

ZRNITOSTNÉ ZLOŽENIE A HYDROLIMITY PÔDNÝCH DRUHOV V NEPRAVIDELNE ZAPLAVOVANOM ÚZEMÍ

Ladislav Kováč, Dana Kotorová, Jana Jakubová

Projekt „Analýza vlastností pôdy a vývoja krajiny v nepravidelne zaplavovaných územiach“ sa riešil v lokalite suchého poldra Beša. Tento projekt nadviazal na výsledky predchádzajúceho výskumu a zameriaval sa na kvantifikáciu zmien zrnitostného zloženia a zmeny pôdných hydrolimitov v poldri Beša po jeho napustení v roku 2010. V štyroch pôdných profiloch v hĺbke 0,0 – 0,6 m v každých 0,2 m boli zistené nasledovné parametre: zrnitostné zloženie, objemová hmotnosť, celková pórovitosť, maximálna kapilárna vodná kapacita, využitelná vodná kapacita, bod zníženej dostupnosti. Obsah ílovitých častíc v rozpätí 23,89 – 78,05 % charakterizujú pôdy v poldri Beša ako piesočnato-hlinité až íly. Terénny prieskum v rokoch 2012 a 2015 potvrdil vysokú priestorovú heterogenitu tohto územia zistenú v roku 2009. V roku 2015 sa zistilo zníženie objemovej hmotnosti a zvýšenie pórovitosti v porovnaní s rokom 2012. Hodnoty maximálnej kapilárnej vodnej kapacity, využiteľnej vodnej kapacity a bodu zníženej dostupnosti dosahovali úroveň hodnôt typických pre modelové pôdne druhy.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: nepravidelne zaplavované územie, pôdny druh, hydrolimity

GRANULOMETRIC COMPOSITION AND HYDROLIMITS OF SOIL TEXTURES FOR NON-REGULARLY OVERFLOWING AREA. Project “Analyse of soil properties and landscape development of non-regularly overflowed areas” was researched for the dry polder Beša locality. This project builds on the previous one and focuses on the quantification of granulometric composition and soil hydrolimits changes in the polder Beša after flooding in 2010. In four soil profiles in depths 0.0 – 0.6 m in each 0.2 m were determined parameters as follows: particle-size composition, bulk density, total porosity, maximum capillary water capacity, available water capacity, point of decreased availability. The content of clay particles in range 23.89 – 78.05 % characterized soils in polder Beša as sandy-loamy soil up-to clay soil. Ground survey, made in years 2012 and 2015, confirmed large spatial soil heterogeneity from 2009 year. In year 2015, in compare with year 2012, decreasing of bulk density and increasing of porosity were determined. Values of maximum capillary water capacity, available water capacity and point of decreased availability reached levels of typical values for model soil textures.

KEY WORDS: non-regularly overflowing area, soil texture, hydrolimits

Úvod

Sprievodným prejavom globálnej klimateckej zmeny sú stále častejšie extrémne meteorologických javov, ako sú prívalové dažde, povodne, extrémne suchá trvajúce aj dlhšie obdobie (Špánik et al. 2002). Každý priestorový útvar sa vyznačuje vlastnými preň charakteristickými vlastnosťami a parametrami. Poznanie hydrodologických charakteristík určitej lokality súvisí s hydrológiou konkrétneho územia. Šútor a Štekauerová (2000) a Skalová, Štekauerová (2011) k takýmto charakteristikám

zaradili zrnitostné zloženie pôdy, jej mernú a objemovú hmotnosť, pórovitosť, poľnú vodnú kapacitu, bod zníženej dostupnosti a bod vädnutia.

Pre Východoslovenskú nížinu je charakteristická vysoká variabilita pôdných pomerov.

Výstavba veľkých retenčných nádrží, ktoré sú saturované iba pri mimoriadnych povodňových situáciách je dôležitou formou ochrany krajiny pred stále častejšími povodňami. V súvislosti so zachytávaním veľkých vôd z Medzibodrožia bol na východe Slovenska vybudovaný suchý polder v inundačnom priestore pod obcou Beša

(Pavelková a Mati, 2008). Pôdno-ekologická stabilita tohto krajinného priestoru je narušovaná jeho riadeným zaplavovaním v čase extrémnych povodňových prietokov v regióne Východoslovenskej nížiny. Polder je napúšťaný len v mimoriadnych prípadoch, keď hrozí nedodržanie dohody o maximálnom prietoku a hladine Bodrogu v Strede nad Bodrogom. Pri poklese hladiny vody v rieke Laborec sa polder vypúšťa a po vyschnutí sa môžu pôvodne zaplavené pozemky obrábať.

Materiál a metódy

V rokoch 2007 – 2009 sa v poldri Beša riešil projekt APVV-0477-06 „Kvantifikácia mimoprodukčných funkcií pôdy a krajiny v suchom poldri Beša“. V roku 2012 na výsledky jeho riešenia nadviazal projekt „Analýza vlastností pôdy a vývoja krajiny v nepravidelne zaplavovaných územiach“, nakoľko polder Beša bol v roku 2010 opätovne napustený a predpokladali sa zmeny pôdných vlastností, ako zmeny v jeho poľnohospodárskom využívaní. Terénny prieskum sa v roku 2012 realizoval na štyroch pôdných profiloch reprezentujúcich najrozšírenejšie pôdne druhy v poldri. Lokalizácia pôdných profilov je uvedená v tabuľke 1. Hranice poldra sú znázornené na obr. 1. Na základe tejto lokalizácie pomocou GPS sa v roku 2012 znova odobrali pôdne vzorky takmer z identických bodov ako v roku 2009.

Na Východoslovenskej nížine (VSN), ako súčasť komplexu vodohospodárskych stavieb a zariadení na ochranu pred veľkými vodami, je vybudovaný suchý polder Beša. Jeho úlohou je znížiť povodňovú vlnu Laborca pod sútokom s Uhom až o $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a tým zabezpečiť, aby v profile železničného mosta v Strede nad Bodrogom hladina veľkej vody na Bodrogu neprekročila výšku 100,70 m n. m. (Balt po vyrovnaní – BPV), čo zodpovedá vodnému stavu 936 cm na cestnom moste v Strede na Bodrogom.

Územie poldra Beša sa nachádza v klimatickom regióne T03, ktorý je podľa Linkeša et al. (1996) charakterizovaný ako teplý, veľmi suchý, nížinný, kontinentálny s chladnou zimou. Priemerné ročné teploty vzduchu sa pohybujú v rozmedzí 9,0 – 9,4 °C a za vegetačné obdobie 16,1 – 16,5 °C. Podľa množstva spadnutých zrážok patrí územie poldra Beša do regiónu veľmi suchého. V dlhodobom ročnom priemere úhrn zrážok dosahuje

572 – 584 mm a za vegetačné obdobie 344 – 353 mm. Na zrážky sú najbohatšie letné mesiace (66 – 82 mm), ale z dôvodu vysokých teplôt vzduchu (18,5 – 20,2 °C) prevláda výpar nad zrážkami.

Pôdne vzorky pre zistenie fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností boli odoberané z hĺbky 0,0 – 0,6 m po 0,2 m v jarom období z pôdných profilov podľa tabuľky 1.

Polder je vybudovaný na pravom brehu Latorice a ľavom brehu Laborca nad jeho zaústením do Latorice v inundačnom priestore pod obcou Beša. Rozlohou 1 568 ha a objemom 53 mil. m^3 je druhým najväčším suchým poldrom v strednej Európe. Zo strany Laborca a Latorice je priestor poldra ohraničený ochrannými hrádzami týchto riek. Zo severu a východu je ohraničený rozdeľovacou hrádzou, ktorá prechádza do vyvýšených honov tvoriacich prirodzenú hranicu až po severnú hrádu (Kotorová et al., 2008). Malé sklony hladín Laborca a Latorice a ich vzájomné ovplyvňovanie sa spätným vzduťm a malé rýchlosti v inundácii umožnili vybudovať pre napúšťanie i vypúšťanie poldra iba jeden objekt (obr. 2.).

Krajinné územie suchého poldra Beša je zložené z rôznych ekosystémov (lesy, prirodzené lúky a pasienky, vodné ekosystémy, agro-ekosystémy), ktoré sa vyznačujú vysokým stupňom biodiverzity. Z celkovej výmery pôdy sa poľnohospodársky využíva 784,46 ha, t. j. 50,03 % (obr. 3). Ako orná pôda sa využívajú okrajové vyvýšené hony s výmerou 146,05 ha. Na zostávajúcej výmere 638,41 ha (t. j. 81,38 % p. p.) sa nachádzajú trvalé trávne porasty (Kotorová et al., 2009).

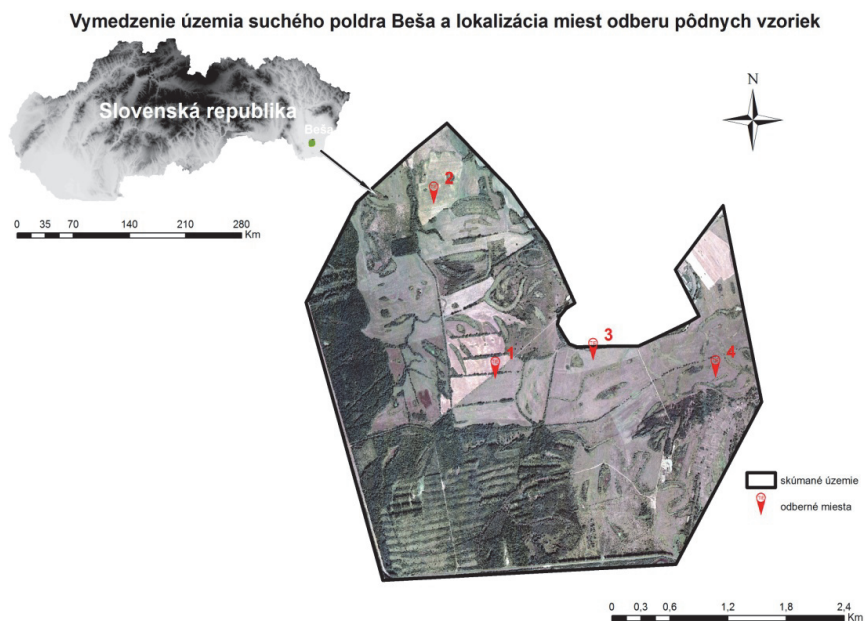
Pôdne vzorky pre zistenie fyzikálnych vlastností boli odoberané z hĺbky 0,0 – 0,6 m po 0,2 m v jarom období z pôdných profilov uvedených v tabuľke 1. Zo základných fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností pôdy sa známymi metódami podľa Hrivňákovskej et al. (2011) stanovili: objemová hmotnosť redukovaná, celková pórovitosť, maximálna kapilárna vodná kapacita, využiteľná vodná kapacita, bod zníženej dostupnosti.

Pipetovacou metódou boli stanovené nasledovné zrnitostné frakcie: 1. frakcia – íl (< 0,001 mm), 2. frakcia – jemný a stredný prach (0,001 – 0,01 mm), 3. frakcia – hrubý prach (0,01 – 0,05 mm), 4. frakcia – jemný piesok (0,05 – 0,25 mm), 5. frakcia – stredný piesok (0,25 – 2,00 mm).

Tabuľka 1. Lokalizácia a popis odberných profilov v poldri Beša
Table 1. Localisation and description of soil profiles

Označenie profilu ⁽¹⁾	Pôdny druh ⁽²⁾	Popis profilu ⁽³⁾	Lokalizácia profilu ⁽⁴⁾	
			s. š. ⁽⁵⁾	v. d. ⁽⁶⁾
1. – 4002/1	piesočnato-hlinitá pôda ⁽⁷⁾	orná pôda, severná časť ⁽¹¹⁾	48°34'13"	21°58'20"
2. – 4204/1	ílovito-hlinitá pôda ⁽⁸⁾	typická lúka, severná časť ⁽¹²⁾	48°32'39"	21°55'30"
3. – 1304/1	ílovitá pôda ⁽⁹⁾	veľmi podmáčané, východná časť ⁽¹³⁾	48°31'36"	21°59'57"
4. – 3202/1	íl ⁽¹⁰⁾	podmáčané, západná časť ⁽¹⁴⁾	48°31'50"	21°56'57"

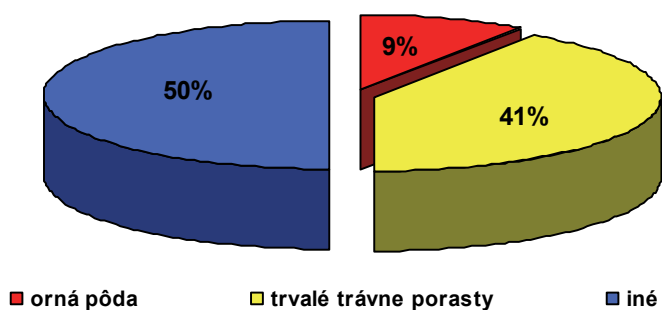
Where: ⁽¹⁾ profile designation, ⁽²⁾ soil texture, ⁽³⁾ profile description, ⁽⁴⁾ profile localization, ⁽⁵⁾ north latitude, ⁽⁶⁾ eastern longitude, ⁽⁷⁾ sandy-loamy soil, ⁽⁸⁾ clay-loamy soil, ⁽⁹⁾ clayey soil, ⁽¹⁰⁾ clay soil, ⁽¹¹⁾ arable land north part, ⁽¹²⁾ typical meadow north part, ⁽¹³⁾ very wet soil eastern part, ⁽¹⁴⁾ wet soil western part



Obr. 1. Hranice poldra Beša a umiestnenie pôdných profilov.
Fig. 1. Boundaries of polder Beša and positioning of soil profiles.



Obr. 2. Napúšťací a vypúšťací objekt poldra Beša.
Fig. 2. Filling and discharge object of polder Beša.



Obr. 3. Štruktúra pôdneho fondu v poldri Beša.
Fig. 3. Structure of land fund in polder Beša.

Obsah zrn I. kategórie ($< 0,01$ mm) bol určený ako súčet 1. a 2. frakcie, t. j. súčet obsahu ílu a jemného a stredného prachu. Pre určenie pôdneho druhu v sledovaných pôdnych profiloch sa použila Nováková klasifikačná stupnica (Zaujec et al., 2009).

Výsledky a diskusia

Zrntostné zloženie pôdy významne vplýva na pôdne vlastnosti a podmieňuje pôdne i vodné režimy. Jednotlivé zrntostné frakcie podmieňujú spôsob využívania pôdy na poľnohospodárske, či nepoľnohospodárske účely. V roku 2009 na základe zrntostného zloženia sa urobilo zaradenie pôdy v sledovaných pôdnych profiloch k pôdnemu druhu. Podľa obsahu ílovitých častíc, pôda bola klasifikovaná ako piesočnato-hlinitá až íl (tab. 2). Zo zrntostného zloženia sledovaných pôdnych profilov v suchom poldri Beša v rokoch 2012 a 2015 vyplýva, že obsah ílu (1. frakcia) sa v hĺbke 0,0 – 0,6 m nachádzal v intervale 12,61 – 52,32 %. Obsah jemného a stredného prachu (2. frakcia) v hĺbke 0,0 – 0,6 m dosahoval 10,64 – 33,69 %. Hrubý prach (3. frakcia) sa vo všet-

kých hodnotených pôdnych profiloch pohyboval v intervale 11,03 – 26,06 %. Obsah jemného piesku (4. Frakcia) sa pohyboval v intervale 7,14 – 40,42 %. Stredný piesok (5. frakcia) sa pohyboval od 0,79 % do 17,71 %. V priemere za všetky hodnotené pôdne profily sa zistilo nevýznamné zvýšenie obsahu ílovitých častíc v roku 2015 v porovnaní s rokom 2012 (+ 0,70 %).

V roku 2015 sa obsahy jednotlivých zrntostných frakcií v sledovaných pôdnych profiloch v porovnaní s obsahmi v roku 2012 významne nemenili. Zistené rozdiely (tab. 3) sú podľa všetkého viac dôsledkom priestorovej heterogenity záujmového územia, než vplyvu zaplavenia územia poldra. Zrntostné zloženie je výsledkom dlhotrvajúceho pôdotvorného procesu, a preto opätovné zaplavenie poldra v roku 2010 nemohlo významne prispieť k zmenám v zastúpení jednotlivých zrntostných frakcií.

V 1. profile sa nachádza piesočnato-hlinitá pôda s priemerným obsahom ílovitých častíc 24,79 %. Ílovito-hlinitá pôda (v priemere 55,09 % ílovitých častíc) sa nachádza v 2. profile. Priemerný obsah ílovitých častíc 68,33 % charakterizuje pôdu v 3. profile ako ílovitú.

Tabuľka 2. Priemerné zrntostné zloženie [%] pôd v suchom poldri Beša v hĺbke 0,0 – 0,6 m
Table 2. Average granulometric composition [%] of soils in the dry polder Beša for depth 0.0 – 0.6 m

Pôdny profil ⁽¹⁾	Rok ⁽²⁾	Íl ⁽³⁾	Jemný a stredný piesok ⁽⁴⁾	Hrubý prach ⁽⁵⁾	Jemný piesok ⁽⁶⁾	Stredný piesok ⁽⁷⁾	Ílovité častice ⁽⁸⁾	Pôdny druh ⁽⁹⁾
1.	2009	10,34	13,55	24,36	35,81	15,94	23,89	piesočnato-hlinitá pôda ⁽¹⁰⁾
	2012	14,24	10,64	18,91	40,42	15,79	24,88	piesočnato-hlinitá pôda
	2015	12,61	11,56	19,03	39,10	17,71	24,17	piesočnato-hlinitá pôda
	$\bar{x}$ (2012 a 2015)	13,43	11,10	18,97	39,76	16,75	24,53	piesočnato-hlinitá pôda
	Δ ($\bar{x}$ (2012 a 2015)–2009)	+3,09	–2,45	–5,39	+3,95	+0,81	+0,63	
2.s	2009	21,83	31,60	25,94	18,46	2,16	53,43	ílovito-hlinitá pôda ⁽¹¹⁾
	2012	26,50	27,41	26,06	16,93	3,11	53,91	ílovito-hlinitá pôda
	2015	26,72	29,56	25,72	16,03	1,97	56,28	ílovito-hlinitá pôda
	$\bar{x}$ (2012 a 2015)	26,61	28,49	25,89	16,48	2,54	55,10	ílovito-hlinitá pôda
	Δ ($\bar{x}$ (2012 a 2015)–2009)	+4,78	–3,12	–0,05	–1,98	+0,38	+1,67	
3.	2009	40,42	26,60	19,55	9,56	3,87	67,02	ílovitá pôda ⁽¹²⁾
	2012	34,06	33,69	18,81	10,68	2,75	67,75	ílovitá pôda
	2015	36,25	32,65	19,58	9,44	2,08	68,90	ílovitá pôda
	$\bar{x}$ (2012 a 2015)	35,16	33,17	19,20	10,06	2,42	68,33	ílovitá pôda
	Δ ($\bar{x}$ (2012 a 2015)–2009)	–5,27	+6,57	–0,36	+0,50	–1,46	+1,31	
4.	2009	41,70	34,81	17,25	5,43	0,82	76,51	íl ⁽¹³⁾
	2012	52,32	25,73	11,03	10,13	0,79	78,05	íl
	2015	49,65	28,40	13,71	7,14	1,09	78,05	íl
	$\bar{x}$ (2012 a 2015)	50,99	27,07	12,37	8,64	0,94	78,05	íl
	Δ ($\bar{x}$ (2012 a 2015)–2009)	+9,29	–7,75	–4,88	+3,21	+0,12	+1,54	

Where: ⁽¹⁾ soil profile, ⁽²⁾ year, ⁽³⁾ clay, ⁽⁴⁾ fine and medium dust, ⁽⁵⁾ coarse dust, ⁽⁶⁾ fine sand, ⁽⁷⁾ medium sand, ⁽⁸⁾ clay particles, ⁽⁹⁾ soil texture, ⁽¹⁰⁾ sandy-loamy soil, ⁽¹¹⁾ clay-loamy soil, ⁽¹²⁾ clayey soil, ⁽¹³⁾ clay soil

Vo 4. profile sa nachádza íl s priemerným obsahom ílovitých častíc 78,05 %. Údaje v tabuľke 3. potvrdzujú, že zmena zaradenia pôdy v pôdných profiloch 1. až 4. k pôdnemu druhu na konci sledovania sa nezistila. Podľa Novákovej klasifikačnej stupnice (Zaujec et al., 2009) je pôda v jednotlivých odberných profiloch v suchom poldri Beša hodnotená ako piesočnato-hlinitá (profil 1.), ílovito-hlinitá (profil 2.), ílovitá (profil 3.) až íl (profil 4.). Aj na území suchého poldra Beša sa potvrdilo zistenie Vilčeka (2005) o výraznej heterogenite pôdných pomerov na Východoslovenskej nížine prejavujúcej sa v striedaní rozdielnych druhov pôd na veľmi krátkych vzdialenostiach. Zaradenie vybraných pôdných profilov k pôdnym druhom, t. j. k piesočnato-hlinitkej pôde, ílovito-hlinitkej pôde, ílovitej pôde a ílu tak, ako to uvádzajú Kotorová et al. (2010), sa ani v roku 2015 nezmenilo. V priemere 56,50 % ílovitých častíc celkovo charakterizuje pôdu v suchom poldri Beša ako ílovito-hlinitú. Získané výsledky potvrdzujú predpoklad, že nepravidelné zaplavovanie územia suchého poldra Beša ovplyvňuje obsah jednotlivých zrnitostných frakcií v sledovaných pôdných profiloch len nevýznamne. Zmeny v obsahoch jednotlivých frakcií v rokoch 2012 a 2015 oproti roku 2009 neboli významné a nezmenili prvé zaradenie sledovaných pôdných profilov k pôdnemu druhu.

K významným indikátorom úrodnosti pôdy a jej funkcií

je optimálny stav fyzikálnych parametrov pôdy. Z tohto dôvodu aj na plochách, ktoré patria z akýchkoľvek dôvodov k znevýhodneným a len čiastočne sa využívajú na produkčné účely, sú dôležité informácie o ich základných fyzikálnych parametroch. V tabuľke 3 uvedené hodnoty pôdných hydrolimitov, zistené v rokoch 2012 a 2015, sú porovnané s hodnotami získanými v roku 2009.

V súvislosti s výskytom extrémnych povodňových situácií na Východoslovenskej nížine nepravidelné zaplavovanie krajinného územia suchého poldra Beša narúša určitú stabilitu pôdných vlastností tohto územia. Zaplavovanie pôdy spôsobuje zhoršenie pôdných vlastností a poľnohospodárske využívanie územia je obmedzené. V poldri Beša sa nachádzajú hlavne ťažké pôdy, z čoho vyplýva predpoklad negatívneho vplyvu súvislej hladiny vody na povrchu pôdy počas určitého časového úseku na fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti pôdy.

Objemová hmotnosť je najľahšie ovplyvniteľným fyzikálnym parametrom pôdy. Rozdiely medzi jednotlivými rokmi potvrdzujú medziročnú variabilitu tohto parametra. Pri profiloch s vyšším obsahom ílovitých častíc však boli objemové hmotnosti podstatne nižšie ako v profile s piesočnato-hlinitou pôdou, čo je v súlade s publikovanými zisteniami napr. Guspana et al. (1975), Fulajtára (1986), či Šútor et al. (2002) pre pôdy Východoslovenskej nížiny.

Tabuľka 3. Priemerné hydrolimity pôd v suchom poldri Beša v hĺbke 0,0 – 0,6 m

Table 3. Average hydrolimits of soils in the dry polder Beša for depth 0.0 – 0.6 m

Pôdny profil ⁽¹⁾	Rok ⁽²⁾	ρ_d ⁽³⁾ [kg.m ⁻³]	P ⁽⁴⁾ [%]	θ_{MKK} ⁽⁵⁾ [%]	θ_p ⁽⁶⁾ [%]	θ_{ZD} ⁽⁷⁾ [%]
1.	2009	1719	34,80	32,55	22,60	23,51
	2012	1751	34,27	28,22	17,85	21,08
	2015	1551	41,77	32,62	22,56	23,60
	$\bar{x}$ (2012 a 2015)	1651	38,02	30,42	20,21	22,34
	$\Delta (\bar{x} (2012 \text{ a } 2015) - 2009)$	-68	+3,22	-2,13	-2,40	-1,17
2.	2009	1263	51,71	41,79	19,53	33,98
	2012	1279	51,88	45,00	22,53	35,98
	2015	1266	52,65	43,72	20,27	35,62
	$\bar{x}$ (2012 a 2015)	1273	52,27	44,36	21,40	35,80
	$\Delta (\bar{x} (2012 \text{ a } 2015) - 2009)$	+10	+0,56	+2,57	+1,87	+1,82
3.	2009	1232	52,87	47,38	19,46	39,60
	2012	1354	48,96	43,09	14,86	37,14
	2015	1365	48,58	40,64	12,90	35,59
	$\bar{x}$ (2012 a 2015)	1360	48,77	41,87	13,88	36,37
	$\Delta (\bar{x} (2012 \text{ a } 2015) - 2009)$	+128	-4,10	-5,52	-5,58	-3,24
4.	2009	1114	58,31	52,33	20,59	44,09
	2012	1205	54,77	51,10	18,58	43,67
	2015	1405	47,25	43,76	11,43	39,19
	$\bar{x}$ (2012 a 2015)	1305	51,01	47,43	15,01	41,43
	$\Delta (\bar{x} (2012 \text{ a } 2015) - 2009)$	+191	-7,30	-4,90	-5,59	-2,66

Kde: ⁽³⁾ objemová hmotnosť, ⁽⁴⁾ celková pórovitosť, ⁽⁵⁾ maximálna kapilárna vodná kapacita, ⁽⁶⁾ využiteľná vodná kapacita, ⁽⁷⁾ bod zníženej dostupnosti

Where: ⁽¹⁾ soil profile, ⁽²⁾ year, ⁽³⁾ bulk density, ⁽⁴⁾ total porosity, ⁽⁵⁾ maximum capillary water capacity, ⁽⁶⁾ available water capacity, ⁽⁷⁾ point of decreased availability

So zmenami objemovej hmotnosti korešpondovalo zníženie, resp. zvýšenie celkovej pórovitosti. Nižšia celková pórovitosť poukazuje na veľmi pravdepodobnú možnosť zníženia nielen transportnej, ale aj akumulácie funkcie pôdy v poldri Beša zmenšením objemu pórového systému (Kotorová et al., 2011). Toto zistenie podporuje všeobecne známu skutočnosť, že budovanie poldrov na zachytávanie veľkých vôd z povodí sa uskutočňuje na pôdach, ktoré sa vyznačujú veľkou pútačou schopnosťou, a teda vysokým obsahom ílovitých častíc v celom profile.

Maximálna kapilárna vodná kapacita závisí od obsahu ílovitých častíc a zásoby vody v pôdnom profile a je menej stabilnou hydrofyzikálnou charakteristikou pôdy. Pri určitej aproximácii je možné považovať ju za kapilárnu kapacitu, ktorá udáva objem kapilárnych pórov (Kutílek, 1978). Pre ťažké pôdy s vysokým obsahom ílovitých častíc sa hodnoty maximálnej kapilárnej kapacity nachádzajú v pomerne širokom intervale. Ako vyplýva z našich výsledkov (tab. 3), priemerný interval 28,22 – 52,33 % s najnižšími hodnotami v piesočnato-hlinitom pôdnom profile a najvyššími v pôdnom profile ílu korešponduje s doteraz známymi údajmi pre pôdy Východoslovenskej nížiny.

Využitelná vodná kapacita veľmi úzko súvisí ako s ma-

ximálnou kapilárnou vodnou kapacitou, tak aj s bodom vädnutia a teda aj s obsahom ílovitých častíc v pôdnom profile. V priemere bod vädnutia v poldri Beša je 23,55 % a v tejto súvislosti využiteľná vodná kapacita pre celý odberný profil vo všetkých štyroch lokalitách dosahovala 11,43 – 22,60 %. Najvyššia θ_p bola zistená v piesočnato-hlinitnej pôde (v priemere 21,00 %) a najnižšia (v priemere 15,01 %) v íle. Bod zníženej dostupnosti zodpovedal pôdnym pomerom jednotlivých odberných profilov. Aj v prípade tohto hydrolimitu sa významne prejavil vplyv vlhkosti pôdy a obsahu ílovitých častíc. Hodnoty uvedené v tabuľke 3 potvrdzujú, že pôdy s nízkym obsahom ílovitých častíc majú aj nízky bod zníženej dostupnosti a pohyb vody a jej prístupnosť pre rastliny je v piesočnato-hlinitnej pôde obmedzená.

Získané výsledky z poldra Beša boli podrobené štatistickému testovaniu s využitím analýzy variancie. Z údajov v tabuľke 6. vyplýva štatisticky vysoko významný vplyv pôdneho druhu na všetky sledované fyzikálne a hydrofyzikálne parametre v poldri Beša. Štatisticky významný vplyv roka sa zistil pri maximálnej kapilárnej vodnej kapacite, využiteľnej vodnej kapacite a bode zníženej dostupnosti. Možno predpokladať, že v tomto prípade sa prejavila aj zásoba vody v pôdnom profile.

Tabuľka 6. Analýza variancie sledovaných hydrolimitov
Table 6. Analysis of variance for observed hydrolimits

Zdroj variability (1)	Stupeň voľnosti (2)	$\rho_d^{(3)}$		$p^{(4)}$		$\theta_{MKK}^{(5)}$		$\theta_p^{(6)}$		$\theta_{ZD}^{(7)}$	
		F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
pôdny druh ⁽⁸⁾	3	70,58	++	66,82	++	108,86	++	13,98	++	356,22	++
rok ⁽⁹⁾	2	3,27	+	1,88	-	6,96	++	9,13	++	5,51	++
zvyšok ⁽¹⁰⁾	39										
celkom ⁽¹¹⁾	47										

++P < 0.01 +P < 0.05

Where: (1) source of variability, (2) degree of freedom, (3) bulk density, (4) porosity, (5) maximum capillary water capacity, (6) available water capacity, (7) point of decreased availability, (8) soil texture, (9) year, (10) residue, (11) total, F – observed value, P – probability

Tabuľka 7. Štatistické hodnotenie sledovaných hydrolimitov ($\alpha = 0,05$)
Table 7. Statistical evaluation of observed hydrolimits values ($\alpha = 0.05$)

Zdroj variability (1)	Faktor (2)	Sledované parametre ⁽³⁾				
		ρ_d [kg m ⁻³] (4)	P [%] (5)	θ_{MKK} [%] (6)	θ_p [%] (7)	θ_{ZD} [%] (8)
pôdny druh /pôdny profil ⁽⁹⁾	1.	1673,67 c	36,9467 a	31,13 a	21,0033 c	22,73 a
	2.	1269,33 ab	52,08 bc	43,5033 b	20,7767 c	35,1933 b
	3.	1317,0 b	50,1367 b	43,7033 b	15,74 a	37,4433 c
	4.	1241,33 a	53,4433 c	49,0633 c	16,8667 b	42,3167 d
rok ⁽¹⁰⁾	2009	1332,0 a	49,4225 a	43,5125 b	20,545 b	35,295 b
	2012	1397,25 b	47,47 a	41,8525 ab	18,455 a	34,4675 ab
	2015	1396,75 b	47,5625 a	40,185 a	16,79 a	33,5 a

Kde: (4) objemová hmotnosť, (5) celková pórovitosť, (6) maximálna kapilárna vodná kapacita, (7) využiteľná vodná kapacita, (8) bod zníženej dostupnosti, písmená (a, b, c, d) naznačujú štatisticky významné vzťahy medzi faktormi ($\alpha = 0,05$) – LSD test

Where: (1) source of variability, (2) factor, (3) observed parameters, (4) bulk density, (5) total porosity, (6) maximum capillary water capacity, (7) available water capacity, (8) point of decreased availability, (9) soil texture/soil profile, (10) year, ascenders (a, b, c, d, e, f) suggestive of statistically significant references between factors ($\alpha = 0.05$) – LSD test

Štatistické hodnotenie fyzikálnych a hydrofyzikálnych parametrov fluvizeme glejovej pozostávalo z LSD-testu porovnávania (tab. 7). Z prezentovaných údajov vyplýva, že pôdny druh, resp. pôdny profil významne ovplyvňoval objemovú hmotnosť piesočnato-hlinitej pôdy a v profiloch s vyšším obsahom ílovitých častíc aj ďalšie sledované parametre. Na hodnoty objemovej hmotnosti viac vplývali roky 2012 a 2015, než rok 2009, čo môže byť dôsledkom napustenia poldra Beša v roku 2010.

Fyzikálne a hydrofyzikálne parametre pôd v suchom poldri Beša sa s dlhším časovým odstupom od jeho napustenia môžu aj zlepšovať, čo sa prejavuje znížením objemovej hmotnosti a zvýšením celkovej pórovitosti. Pozitívne zmeny týchto základných pôdných parametrov pozitívne ovplyvňujú aj priebeh chemicko-biologických procesov v danej lokalite.

Záver

Výsledky terénneho prieskumu z rokov 2012 a 2015 potvrdili vysokú priestorovú heterogenitu pôdy v suchom poldri Beša zistenú v roku 2009.

Prítomnosť rozdielných pôdných druhov – piesočnato-hlinitej pôdy, ílovito-hlinitej pôdy, ílovitej pôdy a ílu – opätovne poukázala na rozmanitosť pôdných druhov v poldri Beša a na ich striedanie na krátkych vzdialenostiach.

Na základe výsledkov získaných terénnym prieskumom možno predpokladať aj negatívne zmeny pôdných vlastností po opätovnom zaplavení záujmového územia a tým zníženie transportnej i akumulácie funkcie pôdy v poldri.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou pre vedu a výskum na základe zmluvy č. APVV-15-0489 a APVV-0163-11.

Literatúra

- Fulajtár, E. (1986): Fyzikálne vlastnosti pôd Slovenska, ich úprava a využitie. 1. vyd. Bratislava: Veda, 156 s.
- Guspan, J., Forgáč, K., Zrubec, F. (1975): Zúrodňovanie ťažkých pôd. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1975. 219 s.
- Hrivňáková, K., Makovníková, J. et al. (2011): Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. 1. vyd. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2011. 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1.
- Kotorová, D., Mati, R., Kováč, L., Šoltysová, B., Pavelková, D. (2008): Vybrané charakteristiky pôd poldra Beša vo vzťahu k ich zrnitostnému zloženiu. Acta hydrologica slovacica 2008, Volume 9, No. 2, s. 161 – 169. ISSN 1335-6291.
- Kotorová, D., Šoltysová, B., Kováč, L., Mati, R. (2009): The spatial variability of physico-chemical properties as a stress factor in a non-regularly overflowed area. In: Cereal Research Communications, 37, 2009, Supplementum, pp. 387 – 390. ISSN 0133-3720
- Kotorová, D., Mati, R., Kováč, L., Šoltysová, B. (2010): Možnosti mimoprodukčného využívania poldra Beša. Folia oecologica 2010, Volume 51, No. 3, p. 74 – 88.
- Kotorová, D., Jakubová, J., Kováč, L. (2011): Dependence of heavy soil transport function on soil profile depth. Agriculture (Poľnohospodárstvo) 2011, Volume 57, No. 2, p. 45 – 52. DOI:10.2478/v10207-011-0005-0
- Kutílek, M. (1978): Vodohospodárska pedológia. 2. prepracované vyd. Praha: SNTL/ALFA, 1978. 296 s.
- Linkeš, V., Pestún, V., Džatko, M. (1996): Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek. 3. vyd. Bratislava: VÚPÚ, 1996. 103 s. ISBN 80-85361-19-1.
- Pavelková, D., Mati, R. (2008): Kvantifikácia množstva prístupnej vody pre rastlinný kryt z hľadiska pôdneho druhu. In: Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda – rastlina – atmosféra. Bratislava: ÚH SAV, 2008, s. 411 – 418. ISBN 978-80-89139-16-3.
- Skalová, J., Štekauerová, V. (2011): Pedotransferové funkcie a ich aplikácia pri modelovaní vodného režimu pôdy. 1. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011. 101 s. ISBN 978-80-227-3431-8.
- Špánik, F., Šiška, B., Tomlain, J. (2002): Rámcový dohovor OSN o klimatickej zmene z pohľadu slovenského hospodárstva. In: Očakávané zmeny klímy a ich možný dopad na vodný režim, poľné a lesné hospodárstvo. Nitra: Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied, 2002, s. 4 – 15. ISBN 80-968665-3-2.
- Šútor, J., Štekauerová, V. (2000): Hydrofyzikálne charakteristiky pôd Žitného ostrova. Bratislava: ÚH SAV, 2000. 166 s. ISBN 80-968480-1-1.
- Šútor, J., Gomboš, M., Mati, R., Ivančo, J. (2002): Charakteristiky zóny aerácie ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. 1. vyd. Bratislava: ÚH SAV, Michalovce: OVÚA, 2002. 216 s. ISBN 80-968480-08-9.
- Vilček, J. (2005): Pedogeografické špecifiká pôd Východoslovenskej nížiny. In: Realizáciou poznatkov vedy a výskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu, Michalovce: VÚRV – ÚA, 2005, s. 93 – 97. ISBN 80-88790-40-9.
- Zaujec, A., Chlpík, J., Nádašský, J., Szombathová, N., Tobiašová, E. (2009): Pedológia a základy geológie. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. 400 s. ISBN 978-80-552-0207-5.6

GRANULOMETRIC COMPOSITION AND HYDROLIMITS OF SOIL TEXTURES FOR NON-REGULARLY OVERFLOWING AREA

The extremely meteorological events, for example storm rainfall, floods and long-term dry period, are

a consequence of exist the climatic change. Each spatial formation is characterized by properties, parameters and

indicators. Knowledge of hydro-pedological indicators of concrete locality is in relation with hydrology of this area. Very important form of landscape protection from flood is building of large retention basins. These constructions are filling only during extraordinary flood situations. The dry polder Beša was constructed for retention of flood water in Medzibodrožie. Non-regularly overflowed dry polder Beša is located to south east part of the East Slovak Lowland (ESL) near Beša village. With its area of 1568 ha and the retention capacity of 53 million m³ of water is the largest dry polders in Central Europe. Since its introduction into service Beša polder in 1965 has so far been filling seven times, most recently in 2010. Most of the retention volume of the polder was used in 1974 (83.02%) and 2000 (78.11%). Area of dry polder Beša is landscape compound from various ecosystems (forests, natural meadows and pastures, water ecosystems, agro-ecosystems. Ecological stability of this area is in long and no-regularly time intervals disturbed by human activities, that by mechanical filling of polders in time of extremely floods in region of the East Slovak Lowland.

The main aim of this work is to present and to estimate the development of granulometric composition and soil hydrolimits in the polder Beša.

In locality of dry polder Beša between 2007 and 2009 years the project „Quantification of no-production functions of soil and land in dry polder Beša” was solved. In year 2012 on the results of this project connected the project “Analyse of soil properties and landscape development of non-regularly overflowed areas”. In year 2010 the polder Beša was again saturated and so the changes of granulometric composition and soil hydrolimits were assumed.

Soil samples were taken from four soil profiles from depth 0.0–0.6 m from each 0.2 m. Basic physical and hydrophysical soil properties were determined as follow: bulk density, total porosity, maximum capillary water capacity, available water capacity and point of decreased availability. These hydrolimits were determined by method published Hrivňáková et al. (2011). Granulometric composition were analysed by pipet method and soil fractions were determined as follows: 1st fraction – clay (< 0.001 mm), 2nd fraction – fine and medium silt (0.001–0.01 mm), 3rd fraction – coarse silt

(0.01–0.05 mm), 4th fraction – fine sand (0.05–0.25 mm), 5th fraction – medium sand (0.25–2.00 mm). Content of I. category particles was counted as sum of 1st and 2nd fractions, then sum of clay and fine and medium silt contents.

In year 2009, soil in 1st profile was classified as sandy-loamy soil, in 2nd profile it was clay-loamy soil, in 3rd profile it was clayey soil and in 4th profile was clay soil. Classification soils in model soil profiles were confirm also in year 2012 and 2015. From point of view polder saturating in year 2010, did not effect of granulometric composition. The categorization of soil profiles to the soil textures, i.e. sandy-loamy soil, clay-loamy soil, clayey soil and clay soil, wasn't changes in year 2012 and 2015.

The bulk density is very important soil indicator. The highest values were determined for sandy-loamy soil in 1st profile (in average 1664 kg m⁻³), the lowest for clay soil in 4th profile (in average 1241 kg m⁻³). Total porosity values corresponded to bulk density. Maximum capillary water capacity is very important hydrolimit and it is in relation with clay particles content and soil water storage. The average range 28.22–52.33% is typical for soils of the East Slovak Lowland. The lowest values were ascertained for sandy-loamy soil and the highest values for clayey and clay soils. The average wilting point for soils in dry polder Beša is 23.55%. Sandy-loamy soil had the highest available water capacity (in average 21.00%), on the other hand the lowest values of this hydrolimit were determined for clay soil (in average 15.01%). Values of point of decreased availability corresponded with soil moisture and clay particles content in model soil profiles. Our results confirmed the sandy-loamy soils have the point of decreased availability (1st profile) lower and for soils with higher content of clay particles is this hydrolimit higher. The overflowing of some area contributes to the deterioration of soil properties. The area subsequently becomes less suitable for agricultural use. On the territory of the dry polder Beša are situated mainly heavy soils and easy soils have only minor representation.

On the base of results obtained by grand survey, the filling of polder area may be negative influenced the transport and accumulation functions of the soil in the polder Beša.

Ing. Ladislav Kováč, PhD.
RNDr. Dana Kotorová, PhD.
Ing. Jana Jakubová
NPPC – Výskumný ústav agroekológie
Špitálska 1273
071 01 Michalovce
Tel.: +42156 6443 888
E-mail: ladislav.kovac@nppc.sk
dana.kotorova@nppc.sk
jana.jakubova@nppc.sk