integritu krajiny, ochrana velkých nezasažených částí území,

- zemědělské půdy – ochrana území s půdami, které mohou být potenciálně využity pro tradiční zemědělské aktivity.

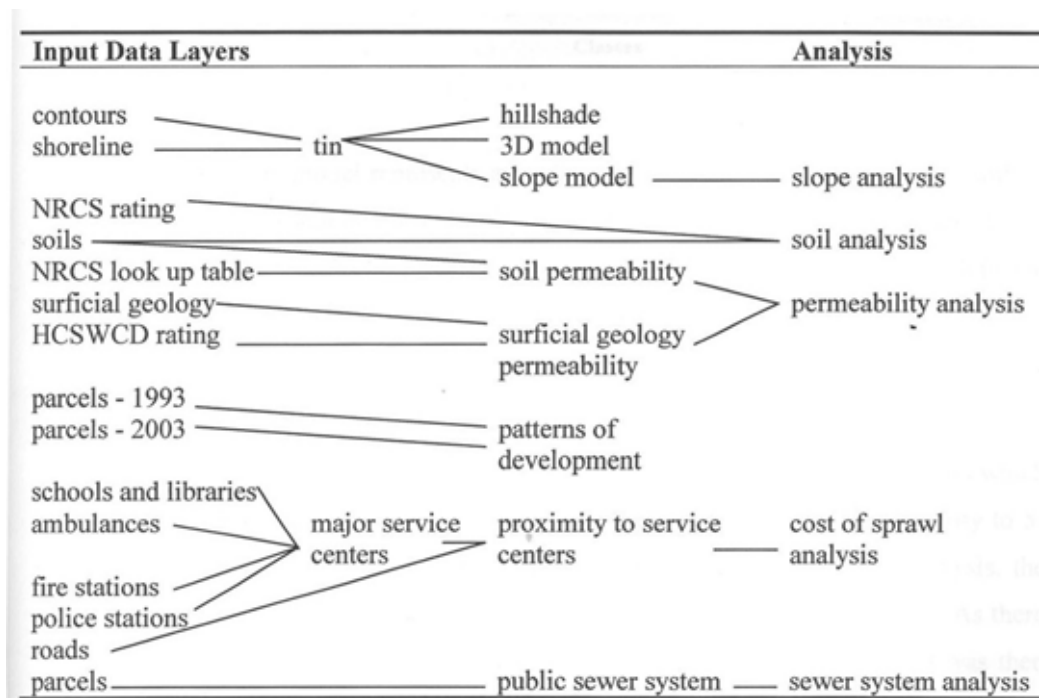
Prostorová a tabelární data půdních typů byla získána z organizace Natural Resource Conversation Service. Informace o půdách jsou dále pro nejrůznější potřeby touto organizací převáděny na pro neodborníky použitelnější měřítka hodnot – určujících vhodnost či nevhodnost takového použití z hlediska sledovaného kritéria. Zpracovávanými kritérii jsou mimo jiné vhodnost osídlování, vhodnost půd pro zemědělskou produkci atd.

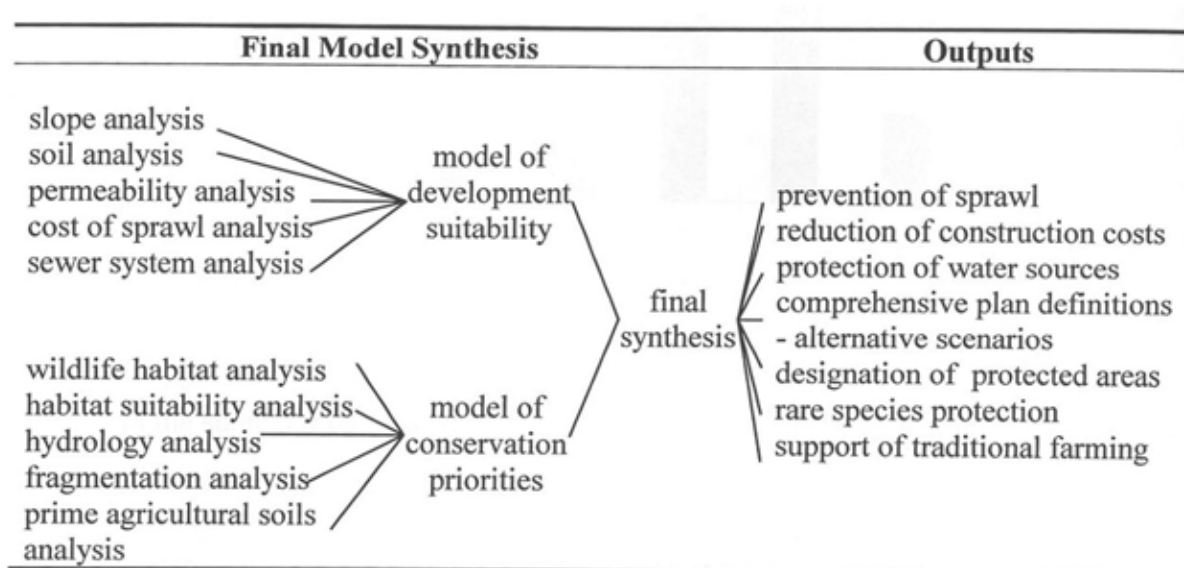
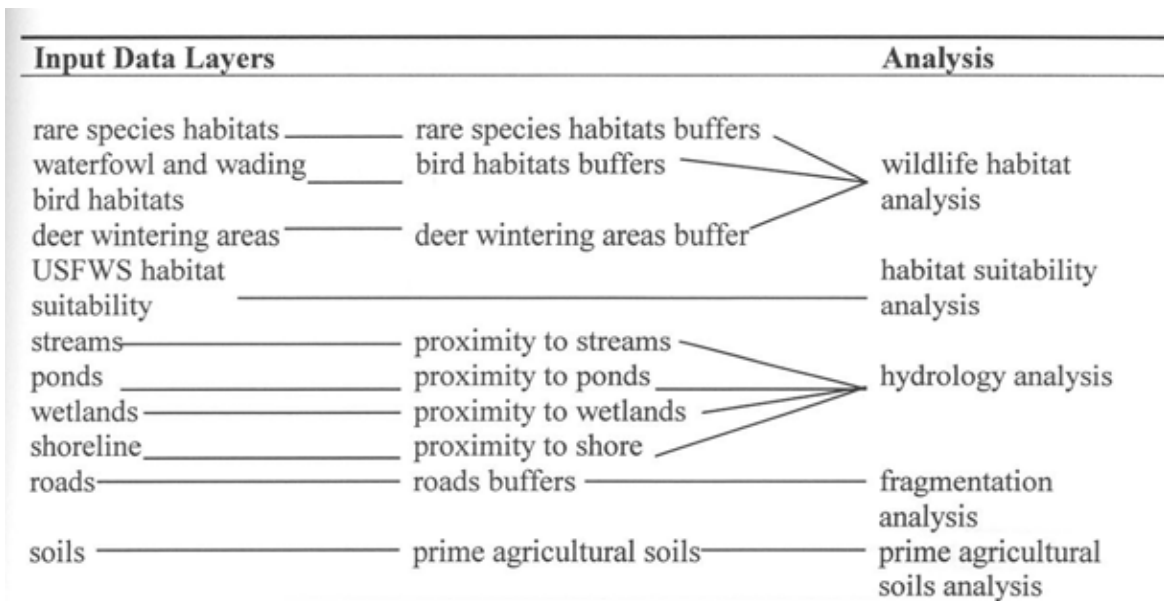
Zpracování dat pomocí GIS

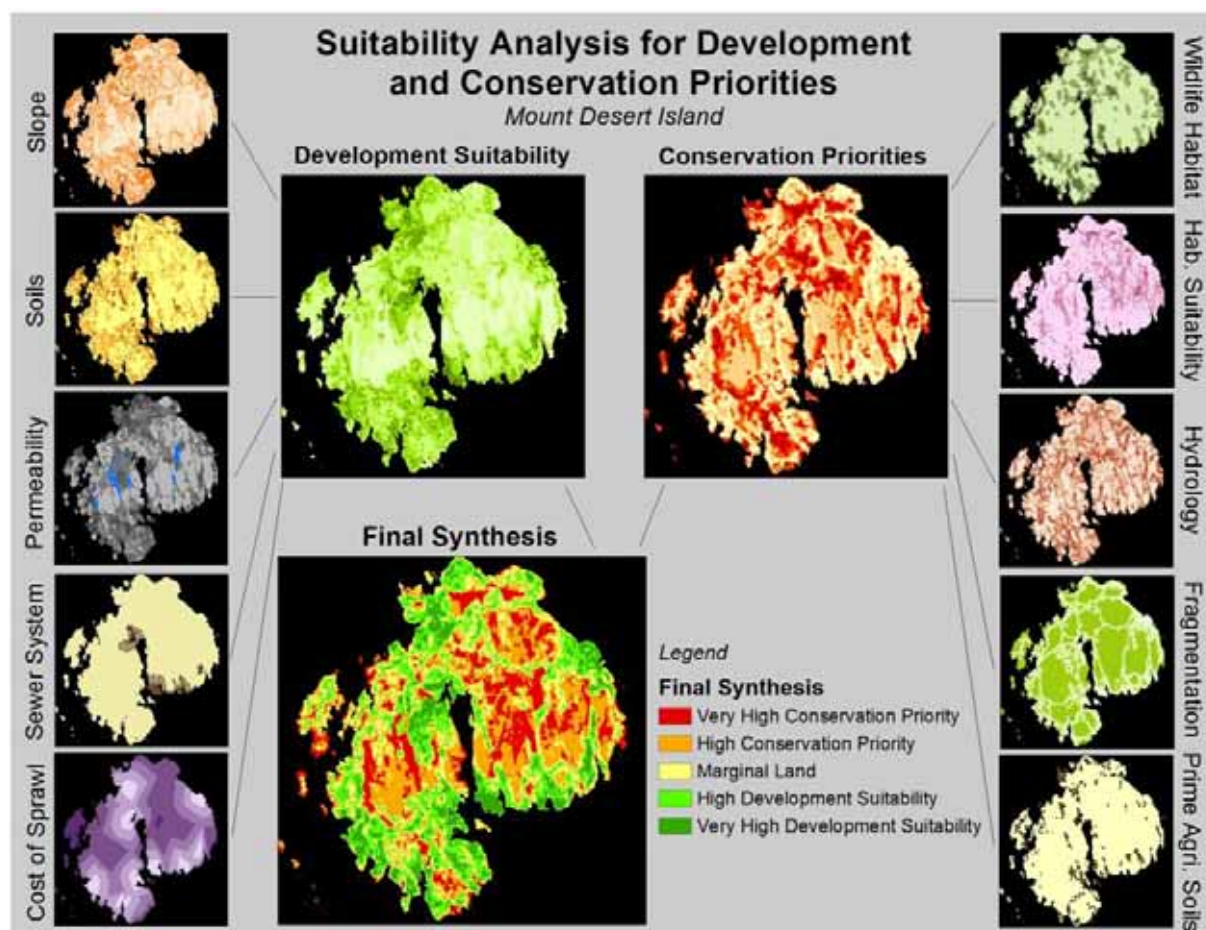
Vstupní datové vrstvy jsou převedeny do rastru, poté pak podle daného kritéria operacemi mapové algebry převedeny na škálu stupnice 1-5. V té 1 značí nevhodné, 5 velice vhodné.

Pro každý faktor tak vzniká příslušný model „faktoru“. Tyto dílčí modely jsou opět pomocí nástrojů mapové algebry (operace sčítání a reklasifikace) převedeny do modelu rozvoje (respektive zachování) s výslednou škálou 1-5. Model rozvoje je pak stejným způsobem sloučen s modelem zachování (tentokrát je operací mapové algebry odčítání a reklasifikace).

Postup zpracování názorně







Výsledky a shrnutí:

Přehled vytvořených modelů a škály jejich stupnic:

Model vývoje:

1 – nevhodné pro rozvoj

5 – velice vhodné

Model uchování:

1 – nízká konverzační priorita

5 – vysoká priorita uchování

Celková analýza vzniklá kombinací těchto dvou modelů:

1 – velmi vysoká priorita ochrany

2 – vysoká priorita ochrany

3 – okrajová území z hlediska využití

4 – vysoká priorita dalšího vývoje

5 – velmi vysoká priorita vývoje

Hlavním cílem této případové studie bylo navrhnout jeden konečný model, který by poukazoval na oblasti potenciálně vhodné k dalšímu osídlení či průmyslovému využití, a na druhou stranu území, kde by bylo vhodné uchovat původní ráz krajiny. Proto byly oba modely – vhodnosti rozvoje i model zachování charakteru krajiny sloučeny v jeden výsledný.

Výsledky všech tří modelů poukazují na místa, na které by se ochránáři, krajinní inženýři, místní správa a další měli zaměřit.

Pedologická data v této studii reprezentují zhruba 30% všech digitálních podkladů. To demonstruje, jak jsou tyto údaje, zahrnující nejen informaci o půdním typu, ale také mnoho jiných půdních charakteristik, důležité pro udržitelné krajinné plánování.

Možnost aplikace v ČR

Vytvořený model je v první řadě nástrojem ekologického plánování a řeší aktuální místní problém zvaný sprawl. Jde o rozšiřování městské a předměstské krajiny do míst s původním charakterem krajiny. Cílem tohoto aktuálního modelu je organizovat další vývoj v oblasti, aby dopady rozšiřování byly co nejnižší.

Sprawl v České republice je sice méně intenzivní než ve studovaném území, objevuje se zejména u velkých aglomerací a začíná být problémem. Tento model může spíše sloužit metodicky jako šablona pro vytváření nástrojů ekologického plánování. Největším problémem je však dostupnost dat. V USA je situace tak daleko, že potřebné tabelární i prostorové údaje lze často získat pouhým kliknutím myši a zdarma. Situace v ČR je bohužel zatím poněkud jiná.

Literatura:

- Andrle, A. (2000): Suburbanizace velkých měst. Migrace z velkých měst míří stále častěji na venkov. *Obec a finance*, IV. Roč., č. 4/2000: 50-51.
- Arendt, R. (1994): *Rural by Design*. American Planning Association Press, Chicago, 441 pp.
- Bastian, O. (2000): Landscape Classification in Saxony (Germany) – a Tool for Ecological Planning on a Regional Level. *Landscape and Urban Planning*, 50: 145-155.
- Benson, J. (2000): *Cost of Sprawl to the Family Farm and to Rural Communities*. Maine Rural Development Council.
- Bruns, H.T., Egenhofer, M.J. (1997): User Interfaces for Map Algebra. *Journal of the Urban and Regional Information Systems Association*, Vol. 9, No. 1: 44-54.
- Cole, P.R. (1999): *Community Tools for Managing Sprawl*. York County Coast Star, Kennebunk Land Trust.
- Dunne, T., Leopold, L.B. (1978) *Water in Environmental Planning*. New York: W.H. Freeman & Companz, 818 pp.
- Forman, R.T.T., Godron, M. (1986): *Landscape ecology*. John Wiley, New York, USA, 619 pp.
- Huxhold, W. E. (1991): *An Introduction to Urban Geographic Information Systems*. New York: Oxford University Press, 337 pp.
- Klopatek, J.M., Gardner, R.H., eds. (1999): *Landscape ecological analysis: Issues and applications*. Springer/Verlag, New York, 400 pp.
- McHarg, I. (1969): *Design with Nature*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 198 pp.
- Nos, R. (2001): Ecological Issues in Conservation. *Ecological Applications*, 11(4):945.
- Pereira, J.M., Duckstein, L. (1993): A Multiple kriteria Decision-Making Approach to GIS-Based Land Suitability Evaluation. *International Journal of Geographical Information Systeme*, 7(5): 407-24.
- Pullin, A.S.(2002): *Conservation Biology*. Cambridge University Press, 358 pp.
- Rokos, D. (2002): Sprawl in Maine: The Way Life Will Be? *Habitat* Vol. 18 No. 4.
- Schiller, J. (1995): GIS Application in Landscape Planning. *Photogrammetric Week* 95, pp. 313-318.
- Stokem,S., Watson, E., Mastran, S. (1989): *Saving America's Countryside: A Guide to Rural Conversation*. Baltimore: John Hopkána University Press, 480 pp.
- Václavík, T.(2004): *The Use of GIS in Ecological Planning (A Case Study of Mount Desert Island)*, Katedra ekologie a ŽP, Olomouc, 90 pp.
- Vail, D. (1997): *Sprawl and Rural Development*. Maine Center for Economic Policy, Vol. 3, No. 10.

DOKONČENÍ EDICE PŮDNÍCH MAP ČR V MĚŘÍTKU 1 : 50 000

Jana Janderková, Jan Sedláček

*Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Úsek ekologie krajiny a lesa Brno, oddělení ochrany
půdy*

Půdní mapy v měřítku 1 : 50 000 byly původně zpracovávány v rámci “Souboru map geofaktorů životního prostředí”. Soubor půdních map však bohužel zůstal nedokončený a z celkového počtu mapových listů pokrývajících celé území ČR byla zpracována přibližně polovina. V názvosloví půdních mapovacích jednotek byl použit klasifikační systém, který odpovídal dané etapě formování nového klasifikačního systému našich půd.

Projekt VaV/640/5/01 „Dokončení edice půdních map ČR v měřítku 1 : 50 000“ řeší kompletaci nedokončené edice půdních map, k sestavování map ovšem využívá současných technických možností tvorby map v prostředí GIS. Projekt vychází z geologické mapy zakryté, map agregovaných půdotvorných substrátů, map lesních půd, zákresů z map Komplexního průzkumu zemědělských půd a některých pomocných dat (hydrografická síť, vrstevnice, lesotypologické mapování). Ke klasifikaci půdních jednotek je používán aktuální Taxonomický klasifikační systém půd.

Výstupem projektu bude digitální vektorová vrstva půdních jednotek s popisnými atributy v databázové struktuře, která v přehledném měřítku poskytuje údaje o půdách na subtypové klasifikační úrovni, převzaté jak pro zemědělské, tak i pro lesní půdy z detailního mapování a která je kompatibilní s aktuální digitální vektorovou vrstvou geologické mapy zakryté.

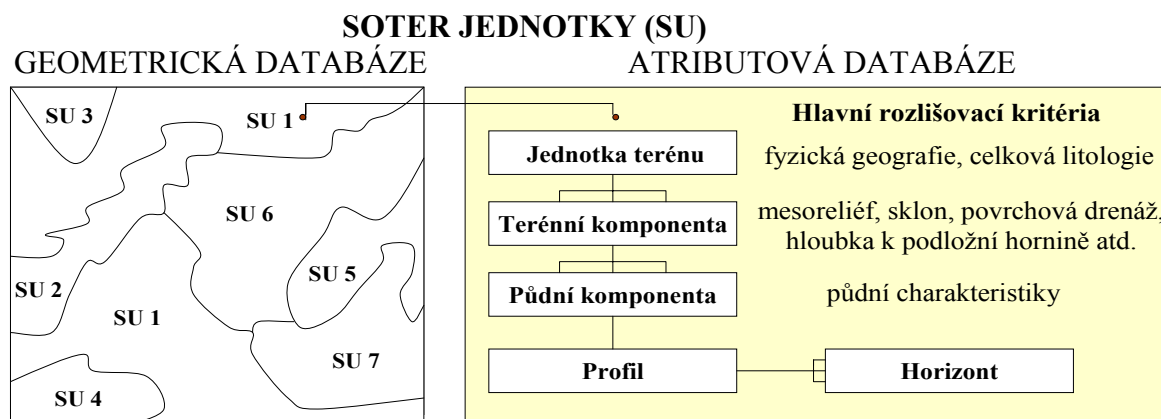
VYUŽITÍ SYSTÉMU SOTER PŘI KONSTRUKCI PŮDNÍCH MAP

Jitka Sládková, Josef Kozák

Katedra pedologie a geologie, Agronomická fakulta ČZU Praha (sladkova@af.czu.cz)

Úvod

Vývoj technik půdního mapování směřuje od morfogenetického hodnocení jednotlivých půdních profilů k velkoplošnému shromažďování a vyhodnocování půdních vlastností a charakteristik pomocí DPZ a nástrojů GIS. Důsledkem jsou mj. zlepšení objektivity a uchovatelnosti získaných dat, zvýšení rychlosti a snížení nákladů půdního průzkumu. Logice a globálnímu charakteru geografických informačních systémů vyhovuje Taxonomický klasifikační systém půd ČR. Kombinaci klasifikačního systému půd s technologií GIS využívá systém SOTER (**World SOils and TERrain Digital Database**), který při mapování půd zdůrazňuje přesnou lokalizaci zjištěných vlastností a charakteristik jejich propojením s geomorfologií sledovaného území. Umožňuje tak odstranit nepřesnosti vznikající kombinací nových digitálních tematických datových vrstev s těmi, které jsou pracně, neúplně a často nepřesně skenovány a vektorizovány ze stárnoucích analogových podkladů. K následnému kompletnímu a komplexnímu využití získaných dat poslouží flexibilní statistické metody „fuzzy“ klasifikace.



Obr. 1: Jednotky SOTER na mapě a v popisné databázi

Základní morfometrické pojmy

SKLON (*gradient, inklinace*), *EXPOZICE* (*směr sklonu, směr spádu*), *KLENUTÍ* (*zakřivení*) zemského povrchu. Rozlišuje se vertikální a horizontální klenutí reliéfu. *Vertikální klenutí* bude měřeno ve směru nejprudšího spádu a představuje tudíž funkci změny sklonu. *Horizontální klenutí* bude měřeno v horizontální, vůči měřicímu bodu sečné rovině. Ve

vrstevnicovém průmětu topografické mapy bude reprodukováno zakřivením isohyps a je funkcí změny expozice.

Kombinací parametrů *intenzita reliéfu* [m/2km] a *hypsometrie* [m.n.m] rozlišujeme tyto morfometrické typy georeliéfu: PL – roviny (*plains*), LL – plošiny (*level areas in lowlands*), LF – ploché pahorkatiny (*flat lowlands*), HL – plošiny ve vrchovinách (*level areas in highlands*), HF – ploché vrchoviny (*flat highlands*), HD – členité vrchoviny (*dissected highlands*), ML – plošiny v hornatinách (*level areas in mountains*), MF – ploché hornatiny (*flat mountains*), MD – členité hornatiny (*dissected mountains*), LF/LD, HF/HD, MF/MD – přechodné regiony.

Charakteristika jednotky a regionu SOTER

Jednotky SOTER implikují půdní regiony. V **klasickém** systému SOTER v posloupnosti – hlavní půdní formy, litologie, formy povrchu, stupně svažitosti, půdy; v **upraveném** systému následovně:

1. hlavní půdní formy + celková litologie: např. AV, TE, PA jsou ve vyšších polohách MD (viz morfometrické typy georeliéfu)
2. půdotvorné materiály (*grouper*)
3. půdní komponenta (*generalizer*) ... **Př.** kroků 1.–3.: AV06g, PA02c, PW03g, HD08d

Následuje doplňování dalších tématických vrstev a generalizace v intencích GIS. Např. území ČR s výskytem hlavní půdní formy PA (*černozeď, hnědozeď, luvizeď aj. půdy na spraších, sprašových hlínách a podobných substrátech*) nejlépe odpovídá charakteristice evropského regionu č. 26.1.

Závěr

Konstrukce půdních map se stává vysoce interaktivní záležitostí, čímž se daří postupně tlumit strnulost mechaniky mapování řízeného počítačem patrnou ze srovnání s tvorbou map při tradičním půdním průzkumu.

Literatura

- Batjes, N.H. - Engelen, van V.W.P. (eds) (2000): Guidelines for the Compilation of a 1:2,500,000 SOTER Database (SOVEUR Project). FAO, ISRIC, Report 97/06, 66p.
- Finke, P. et al. (2001): Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of procedures, Version 1.1. European Soil Bureau, Scientific Committee, 166 p.
- Kleefisch, B. - Köthe, R. (1991): Wege zur rechnergestützten bodenkundlichen Interpretation digitaler Reliefdaten. In Das Niedersächsische Bodeninformationssystem NIBIS. Geologisches Jahrbuch, Reihe F, Heft 27, Hannover, 1993: 59 – 122.
- Němeček, J. - Kozák, J. (2003): Approaches to the solution of the soil map of the Czech Republic at the scale 1:250,000 using the SOTER methodology. In Plant, Soil and Environment, 49(7): 291 – 297.

5. Moderní metody hodnocení půdní variability

MODERNÍ METODY HODNOCENÍ PŮDNÍ VARIABILITY

Luboš Borůvka, Vít Penížek, Lukáš Brodský

*Katedra pedologie a geologie, Česká zemědělská univerzita v Praze,
165 21 Praha 6 – Suchbátka, E-mail: Boruvka@af.czu.cz*

Pedometrika

S rostoucím množstvím informací o půdě i o dalších složkách prostředí, s novými zdroji údajů (např. dálkový průzkum Země - DPZ) a s rozvojem výpočetní techniky se vyvíjejí stále nové metody zpracování těchto údajů, nebo se v pedologii využívají metody původně vyvinuté pro jiné účely. Soubor kvantitativních matematických a statistických metod aplikovaných na pedologické údaje se posledních 10 až 15 let vyčleňuje jako samostatný obor pedologie, pedometrika (z řeckého *pedos*, země, půda, a *metron*, měřit; Webster, 1994). Objevila se řada definic pedometricky, v mezinárodní diskusi odborníků zabývajících se tímto oborem zvítězila ta, která definuje pedometricku jako „aplikaci matematických a statistických metod na studium distribuce a geneze půd“ (Heuvelink, 2003). Pedometrická skupina je jednou z nejaktivnějších v rámci IUSS, jak o tom svědčí i skutečnost, že se v roce 2004 na schůzi rady IUSS ve Philadelphii změnila z pracovní skupiny na komisi č. 1.5. Mezi její aktivity patří od roku 1992 každé 2 roky pořádání konference Pedometrics (naposledy v roce 2003 v Readingu v Anglii, příští se koná v roce 2005 na Floridě) a workshopu o digitálním mapování půd rovněž každé dva roky; zatím poslední se konal v letošním roce v Montpellier v Francii. Tato setkání přinášejí přehled o aktuálním vývoji nových metod a nových aplikacích a jsou vždy velice inspirativní.

Jak bylo uvedeno, pedometrika slouží ke studiu distribuce a geneze půd. Výsledkem může být na jedné straně analýza vztahů a závislostí mezi půdními vlastnostmi či zjištění faktorů půdní proměnlivosti na různé prostorové či časové úrovni. Na druhé straně může být výstupem simulace či odhad půdních vlastností v čase a prostoru na základě zjištěných vztahů a zákonitostí. Uplatnění nacházejí pedometrické metody v celé řadě oblastí, jako jsou např. optimalizace vzorkování půdy, možnosti využití doplňkových údajů (DPZ, digitální model terénu – DMT) při hodnocení půd, modelování prostorové a časové proměnlivosti půd, modelování systému půda-krajina, klasifikace půd, digitální mapování půd, simulace půdních procesů a vývoje půd, precizní zemědělství aj. Okruh metod používaných pro zpracování dat se neustále rozšiřuje (McBratney et al., 2000, 2002, 2003). Zahrnuje postupy tradiční a pokročilé statistiky (zejména vícerozměrné metody), geostatistické metody (variogram, kriging, vzájemný kriging), kombinované neboli hybridní metody (např. regrese-kriging; Odeh et al., 1995, faktoriální kriging; Goovaerts, 1992), metody spojitě

klasifikace (tzv. fuzzy metody), klasifikační a regresní stromy, umělé neuronové sítě, fraktálovou analýzu, metody analýzy obrazu apod. Jednotlivé metody zpracování dat jsou propojovány s geografickými informačními systémy (GIS).

Cílem tohoto příspěvku je nastínit některé směry vývoje pedometrických metod, přiblížit možnosti použití doplňkových údajů v pedologii a na příkladech předvést praktickou aplikaci vybraných metod.

Půda jako matematický model

Pojímání půdy ve formě matematického modelu vychází z rovnice Jennyho (1941), která formulovala vývoj půdy jako výsledek (funkci) působení půdotvorných faktorů a podmínek:

$$S = f(cl, o, r, p, t)$$

kde S je půda (*soil*), cl klima (*climat*), o organismy (včetně člověka), r reliéf, p mateční hornina (*parent rock*) a t čas (*time*). Na tuto rovnici navázali McBratney et al. (2003) svým modelem, který ale už není modelem vývoje půdy, ale empirickým kvantitativním popisem vztahů mezi půdou a jinými prostorově určenými faktory, a jehož cílem je prostorová predikce půdy:

$$S = f(s, c, o, r, p, a, n)$$

Podle použitých faktorů byl tento obecný predikční model označen *scorpan*. Půda (S), jako půdní klasifikační jednotka nebo jako hodnota nějaké půdní charakteristiky, je zde funkcí jiné půdní charakteristiky nebo zařazení půdy (s), klimatu (c), organismů včetně lidské činnosti (o), reliéfu (r), mateční horniny (p), stáří půdy (*age*, a) a polohy v prostoru (n). Navíc oproti Jennyho modelu je zde tedy půda jako faktor (s), což znamená, že na základě některých půdních charakteristik lze odhadovat jiné nebo lze půdy klasifikovat; obecný model *scorpan* tak může zahrnovat i pedotransferové funkce a pravidla. Dále je zde navíc vymezení polohy v prostoru (n), tzn. že půda v každém místě je mj. funkcí polohy. Ne vždy ale musí model obsahovat všech 7 faktorů, mohou být zahrnuty jen některé z nich.

V souvislosti s tímto modelem vyvstávají pro pedometriku dva okruhy problémů k řešení: prvním je výběr vhodných údajů o jednotlivých faktorech, druhým je hledání matematických vztahů mezi těmito údaji jako vstupními hodnotami modelu a cílovými půdními údaji jako výstupem.

Zdroje údajů pro půdní modely

Základním zdrojem informací o půdě je samozřejmě půdní průzkum. Vzhledem k jeho náročnosti a nákladnosti a pracnosti analytického zpracování půdních vzorků se ale hledají další, snáze dostupné zdroje informací. Přitom se nemusí jednat o přímé údaje o půdě, ale i o údaje nepřímé o jiných složkách (faktorech) modelu *scorpan* (McBratney et al., 2003).

Údaje o půdě (s)

Vedle výsledků tradičního půdního průzkumu (terénní průzkum, popis profilu, odběr a analýza půdních vzorků) a využití tradičních půdních map se v posledních letech zaměřuje výzkum i na další zdroje informací, jako jsou různé senzory (např. elektrické vodivosti) a údaje DPZ. Baumgardner et al. (1985, in Frazier et al., 1997) uvádějí přehled půdních faktorů, které ovlivňují spektrální projev půdního povrchu a projevují se tak v datech získaných DPZ: půdní struktura, obsahy oxidů železa, půdní vlhkost, nerovnost půdního povrchu, obsah půdní organické hmoty, zrnitost a skeletovitost a vyšší obsah uhličitánů. Problémem je získání snímků povrchu nezakrytého porostem a oblačností. Slibně se v tomto směru jeví použití radiových vln a přirozeného gamma záření, ve kterých se mohou projevit i znaky zakryté porostem nebo hlubší vrstvy půdy. DPZ lze ale rovněž využít nepřímo pro charakteristiku porostu či klimatu jako vstupu modelů *scorpan*.

Údaje o klimatu (c)

Klima může být popsáno na základě dlouhodobých měření, bilancí, s pomocí meteorologických modelů a modelů klimatu, či z údajů DPZ (McBratney et al., 2003). Využit lze i DMT např. pro posouzení míry slunečního záření v daném místě.

Údaje o organismech a lidské činnosti (o)

V popisu vegetačního pokryvu se s úspěchem používají údaje DPZ při vymezení způsobů využívání půd (v ČR např. Vyorálková, 2002), v charakteristice lesních porostů (Tewari, 2003) apod. Jiným příkladem je využití výnosových map v precizním zemědělství (Stafford et al., 1996). Vliv lidské činnosti může být popsán na základě historických záznamů apod.

Údaje o reliéfu (r)

Hlavním zdrojem ukazatelů terénu jsou digitální modely terénu (nebo digitální modely území), ať již vytvořené digitalizací vrstevnicových map (u nás Základní báze geografických dat ZABAGED, ČÚZK) nebo získané zpracováním snímků DPZ. Používá se celá řada ukazatelů, od těch nejjednodušších, jako je nadmořská výška, svažítost a expozice, až po složitější, jako je velikost sběrné plochy apod., které umožňují např. odhadovat potenciální míru zamokření (Wilson a Gallant, 2000). Možnosti využití digitálního modelu terénu pro predikci půdních vlastností ukázali např. Odeh et al. (1994, 1995), či Lagacherie a Voltz (2000). DMT může napomoci mj. k vymezení aluviálních území (Dobos et al., 2000, Kozák, 2004).

Údaje o matečných horninách (p)

Hlavním zdrojem informací jsou geologické mapy, které ale mohou být doplněny geomorfologickými modely, modely zvětrávání apod. Rovněž mohou být využity některé údaje DPZ zachycující podpovrchové vrstvy (McBratney et al., 2003).

Údaje o stáří půdy (a)

Zjištění přesných údajů o stáří půdy je obtížné, zpravidla se vychází ze stratigrafie. Dále lze využít isotopové datování a v historicky zemědělsky využívaných oblastech údaje archeologů.

Údaje o poloze (n)

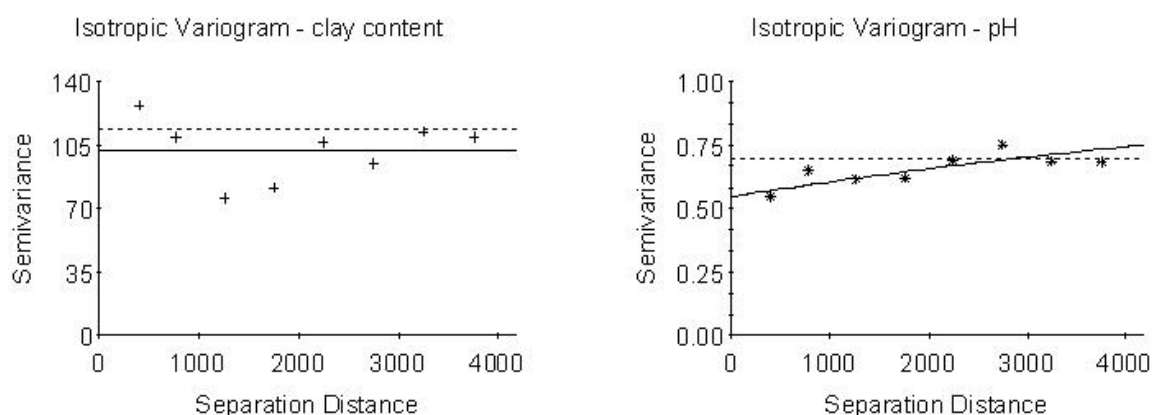
Určení polohy je dnes s využitím GPS již poměrně jednoduché a přesné.

Geostatistické metody

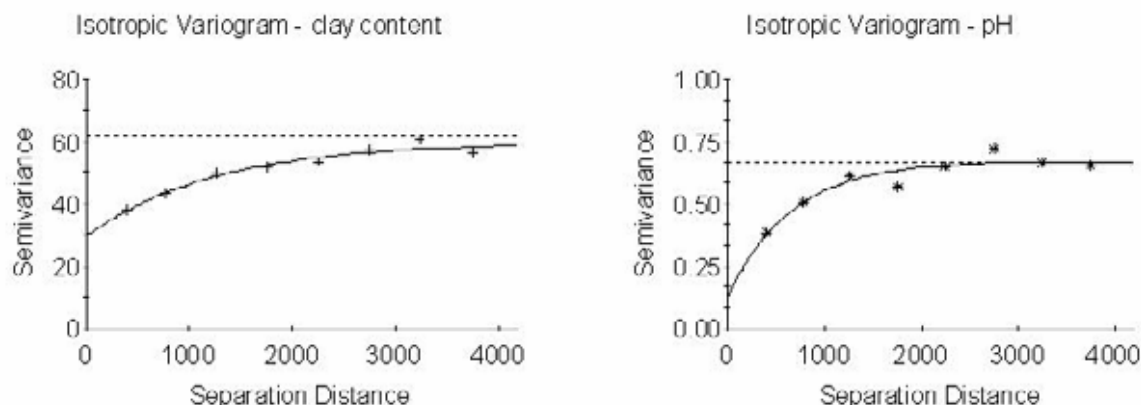
Geostatistika představuje soubor metod pro analýzu a popis prostorových vztahů a závislostí a pro prostorový odhad. Je to aplikace teorie prostorové závislé proměnné. Jejími hlavními nástroji jsou variogram pro popis prostorové závislosti a kriging jako interpolační metoda (např. Isaaks a Srivastava, 1989, Goovaerts, 1997, Webster a Oliver, 2001, aj.).

Aplikace geostatistiky na údaje KPP okresu Tábor (Penížek a Borůvka, 2004)

Použití krigingu je podmíněno existencí prostorové závislosti. Při zpracování údajů 257 výběrových sond Komplexního průzkumu zemědělských půd (KPP) části okresu Tábor byl ale ve variogramech zjištěn vysoký podíl zbytkového (prostorově nezávislého) rozptylu (Obr. 1). Výrazné zlepšení nepřineslo ani odstranění „azonálních“ půd, tj. fluvizemí a glejů, navíc tento krok znamenal velkou ztrátu informací (83 sond). Při podrobném zkoumání semivariance bylo zjištěno, že její vysoké hodnoty při krátkých vzdálenostech jsou způsobeny několika málo výrazně odlišnými sondami. Po odstranění těchto 14 sond ze souboru se výrazně snížil podíl zbytkového rozptylu (Obr. 2). Při malé ztrátě informací se tak podařilo zjistit poměrně dobrou prostorovou závislost, kterou je možné využít v krigingu.



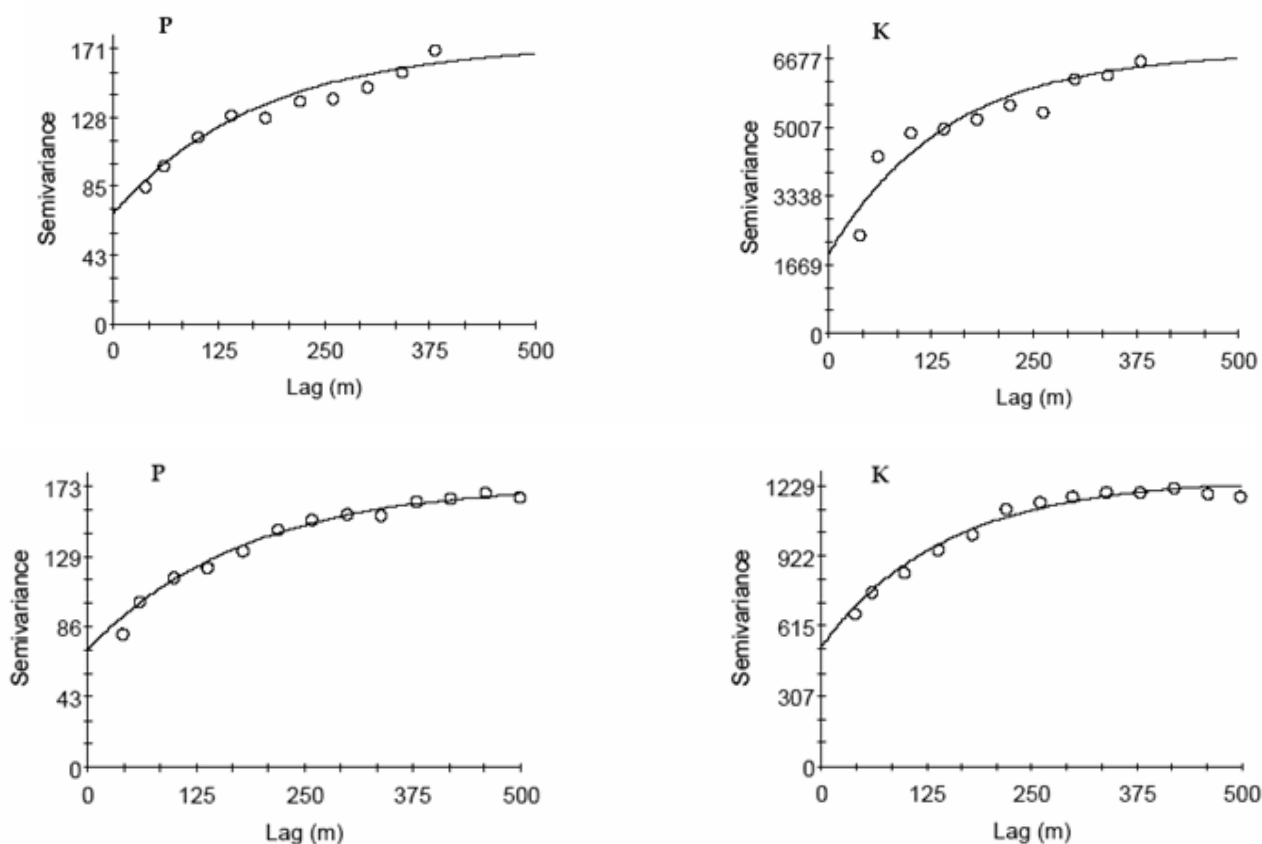
Obr. 1. Variogramy obsahu jílnatých částic (vlevo) a půdní reakce v orniční vrstvě půdy počítané z celého souboru 257 sond



Obr. 2. Variogramy obsahu jílnatých částic (vlevo) a půdní reakce počítané ze souboru po odstranění 14 extrémních sond

Aplikace geostatistiky v precizním zemědělství (Brodský et al., 2004)

Často diskutovaným problémem v geostatistice je velké množství údajů potřebných pro získání spolehlivého krigingového odhadu. McBratney a Pringle (1997, 1999) se zabývali možností vytvoření obecných variogramů půdních vlastností. Z tohoto hlediska byly porovnávány variogramy agrochemických vlastností půdy na dvou zemědělských pozemcích na Českobrodsku (Obr. 3).

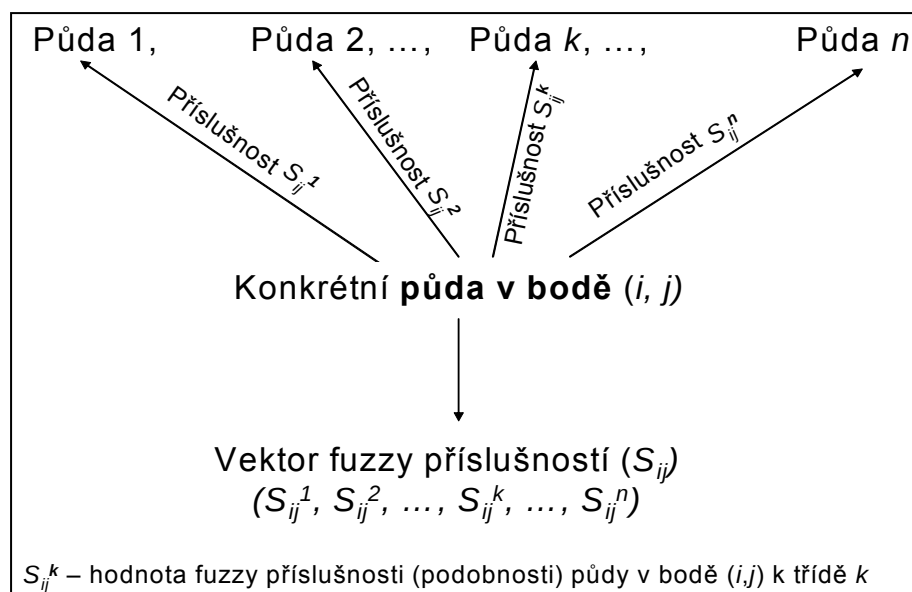


Obr. 3. Variogramy obsahu přístupného fosforu (vlevo) a draslíku (vpravo) na pozemcích v Klučově (nahore) a v Třebovli (dole)

Parametry variogramů obsahu přístupného P byly téměř shodné na obou pozemcích (zbytkový rozptyl 69 a 73, práh 170 a 174, rozsah 174 a 182 m). V případě K se hodnoty zbytkového rozptylu a prahu sice lišily, velikost rozsahu, která je rozhodující při interpolaci, se ale opět téměř nelišila (144 a 146 m). Tyto výsledky naznačují možnost zobecnění některých parametrů variogramů, které by umožnilo použití geostatistických metod při nižších požadavcích na odběr vzorků. V případě obsahu přístupného Mg a pH půdy se ale parametry variogramů mezi sledovanými pozemky lišily více.

Fuzzy metody

Fuzzy metody představují metody spojitě klasifikace, a to buď řízené, kdy se předem určí klasifikační jednotky, nebo neřízené, kdy jsou půdy roztrženy na základě vzájemné podobnosti či odlišnosti pomocí matematických postupů. Na rozdíl od tradiční klasifikace zde hranice mezi půdními jednotkami nejsou ostré. Každý bod získá určitou hodnotu příslušnosti (od 0 do 1) k dané třídě. Schematicky to znázorňuje Obr. 4. Pro každou třídu je pak nutno vytvořit mapu příslušností.

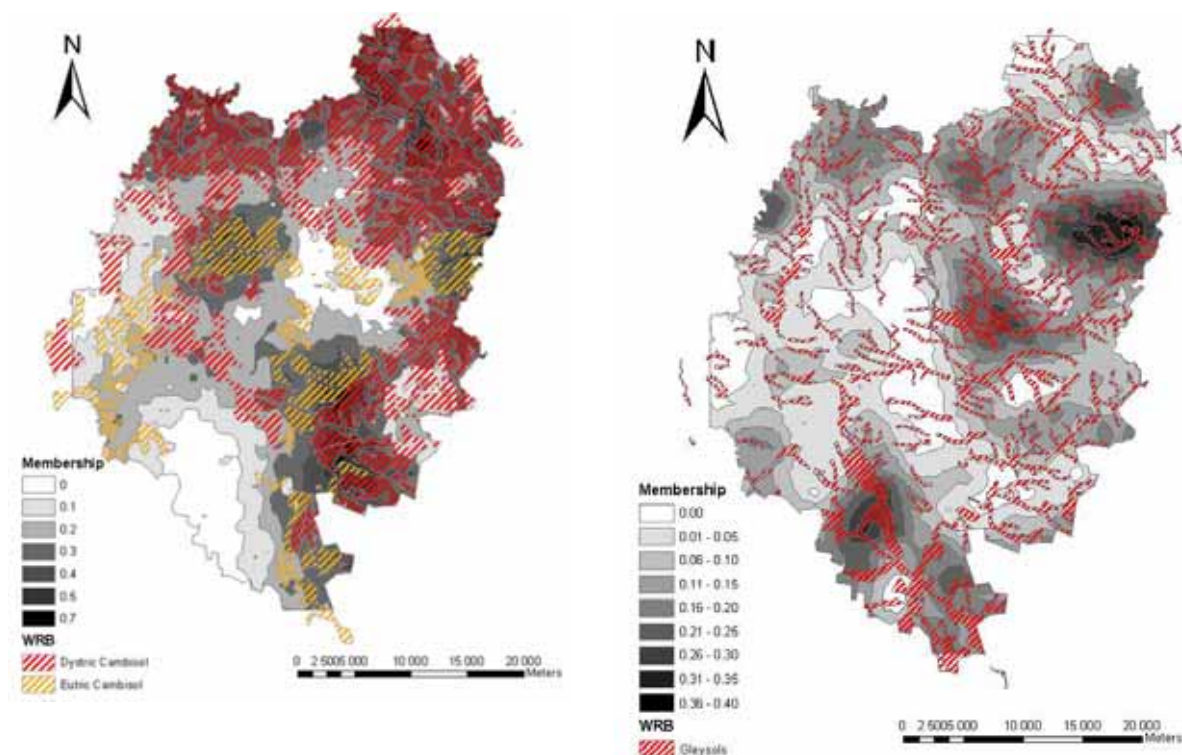


Obr. 4. Princip popisu půd pomocí vektorů fuzzy příslušností k jednotlivých skupinám půd (třídám, typům apod.) (upraveno podle Zhu, 2005)

Aplikace fuzzy metod na údaje KPP okresu Tábor (Borůvka et al., 2002)

Metoda neřízené fuzzy klasifikace metodou *fuzzy k-means with extragrades* (Minasny a McBratney, 2000) byla použita na údaje výběrových sond Komplexního průzkumu půd (KPP) okresu Tábor. Půdní charakteristiky samotné jako vstupní hodnoty neposkytly příliš dobré výsledky, lepších výsledků z hlediska přiblížení se tradiční klasifikaci půd poskytla míra projevu hlavních půdotvorných procesů a výskytu hlavních morfologických znaků půdních profilů. Bylo vytvořeno 6 tříd. Podle hodnot příslušností u jednotlivých

sond a podle jejich prostorového rozložení byla určena podobnost těchto tříd k půdním typům (HN, LU, GL, PG, 2 x KA). Fluvizemě patřily z důvodu jejich různorodosti ve většině případů mezi nezařazené. Obr. 5 srovnává hodnoty příslušnosti ke třídám blízkým kambizemím a glejům s mapovými údaji KPP. V případě KA je shoda poměrně dobrá. V případě GL došlo interpolací hodnot příslušností k určitému zkreslení ve srovnání s úzkými pruhy skutečného výskytu GL. Zde by, podobně jako v případě FL, mohlo napomoci využití údajů terénu pro přesnější vymezení niv.



Obr. 5. Mapy fuzzy příslušnosti půd ke třídám odpovídajícím kambizemím (vlevo) a glejům (vpravo) vyjádřené stupni šedé; šrafované je vyznačeno skutečné rozložení půd podle map KPP

Umělé neuronové sítě (UNS)

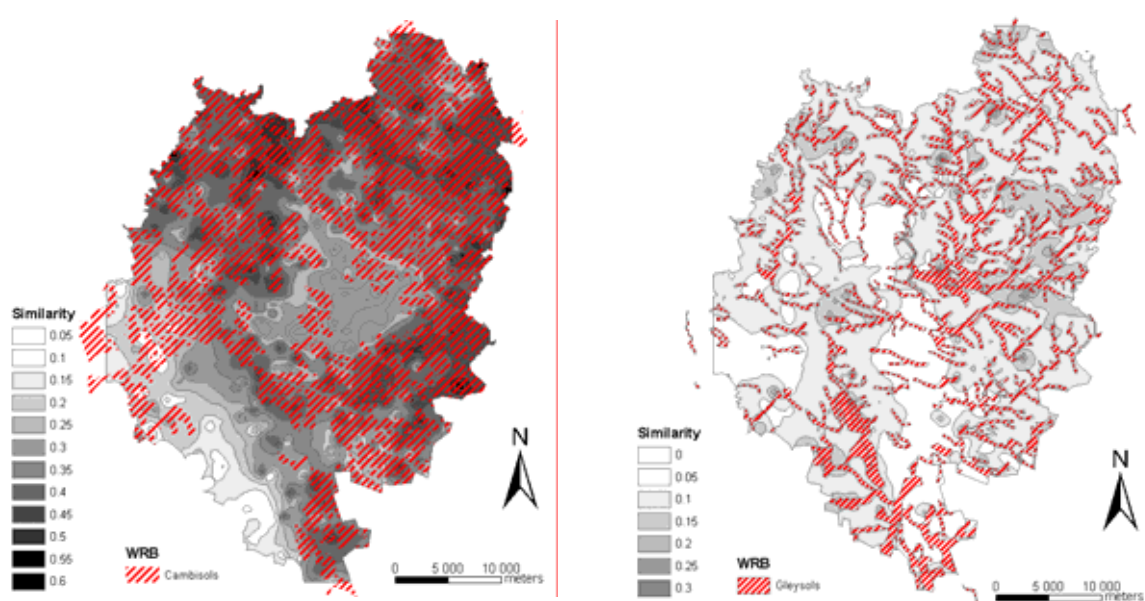
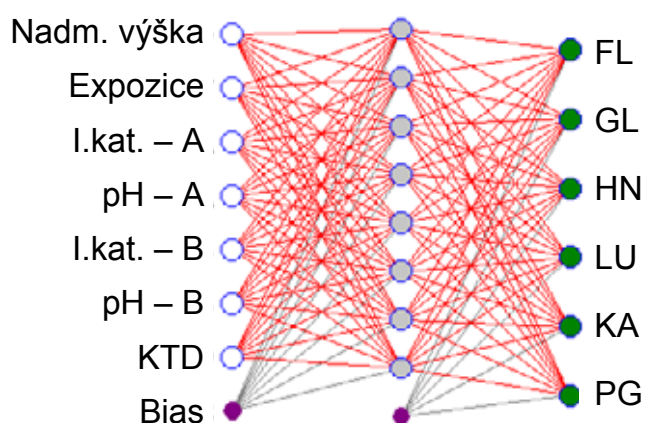
Široké možnosti pro prostorové predikce i pro numerickou klasifikaci nabízí metoda umělých neuronových sítí, která vkládá mezi vstupní a výstupní údaje jednu nebo několik vrstev mezičlánků, tzv. neuronů (Obr. 6), takže není nutné, aby mezi vstupními hodnotami a výstupy existoval lineární vztah (Yang et al., 1997, Patel et al., 2002, Zhu, 2000). Cílem metody je vytvořit model popisující systém, přičemž není předem dána struktura modelu. Sítě jsou „trénovány“ tak, aby určitá kombinace vstupních hodnot vedla k určitému výstupu.

Využití UNS pro predikci půdních typů (Borůvka a Penížek, 2004)

Metoda UNS byla aplikována opět na údaje KPP okresu Tábor s cílem ověřit její možnosti v predikci půdních typů. S pomocí programu NeuroPath v. 1.2 (Minasny a McBratney, 2002) byl vytvořen model UNS s jednou

mezivrstvou neuronů (Obr. 6); jako vstupní údaje byly použity obsahy I. zrnitostní kategorie a pH v ornici a v podorniči, doplněné o údaje terénu – nadmořskou výšku a expozici. Model poměrně dobře predikoval hnědozemě a kambizemě. V případě fluvizemí a glejů byla shoda se skutečnými půdními typy u jednotlivých profilů poměrně dobrá, při interpolaci ale opět došlo ke zkreslení prostorového rozložení (Obr. 7). Horší výsledky predikce byly získány u luvizemí, protože použité vstupní charakteristiky nejsou pro ně zřejmě dostatečně určující. Větší využití budou zřejmě mít UNS v predikci jednotlivých půdních charakteristik.

Obr. 6. Schéma struktury modelu neuronové sítě s jednou vrstvou neuronů pro predikci půdních typů na základě pH a obsahu I. zrnitostní kategorie v ornici a v podorniči, koeficientu texturní diferenciacce, nadmořské výšky a expozice



Obr. 7. Mapy podobnosti půd ke kambizemím (vlevo) a glejům (vpravo) vyjádřené stupni šedé podle modelu UNS; šrafované je vyznačeno skutečné rozložení půd podle map KPP

Závěr

Pedometrické metody nabízejí široké možnosti pro zpracování pedologických dat, nesmějí ale být samoučelné a neměly by se ale oddělovat od tradičních postupů půdního průzkumu. Naopak by se tyto dva směry měly

vzájemně doplňovat a obohacovat. Jak tvrdí Walter et al. (2004), „hlavním úkolem půdního průzkumu je v současné době výchova nové generace odborníků, kteří budou schopni pracovat v terénu a současně budou ovládat moderní metody prostorové analýzy“. Šíře řešených problémů a používaných metod je ale již taková, že je naprosto nezbytná práce v týmech, ve kterých budou zastoupeni specialisté z různých oborů.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen grantem GAČR č. 526/02/1516.

Citovaná literatura

- Borůvka, L., Kozák, J., Němeček, J., Penížek, V. (2002): New approaches to the exploitation of former soil survey data. Paper No. 1692. 17th Congress of Soil Science, Bangkok.
- Borůvka, L., Penížek, V. (2004): Application of artificial neural networks on traditional soil survey data. Global Workshop on Digital Soil Mapping, Montpellier, 2004.
- Brodský L., Vaněk V., Borůvka L., Száková J. (2004): Consistency of spatial dependence of soil chemical properties in two fields: A geostatistical study. *Plant, Soil Environ.*, 50: 507-512.
- Dobos, E., Micheli, E., Baumgardner, M.F., Biehl, L., Helt, T. (2000): Use of combined digital elevation model and satellite radiometric data for regional soil mapping. *Geoderma*, 97: 367–391
- Frazier, B. E., Walters, C. S., Perry, E. M. (1997): Role of remote sensing in site-specific management. In: Pierce F. J., Sadler E. J. (eds.): *The State of Site-Specific Management for Agriculture*. ASA, CSSA, and SSSA, 677. 8: pp. 149-181.
- Goovaerts, P. (1992): Factorial kriging analysis: a useful tool for exploring the structure of multivariate spatial soil information. *J. Soil Sci.* 43: 597-619.
- Goovaerts, P. (1997): *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford University Press, New York.
- Heuvelink, G. (2003): The definition of pedometrics. *Pedometron*, 15: 11-12 (dostupné na: <www.pedometrics.org>).
- Isaaks, E.H., Srivastava, R.M. (1989): *Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York.
- Jenny, H. (1941): *Factors of Soil Formation, A System of Quantitative Pedology*. McGraw-Hill, New York.
- Kozák, J., Přidal, M., Němeček, K. (2004): Upřesnění rozlohy fluvisolů na digitálních mapách - možná řešení. Sborník z konference Pedologické dny 2004, Roztoky u Křivokláta, 115-125.
- Lagacherie, P., Voltz, M. (2000): Predicting soil properties over a region using information from a mapped reference area and digital elevation data: a conditional probability approach. *Geoderma*, 97: 187-208.
- McBratney, A.B., Pringle, M.J. (1997): Spatial variability in soil: implications for precision agriculture. In: Stafford, J.V.: *Precision Agriculture*. BIOS Scientific Publishers, Oxford: 3-31.
- McBratney, A.B., Pringle, M.J. (1999): Estimating average and proportional variograms of soil properties and their potential use in precision agriculture. *Prec. Agric.*, 1: 125-152.

- McBratney, A.B., Odeh, I.O.A., Bishop, T.F.A., Dunbar, M.S., Shatar, T.M. (2000): An overview of pedometric techniques for use in soil survey. *Geoderma*, 97: 293–327.
- McBratney, A.B., Minasny, B., Cattle, S.R., Vervoort, R.W. (2002): From pedotransfer functions to soil inference systems. *Geoderma*, 109: 41– 73..
- McBratney, A.B., Mendonca Santos, M.L., Minasny, B. (2003): On digital soil mapping. *Geoderma*, 117: 3-52.
- Minasny, B., McBratney, A.B. (2000): FuzME version 2.1. Australian Centre for Precision Agriculture, The University of Sydney, NSW 2006. (<http://www.usyd.edu.au/su/agric/acpa>).
- Minasny, B., McBratney, A.B. (2002): Neuropack. Neural Networks Package for Fitting Pedotransfer Functions. A user's guide. Australian Centre for Precision Agriculture, Sydney.
- Odeh, I.O.A., McBratney, A.B., Chittleborough, D.J. (1994): Spatial prediction of soil properties from landform attributes derived from a digital elevation model. *Geoderma*, 63: 197-214.
- Odeh, I.O.A., McBratney, A.B., Chittleborough, D.J. (1995): Further results on prediction of soil properties from terrain attributes: heterotopic cokriging and regression-kriging. *Geoderma*, 67: 215-226.
- Patel, R.M., Prasher, S.O., Goel, P.K., Bassi, R. (2002): Soil salinity prediction using artificial neural networks. *J. Am. Water Res. Assoc.*, 38: 91-100.
- Penížek, V., Borůvka, L. (2004): Processing of conventional soil survey data using geostatistical methods. *Plant, Soil Environ.*, 50: 352-357.
- Stafford, J.V., Ambler, B., Lark, R.M., Catt, J. (1996): Mapping and interpreting the yield variation in cereal crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 14: 101–119.
- Tewari, S. (2003): Application of remote sensing techniques and geographical information system (GIS) for analyzing the effects of the different management interventions on Dyje-Morava floodplain, Czech Republic. Ph.D. thesis. MZLU, Brno.
- Vyorálková, I. (2002): Zpracování snímků DPZ neuronovými sítěmi. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha.
- Walter, C., Lagacherie, P., Follain, S. (2004): Integrating pedological knowledge into soil digital mapping. Global Workshop on Digital Soil Mapping, Montpellier, September 14-17, 2004: 21 pp.
- Webster, R. (1994): The development of pedometrics. *Geoderma*, 62: 1-15.
- Webster R., Oliver M.A. (2000): *Geostatistics for Environmental Scientists*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Wilson J.P., Gallant J.C. (eds.) (2000): *Terrain Analysis: Principles and Applications*. John Wiley and Sons, New York.
- Yang, C.C., Prasher, S.O., Sreekanth, S., Patni, N.K., Masse, L. (1997): An artificial neural network model for simulating pesticide concentrations in soil. *Trans. ASAE*, 40: 1285-1294.
- Zhu, A.X. (2000): Mapping soil landscape as spatial continua: The neural network approach. *Water Res. Res.*, 36: 663-677.
- Zhu, A.X. (2005): Fuzzy logic models. In: Grunwald, S., Collins, M. (eds.): *Environmental Soil-Landscape Modeling*. Marcel Dekker Publ., New York (v tisku).

THE AFFECT OF PREFERENTIAL FLOW ON CHLOROTOLURON TRANSPORT IN THE SOIL PROFILE

**Radka Kodešová¹, Martin Kočárek¹, Josef Kozák¹, Jiří Šimůnek²,
Ondřej Drábek¹, Karel Němeček¹, Oldřich Vacek¹**

¹*Department of Soil Science and Geology, Czech University of Agriculture in Prague,
Kamýcká 129, 16521 Prague 6, Czech Republic,*

*email: kodesova@af.czu.cz, kocarek@af.czu.cz, kozak@af.czu.cz, drabek@af.czu.cz,
nemecekk@af.czu.cz, vacek@af.czu.cz*

²*Department of Environmental Sciences, University of California, Riverside, CA 92521, USA,
email: jiri.simunek@ucr.edu*

Abstract

The transport of chlorotoluron in the soil profile under field conditions was studied. Preferential flow occurred during the experiments is documented. Such a type of soil property variability must be described using special numerical model. The single and dual-permeability model in HYDRUS-1D is used for the herbicide transport simulation. Dual-permeability model significantly improved solution.

Introduction

Soil and groundwater contamination by pesticides from agricultural activities is a worldwide environmental problem. The pesticide and other contaminant concentrations can be monitored. However such monitoring is quite expensive and time consuming. Various simulation models have been developed for assessment of groundwater vulnerability to contamination, resource management, and design of monitoring programs. The BPS model (Kozák and Vacek, 1996) and the HYDRUS-1D (Šimůnek et al., 1998) have been recently developed among others to simulate water movement and solute transport. The chlorotoluron transport in several soil types of the Czech Republic was studied experimentally and described with BPS code (Kočárek et al., 2003, 2004 - this issue). HYDRUS-1D was used to simulate chlorotoluron transport that was experimentally studied in chernozem (Kodešová et al., 2004). Both models can describe approximately chlorotoluron behavior in soil profiles. However simulated and observed herbicide distributions have different characters that are probably caused by the preferential flow of water and solute in the soil profile, and by variability of the transport parameters. In addition some transport properties obtained under laboratory and field condition may be different. Streck et al. (1995) presented apparent inconsistency between the laboratory sorption isotherm and field lysimeter experimental data. Poletika et al. (1995) used linear

and nonlinear one- and two-stage sorptions models to fit the sorption and desorption isotherm. Kamra et al. (2001) studied pesticides transport in small soil columns applying non-equilibrium two-region/mobile-immobile model. Flury et al. (1995) investigated preferential flow in the field. Studied herbicide was in this study only partly sorbed by soil matrix. A fraction of chemicals was transported with or without minor adsorption along cracks or fissures. Jorgensen et al. (2002) experimentally studied pesticides transport through preferential paths. For numerical simulation they used code FRAC3Dvs (Therrien and Sudicky, 1996) that simulated water and solute flow in fractured soil porous system. Gerke and van Genuchten (1993, 1996) proposed the dual-permeability model that solves flow equation in matrix and fracture pore system.

Here we discuss probable reasons of preferential flow occurred during the experiments presented in Kočárek et al. (2004 – this issue). To evaluate preferential flow the chlorotoluron transport in the soil profile were simulated using the single pore system model and using dual-permeability model (Gerke and van Genuchten, 1993, 1996) in HYDRUS-1D for experimental field data presented in Kodešová et al. (2004).

Field experiment

The transport of chlorotoluron in the soil profile under field conditions was studied at several experimental fields. Tests were performed in 1997, 2003 and 2004. Here we show only some results from 1997 (Tišice). Kočárek et al. (2004 – this issue) presents results from 2004 (Kostelec nad Orlicí, Hněvčovice, Vysoké nad Jizerou, Humpolec, Čáslav). Syncuran, containing 80% of active ingredient (chlorotoluron), was applied on a 4 m² plot at an application rate of 2.5 kg/ha of active ingredient. One liter of Syncuran solution (1.25 g/liter, e.g. 1 g/liter of chlorotoluron) was applied on the soil surface followed by irrigation with two liters of fresh water. Soil samples at different depths were taken to study the chlorotoluron distribution in the soil profile at different time steps after the application. The chlorotoluron concentrations in soil samples were determined in the laboratory using standard laboratory procedures utilizing HPLC. Undisturbed and disturbed soil samples were taken for determination of the basic physical, hydraulic and chemical properties of the soils.

Experimental appearance of the preferential flow

Chlorotoluron concentrations (expressed as total amount of solute per mass unit) in the soil profile are shown in Kočárek et al. (2004 – this issue). The herbicide almost did not move in both Luvisols (Albic Luvisol - Hněvčovice and Haplic Luvisol - Kostelec nad Orlicí). The solute transport in the other three soil profiles was influenced by preferential flow that probably occurs due to higher content of sand and gravel in Haplic Stagnosol – Vysoké nad Jizerou (clay 5%, silt 69%, sand 26%, gravel 32%) and Haplic Cambisol - Humpolec (clay 5%, silt 49%, sand 46%, gravel 6%). In the case of the Greyic Phaeozem – Čáslav, the

reason may be the volume changes (clay 21%, silt 66%, sand 13%, gravel 0%) and influence of living organisms. The saturated hydraulic conductivities in Greyic Phaeozem shows the highest variability ($2.8 \cdot 10^{-3} - 9.6 \cdot 10^{-6}$ cm/s). Such a soil property variability must be described using special numerical model.

In addition the effect of inter- and intra-aggregated pore system appeared when the distribution coefficient k_d determined using the pedotransfer function proposed by Kozák and Vacek (2000) were compared with the field adsorption isotherms. The reason for the difference between properties obtained with different methods may be the slow solute penetration into the soil aggregates and smaller active adsorption surface of aggregated soil particles. Interestingly, there is obvious relationship between estimated distribution coefficient and field adsorption parameters.

Numerical solution of the preferential flow

Chlorotoluron transport in the soil profile was simulated using the single pore system and using dual-permeability model (Gerke and van Genuchten, 1993, 1996) in HYDRUS-1D. In the case of the dual-permeability model, the Richards' equation is applied to each of two pore regions – matrix and fracture domain. The soil hydraulic properties are described using the van Genuchten (1980) equations for each domain. The soil hydraulic parameters for single pore system were: $h=0-25\text{cm} - \alpha=0.052 \text{ cm}^{-1}$, $n=1.22$, $\theta_r=0.082$, $\theta_s=0.398$, $K_s=52 \text{ cm/day}$, $h=25-60\text{cm} - \alpha=0.043 \text{ cm}^{-1}$, $n=1.27$, $\theta_r=0.092$, $\theta_s=0.407$, $K_s=186 \text{ cm/day}$. Parameters for dual pore system were: $h=0-25\text{cm} - \alpha=0.052$ and 0.07 cm^{-1} , $n=1.22$ and 3 , $\theta_r=0.082$ and 0 , $\theta_s=0.398$ and 0.45 , $K_s=10$ and 1000 cm/day , $h=25-60\text{cm} - \alpha=0.043$ and 0.06 cm^{-1} , $n=1.27$ and 3 , $\theta_r=0.092$ and 0 , $\theta_s=0.407$ and 0.45 , $K_s=55$ and 1000 cm/day for matrix and fracture pore system, respectively.

Similarly the governing solute transport equation is solved for both the fracture and matrix regions. Sorption parameters and degradation rate are assumed the same for both regions in this study. Parameters of the adsorption isotherm were: $k_F=3.48$ and $1.02 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$, $1/n_F = 0.632$ and 0.9 for top and bottom layer respectively. Herbicide degradation was assumed in water and solid. Degradation rates were 0.02 day^{-1} and 0.002 day^{-1} at the top and bottom layer, respectively.

The observed concentrations in the soil profile were expressed as total amounts of solute present in the soil per mass unit. Therefore the simulated amounts of solute present in soil water and adsorbed on the soil particles per mass unit were calculated to compare the measured and simulated chlorotoluron concentrations 119 days after the application (Fig. 1). The simulated chlorotoluron distribution in the soil profile for the single pore system has different character than observed chlorotoluron distribution. Simulated results did not show presence of the herbicide below the depth of 8 cm though the solute was observed below this depth. The simulated chlorotoluron distribution

in the soil profile for the dual pore system is closer to the observed chlorotoluron distribution. The solute passed the depth of 60 cm.

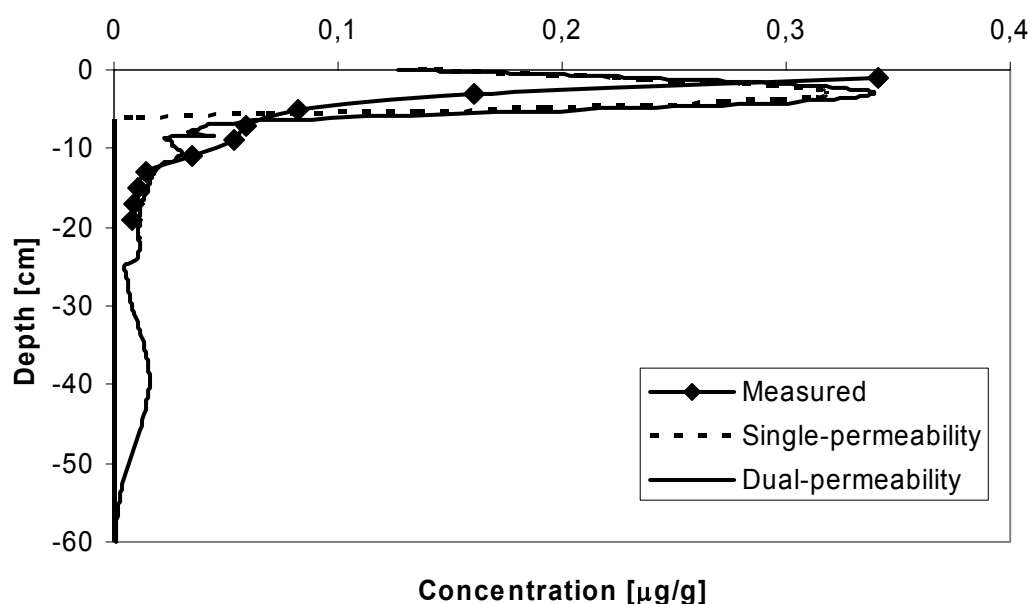


Figure 1. Measured and simulated residual chlorotoluron concentrations (expressed as total amount of solute per mass unit) in the soil profile 119 days after application.

Acknowledgement: This work has been supported by the grant MSM 412100004. The authors acknowledge V. Kuráž, J. Veselá for performing some of the laboratory tests and L. Adamková and Z. Biniová for helping with the field and laboratory work.

Reference

- Flury, M., Leuenberger, J., Studer, B., Fluhler, H. (1995): Transport of anions and herbicides in a loamy and sandy field soil, *Water Resources Research*, 31, 823-835.
- Gerke, H.H., van Genuchten, M.Th. (1993): A dual-porosity model for simulating the preferential movement of water and solutes in structured porous media. *Water Resour. Res.* 29, 305-319.
- Gerke, H.H., van Genuchten, M.Th. (1996): Macroscopic representation of structural geometry for simulating water and solute movement in dual-porosity media. *Adv. Water Resour.* 19, 343-357.
- Jorgensen, P.R., Hoffmann, M., Kistrup J.P., Bryde, C. (2002): Preferential flow and pesticide transport in a clay-rich till: Field, laboratory, and modeling analysis, *Water Resources Research*, 38, No. 11.
- Kamra, S.K., Lennartz, B., van Genuchten M.Th., Widmoser, P. (2001): Evaluating non-equilibrium solute transport in small soil columns, *J. Contam. Hydrol.*, 48, 189-212.

- Kočárek, M., Kozák, J., Vacek, O., Němeček, K., (2003): Mobilita chlortoluronu ve vybraných půdních typech ČR, Druhé podznanalecké dni v SR, eds. Sobocká, J., Jambor, P., VÚPOP a SPS, Bratislava, ISBN 80-89128-06-8, Proceedings CD, 251-257.
- Kočárek, M., Kodešová, R., Kozák, J., Drábek, O., Vacek, O., Němeček, K., (2004): Vliv vybraných půdních typů na mobilitu chlorotoluronu v půdě, (this issue).
- Kodešová, R., Kozák, J., Vacek, O., (2004): Field and numerical study of chlorotoluron transport in the soil profile, Plant, Soil and Environment, 50 (8), 333-228.
- Kozák, J., Vacek, O. (1996): The mathematical model (BPS) for prediction of pesticide behaviour in soil. Rostl. Výr., 42 (12): 69-76.
- Poletika, N.N., Jury, W.A., Yates, M.V. (1995): Transport of bromide, simazine, and MS-2 coliphage in a lysimeter containing undisturbed, unsaturated soil, Water Resources Research, 31, 801-810.
- Strech, T., Poletika, N.N., Jury, W.A., Farmer, W.J. (1995): Description of simazine transport with rate-limited, two-stage, linear and nonlinear sorption, Water Resources Research, 31, 811-822.
- Šimůnek, J., Šejna, M., van Genuchten, M. Th. (1998): The HYDRUS-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat and multiple solutes in variably-saturated media. Versiopl 2.0. IGWMC-TPS-53. International Ground Water Modeling Center, Colorado. School of Mines, Golden, CO.
- Therrier, R., Sudicky, E.A. (1996): Three-dimensional analysis of variably-saturated flow and solute transport in discretely-fractured porous media, J. Contam. Hydrol., 23(1-2), 1-44.
- van Genuchten, M. Th. (1980): A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 892-898.

VĚTRNÁ EROZE V PODMÍNKÁCH ZMĚNY KLIMATU

Jana Dufková

*Ústav aplikované a krajinné ekologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně,
Zemědělská 1, 613 00 Brno, janadufkova@email.cz*

Úvod

Na vznik větrné eroze mají vliv dva základní faktory – faktory meteorologické (rychlost větru, doba jeho trvání a četnost výskytu) a faktory půdní (struktura půdy a vlhkost půdy). Vlhkost půdy je určena množstvím a rozdělením ovzdušných srážek a ovlivněna teplotou, vlhkostí ovzduší a větrem, jež určují evapotranspiraci a tím i úbytek půdní vlhkosti. Větrná eroze je tedy ve výsledku závislá na třech hlavních klimatických prvcích – větru, ovzdušných srážkách a teplotě vzduchu. Vliv klimatických podmínek na intenzitu a rozšíření větrné eroze nejlépe vystihuje rovnice zahrnující v sobě všechny tři uvedené klimatické prvky. Tuto rovnici nazval Chepil et al. (1962) erozně klimatický faktor C. Erozně klimatický faktor tak vyjadřuje vliv průměrné vlhkosti půdního povrchu a průměrné rychlosti větru na průměrnou erodovatelnost půdy větrem.

Materiál a metody

Vliv klimatických podmínek na intenzitu a rozšíření větrné eroze byl posuzován na území jižní Moravy. K tomuto účelu bylo vybráno 16 klimatologických stanic a to na základě dostupnosti požadovaných dat, jejich dostatečné reprezentativnosti, homogenity a polohy stanice.

K analýzám klimatických údajů bylo potřeba vytvořit databázi klimatických prvků (rychlost větru, atmosférické srážky a teplota vzduchu) za období 1961 až 2003. Klimatické údaje byly následně vyhodnoceny, a to zvlášť pro období 1961–2003, 1961–1990, 1991–2000 a 1971–2000.

Modifikace klimatických dat ovlivňujících větrnou erozi, tzn. rychlosti větru, množství srážek a teploty vzduchu, byla provedena pomocí dvou modelů – ECHAM4 a HadCM2 (Kalvová et al., 2002) s různou klimatickou citlivostí a s různými scénáři emisí. Celkem tedy byly použity čtyři scénáře změny klimatu – čtyři varianty budoucího vývoje klimatu do roku 2050. Jako referenční období bylo vzato normálové období 1961–1990.

Navržené scénáře změny klimatu byly aplikovány na staniční data 16 vybraných meteorologických stanic a výsledky porovnány s měsíčními průměry za standardní klimatologické období 1961–1990. Získané výsledky byly analyzovány s ohledem na rozdíly mezi naměřenými údaji a jednotlivými scénáři pro hodnocené klimatologické prvky za uvedené období.

Následně byl vypočten erozně klimatický faktor, a to jak z dat klimatu současného, tak i z dat klimatu pozměněného (klimatickými scénáři).

Výsledky a diskuse

Trend rychlosti větru nelze na území ČR jako celku prokázat, přesto v časových řadách rychlostí větru většiny stanic ve všech sledovaných obdobích lze najít statisticky významné trendy, hlavně záporné (rychlost větru klesala). Použité klimatické scénáře předpokládají největší odchylky průměrné denní rychlosti větru v chladné části roku, kdy však k negativním účinkům větrné eroze kvůli zamrznuté půdě nedochází, a potom v létě, kdy je půda většinou kryta vegetací. V ostatních měsících roku je předpokládaná změna nevýrazná. V celkovém hodnocení lze do budoucna očekávat, že rychlost větru se nezmění a pokud i ostatní faktory ovlivňující větrnou erozi zůstanou na stejné úrovni, neměla by se zvýšit náchylnost půdy k větrné erozi.

Atmosférické srážky u většiny z posuzovaných stanic zaznamenávají za celkové sledované období 1961 až 2003 klesající trend. Hodnotíme-li však pouze normálové období 1971 až 2000 či poslední dekádu (1991–2000), trend průměrných ročních úhrnů srážek u všech sledovaných stanic roste. Podle scénářů klimatické změny roční úhrny srážek nepatrně klesnou nebo zůstanou na stejné úrovni jako v současnosti. Výrazné však jsou, ať již pozorované či scénářem predikované změny v ročním chodu srážek. A právě tyto změny by mohly mít zásadní negativní vliv na ohroženost půdy větrnou erozí, především v jarním období.

Všechny klimatické scénáře udávají ve všech měsících roku zvýšení průměrné teploty vzduchu. Toto zvýšení potvrzuje i rostoucí lineární trend průměrných měsíčních teplot vzduchu za sledované období 1961 až 2003 u všech analyzovaných klimatologických stanic. Teplota vzduchu ovlivňuje evapotranspiraci a tím i vlhkost půdy. Obecně lze konstatovat, že čím nižší je vlhkost půdy, tím větší je její náchylnost k větrné erozi. Je tedy zřejmé, že dopad očekávané klimatické změny se projeví na výrazném rozšíření půd ohrožených větrnou erozí.

Hodnoty erozně klimatického faktoru během sledovaného období 1961 až 2003 rostou, což teoreticky znamená zvýšení potenciální ohroženosti půdy větrnou erozí. Rostoucí trend je nejvíce patrný u stanic v teplých, suchých oblastech. Také scénáře klimatické změny predikují zvýšení hodnot erozně klimatického faktoru.

Závěr

Klimatické podmínky mají zásadní vliv na intenzitu a rozšíření větrné eroze zvláště v suchých oblastech jižní Moravy. Negativní dopady klimatické změny se tak projeví nejdříve v této lokalitě. Proto alespoň z počátku budou oblasti vlhčí, s vyšší nadmořskou výškou ušetřeny nežádoucím účinkům oteplování. Do budoucna se však musí počítat s tím, že dojde k ohrožení půd větrnou erozí i v územích, kde by se její výskyt původně nepředpokládal, nebo alespoň ne v takové míře.

Poděkování

Výsledky této práce jsou součástí výzkumného záměru MSM 432100001, který řeší Agronomická fakulta MZLU v Brně. V práci jsou částečně shrnuty i výsledky z řešení projektů, NAZV č. QF3100 a NAZV č. 1R44027.

Literatura

- CHEPIL, W. S., SIDDOWAY, F. H., ARMBRUST, D. V., (1962): Climatic factor for estimating wind erodibility of farm fields. *Journal of Soil and Water Conservation*, No. 1, p. 162–165.
- KALVOVÁ, J., KAŠPÁREK, L., JANOUŠ, D., ŽALUD, Z., KAZMAROVÁ, H., (2002): Scénáře změny klimatu na území České republiky a odhady dopadů klimatické změny na hydrologický režim, sektor zemědělství, sektor lesního hospodářství a na lidské zdraví v ČR. *Národní klimatický program ČR*, sv. 32, 151 s. ISBN 80-85813-91-2, ISSN 1210-7565.

VLIV VYBRANÝCH PŮDNÍCH TYPŮ NA MOBILITU CHLORTOLURONU V PŮDĚ

Martin Kočárek, Radka Kodešová, Josef Kozák, Ondřej Drábek, Oldřich Vacek, Karel Němeček

Katedra pedologie a geologie, Česká zemědělská universita v Praze, Kamýcká 129, Praha 6 Suchdol, Kocarek@af.czu.cz, Kodesova@af.czu.cz, Kozak@af.czu.cz, Drabek@af.czu.cz

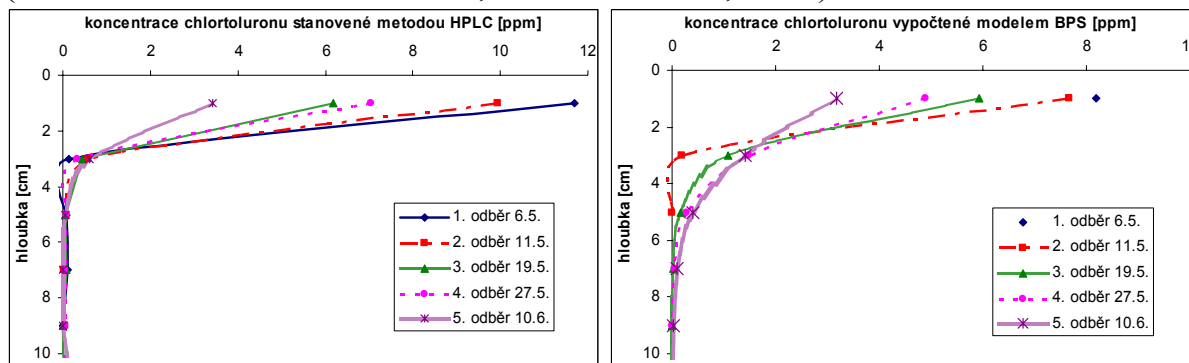
Metodický postup

Na pěti pokusných stanicích VÚRV v různých lokalitách ČR byl na plochy 2 x 2 m aplikován 1 g chlortoluronu, což odpovídá dávce 2,5 kg Syncuranu na hektar. Po aplikaci pesticidu byla pokusná plocha postříkána 2 l vody. Tím bylo docíleno smytí pesticidů z rostlin a jeho následné zapravení do půdy.

Ve stanovených termínech (5, 13, 21 a 35 dní po aplikaci) byly odebrány vzorky půdy po dvou cm půdního profilu. Pro výpočet polní adsorpční isotermy byla stanovena koncentrace pesticidu v půdním roztoku. Vzorky byly také použity pro stanovení koncentrace pesticidů v půdě (Janků, 1994). Pro vlastní stanovení byla použita metoda HPLC.

Výsledky

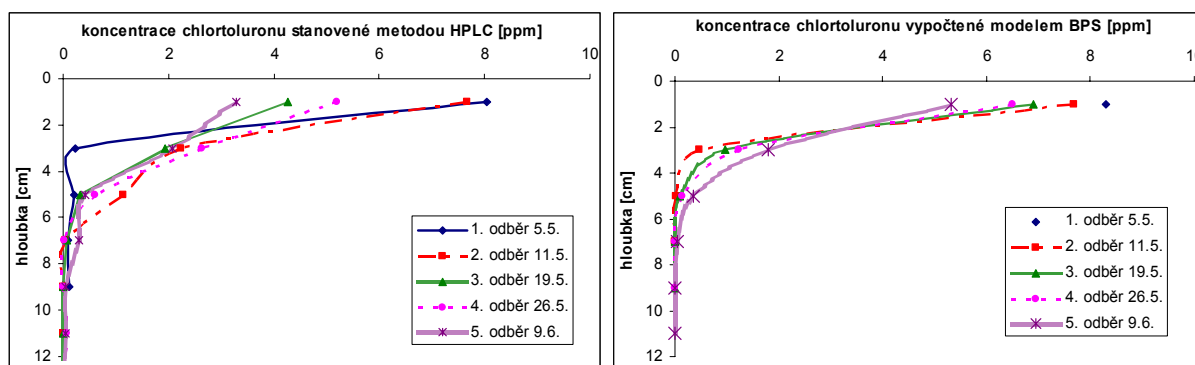
Obr. 1 až 8 znázorňují koncentrace chlortoluronu v půdním profilu na vybraných lokalitách, stanovené metodou HPLC a vypočtené modelem BPS (Behaviour of Pesticides in Soil, Kozák a Vacek, 1995).



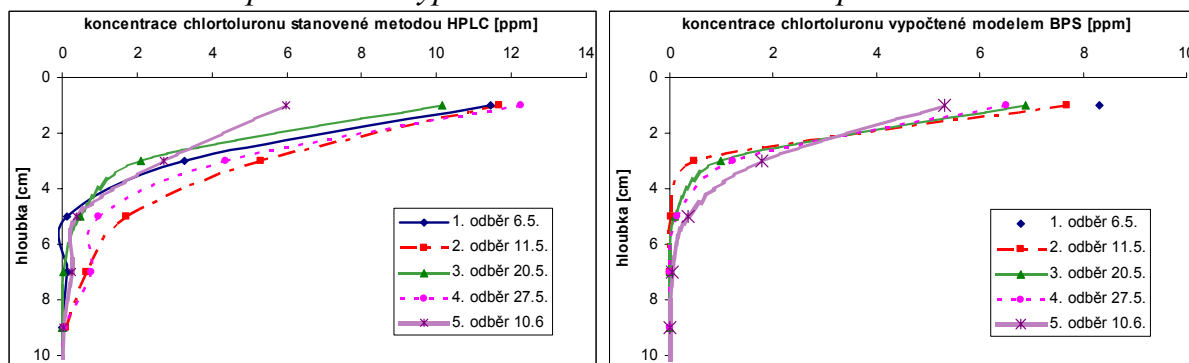
Obr. 1 a 2: Koncentrace chlortoluronu stanovené metodou HPLC a předpovězené modelem BPS na půdním subtypu hnědozem modální v Kostelci nad Orlicí

K nejnižšímu transportu pesticidu zjištěnému metodou HPLC došlo na lokalitách Hněvčeves s půdním subtypem hnědozem luvická a Kostelec nad Orlicí s půdním subtypem hnědozem modální (obr. 1). Matematický model BPS předpověděl na těchto lokalitách vyšší mobilitu než byla skutečně zjištěná. Obr. 2 ukazuje hodnoty vypočtené modelem BPS pro Kostelec nad Orlicí. Ve Hněvčevsi byla předpovězena výrazně vyšší mobilita chlortoluronu než jaká byla zjištěna, což bylo zřejmě způsobeno vysokým úhrnem srážek v modelovaném období.

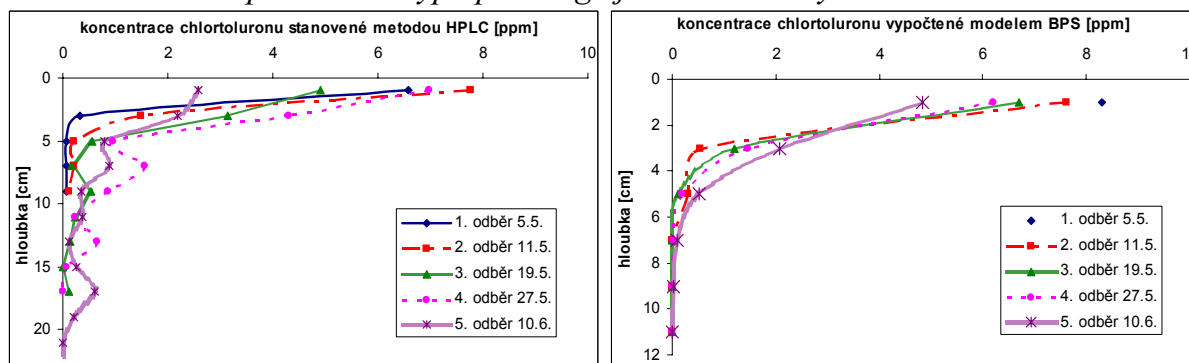
Na lokalitě Humpolec s půdním subtypem kambizem modální (obr. 3) a Vysoké nad Jizerou (půdním subtyp pseudoglej modální) byl zjištěn výrazný transport chlortoluronu do hloubky 6-8 cm půdního profilu (obr. 5). Rovněž matematický model BPS předpověděl pro Humpolec transport chlortoluronu do této hloubky (obr.4). Experimentálně však byl zjištěn vyšší stupeň degradace, než jaký byl předpovězen. Podobně pro Vysoké nad Jizerou (půdní subtyp pseudoglej modální) předpověděl model BPS stejnou hloubku transportu (obr. 6). Předpověď transportu chlortoluronu při počátečních odběrech byla však nižší, než transport zjištěný experimentálně.



Obr. 3 a 4: Koncentrace chlortoluronu stanovené metodou HPLC a předpovězené modelem BPS na půdním subtypu kambizem modální v Humpolci



Obr. 5 a 6: Koncentrace chlortoluronu stanovené metodou HPLC a předpovězené modelem BPS na půdním subtypu pseudoglej modální ve Vysokém nad Jizerou

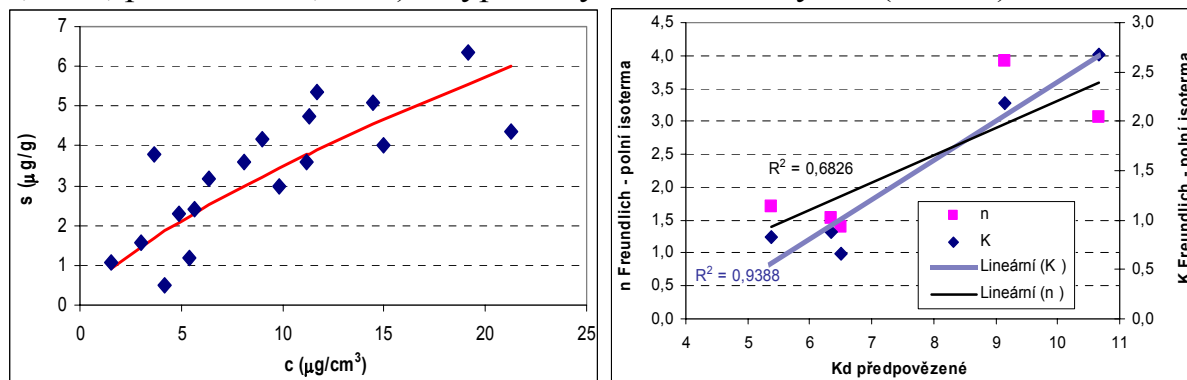


Obr. 7 a 8: Koncentrace chlortoluronu stanovené metodou HPLC a předpovězené modelem BPS na půdním subtypu Šedozem modální v Čáslavi

V Čáslavi (půdní typ šedozem modální) byl zjištěn značně nevyrovnaný pohyb chlortoluronu až do hloubky 22 cm půdního profilu (obr. 7). Důvodem je pravděpodobně vysoký vliv preferenčního proudění na této lokalitě. Transport pesticidu vypočtený modelem BPS (obr. 8) je tedy výrazně nižší než hodnoty zjištěné experimentálně.

Obr. 9 ukazuje experimentálně zjištěnou polní adsorpční isotermu na pokusné ploše v Čáslavi.

Průběh polních isoterm se liší od průběhu isoterm vypočtených modelem BPS podle pedotransferové funkce ($K_d = 5,345 + 0,287.C_{OX} - 0,454.pH_{KCl} - 0,295.jíl + 0,505.KVK$). Důvodem je pravděpodobně nižší adsorpční schopnost půdy v polních podmínkách způsobená sníženým průnikem pesticidu do půdních agregátů, což vede k snížení aktivního adsorpčního povrchu půdních částic. Koeficienty půdních isoterm však vykazují lineární závislost (pro n $R^2 = 0,6826$; pro K $R^2 = 0,9388$) s vypočtenými koeficienty K_d (obr. 10).



Obr. 9: Polní adsorpční isoterma – Čáslav Obr. 10: Koeficienty půdních isoterm

Závěr

Různá mobilita chlortoluronu v půdě byla zjištěna jednak experimentálně metodou HPLC, a také byla potvrzena matematickým modelem BPS. Na transportní procesy pesticidů v půdě mají vliv zejména fyzikální, hydraulické a chemické vlastnosti půdy. Nejnižší transport pesticidů byl zjištěn na půdních typech hnědozem modální a hnědozem luvická. Střední transport byl zjištěn na půdním typu kambizem modální a pseudoglej modální. Nejvyšší transport pesticidů byl zjištěn na půdním typu šedozem modální, kde se výrazně projevilo preferenční proudění. V dalším výzkumu budeme sledovat jak ovlivňuje transportní procesy hydraulická vodivost, obsah organické hmoty, jílových minerálů, hodnota KVK a pH.

Citace

Janků, J.: Persistence pesticidů v půdách. Kandidátská disertační práce (1994)

Kozák J., Vacek O., (1996): The mathematical model (BPS) for prediction of pesticides behaviour in soil. Rostl. Výr., 42 (12): 69-76.

MOŽNOSTI POSOUZENÍ KVALITY PŮDY BIOLOGICKÝMI METODAMI.

Olga Mikanová, Jaromír Kubát, Alena Markupová.

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně
E-mail: mikanova@vurv.cz*

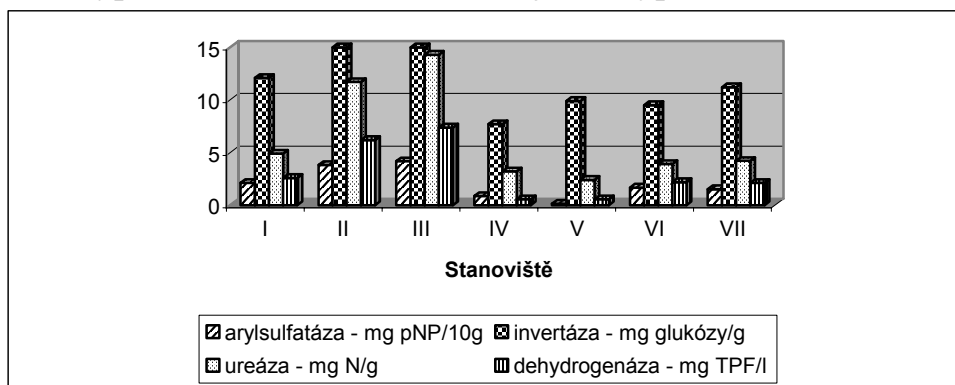
Úvod

Posouzení kvality půdy a předpověď jejich možných změn stejně jako výběr parametrů patří bezesporu k významným problémům. Využití půdně biologických metod k posouzení kvality půdy je stále více prosazováno ve světě i u nás. V tomto příspěvku jsme se zaměřili na posouzení vlivu degradací stanovením enzymatických aktivit. Enzymatické aktivity jsou považovány za kritický indikátor půdní kvality, protože kontrolují uvolňování živin pro rostliny a růst mikroorganismů.

Výsledky

Enzymatické aktivity u půd zatížených dlouhodobým hnojením extrémně vysokými dávkami kompostu a minerálními hnojivy v ekvivalentních dávkách. Půda je udržována jako černý úhor.

Varianty pokusu: **I** – nehnojeno, nekypřeno, **II** – hnojeno kompostem (80t . ha⁻¹), kypřeno do 10cm, **III** – hnojeno kompostem (160t . ha⁻¹), kypřeno do 20cm, **IV** – hnojeno minerálně (dávky odpovídají var. II), kypřeno do 10cm, **V** – hnojeno minerálně (dávky odpovídají var. III), kypřeno do 20cm, **VI** – nehnojeno, kypřeno do 10cm, **VII** – nehnojeno, kypřeno do 20cm.

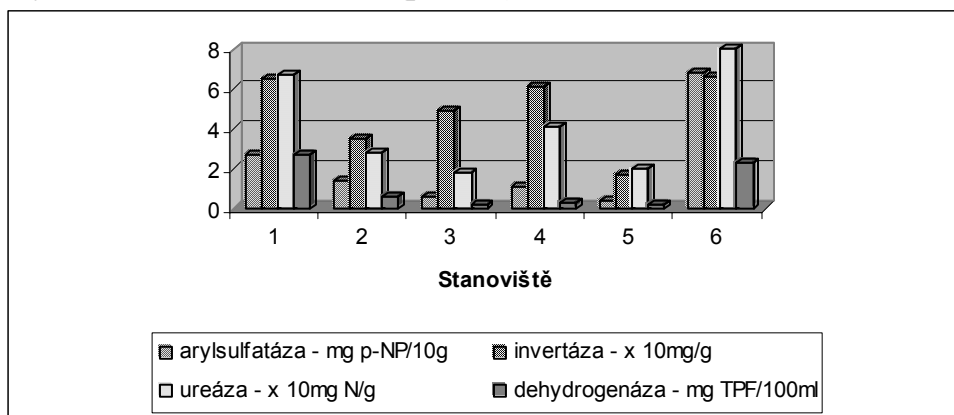


Přestože od roku 1989 bylo pravidelné hnojení ukončeno, výsledky stanovení enzymatických aktivit potvrzují trvalý vliv různého způsobu hnojení. Extrémní dávky minerálních hnojiv u varianty IV a V významně snižují naměřené hodnoty všech zkoumaných enzymatických aktivit.

Enzymatické aktivity u půd znečištěných těžkými kovy. Stanoviště se nacházejí v těsné blízkosti řeky Litavky. Oblast je kontaminována rizikovými

prvky. Obsahy Cd, Zn, Pb a As ve většině případů maximálně přípustné hodnoty pro ČR.

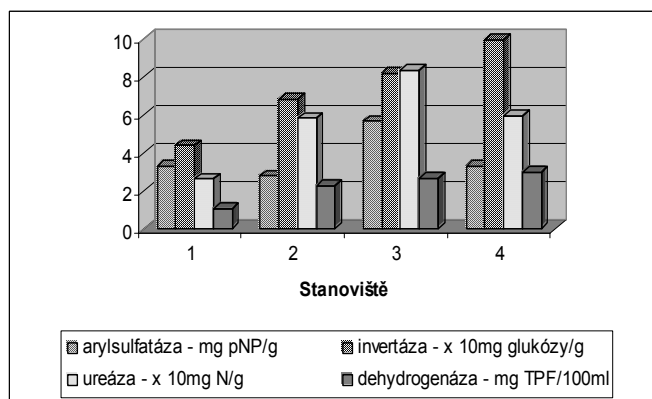
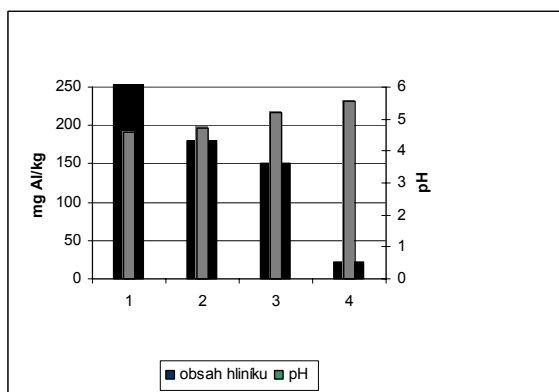
Stanoviště - úroveň kontaminace: **1** – nízká, **2** – mírná, **3** – střední, **4** – střední, **5** – vysoká, **6** – neznečištěné (pozadí)



U všech námi měřených enzymatických byla zjištěna prokazatelná inhibice těžkými kovy u stanoviště 5, kde je koncentrace znečištění nejvyšší.

Enzymatické aktivity u půd zatížených nízkým pH. Stanoviště se nacházejí v Jizerských horách. Oblast byla v minulosti kontaminována kyselými dešti. Rizikovým faktorem acidifikovaných půd je mobilizace hliníku, ke které dochází v důsledku poklesu pH.

Stanoviště: **1** pH - 4,6; **2** pH - 4,7; **3** pH - 5,2; **4** pH - 5,6



Aktivita invertázy a dehydrogenázy klesá se snižujícím se pH. Aktivita arylsulfatázy souvisí s obsahem síry na stanovištích.

Závěr

Současná půdní mikrobiologie nabízí dostatečné množství metod k ohodnocení stavu a kvality půdy. Závěrem lze konstatovat, že enzymatické aktivity jsou půdními degradacemi silně ovlivněny a mohou tedy sloužit k indikaci degradace půd.

Výzkum je financován Ministerstvem zemědělství České republiky (projekt č. 0002700601).

VARIABILITA VYBRANÝCH PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ ANTROPOZEMÍ VÝSYPKY POKROK

Vít Penížek, Marcela Rohošková

Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie, Kamýcká 129,
Praha 6 – Suchbátka, penizek@af.czu.cz, rohoskova@af.czu.cz

Úvod

Antropogenní půdy představují specifickou skupinu půd, u nichž hlavním půdotvorným faktorem je člověk. Prostorová variabilita antropogenních půd se liší od variability půd přirozených. To způsobuje obtížnější popis jejich vlastností (Borůvka a Kozák, 2001). Cílem této práce je posoudit možnost popisu variability vybraných půdních vlastností pomocí geostatistických metod.

Materiál a metody

Zájmové území je tvořeno částí výsypky Pokrok, která je vnější výsypkou dolu Bílina. Jedná se o tři plochy o celkové rozloze 91 ha. Plochy II.A a III.A byly rekultivovány překrytím materiálem z humusového horizontu černozemí (cca 50 cm), plocha II.B pouze překrytím spraší. Na celém území bylo odebráno celkem 124 půdních vzorků ze svrchního horizontu (0-20 cm), u kterých byly stanoveny tyto půdní vlastnosti: výměnné pH (pH_{KCl}), obsah organického uhlíku (C_{org}) a kvalita humusu dle barevného kvocientu ($\text{Q}_{4/6}$).

Prostorová variabilita byla popsána pomocí geostatistiky, která umožňuje interpolaci hodnot z omezeného počtu stanovišť, na kterých byla daná půdní vlastnost určena, a odhadnout tuto půdní vlastnost v místech, kde měřena nebyla, na základě prostorových struktur. Závislost variability půdních vlastností (semivariance) na vzdálenosti byla vyjádřena pomocí variogramů. K samotnému odhadu hodnot byla použita interpolace metodou váženého průměru hodnot okolních bodů pomocí blokového krigingu, který vhodně vystihuje prostorové změny a trendy většího rozsahu a eliminuje lokální extrémy.

Výsledky a diskuse

Základní statistika

Analýza dat pomocí základních statistických metod byla provedena pro celé zájmové území i pro jednotlivé plochy II.A, II.B a III.A. Hodnoty zahrnující celé území ukázaly relativně malou variabilitu u pH_{KCl} a naopak relativně velkou variabilitu u C_{org} a $\text{Q}_{4/6}$ (Tab. 1). Plochy II.A a III.A, které byly rekultivovány stejným způsobem, mají u všech tří charakteristik obdobné hodnoty. Plocha II.B se výrazně liší vyšším pH_{KCl} , nižším obsahem C_{org} a nižší kvalitou humusu vyjádřenou vyšší hodnotou $\text{Q}_{4/6}$.

Tab. 1: Základní statistické parametry souborů jednotlivých ploch

Souhrnná statistika	celkem			plocha II.A			plocha II.B			plocha III.A		
	pH _{KCl}	C _{org}	Q _{4/6}	pH _{KCl}	C _{org}	Q _{4/6}	pH _{KCl}	C _{org}	Q _{4/6}	pH _{KCl}	C _{org}	Q _{4/6}
Poč.vzorků	124	122	120	31	31	30	58	56	55	35	35	35
Geo.prům.	6,89	1,35	5,08	6,81	1,99	4,56	7,05	0,81	5,80	6,71	1,64	4,41
Medián	6,98	1,42	4,61	6,82	1,96	4,38	7,06	0,73	5,81	6,72	1,65	4,35
Směr.odch.	0,28	0,68	1,05	0,23	0,64	0,58	0,15	0,33	1,10	0,34	0,32	0,30
Minimum	6,01	0,30	3,12	6,19	0,32	3,97	6,49	0,3	3,12	6,01	0,72	4,02
Maximum	7,45	3,65	8,97	7,32	3,65	6,52	7,41	1,59	8,97	7,45	2,43	5,26

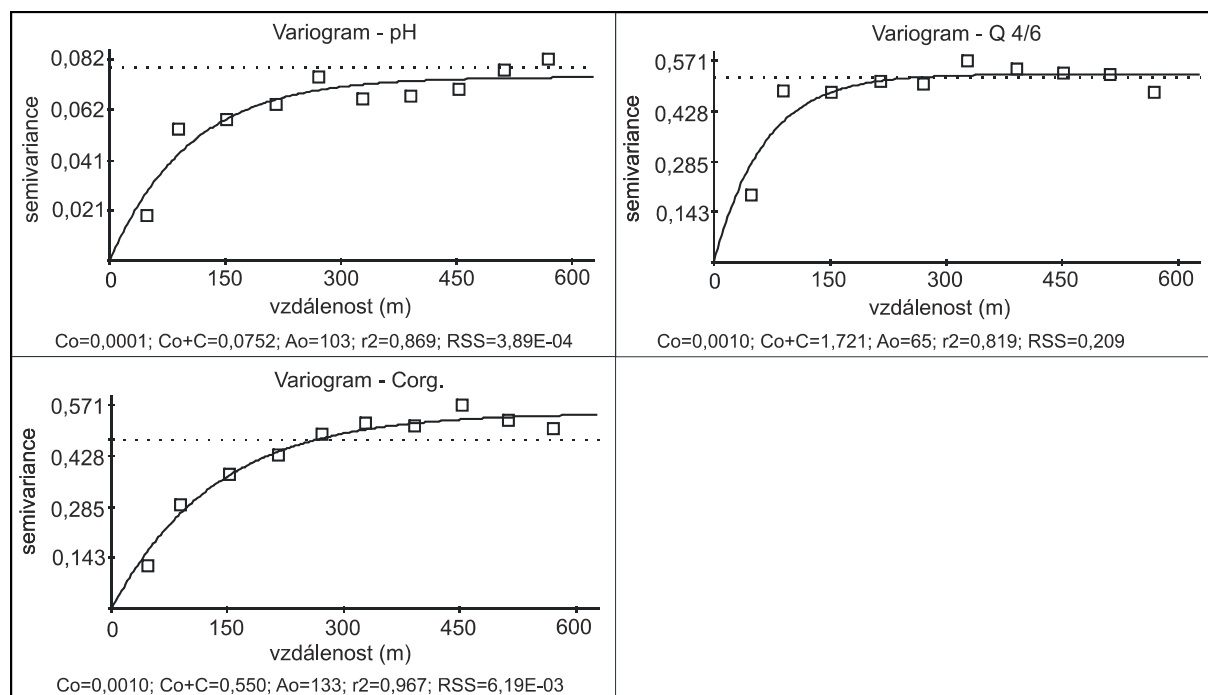
Geostatistická analýza

Variogramy sledovaných půdních vlastností byly vykresleny jak pro celé zájmové území (Obr. 1), tak pro jednotlivé plochy. Variogramy celého zájmového území všech tří vlastností byly popsány exponenciálními modely a vykazují malý podíl tzv. zbytkového rozptylu (nuggetu). Prostorovou závislost lze tedy hodnotit jako silnou. Nízký podíl nuggetu je i u většiny variogramů popisujících jednotlivé rekultivované plochy. Vyšší podíl nuggetu u variogramů popisujících Q_{4/6} a C_{org} na ploše II.B, pH_{KCl} na ploše II.A a C_{org} na ploše II.A lze vysvětlit malým počtem vstupních dat pro prostorovou analýzu, který se projevuje hlavně v počáteční části variogramu.

Na kartogramech sledovaných vlastností, které nejsou uvedeny, byla zachycena rozdílnost půdních vlastností plochy II.B, kde byla provedena rekultivace odlišným způsobem než na plochách II.A a III.A. Na kartogramu C_{org} je zachycen gradient, který indikuje ostrý přechod mezi plochami s různou rekultivací. Geostatistické metody jsou především vhodné pro popis vlastností, které se mění v prostoru kontinuálně. Možnosti, jak popsat tento ostrý přechod daný činností člověka, je využití variogramů zpracovaných pro jednotlivé plochy, vykreslení kartogramů pro každou plochu zvlášť a zkombinování těchto kartogramů pro výslednou mapu. Záporom tohoto přístupu však je použití variogramů s větším zbytkovým rozptylem vypočteného z malého počtu vstupních hodnot.

Závěr

Práce dokazuje, že použití geostatistických metod je vhodné nejen pro popis vlastností přirozených, ale i antropogenních půd. Zvlášť vhodné jsou pro popis prostorové variability v rámci ploch s jedním typem rekultivace. Popis přechodu půdních vlastností mezi různě rekultivovanými plochami může být obtížný kvůli ostrým diskontinuálním přechodům vzniklých činností člověka. V této práci je naznačen jeden z možných přístupů k řešení dané problematiky, kterou se je nutno dále zabývat.



Obr. 1: Variogramy sledovaných půdních vlastností (celé zájmové území)

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu FRVŠ č. 836-G6. Autoři děkují za spolupráci společnosti Severočeské doly, a.s. – Doly Bílina.

Literatura

Borůvka, L., Kozák, J., 2001“ Geostatistical investigation of a reclaimed dumpsite soil with emphasis on aluminium. Soil and Tillage Research 59: 115-12.

DIFERENCOVANÉ DÁVKOVÁNÍ VNOSŮ DO PŮDY POMOCÍ GEOSTATISTIKY

Jitka Sládková

Katedra pedologie a geologie, Agronomická fakulta ČZU Praha (sladkova@af.czu.cz)

Úvod

Geostatistika nám v rámci precizního zemědělství umožňuje zmapování změn hodnot nejrůznějších veličin v prostoru, příp. v čase. Data, která nám poskytne – společně s moderní počítačem řízenou mechanizací schopnou aplikovat dávku hnojiva relativně přesně do určeného místa – zajistí optimální vnos minerálních látek a pesticidů do půdy. Tento příspěvek srovnává na vybraném pozemku hnojení diferencovanými a jednotnými dávkami vnosů. Přestože se zde neukázala jednoznačná ekonomická výhodnost vlastního diferencování vnosů, lze tento postup hodnotit jako perspektivní už s ohledem na životní prostředí a kvalitu vyrobených produktů.

Materiál a metody

1. Analýza půdních vzorků: Analyzováno bylo 70 půdních vzorků odebraných pro zjištění prostorového rozložení a variability jednotlivých proměnných geostatistickými metodami (soubor „G“) a 7 vzorků odebraných a statisticky hodnocených klasickým způsobem (soubor „K“).
2. Geostatistické výpočty a zpracování map: Určení plošně diferencovaných dávek hnojiv, k němuž směřovala tato práce, se uskutečnilo na základě hodnot sledovaných proměnných (pHH_2O , pHKCl , Va, P, K, Ca), zpracovaných ve variogramech, bodovým krigingem doplněných o další hodnoty a roztříděných do jednotlivých rozmezí uvedených v literatuře s příslušnými hnojivými dávkami (event. s postupem k jejich stanovení). Použitý software (Surfer, Geopack) vytvořil mapy s barevně odlišenými oblastmi vyžadujícími plošně diferencované hnojení.
3. Zhodnocení spotřeby hnojiv při jejich plošně diferencované a celoplošné aplikaci:

A. PLOŠNĚ DIFERENCOVANÉ HNOJENÍ

Pro potřeby hnojení rozdílnými dávkami vnosů byl pozemek o rozměrech 620 x 806 m rozdělen na:

var.A) 2 500 parcel (s rozlohou $12,40 \times 16,12 \text{ m} = 199,888 \text{ m}^2$)

var.B) 400 parcel (o rozměrech $40,3 \times 31,0 \text{ m} = 1\,249,300 \text{ m}^2$)

var.C) dílce pro aplikaci hnojiva pomocí mechanizace bez počítačového vybavení a s aplikačním rozpětím 3 – 5 m; dílce jsou složeny z parcel o rozloze $1249,3 \text{ m}^2$

B. CELOPLOŠNĚ HNOJENÍ

Ke zjištění jednotných dávek hnojiv jsou užity aritmetické průměry hodnot souboru „K“.

Výsledky

Celkové zhodnocení spotřeby hnojiv vyznělo spíše ve prospěch celoplošné aplikace, neboť vzorky „G“ vykazovaly na rozdíl od vzorků „K“ potřebu hnojení draslíkem. Výhodnost plošně diferencované aplikace se však projevila při vápnění na základě hodnot výměnné acidity (Va), kdy náklady plošně diferencované aplikace byly oproti aplikaci celoplošné přibližně poloviční.

Zhodnocení

Velikost dílce nehraje pro spotřebu hnojiv podstatnou roli. Větší vliv má *podrobnost vymezení tříd* sledovaných proměnných. Tvorbu map potřeby hnojení (vápnění) podmiňují *odborné znalosti, znalost místních podmínek a mechanizace*.

Práce navrhuje vápnit a hnojit draslíkem. Pro oba zmíněné úkony musel být vytvořen zvláštní nákres, neboť výsledky neukázaly vzájemnou prostorovou závislost hodnot draslíku a vápníku; vzhled výsledných map pak neumožnil rozdělení pozemku na dílce pro *doplnění obou prvků najednou*. To by bylo výhodné v souvislosti se spotřebou pohonných hmot a pro snížení utužení půdy menším počtem pojezdů s příznivým dopadem na výnos, avšak *namíchání hnojiv* ve správném poměru na druhé straně vyžaduje zakázku u specializovaného pracoviště (další náklady), pokud není k dispozici vlastní kvalifikovaný pracovník. Namíchání by zde bylo navíc znemožněno odlišnou granulací vnosů.

Do ekonomického srovnání obou způsobů hnojení je vhodné zahrnout i *ostatní agrotechnická opatření* v rámci hospodářského roku.

Závěr

V podmínkách ČR nelze očekávat výrazný přechod k plošně diferencovanému hnojení a zpočátku, při rozkolísané půdní zásobě živin, ani jeho přesvědčivou ekonomickou výhodnost, spíše naopak. Po relativním vyrovnaní zásoby živin v půdě však bude pravděpodobně s výhodou prováděna aplikace propojující oba v této práci porovnávané postupy. Dohnojování bude možno uskutečňovat v podstatě rovnoměrnými dávkami – jako při celoplošné aplikaci – za použití informací z map GIS, geostatistických metod a technicky pokročilejší mechanizace pro plošně diferencované dávkování, což umožní korigovat místní výchyly a odstraní tak zásadní nevýhodu dnes prováděné aplikace, totiž zatížení ekosystému nadlimitními dávkami vnosů.

Literatura

Sládková, J. (2000): Plošná diferenciacie dávek vybraných vnosů do půdy pomocí geostatistiky a její ekonomické zhodnocení. Diplomová práce. KPG AF ČZU Praha, 61s.

HODNOCENÍ DEGRADACE ACIDIFIKOVANÝCH PŮD STANOVENÍM BIOLOGICKÝCH A ENZYMATICKÝCH AKTIVIT

Sychová Michaela

*Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06, Praha 6 – Ruzyně,
sychova@vurv.cz*

Úvod

Mikroorganismy tvoří velmi citlivou složku půdního systému. Biologické a enzymatické aktivity půd se proto s úspěchem používají pro zjišťování složení a funkčnosti edafonu, intenzitě dekompozice a mineralizace organického materiálu.

Acidifikace (okyselování) je považována za významný degradační faktor, který působí na půdu a narušuje její přirozené funkce, produkční i ekologické. Ukazuje se, že dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd bude limitujícím faktorem lesního hospodářství. Ke vzniku acidifikace půd dochází působením jak přirozených, tak antropogenních vlivů. Acidifikace půd způsobuje uvolňování hliníku z jílových minerálů, který pak působí na rostlinstvo fyto toxicky.

Materiál a metody

Odběry půd byly provedeny v září 2002 v libereckém kraji v blízkosti polské tepelné elektrárny Turów. Vzorky z lučních porostů byly odebrány z lokalit Albrechtice u Frýdlantu (č.1), Bílý Potok (č.2), Smědava (č.3) a Lučany nad Nisou (č.4).

Byly provedeny následující testy : stanovení obsahu celkové síry a dusíku v půdě na analyzátoru LECO CNS-2000, obsah oxidovatelného uhlíku C_{ox} , obsah labilního hliníku, aktivita dehydrogenázy, celková mikrobiální biomasa C biomasa, aktivita arylsulfatázy, aktivita ureázy, respirační aktivita, nitrifikační aktivita, amonifikační aktivita a aktivní pH půdy.

Výsledky a diskuze

Čím nižší bylo pH půdy, tím více se hliník uvolňoval z jílových minerálů. Nejméně acidifikovaná lokalita č. 1 vykazuje nízké bazální respirační a amonifikační aktivity a velice vysoké potenciální aktivity (tab. č. 1, graf č.1). Mikroflora je činná, trpí však nedostatkem C a N . Středně acidifikované lokality č. 2 a 4 se prezentují nižšími bazálními i potenciálními aktivitami. Mikroflora je negativně ovlivněna acidifikací půdy. U nejsilněji acidifikované lokality č. 3 byly zjištěny vysoké bazální aktivity, avšak potenciální aktivity dosáhly

maximálně hodnot aktivit bazálních. Půda je velmi bohatě zásobena C a N. Nitrifikace lokality č. 1 je slabá (tab. č. 1), po úpravě pH půdy však velmi intenzivní. Překvapivě silně probíhal nitrifikační proces u nejsilněji acidifikované lokality č. 3.

Velmi vhodným indikátorem stavu půdní mikroflory se ukázala být aktivita dehydrogenázy vztažená na jednotku celkové mikrobiální biomasy (graf č. 2). Aktivita arylsulfatázy a ureázy nejsou ve vztahu k pH půdy, závisí pouze na obsahu celkové síry a amonného dusíku v půdě.

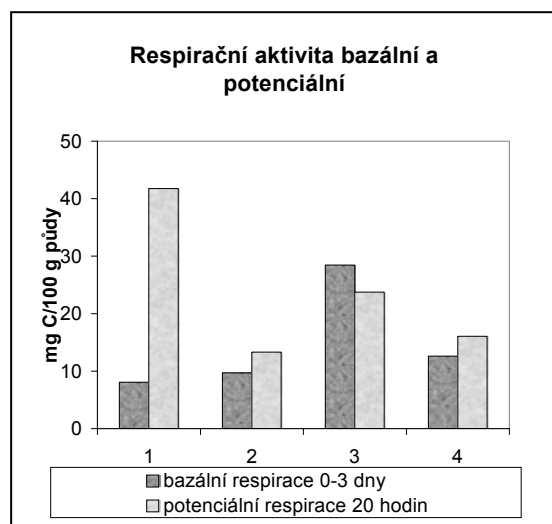
Při vyhodnocování zjištěných biologických a enzymatických aktivit je nutné výsledky konfrontovat s chemickými analýzami. Bez nich nelze spolehlivě vyhodnotit stav půdní mikroflory. Současně metody vhodné pro indikaci degradace půd např. těžkými kovy nemusí spolehlivě indikovat degradaci půdy jiného charakteru, je proto vhodné metody předem ověřit pro určenou aplikaci.

Příspěvek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství MZe 000 27 006 01.

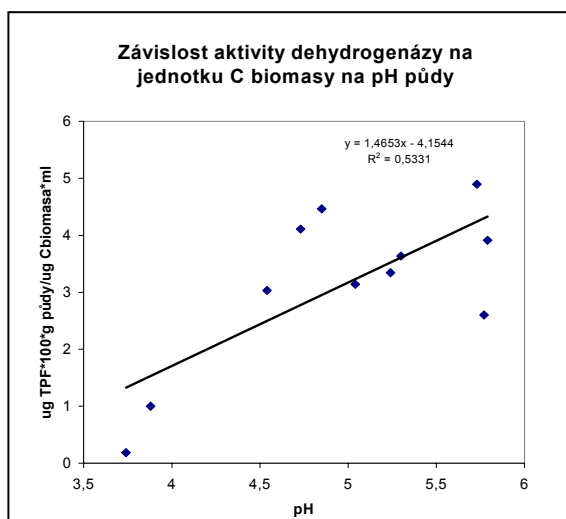
Tab. č. 1

Lokalita	Potenciální nitrifikace mgN/100g	Potenciální nitrifikace s CaCO ₃ mgN/100g	Amonifikace mgN/100g	Amonifikace potenciální mgN/100g	C ox %	N celkový %	pH
	3,65	14,26	15,34	112,8	2,09	0,158	5,73
1	1,65	12,31	12,53	73,39	1,57	0,133	5,77
	1,69	8,59	11,45	74,89	1,57	0,124	5,79
	2,42	4,76	46,7	56,71	4,27	0,356	5,24
2	0,47	1,39	35,52	46,93	3,88	0,298	5,3
	2,6	2,8	44,92	54,6	4,64	0,364	5,04
	0,31	0,85	29,54	39,24	3,91	0,233	5,01
3	5,19	10,93	157,87	144,34	35,82	7,062	3,74
	3,45	5,41	92,72	89,58	11,21	0,69	3,88
	0,06	0,81	38,93	40,13	4,64	0,338	4,85
4	0,11	0,77	38,74	39,97	4,9	0,302	4,73
	2,66	4,09	43,28	36,54	5,03	0,363	4,54

Graf č. 1



Graf č. 2



EVALUATION OF SOIL WATER BALANCE BY THE SIMULATION MODEL

Milada Šťastná¹, Elmar Stenitzer²

¹*Institute of Landscape Ecology, Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Czech Republic*

²*Institute of Land and Water Management, Petzenkirchen, Austria*

The aim of this study was to present SIMWASER model and to demonstrate its ability to simulate percolation to a deep groundwater and capillary rise from shallow groundwater. Especially, the assessment of percolation losses from irrigated carrots to deep groundwater at Obersiebenbrunn experimental field in the Marchfeld (Austria).

The functional and deterministic model SIMWASER was developed to describe one-dimensional, vertical flow of water in a soil profile. The water balance on daily base is made at the soil surface with precipitation and irrigation as input and evaporation and transpiration as output. Interception is also taken into account. The water movement within the soil is calculated according Darcy's Law and the 'continuity equation'. The soil profile is divided into several soil layers (usually of 5-10 cm depth) down to a depth in which plant roots may not have any direct influence on the water movement. In case where capillary rise from shallow groundwater must be taken into account the deepest soil layer must reach below the deepest groundwater level. In such case the boundary condition at the lower end of the model profile is given by the current groundwater level, otherwise the lower boundary condition is defined by the capillary conductivity of the deepest soil layer at the current water content.

The experimental field in Obersiebenbrunn is situated at 48° 15' N and 16° 41' E about 151 m above sea level with mean air temperature of 10.1 °C and 510 mm rainfall. The soil is a Chernozem (Calcic Chernozem according to ISSS 1994 of about 90 cm depth, covering a gravelly aquifer with ground water surface at about 250 cm below soil surface: therefore no capillary rise to the rooted soil horizons will take place. The measuring site was instrumented systematically at 10 cm distance down to 160 cm with TDR-Sensors (TRASE system) to measure soil water content, and with calibrated resistance blocks (BECKMAN gypsum blocks and WATERMARK granular matrix sensors) to measure soil water suction. Soil temperature was also measured systematically at different depth for correction of the resistance block readings. Physical soil parameters (pF- and Ku-curves) were determined by undisturbed soil samples in the laboratory. Additionally 'field-pF-curves' were established by analysing concurrent measurements of water content and suction at the measuring site. The combination of both, laboratory and field pF-curves, was used for simulation.

Measured capillary conductivity was extrapolated according to the shape of the resulting pF-curve by the method of Millington & Quirk.

Simulated soil water storage and simulated fluxes of evapotranspiration and percolation were in good agreement with the measured values At the Obersiebenbrunn experimental field. Simulated accumulated percolation and evapotranspiration during the vegetation period amounted to 183 and 629 mm respectively, which is close to the measured values of 198 and 635 mm.

Results show SIMWASER model were able to simulate the percolation and capillary rise with rather good accuracy and testified it as a good applicable tool to demonstrate and study plant - soil -water relations as well as influence of land use, especially on the ground water recharge.

VLIV ZEMĚDĚLSKÉ ČINNOSTI NA SPECIACI OLOVA V PŮDÁCH SILNĚ KONTAMINOVANÝCH METALURGIÍ

Aleš Vaněk¹, Vojtěch Ettler², Martin Mihaljevič²

¹ Katedra pedologie a geologie, Agronomická fakulta ČZU Praha (vaneka@af.czu.cz)

² Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, Přírodovědecká fakulta Univerzity
Karlovy

Mezi antropogenní aktivity, které významně ovlivňují životní prostředí, patří kromě těžby nerostných surovin také jejich zpracování. Stopové prvky se v oblasti zpracování kovů akumulují v půdách, mohou vstupovat do potravního řetězce a přímo tak ovlivňovat zdraví člověka. Vzhledem k intenzivní těžbě a zpracování rud je oblast Příbramska po staletí exponována vlivu těžkých kovů na životní prostředí. Hlavní kontaminace půd v okolí příbramské hutě je způsobena hutním zpracováním primárních (olověné rudy) a sekundárních zdrojů (recyklace olověných akumulátorů).

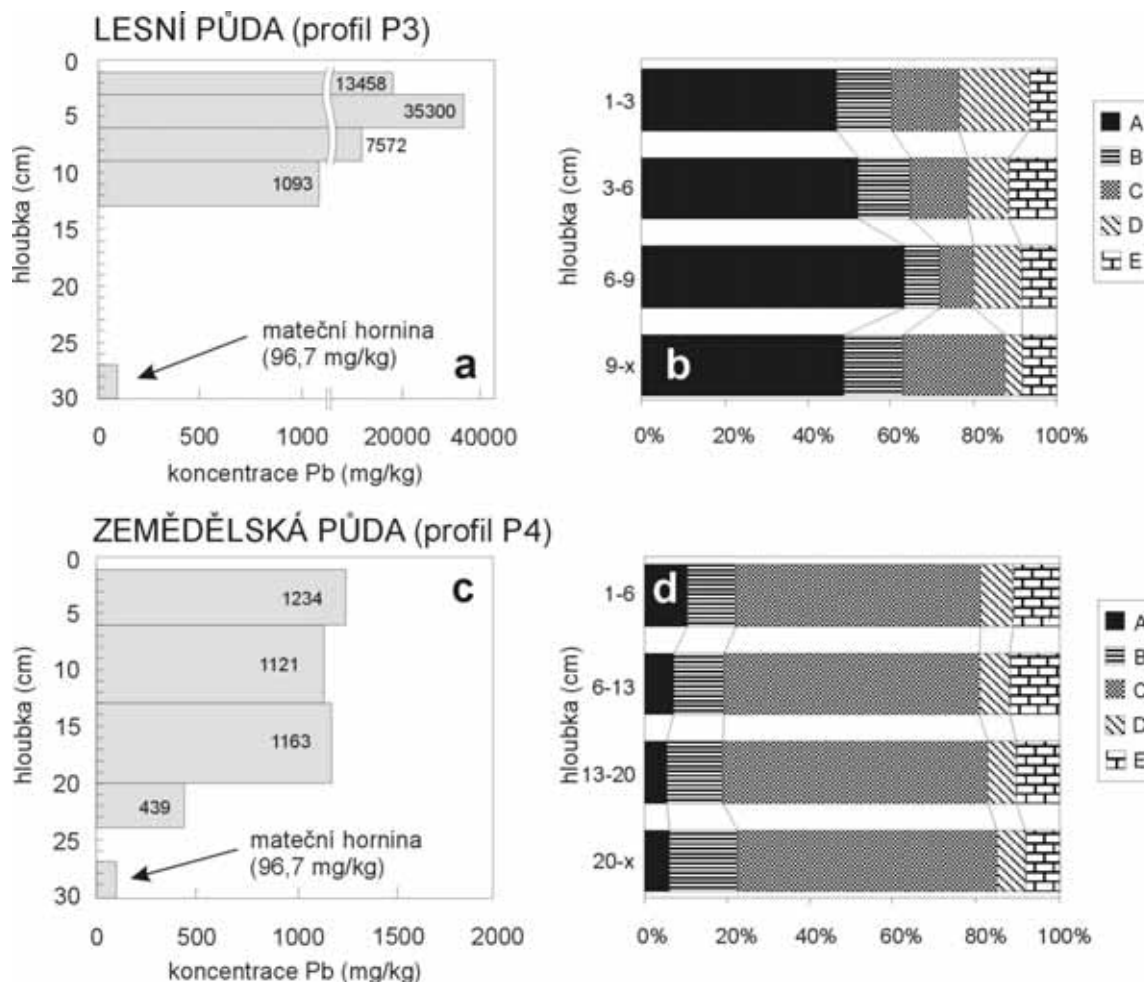
V okolí Kovohutí Příbram, a. s., byly studovány 4 lokality, které byly vybrány na základě různé vzdálenosti od komínu závodu s přihlédnutím k dominantnímu směru proudění větru v oblasti. Na každé ze 4 lokalit byly podrobně vzorkovány 2 profily, jeden odpovídající lesní a druhý zemědělské půdě tak, aby bylo možné zjistit, jak zemědělská činnost ovlivňuje speciaci (chemickou formu) olova v půdě. Půdní vzorky byly sušeny na vzduchu, poté byly přesítovány na frakci < 2 mm a homogenizovány. Namleté půdní vzorky byly rozloženy směsí kyselin HF a HClO₄. K určení speciace Pb bylo použito sekvenční extrakce dle Tessiera *et al.* (1979). Koncentrace Pb byly ve všech roztocích stanoveny pomocí atomového absorpčního spektrofotometru (AAS).

V závislosti na poloze vzorkovaných půdních profilů vzhledem k hutnímu závodu a na charakteru půdy lze pozorovat významné rozdíly v celkových koncentracích olova. Koncentrační trendy v reprezentativních půdních profilech jsou znázorněny na obr. 1a a 1c. Maximální koncentrace byly zjištěny v humusovém horizontu lesní půdy, kde dosáhly 35300 mg.kg⁻¹ (obr. 1a). Je zřetelné, že lesní půdy imobilizují olovo mnohem intenzivněji, než je tomu u zemědělských půd, zejména díky vyššímu obsahu organické hmoty.

U vysoce kontaminovaných lesních půd je více než 50 % Pb přítomno ve výměnné frakci a je tedy velmi snadno uvolnitelné. Ze závislosti obsahu této frakce olova a celkového obsahu organického uhlíku vyplývá, že většina (50 – 60 % Pb) se nachází ve výměnných pozicích na organické hmotě, kde je pravděpodobně elektrostaticky adsorbováno. Pevné stabilní komplexy Pb s organickou hmotou (frakce D) tak tvoří pouze 10 – 15 % celkového množství Pb (obr. 1b). Zemědělské půdy vykazují zcela odlišnou speciaci Pb. Nejvýznamnějším typem vazby Pb v zemědělských půdách je vazba na oxidy a hydroxidy Fe a Mn, která u vysoce kontaminovaných půd dosahuje až 60 %

celkového Pb (obr. 1d). Ostatní studované profily lesních i zemědělských půd vykazovaly podobné podíly jednotlivých forem Pb.

K výrazně nižším koncentracím Pb u zemědělských půd přispívá (kromě nižšího obsahu organické hmoty) ředění orbou a rovněž úbytek mobilních forem Pb způsobený jejich vymýváním v důsledku srážek a příjmem zemědělskými plodinami.



Obr. 1. Celkové koncentrace Pb, výsledky sekvenční extrakce v jednotlivých horizontech vysoce kontaminovaných profilů P3 (lesní půda) a P4 (zemědělská půda). Frakce Pb extrahované při sekvenční extrakci: A – výměnná, B – vázaná na karbonáty, C – vázaná na oxidy a hydroxidy Fe a Mn, D – pevně vázaná na organickou hmotu či tvořící sulfidy, E – reziduální frakce.

Citovaná literatura:

Tessier A., Campbell P.G.C. & Bisson M., 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Anal. Chem.*, 51: 844-850.

DIFFERENT SEMIHYDROMORPHIC COMPACTED SOILS AND POSSIBLE IMPROVEMENT OF THEIR PHOSPHATE REGIME

Karel Voplakal

*Research Institute for Soil and Water Conservation Prague
Žabovřeská 250, 15627 Praha 5-Zbraslav
voplakal@vumop.cz*

Several methods of reclamation of compacted subsoil horizons in three semihydromorphic acid soils: Albic Luvisol (Lgs), Stagno-Gleyic Luvisol (Lga), Dystric Planosol (WD) were applied and tested in conditions of the microplot trials system where the following treatments as various combinations of the following measures was used: mechanical loosening of the subsoil (variant A) - application of ground limestone into the loosened subsoil (var. B) - application of a mixture of mineral fertilizers into loosened subsoil (var. C), both limestone and fertilizers application into loosened subsoil (var. D). To test the efficiency and life of any improving treatments, the systematic observations were carried out for some agrochemical indicators, such as that of soil exchangeable reaction, plant-available phosphorus level and the soil phosphate regime indices and also the annual yield response evaluation.

It could be stated that even the loosening alone of the compacted subsoil horizon had a favourable effect on the soil phosphate regime in it and provided the conditions appropriate to development of the soil phosphate mobilization processes enabling the gradual transformation of a part phosphorus fixed in the soil to less stable, more available forms. In addition, the application of ground limestone on the loosened subsoil improved the originally acid reaction (Tab.1) and thereby enabled the transformation of Al-, Fe- phosphates into more available forms (mainly Ca- phosphates). On the contrary, the profile incorporation of superphosphate caused the further acidification of the subsoil which resulted in a measurable increase of the phosphorus fixation. The efficiency of the mineral fertilization without liming will be rather low mainly in the acid subsoil (Tab.2). However, the combined application of the ground limestone and the superphosphate was a most efficient measure which resulted in highest level of the plant-available phosphorus in the subsoil. It can be stated that the profile liming and /or the industrial fertilizer application affected the subsoil phosphate regime (Tab.3) in the different way in the course of several years; the favourable effect of the profile reclamation are the highest in the first and second year after the soil profile amelioration and it can be distinguished even after four years. The yield response evaluation and its development (Tab.4) showed quite similar time development trends.

Table 1: Time development trends ($y = a + b.t$) of the pH /KCl values in the subsoil of different soils after the soil profile melioration

variants:	Lgs	Lga	WD
0	$5,05 - 0,01.t$	$4,94 - 0,01.t$	$4,87 - 0,03.t$
A	$5,35 + 0,09.t$	$4,81 + 0,08.t$	$4,92 + 0,15.t$
B	$7,25 - 0,09.t$	$7,18 - 0,11.t$	$7,14 - 0,06.t$
C	$4,56 + 0,18.t$	$4,25 + 0,23.t$	$4,03 + 0,39.t$
D	$7,15 - 0,02.t$	$7,04 - 0,03.t$	$6,91 - 0,01.t$

Table 2: Average values of the plant-available phosphorus content in subsoil in individual experimental variants

↓ variant	mg P.kg ⁻¹ in the years after the profile reclamation				
years→	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th
0	15	17	15	15	14
A	19	23	21	21	19
B	32	30	27	25	22
C	58	61	60	61	57
D	82	80	74	72	65

Table 3: Values of the FI-intensity, FQ-capacity, SI-sorption soil phosphate regime indices in the subsoil of three soils' experimental variants

soil type	regime index	experimental variants:				
		0	A	B	C	D
Lgs	FI	0,019	0,026	0,021	0,052	0,052
	FQ	26	33	42	44	52
	SI	4,62	4,33	3,72	2,61	2,73
Lga	FI	0,030	0,039	0,049	0,104	0,086
	FQ	61	76	72	97	101
	SI	3,77	3,62	3,43	2,42	2,05
WD	FI	0,025	0,023	0,052	0,085	0,076
	FQ	32	35	36	38	43
	SI	5,53	4,41	4,34	3,04	3,20
average	FI	0,025	0,029	0,041	0,080	0,071
	FQ	40	48	50	60	65
	SI	4,31	4,12	3,83	2,69	2,66

Table 4: Yields response evaluation: time development of starch units / hectare in experimental variants on individual soils

variant:	Lgs	Lga	WD
A	$y = 3732 - 163 .t$	$y = 3358 - 236 .t$	$y = 3916 - 598 .t$
B	$y = 4419 - 219 .t$	$y = 4216 - 488 .t$	$y = 4961 - 955 .t$
C	$y = 7688 - 915 .t$	$y = 5602 - 705 .t$	$y = 6195 - 1146 .t$
D	$y = 8014 - 1092 .t$	$y = 5721 - 767 .t$	$y = 7372 - 1324 .t$

PEDOTRANSFEROVÉ FUNKCE K URČENÍ HYDROFYZIKÁLNÍCH CHARAKTERISTIK NĚKTERÝCH PŮD ČR

Kamila Špongová, Svatopluk Matula

*Česká zemědělská univerzita v Praze, Agronomická fakulta, Katedra pedologie a geologie,
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka; E-mail: spongova@af.czu.cz, matula@af.czu.cz*

Úvod

Znalost hydrofyzikálních charakteristik půd patří mezi vstupní údaje pro popis a modelování transportu vody a roztoků půdním profilem. Nejdůležitějšími z nich jsou hydraulická vodivost a retenční čára. Retenční čára reprezentuje množství vody zadržené v půdě při rovnovážném stavu a je funkcí vlhkostního potenciálu nejčastěji vyjádřeného jako tlaková výška - $\theta(h)$ (Hillel, 1998). Vzhledem k tomu, že měření retenčních čar jsou časově náročná, náročná na laboratorní vybavení a tím i drahá, nebývají vždy prováděna při běžném průzkumu, jsou pro odhadnutí retenčních čar používány různé modely. Zde jsou pro určení parametrů Mualem - van Genuchtenovy rovnice použity kontinuální pedotransferové funkce.

Cíl práce

Cílem práce bylo zjistit možnost aplikace pedotransferových funkcí Wösten et al., (1998) na zvolených lokalitách v České republice. Dále pak pro tyto lokality odvodit vlastní kontinuální pedotransferové funkce.

Postup práce

Postup práce sleduje postup Wöstena et al., (1998).

Sběr dat:

Použitá data mají v zásadě dvojí původ. Jednak se jedná o data, která byla poskytnuta ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy v Praze Zbraslavi (Ing. Soukup - archiv). Dále pak o data zprostředkovaná Katedrou pedologie a geologie (prof. Matula) - data od Ing. Damaškové a Ing. Kulhavého z hydropedologické laboratoře v Pardubicích. Pro další práci byla nakonec použita data z následujících lokalit: Brozany, Černíčí, Cerhovice, Ovesná Lhota, Tupadly a Džbánov, Podlesí, Žichlínek.

Sladění údajů o zrnitosti dle FAO, USDA systému:

Parametrizace hydraulických dat - parametrů θ_s , K_s , α , l , n : Pro parametrizaci byl použit model RETC.

Odvození pedotransferových funkcí

Bylo použito lineární regrese ke zjištění závislosti parametrů van Genuchtenových rovnic (rovnice 1 a 2), na jednoduše měřitelných základních půdních vlastnostech, které byly odvozeny ve tvaru podobném rovnici 3. Vycházelo se z rovnic Wösten et al., (1998). Všechny výsledky pak byly graficky zpracovány, vyneseny a porovnány s fitovanými (optimalizovanými) křivkami a křivkami dle Wöstena. K určení regresních koeficientů byl použit program STATISTICA CZ.

$$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left(1 + (\alpha \cdot h)^n\right)^{1-1/n}} \quad (1) \quad k(h) = K \frac{\left(\left(1 + (\alpha \cdot h)^n\right)^{1-1/n} - (\alpha \cdot h)^{n-1}\right)^2}{\left(1 + (\alpha \cdot h)^n\right)^{(1-1/n)(1+2)}} \quad (2)$$

Kde: $\theta(h)$ = obj. vlhkost jako funkce tlakové výšky h

θ_s = nasycená vlhkost θ_r = reziduální vlhkost

α, n = empirické koeficienty $k(h)$ = nenas.hydr. vodivost jako funkce h

K = nasycená hydraulická vodivost

$$\theta_p = a + b * \text{jíl} + c * \text{org.látky} + d * \text{obj.hm.such.zem.} + \dots x * \text{prom.} \quad (3)$$

Kde: θ_p = objemová vlhkost pro dané potenciály

a, b, c, d, x = regresní koeficienty

Výsledky

- Pro přehlednost jsou výsledky uváděny v tabulkové a grafické podobě.
- Vlastní kontinuální pedotransferové funkce byly odvozeny pro každou lokalitu zvlášť.
- Výsledné křivky byly porovnány s křivkami fitovanými a odhadnutými dle Wösten et.al., (1998).

$\theta_s =$	$0.75608 + 0.05616 * C + 0.11152 * D + 0.00003 * S^2 + 0.00423 * OM^2 + 0.29552 * C^{-1} - 1.55257 * S^{-1} - 0.12207 * \ln(S) + 0.02102 * OM * C - 0.04672 * D * C - 0.08348 * D * OM - 0.00031 * \text{topsoil} * S$
$\theta_r =$	$-0.311777 - 0.009593 * C + 0.098901 * D + 0.000036 * S^2 + 0.021512 * OM^2 + 0.685349 * C^{-1} + 0.938579 * S^{-1} + 0.052523 * \ln(S) + 0.009494 * OM * C + 0.002603 * D * C - 0.114332 * D * OM - 0.000942 * \text{topsoil} * S$
$\alpha^* =$	$-103.709 - 0.287 * C + 0.092 * S + 47.929 * OM + 98.173 * D + 4.019 * \text{topsoil} - 37.314 * D^2 + 0.001 * C^2 - 13.943 * OM^2 + 18.577 * OM^{-1} - 5.625 * \ln(S) + 0.155 * OM * D$
$n^* =$	$7.0186 + 0.0595 * C - 0.0133 * S - 2.0409 * OM + 18.6714 * D - 15.1404 * D^2 - 0.0007 * C^2 - 19.9935 * D^{-1} + 10.7434 * S^{-1} - 0.8598 * OM^{-1} + 1.3763 * \ln(S) - 4.3084 * \ln(OM) + 6.1984 * \ln(D) + 3.5008 * D * OM - 0.0214 * \text{topsoil} * C$

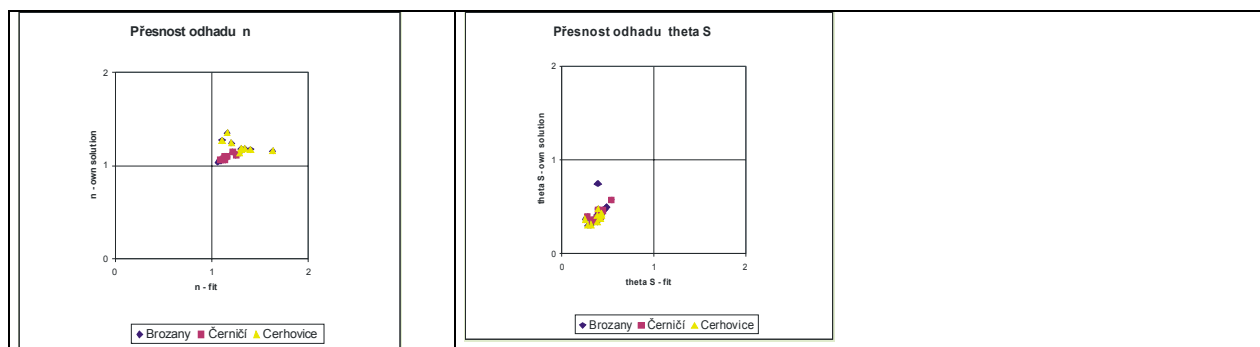
tab.1: Příklad vlastního odvození - pedotransferové funkce (celkové)

Kde: θ_s = nasycená vlhkost obj. α^*, n^*, K = transformované modelové parametry

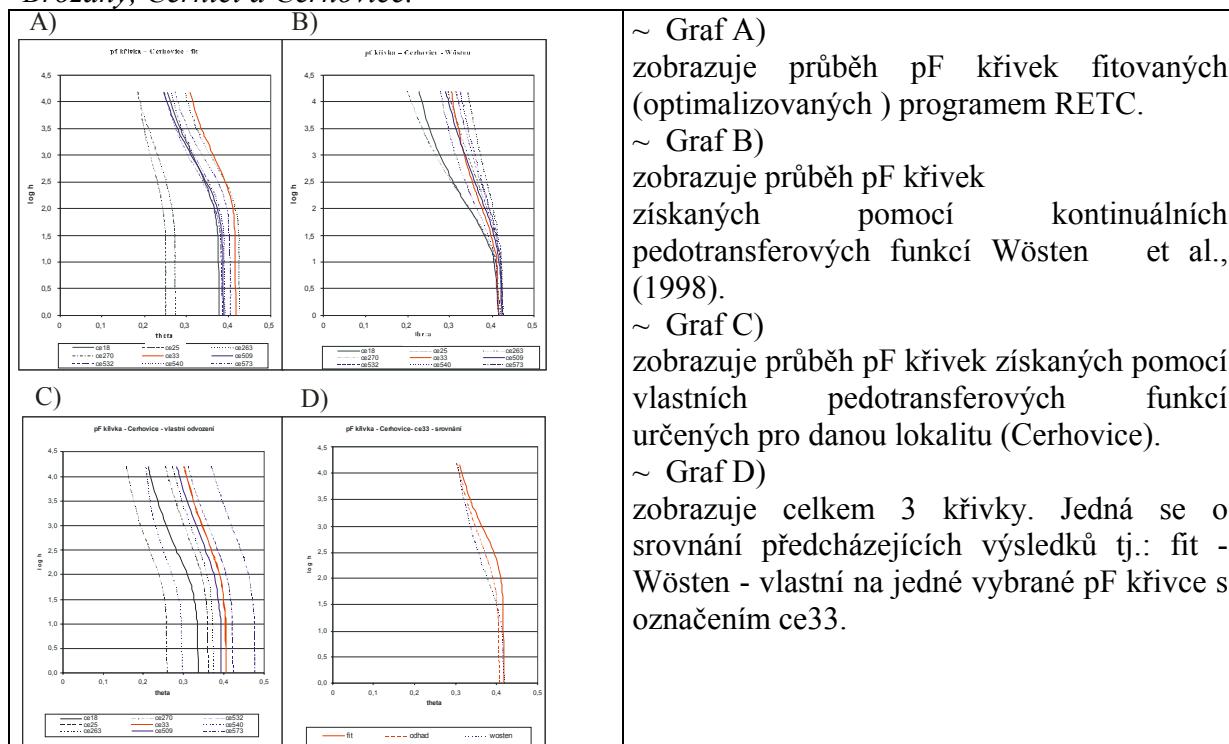
C = % obsah jílu (0-2 μm) S = % obsah prachu (2-50 μm)

OM = % obsah organických látek D = objemová hmotnost suché půdy

Topsoil / subsoil = kvalitativní parametr (hodnoty 0 nebo 1) $\ln$ = přirozený logaritmus



obr. 4: Přesnost odhadu parametrů n - fit / vlastní PTF; a θ_s - fit / vlastní PTF pro lokality Brozany, Černíči a Cerhovice.



obr. 3: pF křivky – Cerhovice

Závěr

Kontinuální pedotransferové funkce byly testovány celkem na 8 lokalitách v ČR. Bohužel množství vstupních dat (celkem 54 změřených retenčních křivek pro 8 lokalit) nebylo tak velké jako v práci Wosten et al., (1998). Přesto byla data použita pro tuto práci, jakožto předběžnou studii a k získání zkušeností s pedotransferovými funkcemi. Vzhledem k velikosti vstupního souboru dat se nedá konstatovat, že vlastní pedotransferové funkce jsou obecně použitelné pro jednotlivé lokality. Příklady poměrně kvalitního odhadu křivek jsou pro lokality Černíči a Cerhovice (obr.3). Méně přesný odhad je pro lokality Brozany a Ovesná Lhota. U lokalit Tupadly a Džbánov, Podlesí, Žichlínek je zřejmě nejvíce patrný vliv nedostatečné velikosti vstupního souboru dat, odhadnuté křivky se neshodovaly s křivkami fitovanými ani ve tvaru ani v hodnotě parametru θ_s .

Pro dobrý odhad retenční čáry pomocí kontinuálních pedotransferových funkcí je rozhodující množství a kvalita vstupních dat.

Poděkování

Poděkování náleží Ing. Mojmíru Soukupovi CSc., Ing. Heleně Damaškové CSc. a Ing. Zbyňku Kulhavému Csc., kteří poskytli potřebná data a Ing. Radce Kodešové CSc. a Doc. Dr. Ing. Luboši Borůvkovi za pomoc při jejich zpracování.

Použitá literatura:

Hillel, D.: Environmental Soil Physics, Academic Press, London, 1998.

Špongrová, K.: Pedotransferové funkce jako metody odhadu hydrofyzikálních vlastností půd. Diplomová práce, 2003.

PRŮBĚH PF ČAR A HODNOTY PŮDNÍCH HYDROLIMITŮ CHARAKTERIZUJÍCÍ FLUVIZEMĚ V NIVĚ ŘEKY MORAVY

Vítězslav Hybler, Alois Prax, Milan Palát

*Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno
hybler@mendelu.cz*

Úvod

K významným charakteristikám hydrofyzikálních vlastností půd náleží retenční vlhkostní čáry. Určují závislost sacího tlaku půdní vody na momentální vlhkosti půdy. Z průběhu retenčních čar můžeme usuzovat na vodní kapacitu půd, tedy na schopnost půd vodu zadržet, případně na možnosti pohybu vody v půdním profilu, tzn. závislosti hydraulické vodivosti na sacím tlaku. Znalost retenčních čar je nezbytná při hodnocení a bilancování vodního režimu půd. Touto problematikou se zabývala a zabývá řada autorů u nás i v zahraničí. Kromě klasických prací autorů Benetina (1970), Váši a Drbala (1975), Kutílka (1978) či Němečka, Smolíkové, Kutílka (1990) se v poslední době těmito otázkami u nás zabývají Šír, Vogel, Císlarová (1985), Vogel, Císlarová, Šír (1985), Damašková, Šír (1986), Císlarová (1989), Tesař (1990, 1991), Pražák, Šír, Tesař (1994), Matula (2003), Čermák, Prax (2001) a další. V tomto příspěvku se autoři zabývají hodnocením variability průběhu retenčních čar, které byly získány při výzkumných pracech v rámci hodnocení struktury, funkce a produktivity lužního lesa (Penka, Vyskot, Klimo, Vašíček, 1991).

Metody

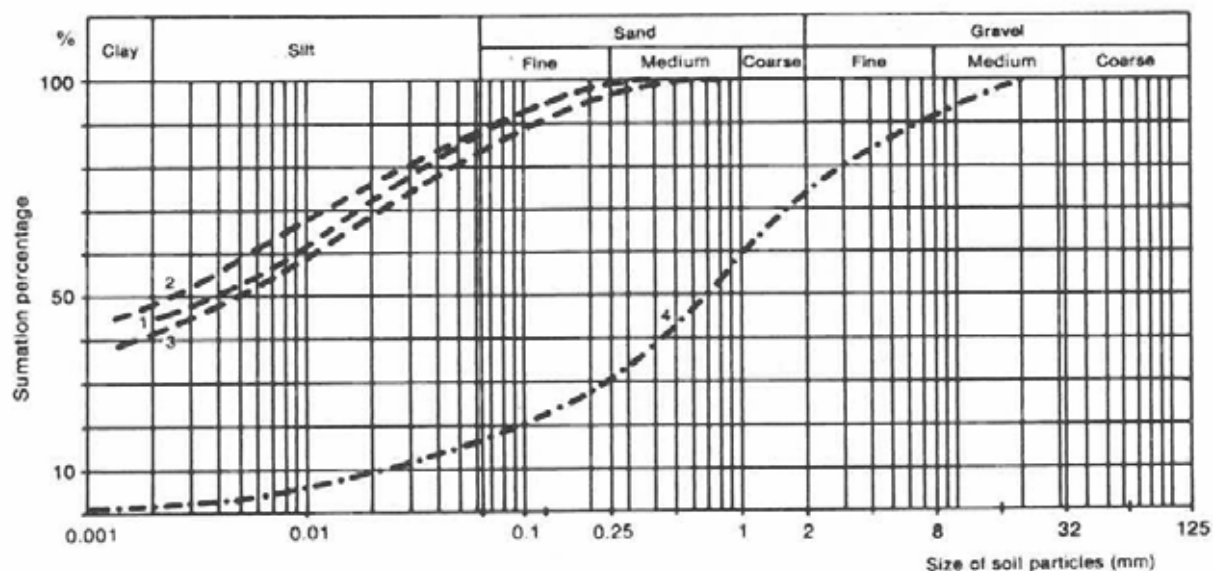
V předložené práci jsou uvedena data (průběhy retenčních vlhkostních čar) získaná v lužním lese v pravobřežní nivě řeky Moravy v prostoru u Lanžhota a u Moravské Nové Vsi na dlouhodobě sledovaných a fixovaných lokalitách (Prax 1991). Odebírány byly neporušené půdní vzorky do Kopeckého fyzikálních válečků ve třech, resp. čtvero opakováních z hloubek 5 a 25 cm v letech 1978 a 1985. Stanovení retenčních křivek na podtlakové a přetlakové aparatuře provedla laboratoř Katedry hydromeliorací Fakulty stavební ČVUT Praha (Kuráž, 1978).

Získaný soubor naměřených dat byl statisticky zhodnocen a vyrovnání bylo provedeno pomocí regresní funkce paraboly 2. stupně $y_i = a_{yx} + b_{yx}x_i + c_{yx}x_i^2$ s trojnásobnými váhami v bodech $pF=0$ a $pF=4$. Samostatně byla hodnocena data získaná pro půdní vzorky z 5 cm a 25 cm.

Výsledky

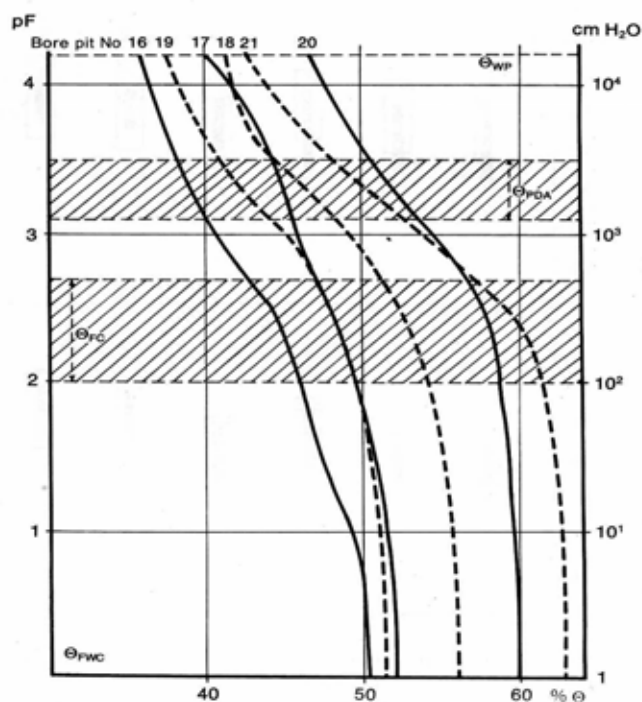
Soubor získaných údajů o průběhu retenčních čar reprezentuje půdní prostředí fluvizemí modálních, oglejených a glejových na nivních hlínách aluvia

řeky Moravy. Po stránce zrnitostní se jedná o půdy hlinité až jílovitohlinité. Jako typický představitel zrnitostního složení zdejších aluviálních sedimentů může sloužit obrázek 1, na němž jsou uvedeny zrnitostní křivky půdních vzorků odebrané v uvedených hloubkách.



Obr. 1: Křivky půdní zrnitosti v hloubce 0,2 m, 1, 2, a 4 m

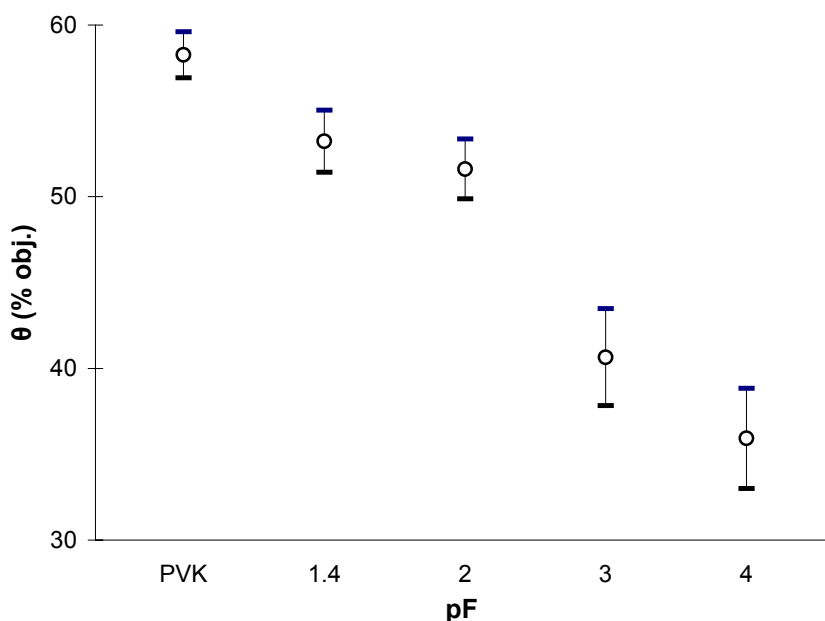
Podstatně rozmanitější průběh mají vlhkostní retenční čáry stanovené pro každý odebraný neporušený půdní vzorek. Jako příklad slouží obrázek 2.



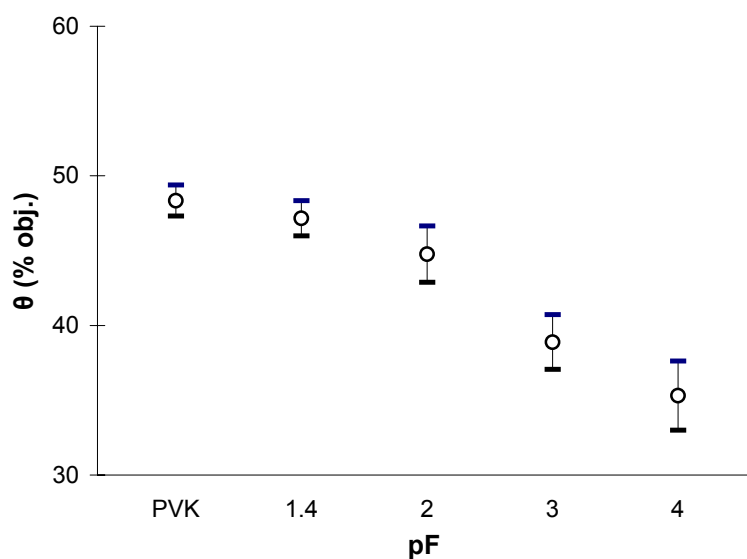
Obr. 2: Retenční křivky vlhkosti objemové v půdních vzorcích z hloubky 25 cm

Proto byla variabilita hodnot stanovených hydrofyzikálních parametrů (objemová půdní vlhkost při různých hodnotách sacích tlaků) zhodnocena

vyjádřením intervalů spolehlivosti na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Obrázek 3 je pro půdní vrstvu 5 až 10 cm a obrázek 4 pro půdní vrstvu 25 až 30 cm.



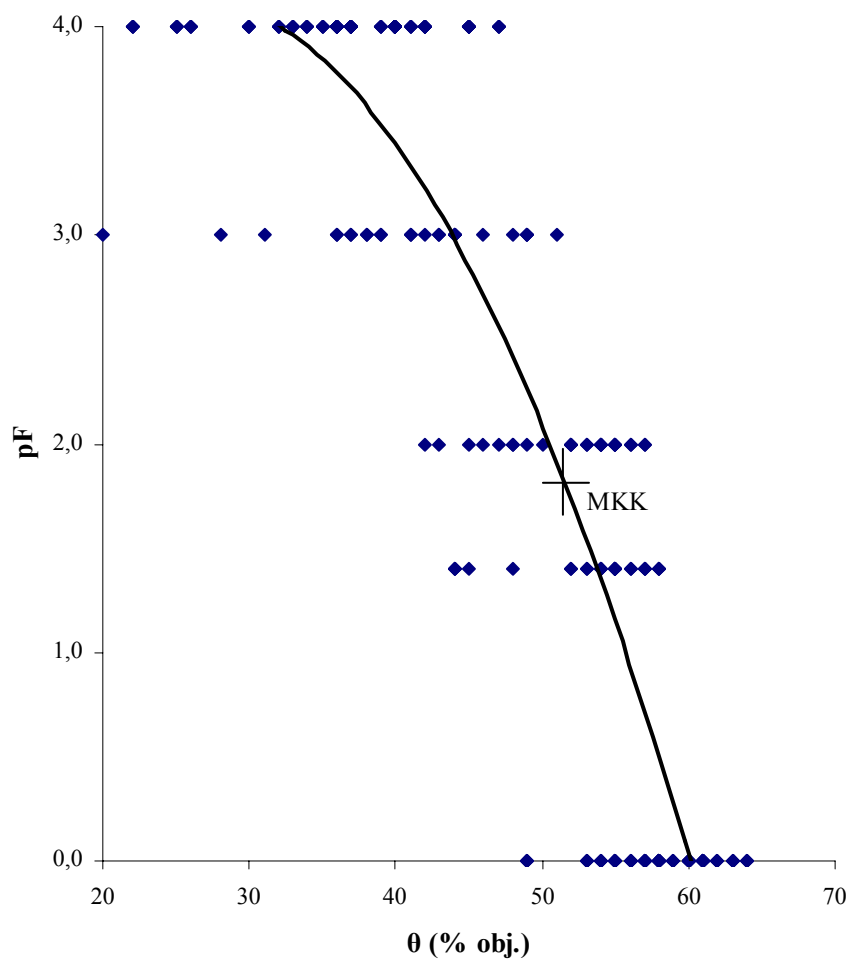
Obr. 3: Intervaly spolehlivosti ($\alpha = 0,05$) pro půdní vrstvu z hloubky 5 až 10 cm (PVK – plná vodní kapacita)



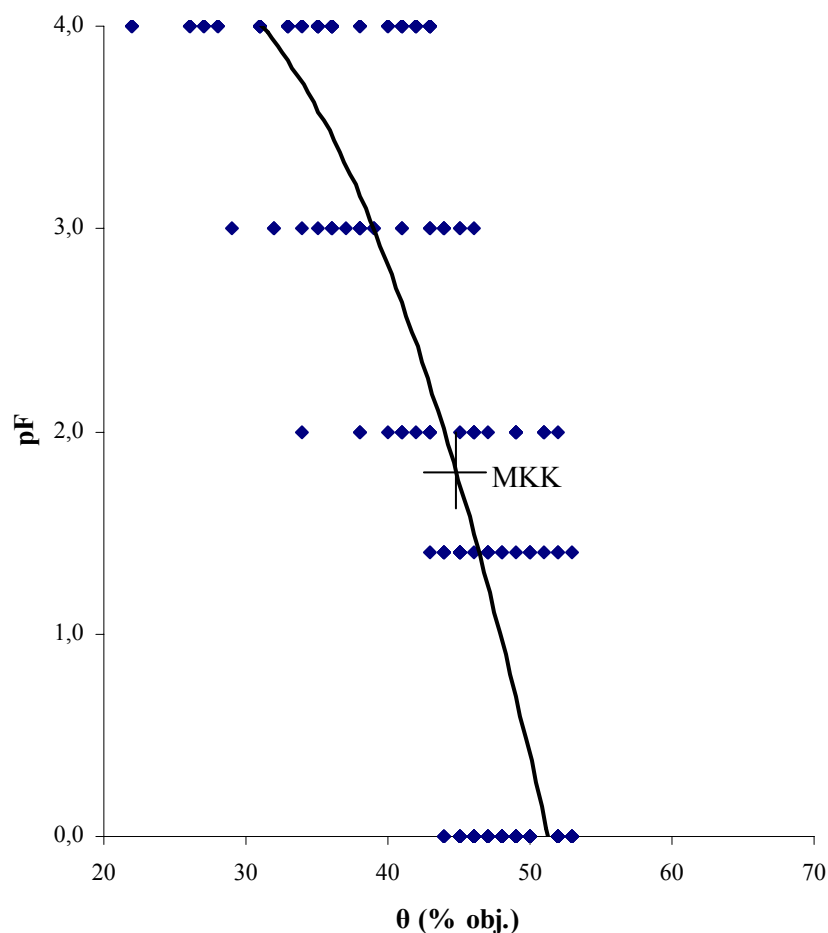
Obr. 4: Intervaly spolehlivosti ($\alpha = 0,05$) pro půdní vrstvu z hloubky 25 až 30 cm (PVK - plná vodní kapacita)

Vyrovnání všech získaných údajů, tj. hodnot půdní vlhkosti v % obj. při daných hodnotách sacích tlaků pomocí regresní paraboly 2. stupně je znázorněno na obrázku 5 a 6, kde pro hloubku 5-10 cm platí rovnice

$y_i = 1,7542856 + 0,1835589 x_i - 0,0035376017 x_i^2$ s indexem korelace $I_{yx} = 0,90496$ a pro hloubku 25-30 cm rovnice $y_i = 0,906778 + 0,2799234 x_i - 0,005802065 x_i^2$ s indexem korelace $I_{yx} = 0,80913$. Byla vždy zjištěna hodnota MKK dle Nováka 51,25% pro vrstvu 5–10 cm a 44,67% pro vrstvu 25–30 a tento bod leží v obou případech těsně pod hranicí $pF = 2$.



Obr. 5: Vyrovnaný průběh vlhkostních retenčních čar (půdní vrstva 5–10 cm) s vyznačenou úrovní objemové vlhkosti při maximální kapilární kapacitě (MKK) 51,25%



Obr. 6: Vyrovnaný průběh vlhkostních retenčních čar (půdní vrstva 25–30 cm) s vyznačenou úrovní objemové vlhkosti při maximální kapilární kapacitě (MKK) 44,67%

Závěr

Sledována byla variabilita hydrofyzikálních půdních parametrů na fluvizemích lužních lesů aluvia řeky Moravy. Statisticky jsou vyhodnoceny hodnoty odebraných neporušených půdních vzorků, na nichž byly stanoveny průběhy vlhkostních retenčních čar na přetlakových aparaturách. Výsledné hodnoty vyrovnané pomocí regresní funkce paraboly 2. stupně vykazují vysoce významné indexy korelace na hladině $\alpha = 0,01$. Uvedené hodnoty platí pro půdní vrstvy 5–10 cm a 25–30 cm, které se od sebe významně liší.

Tento úkol byl řešen v rámci projektu J08:432100001 podporovaného MŠMT ČR.

Literatura

- Benetin J.: Dynamika pôdnej vlhky. Vydavateľstvo SAV, Bratislava 1970.
- Váša J., Drbal J.: Retence, pohyb a charakteristiky půdní vody. Práce a studie VÚV 131. Praha 1975. Str. 377.
- Kutílek M.: Vodohospodářská pedologie. SNTL/Alfa, Praha/Bratislava 1978. 296 s.
- Němeček J., Smolíková L., Kutílek M.: Pedologie a paleopedologie. Academia Praha 1990. 552 s.
- Šír M., Vogel T., Císlarová M.: Analytické vyjádření retenční křivky a hydraulické vodivosti pórovitého materiálu. Vodohospodářský časopis 33, Praha 1985. Str. 74 - 85.
- Vogel T., Císlarová M., Šír M.: Věrohodnost nepřímého stanovení hydraulické vodivosti půdního prostředí. Vodohospodářský časopis 33, Praha 1985. Str. 204 - 224.
- Damašková H., Šír M.: Popis pohybu vody v půdě metodami půdní fyziky. Sborník ÚVTIZ Meliorace 22, Praha 1986. Str. 51 - 62.
- Císlarová M.: Inženýrská hydropedologie. Skriptum FSv ČVUT, Praha 1989.
- Tesař M.: Hodnocení vodního režimu půd pomocí charakteristických čar zabezpečení sacích tlaků. Sborník semináře Hydropedologie, Praha 1990. Str. 44 - 55.
- Tesař M.: Vodohospodářská bilance povodí s částí odvodňovaných zemědělských půd. Kandidátská disertační práce ČVUT. Praha 1991.
- Pražák J., Šír M., Tesař M.: Estimation of plant transpiration from meteorological data under conditions of sufficient soil moisture. Journal of Hydrology 1994/162. 409 - 427.
- Matula S., Kodešová B., Křivohlavý P., Kocábová H.: Modeling of water regime in soil profile. Sborník Pedologické dny, Velké Bílovice 2003. Str. 55 - 61.
- Čermák J., Prax A.: Water balance of floodplain forests in southern Moravia considering rooted and root-free compartments under contrasting water supply and its ecological consequences. Ann. Sci. For. 2001/58, 1 - 12.
- Penka M., Vyskot M., Klimo E., Vašíček F.: Floodplain forest ecosystem 2. Academia Praha 1991.
- Prax A.: The hydrophysical properties of the soil and changes in them. In: Penka M., Vyskot M., Klimo E., Vašíček F.: Floodplain forest ecosystem 2. Academia Praha 1991. Str. 145 - 168.
- Kuráž V.: osobní sdělení, 1978.

SEZNAM ÚČASTNÍKŮ

Jméno	Instituce	Kontakt
Borůvka Luboš	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	boruvka@af.czu.cz
Brezanská Miroslava	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno	
Brouček Josef	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, České Budějovice	vumopcb@cbu.pvtnet.cz
Březina B. Karel	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	brezina@vumop.cz
Czelis Radim	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno	czelis@vumopbrno.cz
Čechmánková Jarmila	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	cechmankova@vumop.cz
Čermák Petr	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	cermak@vumop.cz
Černohous Vladimír	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Opocno	cernohous@vulhmop.cz
Červenková Monika	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Dřímál Jaroslav	Ministerstvo životního prostředí	jaroslav-drimal@env.cz
Dufková Jana	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	janadufkova@email.cz
Fiala Přemysl	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno	premysl.fiala@oapvr.zeus.cz
Frydrych Jaroslav	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Fučík Petr	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	fucik@vumop.cz
Gömöryová Erika	Technická univerzita, Zvolen	egomory@vsld.tuzvo.sk
Halas Ján	Výzkumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava - Regionálne pracovisko Prešov	halas@vupop.sk
Hauptman Ivo	Ministerstvo životního prostředí	hauptman@env.cz
Holubec Lubomír	Ministerstvo zemědělství - Pozemkový úřad, Kroměříž	pu_kromeriz@mze.cz
Honz Josef	Projekce pozemkového úřadu, Lnáře	honz@pi.bohem-net.cz
Horváthová Viera	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	horvathova@vumop.cz
Houška Jakub	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	jakubh@mendelu.cz

Jméno	Instituce	Kontakt
Huml Jan	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, České Budějovice	vumopcb@cbu.pvtnet.cz
Chvátal Vladislav	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Plzeň	
Ilavská Blanka	Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava	ilavska@vupu.sk
Jandák Jiří	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	jandak@mendelu.cz
Janderková Jana	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno	janderkova@brno.nature.cz
Kacálek Dušan	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Opočno	kacalek@vulhmop.cz
Kašák Josef	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, České Budějovice	vumopcb@cbu.pvtnet.cz
Khel Tomáš	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	khel@vumop.cz
Kobza Jozef	Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava - Regionálne pracovisko Banská Bystrica	kobza.vupop@isternet.sk
Kočárek Martin	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	kocarek@af.czu.cz
Kodešová Radka	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	kodesova@af.czu.cz
Kohel Jaroslav	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Kozák Josef	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	kozak@af.czu.cz
Kozel František	Výzkumný ústav rostlinné výroby, Žlutice	fr.kozel@tiscali.cz
Kozel Oldřich	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	vincik@vumop.cz
Křehlík Jiří	Ministerstvo zemědělství - Pozemkový úřad, Brno	
Kubík Ladislav	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno	kubik@brno.nature.cz
Kučera Josef	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno	kucera@vumopbrno.cz
Kulhavý Jiří	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	kulhavy@mendelu.cz

Jméno	Instituce	Kontakt
Kunzová Eva	Výzkumný ústav rostlinné výroby, Žlutice	kunzova@vuvr.cz
Lagová Jitka	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	lagova@vumop.cz
Lexa Martin	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	lexa@vumop.cz
Lhotský Jiří	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	jirilhotsky@volny.cz
Lochman Václav	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště	maxa@vulhm.cz
Macků Jaromír	Ústav hospodářských úprav lesa, Brno	
Mach Stanislav	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Macháček Václav	Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha	machacek@vurv.cz
Makovníková Jarmila	Výzkumný ústav půdoznalctva a ochrany půdy, Bratislava	makovnikova.vupop@isternet.sk
Maleňák Antonín	Čejč	
Markupová Alena	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	alenamarkupova@centrum.cz
Maršíková Iva	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	i.marsikova@seznam.cz
Mašát Karel	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Maxa Michal	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště	maxa@vulhm.cz
Mikanová Olga	Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha	mikanova@vurv.cz
Millionová Alena	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno	millionava@vumopbrno.cz
Mládková Lenka	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	mladkova@af.czu.cz
Němec Antonín	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Novák Pavel	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	novak@vumop.cz
Novák Pavel	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	pnovak@vumop.cz
Novotný Jiří	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno	novotny@vumopbrno.cz

Jméno	Instituce	Kontakt
Obršlík Jiří	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno	obrslik@vumopbrno.cz
Pacula Miloslav	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno	pacola@vumopbrno.cz
Penízek Vít	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	penizek@af.czu.cz
Petruš Josef	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno	petrus@brno.nature.cz
Pokorný Eduard	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	pokorny@mendelu.cz
Poruba Miroslav	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Pospíšilová Lubice	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	lposp@mendelu.cz
Procházková Olga	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	prochazkova@vumop.cz
Provazník Karel	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský	karel.provaznik@ukzuz.cz
Radim Hédli	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	rhe@centrum.cz
Rejšek Klement	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	kr@mendelu.cz
Rohošková Marcela	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	rohoskova@af.czu.cz
Sáňka Milan	Ekotoxa, s.r.o.	milan.sanka@iol.cz
Sedláček Jan	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno	jan.sedlacek@brno.nature.cz
Sládková Jitka	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	sladkova@af.czu.cz
Slavíková Lucie	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	slavikova@vumop.cz
Sobocká Jaroslava	Výzkumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava	sobocka@vupu.sk
Sobotková Anna	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	sobotkova@vumop.cz
Socha Zdeněk	Úřad pro zastupování státu ve věcech majetkových, Hodonín	zdenek.socha@oku-ho.cz
Sychová Michaela	Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha	sychova@vuvr.cz
Šamonil Pavel	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno	pavel.samonil@seznam.cz
Šarapatka Bořivoj	Přírodovědecká fakulta univerzity Palackého, Olomouc	sar@prfnw.upol.cz

Jméno	Instituce	Kontakt
Šefrna Luděk	Přírodovědecká fakulta univerzity Karlovy, Praha	sefrna@natur.cuni.cz
Šonka Jan	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, České Budějovice	vumopcb@cbu.pvtnet.cz
Šťastná Milada	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	stastna@mendelu.cz
Štefaňáková Růžena	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno	stefanakova@vumopbrno.cz
Tomiška Zdeněk, ing.	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Uhlířová Jana, Ing.	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno	uhlirova@vumopbrno.cz
Vácha Radim	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	vacha@vumop.cz
Vaněk Aleš	Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a geologie	vaneka@af.czu.cz
Vaňková Ladislava	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Vašků Zdeněk	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	vasku@vumop.cz
Velek Václav	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Vincíková Marie	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	vincik@vumop.cz
Vlčková Miroslava	PF SK	vlckova@pozfond.sk
Volek Jiří	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	volek@vumop.cz
Voplakal Karel	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	voplakal@vumop.cz
Vopravil Jan	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	vopravil@vumop.cz
Vyhnánek Jiří	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Vysloužilová Markéta	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	vyslouzilova@vumop.cz
Žigmund Ivan	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Žigová Anna	Geologický ústav Akademie věd ČR, Praha	zigova@gli.cas.cz
Žížala Pavel	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha	
Hybler Vítězslav	Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno	hybler@mendelu.cz

Název:	Pedologické dny 2004 Sborník z konference na téma PEDODIVEZITA
Editor:	Marcela Rohošková
Vydavatel:	Česká zemědělská univerzita v Praze
Rok vydání:	2004
Vydání:	první
Počet stran:	192
Počet výtisků:	200
Tiskárna:	PowerPrint, Praha 6 – Suchdol, Kamýcká 129
Rozšiřuje:	Katedra pedologie a geologie Česká zemědělská univerzita v Praze 165 21 Praha 6 – Suchdol Tel.: +420-220 921 644 Fax.: +420-234 381 836

Za obsahovou a jazykovou správnost příspěvků odpovídají autoři.

ISBN 80-213-1248-3