

**STANOVENIE VSTUPNÝCH PARAMETROV PRE VYUŽITIE
ODVODŇOVACÍCH KANÁLOVÝCH SÚSTAV NA VYLEPŠENIE
VODNÉHO REŽIMU MOKRAĎNÝCH SYSTÉMOV**

Michaela Červeňanská, Adam Janík, Andrej Šoltész, Dana Baroková, Miroslav Gramblička

Predkladaný článok predstavuje vyhodnotenie infiltračných pokusov na Medzibodroží realizovaných v rámci projektu APVV. Projekt sa zaoberá hodnotením súčasného stavu odvodňovacích kanálov na Slovensku a tiež návrhom riešení na zlepšenie ich funkcií s výhľadom do budúcnosti. Projekt je riešený v niekoľkých regiónoch Slovenska súčasne. Jednou z týchto lokalít je práve spomenuté Medzibodrožie, konkrétne oblasť Západného a Východného Leleského kanála, Severného Radskeho kanála a Divého kanála. Dané údaje predstavujú základ na využitie hladinového a prietokového režimu existujúcej odvodňovacej kanálovej sústavy na vylepšenie vodného režimu toku Tice umelou záplavou. Tice – staré rameno rieky Tisa – predstavuje významný mokradný systém zahrnutý do chránených oblastí NATURA 2000.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: odvodňovacia kanálová sústava, vsakovací pokus, Medzibodrožie

DETERMINATION OF INPUT DATA FOR UTILIZATION OF DRAINAGE CHANNEL SYSTEMS ON IMPROVEMENT OF WATER REGIME IN WETLAND SYSTEMS. This article presents an evaluation of infiltration experiments on Medzibodrožie region realized within the APVV project. The project deals with an assessment of the current state of the drainage channels in Slovakia and as well as with suggestions of measurements improving their functions for the future. The project takes place in several regions of the Slovak Republic at the same time. One of such localities is just mentioned Medzibodrožie region, specifically the region of West and East Leles channel, Northern Rad channel and Divý channel. Given data represent the base for utilization of water level and discharge regime of existing drainage channel system on improvement of water regime of the Tice River by artificial flooding. Tice – the old river branch of the Tisa River – represents a significant wetland system involved into NATURA 2000 protection regions.

KEY WORDS: drainage channel system, infiltration experiment, Medzibodrožie

Úvod

Cieľom projektu APVV vo východnej časti Slovenska je zabezpečiť v niektorých častiach ramennej sústavy Tice vytvorenie relatívne stabilného prietokového režimu s možnosťou regulácie hladiny. Tok Tice predstavuje v súčasnosti sústavu mokradí, ktoré sú prepojené a občasne pretekané. Koryto je bujne zarastené vodným rastlinstvom, kríkmi a stromami. Dno toku je zanesené bahnom a rôznymi nečistotami. Tok neplní v krajine svoju funkciu a preto je potrebná jeho revitalizácia. Cieľom tejto časti projektu je prehodnotenie súčasného

stavu odvodňovacích kanálov Východoslovenskej nížiny a vypracovanie návrhu opatrení na zlepšenie ich funkcií. Nové možnosti využitia odvodňovacích kanálových sústav sú významné z hľadiska ochrany a vyživia-
nia krajiny, najmä čo sa týka rozvoja a stability biodiverzity (Mati et al., 2011). Prvou fázou projektu, realizovanou v októbri a novembri 2015, bola rekognoskácia terénu a výber konkrétnych lokalít pre riešenie projektu. Druhá fáza, realizovaná v júli 2016, už pozostávala z terénnych prác. Ich súčasťou bolo tiež meranie infiltračnej schopnosti pôd nachádzajúcich sa v záujmovej lokalite. Infiltračné

pokusy boli vykonané v dňoch 12. a 13.7.2016. Výsledky terénnych meraní budú využité pri hydraulickom posúdení možnosti zavodenia mokradného systému Tice. Sú dôležité najmä z pohľadu zabezpečenia dostatočného hladinového a prietokového režimu v danej kanálovej sústave, ktorý zabezpečíme spätným napúšťaním kanálov cez čerpacie stanice. Uvažujeme pritom s dvoma variantmi – gravitačným napúšťaním kanálov z riek Bodrog a Latorica pri zvýšených vodných stavoch ako aj s možným čerpaním zo spomenutých riek cez čerpacie stanice Boľ (Latorica) a Pavlovo (Bodrog). Ďalšou možnosťou je kombinácia oboch variantov.

Záujmové územie sa nachádza v juhovýchodnom cípe Slovenskej republiky, v Košickom kraji. Na severnej strane ho ohraničujú rieky Bodrog a Latorica, na východnej strane štátna hranica s Ukrajinou a na južnej strane štátna hranica s Maďarskou republikou. Rozhodujúca časť dotknutého územia je v južnej časti okresu Trebišov. Teritoriálne a historicky sa toto územie označuje ako Medzibodrožie – oblasť, ktorú ohraničujú rieky Tisa, Latorica a Bodrog (Šoltész, 2008).

Merania boli realizované pri nasledujúcich kanáloch (obr. 1):

- Východný Leleský kanál – lokalita Boľ,
- Severný Radský kanál – lokalita Hrušov,

- Divý kanál – lokalita čerpacej stanice Pavlovo (I a II).

Východný Leleský kanál bol v roku 2005 vyhlásený za vodohospodársky významný vodný tok (Vyhláška č. 211/2005 Z. z.). Časť záujmového územia patrí do CHKO Latorica (Vyhláška č. 122/2004 Z. z.).

Materiál a metódy

Jeden z parametrov, ktorý je pri takomto riešení veľmi dôležitý, je možný vsak, resp. strata vody z odvodňovacieho kanála do podložia. Z toho dôvodu boli terénne práce v tomto roku zamerané aj na stanovenie infiltračnej schopnosti zemín (sedimentov) priamo v koryte kanálov, kde predpokladáme napúšťanie kanálovej sústavy na takú úroveň, aby sme vytvorili dostatočný hladinový a prietokový režim na napúšťanie 44 km dlhého ramena Tice. Už v minulosti bola táto problematika riešená v spolupráci so Slovenským vodohospodárskym podnikom a maďarskými kolegami z podniku EKOVIK Miskolc v rámci projektu INTERREG IIIA, kde sa predpokladala výstavba hate na Latorici, ktorá by zabezpečila dotáciu Tice vodou za každého prietoku v toku Latorica. Realizácia však zaostala za očakávaním a preto sa hľadali iné možnosti napúšťania tejto lokality.



Obr. 1. Záujmové územie možného zavodenia Tice.
Fig. 1. The area of interest of possible flooding of Tice.

Jednou z nich je práve projekt APVV, riešený na katedre hydrotechniky SvF STU v súčinnosti s pracovníkmi VÚVH a ÚH SAV (Gomboš, 2007), ktorý umožňuje napúšťanie mokradného spoločenstva Tice cez čerpacie stanice. K tomu je potrebné vytvoriť v kanálovej sústave potrebný hladinový a prietokový režim a jednou zo súčastí bol aj terénny výskum zameraný na infiltráciu vody do podlažia v korytách kanálovej sústavy.

Infiltračné (vsakovacie) pokusy boli vykonávané pomocou dvoch kocentrických (sústredných) valcov (obr. 2). Merania prebiehali vo vnútornom valci, funkciou vonkajšieho valca bolo zachovávať zvislé prúdenie pod vnútorným valcom, a tým zamedziť roztekaniu vsakujúcej vody na strany (Benetin, 1958; Kutílek, 1978). Počas každého merania boli zaznamenávané odpočty vsiaknutého množstva vody v čase. Merania boli ukončené po dosiahnutí kvázi-ustáleného stavu. Hladina vody vo vonkajšom valci sa počas celého trvania experimentu udržiavala na konštantnej úrovni.

Namerané hodnoty infiltračných pokusov boli vyhodnotené (tzn. bola zistená rovnica kumulatívnej infiltrácie $i = f(t)$ a vsakovacej rýchlosti $v = f(t)$) pomocou empirických rovníc podľa Kost'jakova (Kutílek, 1978):

- pre kumulatívnu infiltráciu:

$$i = \frac{v_1}{1-\alpha} t^{1-\alpha} = i_1 t^\beta \quad (1)$$

- pre vsakovaciu rýchlosť:

$$v = v_1 t^{-\alpha} \quad (2)$$

kde

i – kumulatívna infiltrácia (infiltrované množstvo) [cm],

v_1 – parameter numericky sa rovnajúci rýchlosti infiltrácie na konci prvej časovej jednotky [$\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$],

α, β – empirické koeficienty (závislé od vlastností pôdy),

t – čas od začiatku infiltrácie, pre ktorý sa určuje rýchlosť infiltrácie [min],

i_1 – parameter numericky sa rovnajúci kumulatívnej infiltrácii na konci prvej časovej jednotky [cm],

v – rýchlosť infiltrácie (vsakovacia rýchlosť) [$\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$].



Obr. 2. Osadenie sústredných infiltračných valcov v dne odvodňovacieho kanála.

Fig. 2. Set up of concentric infiltration cylinders in the bottom of the drainage channel.

Výsledky a diskusia

Vykonané infiltračné pokusy vyhodnotené a znázornené na obr. 3 až obr. 6. dokazujú, že sa jedná o zeminy, ktoré sa dajú označiť ako ílovito-hlinité s relatívne malým koeficientom filtrácie. Hodnoty koeficientu filtrácie k budú vstupovať do matematického modelu, ktorý bude prezentovať interakciu povrchových a podzemných vôd v pôdnych podmienkach Východoslovenskej nížiny.

$$\mu \frac{\partial h}{\partial t} = k \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(H \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(H \frac{\partial h}{\partial y} \right) \right] + v_0 \quad (3)$$

kde

H – hrúbka zvodnenej vrstvy [m],

h – piezometrická výška [m],

v_0 – rýchlosť prítoku vody k hladine podzemnej vody [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

μ – efektívna (aktívna pórovitosť) [-],

t – čas [s].

Infiltrácia (vsak) je prípadom nestacionárneho nenasýteného prúdenia vody v pôde. Podľa Darcyho zákona je

rýchlosť infiltrácie v po nasýtení zeminy priamo úmerná rozdielu hladiny ΔH a nepriamo úmerná dĺžke vsakovacej dráhy L (Kutílek, 1978):

$$v = k \frac{\Delta H}{L} = ki \quad (4)$$

kde

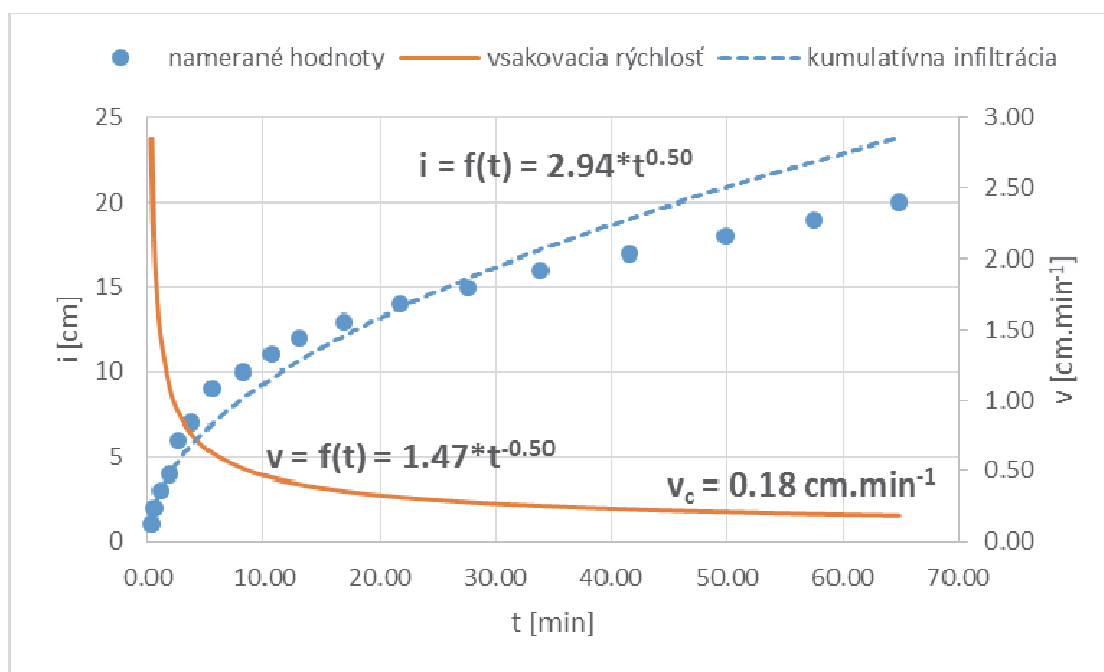
k – koeficient filtrácie [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

i – hydraulický sklon [-].

Po dlhšom čase sa rýchlosť infiltrácie už prakticky nemení, je konštantná. Jej hodnota je v_c a kumulatívna infiltrácia začne s časom narastať lineárne. Tento stav označujeme ako kvázi-stacionárny. Keďže $\Delta H \approx L \rightarrow i \approx 1$ a teda platí, že $v \approx v_c \approx k$ (Kutílek, 1978).

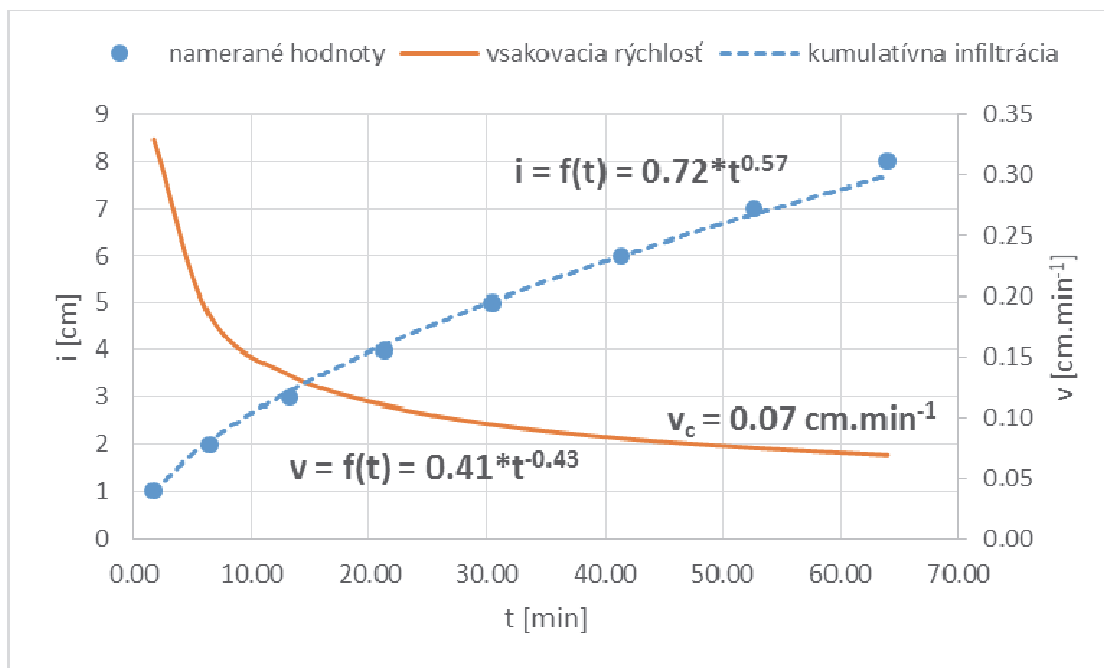
Na základe tohto predpokladu je možné určiť koeficienty filtrácie pre jednotlivé lokality nasledovne (obr. 7):

- Boľ: $k = 0,18 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1} = 3,06 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- Hrušov: $k = 0,069 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1} = 1,14 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- ČS Pavlovo I: $k = 0,037 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1} = 6,10 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- ČS Pavlovo II: $k = 0,016 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1} = 2,63 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

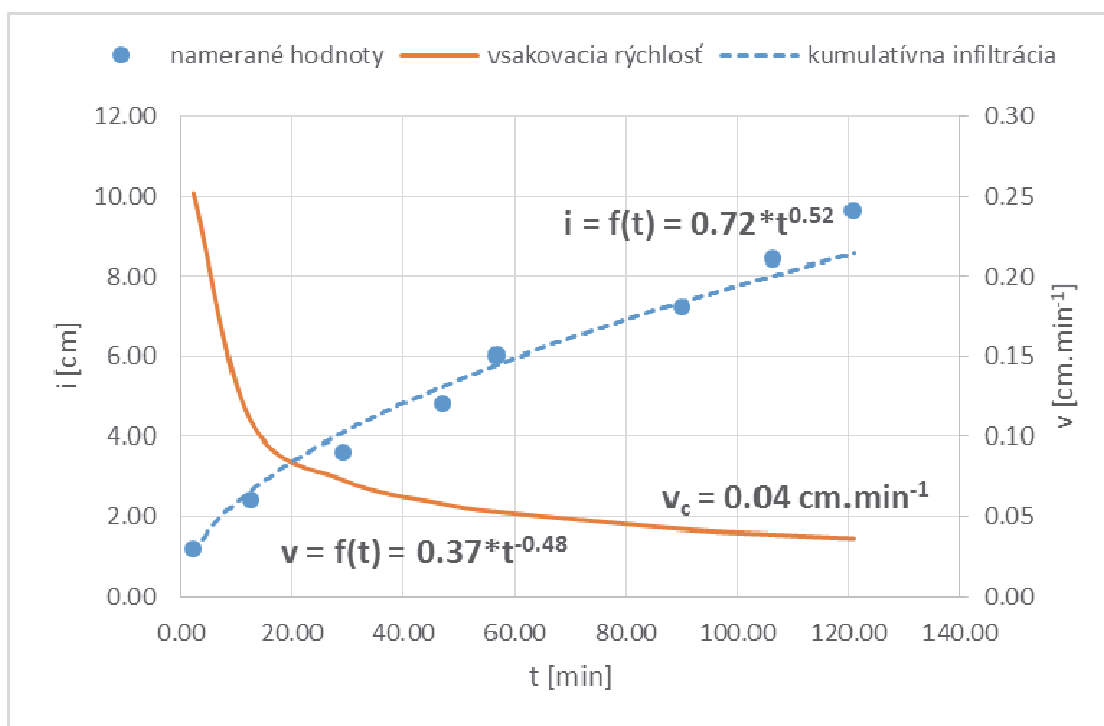


Obr. 3. Priebeh kumulatívnej infiltrácie a vsakovacej rýchlosti – lokalita Boľ.

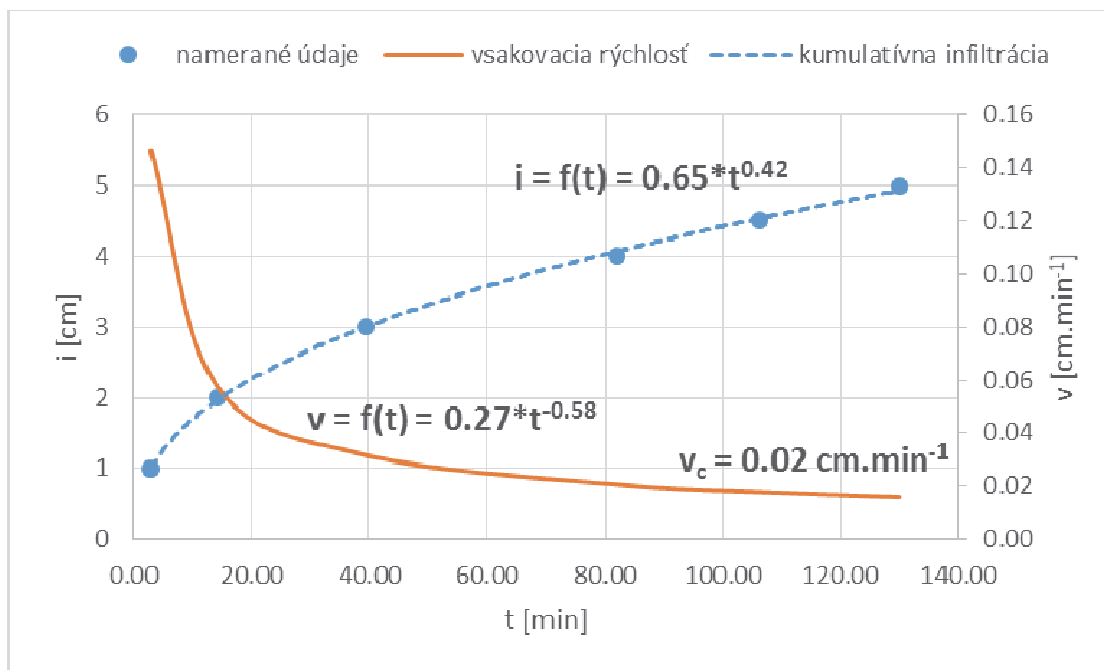
Fig. 3. The course of cumulative infiltration and infiltration rate – Boľ locality.



Obr. 4. Priebeh kumulatívnej infiltrácie a vsakovacej rýchlosti – lokalita Hrušov.
 Fig. 4. The course of cumulative infiltration and infiltration rate – Hrušov locality.



Obr. 5. Priebeh kumulatívnej infiltrácie a vsakovacej rýchlosti – lokalita čerpacia stanica Pavlovo I.
 Fig. 5. The course of cumulative infiltration and infiltration rate – Pavlovo I locality.



Obr. 6. Priebeh kumulatívnej infiltrácie a vsakovacej rýchlosti – lokalita čerpacia stanica Pavlovo II.

Fig. 6. The course of cumulative infiltration and infiltration rate – Pavlovo II locality.



Obr. 7. Výsledné hodnoty koeficienta filtrácie v jednotlivých lokalitách.

Fig. 7. Final values of hydraulic conductivity in particular locations.

Záver

Predkladaný príspevok sa zaoberá stanovením vstupných parametrov pre určenie infiltračných vlastností zemín nachádzajúcich sa priamo v korytách odvodňovacích kanálov v záujmovej oblasti (obr. 1). Tieto parametre sú potrebné na stanovenie straty vody (vsaku do podlažia) pri hydraulickom posúdení možného zavodnenia mokradného systému Tice cez existujúcu odvodňovaciu kanálovú sústavu, v ktorej sa vytvorí potrebný hladinový a prietokový režim napúšťaním z riek Latorica a Bodrog cez čerpacie stanice (Boľ, resp. Pavlovo) umiestnené v koncových profiloch príslušných kanálov (Leleský, resp. Pavlovský). Overenie tohto riešenia je predmetom terénneho veľkopokusu, ktorý bude realizovaný na jar roku 2017.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-14-0735 „Nové možnosti využitia odvodňovacích kanálových sústav s ohľadom na ochranu a využívanie krajiny“.

Literatúra

- Benetin, J. (1958): Pohyb vody v zemine. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava.
- Gomboš, M. (2007): Soil water regime in clay-loam soils. Cereal Research Communications, Volume 35, Issue 2, Part I, 417-420.
- Kutílek, M. (1978): Vodohospodárska pedologie. SNTL – Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Praha.
- Mati, R., Kotorová, D., Gomboš, M., Kandra, B. (2011): Development of evapotranspiration and water supply of clay-loamy soil on the East Slovak Lowland. Agricultural Water Management, Volume 98, Issue 7, 1133-1140.
- Šoltész, A. (2008): Hydraulic Aspects of Cross-Border Cooperation in River Restoration Project. Annual 2008 of the Croatian Academy of Engineering, Zagreb, 31 – 47.
- Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 122/2004 Z. z. o Chránenej krajinej oblasti Latorica.
- Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 211/2005 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam vodohospodársky významných vodných tokov a vodárenských vodných tokov.

DETERMINATION OF INPUT DATA FOR UTILIZATION OF DRAINAGE CHANNEL SYSTEMS ON IMPROVEMENT OF WATER REGIME IN WETLAND SYSTEMS

Proposed contribution deals with determination of input parameters for definition of infiltration properties of soils located directly in river beds of drainage channels in the area of interest (Fig. 1). These parameters are necessary for estimation of water losses (infiltration into subsoil) at hydraulic assessment of possible water-logging of wetland system of the Tice River through existing drainage channel system. Required water level

and flow rate regime will be created by artificial water supply from Latorica and Bodrog rivers using pumping stations (Boľ and Pavlovo) located in the final profiles of corresponding channels (Leleský and Pavlovský). The calibration and verification of the proposed solution is the topic of a large field experiment which will be realized in spring time 2017.

Ing. Michaela Červeňanská
Ing. Adam Janík
prof. Ing. Andrej Šoltész, PhD.
doc. Ing. Dana Baroková, PhD.
Ing. Miroslav Gramblička, PhD.
Katedra hydrotechniky
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
Tel.: +421 59 274 563
+421 59 274 320
+421 59 274 693
E-mail: michaela.cervenanska@stuba.sk
adam.janik@stuba.sk
andrej.soltesz@stuba.sk
dana.barokova@stuba.sk
miroslav.gramblicka@stuba.sk