



Dana KOTOROVÁ¹
Ladislav KOVÁČ¹

PÔDNE VLASTNOSTI V SUCHOM POLDRI BEŠA

Abstract:

The dry polder Beša is very important part of the Slovak Republic. In year 2009 in dry polder Beša ended solution of project "Quantification of no-production functions of soil and land in dry polder Beša". In year 2012 in this landscape area started researching of project "Analyse of soil properties and landscape development of non-regularly overflowed areas". This project builds on the previous one and focuses on the quantification of soil properties 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 capacity, non-capillary porosity. In year 2012 the content of clay particles was in range 24.88 – 78.05% and characterized soil in polder Beša as sandy-loamy soil till clay. Ground survey, made in year 2012, confirmed very spatial soil heterogeneity from 2009 year. Overflowing of this area in year 2010 contributed to increasing of soil bulk density and decreasing of total porosity. In year 2012 values of maximum capillary capacity were lower about 1.65% in comparison with year 2009. Similarly, in year 2012 decreasing of non-capillary porosity was determined. Based on the obtained results can be assumed negative changes in soil properties after flooding of the polder Beša area.

Keywords: floods, soil properties, soil textures

ÚVOD

Ekologická stabilita krajinného priestoru je dynamická schopnosť ekosystémov trvalo udržiavať a obnovovať podmienky svojej existencie autoregulačnými mechanizmami (Demo, Bielek et al. 2000). Jej udržanie je základnou a nevyhnutnou podmienkou jeho udržateľného rozvoja a má dlhodobý strategický význam pre rozvoj spoločnosti v danom regióne.

Globálna klimatická zmena sa prejavuje aj stále častejšie sa vyskytujúcimi extrémnymi poveternosťnými javmi, ako sú prízvalové dažde, povodne, extrémne suchá trvajúce aj dlhšie obdobie (Špánik et al. 2002). Z dôvodu zachytávania veľkých vôd sa budujú tzv. suché poldre, ktoré sa napúšťajú len výnimočne pri mimoriadnych povodňových situáciách. Na Východoslovenskej nížine (VSN) bol vybudovaný suchý polder Beša, v ktorom sa zachytávajú veľké vody z povodia rieky Bodrog. 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.

1 **RNDr. Dana Kotorová, PhD., Ing. Ladislav Kováč, PhD., CVRV** – Výskumný ústav agroekológie, 071 01 Michalovce, Špitálska 1273. E-mail: kotorova@minet.sk; kovac@minet.sk

Územie suchého poldra Beša predstavuje krajinný priestor zložený z rôznych ekosystémov (lesy, prirodzené lúky a pasienky, vodné ekosystémy, agroekosystémy). Tieto ekosystémy sa vyznačujú vysokým stupňom biodiverzity (Kotorová et al. 2010). Ekologická stabilita krajiny je na tomto území v dlhších a nepravidelných časových intervaloch narušovaná činnosťou človeka, a to umelým zaplavovaním poldra. Ďalej je stabilita a prírodná hodnota územia na jednej strane ohrozovaná procesmi intenzívnej poľnohospodárskej výroby, na druhej strane opúšťaním poľnohospodárskej pôdy. Obidva tieto procesy sú negatívne, lebo vedú k strate a degradácii biotopov a ekosystémov, k úbytku biologickej rozmanitosti, k erózii a degradácii pôdy, k zmene hydrologického režimu a pod. Nepravidelné zaplavovanie územia poldra má vplyv nielen na zmenu vodného režimu daného územia, ale aj k zmenám vlastností pôdných druhov nachádzajúcich sa na území poldra.

Zložité geologické pomery Východoslovenskej nížiny (VSN) spôsobujú veľkú pôdnu heterogenitu. Podľa najnovších spresnených údajov zistených Výskumným ústavom pôdozvedectva a ochrany pôdy sa z hľadiska zrnitostného zloženia na území Východoslovenskej nížiny vyskytuje 3,2 % ľahkých pôd, 54,1 % stredne ťažkých pôd, 22,1 % ťažkých pôd a 20,6 % veľmi ťažkých pôd (Vilček 1998, 2005). Pre dané územie je charakteristické, že jednotlivé pôdne druhy sa striedajú na veľmi krátkych vzdialenostiach.

V posledných desaťročiach sa na VSN záplavy vyskytujú stále častejšie. Súvisí to jednak s priebehom poveternostných podmienok v jarných mesiacoch, jednak s vysokou schopnosťou ťažkých pôd zadržiavať vodu. V tejto súvislosti je dôležité poznanie zmien fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností vplyvom zaplavenia povrchu pôdy. Je známe, že zaplavovanie územia spôsobuje negatívne zmeny pôdných vlastností a vytvára nepriaznivý pomer vody a vzduchu v pôdnom profile. Šútor et al. (2009) tvrdia, že žiadne pojednanie v pôdnej fyzike nemôže byť úplné, keď sa nedotýka vplyvu podmienok fyziky pôdy na rast vegetácie a degradáciu pôdy.

Suché poldre na Východoslovenskej nížine (VSN) boli vybudované na zachytávanie veľkých vôd na Medzibodroží. Napúšťajú sa výlučne len pri mimoriadnych povodňových situáciách, keď hrozí nedodržanie dohody s Maďarskou republikou o maximálnom prietoku a hladine Bodrogu v Strede nad Bodrogom. Pri poklese hladiny vody v Laborci sa poldre vypúšťajú a po vyschnutí poldra sa môžu pôvodne zaplavené pozemky obrábať. Suchý polder Beša je nepravidelne zaplavované územie nachádzajúce sa v juhovýchodnej časti Východoslovenskej nížiny (VSN) pri obci Beša a svojou rozlohou 1 568 ha a retenčnou kapacitou 53 mil. m³ vody je najväčším suchým poldrom v strednej Európe (Šútor et al. 1995). Polder Beša zasahuje do katastrálnych území troch obcí, a to do katastrálneho územia obce Oborín, do katastrálneho územia obce Ižkovce a do katastrálneho územia obce Beša (Vološ 2009). Od uvedenia poldra Beša do prevádzky v roku 1965 bol doteraz napustený 7-krát, naposledy v roku 2010. Najviac retenčného objemu poldra sa využilo v roku 1974 (83,02 %) a v roku 2000 (78,11 %).

V roku 2009 sa skončilo riešenie projektu APVV-477-06 „Kvantifikácia mimoprodukčných funkcií pôdy a krajiny v suchom poldri Beša“. V roku 2012 sa v tomto záujmovom území začal riešiť projekt APVV-0163-11 „Analýza vlastností pôdy a vývoja krajiny v nepravidelne zaplavovaných územiach“. Cieľom tejto práce je po-



rovnat' a kvantifikovať zmeny zrnitostného zloženia a vybraných fyzikálnych vlastností pôdy vplyvom zaplavenia suchého poldra Beša v roku 2010.

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“. Od roku 2012 sa riešením projektu „Analýza vlastností pôdy a vývoja krajiny v nepravidelne zaplavovaných územiach“ nadviazalo na predchádzajúci projekt, nakoľko polder Beša bol v roku 2010 opätovne napustený a predpokladali sa zmeny pôdných vlastností. 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.

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

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). Obsah zŕn I. kategórie ($< 0,01$ mm) bol určený ako súčet 1. a 2. frakcie, t. j. súčet obsahu ílu a jemného a stredného prachu.

Tabuľka 1 Lokalizácia odberných profilov

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

Z fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností pôdy boli sledované nasledovné parametre: objemová hmotnosť redukovaná (ρ_d , kg.m^{-3}), celková pórovitosť (P_c , %), maximálna kapilárna kapacita (θ_{MKK} , %), nekapilárna pórovitosť (P_{NK} , %). Sledované pôdne parametre boli stanovené známymi analytickými metódami podľa Hrivňákovvej, Makovníkovej et al. (2011). V príspevku sú porovnávané výsledky z roku 2009 a 2012.



Obr. 1 Hranice poldra Beša

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Polder Beša je nepravidelne zaplavované územie. Z tohto dôvodu bol od uvedenia do prevádzky v roku 1965 doteraz napustený 7-krát, a to v čase mimoriadnych povodňových situácií na vodných tokoch Východoslovenskej nížiny, ktoré sa vyskytli v októbri 1974, v januári 1979, v júli 1980, v marci 1999, v apríli 2000, v marci 2006 a v máji a júni 2010. V tabuľke 2 sú uvedené termíny napúšťania poldra, retenčné objemy a percentuálne využitie objemu poldra.

Pri výbere pôdnych profilov pre sledovanie zmien zrnitostného zloženia a fyzikálnych vlastností pôdy v suchom poldri Beša sa zohľadňovalo nielen zastúpenie agro-ekotypov (Kováč et al. 2007; Kováč, Kotorová 2008), ale tiež výmery jednotlivých pôdnych druhov. Nakoľko polder má slúžiť v prvom rade ako retenčná nádrž zachytávajúca tzv. veľké vody a z tohto dôvodu je nepravidelne zaplavovaný, väčšinu výmery poľnohospodárskej pôdy na tomto území preto tvoria trvalé trávne porasty.

Tabuľka 2 Napúšťanie poldra Beša (zdroj: SVP š. p.)

Povodňová situácia	Napustené množstvo [mil. m ³]	Využitie objemu poldra [%]
október 1974	44,0	83,02
január 1979	30,2	56,98
júl 1980	34,5	65,09
marec 1999	30,2	56,98
apríl 2000	41,4	78,11
marec 2006	11,0	20,75
máj a jún 2010	35,0	66,04

Ťažké pôdy VSN sa vyvinuli na bezkarbonátových ťažko priepustných sedimentoch s kritickou vnútornou drenážou. Ich vlastnosti sú podmienené textúrnym a mineralogickým zložením. Pri výbere odberných profilov sa vychádzalo z potreby zastúpenia všetkých pôdnych druhov nachádzajúcich sa v poldri Beša.



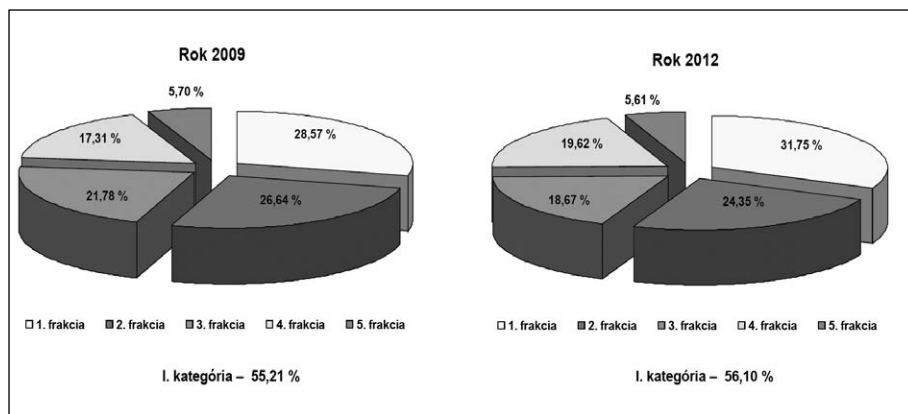
Základná klasifikácia zrnitostných frakcií (Kutílek 1978) charakterizuje štyri kategórie veľkosti pôdných častíc: I. kategória – ílovité častice, II. kategória – prach, III. kategória – práškovitý piesok, IV. kategória – piesok. Pre jednotlivé kategórie je typický rozdielny priemer zrn. Podľa obsahu ílovitých častíc ($< 0,01$ mm) sa pôda rozdeľuje na pôdne druhy a ich základné kategórie vychádzajú z Novákovej klasifikačnej stupnice zrnitosti (Zaujec et al. 2009). Zrnitostné zloženie jednotlivých pôdných profilov v suchom poldri Beša je uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Zrnitostné zloženie pôd v poldri Beša v hĺbke 0,0 – 0,6 m [%]

Ø častíc	Rok	Pôdny profil				
		1.	2.	3.	4.	$\bar{x}$
< 0,001 mm íl	2009	10,34	21,83	40,42	41,70	28,57
	2012	14,24	26,50	34,06	52,32	31,78
	$\Delta 2012 - 2009$	+3,90	+4,87	-6,36	+10,62	+3,21
0,001 – 0,01 mm jemný a stredný prach	2009	13,55	31,60	26,60	34,80	26,64
	2012	10,64	27,41	33,69	25,73	24,37
	$\Delta 2012 - 2009$	-5,91	-4,19	+7,09	-9,07	-2,27
0,01 – 0,05 mm hrubý prach	2009	24,36	25,94	19,55	17,25	21,78
	2012	18,91	26,06	18,81	11,03	18,70
	$\Delta 2012 - 2009$	-5,45	+0,12	-0,74	-6,22	-3,07
0,05 – 0,25 mm jemný piesok	2009	35,80	18,46	9,56	5,43	17,31
	2012	40,42	16,93	10,68	10,43	19,62
	$\Delta 2012 - 2009$	+4,62	-1,53	+1,12	+5,00	+2,30
0,25 – 2,00 mm stredný piesok	2009	15,95	2,16	3,87	0,82	5,70
	2012	15,79	3,11	2,75	0,79	5,61
	$\Delta 2012 - 2009$	-0,16	+0,95	-1,12	-0,03	-0,09
< 0,01 mm kategória ílovité častice	2009	23,89	53,43	67,02	76,50	55,21
	2012	24,88	53,91	67,76	78,05	56,15
	$\Delta 2012 - 2009$	+0,99	+0,46	+0,74	+1,55	+0,94
Pôdny druh	2009	piesočna- to-hlinitá pôda	ílovito-hli- nitá pôda	ílovitá pôda	íl	ílovito-hli- nitá pôda
	2012	piesočna- to-hlinitá pôda	ílovito-hli- nitá pôda	ílovitá pôda	íl	ílovito-hli- nitá pôda

V roku 2012 obsahy jednotlivých zrnitostných frakcií v sledovaných pôdných profiloch sa v porovnaní s obsahmi v roku 2009 významne nemenili. Zistené rozdiely (tabuľka 3) sú podľa všetkého viac dôsledkom priestorovej heterogenity záujmového územia, než vplyvu zaplavenia územia poldra. Zrnitostné zloženie je výsledkom dlhotrvajúceho pôdotvorného procesu, a preto opätovné zaplavenie poldra v roku 2010 nemohlo výrazne prispieť k zmenám v zastúpení jednotlivých zrnitostných frakcií.

Zo zrnitostného zloženia sledovaných pôdnych profilov vyplýva, že obsah ílu (1. frakcia) sa v hĺbke 0,0 – 0,6 m nachádzal v intervale 10,34 – 52,32 %. Obsah jemného a stredného prachu (2. frakcia) v hĺbke 0,0 – 0,6 m dosahoval 10,64 – 34,80 %. Hrubý prach (3. frakcia) sa vo všetkých hodnotených pôdnych sondách pohyboval v intervale 11,03 – 26,06 %. Obsah jemného piesku (4. frakcia) sa pohyboval v intervale 5,43 – 40,42 %. Stredný piesok (5. frakcia) sa pohyboval od 0,79 % (4. profil v roku 2012) do 15,95 % (1. profil v roku 2009). V priemere za všetky hodnotené pôdne profile sa zistilo nevýznamné zvýšenie obsahu ílovitých častíc v roku 2012 v porovnaní s rokom 2009 (+0,94 %). Na základe získaných výsledkov možno predpokladať, že nepravidelné zaplavovanie územia suchého poldra Beša vplýva aj na obsah jednotlivých zrnitostných frakcií v sledovaných pôdnych profiloch. Na obr. 2 je graficky znázornené priemerné zrnitostné zloženie pôd v poldri Beša v roku 2009 a 2012.



Obr. 2 Priemerné zrnitostné zloženie pôd poldra Beša

Obsah ílovitých častíc (I. kategória) sa v pôdnych profiloch v roku 2009 pohyboval v intervale 23,89 – 76,50 % a v roku 2012 v intervale 24,88 – 78,05 %. Podľa Novákovej klasifikačnej stupnice (Zaujec et al., 2009) je pôda v jednotlivých odborných profiloch v suchom poldri Beša hodnotená v oboch porovnávaných rokoch 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 (1998) o výraznej heterogenite pôdnych pomerov na Východoslovenskej nížine prejavujúcej sa v striedaní rozdielnych druhov pôd na veľmi krátkych vzdialenostiach. Zaradenie vybraných pôdnych profilov k pôdnym druhom, t.j. k piesočnato-hlinitéj pôde, ílovito-hlinitéj pôde, ílovitej pôde a ílu tak, ako to uvádzajú Kotorová et al. (2010), sa v roku 2012 nezmenilo.

Stabilita pôdnych vlastností je v záujmovom území poldra Beša v dlhších a predovšetkým nepravidelných časových intervaloch narušovaná činnosťou človeka, a to aj umelým zaplavovaním poldra v čase extrémnych povodňových situácií v regióne VSN. Zaplavovanie určitého územia prispieva k zhoršovaniu pôdnych vlastností a toto územie sa následne stáva menej vhodným pre poľnohospodárske využívanie.



Na území suchého poldra Beša sa nachádzajú hlavne ťažké pôdy a len nevýznamné zastúpenie majú pôdy ľahšie. Dá sa preto predpokladať negatívny vplyv súvislej hladiny vody na povrchu pôdy počas určitého časového úseku to môže mať vplyv na fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti pôdy.

Optimálny stav fyzikálnych parametrov pôdy patrí k významným indikátorom úrodnosti pôdy a jej funkcií. 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 4 uvedené hodnoty objemovej hmotnosti a celkovej pórovitosti zistené v roku 2012 sú porovnané s hodnotami získanými v roku 2009.

Tabuľka 4 Objemová hmotnosť a celková pórovitosť v suchom poldri Beša

Parameter	Hĺbka [m]	Rok	Profil				
			1.	2.	3.	4.	$\bar{x}$
ρ_d [kg.m ⁻³]	0,0 – 0,2	2009	1660	1104	1151	1040	1239
		2012	1726	1160	1297	1158	1335
		$\Delta 2012 - 2009$	+66	+56	+146	+118	+97
	0,2 – 0,4	2009	1776	1277	1222	1106	1345
		2012	1787	1271	1397	1212	1417
		$\Delta 2012 - 2009$	+11	-6	+175	+106	+72
	0,4 – 0,6	2009	1720	1409	1324	1195	1412
		2012	1739	1406	1369	1245	1440
		$\Delta 2012 - 2009$	+19	-3	+45	+50	+28
	0,0 – 0,6	2009	1719	1263	1232	1114	1332
		2012	1751	1279	1354	1205	1397
		$\Delta 2012 - 2009$	+32	+16	+122	+91	+65
P_c [%]	0,0 – 0,2	2009	36,82	57,42	56,09	61,74	53,02
		2012	35,08	56,06	50,87	56,53	49,64
		$\Delta 2012 - 2009$	-1,74	-1,36	-5,22	-5,21	-3,38
	0,2 – 0,4	2009	32,86	51,19	52,82	58,35	48,81
		2012	32,79	52,27	46,99	54,47	46,63
		$\Delta 2012 - 2009$	-0,07	+1,08	-5,83	-3,88	-2,18
	0,4 – 0,6	2009	34,73	46,52	49,69	54,83	46,44
		2012	34,93	47,30	49,03	53,34	46,15
		$\Delta 2012 - 2009$	+0,20	+0,78	-0,66	-1,49	-0,29
	0,0 – 0,6	2009	34,80	51,71	52,87	58,31	49,42
		2012	34,27	51,88	48,96	54,78	47,47
		$\Delta 2012 - 2009$	-0,54	+0,17	-3,90	-3,53	-1,95

Pri pôdnom profile 1., ktorý je charakterizovaný ako piesočnato-hlinitý, objemová hmotnosť v roku 2012 bola vyššia v porovnaní s rokom 2009 a zvyšovala sa v celej hĺbke pôdneho profilu (tabuľka 4). Pri ílovito-hlinitom profile 2. sa v porovnaní s rokom 2009 v roku 2012 objemová hmotnosť zvýšila o 56 kg.m⁻³ v hĺbke 0,0 – 0,2 m. Aj keď sa jej hodnoty v hĺbkach 0,2 – 0,4 m a 0,4 – 0,6 m znížili, v priemere sa v celom pôdnom profile objemová hmotnosť zvýšila o 16 kg.m⁻³. Ešte výraznejšie zvýšenie objemovej hmotnosti sa v roku 2012 zistilo v profile ílovitej pôdy (v priemere +122 kg.m⁻³) a ílu (v priemere +91 kg.m⁻³). Pri profiloch s vyšším obsahom ílovitých častíc však boli objemové hmotnosti podstatne nižšie ako v profile s piesočnato-hlinitou pôdou. Tieto zistenia sú v súlade s tým, čo publikovali napr. Guspan et al. (1975), Fulajtár (1986), či Šútor et al. (2002) pre pôdy Východoslovenskej nížiny.

So zvýšením objemovej hmotnosti v roku 2012 korešpondovalo zníženie celkovej pórovitosti, ktorá sa v hĺbke 0,0 – 0,6 m pohybovala v rozpätí 32,79 – 61,74 %. V priemernom vyjadrení sa celková pórovitosť znížila o 1,95 %. Nižšia celková pórovitosť poukazuje na veľmi pravdepodobnú možnosť zníženia nielen transportnej, ale aj akumuláčnej funkcie pôdy v poldri Beša zmenšením objemu pórového systému (Kotorová Jakubová Kováč, 2011).

Maximálna kapilárna 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). V kapilárnych póroch sa zadržiava voda a je umožnený pohyb vody v pôdnom profile kapilárnym vztláním. Pre ťažké pôdy, t. j. pôdy s vysokým obsahom ílovitých častíc, sa hodnoty maximálnej kapilárnej kapacity nachádzajú v pomerne širokom intervale. Ako vyplýva z výsledkov uvedených v tabuľke 5, v roku 2009 sa maximálna kapilárna kapacita nachádzala v intervale 31,14 – 55,09 % s najnižšími hodnotami v piesočnato-hlinitom pôdnom profile a najvyššími v pôdnom profile ílu. V roku 2012 boli hodnoty tohto hydrofyzikálneho parametra nižšie (26,88 – 51,78 %) v priemere sa zistilo zníženie maximálnej kapilárnej kapacity v celej hĺbke pôdných profilov o 1,66 %. Aj v roku 2012 najnižšia maximálna kapilárna kapacita bola v piesočnato-hlinitom pôdnom profile a najvyššia v pôdnom profile ílu.

Tabuľka 5 Maximálna kapilárna kapacita a nekapilárna pórovitosť v suchom poldri Beša

Parameter	Hĺbka [m]	Rok	Profil				
			1.	2.	3.	4.	$\bar{x}$
θ_{MKK} [%]	0,0 – 0,2	2009	35,35	45,09	48,09	50,94	44,87
		2012	29,65	48,28	43,30	51,42	43,16
		$\Delta 2012 - 2009$	-5,70	+3,19	-4,79	+0,48	-1,71
	0,2 – 0,4	2009	31,16	42,97	48,85	55,09	44,52
		2012	26,88	44,43	43,18	50,12	41,15
		$\Delta 2012 - 2009$	-4,28	+1,46	-5,67	-4,97	-3,36
	0,4 – 0,6	2009	31,14	37,32	45,20	50,95	41,15
		2012	28,12	42,28	42,78	51,78	41,24
		$\Delta 2012 - 2009$	-3,02	+4,96	-2,42	+0,83	+0,09
	0,0 – 0,6	2009	32,55	41,79	47,38	52,33	43,51
		2012	28,22	45,00	43,09	51,11	41,85
		$\Delta 2012 - 2009$	-4,33	+3,20	-4,29	-1,22	-1,66
P_{NK} [%]	0,0 – 0,2	2009	1,47	12,34	8,00	10,81	8,16
		2012	5,43	7,77	7,57	5,12	6,47
		$\Delta 2012 - 2009$	+3,96	-4,57	-0,43	-5,69	-1,68
	0,2 – 0,4	2009	1,71	8,23	3,97	3,26	4,29
		2012	5,90	7,84	3,81	4,36	5,48
		$\Delta 2012 - 2009$	+4,19	-0,39	-0,16	+1,10	+1,19
	0,4 – 0,6	2009	3,59	9,21	4,49	3,88	5,29
		2012	6,81	5,02	6,24	1,56	4,91
		$\Delta 2012 - 2009$	+3,22	-4,19	+1,75	-2,32	-0,39
	0,0 – 0,6	2009	2,26	9,93	5,49	5,98	5,91
		2012	6,05	6,88	5,87	3,68	5,62
		$\Delta 2012 - 2009$	+3,79	-3,05	+0,39	-2,30	-0,29

Aj napriek zníženiu sa hodnoty zistené v suchom poldri Beša sa pohybovali na úrovni hodnôt, ktoré pre pôdy Východoslovenskej nížiny uvádza Fulajtár (1986).



V priemere pri porovnaní údajov z roku 2012 s údajmi z roku 2009 po zaplavení poldra v roku 2010 iba v ílovito-hlinitom profile 3. sa maximálna kapilárna kapacita zvýšila, zatiaľ čo v ostatných profiloch došlo k jej zníženiu.

Nekapilárna pórovitosť súvisí s obsahom vzduchu v pôde a prepúšťaním prebytočnej vody. V pôdnych profiloch lokality poldra Beša sa nekapilárna pórovitosť pohybovala v roku 2009 v intervale 1,47 – 12,34% a v roku 2012 v intervale 1,56 – 7,84%. V piesočnato-hlinitom pôdnom profile bol v roku 2012 o 3,79% vyšší obsah nekapilárnych pórov ako v roku 2009. Z porovnania priemerných hodnôt (tabuľka 5) vyplýva štatisticky nevýznamné zníženie objemu nekapilárnych pórov v roku 2012 ($\Delta 2012 - 2009 = -0,29\%$).

Výsledky pôdnych parametrov získané terénnym sondovaním v krajinnom priestore poldra Beša boli podrobené štatistickému testovaniu analýzou variancie a viacnásobnému LSD-testu porovnávania. Ako vyplýva z údajov v tabuľke 6, rok sledovania štatisticky významne ovplyvňoval objemovú hmotnosť, celkovú pórovitosť a maximálnu kapilárnu kapacitu. Na hodnotách všetkých sledovaných pôdnych parametrov sa štatisticky významne prejavil vplyv pôdneho profilu i hĺbky odberu.

Tabuľka 6 Analýza variancie sledovaných parametrov v poldri Beša

Zdroj premenlivosti	Stupeň voľnosti	F – vypočítaná hodnota			
		ρ_d	Pc	θ_{KMK}	P _{NK}
rok	1	41,28 ⁺⁺	25,05 ⁺⁺	12,73 ⁺⁺	0,46 ⁺
pôdny profil	3	623,35 ⁺⁺	607,03 ⁺⁺	369,15 ⁺⁺	19,39 ⁺⁺
hĺbka	2	64,93 ⁺⁺	59,07 ⁺⁺	12,33 ⁺⁺	13,45 ⁺⁺
zvyšok	86				
celkom	95				

P = 0,05⁺⁺

V tabuľke 7 sú uvedené výsledky viacnásobného LSD-testu porovnávania objemovej hmotnosti a celkovej pórovitosti na hranici významnosti $\alpha = 0,05$.

Tabuľka 7 Viacnásobný LSD-test porovnávania objemovej hmotnosti a celkovej pórovitosti ($\alpha = 0,05$)

Pôdny parameter	Sledovaný faktor		Priemer	Homogénna skupina			
ρ_d [kg.m ⁻³]	rok	2009	1332,00	x			
		2012	1397,25		x		
	pôdny profil	4.	11,59,33	x			
		2.	1271,17		x		
		3.	1293,33		x		
		1.	1734,67			x	
	hĺbka	0,2 m	1287,00	x			
		0,4 m	1381,00		x		
		0,6 m	1425,88			x	
Pc [%]	rok	2012	47,47	x			
		2009	49,42		x		
	pôdny profil	1.	34,54	x			
		3.	50,92		x		
		2.	51,79		x		
		4.	56,54			x	
	hĺbka	0,6 m	46,29	x			
		0,4 m	47,72		x		
		0,2 m	51,33			x	

Na objemovú hmotnosť v jednotlivých pôdnych profiloch poldra Beša mal významnejší vplyv rok 2012, ako rok 2009. Dá sa preto predpokladať vplyv zaplavenia poldra v roku 2010 aj na hodnoty objemovej hmotnosti v piesočnato-hlinitom pôdnom profile. Pri celkovej pórovitosti sa viac prejavil rok 2009 s vyššími hodnotami tohto parametra a pôdny profil charakterizovaný ako íl.

Vplyv roka, pôdneho profilu a hĺbky odberu na zmeny maximálnej kapilárnej kapacity a nekapilárnej pórovitosti sa zisťoval viacnásobným LSD-testom porovnávania na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Zistené skutočnosti sú uvedené v tabuľke 8.

Tabuľka 8 Viacnásobný LSD-test porovnávania maximálnej kapilárnej kapacity a nekapilárnej pórovitosti ($\alpha = 0,05$)

Pôdny parameter	Sledovaný faktor		Priemer	Homogénna skupina			
θ_{MKK} [%]	rok	2012	41,85	x			
		2009	43,51		x		
	pôdny profil	1.	30,38	x			
		2.	43,39		x		
		3.	45,23			x	
		4.	51,72				x
	hĺbka	0,6 m	41,19	x			
		0,4 m	42,84		x		
		0,2 m	44,02			x	
P_{NK} [%]	rok	2012	5,63	x			
		2009	5,91	x			
	pôdny profil	1.	4,17	x			
		4.	4,83	x	x		
		3.	5,68		x		
		2.	8,40			x	
	hĺbka	0,4 m	4,88	x			
		0,6 m	5,11	x			
		0,2 m	7,13		x		

Na zmenách maximálnej kapilárnej kapacity sa významnejšie prejavil vplyv roka 2009 v porovnaní s rokom 2012. Z pohľadu rozdielnych pôdnych druhov mal na hodnoty maximálnej kapilárnej kapacity najvýznamnejší vplyv piesočnato-hlinitý 1. pôdny profil. Najvýraznejšia zmena tohto parametra sa zistila v povrchovej vrstve 0,0 – 0,2 m.

Vplyv roka na nekapilárnu pórovitosť bol rovnaký, nakoľko zistené hodnoty sa nachádzajú v jednej homogénnej skupine. Najvýraznejšie sa na zmenách nekapilárnej pórovitosti prejavila ílovito-hlinitá pôda v 2. pôdnom profile. Najviac nekapilárnych pórov sa nachádzalo v hĺbke 0,0 – 0,2 m pôdneho profilu v porovnaní s hĺbkou 0,2 – 0,4 m a 0,4 – 0,6 m, ktoré sa nachádzali v jednej homogénnej skupine.

ZÁVER

Výsledky terénneho prieskumu v roku 2012 potvrdili vysokú priestorovú heterogenitu pôdy v suchom poldri Beša zistenú v roku 2009. Prítomnosť rozdielnych pôdnych druhov – piesočnato-hlinitéj pôdy, ílovito-hlinitéj pôdy, ílovitej pôdy a ílu – opätovne poukázala na rozmanitosť pôdy v poldri Beša a na ich striedanie na krátkych vzdialenostiach.



Zaplavenie záujmového územia v roku 2010 prispelo k zvýšeniu objemovej hmotnosti a k zníženiu celkovej pórovitosti pôdy. Hodnoty maximálnej kapilárnej kapacity dosahovali hodnoty porovnateľné s údajmi známymi pre pôdy Východoslovenskej nížiny, aj keď v roku 2012 boli jej hodnoty o 1,65 % nižšie v porovnaní s rokom 2009. Podobne došlo v roku 2012 aj k nevýznamnému zníženiu nekapilárnej pórovitosti.

Na základe výsledkov získaných terénnym prieskumom možno predpokladať negatívne zmeny pôdných vlastností po zaplavení záujmového územia. Ďalší vývoj pôdných fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností v suchom poldri Beša bude predmetom ďalšieho skúmania.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou pre podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0163-11.

LITERATÚRA

- DEMO, M., BIELEK, P. et al. (2000). Regulačné technológie v produkčnom procese poľnohospodárskych plodín. 1. vyd. Nitra: SPU Nitra a VÚPOP Bratislava, 2000. 667 s. ISBN 80-7137-732-5.
- FULAJTÁR, E. (1986). Fyzikálne vlastnosti pôd Slovenska, ich úprava a využitie. 1. vyd. Bratislava: Veda, 1986. 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 pôdoznalectva a ochrany pôdy, 2011. 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1.
- KOTOROVÁ, D., ŠOLTYSOVÁ, B., MATI, R. (2010). Vlastnosti fluvizemí na Východoslovenskej nížine pri ich rozdielnom obrábaní. 1. vyd. Michalovce: CVRV – Výskumný ústav agroekológie, 2010. 160 s. ISBN 978-80-89417-25-4.
- KOTOROVÁ, D., MATI, R., KOVÁČ, L., ŠOLTYSOVÁ, B. (2010). Možnosti mimoprodukčného využívania poldra Beša. In: Folia oecologica 3, roč. 51., 2010, s. 74 – 88.
- KOTOROVÁ, D., JAKUBOVÁ, J., KOVÁČ, L. (2011). Dependence of heavy soil transport function on soil profile depth. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), vol. 57, 2011, no. 2, pp. 45-52. DOI:10.2478/v10207-011-0005-0.
- KOVÁČ, L., MATI, R., KOTOROVÁ, D., HNÁT, A. (2007). Využitie trvalých trávnych porastov v suchom poldri Beša. In: Ekológia trávneho porastu VII: Zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie. Banská Bystrica: SCPV – VÚTPHP, s. 310 – 313. ISBN 978-80-88872-69-6.
- KOVÁČ, L., KOTOROVÁ, D. (2008). Landscape area of dry polder Beša and its using. In: ECOMIT. Piešťany: SCPV – VÚRV Piešťany, 2008, s. 132 – 136. ISBN 978-80-969603-1-6.

- KUTÍLEK, M. (1978). Vodohospodářská pedologie. 2. prepracované vyd. Praha: SNTL/ALFA, 1978. 296 s.
- 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., MATI, R., IVANČO, J., GOMBOŠ, M., KUPČO, M., ŠŤASTNÝ, P. (1995). Hydrológia Východoslovenskej nížiny. Michalovce: Media Group, 1995, 467 s. ISBN 80-88835-00-3.
- 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.
- ŠÚTOR, J., NAGY, V., ŠTEKAUEROVÁ, V. (2009). Kvantifikácia objemovej hmotnosti pôdy a jej vplyv na retenciu vody v pôde v podmienkach monitorovaných lokalít v Hurbanove. In: Acta hydrologia slovac, vol. 10, 2009, č. 1, s. 109 – 120.
- VILČEK, J. (1998). Interpretácia bonitácie pôd na Východoslovenskej nížine. In: Trvalo udržateľný rozvoj poľnohospodárskej výroby na regionálnej úrovni. Michalovce: OVÚA, 1998, s. 207 – 212.
- 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.
- VOLOŠ, V. (2009). Polder Beša ako súčasť protipovodňovej ochrany Východoslovenskej nížiny. In: Mimoprodukčné funkcie pôdy a krajiny na územiach ovplyvňovaných antropogénnou činnosťou. Vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou. Michalovce: CVRV – VÚA Michalovce, 2009, s. 243 – 250. ISBN 978-80-89417-09-4
- ZAUIEC, 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

SUMMARY

THE SOIL PROPERTIES IN THE DRY POLDER BEŠA

The problem of flooding occurs in the country long ago. Such as floods occur when water from the rivers spill to the soil surface. This happens when water flows are not provided or rainfall runoff from the land is insufficient. Rivers in lowland areas usually flows through agricultural country, which is also heavily used, so flooding caused considerable damage. Waters of the East Slovak Lowland belong to basin of river Bodrog. Rivers create fan-shaped network in which rivers Latorica, Laborec, Uh and Ondava are merged on small area and create common river Bodrog. Rivers of the ESL belong to rain-snow type with maximum drain in spring and lowly drain late summer and early autumn. In recent decades on the ESL floods are increasingly. It is in connection with course of meteorological conditions in spring months, but



also with very high ability of heavy soils to keep water. In this context knowledge of changes of physical and hydro-physical soil properties by effect of flooding of soil surface is important. It is known that flooding of territory causes negative changes of soil properties and create un-favourable share between water and air in soil profile. Dry polders on the East Slovak Lowland were constructed for retention of flood water in Medzibodrožie. These polders are saturated only at isolated flood situations when are maximum discharges of water. At decline of water level in Laborec river polders are sewed and when polder is dry than is possible plots to cultivate.

Non-regularly overflowed dry polder Beša is located to south east part of the East Slovak Lowland 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. Polder Beša belong to three cadastral territories, namely Beša, Oborín and Ižkovce villages. Since its introduction into service Beša polder in 1965 has so far been saturated seven times, most recently in 2010. Most of the retention volume of the polder was used in 1974 (83.02%) and 2000 (78.11%).

In year 2009 in dry polder Beša ended solution of project "Quantification of no-production functions of soil and land in dry polder Beša". In year 2012 in this landscape area started researching of project "Analyse of soil properties and landscape development of non-regularly overflowed areas". This project builds on the previous one and focuses on the quantification of soil properties changes in the polder Beša after flooding in 2010.

In four soil profiles in depths 0.0 – 0.6m in each 0.2m were determined parameters as follows: particle-size composition, bulk density, total porosity, maximum capillary capacity, non-capillary porosity.

In year 2009 the content of clay particles was in range 23.89 – 76.50% and characterized soil in polder Beša as sandy-loamy soil till clay. In year 2012 the content of clay particles was in range 24.88 – 78.05% and soil textures in polder area weren't changed. Ground survey, made in year 2012, confirmed very spatial soil heterogeneity from 2009 year. Overflowing of this area in year 2010 contributed to increasing of soil bulk density and decreasing of total porosity. In year 2012 values of maximum capillary capacity were lower about 1.65% in comparison with year 2009. Similarly, in year 2012 statistically non-significant decreasing of non-capillary porosity was determined. The observed soil properties were statistically significant influenced by content of the clay particles in soil profile. Based on the obtained results can be assumed negative changes in soil properties after flooding of the polder Beša area. The development of physical and hydrophysical properties of soil textures in the polder Beša will be subject for further researching.