

# **Priestorová diferenciácia retenčných a hydraulických parametrov pôd Borskej nížiny**

Spatial differentiation of soil retention and hydraulic properties in Borská nížina  
Lowland

*Peter Stradiot<sup>1</sup>, Michal Kupec<sup>2</sup>, Štefan Rehák<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábřežie arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49  
Bratislava, Slovenská republika;*

<sup>2</sup> *Katedra pedológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská  
dolina B-2 842 15 Bratislava, Slovenská republika*

## **Abstrakt**

Borská nížina je významná produkčná poľnohospodárska oblasť. Pre udržanie stability produkcie je potrebné poznať dynamiku zásob vody v zóne aerácie. Táto je významne ovplyvnená hydrofyzikálnymi vlastnosťami pôd (retenčnými a hydraulickými parametrami) a hladinou podzemnej vody. Na Borskej nížine bol v roku 2013 vykonaný terénny prieskum. Bolo vytipovaných 15 lokalít podľa pôdneho druhu a spôsobu využitia územia. Na každej lokalite sa stanovili retenčné charakteristiky a základné fyzikálne a chemické vlastnosti pôd. Namerané hodnoty sme štatisticky vyhodnotili. Výsledky môžu byť použité pre modelovanie obsahu vody v zóne aerácie a iných veličín, ako aj stanovenie priestorových aspektov týchto vybraných parametrov z dôvodu optimalizácie sústav hospodárenia a pozemkových úprav.

**Kľúčové slova: pôdna retencia, textúra pôdy, variabilita**

## **Abstract**

Borská Lowland (SW Slovakia) is an important agricultural area. In order to keep the stability of the agricultural production it is necessary to know the dynamics of water supply in the soil aeration zone. This is considerably influenced by hydrophysical properties of soil (retention and hydraulic parameters) and ground water table. A field survey was conducted in Borská Lowland in 2013. We selected 15 localities according to soil type and land use. Retention parameters and basic physical and chemical soil properties were determined for each locality. Measured values were statistically evaluated. The results can be used for modeling of water content in the soil aeration zone and other parameters, as well as for determination of spatial aspects of those selected parameters. This can serve for optimization of management in those areas and for land improvement.

**Keywords: soil-water retention, soil texture, variability**

## Úvod

Pôdy Borskej nížiny vznikali prevažne na kvartérnych substrátoch eolických pieskov a aluviálnych sedimentov. Prevládajú zrnitostne ľahké piesočnaté pôdy (až 83% plochy), stredne ťažké hlinité a prachovité pôdy zaberajú okolo 15% a ťažké ílovité pôdy asi 2% územia (Kubíček et al. 2001). Hydrofyzikálne charakteristiky pôd sa vyznačujú veľkou priestorovou variabilitou.

Medzi základné hydrofyzikálne charakteristiky pôdy patrí vlhkosťná retenčná krivka. Vyjadruje schopnosť pôdy udržať pôdnu vodu proti pôsobeniu vonkajších síl (Rehák et al. 2006). Je definovaná ako funkčná závislosť medzi vlhkosťou pôdy a negatívnym vlhkosťným potenciálom pôdnej vody (Kutílek 1978, Williams 1982). Na vyjadrenie vlhkosťného potenciálu sa najčastejšie používa hodnota pF, čo je dekadický logaritmus negatívnej tlakovej výšky pôdnej vody vyjadrenej v cm.

Vzťah vlhkosti pôdy a potenciálu pôdnej vody je závislý od zrnitostného zloženia pôdy, mineralógie ílovej frakcie, vlastností organickej hmoty, pôdnej štruktúry a pod. Obsah vody v pôde pri nízkych potenciáloch je ovplyvnený najmä štruktúrou pôdy. Pri kompácii pôdy sa mení distribúcia pórov v neprospech gravitačných, klesá celková pórovitosť, a takisto aj hodnota vlhkosti pôdy pri plnom nasýtení (Hillel 1998). Pri vysokých potenciáloch zohráva významnú úlohu adsorpcia, a teda vlhkosť pôdy závisí menej od štruktúry a viac od zrnitostného zloženia pôdy (Hillel 2004). Ílovité pôdy sa v porovnaní s piesčitými pôdami so zvyšujúcim potenciálom odvodňujú plynulejšie, čo je spôsobené prevahou kapilárnych pórov nad gravitačnými.

## Materiál a metódy

V príspevku bolo vyhodnotených celkovo 108 pôdnych vzoriek v rámci záujmového územia. Z vlastného terénneho prieskumu bolo použitých 82 vzoriek z 8 lokalít vybraných na základe príslušnosti k pôdnemu druhu, pôdnemu typu a spôsobu využívania krajiny. Doplnené boli o ďalších 26 pôdnych vzoriek z projektu Optimalizácia vodného režimu agroekosystému v regióne Záhorkej nížiny (Šanta 1998) (obr. 1).

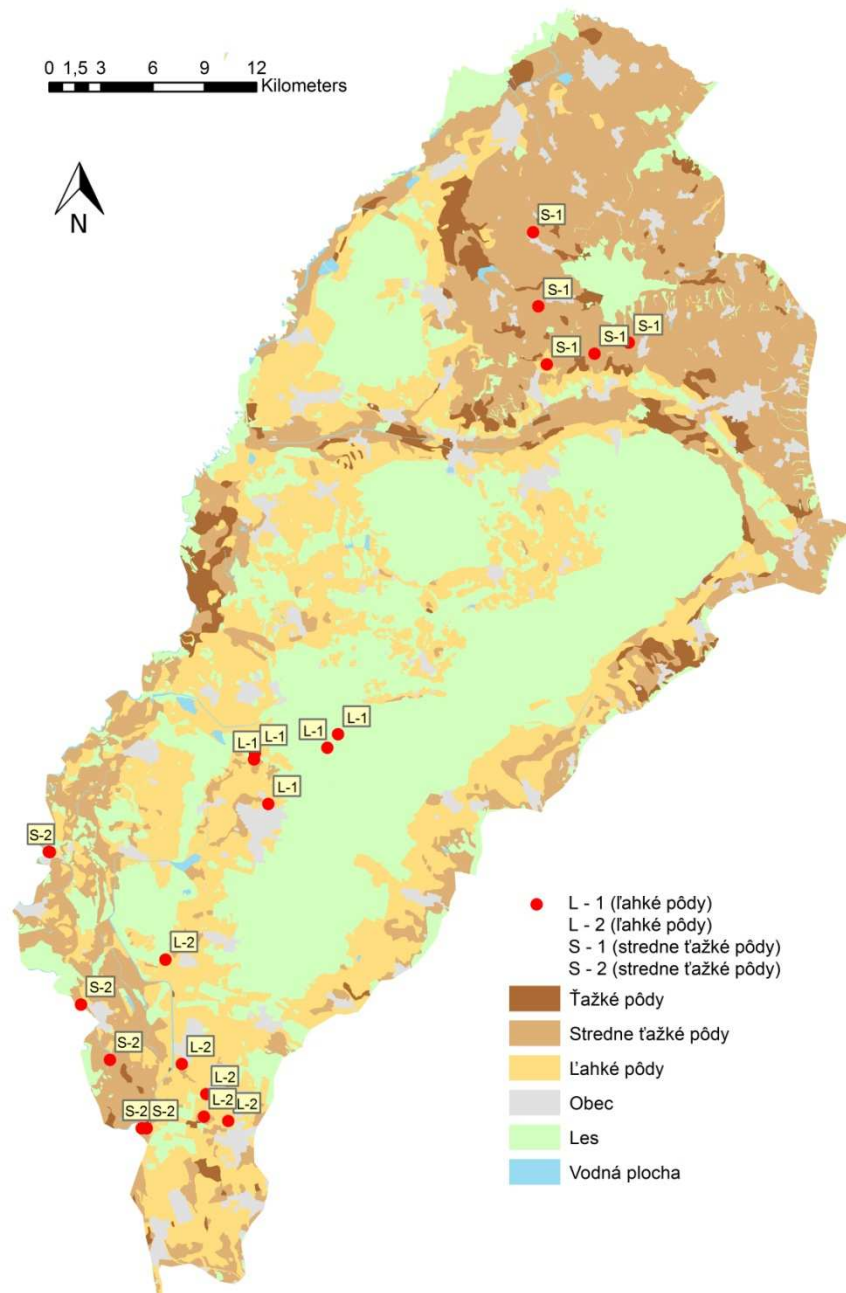
Do Kopeckého valčekov ( $100 \text{ cm}^3$ ) boli z pôdneho profilu (0 – 100 cm) po 10 cm odobrané neporušené vzorky pôdy. Z pôdnych typov sú zastúpené glej modálny (GLm), fluvizem glejová (FM<sub>G</sub>), čiernica glejová (ČA<sub>G</sub>), čiernica kultizemná (ČAa) a regozem

modálna (RMm). Zo základných pôdnych vlastností bola stanovená zrnitosť (pipetovacia metóda podľa Nováka), obsah organického uhlíka (Sims et Haby 1971) a redukovaná objemová hmotnosť (po vysušení pri 105°C). Vzorky boli rozdelené do skupín na základe zrnitostných tried podľa USDA (Soil Survey Manual), ktorá rozdeľuje pôdy podľa pomeru frakcií: íl (< 0,002 mm), prach (0,002 až 0,05 mm), piesok (0,05 až 2 mm).

Na základe podtlakovej metódy s pieskovým tankom a pretlakovej metódy s keramickými platňami bola stanovená odvodňovacia vetva vlhkostnej retenčnej krivky. Merané boli body pF 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4,18. V štatistickej analýze boli použité body pF zodpovedajúce hydrolimitom (Kutílek 1978):

- plná vodná kapacita ( $\theta_s$ ) pF = 0 (charakterizuje vlhkosť pôdy pri úplnom zaplnení pórov a dutín vodou)
- poľná vodná kapacita (PVK) pF = 2,0 – 2,7 (charakterizuje maximálne množstvo vody, ktoré môže pôda udržať dlhší čas)
- bod zníženej dostupnosti (BZD) pF = 3,0 – 3,3 (vlhkosť pôdy, pri ktorej sa podstatne znižuje pohyblivosť pôdnej vody, čo sa už prejavuje negatívne na rastline)
- bod vädnutia (BV) pF = 4,18 (vlhkosť pôdy, kedy už rastliny nie sú dostatočne zásobované vodou, t.j. intenzita adsorpcie vody koreňmi rastlín je menšia ako intenzita transpirácie, preto rastliny vädnú).

Obrázok 1. Lokalizácia pôdných sond na záujmovom území Borskej nížiny



## Výsledky

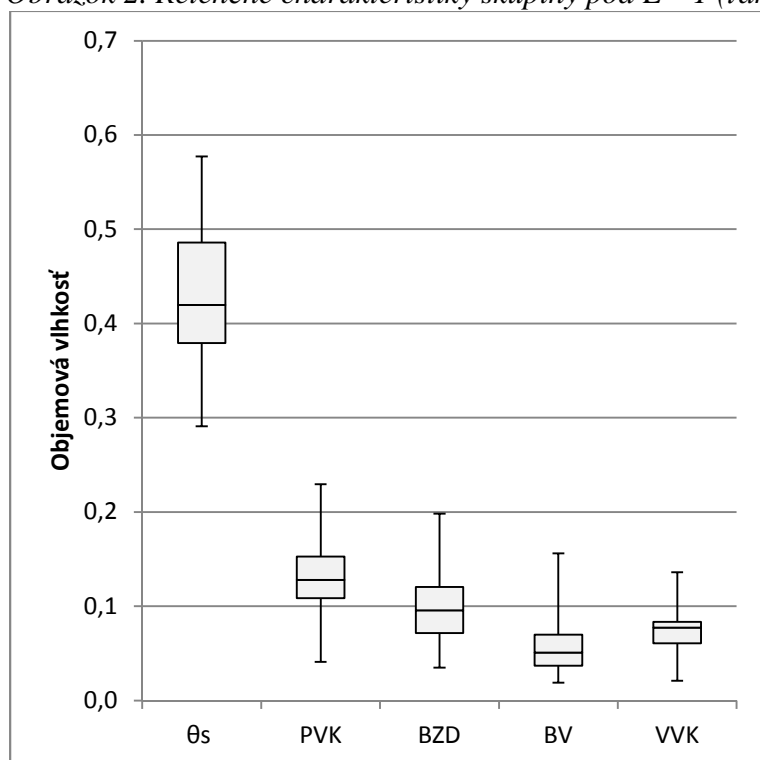
Pôdne vzorky boli rozdelené na základe polohy a zrnitostného rozboru do štyroch skupín: L – 1 (ľahké pôdy), L – 2 (ľahké pôdy), S – 1 (stredne ťažké pôdy) a S – 2 (stredne ťažké pôdy). Základné pôdne vlastnosti a objemové vlhkosti pôd pri stanovených hodnotách pF sú uvedené v tab. 1 priemerne podľa jednotlivých skupín pôd. Využitelná vodná kapacita (VVK) bola stanovená rozdielom hydrolimitov PVK a BV.

Tabuľka 1. Prehľad stanovovaných parametrov pôdných vzoriek

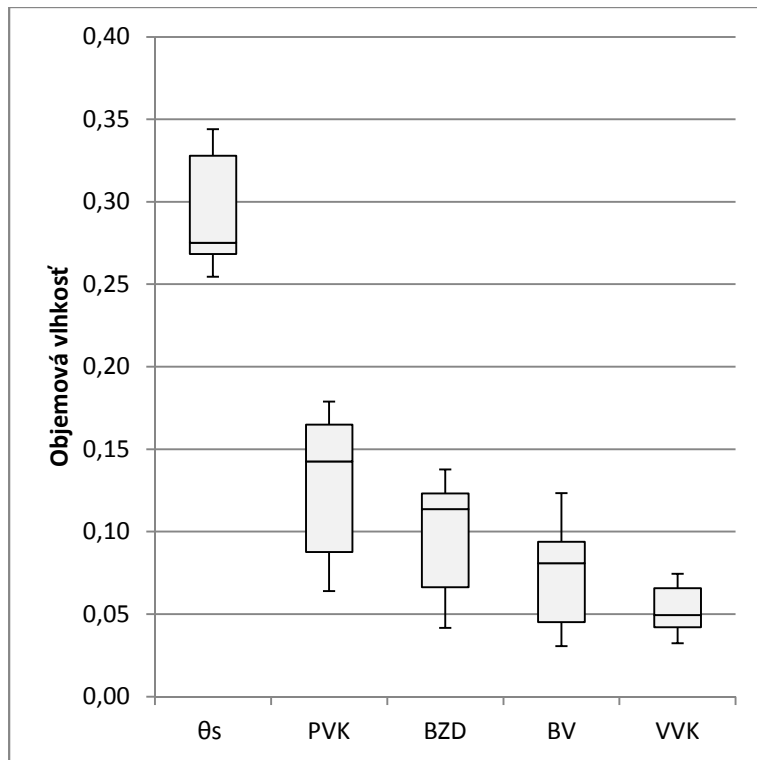
	Pôdy celkovo	L – 1 (ľahké pôdy)	L – 2 (ľahké pôdy)	S - 1 (stredne ťažké pôdy)	S - 2 (stredne ťažké pôdy)
počet	108	41	11	15	41
piesok [%]	56,43	90,38	82,00	28,00	25,34
prach [%]	27,98	6,08	12,44	55,20	38,20
íl [%]	15,59	3,53	5,56	16,80	36,46
$\rho$ [g.cm <sup>-3</sup> ]	1,60	1,55	1,68	1,55	1,61
C [%]	1,08	0,86	-	-	1,30
$\theta$ [cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ], pF = 0 ( $\theta_s$ )	0,436	0,431	0,295	0,427	0,593
$\theta$ [cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ], pF = 2 (PVK)	0,276	0,132	0,127	0,359	0,486
$\theta$ [cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ], pF = 3 (BZD)	0,230	0,099	0,098	0,311	0,413
$\theta$ [cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ], pF = 4,18 (BV)	0,173	0,057	0,075	0,234	0,326
$\theta$ [cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ], PVK-BV (VVK)	0,103	0,075	0,052	0,125	0,160

Variabilita hodnôt sledovaných hydrolimitov za jednotlivé skupiny pôd je graficky znázornená na obr. 2 – 5.

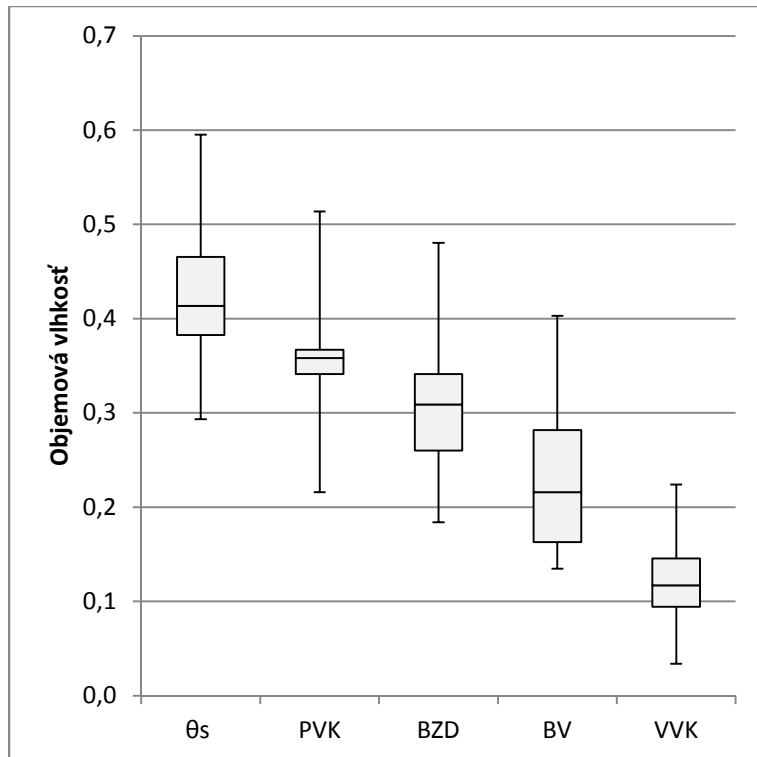
Obrázok 2. Retenčné charakteristiky skupiny pôd L – 1 (ľahké pôdy)



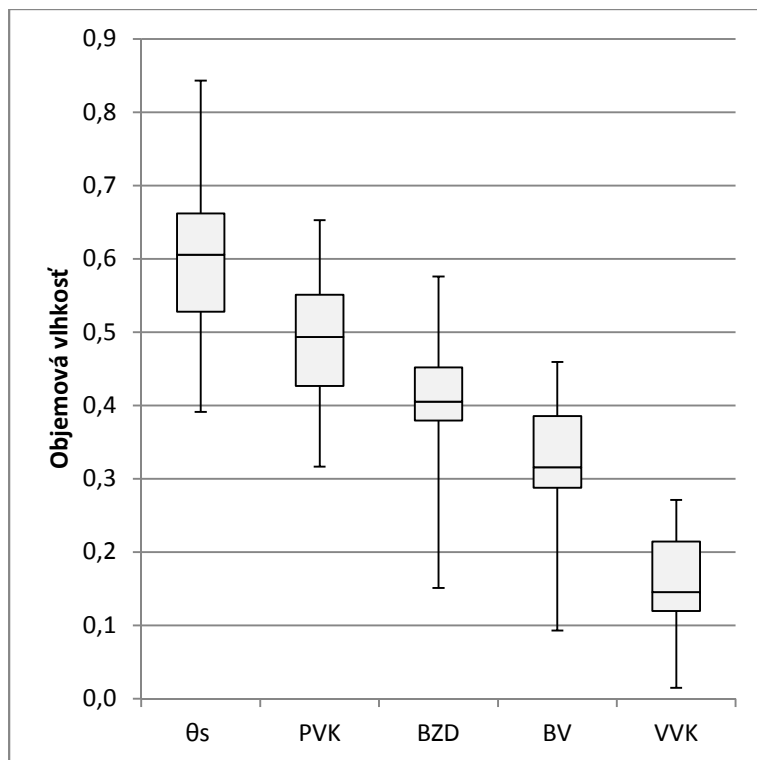
Obrázok 3. Retenčné charakteristiky skupiny pôd L – 2 (ľahké pôdy)



Obrázok 4. Retenčné charakteristiky skupiny pôd S – 1 (stredne ťažké pôdy)



Obrázok 5. Retenčné charakteristiky skupiny pôd S – 2 (stredne ťažké pôdy)



## Diskusia

Transportné charakteristiky pôdy sú determinované zložením pôdnej matrice. Pre dynamiku pôdnej vody má rozhodujúci význam tvar a veľkosť pórov (Rehák et al. 2006). Rozdelenie pórov v pôdnom profile je rozdielne v závislosti od pôdneho druhu, štruktúry, genetického pôdneho horizontu a organického podielu v pôde. V ľahkých pôdach sú v prevažnej miere zastúpené póry nekapilárne, v ťažkých pôdach naopak póry kapilárne. Pri medzidruhovom porovnaní zohráva úlohu najmä pôdna zrnitosť.

V tab. 2 sú uvedené hodnoty rozptylu retenčných charakteristík v rámci pôdných skupín. V porovnaní so stredne ťažkými pôdami vykazujú hodnoty meraných parametrov u ľahkých pôd menšiu variabilitu, v prípade VVK je to rozdiel jedného rádu. Väčšia homogenita u skupiny ľahkých pôd je spôsobená zrnitostným zložením s dominantným zastúpením piesočnej frakcie (82 – 90%). Kým u skupiny stredne ťažkých pôd je podiel jednotlivých zrnitostných frakcií vyrovnanerší a vlastnosti pórového systému sú rozmanitejšie, u skupiny ľahkých pôd prevažujú póry gravitačné s relatívne homogénnou pôdnou štruktúrou.

Tabuľka 2. Rozptyl hodnôt retenčných charakteristík pôd podľa jednotlivých skupín

	L - 1	L - 2	S - 1	S - 2
$\theta_s$	0,0051	0,0011	0,0069	0,0102
PVK	0,0023	0,0016	0,0058	0,0063
BZD	0,0016	0,0011	0,0062	0,0060
BV	0,0010	0,0009	0,0071	0,0059
VVK	0,0006	0,0002	0,0025	0,0035

Zrnitostné zloženie pôd ovplyvňuje taktiež priebeh retenčných kriviek. Skupina stredne ťažkých pôd vykazuje relatívne plynulý priebeh odvodňovacej vetvy retenčnej krivky, zatiaľ čo u skupiny ľahkých pôd dochádza k rýchlemu poklesu vlhkosti (rozdiel  $\theta_s$  - PVK) vplyvom gravitačných pórov (obr. 2 - 5). Rozdiel hodnôt hydrolimitov PVK – BV (tab. 1) je relatívne tesný u skupiny ľahkých pôd (0,075 a 0,052), oproti stredne ťažkým pôdam (0,125 a 0,160), čo poukazuje na rozdielnú distribúciu pórov v daných skupinách pôd.

## Záver

Dynamika zásob vody v zóne aerácie pôdy je významne ovplyvnená hydrofyzikálnymi vlastnosťami pôd (retenčnými a hydraulickými parametrami) a hladinou podzemnej vody. V príspevku bola hodnotená priestorová variabilita retenčných vlastností vybraných pôd na území Borskej nížiny. Štatisticky bola vyhodnotená variabilita vybraných hydrolimitov odvodňovacej vetvy retenčnej krivky v rámci skupiny ľahkých a stredne ťažkých pôd. Väčšia homogenita meraných údajov bola zaznamenaná u skupiny ľahkých pôd, ako dôsledok relatívne väčšej uniformity zrnitostného zloženia, distribúcie pórov a štruktúry pôdnej matrice. Priestorová variabilita hydrofyzikálnych vlastností pôd má významný dopad z hľadiska pozemkových úprav, osevných postupov a sústav hospodárenia.

## Literatúra

- Hillel, D., 1998: Environmental soil physics. Academic Press, San Diego, 771 s.
- Hillel, D., 2004: Introduction to environmental soil physics. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 494 s.



- Kubíček F., Kalivodová E., Bedrna Z., Barančok P., Ružičková H., Kalivoda H., Varšavová M., Kollár J., Kanka R., 2001: Príroda prihraničného regiónu Záhoria. Slovenská ekologická spoločnosť SAV, Bratislava, SR
- Kutílek, M., 1978: Vodohospodárska pedologie. SNTL/ALFA, Praha, 296 s.
- Rehák, Š., Janský L., Nováková, K., 2006: Fyzika pôdy II. Fyzikálne procesy v pôde. Bratislava: Vydavateľstvo UK, 2006. 116 s. ISBN 80-223-2032-3
- Sims, J.R., Haby, V.A., 1971: Simplified colorimetric determination of soil organic mater. Soil Science, 112, 137-141.
- Šanta, M., 1998: Optimalizácia vodného režimu agroekosystému v regióne Záhorskej nížiny (záverečná správa). ETIRS, Bratislava, SR
- Williams, P.J., 1982: The surface of the Earth, an introduction to geotechnical science. Longman Inc., New York

## **Pod'akovanie**

Tento článok vznikol vďaka podpore grantovej agentúry VEGA – projekt č. 2/0167/12 a s podporou OP Výskum a vývoj – projekt Centrum excelentnosti integrovanej protipovodňovej ochrany územia, ITMS 26240120004, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## **Kontakt:**

Ing. Peter Stradiot  
Výskumný ústav vodného hospodárstva  
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5  
812 49 Bratislava  
Slovensko  
+421 2 59 343 377, Stradiot@vuvh.sk