HYDRAULICKÉ ASPEKTY TVORBY MOKRADE V SENIANSKEJ DEPRESII

Andrej Šoltész[1], Dana Baroková[1], Lea Čubanová[1]

Abstrakt

V centrálnej časti Východoslovenskej nížiny (VSN), južne od nádrže Zemplínska Šírava, sa nachádza rozsiahla terénna depresia Senné, na ktorej boli v minulosti za cieľom odvodnenia vykonané rozsiahle vodohospodárske úpravy [1], [3], [7]. V Senianskej depresii sa nachádza lokalita, ktorá bola v minulosti rozsiahlou sezónne zaplavovanou mokraďou Východoslovenskej roviny, na významnej migračnej trase vodných vtákov. Spomínané územie, ktoré bolo zaradené medzi ramsarské lokality, je chránené ako národná prírodná rezervácia. V súčasnosti prebieha projekt UNDP pod názvom „Integrácia princípov a praktík ekologického manažmentu do krajinného a vodohospodárskeho manažmentu na Východoslovenskej nížine“, riešený aj na Katedre hydrotechniky SvF STU v Bratislave [8]. Cieľom projektu je posúdenie možností opätovného zamokrenia niektorých častí depresie, ktoré by mohlo viesť k obnoveniu pôvodných lokálnych mokraďných systémov, k zlepšeniu vodného režimu pôd a má aj pomerne veľký ekologický význam pre rôzne živočíchy ako sú hniezdiace vtáctvo či rastlinné spoločenstvá.

Kľúčové slová: kanálová sústava, matematický model povrchových a podzemných vôd, vnútorné a vonkajšie vody, návrh hydrotechnických opatrení

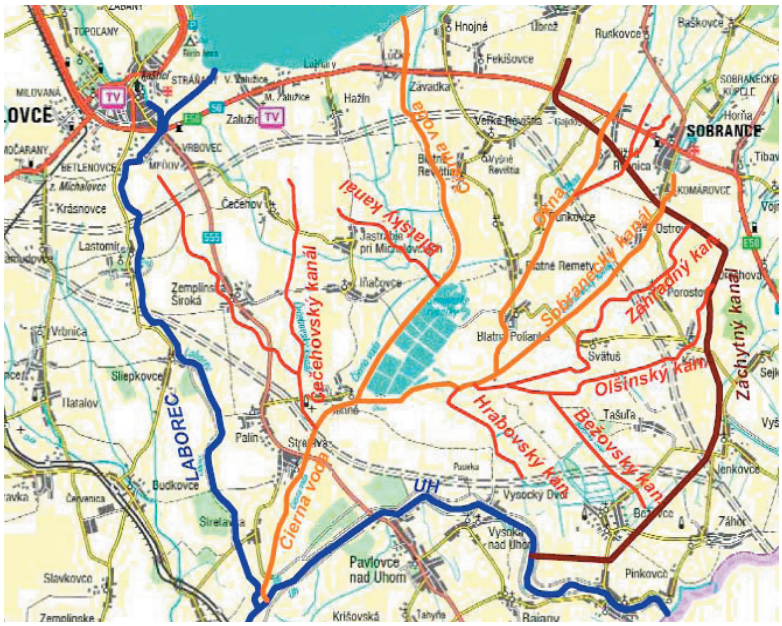
1. Úvod

Senianska depresia je rozsiahla terénna depresia ležiaca na Východoslovenskej nížine, ktorá je približne vymedzená trojuholníkom tvoreným obcami Drahňov - Závadka – Kristy [2]. Nadmorská výška depresie sa pohybuje medzi 97 – 106 m n. m. Pred vykonaním rozsiahlych vodohospodárskych úprav na Východoslovenskej nížine boli v týchto miestach dve rozsiahle prirodzené akumulačné oblasti v podobe mokraďných systémov. Tieto oblasti boli historicky známe aj ako Horné a Dolné Blatá. Vonkajšie vody do depresie pritekali z východu potokmi z pohoria Popričné, zo severu tokom Čierna Voda vytekajúcim z miesta mokrých lúk (v súčasnosti poloha Zemplínskej Šíravy) a tokom Okna vytekajúcim z južnej časti Vihorlatských vrchov.

Odvodnenie Senianskej depresie bolo v minulosti riešené rozsiahlymi vodohospodárskymi úpravami komplexne, tak pre vody vonkajšie ako aj vnútorné (Obr. 1). Regulovanie prítoku vonkajších vôd do oblastí depresie bolo dosiahnuté vybudovaním vodného diela Zemplínska Šírava a vybudovaním Záchytného kanála. Vodná nádrž Zemplínska Šírava akumuluje povodňové vody z Laborca a vodu pritekajúcu tokmi z južných svahov pohoria Vihorlat. Nádrž má dva výpusty. Jedným sa voda dostáva späť do pôvodného koryta Laborca. Druhý dnový výpust slúži na nadlepšovanie prietokov v toku Čierna voda, čím reguluje množstvo pritekajúcej vody do oblasti depresie. Záchytný kanál, ktorý oblasť ohraničuje z východu a čiastočne zo severu, začína pri obci Veľké Revištia a končí pri obci Bežovce, má dve úlohy. Jeho hlavnou úlohou je zachytenie vonkajších vôd pritekajúcich do depresie prítokmi Okny, Žiarovnického a Sobraneckého potoka a ďalších menších ľavostranných prítokov z pohorí Vihorlat a Popričné. Druhou úlohou Záchytného kanála je regulovanie prirodzených prítokov do oblasti depresie pomocou funkčných objektov – hrádzových priepustov. Tým je zabezpečená možnosť nadlepšovania prietokov v kanáloch a tokoch vstupujúcich do depresie.

Vnútorné vody sú z depresie odvádzané ich koncentráciou v 3 hlavných tokoch - Čierna voda, Okna, Sobranecký kanál (na Obr. 1 sú vyznačené oranžovou farbou, niekedy označované aj ako “odpad“, Obr. 2). Do týchto tokov je voda zvádzaná sústavou drénov a melioračných kanálov. Tok Okna, ktorý po sútoku so Sobraneckým odpadom má názov

Cibavka, ako aj všetky vnútorné vody v južnej časti depresie sa koncentrujú v Čiernej vode, odkiaľ sa voda prečerpáva na čerpacej stanici Stretávka do Uhu. Uh sa následne vlieva do Laborca.



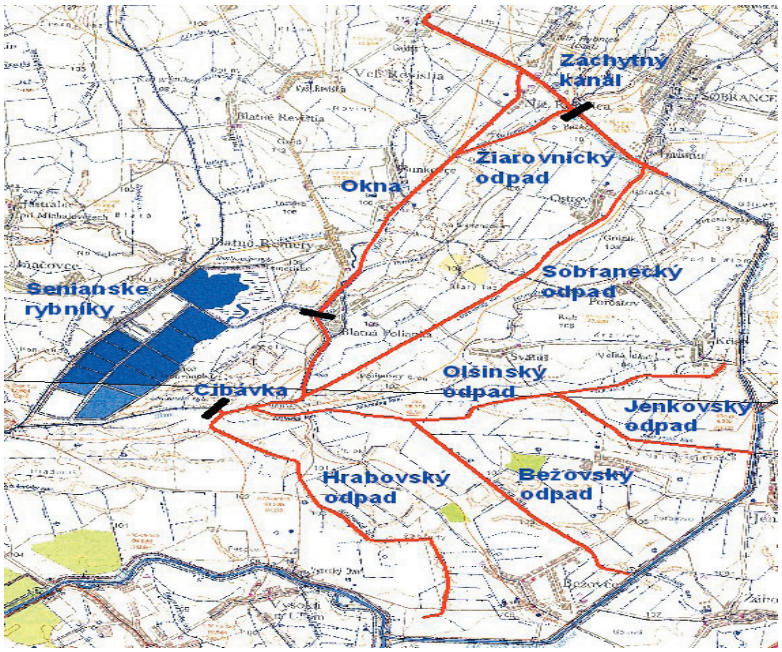
Obr. 1: Oblasť Senianskej depresie vybraná pre opätovné zamokrenie

2. Metodický postup analýzy hladinového režimu povrchových vôd

Systém odvádzania vnútorných a vonkajších vôd depresie slúži tiež na nadlepšovanie prietokov v čase sucha. Na niektorých tokoch sa v súčasnosti nachádzajú nefunkčné stavidlá, ktoré v minulosti vzdúvali hladinu a tým regulovali hladinu nielen vo vlastnom koryte, ale aj v tokoch a kanáloch, ktoré do nich ústia (na Obr. 2 sú niektoré z nich naznačené čiernou úsečkou). Takýmto regulovaním sa zvyšovala hladina podzemnej vody v okolí kanálov a zároveň sa udržiavala dostatočná hladina pre poľnohospodárske využitie vody pre závlahy.

Z dôvodov veľmi priaznivých morfologických pomerov boli v rámci vodohospodárskych úprav nížiny vybudované i Senianske rybníky v strede depresie. Do sústavy rybníkov v oblasti Senné je voda privádzaná cez Žiarovnický kanál a tok Okna. Odber z Okny do Senianskych rybníkov je zabezpečovaný vzdúvacím objektom na tomto kanále (Obr. 2, v strede), pričom prietoky v Okne sú nadlepšované vodou zo Záchytného kanála. V Záchytnom kanále, v rkm 19,423 pri obci Nižná Rybnica, je vybudovaný vzdúvací dvojpoľový objekt so stavidlovými uzávermi (Obr. 2, na severe), ktorý slúži na vzdutie vody, potrebnej pre dodávku vody do Senianskych rybníkov. Ďalší vzdúvací objekt je na pokračovaní Okny, na Cibavke v rkm 3,225. Je to trojpoľová hať hradená stavidlovými uzávermi (Obr. 2).

Ako už bolo spomenuté v úvode, v oblasti južne od nádrže Zemplínska Šírava sa uvažuje so zlepšením vodného režimu pôd, ktoré by v niektorých depresiách mohlo viesť k obnoveniu lokálnych mokraďných systémov. Po viacerých terénnych obhliadkach, po analýze výsledkov nesystematického geodetického zamerania a po preverení možností dlhšie trvajúcej dotácie vody do záujmového územia, najmä v suchých obdobiach, boli na realizovanie tohto cieľa pre projekt „Hydroekologický návrh tvorby mokradí na poľnohospodársky nevyužívaných plochách riadenými záplavami“ [5], vybraté oblasti v okolí kanála Cibavka nad stavidlom na tomto kanále a v oblastiach spätného vzdutia od stavidla do odpadov Hrabovský, Bežovský a Olšinský (Obr. 2).



Obr. 2: Poloha stavidiel na tokoch Cibavka, Okna a Záchytný kanál

Na dodávku vody do týchto oblastí bola využitá existujúca kanálová sústava [8], ktorej pôvodný účel podľa projektovaných a realizovaných vodohospodárskych zásahov bol zamedzenie prítoku povrchových vôd z Vihorlatských vrchov do skúmanej oblasti. Kanálová sústava plní spolu s plošnou drenážou na vymedzenej oblasti odvodňovaciu funkciu a Záchytný kanál zachytáva prítoky z Okny, Žiarovnického a Sobraneckého potoka do tejto oblasti. Využitím týchto prvkov, s realizáciou čo najmenších technických zásahov na dodávku vody do záujmového územia sa zmení funkcia celej sústavy z odvodňovacej na dotačnú.
Ďalšou - nemenej dôležitou úlohou riešenia bolo poukázať na možnosti zlepšenia vodného režimu pôd podmokom - zvýšením hladiny podzemnej vody, prostredníctvom zvýšenia vzdutia na objekte v toku Cibavka v rkm 3,225 zo súčasnej kóty 99,77 m n. m. na kótu 101,10 m n. m. [8]. Berúc do úvahy tieto skutočnosti a limitujúce podmienky pre prietoky bol zostavený pre každý z m–denných prietokov (pre prípady 30, 90, 180, 270 a 330denných vôd) reálny scenár prietokov v Záchytnom kanále a v relevantných odpadoch. Pre tieto scenáre boli simuláciou na matematickom modeli stanovené hladiny v celej sústave, aby bolo možné predpokladať miesta vyliatia vody na terén.
Na simuláciu hladinového režimu v tokoch a zistenie dosahu vzdutia v jednotlivých odpadoch bol využitý softvérový produkt HEC-RAS, pričom boli zostavené dva samostatné modely ustáleného nerovnomerného prúdenia. Simulačné výpočty boli realizované pre päť prietokových scenárov. Z jednotlivých priebehov hladín vyplýva, že dosah vzdutia veľmi málo závisí od prietoku, a v maximálnej miere závisí od hladiny na stavidlovej hati na Cibavke, ktorú je možné regulovať zvyšovaním alebo znižovaním kóty koruny priepadovej hrany na tejto hati.

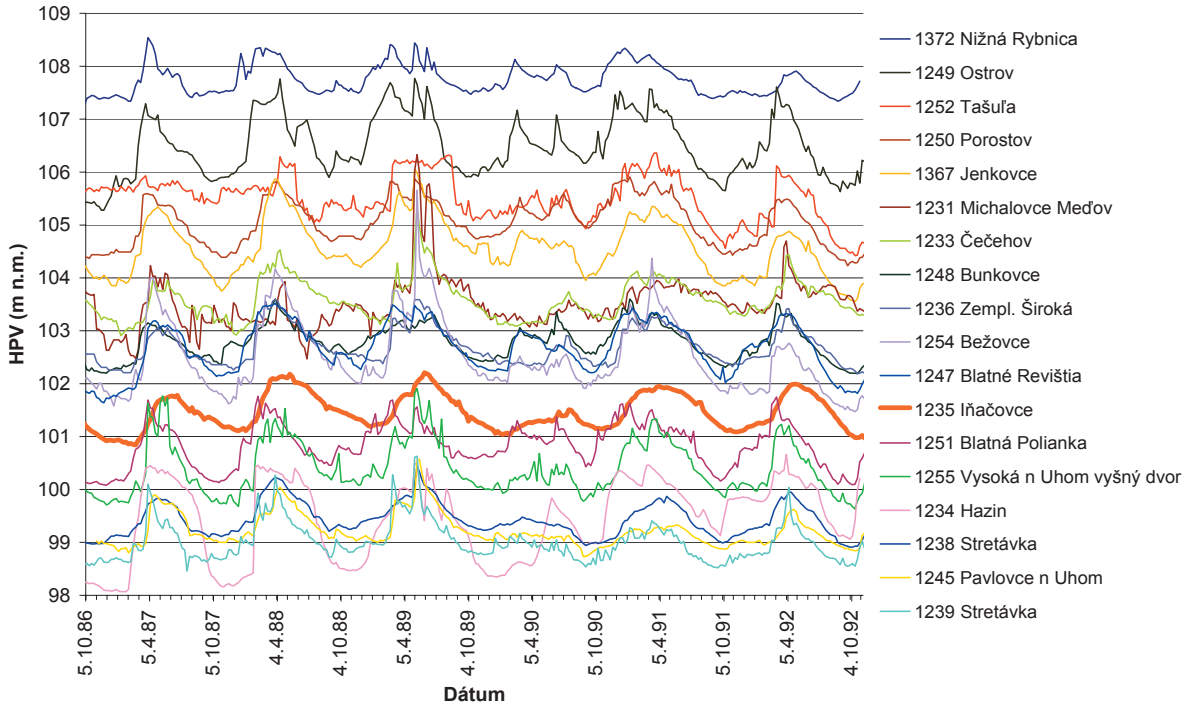
3. Metodický postup analýzy hladinového režimu podzemných vôd

V tejto časti sme navrhli, na základe obhliadky terénu a analýzy spracovaných údajov, koncepciu modelovania hladinového režimu podzemných vôd.

Hydrogeologické a geologické podklady spracované z archívnych prác Geofondu ŠGÚDŠ boli základom geologickej a hydrogeologickej charakteristiky záujmového územia. Podľa výsledkov čerpacích pokusov sa priepustnosť zvodnených materiálov pohybuje od $2{,}52.10^{-6}$ $m.s^{-1}$ do $3{,}5.10^{-5}$ $m.s^{-1}$, ojedinele rádovo 10^{-4} $m.s^{-1}$ v závislosti od druhu zeminy a stavu

zahlinenia, či zaílovania. Ide o veľmi málo priepustné horniny. Koeficient filtrácie pre nepriepustné horizonty je rádovo až 10^{-7} m.s^{-1}, opäť záleží od pomeru pieskovej frakcie [4].

Pri analýze hladinového režimu podzemných vôd bolo použitých 51 sond SHMÚ z celého povodia Laborca. Z týchto sond sme pre kalibráciu vybrali len 17 sond, ktoré sa nachádzajú priamo v skúmanej oblasti. Obdobie meraní v jednotlivých sondách SHMÚ sa veľmi líši, ale vo všeobecnosti ide o pomerne dlhý časový interval. Pre potreby modelovania sme preto vybrali homogénny časový rad údajov meraní HPV v trvaní od 5. XI. 1986 do 28. X. 1992. Časový priebeh HPV týchto sond sa nachádza na Obr. 3.

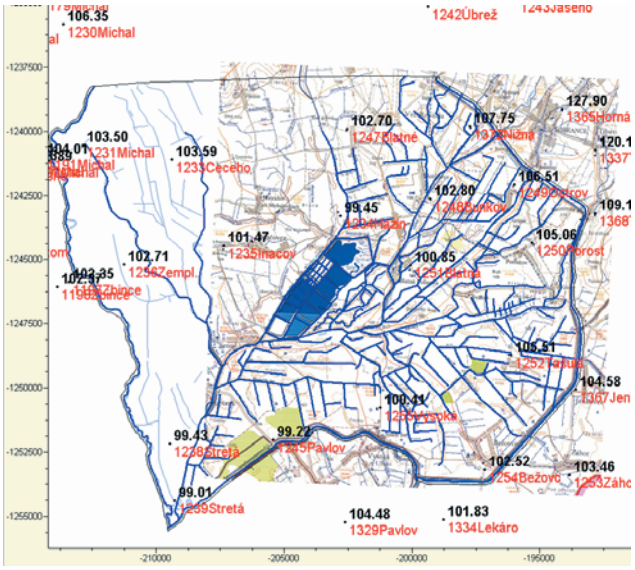


Obr. 3: Časový priebeh HPV v sondách SHMÚ od 5. XI. 1986 do 28. X. 1992

Po zadaní okraja oblasti filtrácie a polohy tokov sme pristúpili k automatickej tvorbe siete konečných prvkov, s ktorou pracuje program TRIWACO [6]. Sieť sme zjemnili v okolí stavidla, ktorým je naplánované ďalšie vzdutie hladiny vody v Cibavke. Veľkosť väčších elementov je 100 m, menších 50 m. Postupovali sme na základe hydrogeologickej charakteristiky územia a prvý zvodnenec sme odhadli - do hĺbky rádovo 20 m pod terénom. V oblasti Senianskej depresie, kde sú typické íly a hliny, je zadaný koeficient filtrácie k = 0,01 m.d^{-1} (čo je asi 1,16.10^{-7} m.s$^{-1)}$, v ostatnej oblasti bol zadaný koeficient filtrácie k = 1 m.d^{-1} (t. j. 1,16.10^{-5} m.s^{-1}) [9].

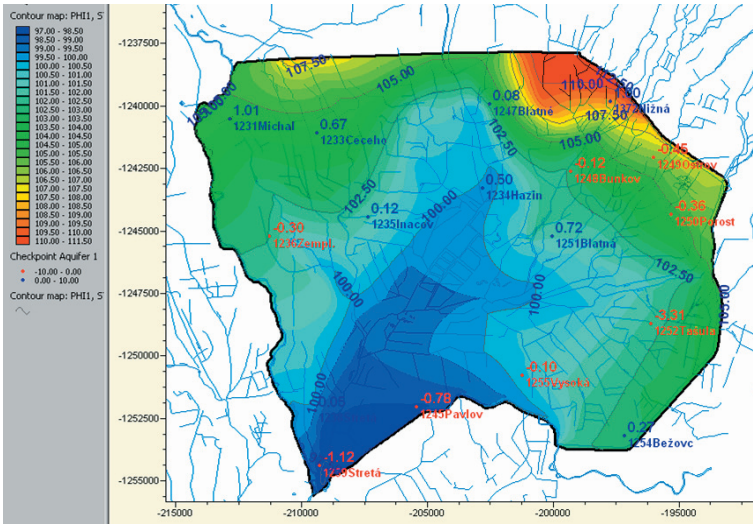
Hladinu v tokoch [8] sme do modelu podzemnej vody zadávali na základe simulácie hladinového režimu v tokoch. Na kanáloch, kde hladinový režim povrchových vôd nebol k dispozícii, sme pristúpili k istému zjednodušeniu a hladinu vody v tokoch sme na základe obhliadky terénu odhadli na 0,5 m nad dnom v kanále, zistenom z pasportu (Technický pasport VSN, In: [8]). Takéto zjednodušenie je na mieste, pretože cieľom modelu bolo nasimulovať v prvom rade zvýšenie HPV a dosah vzdutia hladiny pomocou stavidla na Cibavke (t j. vzdialenosť vplyvu vzdutia v Cibavke na HPV resp. piezometrickú výšku), ale aj hĺbku HPV pod terénom. Určenie presného priebehu HPV pred vzdutím a po vzdutí bolo až druhoradé. Poloha kanálov a odpadov zadávaných do modelu podzemných vôd je znázornená na Obr. 4.

Numerická simulácia a kalibrácia bola ďalším krokom pri zostavovaní konkrétneho modelu. Model podzemných vôd sme kalibrovali na hodnoty HPV v sondách SHMÚ (Obr.3). Výsledky simulácie ustáleného stavu – hydroizohypsy piezometrických výšok pre ustálené prúdenie sú zobrazené na Obr. 5 spolu s vyznačením rozdielu medzi vypočítanou a nameranou HPV.



Obr. 4: Okraj oblasti filtrácie. Poloha sond SHMÚ a priemerné kóty HPV, znázornenie polohy hlavných a vedľajších kanálov

Zo štatistického vyhodnotenia výsledkov v 16 sondách SHMÚ vyplýva, že súčet kladných a záporných diferencií (priemerná odchýlka vypočítanej a nameranej HPV) je 0,07 m, štvorec priemernej absolútnej odchýlky je 0,48 m a maximálna odchýlka v oboch smeroch je od +1,01 do -1,12 m. Dokonca v sondách SHMÚ, na území ktoré môže byť ovplyvnené vzdutím hladiny v Cibavke, vyšiel rozdiel vypočítanej a nameranej HPV max. 0,7 m. V našom prípade je nutné si uvedomiť, že modelovaná oblasť je veľmi veľká, jej plocha je viac ako 18 tisíc ha, a preto možno nasimulované výsledky piezometrických výšok považovať za uspokojivé.



Obr. 5: Priebeh hydroizohýps pre ustálené prúdenie spolu s uvedením rozdielov po kalibrácii modelu – výsledok po kalibrácii modelu

4. Zavedenie navrhnutých technických opatrení do modelu

Na zlepšenie vodného režimu pôd a opätovného zamokrenia častí Senianskej depresie bol vypracovaný návrh technických zásahov podrobne popísaných v [8], ktorý má zmeniť funkciu sústavy kanálov v oblasti Senné z odvodňovacej na dotačnú. Predpokladáme, že v suchých obdobiach, najmä v okolí kanála Cibavka nad stavidlom na tomto kanále a v oblastiach spätného vzdutia od hate do odpadov Hrabovský, Bežovský a Olšinský sa po čase naplnia i vedľajšie kanále. Na realizovanie tohto cieľa boli navrhnuté technické opatrenia, ako je

dotácia vody do oblasti odberom zo Záchytného kanála a zvýšenie vzdutia na stavidle na Cibavke v rkm 3,225 z kóty 99,77 m n. m. na kótu 101,10 m n. m.

5. Vyhodnotenie výsledkov a záver

Prezentované výsledky projektu UNDP „Integrácia princípov a praktík ekologického manažmentu do krajinného a vodohospodárskeho manažmentu na Východoslovenskej nížine“ dosiahnuté v rámci riešenia na základe morfologických, hydrogeologických a hydrologických pomerov v oblasti Senianskej depresie, dávajú dostatočný podklad pre analýzu možnosti dotácie vody pre obnovenie mokraďných systémov prostredníctvom zvýšenia dotácie do podzemnej vody a následného zamokrenia podmokom. Na základe hydraulického modelu, ktorý sme vypracovali pomocou programu TRIWACO a numerickej simulácie prezentovanej v tejto správe, možno považovať zamokrenie podmokom v oblasti Sennianskej depresie za nevhodné a neúčinné. Modelom bolo preukázané, že vzdutím vody na stavidle na toku Cibavka o 1,33 m a vzduté povrchové toky budú v čase sucha dotovať vodou len svoje najbližšie okolie na vzdialenosti kratšej ako 200 m od osi toku Cibavka a po pol roku nastane zvýšenie hladiny podzemnej vody v tejto vzdialenosti maximálne o 15 cm.

Ak by sa v budúcnosti pristúpilo k opätovnému zamokreniu oblasti Senné, toto zamokrenie sa musí vykonať ako zamokrenie povrchové - zamokrenie zátopou a nemožno sa spoliehať na zátopu podmokom.

Literatúra

[1] BELLA, V. a kol., 1971. Vodohospodárske úpravy Východoslovenskej nížiny. Alfa, Bratislava. 120 s.

[2] GOMBOŠ, M. – IVANČO, J., 1994. Vplyv zmien hladín vody v povrchových tokoch na hladiny podzemných vôd v Sennianskej depresii Východoslovenskej nížiny. J. Hydrol. Hydromech. 42, 4 - 5, s. 336 – 352.

[3] GOMBOŠ, M. – ŠÚTOR, J. – TALL, A. – BURGER, F., 2006. Odhad klimatického ukazovateľa zavlaženia na Východoslovenskej nížine z klimatických scenárov. Acta Hydrologica Slovaca. roč. 7, č. 2. ISSN 1335-6291.

[4] GOMBOŠ, T., 2009. Hydraulický návrh tvorby mokraďných systémov na poľnohospodársky nevyužívaných plochách, [Diplomová práca], SvF STU v Bratislave.

[5] PAPČO, J., 2008. Určenie polohy a nadmorskej výšky podrobných bodov pre určenie digitálneho modelu reliéfu, Technická správa k projektu „Hydroekologický návrh tvorby mokradí na poľnohospodársky nevyužívaných plochách riadenými záplavami“.15 s.

[6] Royal Haskoning, 2002. TRIWACO a Simulation Package for Groundwater. Version 3. 0 internal release RH. Royal Haskoning division Water, Rotterdam, Netherlands.

[7] ŠOLTÉSZ, A., 2006. Hydrologicko-hydraulická analýza odvedenia vnútorných vôd na Východoslovenskej nížine. STU v Bratislave. 109 s. ISBN 80-227-2427-0.

[8] ŠOLTÉSZ, A. – KAMENSKÝ, J. – ČUBANOVÁ, L. – BAROKOVÁ, D., 2009. Hydraulická analýza dotácie vody na úpravu vodného režimu pôd v oblasti SENNÉ. Čiastková správa projektu UNDP „Integrácia princípov a praktík ekologického manažmentu do krajinného a vodohospodárskeho manažmentu na Východoslovenskej nížine“. SvF STU,Bratislava. 44 s.

[9] ŠOLTÉSZ, A. – BAROKOVÁ, D., 2009. Geologická a hydrogeologická charakteristika územia Senianskej depresie, Čiastková správa projektu UNDP „Integrácia princípov a praktík ekologického manažmentu do krajinného a vodohospodárskeho manažmentu na Východoslovenskej nížine“. SvF STU, Bratislava. 37 s.

Kontakty na autora

1 Katedra hydrotechniky, Stavebná fakulta, STU v Bratislave,
e-mail: andrej.soltesz@stuba.sk, dana.barokova@stuba.sk, lea.cubanova@stuba.sk