

## VÝVOJ TEPLOTNÍCH A VLHKOSTNÍCH POMĚRŮ MIKULČICKÉHO LUHU

Pavel Hadaš<sup>1</sup> Tomáš Litschmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ústav ekologie lesa LDF MZLU Brno, AMET Velké Bílovice, <sup>2</sup>

### Abstract:

The Morava R. lower reach floodplain is an area in which the strong impact of fluvial dynamics has been encountering human effort aimed at settlement and considerable economic exploitation since time immemorial. Evidence of the floodplain economic utilization can be found in the archaeological site of a Slavic fortified settlement from the times of Great Moravia located in the territory of the Mikulčice floodplain. An extensive agglomeration settled between the 8<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> centuries was situated on the river islands in the centre of the Morava R. alluvial plain. The Mikulčice floodplain comprises meadows and floodplain forests stretching from the Kyjovka R. to the border-forming Morava R. The Skařiny Nature Reserve with a last remnant of the original floodplain forest in southern Moravia also belongs to the Mikulčice floodplain. Harmonic landscape environment of the floodplain forest was predestined to be entrusted into the care of the forest and water managements that have been reshaping the character of the alluvial plain in a coordinated manner. As a result, we can observe extensive management measures or conversely an effort at a partial regeneration of the water regime dynamics of the alluvial plain in the lower reach of Morava R. Essential transformations took place only in the second half of the 20<sup>th</sup> century. During this period the local measures and forest ameliorations came to be replaced by a complex hydrotechnical regulation which became reflected in the ecological stability of the floodplain forests, in the water regime of the alluvial plain and thus also in the soil moisture regimes.

Towards the end of 2005, a gauging station was established in relation to the elaboration of the Research Programme MSM No. 6215648902 "Floodplain forests – management with respect to timber utilization as a renewable resource" at the Department of Forest Ecology at the Faculty of Forestry and Wood Technology of Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno in cooperation with the firm Forest-Agro a.s. The measurements include stand microclimate, soil moisture and water situation in the local Skářovka river system. The purpose and objective of the project is an analysis of the present situation of the ecosystem of the Mikulčice floodplain with respect to moisture regime natural dynamics formed in the wake of hydrotechnical measures and with regard to the development of the current climate.

**Keywords: water situation, soil moisture, air temperature, precipitation, water regime, water balance, Morava R., ecosystem of the Mikulčice floodplain.**

### Úvod

V roce 2003 v Paříži schválil Výbor Mezinárodní koordinační rady UNESCO programu MaB rozšíření BR Pálava o Lednicko-valtický areál a o lužní lesy na dolním toku řeky Moravy a Dyje. Nově vymezené území o celkové rozloze přesahující 300 km<sup>2</sup> dostalo název biosférická rezervace Dolní Morava. Územní rezervace je jedinečným spojením eko-

systemů vápencového bradla Pálavy, unikátního středoevropského luhu na dolních tocích řek Kyjovky, Dyje a Moravy a kulturní krajiny. Údolní niva řeky Moravy v prostoru Mikulčického luhu tvoří severovýchodní část této biosférické rezervace.

Niva dolního toku Moravy je oblastí, kde se odnepaměti setkával silný vliv procesů říční dynamiky se snahou člověka o osídlení a uvážené hospodářské využí-

vání. Důkazy o hospodářském využívání nivy nám poskytuje archeologické naleziště Slovanského hradiště z dob Velkomoravské Říše ležící na území Mikulčického luhu. Rozsáhlá sídlištní aglomerace z 8.-10. století se rozkládala na říčních ostrovech uprostřed údolní nivy řeky Moravy. Mikulčický luh zaujímá louky a lužní lesy od říčky Kyjovky po hraniční řeku Moravu. Součástí Mikulčického luhu je i přírodní rezervace Skařiny s posledním zbytkem původního lužního lesa na jižní Moravě. Harmonické krajinné prostředí lužního lesa bylo předurčeno do péče lesního a vodního hospodářství, které koordinovaně přetvářeli ráz údolní nivy. Proto v tomto území můžeme sledovat rozsáhlé hospodářské zásahy nebo naopak snahu o dílčí obnovení dynamiky vodního režimu údolní nivy dolního toku řeky Moravy. Zásadní změny se odehrály teprve ve druhé polovině 20. století. V tomto období byly lokální zásahy a lesní meliorace vystřídány komplexní vodohospodářskou úpravou, které se odrazily v ekologické stabilitě lužních lesů, ve vodním režimu údolní nivy a tím i ve vlhkostním režimu půd.

I v této lokalitě vodohospodářské úpravy řeky Moravy, realizované v sedmdesátých letech minulého století, znamenaly podstatný zásah do vodního režimu lužního lesa. Došlo k totální eliminaci inundační a ke snížení průtoků v říční síti, k výraznému snížení dynamiky kolísání hladiny podzemní vody a k ovlivnění vlhkostního režimu půd lužního lesa. Negativní dopad těchto nezvratných antropických zásahů se projevuje zejména při výskytu extrémních klimatických jevů - při povodních i v době delšího sucha. Klimaticko-hydrologické situace spojené s nedostatkem vody ovlivňují nejzranitelnější místo ekologické stability ekosystému lužního lesa - vláhovou bilanci s přímým dopadem na vlhkostní režim a zásoby vody v půdě i s dopadem na zdravotní stav porostů a na biodiverzitu.

## Materiál a metody

Koncem prosince roku 2005 byla v souvislosti s řešením výzkumného záměru MSM č. 6215648902 „Lužní lesy – obhospodařování z pohledu využívání dřeva jako obnovitelné suroviny“ na Ústavu ekologie lesa MZLU LDF v Brně a ve spolupráci s firmou Forest-Agro a.s., vybudována na území Mikulčického luhu měřicí stanice. Jsou měřeny parametry porostního mikroklimatu, objemové vlhkosti půdy a stav vody v místním říčním systému Skářovka. Účelem a cílem projektu je analyzovat současný stav abiotického prostředí ekosystému Mikulčického luhu z hlediska přirozené dynamiky vlhkostního režimu vytvořeného po vodohospodářských úpravách i z hlediska vývoje současného klimatu.

Měření abiotických parametrů Mikulčického luhu probíhá na uzavřené pasece s obnovou jasanu a dubu. Umístění stanice (geografické souřadnice 48°48'33", 17°05'41", 160 m) těsně po vybudování je znázorněno na obrázku 1a. Ve vzdálenosti cca 1000 m východním směrem prochází koryto řeky Moravy, ve kterém leží hladina vody při průměrném průtoku ve výšce 157.8 m n.m (dle topografické mapy M-33-119-C-a 1:25 000, GŠ AČR). Jsou měřeny meteorologické parametry, které mají přímý nebo nepřímý vztah na teplotní a vlhkostní poměry ekosystému luhu. To znamená, že je měřena teplota a relativní vlhkost vzduchu (čidla jsou 150 cm nad povrchem půdy), teplota povrchu půdy a atmosférické srážky (záchytná plocha srážkoměru 178 cm<sup>2</sup> je cca 200 cm nad povrchem půdy). Dále jsou měřeny objemové vlhkosti půdy v 10 a 60 cm a úroveň hladiny povrchové vody v toku Skařina. Měření objemové vlhkosti půdy je prováděno pomocí senzorů VIRIB (výrobce AMET Velké Bílovice). Měření úrovně hladiny vody se provádí pomocí tlakového čidla od července 2006 (viz obrázek 1b). Všechna měření jsou řízena a ukládána v hodinových interva-

lech do stanice Meteo-UNI (AMET

Velké Bílovice)



a

b

Obrázek 1. Umístění stanice pro měření abiotických parametrů porostního mikroklimatu lužního lesa a úrovně hladiny vody v toku Skařina v oblasti Mikulčického luhu.

Pro hodnocení úrovní objemové vlhkosti půdy jsou použity průměrné denní průtoky vody v řece Moravě. Údaje o průměrném denním průtoku byly převzaty z limnigrafické stanice Strážnice. (Kolektiv, 2007). Objemová vlhkost půdy je rovněž srovnávána se sumační křivkou

denní vláhové bilance. Pro hodnocení vláhové bilance musíme vedle množství srážek znát i hodnotu evapotranspirace. Pro denní hodnoty potenciální evapotranspirace je použit vztah podle Turca (1961):

$$PET = \{[(R_g/0.041868) + 50] 0.013 T_d\} / (T_d + 15), \quad (1)$$

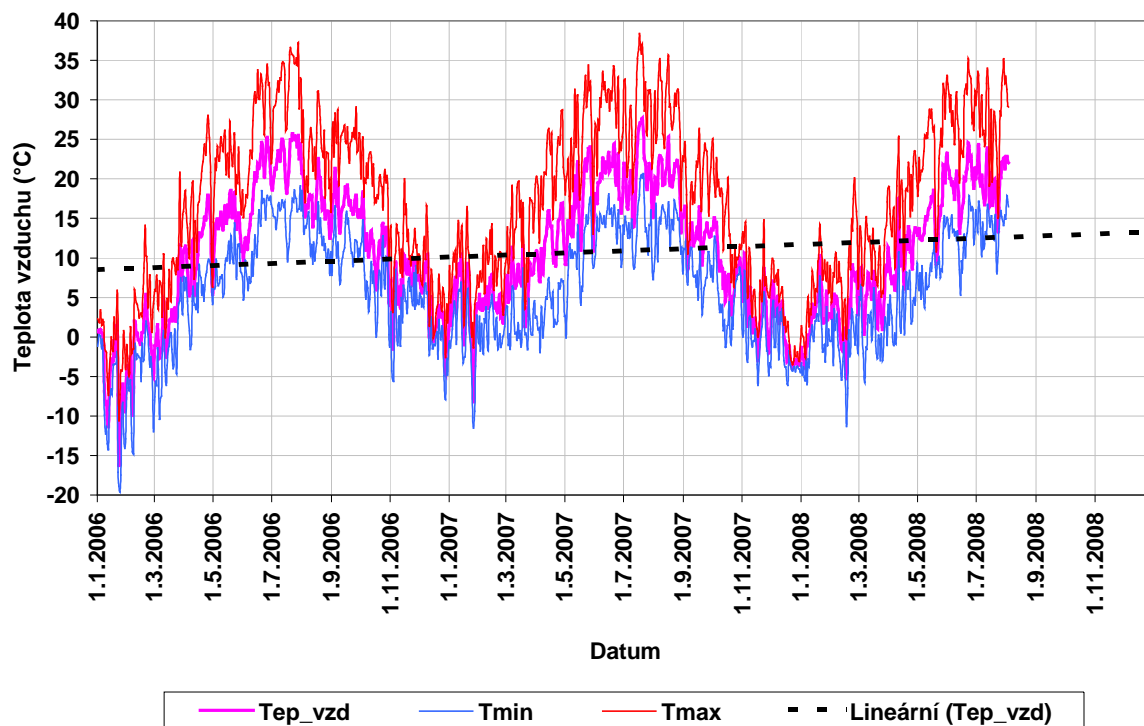
kde  $R_g$  je denní suma globální radiace ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) a  $T_d$  je denní průměr teploty vzduchu ( $^{\circ}\text{C}$ ). Hodnota PET je v  $\text{mm den}^{-1}$ . Denní sumy globální radiace  $R_g$  byly odvozeny na základě modelového výpočtu (Hadaš, 2002). Na analýzu vývoje objemových vlhkostí půd byla aplikována regresní a korelační analýza (Meloun, Mílitký, 1998).

### Výsledky a diskuse

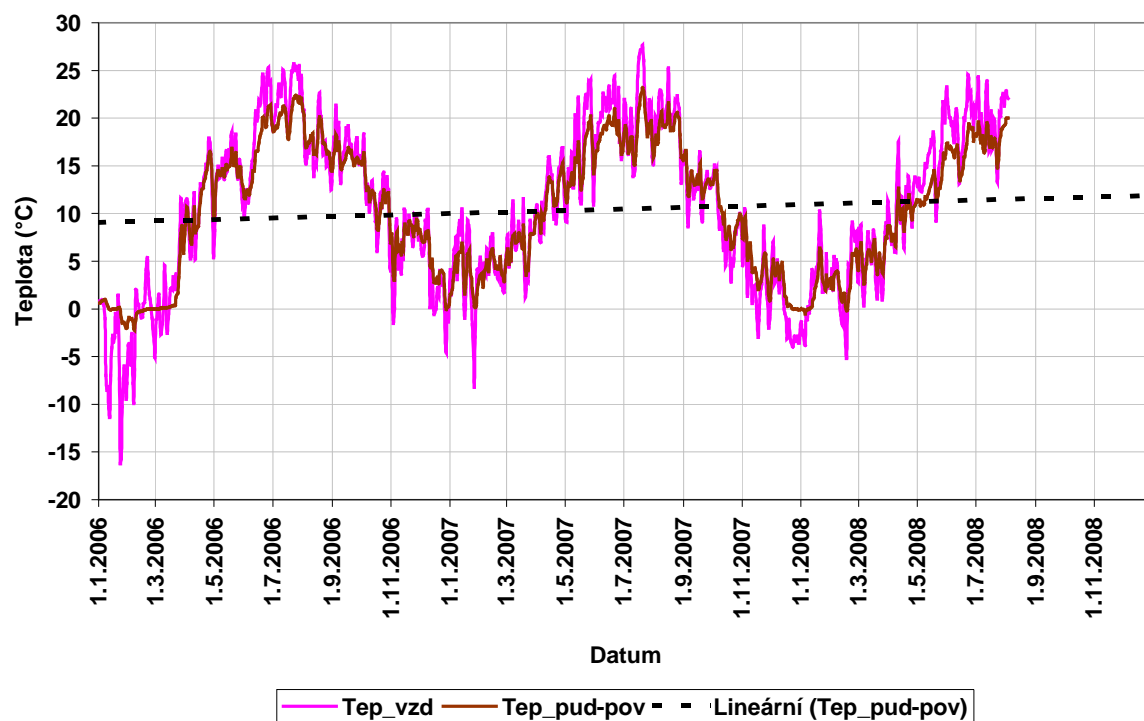
Vývoj teplotních poměrů paseky v lokalitě Mikulčického luhu za období 1.1. 2006 až 31.7. 2008 je znázorněn na obrázku číslo 2. Během sledovaného období byla naměřena nejnižší teplota vzduchu –  $19.6^{\circ}\text{C}$  (leden 2006), maximální teplota vzduchu dosáhla hodnotu  $+38.4^{\circ}\text{C}$  (čer-

venec 2007). Průměrná teplota celého období dosahuje  $10.58^{\circ}\text{C}$ . Z obrázku je zřejmý růstový trend průměrné denní teploty vzduchu, který z hodnot  $9.0^{\circ}\text{C}$  roste koncem července 2008 již  $13^{\circ}\text{C}$ . Vzestup tohoto trendu je ovlivněn tím, že teplotní řada roku 2008 ještě neobsahuje denní průměry podzimu a zimy 2008, které trend o něco sníží. Další příčinou je to, že teplotní řada začíná na velmi nízkých záporných hodnotách, které se vyskytly na počátku roku 2006 (leden a únor). Určitý vliv na růst teploty vzduchu může mít i postupný výškový růst porostní obnovy dubů a jasanů. Vývoj teploty povrchu půdy paseky v lokalitě Mikulčického luhu za období 1.1. 2006 až 31.7. 2008 je znázorněn na obrázku číslo 3. Průměrné denní teploty půdy vykazují menší rozpětí hodnot než u denního prů-

měru teploty vzduchu, přesto je průměr nižší, dosahuje 10.27 °C.  
celého sledovaného období jen o 0.3 °C



Obrázek 2. Vývoj průměrné denní, absolutní minimální a absolutní maximální teploty vzduchu na pasece v Mikulčickém luhu za období 2006-2008.

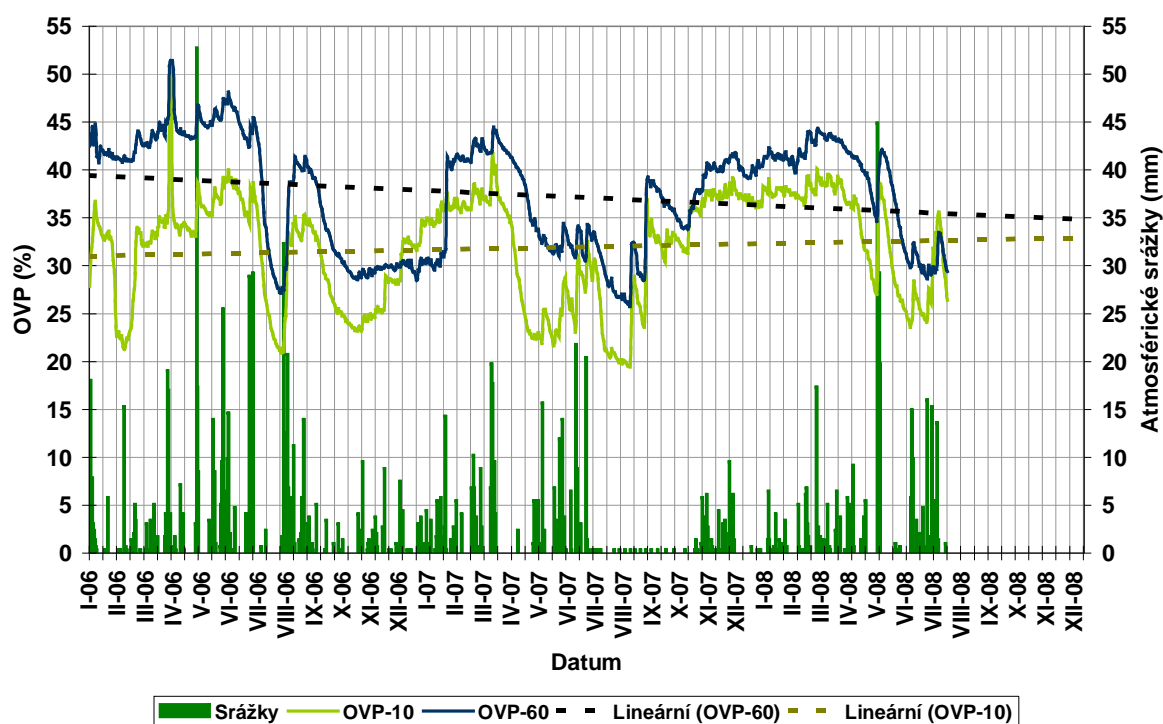


Obrázek 3. Vývoj průměrné denní teploty půdy a vzduchu na pasece v Mikulčickém luhu za období 2006-2008.

Vývoj vlhkostních poměrů půdy na pasece Mikulčického luhu za období 1.1. 2006 až 31.7. 2008 je znázorněn na obrázku číslo 4. Vlhkostní poměry jsou charakterizovány pomocí objemové vlhkosti půdy v 10 cm (dále jako OVP10) a 60 cm (dále jako OVP60) a množstvím srážek. Během sledovaného období byla naměřeny absolutní extrémy OVP10 (min, max) 7.4 % a 51.4%, průměr dosahuje hodnotu 31.8 %. Absolutní extrémy OVP60 (min, max) dosahují 25.2 % a 51.4%, průměr dosahuje hodnotu 37.4 %. Zajímavé jsou trendy obou sledovaných vlhkostí půdy. OVP 10 vykazuje mírně růstový trend z 31% na 33%, OVP60 vykazuje výrazně poklesový trend ze 40% na 35%. Poklesový trend OVP byl silně ovlivněn jarní povodní v roce 2006, která kulminovala na přelomu března a dubna. Růstový trend OVP10 je z pohledu postupného zarůstání paseky obnovným porostem velmi zvláštní. Je zřejmé, že odběr půdní vody transpirací se postupně přesouvá do spodnějších půdních horizontů, v důsledku postup-

ného prorůstání kořenového systému obnovných dřevin do spodních půdních horizontů. Svou roli hraje i postupné zarůstání plochy paseky obnovným porostem, který více zastíní půdní povrch, ze kterého pak evaporací odchází méně půdní vody. Avšak tyto měnící se podmínky paseky se neprojevují u teploty povrchu půdy, u které by měl v důsledku většího zastiňování povrchu nastupovat rovněž trend poklesu. Jedná se o první analýzu změn vlhkostních poměrů půdy, ve které zatím není zohledněno vegetační období a období vegetačního klidu.

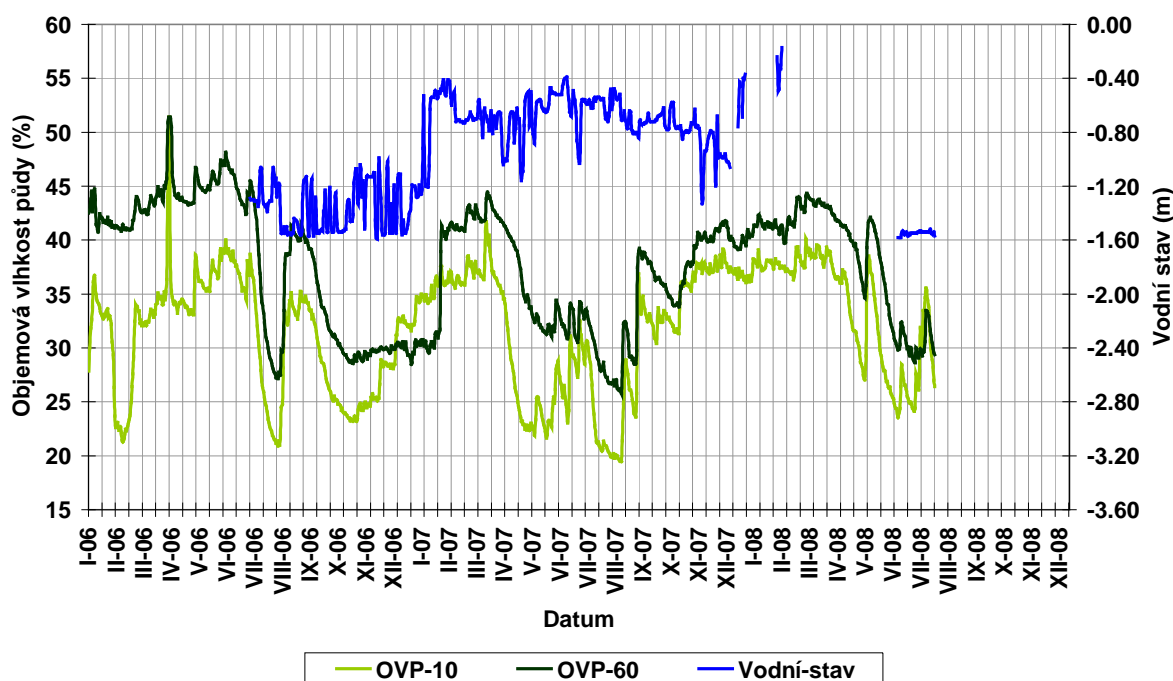
Další zajímavé zjištění můžeme pozorovat na obrázku číslo 4 u atmosférických srážek a jejich vlivu na změnu objemové vlhkosti půdy. Řada výraznějších srážkových epizod dokáže zvyšovat objemové vlhkosti půdy i v půdním horizontu 60 cm. Tak výrazná citlivost nivních půd na vstup vody ve formě atmosférických srážek doposud nebyla prokázána v nivě řeky Dyje (Hadaš, Prax, 2001).



Obrázek 4. Vývoj objemové vlhkosti půdy v 10 cm (OVP10) a 60 cm (OVP60) a atmosférických srážek na pasece v Mikulčickém luhu za období 2006-2008.

Další měřený parametr nepřímo ovlivňující půdní vlhkost je vývoj hladiny vody v místním říčním systému Skářovka, který prochází jižní hranicí paseky ve vzdálenosti cca 30 m. Průtokový režim je ovlivňován především manipulací s odpadními vodami z chladicího systému Elektrárny Hodonín. Vývoj úrovně hladiny je znázorněn na obrázku číslo 5. Souvislé měření bylo koncem roku 2007 narušeno při těžbě pádem větve na sondu. Opakované pokusy uvedení sondy do

provozu se zatím nedaří. Z doposud provedeného měření však vyplývá, že při srovnání s vývojem úrovní objemových vlhkostí půdy, vykazuje úroveň hladiny vody odlišné, často protichůdné výkyvy. Například v roce 2007 se hladina v toku udržovala na vysoké úrovni, ale vlhkosti půdy klesaly. Jen v zimním období 2006/2007 hodnoty korelují. Ale je otázka, zda je vývoj v tomto období skutečně ovlivněn stavem hladiny v místním toku..



Obrázek 5. Vývoj úrovně hladiny vody v místním říčním systému Skářovka a objemové vlhkosti půdy v 10 cm (OVP10) a 60 cm (OVP60) na pasece v Mikulčickém luhu za období 2006-2008.

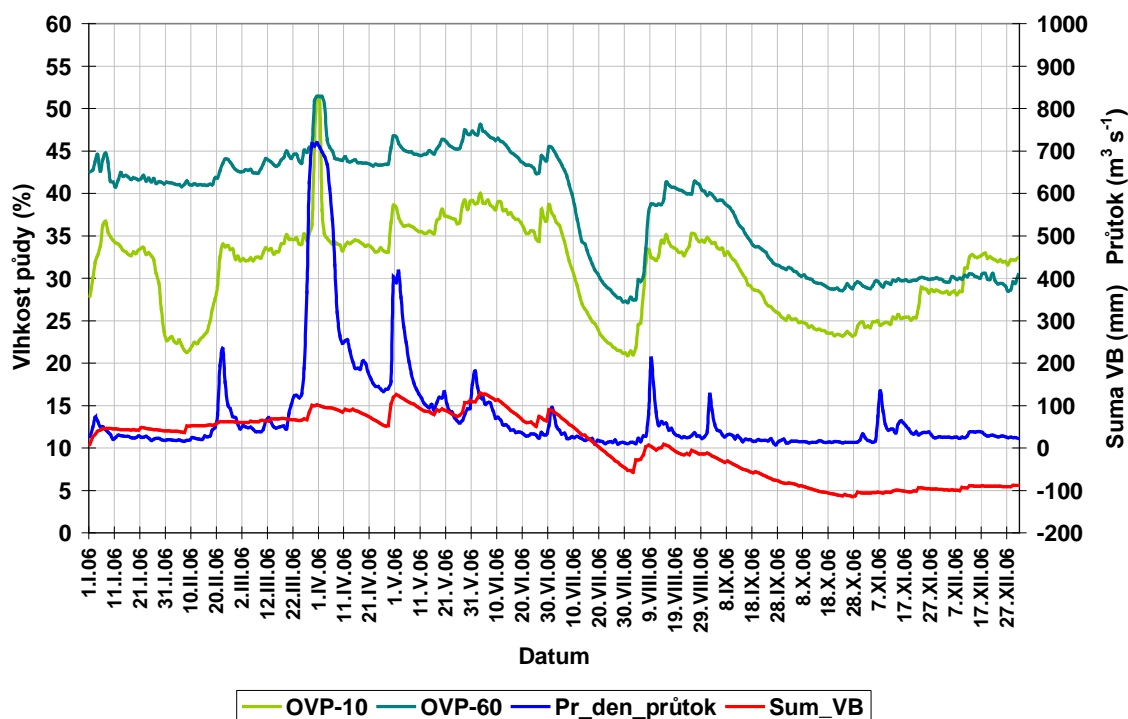


Obrázek 6. Nízký vodní stav odhalil kolmataci dna v místním říčním systému Skářovka

Průtokový režim místního říčního systému Skářovka vykazuje rysy nepravidelného režimu a měřená lokalita paseky leží o cca 1 m výš, než je průměrná hladina vody v toku. Na základě osobní zkušenosti jednoho z autorů článku (viz obrázek 6) bylo v době velmi nízkého stavu vody, při přesunu sondy s tlakovým čidlem do středu toku zjištěno, že dno je

kolmatováno vrstvou nepropustného jemného bahna

Do analýzy vývoje objemové vlhkosti půdy byl zahrnut i vývoj průtokového režimu v páteřním toku Mikulčického luhu – řeky Moravy a vláhová bilance. Na obrázku 7 je znázorněn vzájemný vývoj průtoků v řece Moravě, integrální křivka denní hodnoty vláhové bilance a objemových vlhkostí půd v roce 2006.



Obrázek 7. Vzájemný vývoj průměrných denních průtoků v řece Moravě (podle limnigrafické stanice Strážnice), integrální křivky denní hodnoty vláhové bilance a objemových vlhkostí půd OVP10 a OVP60 v roce 2006.

Na základě regresní a korelační analýzy byl odvozen regresní model definující vývoj objemových vlhkostí půd. Pro vývoj OVP10 byl odvozen regresní model ve tvaru

$$\text{OVP10} = 0.0104 \text{ Průtok} + 0.0389 \text{ VB} + 29.9452, \quad (2)$$

pro vývoj OVP60 regresní model ve tvaru

$$\text{OVP60} = 0.0042 \text{ Průtok} + 0.0796 \text{ VB} + 37.3694. \quad (3)$$

Vývoj OVP10 v průběhu celého roku 2006 byl použitými nezávislými proměnnými vysvětlen dle determinantu z 47.9 %, z 52.1 % je vývoj ovlivněn jinými faktory, např. úrovní hladiny podzemní vody. Podle parciálních koeficientů de-

terminace dosahuje váha vlivu průtokového režimu 9.5 % a váha vlivu stavu vláhové bilance dosahuje 38.4 %. Vývoj OVP60 v průběhu celého roku 2006 byl použitými nezávislými proměnnými vysvětlen dle determinantu z 88.1 %, z 11.9

% je vývoj ovlivněn jinými faktory. Podle parciálních koeficientů determinace dosahuje váha vlivu průtokového režimu 3.8 % a váha vlivu stavu vláhové bilance dosahuje 84.3 %. Velmi malý vliv průtokového režimu je dán jednak výškovým rozdílem mezi měřenou úrovní objemové vlhkosti půdy a průměrnou výškou hladiny vody v korytu řeky Moravy dosahující u OVP60 1.6 m a u OVP10 2.1 m, jednak vzdáleností koryta od paseky (cca 1000 m). Vyšší vliv průtoků u horizontu OVP10 může být způsoben povodňovým stavem, který vyvolal v Mikulčickém luhu rozsáhlý povrchový rozliv vody. Voda se v terénních depresích držela cca dva měsíce od kulminace povodně. Vyloučena není ani kolmatace dna koryta řeky Moravy. Pro chybějící data rok 2007 a 2008 zatím analyzován nebyl.

### **Závěr**

Z analýzy vývoje teplotních poměrů paseky v lokalitě Mikulčického luhu za období 1.1. 2006 až 31.7. 2008 vyplývá vzestupný trend – lokalita se otepluje. Podle růstového trendu vzrostla průměrná denní teplota vzduchu z hodnot 9.0 °C na 13 °C. Z analýzy vlhkostních poměrů vyplývá, že objemová vlhkost půdy měřená v 10 vykazuje mírně růstový trend z 31% na 33%, objemová vlhkost půdy měřená v 60 cm vykazuje výrazně poklesový trend ze 40% na 35%. Dále bylo zjištěno, že řada výraznějších srážkových epizod dokáže bezprostředně zvyšovat

objemové vlhkosti půdy i v půdním horizontu 60 cm. Tato vlastnost nivních půd Mikulčického luhu se plně projevila při regresní a korelační analýze celého roku 2006.

Z této analýzy vyplývá, že vývoj OVP10 v průběhu celého roku 2006 byl nezávislými proměnnými průtokovým režimem v řece Moravě a integrální křivkou vláhové bilance vysvětlen dle determinantu z 47.9 %, z 52.1 % je vývoj ovlivněn jinými faktory, např. úrovní hladiny podzemní vody. Podle parciálních koeficientů determinace dosahuje váha vlivu průtokového režimu 9.5 % a váha vlivu stavu vláhové bilance dosahuje 38.4 %. Vývoj OVP60 v průběhu celého roku 2006 byl použitými nezávislými proměnnými vysvětlen dle determinantu z 88.1 %, z 11.9 % je vývoj ovlivněn jinými faktory. Podle parciálních koeficientů determinace dosahuje váha vlivu průtokového režimu 3.8 % a váha vlivu stavu vláhové bilance dosahuje 84.3 %.

Průtokový režim místního říčního systému Skářovka vykazuje rysy nepravidelného režimu. Z doposud provedeného měření však vyplývá, že při srovnání s vývojem úrovní objemových vlhkostí půdy, vykazuje úroveň hladiny vody odlišné, často protichůdné výkyvy. Příčinou je pravděpodobně kolmatace dna koryta toku. Například v roce 2007 se hladina v toku udržovala na vysoké úrovni, ale vlhkosti půdy klesaly.

Teplotní i vlhkostní poměry Mikulčického luhu byly ovlivněny jarní povodní v roce 2006, která kulminovala na přelomu března a dubna .

### **Poděkování:**

*Práce vznikla v souvislosti s řešením výzkumného záměru MSM č. 6215648902 „Lužní lesy – obhospodařování z pohledu využívání dřeva jako obnovitelné suroviny“.*

### **Literatura:**

Hadaš P., Prax A., 2001: Stress factors of soil moisture regime in floodplain forests. *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 20, Supplement 1/2001, p. 143-162.



- Hadaš P., 2002: Globální a UV složka radiace pro libovolné expozice reliéfu vyšších poloh Moravskoslezských Beskyd – modelový výpočet. *Beskydy*, 15: 31-38.
- Kolektiv, 2007: Hydrologická ročenka České republiky - 2006. ČHMÚ Praha, 195 str.
- Meloun, M., Militký, J., 1998: Statistické zpracování experimentálních dat. EAST PUBLISHING
- Turc, L., 1961: Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle. *Ann. Agron.*, 12:13-49.