J. Hydrol. Hydromech., *57*, 2009, 4, 276–285
DOI: 10.2478/v10098-009-0024-y

VPLYV ROZDIELNYCH PORASTOV NA ÚROVEŇ HLADÍN PODZEMNÝCH VÔD V NÁRODNEJ PRÍRODNEJ REZERVÁCII KLÁŠTORSKÉ LÚKY

JANA SKALOVÁ[1)], BRANISLAV JAROŠ[1)], VILIAM NOVÁK[2)]

[1)]Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, Bratislava, Slovakia;
mailto: jana.skalova@stuba.sk; jbrano@yahoo.sk
[2)]Ústav hydrológie SAV **,** Račianska 75, 831 02 Bratislava, Slovakia; mailto: novakv@uh.savba.sk

Mokrade sú citlivé ekosystémy charakteristické výskytom hladiny podzemnej vody v blízkosti terénu alebo aj na jeho povrchu. Významným mokradným systémom je aj národná prírodná rezervácia (NPR) Kláštorské lúky, ležiaca v povodí rieky Turiec. Zmena vo vlastníckych vzťahoch spôsobila aj zmenu obhospodarovania mokrade a vzácne travinno-bylinné porasty sú postupne nahrádzané spoločenstvami invázznymi, najmä tŕstím. Ďalším nepriaznivým javom, ku ktorému došlo v poslednom období v NPR, je pokles hladiny podzemnej vody (HPV). Táto práca je zameraná na zistenie možného vplyvu manažmentu na evapotranspiráciu a jej štruktúru, na zmeny chodov HPV a na zmeny obsahu vody vo vrchnej vrstve pôdy, spôsobené nahradením pôvodného porastu trávy invázným porastom – tŕstím.

KĽÚČOVÉ SLOVÁ: mokrade, vodný režim, evapotranspirácia, hladina podzemných vôd.

Jana Skalová, Branislav Jaroš, Viliam Novák: THE INFLUENCE OF DIFFERENT CANOPIES ON GROUNDWATER TABLE LEVEL CHANGES AT KLÁŠTORSKÉ LÚKY NATURAL RESERVE. J. Hydrol. Hydromech., *57*, 2009, 4; 10 Refs., 10 Figs., 3 Tabs.

Wetlands are sensitive ecosystems with groundwater table close to the soil surface and they are characteristics with specific biotops, corresponding to the continuous and high soil water content. The National Natural Reserve (NNR) Kláštorské lúky is one of those types of ecosystems in the catchment of Turiec River, Central Slovakia. Social changes in Slovakia led to the management changes of this reserve, and its consequence is replacement of original plants by invasive ones, particularly by weeds. Another unfavourable phenomenon is continuous decrease of groundwater table level, probably as a part of global changes. This work is focusing on evaluation of possible influence of changes in canopy properties due to wetland management on evapotranspiration and its structure, on soil water content changes and on changes of groundwater table level at this area.

KEY WORDS: Wetland, Soil Water Regime, Evapotranspiration, Groundwater Table Level.

Úvod

Vlhké lúky a mokradné spoločenstvá v Turčianskej kotline, v blízkosti rieky Turiec sú charakteristické výskytom viacerých vzácnych druhov rastlín a živočíchov a sú súčasťou migračnej cesty vodného vtáctva. Podzemné vody na území národnej prírodnej rezervácie (NPR) v dôsledku geologickej stavby územia plošne vystupujú na povrch a vytvárajú tak priaznivé podmienky pre špecifické, chránené spoločenstvá rastlín. V priebehu posledného desaťročia došlo k zmene manažmentu mokrade a aj k zmene štruktúry rastlinného krytu. Trávnaté plochy sa pre nedostatok financií pravidelne nekosia a tak dochádza k postupnému vytláčaniu pôvodných vzácnych travinno-bylinných porastov invázznym porastom tŕstia, čo mohlo vyvolať zmenu rýchlosti evapotranspirácie a následne čiastočne prispieť aj k zmenám úrovne hladín podzemných vôd (HPV) a aj k zmene vodného režimu pôdy (VRP) v NPR. Cieľom tejto práce je kvantitatívne posúdenie vplyvu dvoch porastov: travinno-bylinného (pôvodný porast) a tŕstia (invázny porast) na sezónny priebeh hladín podzemných vôd v lokalite NPR Kláštorské lúky.

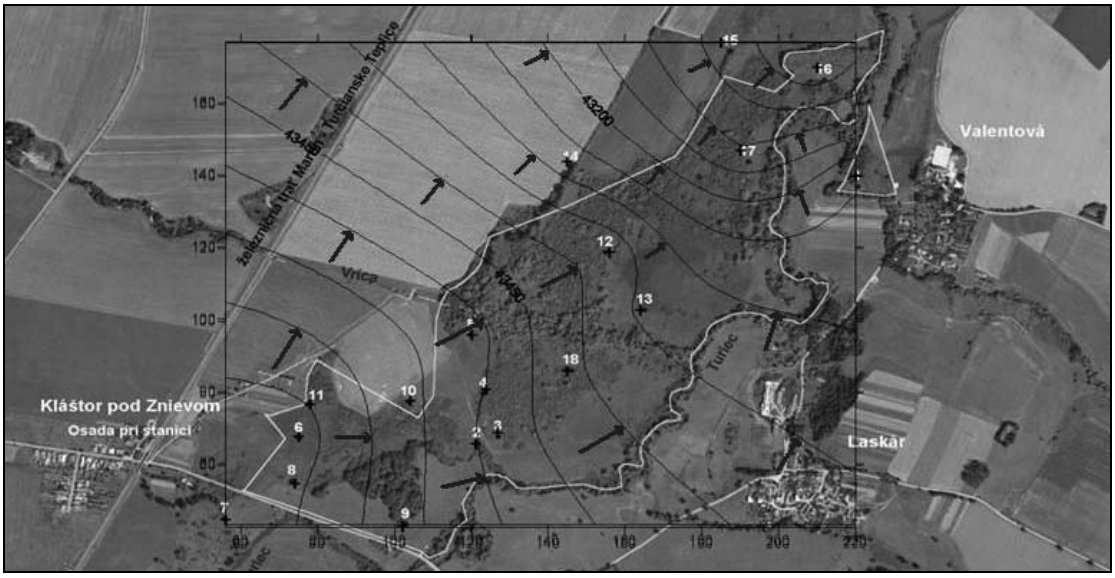
Opis lokality

Mokraď Kláštorské lúky, ktorá má plochu 859 915 m^2, bola vyhlásená za národnú prírodnú rezerváciu v roku 1974. Dôvodom vyhlásenia tejto lokality za NPR je výskyt chránenej rastliny ostrevky karpatskej (Sesleria caerulea) a iných raritných druhov. Mokraď Kláštorské lúky sa nachádza v národnom parku (NP) Veľká Fatra, v centrálnej časti Turčianskej kotliny pri obciach Kláštor pod Znievom, Valentová a Socovce. Z hľadiska regionálneho geologického členenia Západných Karpát patrí Turčianska kotlina do systému vnútrohorských kotlín Slovenska a podľa svojej výškovej pozície je zaraďovaná medzi tzv. vysoko položené kotliny. Na okrajoch kotliny strmo vystupujú svahy okolitých pohorí. Záujmové územie je z východu ohraničené riekou Turiec, približne stredom mokrade tečie potok Vríca, ktorá je prítokom Turca. Podzemné vody v tejto lokalite sú ovplyvňované predovšetkým infiltráciou vody z rieky Turiec; letecká snímka lokality s označením všeobecných smerov prúdenia podzemnej vody je na obr. 1.

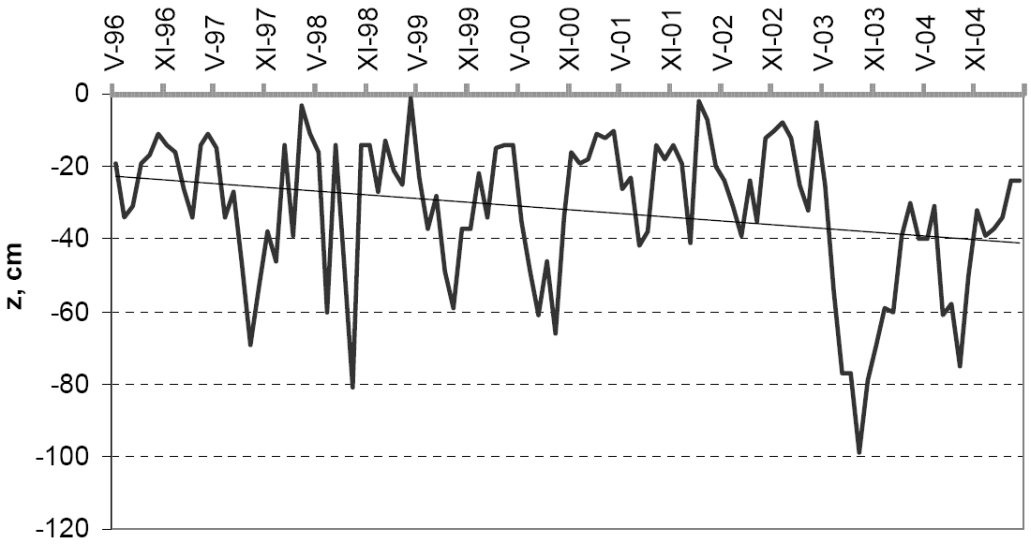
Hydrogeologické vrty ako i geofyzikálny prieskum vykonaný v rámci starších geologicko-prieskumných prác zistili vyzdvihnuté ílové nepriepustné podložie, ktoré sa na ploche NPR môže nachádzať v malej hĺbke pod terénom (*Krautschneiderová*, 1979).

Priepustný komplex karbonatických štrkov a zlepencov vykazuje výraznú filtračnú anizotropiu vo vertikálnom i v horizontálnom smere. Hodnota súčiniteľa hydraulickej vodivosti vodou nasýteného pórovitého prostredia (ďalej nasýtená hydraulická vodivosť) klesá smerom do hĺbky viac ako desaťnásobne. Najpriepustnejšia je vrchná časť súvrstvia do hĺbky 20–30 m následkom jej vynorenia a rozvoľnenia v dôsledku periglaciálnych pochodov. Dobre priepustné sú i kvartérne štrky a piesky. Tvoria najmä poriečnu nivu a nivnú terasu Turca a jeho ľavostranného prítoku – Vríce (*Drahoš*, 1991).

V posledných desaťročiach dochádza v tejto oblasti k poklesu hladiny podzemnej vody, čo spolu s nedostatkom financií na manažment má za následok postupné zarastanie mokrade vegetáciou, ktorá sa tam pôvodne nevyskytovala. Z tohto dôvodu začali pracovníci NP Veľká Fatra roku 1996 v mokradi sledovať úrovne HPV. V oblasti sa nachádzalo 6 pozorovacích sond HPV, ktorých situovanie bolo v roku 2005 prehodnotené a ich počet sa upravil na 18. Situovanie pozorovacích sond HPV je na obr. 1, kde vidieť aj generálny smer prúdenia podzemných vôd, ktorý korešponduje so smerom prúdenia vody v rieke Turiec. V oblasti vzácnych travinno-bylinných spoločenstiev, ktoré sú pomaly vytláčané tŕstím, sa nachádza sonda č. 6. Priebeh HPV v tejto sonde za roky 1996–2004 spolu s trendovou čiarou je znázornený na obr. 2. Podrobnejšie zhodnotenie hladinového režimu podzemných vôd v mokradi Kláštorské lúky obsahuje práca *Jaroša* et al. (2006).



Obr. 1. Letecká snímka NPR Kláštorské lúky so situovaním pozorovacích sond HPV, priebehom hydroizohýps a naznačeným smerom prúdenia podzemných vôd.
Fig. 1. Areal photography of National Reserve Kláštorské lúky, with groundwater table level (GTL), observation wells (numbered), isolines of GTL and direction of groundwater flow.



Obr. 2. Priebeh zameraných úrovní HPV v sonde č. 6 v NPR Kláštorské lúky za roky 1996–2004.
Fig. 2. Groundwater level courses, measured in well No. 6, at NNR Kláštorské lúky during the years 1996–2004.

Materiál a metódy

Procesy pohybu vody v systéme pôda – porast – atmosféra v lokalite NPR Kláštorské lúky môžeme kvantifikovať pomocou metód matematického modelovania. Na simuláciu predpokladaných zmien v štruktúre hydrologických procesov v dôsledku rozdielnych porastov bol vybraný matematický model HYDRUS-ET (*Šimůnek* et al., 1997). Tento matematický mode1 umožňuje simuláciu pohybu vody, tepla a roztokov vo vodou nenasýtenom pórovitom prostredí a bol vyvinutý v USA a modifikovaný v spolupráci s Ústavom hydrológie SAV. Jednorozmerný model môže pracovať s denným krokom a obsahuje podprogramy na výpočet evaporácie, transpirácie, evapotranspirácie a intercepcie zo zrážok, ktoré boli prevzaté z modelu Global (*Novák*, 1989; *Novák*, *Majerčák*, 1992; *Majerčák*, *Novák*, 1992).

Základnou rovnicou modelu HYDRUS-ET je jednorozmerný tvar Richardsovej rovnice

$$\frac{\partial h_w}{\partial t} = \frac{1}{C(h_w)} \cdot \frac{\partial}{\partial z}\left[k(h_w)\cdot\left(\frac{\partial h_w}{\partial z}+1\right)\right] - \frac{S(z,t)}{C(h_w)},$$

kde

h_w – vlhkostný potenciál pôdy [L],
$k(h_w)$ – nenasýtená hydraulická vodivosť pôdy [LT^{-1}],
$S(z,t)$ – intenzita odberu vody koreňmi, funkcia hĺbky pod povrchom pôdy a času [$L^3 L^{-3} T^{-1}$],
θ – objemová vlhkosť pôdy [$L^3 L^{-3}$],
z – vertikálna súradnica [L],
t – čas [T],
$C(h_w) = \partial\theta/\partial h_w$ – merná vodná kapacita [L^{-1}].

Túto rovnicu opisujúcu pohyb vody v pôde možno riešiť, ak poznáme:

– geometrické vymedzenie oblasti, v ktorej prebieha proces prenosu vody,
– hydrofyzikálne charakteristiky pôdy,
– počiatočnú podmienku, definujúcu stav, v ktorom sa systém nachádza na začiatku jeho skúmania,
– okrajové podmienky, definujúce vzájomné pôsobenie geometricky vymedzenej oblasti systému s okolím.

Hydrofyzikálne charakteristiky pôdy

Tieto charakteristiky, potrebné ako vstupné hodnoty do matematického modelu, boli merané na hodnotenej lokalite a v laboratóriu na vzorkách pôdy odobratých v záujmovej oblasti z hĺbky 10, 30 a 60 cm, pričom pôdny profil sa javil ako homogénny. Reprezentatívne hydrofyzikálne charakteristiky použité v modeli sú uvedené v tab. 1.

Meteorologické charakteristiky

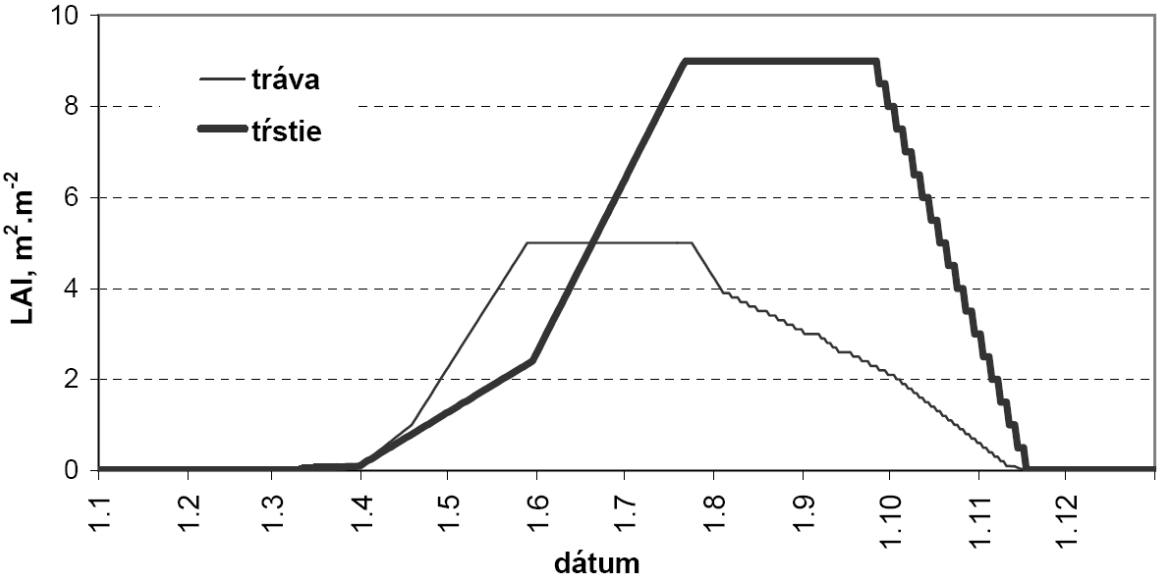
Sú potrebné ako vstupné údaje do submodelu evapotranspirácie (denné úhrny zrážok, priemerná denná teplota vzduchu, trvanie slnečného svitu za deň, priemerný denný parciálny tlak vodných pár, priemerná denná rýchlosť vetra) a boli prevzaté z pozorovacej stanice SHMÚ Martin a Kláštor pod Znievom.

T a b u ľ k a 1. Hydrofyzikálne charakteristiky pôdy v oblasti mokrade Kláštorské lúky vstupujúce do modelu HYDRUS-ET; (K – nasýtená hydraulická vodivosť, α a n – Genuchtenove parametre vlhkostnej retenčnej krivky (*Van Genuchten*, 1980), θ_s – plná vodná kapacita, θ_r – reziduálna vlhkosť).
T a b l e 1. Soil hydrophysical characteristics of wetland area Kláštorské lúky, needed as inputs to the model HYDRUS-ET (K – saturated hydraulic conductivity, α and n – Genuchtens parameters of retention curve (*Van Genuchten*, 1980), θ_s – water content at saturation, θ_r – residual soil water content).

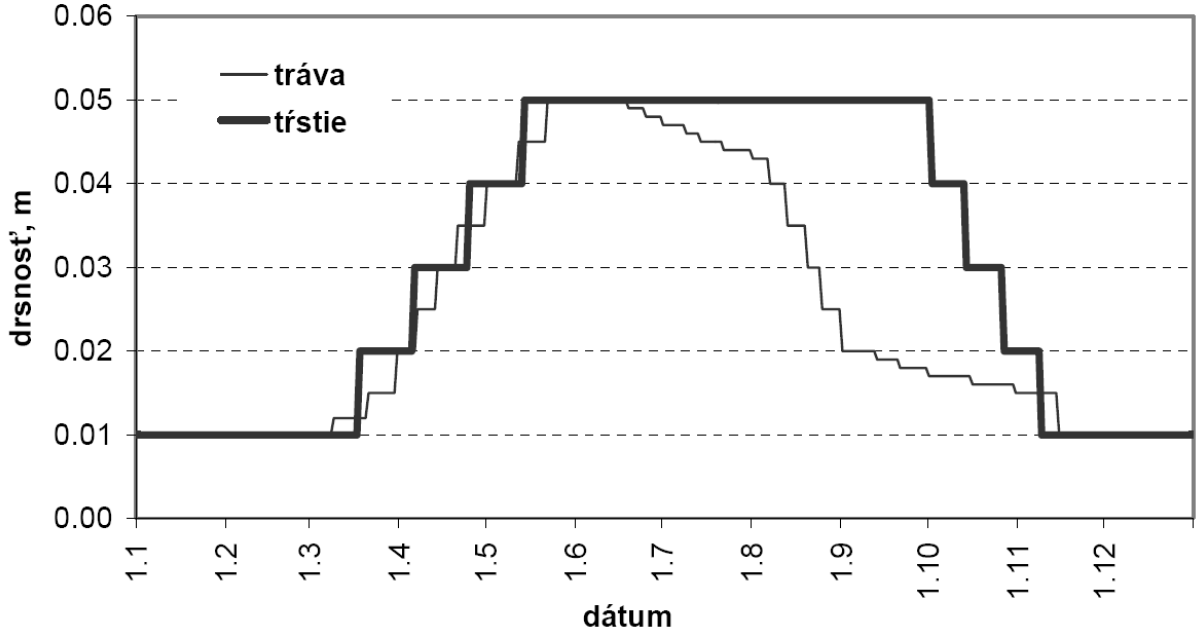
θ_r [cm^3 cm^{-3}]	θ_s [cm^3 cm^{-3}]	α [cm^{-1}]	n [–]	K [cm d^{-1}]
0,02	0,544	0,2322	1,19	140

Charakteristiky porastov

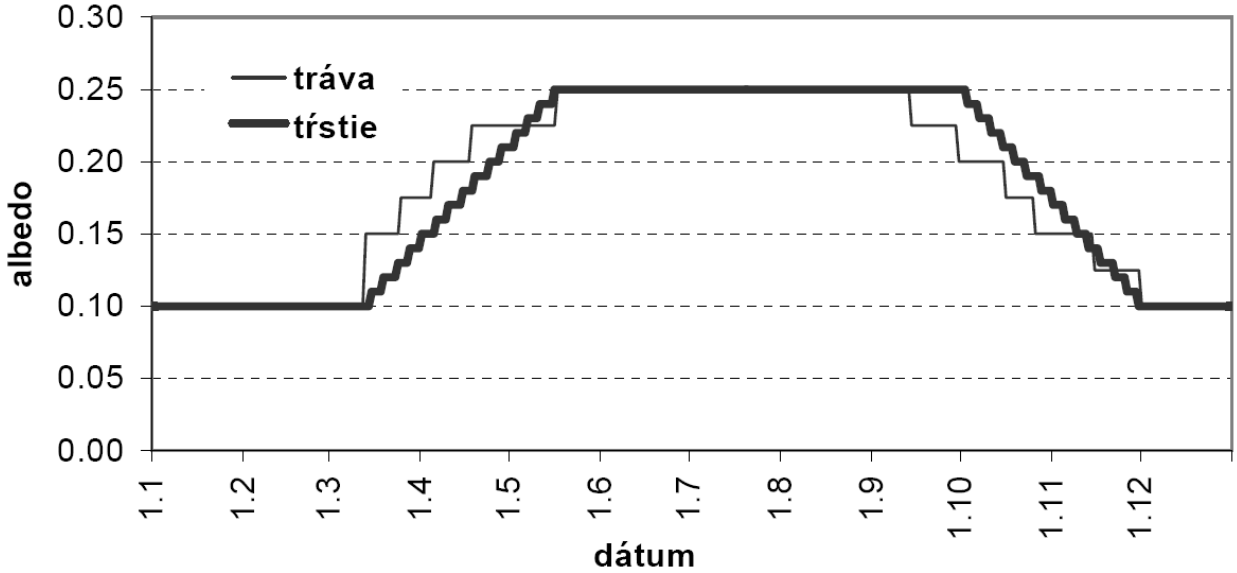
Medzi potrebné vstupné údaje týkajúce sa porastu patria: index listovej pokryvnosti (LAI), drsnosť vyparujúceho povrchu (z_0), súčiniteľ odrazu slnečného žiarenia (albedo) – (α) a hĺbka koreňového systému (z_r). Na území mokrade sa nachádzajú vzácne travinno-bylinné porasty, ktoré sú postupne nahrádzané porastom tŕstia. Ten najzaujímavejší druh rastliny je ostrevka karpatská (Sesleria caerulea). Preto boli vybrané dva reprezentatívne typy porastov – travinno-bylinný porast a tŕstie, a ich charakteristiky boli zahrnuté do vstupných súborov potrebných k modelovaniu. V odbornej literatúre možno nájsť charakteristiky porastov trávy a väčšiny poľnohospodárskych plodín, ale chýbajú údaje o porastoch mokradí a pre tŕstie. Preto bola hodnota LAI v priebehu roka 2007 meraná pre porast, v ktorom bolo dominantné tŕstie a pre travinno-bylinný porast, ktorý bude v ďalšom texte a obrázkoch nazývaný kvôli zjednodušeniu ako tráva. Priebeh indexu listovej pokryvnosti pre travinno-bylinný porast (ďalej tráva) a pre porast tŕstia je znázornený na obr. 3. Drsnosť a albedo vyparujúceho sa povrchu boli prevzaté z už existujúcich súborov porastov a ich priebeh bol upravený podľa priebehu LAI. Priebehy týchto charakteristík počas roka pre obidva porasty sú na obr. 4 a 5. Okrem už spomenutých charakteristík vstupuje do modelu aj hĺbka koreňového systému. V tejto lokalite sa uvažovalo s konštantnou hĺbkou koreňového systému 50 cm pod úrovňou terénu, pretože hladina podzemnej vody sa nachádza blízko pod terénom a koreňová sústava sa tejto skutočnosti prispôsobuje.



Obr. 3. Priebeh hodnôt indexu listovej pokryvnosti (LAI) pre trávu a tŕstie v mokradi Kláštorské lúky.
Fig. 3. Leaf area index (LAI) annual course for grass (tráva) and weed (tŕstie) in wetland area Kláštorské lúky.



Obr. 4. Priebeh hodnôt drsnosti pre trávu a tŕstie v mokradi Kláštorské lúky.
Fig. 4. Canopy roughness annual course for grass (tráva) and weed (tŕstie) in wetland area Kláštorské lúky.



Obr. 5. Priebeh hodnôt albeda povrchu pre trávu a tŕstie v mokradi Kláštorské lúky.
Fig. 5. Canopy albedo annual course for grass (tráva) and weed (tŕstie) in wetland area Kláštorské lúky.

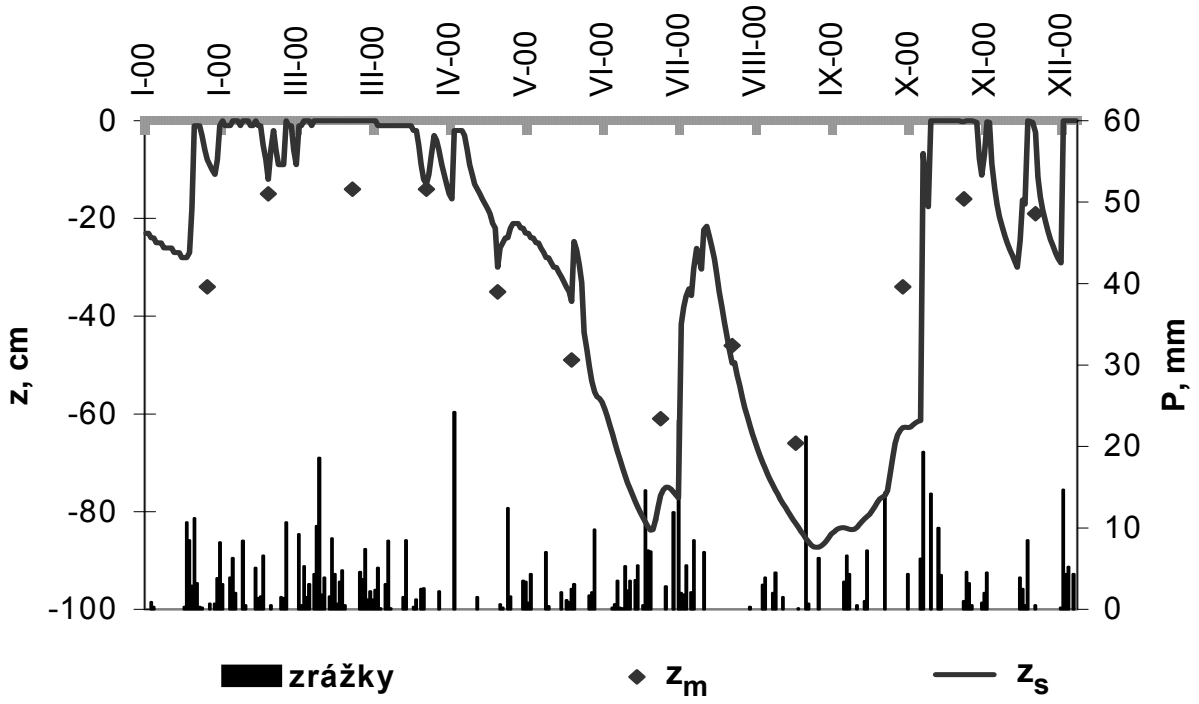
Výsledky a diskusia

Podzemné vody

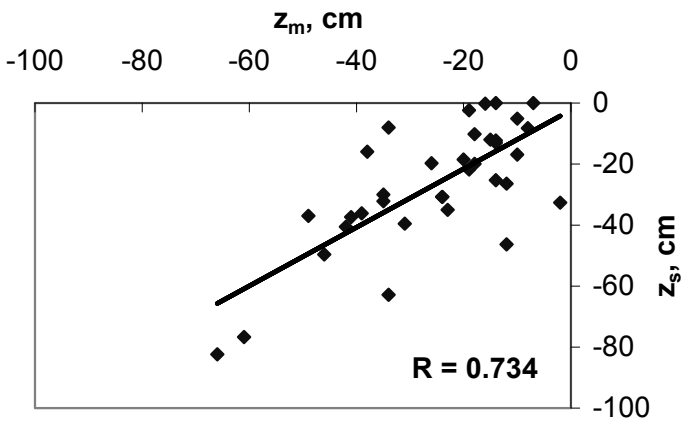
Matematický model HYDRUS-ET bol mnohokrát verifikovaný (*Novák*, *Majerčák*, 1992; *Novák* et al., 1998) a je vhodným nástrojom na simuláciu pohybu vody v zóne aerácie pôdy aj HPV. Napriek tomu bola overovaná jeho vhodnosť aj pre túto konkrétnu mokraď. Model HYDRUS-ET bol verifikovaný pre obdobie rokov 2000–2002. Porovnávala sa nameraná úroveň hladiny podzemnej vody (HPV) v sonde č. 6 s HPV vypočítanou modelom HYDRUS-ET. Pre ilustráciu uvádzame na obr. 6 priebeh nameranej a aj simulovanej úrovne HPV za rok 2001, pričom na obrázku sú zakreslené aj denné úhrny zrážok. Z vizuálneho porovnania vidieť, že vypočítaná úroveň HPV približne kopíruje priebeh nameraných HPV a korešponduje aj so zrážkami. Existujúce – aj keď malé rozdiely môžu byť spôso-

bené okrem aproximácií vlastností pôdneho profilu z meraných hodnôt aj zanedbaním bočného prítoku alebo odtoku podzemnej vody. Pri simulácii sa totiž predpokladá, že HPV je ovplyvnená len vertikálnymi tokmi vody (vyparovanie, infiltrácia). Regresnou analýzou závislosti medzi nameranou z_m a simulovanou úrovňou HPV z_s bol určený korelačný súčiniteľ r = 0,7339, čo znamená tesný vzťah medzi hodnotenými prvkami (obr. 7). Možno teda konštatovať, že v mokradi Kláštorské lúky je model HYDRUS-ET vhodný na prognózu priebehu hladiny podzemnej vody.

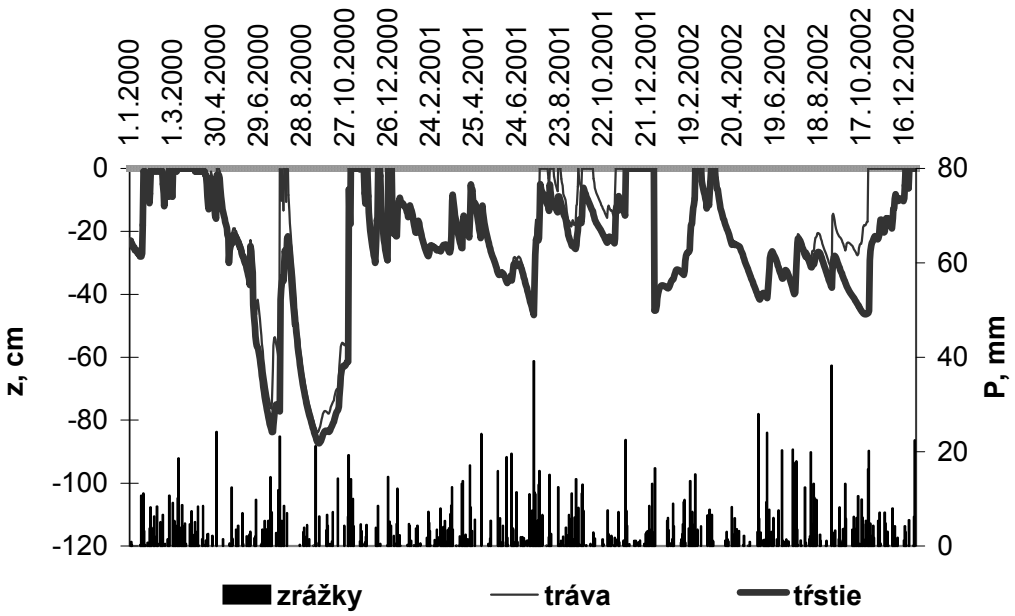
Výsledky simulácie sezónnych chodov úrovne HPV modelom HYDRUS-ET pre dva typické druhy porastu – tŕstie a trávu pre vegetačné obdobia rokov 2000, 2001 a 2002 sú na obr. 8. Na obrázku sú aj denné úhrny zrážok z pozorovacej stanice Kláštor pod Znievom. Ako vidieť, úhrny zrážok korelujú s fluktuáciou polohy HPV. Úroveň HPV pre porast tŕstia je hlbšie pod terénom ako je úroveň HPV pre trávnatý porast. Rozdiely medzi HPV porastu trávy a tŕstia sú minimálne v zimných a jarných mesiacoch, keď je pôdny profil nasýtený vodou a väčšie rozdiely v úrovniach HPV sú v letnom období, keď bol zistený maximálny rozdiel medzi charakteristikami porovnávaných porastov (LAI, z_0 a albedo). Maximálne rozdiely medzi simulovanými HPV sú do 20 cm (rok 2002), spravidla sú menšie ako 10 cm. Tento rozdiel je spôsobený pravdepodobne už spomínanými charakteristikami porastu, ale veľkou mierou je ovplyvnený aj ostatnými zložkami hydrologického cyklu (zrážky, evapotranspirácia a jej zložky, intercepcia, podpovrchový prítok podzemnej vody). Najhlbšie sa úroveň HPV pre obidva porasty vyskytovala v priebehu vegetačného obdobia. Maximálna hĺbka HPV počas hodnoteného obdobia (roky 2000, 2001, 2002) bola v septembri roku 2000, keď pre porast tŕstia dosiahla úroveň 87,3 cm a pre porast trávy 82 cm pod povrchom terénu. Tu treba poznamenať, že porasty, ktorých vplyv na polohu HPV bol simulovaný, v takomto „čistom“ tvare sa na záujmovej ploche nevyskytujú, pretože spravidla ide o porasty s rozdielnym pomerom rastlinných druhov (tab. 2). Výhodou metódy simulácie pohybu vody v pôde s charakteristikami monokultúr (tráva – tŕstie) je, že umožňuje určiť maximálne efekty v rozdieloch polôh HPV.



Obr. 6. Priebeh meranej (z_m) a simulovanej (z_s) úrovne HPV pod terénom v mokradi Kláštorské lúky a denné úhrny zrážok (P) v stanici Kláštor pod Znievom v roku 2000.
Fig. 6. Measured (z_m) and simulated (z_s) groundwater table levels (GWL) below the soil surface at Kláštorské lúky wetland and daily precipitation totals (P) measured at MS Kláštor pod Znievom, during the year 2000.



Obr. 7. Závislosť medzi nameranou (z_m) a simulovanou (z_s) polohou HPV (NPR Kláštorské lúky).
Fig. 7. Relationship between measured (z_m) and simulated (z_s) groundwater table level (GWL) at Kláštorské lúky NNR.



Obr. 8. Priebeh HPV vypočítaný pre porast trávy a tŕstia v mokradi Kláštorské lúky a denné úhrny zrážok z pozorovacej stanice Kláštor pod Znievom za obdobie 2000–2002.
Fig. 8. Calculated courses of groundwater levels for grass (tráva) and weed (tŕstie) canopy at Kláštorské lúky NNR and daily precipitation totals measured at MS Kláštor pod Znievom 2000–2002.

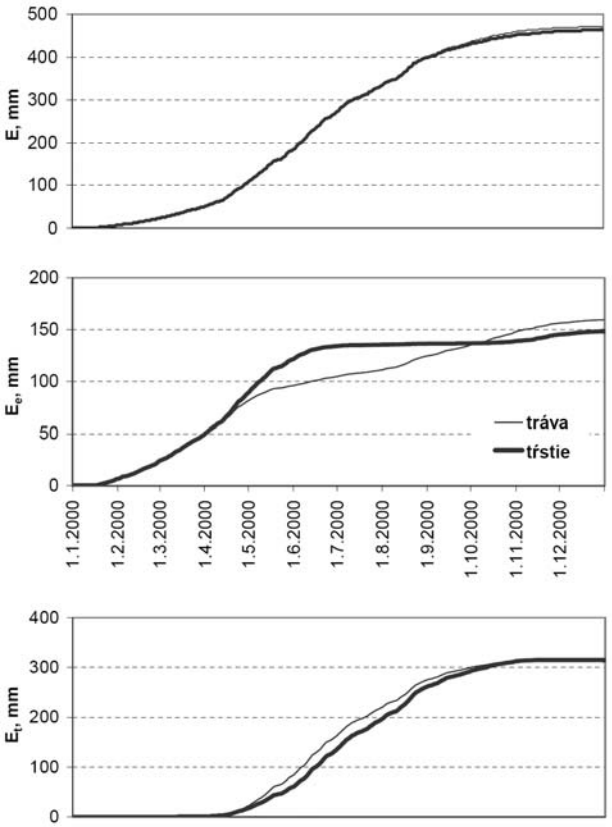
T a b u ľ k a 2. Index listovej pokryvnosti porastu a príspevok jednotlivých rastlín k LAI [m^2 m^{-2}], meraný v dvoch termínoch v NPR Kláštorské lúky.
T a b l e 2. Leaf area index of canopy and contribution of individual plant species to total value of LAI [m^2 m^{-2}], NNR Kláštorské lúky, LAI was measured twice.

Zložky porastu – Canopy species	30. 5. 2007	22. 7. 2007
Tráva a trávam podobné porasty – Grass	0,325	2,22
Lipkavec obyčajný – Galium aparine agg.	0,45	0,22
Trsť obyčajná – Phragmites australis	0,96	5,02
Pichliač potočný – Cirsium rivulare	0,165	1,20
Praslička močiarna – Equisetum palustre	0,0012	0
Zvyšok – Residual green parts of canopy	0,50	0,40
LAI porastu – LAI total	2,41	9,07

Evapotranspirácia

Polohy HPV sú ovplyvňované infiltráciou z rieky Turiec alebo drenážou do nej, potok Vríca má pravdepodobne na režim podzemných vôd hodnoteného územia malý vplyv z dôvodu malej vodnosti. Samozrejme, polohu HPV ovplyvňuje aj infiltrácia zrážok a najviac evapotranspirácia. Pretože vplyv porastov na pohyb vody v pôde sa realizuje predovšetkým evapotranspiráciou, predkladáme výsledky výpočtu evapotranspirácie E a zložiek jej štruktúry – transpirácie E_t a výparu E_e. Tieto údaje sú výsledkom výpočtu modelu HYDRUS-ET, ktorý obsahuje submodely pre intercepciu, evapotranspiráciu a odber vody koreňmi rastlín, pôvodne navrhnutý a aj realizovaný v simulačnom modeli GLOBAL (*Novák* 1989; *Majerčák*, *Novák*, 1992; *Novák*, 1995). Pri prezentácii evapotranspirácie a jej zložiek sa použili kumulatívne hodnoty, pretože takto sú malé rozdiely medzi dennými úhrnmi evapotranspirácie výraznejšie. Typický ročný priebeh evapotranspirácie trávy a tŕstia ako aj zložiek ich štruktúry počas roku 2000 je na obr. 9.

Sezónna evapotranspirácia oboch porastov (tráva, tŕstie) má priebeh aj denné úhrny podobné ako potenciálna evapotranspirácia, pretože voda v pôde nie je limitujúcim faktorom evapotranspirácie (je to predsa mokraď). Rozdiely v denných úhrnoch evapotranspirácie a jej štruktúry v priebehu sezóny sú malé, ale jasne identifikovateľné. Je to dôsledok rozdielneho chodu charakteristík hodnotených porastov (najmä LAI), pretože tráva sa v porovnaní s tŕstím rýchlejšie vyvíja na začiatku vegetačného obdobia, avšak tŕstie má v porovnaní s trávou vegetačné obdobie dlhšie (obr. 3). Prejavuje sa to vyšším LAI a vyššou drsnosťou v druhej časti vegetačného obdobia tŕstia, čo vedie k vyššej transpirácii trávy v prvej časti vegetačného obdobia a k zvýšeniu transpirácie tŕstia v druhej časti vegetačného obdobia. Napriek odlišnej dynamike evapotranspirácie a jej štruktúry počas vegetačných období oboch porastov, ich kumulatívna hodnota počas vegetačných období sa líši len minimálne (tab. 3).



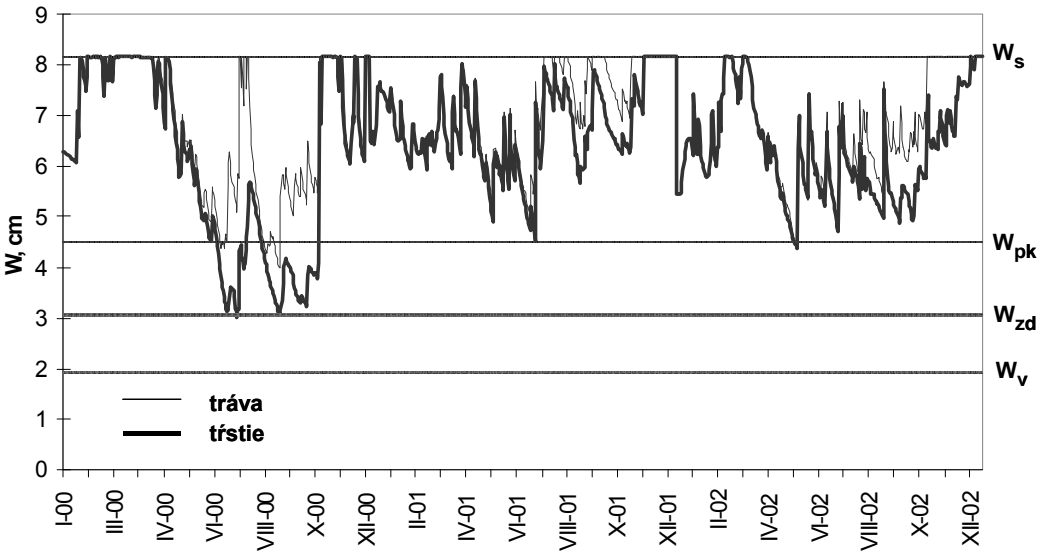
Obr. 9. Priebeh kumulatívnej aktuálnej evapotranspirácie (E), transpirácie (E_t) a evaporácie (E_e) pre porast trávy a porast tŕstia za rok 2000.
Fig. 9. Annual cumulative evapotranspiration (E), transpiration (E_t) and evaporation (E_e) of grass (tráva) and weed (tŕstie) canopy of 2000.

T a b u ľ k a 3. Prehľad ročných úhrnov aktuálnej evapotranspirácie E, evaporácie E_e a transpirácie E_t pre jednotlivé spôsoby manažmentu v mokradi Kláštorské lúky spolu s ročnými úhrnmi zrážok zo stanice Kláštor pod Znievom za roky 2000, 2001 a 2002.
T a b l e 3. Annual evapotranspiration totals E, evaporation E_e and transpiration E_t corresponding to different types of wetland Kláštorské lúky area management. Annual precipitation totals of years 2000, 2001 and 2002 are also included. (Meteorological station Kláštor pod Znievom).

Rok – Year	2000		2001		2002	
Porast – Canopy	Tráva Grass	Tŕstie Weed	Tráva Grass	Tŕstie Weed	Tráva Grass	Tŕstie Weed
Zrážky – Precipitation [mm]	648		735		813	
E [mm]	471	464	429	422	482	474
E_e [mm]	159	148	153	144	178	164
E_t [mm]	318	315	276	278	304	310

Obsah vody v pôde

Pomocou modelu HYDRUS-ET možno vypočítať aj obsah vody vo vybraných vrstvách pôdneho profilu. Priebeh dennej zásoby vody v pôdnej vrstve 0–15 cm pre trávu a tŕstie za celé hodnotené obdobie 2000–2002 je na obr. 10. Na obrázku sú tiež obsahy vody zodpovedajúce hydrolimitom – vlhkosti pri plnej vodnej kapacite W_s, poľnej vodnej kapacite W_{pk}, bodu zníženej dostupnosti W_{zd} a bodu vädnutia W_v. Počas tohto obdobia sa denný obsah vody v pôde pre oba porasty pohyboval medzi W_s a W_{pk}, iba v letných mesiacoch roku 2000 pre porast tŕstia klesol do intervalu (W_{pk}, W_{zd}). Z obrázku je tiež zrejmé, že denná zásoba vody v pôde pre tŕstie je menšia v porovnaní so zásobou vody v pôde pod porastom trávy, rozdiely však nie sú podstatné. Priebeh obsahov vody vo vrchnej vrstve pôdy zodpovedá požiadavkám na mokrade a sú tu vytvorené priaznivé podmienky pre hydromorfné porasty.



Obr. 10. Priebeh zásob vody vo vrstve pôdy 0–15 cm pre porasty trávy a tŕstia v mokradi Kláštorské lúky zodpovedajúci hydrolimitom θ_s (W_s), θ_{pk} (W_{pk}), θ_{zd} (W_{zd}) a θ_v (W_v) za obdobie 2000–2002.
Fig. 10. Courses of soil water content of soil layer 0–15 cm of grass (tráva) and weed (tŕstie) canopy at Kláštorské lúky wetland. Corresponding soil water contents (SWC) to some hydrological constants are also shown; (saturated soil water content, θ_s) – W_s, (field capacity, θ_{pk}) – W_{pk}, (limited water availability, θ_{zd}) – W_{zd} and SWC corresponding to the wilting point, θ_v – W_v, for years 2000–2002.

Záver

Druh porastu ovplyvňuje úroveň hladiny podzemnej vody najviac počas vegetačného obdobia, keď sú rozdiely medzi charakteristikami porastov najväčšie. Na základe výsledkov matematického modelovania možno konštatovať, že dynamika hladín podzemných vôd, ktoré sú základným predpokladom existencie mokradí, nie je druhmi porastu ovplyvňovaná tak významne ako sa predpokladalo. Rozhodujúci vplyv na polohu hladiny podzemnej vody má rieka Turiec, ktorej voda infiltruje do okolia a atmosférické zrážky, ktoré ovplyvňujú hladinu vody v povrchových tokoch a následne aj pod povrchom.

Z výsledkov modelovania vyplýva, že úroveň HPV pre porast tŕstia je hlbšie pod terénom, ako je úroveň HPV pre travinno-bylinný porast. Je to hlavne dôsledok zníženého albeda vyparujúceho povrchu na začiatku vegetačného obdobia a zvýšeného príkonu energie, ktorá bola využitá na latentné teplo výparu.

Hodnoty obsahu vody v koreňovej oblasti pôdy sa pohybujú v rozmedzí hydrolimitov plná vodná kapacita (pôda je nasýtená vodou) W_s a poľná vodná kapacita W_{pk}, čo spĺňa požiadavky na obsah vody v pôde mokradí a zaručuje ontogenézu močiarnych biotopov.

Záverom možno konštatovať, že identifikovaný trend poklesu úrovne hladiny podzemných vôd je procesom prirodzeným, vyplývajúcim zrejme

z prebiehajúcej klimatickej zmeny. Zmena manažmentu mokrade Kláštorské lúky nespôsobila výraznú zmenu vodného režimu mokradí, ako sa pôvodne predpokladalo.

Poďakovanie. Autori ďakujú za pomoc pracovníkom NP Veľká Fatra, (predovšetkým V. Chilovej), ako aj za finančnú podporu z projektov APVV-0271-07, APVV-51-030205, VEGA 1/0585/08 a VEGA 2/7091/27, v rámci ktorých príspevok vznikol.

LITERATÚRA

DRAHOŠ M., 1991: Štátna prírodná rezervácia Kláštorské lúky (Inventarizačný výskum), časť Hydrogeologický prieskum. ÚŠOP - stredisko Banská Bystrica.

JAROŠ B., CHILOVÁ V., KONVIT I., 2006: Zmeny režimu hladín podzemných vôd v mokradnej oblasti Kláštorských lúk. 5. konferencia mladých vodohospodárov: Zborník referátov, ÚH SAV Bratislava, ISBN 80-85754-15-0.

KRAUTSCHNEIDEROVÁ M., 1979: Turčianska kotlina – Ležiachov, predbežný hydrogeologický prieskum. Archív IGHP Žilina.

MAJERČÁK J., NOVÁK V., 1992: Simulation of the soil-water dynamics in the root zone during the vegetation period. I. Simulation model. Vodohosp. Čas., *40*, 3, 299–315.

NOVÁK V., 1989: Výpočet denných úhrnov evapotranspirácie modifikovanou Penmanovskou metódou. Vodohosp. Čas., *37*, 1, 113–129.

NOVÁK V., MAJERČÁK J., 1992: Simulation of the soil-water dynamics in the root zone during the vegetation period. II. The course of state variables of soil water below maize canopy. Vodohosp. Čas., *40*, 4, 380–397.

NOVÁK V., 1995: Vyparovanie vody v prírode a metódy jeho určovania. Veda, Vydavateľstvo SAV, Bratislava, s. 260.

NOVÁK V., ŠÚTOR J., MAJERČÁK J., ŠIMŮNEK J., VAN GENUCHTEN M. TH., 1998: Modeling of water and solute movement in the unsaturated zone at the Žitný ostrov region, South Slovakia. Institute of Hydrology, SAS, Bratislava, p. 73.

ŠIMŮNEK J., HUANG K., ŠEJNA M., VAN GENUCHTEN TH. M., MAJERČÁK J., NOVÁK V., ŠÚTOR J., 1997: The HYDRUS-ET software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat and multiple solutes in variably-saturated media. Version 1.1. Institute of Hydrology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 184 p.

VAN GENUCHTEN M.TH., 1980: A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., *44*, 892–898.

Došlo 19. februára 2009
Referát prijatý 9. júna 2009

THE INFLUENCE OF DIFFERENT CANOPIES ON GROUNDWATER TABLE LEVEL CHANGES AT KLÁŠTORSKÉ LÚKY NATURAL RESERVE

Jana Skalová, Branislav Jaroš, Viliam Novák

Natural reserve Kláštorské lúky as a part of Veľká Fatra National Park, Central Slovakia is typical for its specific biotop system, due to groundwater level close to the soil surface. During the last decade, the groundwater level (GWL) considerably decreased. The possible reason of it can be invasion of common reed, over original, protected vegetation cover represented by the shrubbery and the associations of the rare grass. These reasons can evoke the change of the groundwater level and subsequently the soil water regime (SWR) change in the Kláštorské lúky area. From that reason it was decided to evaluate the groundwater regime for the mentioned vegetation covers separately. The appropriate method of the soil water regime evaluation (in the case when the monitoring data are lacking) is mathematical simulation. The mathematical model HYDRUS-ET was used for solving this problem, which calculates not only the SWR characteristics but also the groundwater level. The influence of different vegetation cover (grass versus reed) to the groundwater level during the season was calculated. The differences in evapotranspiration courses and components of their structure during the vegetation period were identified, but not significant. The decisive influence to groundwater level is caused by precipitation infiltration as well as infiltration from nearby flowing River Turiec. It can be stated, the differences in groundwater levels courses observed, were not the result of different canopies due to management practices, but are probably related to the global changes of the environment.