

## FIZIKAI TALAJFÉLESÉGEK DEFLÁCIÓÉRZÉKENYSÉGE JÁSZ- NAGYKUN-SZOLNOK MEGYÉBEN – SZÉLCSATORNA MÉRÉSEK ALAPJÁN

LÓKI JÓZSEF<sup>1</sup>, NÉGYESI GÁBOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,  
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

E-mail: loki.jozsef@science.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Jász-Nagykun-Szolnok megye fizikai talajtípusain vizsgáltuk azok defláció érzékenységet. A 19 helyről begyűjtött talajt először szedimentológiai laboratóriumban elemeztük, majd szélcSATORNA kísérletekkel meghatároztuk a kritikus indító sebességüket és az erodálhatóságuk mértékét. A vizsgálati eredmények alapján a megye talajait három deflációérzékenységi kategóriába soroltuk. Az erősen veszélyeztetett homokos talajú területek csak kisebb foltokban fordulnak elő. Ezeknek a területeknek a felszínét már a 6,5 –7 m/s sebességű szelek is mozgásba hozzák. A kevésbé, vagy gyengén veszélyeztetett agyagos talajú területek is kisebb kiterjedésűek. A megye felszínének jelentős része a deflációtól közepesen veszélyeztetett kategóriába tartozik. Ezeken a területeken a 9,5 m/s-nál erősebb szelek jelentenek deflációs veszélyt elsősorban a tavaszi hónapokban.

### BEVEZETÉS

A szélerózió törvényszerűségeinek vizsgálatával már több mint fél évszázada foglalkoznak a kutatók. Nemzetközi viszonylatban ki kell emelnünk R. A. Bagnold nevét, aki a szélcSATORNA-ban végzett kísérleteivel a

széleróziós kutatásokat több vonatkozásban teljesen új irányba terelte. A mérési eredményeit, illetve a következtetéseit bemutató, 1941-ben megjelent tanulmányára (BAGNOLD, 1941) még napjainkban is rendszeresen hivatkoznak a kutatók. Az általa elért eredményeket azóta többen (CHEPIL, 1945; Williams, 1964, stb.) kiegészítették, illetve pontosították.

Magyarországon az eolikus erózió kutatása a futóhomok területek formáinak tanulmányozásával kezdődött (CHOLNOKY, 1910; KÁDÁR, 1956; BORSY, 1965; MAROSI, 1967; LÓKI, 1981). A szélerózió törvényszerűségeinek vizsgálata területén először BODOLAY I.-né (1965), majd BORSY (1974), LÓKI (2003), SZATMÁRI (2000), NÉGYESI (2010) értek el jelentős eredményeket. A kutatások eredményességét jelentősen növelték a szélcSATORNA kísérletek és a terepi mérések.

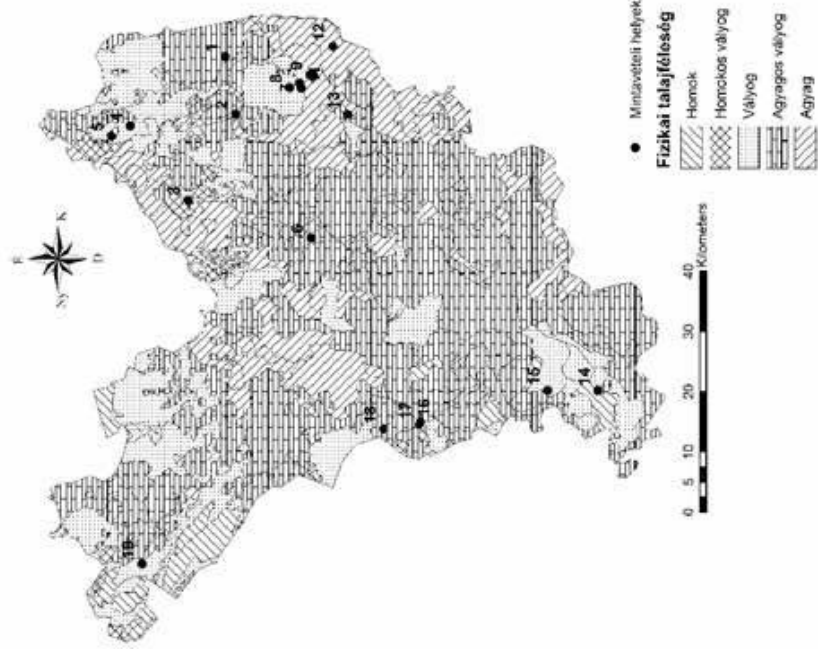
Az eddigi kutatási eredmények alapján megállapítható, hogy a szélerózió nemcsak a futóhomok területeken, hanem a kötöttebb talajokon is érezhető hatású. A globális klímaváltozás hatására az időjárás szélsőségesé válik. A rövid idő alatt lehullott nagy mennyiségű csapadékot követően hosszabb aszályosabb időszak következett, amikor az Alföldön megemelkedtek a deflációs károk. A megfelelő védekezési eljárások kidolgozásához a talajok defláció érzékenységének az ismerete nélkülözhetetlen, ezért a nyolcvanas évek közepétől elkezdődött a különböző fizikai talajféleségek deflációérzékenységének a vizsgálata. Ebben a témakörben eredményes együttműködésünk volt (LÓKI – SZABÓ 1997, 1998; LÓKI 2000) a DATE Karcagi Kutató Intézetével és a GATE Vizsgázálkodási Tanszékével is.

Ebben a tanulmányban a Jász-Nagykun-Szolnok megye talajainak széleróziós érzékenységét értékeltük.

### ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A jelenlegi éghajlati körülmények között hazánkban a szélerózió csak antropogén hatásra (szántás, tárcsázás, stb.), elsősorban a tavaszi hónapokban jelentkezik. Ezért a terepen, egyrészt a szedimentológiai,

másrészt az erodálhatósági vizsgálatokhoz a különböző talajtípusokból mindig a felső szántott rétegből (0–20 cm) gyűjtöttünk mintát (1. ábra).



1. ábra: A megye talajtérképe a mintavételi helyekkel  
(Az AGROTOPO 1:100000-es térkép részlete)

Az erodálhatósági vizsgálatokat a Debreceni Egyetem szélcsatornájában (2. ábra) végeztük. A szélcsatornát, a megépítése (1970) óta a mérési eredmények pontosabbá tétele érdekében kétszer átépítettük. A csatornában a mostani keresztmetszetnél 10 cm magasságban

15 m/s áramlási sebesség érhető el. Ez a természetben 1 m magasságban mintegy 16–17 m/s szélesebességnek felel meg. A sebesség 0.1 m/s pontossággal változtatható. Szűkítő alkalmazásával a sebességet akár 24-27 m/s-ra is lehet fokozni. Ennél az értéknél a szél a támadható, növényzettől kielégítően nem védett felszíneken már rendkívül erős talajlehordást végezhet.



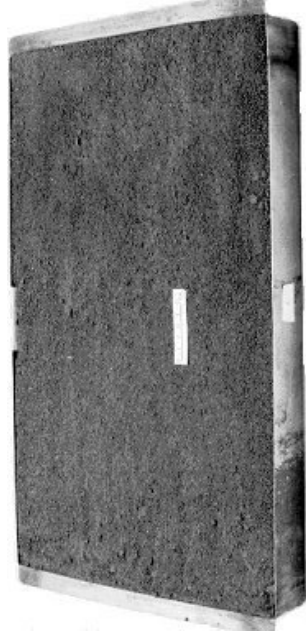
2. ábra: A Debreceni Egyetem szélcsatornája

A szélcsatorna kísérleteket megelőzően elvégeztük a talajok szedimentológiai vizsgálatát. A szeleróziós vizsgálatoknál nagyon fontos a talajminták szemcseösszetételének, mész- és humusztartalmának az ismerete. A szemcsemérettől jelentősen függ a talajok kritikus indító sebessége és a defláció mértéke. A talajok mész- és humusztartalma a szemcsék összetapadása, aggregátumok képződése miatt fontos. A humusztartalomtól függ a nedvességtartó képesség, és a növényzet fejlődésében is szerepet játszik.

A talajok szemcseösszetételét szitálással és iszapalással (Köhn-pipetta), mésztartalmát Scheibler készülékkel, humusztartalmát Tyurin-módszerrel határoztuk meg.

A szélcsatorna-kísérletekhez begyűjtött eltérő nedvességtartalmú mintákat szárítószekrényben kiszárítottuk, az összeállt rögöket szétmorzsoztuk, majd 2 mm lyukátmérőjű drótszita segítségével eltávolítottuk a talajban előforduló szennyeződések (tarlómaradványok, gyomok, gyökerek, stb.), valamint a nagyobb talajrögöket.

Az így előkészített száraz talajt, 30x50 cm felületű 5 cm mélységű fémtálcákba töltöttük úgy, hogy a talajminta felszíne az edény felső peremével azonos magasságban legyen. (3. ábra). A szélcsatornába helyezett tálcák elé és mögé egy kis szögben emelkedő lejtőt helyeztünk azért, hogy a levegő ne ütközzön a tálcá merőleges falába, és kiküszöböljük az ebből adódó turbulencia képződését.



3. ábra: Mintatartó edény száraz talajmintával

A kísérletorozat első lépéseként szélprofilméréseket végeztünk, majd az egyes talajtípusok kritikus indítósebességét mértük. Az egyes mintáknál a kritikus indítósebesség meghatározásához egy fényvető segítségével kialakított 70 cm hosszú, 1 cm széles erős fénycsövet használtunk. A fényt a fényvédő felső részébe beépített 1500W fényerejű halogén lámpa szolgáltatta.

Az erodálhatósági vizsgálatoknál négy sebességfokozaton mértük az elszállított anyag mennyiségét. Az így nyert adathalmazt számítógépen dolgoztuk fel. Így lehetőség nyílt az adatok közötti összefüggések megállapítására.

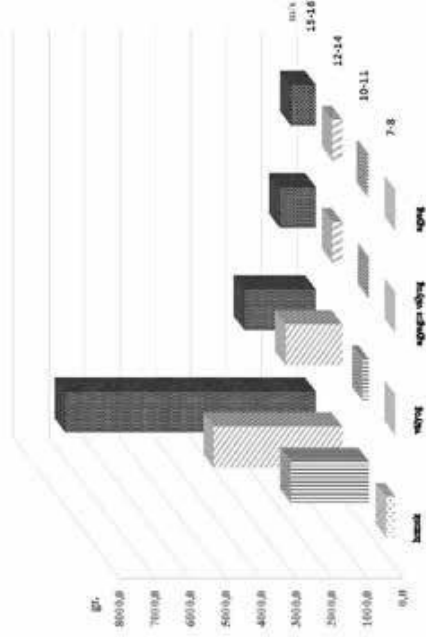
## EREDMÉNYEK

A megye területéről begyűjtött 19 talajminta öt fizikai talajtípusba sorolható (1. táblázat). A szélcsatorna kísérletek eredményeit értékelve megállapíthatjuk, hogy erodálhatósági szempontból a 19 talaj három kategóriába sorolható. Az első csoportba tartoznak a potenciálisan erősen veszélyeztetett homoktalajok, amelyek kritikus indító sebessége 6,4-6,8 m/s, és a 15-16 m/s sebességű szélben az 5 perc alatt elszállított anyagmennyiség megközelítette a 7 kg-ot (4. ábra). Ez azt jelenti, hogy ezeknek a talajoknak a felszíne 2,6 cm-es mélységig áthalmozódik. Abban az esetben, ha a vetés után jelentkezik az ilyen mértékű szélrózión, akkor a gabonafélék esetén a deflációs területen a magvak a felszínre, az akkumulációs térszíneken pedig 5-6 cm-es mélységbe kerülnek. Ezeken a szántóföldi területeken a magvak keletése veszélyeztetett, a szélrózión jelentős terméskiesést eredményez.

1. táblázat: A szélcsatorna-kísérlet talajainak a mintavételi helyei, kritikus indítósebességeik, és az áthalmozott anyag vastagsága.

Ssz.	Mintavételi hely	Fizikai talajfélése	Kritikus indítósebesség (m/s)	Erodált anyag vastagsága (cm/5 perc)
1	Karcag-Tilalmas I.	Agyagos vályog	9,1	0,4
2	Kunmadarastól D-re	Agyagos vályog	10,1	0,3
3	Abádszalók	Homokos vályog	9,7	0,8
4	Tiszaigar I.	Homok	6,4	2,6
5	Tiszaigar II.	Vályog	10,1	0,8
6	Fegyvernek	Agyagos vályog	9,4	0,2
7	Karcag I.	Vályog	10,2	0,1
8	Karcag II.	Vályog	9,2	0,2
9	Karcagpuszta	Vályog	9,2	0,2
10	Karcag	Agyag	9,3	0,2

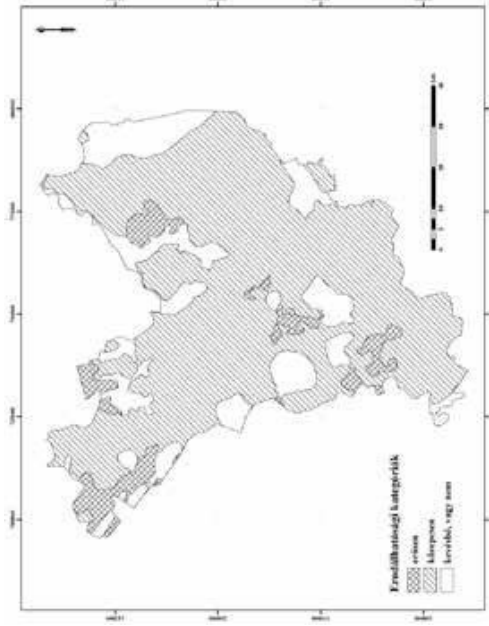
11	Karcag Kisújszállási út	Agyag	9,9	0,25
12	Karcag-Bucsa	Agyag	11,9	0,6
13	Kisújszállás	Agyag	9,5	0,1
14	Csépa I.	Homok	6,8	2,6
15	Nagyrév	Vályog	9,5	1,25
16	Tószegtől É-ra 1 km	Agyagos vályog	10,2	0,4
17	Tószegtől É-ra 1.5 km-re	Agyagos vályog	10,5	0,6
18	Szolnoktól Ny-ra 2 km-re	Agyagos vályog	9,8	0,6
19	Pusztamonostortól K-re	Vályog	10,0	0,5



3. ábra: A vizsgált fizikai talajtípusok erodálhatóságának a mértéke

Szélérozió szempontjából erősen veszélyeztetett területek a melyekben csak kisebb foltokban fordulnak elő. A közepesen veszélyeztetett területeken vályog talajok találhatók. A vályog talajok kritikus indító sebessége 9,5–10,1 m/s, a 15–16 m/s szélesebbségen szállított anyag mennyisége meghaladta a 2 kg-ot, ami 0,1–1,2 cm-es vastag-

ságú réteg áthalmozásának felel meg. A megye területének jelentős része a közepesen veszélyeztetett kategóriába sorolható. A kevésbé, vagy nem veszélyeztetett területeket agyagos talajok (agyagos vályog, agyag) borítják. A kritikus indító sebesség általában meghaladja a 10 m/s-ot, a szállított anyagmennyiség nem éri el az 1 kg-ot. Az áthalmozott réteg vastagsága 0,1–0,6 cm.



4. ábra: Jász-Nagykun-Szolnok megye potenciális széléroziós térképe

#### KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elmúlt évtizedek alatt végzett kísérletek eredményei lehetőséget biztosítottak egy hazai széléroziós információs rendszer (SZIR) kialakításához. Az újabb kísérletek eredményeivel az adatbázis tovább bővült. A rendelkezésre álló adatok alapján megállapítható, hogy a megye széléroziós szempontból a közepesen veszélyeztetett területek közé tartozik, erősen veszélyeztetett részek csak a homokkal borított felszínen fordulnak elő. A szélérozió elleni védekezésre a vegetációs időszak kezdetén, főként a tavaszi időszakban kell gondot fordítani.

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az PD 115803. számú OTKA pályázat támogatásával készült.

## IRODALOMJEGYZÉK

- BAGNOLD, R. A. 1941. The physics of blown sand and desert dunes. London, Methuen Co. p. 265.
- BODOLAY I.-né 1965. A talajok szélerezési folyamatok és dinamikája. Agrókémia és Talajtan. 14. pp. 183-198.
- BORSY Z. 1965. Görgétségi vizsgálatok a magyarországi futóhomokon. Földrajzi Értesítő pp. 1-13.
- BORSY Z. 1974. A futóhomok mozgásának törvényszerűségei és a szélerezési elleni védekezés. MTA Doktori értekezés. Debrecen.
- CHEPIL, W. S. 1945. Dynamics of wind erosion. I. The nature of movement of soil by wind. Soil. Sci. 60. 305-320. 1945.
- CHOLNOKY J. 1910. Az Alföld felszíne. Földrajzi Közlemények 38. pp. 413-436.
- A magyarországi futóhomok-kutatás eredményei és vitás kérdései. Földrajzi Közlemények pp. 143-158.
- LÓKI J. 1981. Belső Somogy futóhomok területeinek kialakulása és formái. Közlemények a KLTE Földrajzi Intézetéből No. 139. pp. 81-111 Debrecen
- LÓKI J. 2003. A talajfelszíni kéreg képződése és hatása a szélerezésre. Acta Geographica Geologica et meteorologica Debrecina, Tomus XXXVI.
- MAROSI S. 1967. Megjegyzések a magyarországi futóhomokterületek genetikájához és morfológiájához Földrajzi Közlemények pp. 231-252.
- NÉGYESI G. 2010. Szélerezési-veszélyeztetettség befolyásoló tényezők vizsgálata alföldi mintaterületeken. Phd értekezés p. 159.
- SZATMÁRI J. 2006. Geoinformatikai módszerek és folyamatmodellek alkalmazása a szélerezációs vizsgálatokban. 129 p.
- WILLIAMS, G. 1964. Some aspects of the eolian saltation load Sedimentology. pp. 257-287.

## COMPARISON OF SOIL-WATER RETENTION AT REGIONAL AND FIELD SCALES. CASE STUDY FROM ZAHORSKA LOWLAND IN S-E SLOVAKIA

ORFÁNUS TOMÁŠ<sup>1</sup>, VILIAM NAGY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Hydrology of the Slovak Academy of Sciences  
Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava, Slovakia  
E-mail: orfanus@uh.savba.sk

### ABSTRACT

The landscape regionalization in terms of its water retention capacity is nowadays one of the most important water science issues. Traditional approaches combining pedotransfer functions (PTF) and GIS to estimate the soil water retention capacity however have been used. This paper compares the regional estimation of hydrolimits (field capacity, point of limited availability, wilting point) and available water storage in Záhorská Lowland with the field-scale measurements of these characteristics for two soil textural classes, loamy sand and clay loam respectively. The parameters of soil water retention curves were derived from the data of the Comprehensive Agricultural Soil Survey digital database (KPP DB) using PTF (Rosetta model). The mean values of hydrolimits estimated by the regional PTF model fit well with mean values of directly measured hydrolimits over the whole Záhorská lowland area. Also the predicted and measured on-site values within the research field in Moravský Sv. Jan are in good agreement except for the wilting point in clay-loam soil, which seems to be underestimated by direct measurement in pressure chambers. Field capacity and the

point of limited availability measured in the research field nicely fall into the regionally estimated ranges of values for these hydrolimits.

## INTRODUCTION

The dynamic (Hillel, 1980) or static (VEIHMEYER AND HENDRICKSON, 1931) concept can be used for hydrolimits, i.e. the threshold values of soil water content related somehow to plant physiology. In static concept, these hydrolimits are sometimes, not entirely correctly, identified with particular points on the soil water retention curve (WRC), assuming that the energetic level of soil water is unambiguously related to its physiological availability (KUTÍLEK, 1978). Regardless the concept used, the field capacity (FC) hydrolimit is suitable measure to quantify the water-holding capacity of soils in catchment- and regional-scale hydrology (ORFANUS, 2005) or for irrigation amounts quantification and scheduling (CAMPBELL AND CAMPBELL, 1982), although (in fact) has no limiting consequences regarding plants' physiology.

On the other hand, the wilting point (WP) is too definite low-threshold soil water content (SWC) value, since according its definition, most plant species wilt irreversibly if WP is reached, and such conditions, when long-term or too frequent, can overcome the ecosystem resilience capacity and activate aridisation or failure of existing agroecosystems. In terms of hydrolimits, the water storage capacity is usually defined as the water volume between FC and WP (KUTÍLEK ET NIELSEN, 1994; KUTÍLEK, 1978). This potential pool of available water is renewable, due to quasi-periodicity of the hydrological cycle. In addition to the mentioned FC and WP, the set of hydrolimits also includes the critical soil water content, indicating the limited water availability to plants (LWA). The relative evapotranspiration  $E_r$ , which is the ratio of actual and potential evapotranspiration drops under 1 usually at much higher SWCs than, is the WP. When this state is reached, the optimal conditions for plant metabolism are disrupted and plants start to experience the water stress. Such conditions are

related to the LWA point. In the cereal crops even intermittent water stress at critical stages may result in considerable yield reduction and crop failure (LUDLOW AND MUCHOW 1990, KATERJI ET AL., 2008).

Several indirect methodologies were developed to provide soil water retention parameters based on the surrogate soil data rather than on direct measurement of soil hydraulic properties. Empirical regional PTFs are usually based on the multi-linear regressions to more basic soil properties, and the outputs are expressed in terms of soil water contents retained at fixed pressure values, or as a parameters of soil WRCs (e.g. ŠÚTOR ET AL., 2001). Another type of PTF is based on artificial neural-network approach (refer e.g. PACHEPSKY ET AL., 1996; SCHAAP ET BOUTEN, 1996) incorporated within Rosetta model using USDA soil classification. This model is hierarchical, it means, it provides different PTFs according to different surrogate data available.

The aim of this study is to show the regional evaluation of the basic hydrolimits using PTF in combination with GIS and to compare them with their field-scale measured values for two markedly different soil textures.

## MATERIALS AND METHODS

### REGIONAL ASSESSMENT OF HYDROLIMITS USING PTF

The regional PTFs (ŠÚTOR ET AL., 2001) use percentage contents of particle-size categories according to Kopecký (see e.g. Velebný et al., 2000). These PTFs, however, cannot be applied on structure of Comprehensive Soil Survey database (KPP DB), in which the georeferenced data on some soil physical properties (to be used as surrogate variables for deriving the parameters of WRCs) can be found. In KPP DB, the texture is determined by percentage contents of particles with limiting diameters according to USDA classification or uses the Novak classification (see e.g. VELEBNÝ ET AL., 2000). The Rosetta model using USDA classification and based on artificial neural-network approach (refer e.g. PACHEPSKY ET AL., 1996; SCHAAP ET BOUTEN, 1996) was therefore used instead.

## FIELD-SCALE MEASUREMENT OF HYDROLIMITS IN MORAVSKÝ SVĚTÝ JÁN VILLAGE RESEARCH PLOT

Soil horizons (0.10 – 0.15 m and 0.30 – 0.35 m) of the 4.5 ha texturally heterogeneous agricultural field (150 x 300 m) near Moravský Světý Ján village (MSJ) in south-western Slovakia was sampled at 10<sup>th</sup> April 2002. For details about the sampling strategy and estimated soil hydraulic characteristics see ORFÁNUS ET AL. (2008). Two texturally different parts of the plot with narrow transition between them were identified, with the loamy sand and the clay loam soil, respectively.

## RESULTS

Distribution of various textural classes within the Záhorská lowland in south-eastern Slovakia is presented in Fig. 1. It is evident that light- and medium-textured soils are prevailing over the area.

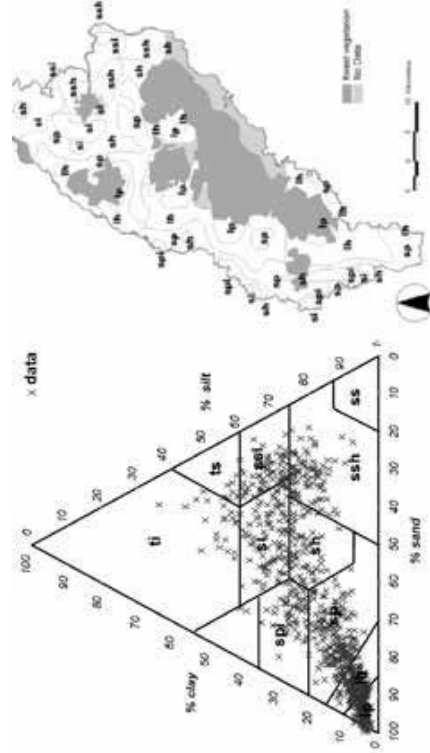


Figure 1. Distribution of selected soil profiles of KPP DB over the USDA textural triangle and over the investigated region (Záhorská nížina Lowland).

The generated average values of hydrolimits for individual soil textural classes (Tab. 1) were compared with the values derived from directly measured water retention curves (collective, 1998). The raster-averaged value of wilting point for light soils (including sands and

loamy sands) equals 6.8 % vol., while the mean of measured values for the same textural range is 6.7 % vol. For the soils of medium texture, the corresponding values are 19.8 % vol. and 17.4% vol. respectively. The raster-averaged value of field capacity equals 16.4% vol. (the average of measured values being 19.6 % vol.) for light-textured soils and 31.9 % vol. (the average of measurements being 34.0 % vol.) for the medium soils.

Table 1. Mean values of the field capacity (FC), the wilting point (WP) and the critical point of limited availability (LWA) for the root zone (50 cm thick) in individual soil textural classes of the Záhorská nížina Lowland

Textural class	Soil textural class by USDA	area %	FC [cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ]	LWA [cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ]	WP [cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> ]
lp	Sand	11.4	0.149	0.090	0.057
lh	Loamy sand	29.4	0.179	0.117	0.079
sh	Loam	11.8	0.303	0.243	0.194
si	Clay loam	9.1	0.349	0.293	0.243
sp	Sandy loam	24.1	0.240	0.178	0.133
spi	Sandy clay loam	3.1	0.285	0.226	0.180
ssh	Sandy silt loam	8.0	0.356	0.293	0.238
ssi	Silty clay loam	3.2	0.380	0.323	0.270

Water storage capacity in the unsaturated zone of soils varies over the study area (Fig. 1). The differences in water storage capacity between individual textural classes are small because of significant correlation between the soil water contents at the field capacity and the wilting point ( $R^2 = 0.84$ ) in this area. Sandy (lp) and loamy-sand (lh) soils reveal the lowest values of all hydrolimits. These soils, which cover more than 40 % of the study area, are potentially endangered by drought because the upper limit of available water (FC) is also low there. The root zone water storage capacity of these soils is less than 50 mm. The texturally heavier soils occur in the northern part of the

area. The highest water storage capacity, on average between 55 to 60 mm, was estimated in sandy-silt-loam (ssh) and silt-clay-loam (ssi) soils, which mostly occur there. However, these soils represent only some 11 % of the study area and their contribution to the total water storage of the region is not high. Moreover, the highest values of the wilting point (from 24 % vol. to 27 % vol. in average – Tab. 1) in these soils enhance their susceptibility to drought occurrence. More frequently occurring are also medium-textured soils of sandy-clay-loam (spi), sandy-loam (sp) and loam (sh) classes. They cover approximately 36 % of the study area and occur mostly in alluvial areas of rivers Myjava and Morava. They can store about 52–55 mm of water down to 50-cm depth and have medium values of all hydrolimits. The mean value of water content related to the wilting point is about 13 % vol. for sandy-loam soils and about 19 % vol. for loamy soils. The mean values of field capacity range between 24 and 30 % vol. in these soils. The mean, maximum and minimum water storage capacities for individual textural classes according to USDA classification and over the Záhorská Lowland are presented in Fig. 2.

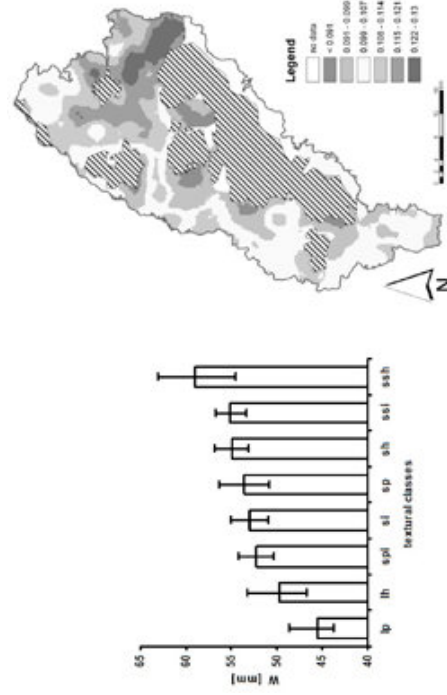


Fig. 2 Ranges of water storage capacity ( $W = FC - WP$ ) in volumetric % for particular textures (left) and interpolated raster of this characteristics over the Záhorská lowland as volume ratio (right).

Values of the WP within the MSJ research plot are quite far from the average values of the WP estimated using PTFs for the whole Záhorská lowland region for clay loam texture. Table 2 provides descriptive statistics of hydrolimits measured from the soil WRCs on the MSJ research plot. The clay-loam WP oscillates around the value 0.13 in average with standard deviation equal to 0.063. The same for the loamy sand is 0.035 with standard deviation equal to 0.038. For the same textural classes the regional ranges of values are 0.23-0.295 and 0.01-0.073, respectively.

The clay-loam FC oscillates around the value 0.37 in average with standard deviation equal to 0.06. The same for the loamy sand is 0.21 with standard deviation equal to 0.039. For the same textural classes the regional ranges of values are 0.33-0.396 and 0.16-0.22, respectively.

The clay-loam LWA oscillates around the value 0.204 in average with standard deviation equal to 0.042. The same for the loamy sand is 0.125 with standard deviation equal to 0.026. For the same textural classes the regional ranges of values are 0.25-0.34 and 0.11-0.16, respectively.

Table 2. Descriptive statistics of permanent wilting point and SWC of limited availability estimated for two textural classes and two evapotranspiration rates, in MSJ-Field experimental site.

	CLAY LOAM			LOAMY SAND		
	WP	LWA	FC	WP	LWA	FC
Mean	0.129	0.204	0.37	0.03497	0.125	0.21
Standard Error	0.014	0.0097	0.011	0.0088	0.006	0.0085
Median	0.1	0.18	0.345	0.0143	0.123	0.201
Standard Deviation	0.063	0.0422	0.06	0.0382	0.0262	0.039

Sample Variance	0.004	0.0018	0.0037	0.0015	0.001	0.0015
Range	0.23	0.154	0.142	0.124	0.08	0.18
Minimum	0.04	0.14	0.291	0.001	0.106	0.121
Maximum	0.27	0.295	0.433	0.125	0.186	0.301
Count	19	19	19	19	19	19
Conf. Level (95.0%)	0.0303	0.0203	0.0203	0.0184	0.0126	0.0123

## CONCLUSIONS

The presented regional PTF model produces good estimates of average values of all hydrolimits (FC, LWA, WP) in a distributed way for particular soil textural classes over the Záhorská lowland area. The field-scale measurements of these characteristics for loamy sand and clay-loam soils in MSJ research plot also provide comparable ranges of values, except of the underestimated values of the WP in clay-loam soil in MSJ research plot.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was performed with support of VEGA project no. 2/0152/15.

## REFERENCES

- VEIHMEYER, F.J., HENDRICKSON, A.H. 1931. The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soils. *Soil Sci.*, 32: 181 – 193.
- ORFANUS, T. 2005. Spatial assessment of soil drought indicators at regional scale: hydrolimits and soil water storage capacity in Záhorská nížina Lowland. *J. Hydrol. Hydromech.*, 53, 2005, 3, 164–176
- CAMPBELL, G. S., CAMPBELL M. D. 1982. Irrigation scheduling using soil moisture measurements: Theory and practice, *Adv. Irrig.*, 1, 25– 41.
- LUDLOW, M. M., MUCHOW, R. C. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water limited environments. *Adv. Agron.* 43, 107–153.
- KATERJI, N., MASTRORILLI, M., RANA, G. 2008. Water use efficiency of crops cultivated in the Mediterranean region: Review and analysis. *Europ. J. Agronomy* 28, 493–507
- PACHEPSKY Ya. A., TIMLIN D., VARALLYAY G., 1996. Artificial neural networks to estimate soil water retention from easily measurable data. *Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 60*, p. 727 –733.
- SCHAAP M.G., BOUTEN W., 1996. Modelling water retention curves of sandy soils using neural networks. *Water Resour. Res.* 32, p. 3033 – 3040.
- ŠÚTOR J., SKALOVÁ J., ŠTEKAUEROVÁ V., 2001. Pedotransfer functions for soil water retention curves assessment in Záhorská nížina Lowland (in Slovak). *Acta Hydrologica Slovaca, Bratislava*, Vol. 2, No. 2, p. 156 – 160.
- VELEBNÝ V., NOVÁK V., SKALOVÁ J., ŠTEKAUEROVÁ V., MAJERČÁK J., 2000. Vodný režim pôdy. STU Bratislava.
- ORFÁNUS, T., NAGY, V., ŠTEKAUEROVÁ, V., LICHNER, L. 2008. A geostatistical analysis of soil water content at the field scale. *Cereal Research Communications*, vol. 36, no. 1, 1023-1026.
- KUTÍLEK M. 1978: Hydrological pedology (in Czech). SNTL/ALFA, Praha, 295 pp.
- KUTÍLEK M., NIELSEN D.R., 1994. Soil Hydrology. CATENA Verlag, Cremlingen-Destedt, Germany.
- HILLEL, D. 1980. Applications of Soil Physics. Academic Press, New York.