

## KOLÍSÁNÍ VODNÍCH STAVŮ A HLADINY PODZEMNÍ VODY V OBLASTI ŽIDLOCHOVICKA

Vítězslav Vlček, Tomáš Středa

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67, Brno.

E-mail: [xvlcek1@mendelu.cz](mailto:xvlcek1@mendelu.cz)

### Abstract:

In this contribution the impact of river on the level of underground water within one year or long-term period was presented on the example of river flood-plain. Soil type of selected locality is the Gleyic Fluvisols (old Czech name is Wold Soils). This Soil type is created in river and creek wold i.e. from floods sediments. These areas were drained in former times and water courses were regulated by human activity as reaction to annual floods. The results of 13 years monitoring of Svatka river dynamics and level of underground water on clay-loam arable soil of maize production region are presented. On experimental area Žabčice (close to Židlochovice) the level oscilation of underground water within one year or long-term period (1995–2007) was shown. Weekly data of underground water level come from drill-hole VB0326 Nosislav (belongs to CHMI network). Weekly data of Svatka water level come from measure point 4620 Židlochovice (also CHMI network). Moisture soil regime of experimental area is influenced by Svatka river and its tributaries (mainly Šatava). Experimental area is on the clay-loam arable soil with high amount of fine particles i.e. particles < 0.01 mm (to 69.40%). Profile is very dry and rifts can be created. Yearly average level of underground water is 130 cm and can reach the surface occasionally. Reduction features are obvious from the depth of 70 cm. From the results the dynamics of underground and surface water in Svatka river is obvious. There is a sharp peak in vernal term (137 cm in March) of surface water. From April to June water level decreases approx. on level of 88 cm. Remaining part of the year has a relatively normal level of water without fluctuation. Yearly level of Svatka river is 98 cm. Underground water fluctuation copies fluctuation of surface water in river and its tributaries. The culmination occurs in March (underground water is 110 cm) and small decrease in period of June to September (average level of underground water is 150 cm). Retardation of culmination in drill hole Nosislav is approx. one week. The speed of wave is 10 mm.min<sup>-1</sup>, which is evaluated as very high.

**Keywords:** underground water, Svatka river, river flood-plain

### Úvod

Pro rostlinnou produkci má podstatný význam zásoba tzv. půdní vody. Přírodními zdroji půdní vody jsou vodní toky, voda srážková a podzemní vody. Obsah vody v půdě se obvykle pohybuje mezi hydrolimity bod vadnutí a polní vodní kapacita. Bod vadnutí je definován jako nejnižší půdní vlhkost, při které jsou rostliny ještě schopné z půdy získávat vláhu. Polní vodní kapacita je stav, kdy jsou kapilární póry plně zaplněny vodou. Po překročení optimálního rozpětí (dlouhodobém převlhčení půdy) dochází k hromadění pro kořeny toxického CO<sub>2</sub> v půdě, anaerobnímu stresu

pletiv (hypoxii) a uhnívání kořenů rostlin. Dynamiku změn půdní vlhkosti v průběhu roku popisují např. Novák et al. (2002). Roční chod vlhkosti půdy se vyznačuje výrazným nárůstem většinou na počátku roku (leden až březen). V tomto období je minimální evapotranspirace a infiltrace se omezuje pouze na krátká období tání sněhové pokrývky. Do půdy se najednou dostává velké množství vody a dochází k rychlému nasycení. Vysychání půdy po takové saturaci trvá řádově týdny a v jeho průběhu stačí i slabší srážky k opětovnému nasycení. Nejvlhčí měsíce (květen až říjen) jsou zároveň nejteplejší a vlhkost půdy je tak ovlivňována intenzivním výparem,

respektive evapotranspirací. Infiltrace srážkové vody je v tomto období kontinuální a půda ji tak může snadno transportovat. K přesycení půdy vodou může v tomto období dojít zejména při opakovaných přívalových srážkách.

Nejdůležitějším zdrojem půdní vody jsou atmosférické srážky. Poutání srážkové vody je však různé, vždy závislé na zrnitostním složení půd (Kolektiv autorů, 1961–1970). Většina fluvisolů (nivních půd) jsou velmi mladé (desetiletí, staletí) holocenní půdy. Fluvisoly říčních údolí se vyvíjejí z povodňových sedimentů hlinitopísčité až jílovitohlinité zrnitosti. Mají nejčastěji hnědou až červenohnědou barvu. Představují sedimenty snesené erozí a akumulované v nivě řeky. U řek s aktivní inundací se nivní sedimenty ukládají každoročně. Jsou vrstevnaté s nepravidelným rozložením obsahu humusu v profilu. Jsou to půdy s příznivým reliéfem. Blízkost řeky zajišťuje vodu pro závlahy. Po provedení regulací toků přestává charakteristický režim záplav. Dochází k homogenizaci půdního profilu eliminací jeho vrstvení fyzikálními a především biologickými procesy. Půda přechází v postnivní stádium a stává se reliktní fluvizemí. U těchto půd se začínají uplatňovat znaky vývoje k „zonálním“ půdám dané oblasti. Těmito znaky jsou tvorba mocnějšího humózního horizontu ve stepních a lesostepních podmínkách, dále vyuhování iontů, migrace jílu a acidifikace půdy. Využití fluvisolů závisí na úrovni kontroly vodního režimu stanoviště, jeho ochrany před záplavami, na jeho drenáži či zavlažování. V mírném pásmu se fluvisoly regulovaných toků využívají nejen pod trvalými travními porosty, ale i jako vysoce produktivní orná půda (Němeček a kol. 1990).

## **Materiál a metodika**

Monitorovaná plocha se nachází na pokusném pozemku Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně v katastru obce

Žabčice (20 km jižně od Brna). Rovinatý pozemek je situován v nivě řeky Svratky v průměrné nadmořské výšce okolo 184 m n. m. Řeka Svratka (Obr. 1a) a její pravostanný přítok říčka Šatava (Obr. 1b) výrazně ovlivňují hydrický režim půd v oblasti (Středa, Vlček, Rožnovský, 2007). Podle agroklimatického členění (Kurpelová, Coufal, Čulík, 1975) je lokalita řazena do makrooblasti teplé, oblasti převážně teplé, podoblasti převážně suché, okrsku s převážně mírnými zimami. Z hlediska zemědělské kategorizace se jedná o kukuřičnou výrobní oblast. Roční teplotní normál v období 1961–1990 činí 9,2 °C, roční srážkový normál 483 mm.

Zrnitostně těžká půda, fluvizem glejová (FLq), je vytvořena na holocenních, vápenitých nivních usazeninách. Prakticky celý profil je jílovitohlinitý (49,3 – 58,3 % jílnatých částic), v hloubce okolo 50 cm se potom vyskytuje zrnitostně těžší úsek, který je jílovitý (69,4 % jílnatých částic). Půdní profil je pod stálým vlivem podzemní vody, což má za následek intenzivní glejový proces, jehož intenzita s hloubkou roste. Redoximorfnní znaky jsou patrné již od hloubky 70 cm. Jednu vrstev fluvizemě tvoří i šedý štěrka s příměsí písku, který je nesoudržný, zvodnělý, s maximálním průměrem valounů 6 cm, ojediněle až 15 cm. Tato vrstva obstarává základní „distribuci“ vody a je odpovědná za rychlost odezvy mezi vrtem a vodním tokem. Základní půdní hydrolimity orničního profilu (zao-krouheno): bod vadnutí: 19 % obj., retenční vodní kapacita: 27 % obj. a plná vodní kapacita 43 % obj. K hodnocení stavů hladiny podzemní vody byla použita data z vrtu VB0326 Nosislav (dříve Unkovice) sítě ČHMÚ, který se nachází na okraji pokusné plochy (podrobně na Obr. 2). Na tomto vrtu jsou prováděna měření s týdenní četností. Kolísání hladiny vody ve Svatce je silně ovlivněno Brněnskou přehradou, nacházející se proti proudu na Svatce, nad městem Brnem. Data vodních stavů řeky Svratky pochází z vodoměrné

stanice č. 4620 Židlochovice. Týdenní hodnoty byly získány zprůměrnováním údajů z automatického limnigrafu, měřícího v desetiminutovém kroku.

## Výsledky

Výsledky třináctiletého monitoringu dynamiky stavů podzemní vody na orné půdě v nivě řeky a povrchových vod řeky Svatky jsou uvedeny v Grafech 1 až 3. Prezentovány jsou výstupy z období od 1.1.1995 do 31.12.2007.

V Grafu 1 je patrné kolísání hladiny v řece Svatce a ve vrtu v rámci roku zprůměrované za období 1995–2007. Ve Svatce je vidět poměrně výrazný kulminační vrchol zhruba v období března (137 cm). Do června pak následuje pokles hladiny přibližně na úroveň 88 cm. Podobné hodnoty by následovaly i v červenci. Vzestup červencových hodnot je způsoben zejména záplavami v roce 1997, kdy byla hladina ve Svatce v průměru 280 cm, což významně ovlivnilo průměrné hodnoty tohoto měsíce. Následuje poměrně vyrovnaný průtok po zbylou část roku zčásti ovlivněný („shlazený“) Brněnskou přehradou. Průměrně se hladina vody ve Svatce pohybovala okolo hodnoty 98 cm.

Hladina podzemní vody poměrně věrně kopíruje kolísání hladiny vody ve Svatce, respektive v jejích přítocích. I zde je vidět kulminaci v březnu (hladina podzemní vody 110 cm pod povrchem) s mírným poklesem hladiny v době vegetačního období (cca VI–IX). Hladina podzemní vody je v této části roku v průměru 150 cm pod povrchem. Dochází k výraznému prosychání profilu s tvorbou profilových trhlin hlubokých i několik desítek centimetrů (Obr. 3). Mírný vzestup pak následuje na podzim, případně v zimě. Hladina podzemní vody je v průměru v hloubce 132 cm, zejména v jarním období může krátkodobě dosahovat i k povrchu půdy. Kolísání hladiny podzemní vody není tak výrazné jako kolísání vody v řece Svatce a postrádá extrémní rychlé „výkyvy“. Je to

dáno zejména prostředím, které tvoří půda o různé zrnitosti. Rychlost odezvy je pak závislá na zrnitostním složení půdy – čím je půda zrnitostně těžší, tím je odezva pomalejší. Řádově se však rychlost odezvy pohybuje v mm/minutu i ve štěrkopiscích.

Skutečný průběh stavů řeky Svatky a hladiny podzemního vrtu za celé sledované období jsou uvedeny v Grafu 2. Z hlediska vodního režimu oblasti, jeho vlivu na půdní podmínky a vegetaci (zemědělsky intenzivně obhospodařovaná krajina), jsou významné zejména epizody povodňových stavů (1997 a 2006) a suchá období v letech 2003 a 2004. Grafické vyjádření stavů použitím klouzavého průměru, eliminující extrémní výkyvy je uvedeno v Grafu 3. I v tomto případě je patrná dobrá shoda mezi stavy Svatky a stavy hladiny v podzemním vrtu.

Zpoždění kulminační vlny je v Nosislavském vrtu oproti řece Svatce přibližně 7 dnů. Nejbližším recipientem je zde říčka Šatava (cca 100 m od vrtu). Šíření podzemní vody se děje zejména preferenčním tokem, v našem případě níže ležící štěrkopískovou vrstvou, která funguje jako vodič (jinak by byla rychlost odezvy podstatně pomalejší). Rychlost odezvy mezi vodním tokem a vrtem může být v některých případech částečně ovlivněna i srážkami a následným vsakem, případně rozmístěním srážek v povodí (zda prší na celé ploše povodí či je na lokalitě sucho a stoupá pouze hladina vody v recipientu). Na příkladu v Grafu 4 a 5 jsou zachyceny průběhy dvou, pro lokalitu typických odezev.

## Závěr

- Během třináctiletého sledování hladiny podzemní vody na pokusné lokalitě Žabčice byly zaznamenány dlouhotrvající epizody půdního sucha (zejména v letních měsících), stejně jako období s dlouhodobým přesycením půdy vodou (jarní měsíce a krátká období po

intenzivních srážkách v letních měsících).

- Vysoký obsah jílnatých částic v monitorované půdě (až 69,40 %) výrazně omezuje průsak srážkových vod do hlubších vrstev a způsobuje intenzivní vztlínání spodní vody.
- Intenzivní vliv podzemní vody souvisí s vodním režimem blízké řeky Svratky a jejich přítoků. To dokumentují stavy hladiny podzemní vody z vrtu sítě ČHMÚ a
- 

stavy řeky Svratky z vodoměrné stanice Židlochovice.

- Hladina podzemní vody vystoupila v roce 2006 až na 50 cm pod povrch půdy, tj. na úroveň jako při povodních v roce 1997.
- Rychlost odezvy mezi měřícím bodem vrtu a hladinou vody v povrchovém toku je dána zejména zrnitostním složením respektive preferenčním prouděním, které je dáno zrnitostně nejlehčím horizontem nacházejícím se v dosahu podzemní vody.

### Poděkování

Práce vznikla jako výstup projektu MŠMT ČR č. 2B06101 s názvem „Optimalizace zemědělské a říční krajiny v ČR s důrazem na rozvoj biodiverzity“.

### Použitá literatura

- Kolektiv autorů. *Komplexní průzkum půd ČSSR – průvodní zpráva okresu Brno-venkov*, 1965. 160 s.
- Kurpelová, M., Coufal, L., Čulík, J. *Agroklimatické podmínky ČSSR*. Hydrometeorologický ústav, Bratislava, 1975, 270 s.
- Němeček, J. Smolíková L. Kutílek M. *Pedologie a paleopedologie*. Praha: Academia 1990. 552 s.
- Novák, P. et al. *Monitorování sezónních změn půdní vlhkosti metodou pulzní reflektometrie*. Zprávy o geologických výzkumech v roce 2002. Česká geologická služba, 2002, s. 199-200. ISBN 80-7075-610-1.
- Středa, T., Vlček, V., Rožnovský, J. *Dynamika půdní vlhkosti za extrémních srážkových situací*. In „Proceedings of abstract of International Scientific Conference Bioclimatology and Natural Hazards“. Zvolen: Slovak Bioclimatology Society at the Slovak Academy of Sciences, 2007, s. 193. ISBN 978-80-228-1760-8.

## Tabulková a grafická příloha

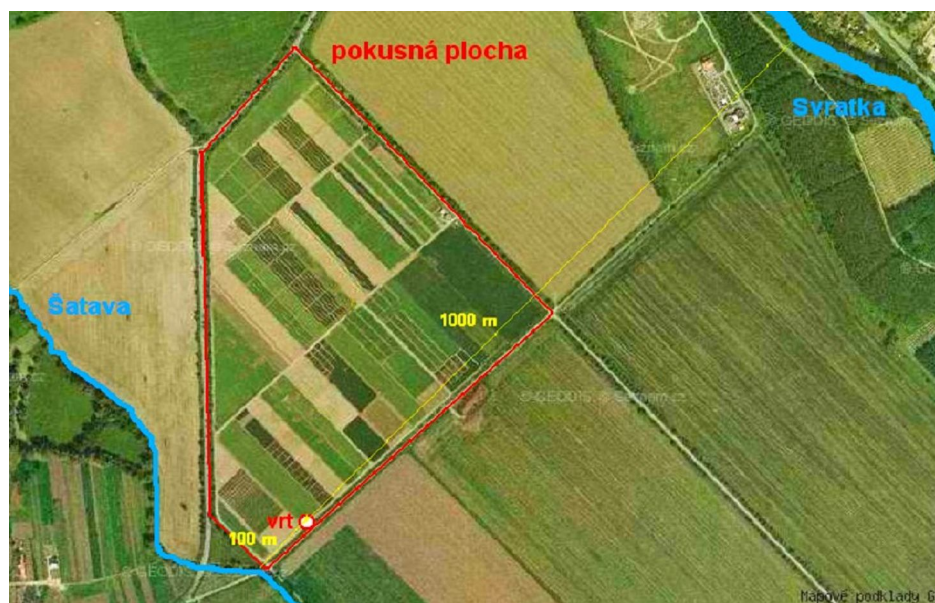


a)

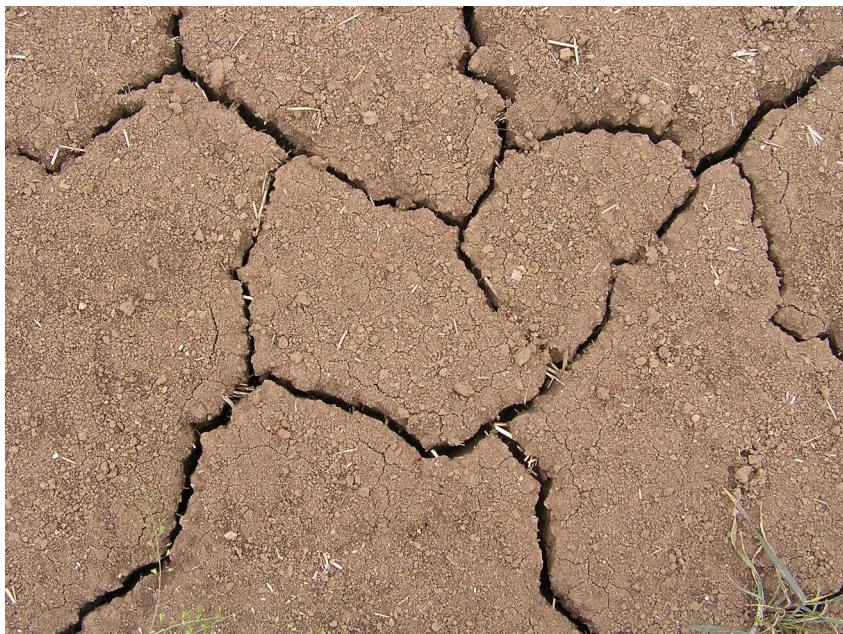


b)

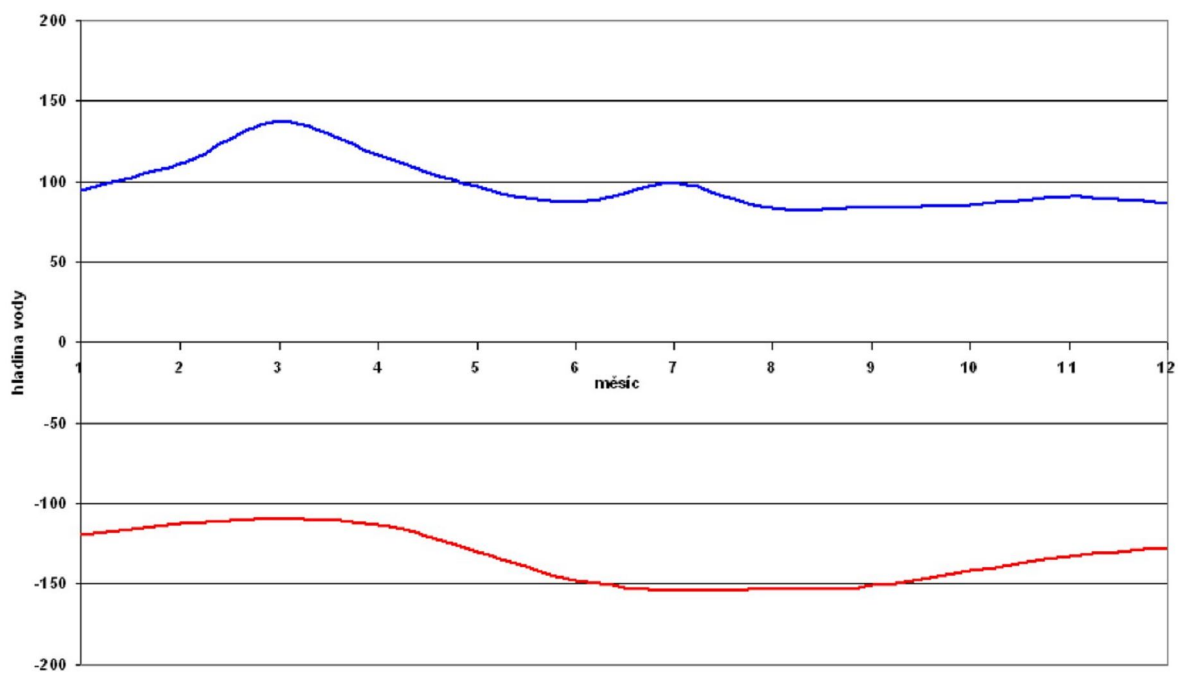
Obr. 1 řeka Svatka (a) a Šatava (b) Foto V. Dostál



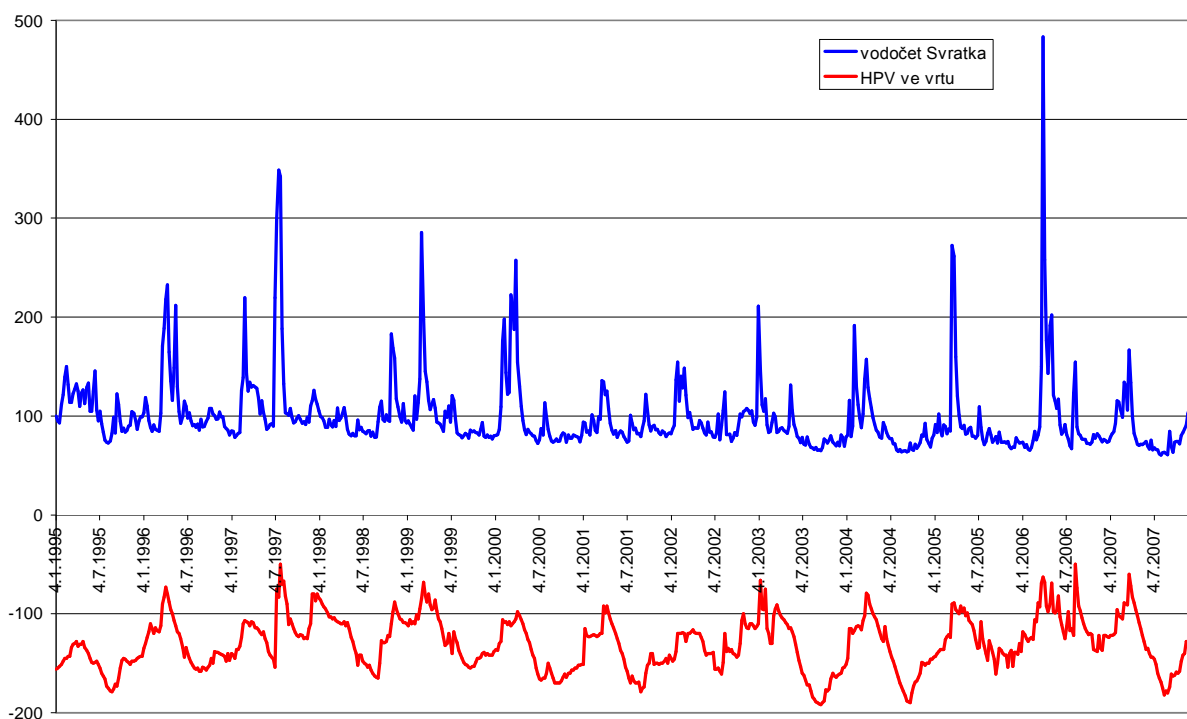
Obr. 2 Pokusná plocha. Situační plán. Mapový podklad: zdroj GEODIS



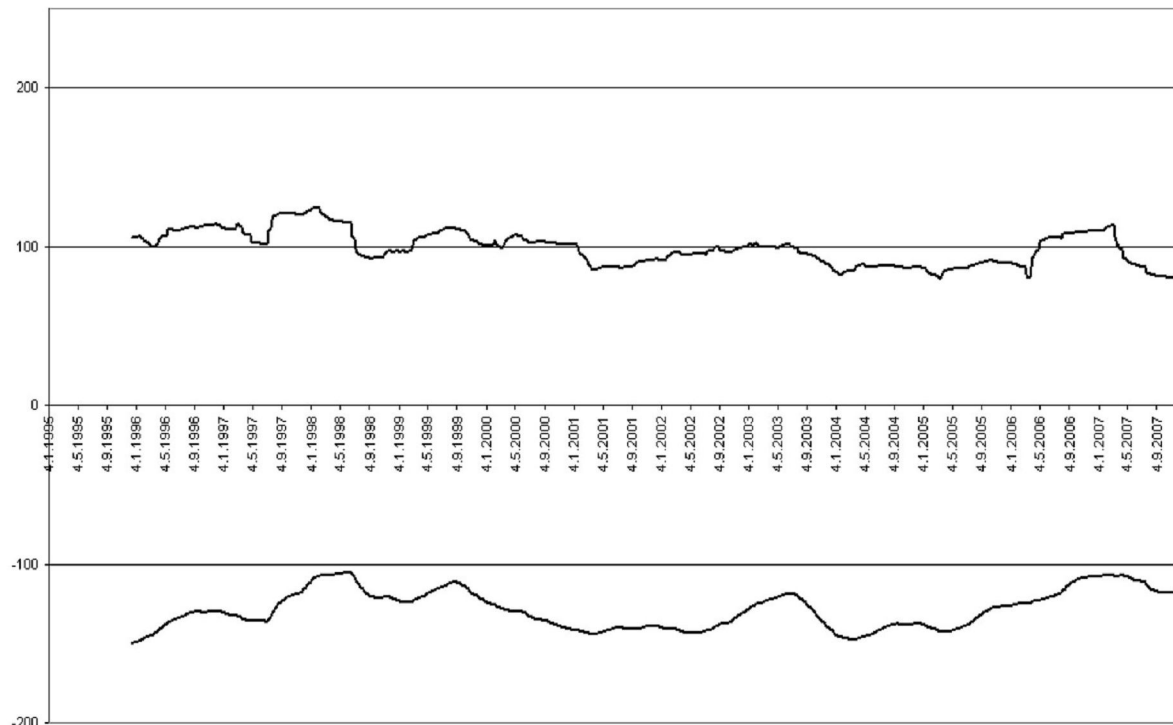
**Obr. 3** Prosušování svrchní části ornice na pokusné lokalitě v roce 2007



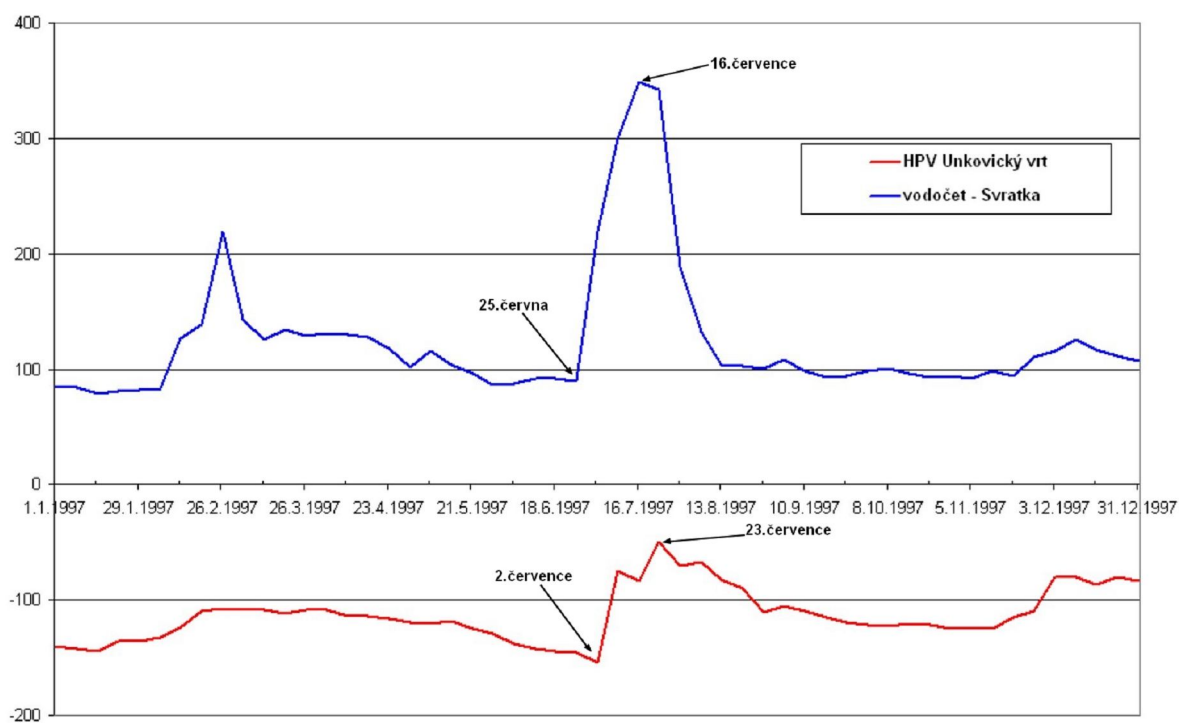
**Graf 1** Průměrné měsíční hladiny podzemní vody (červeně) a vody ve Svratce (modře) v letech 1995–2007.



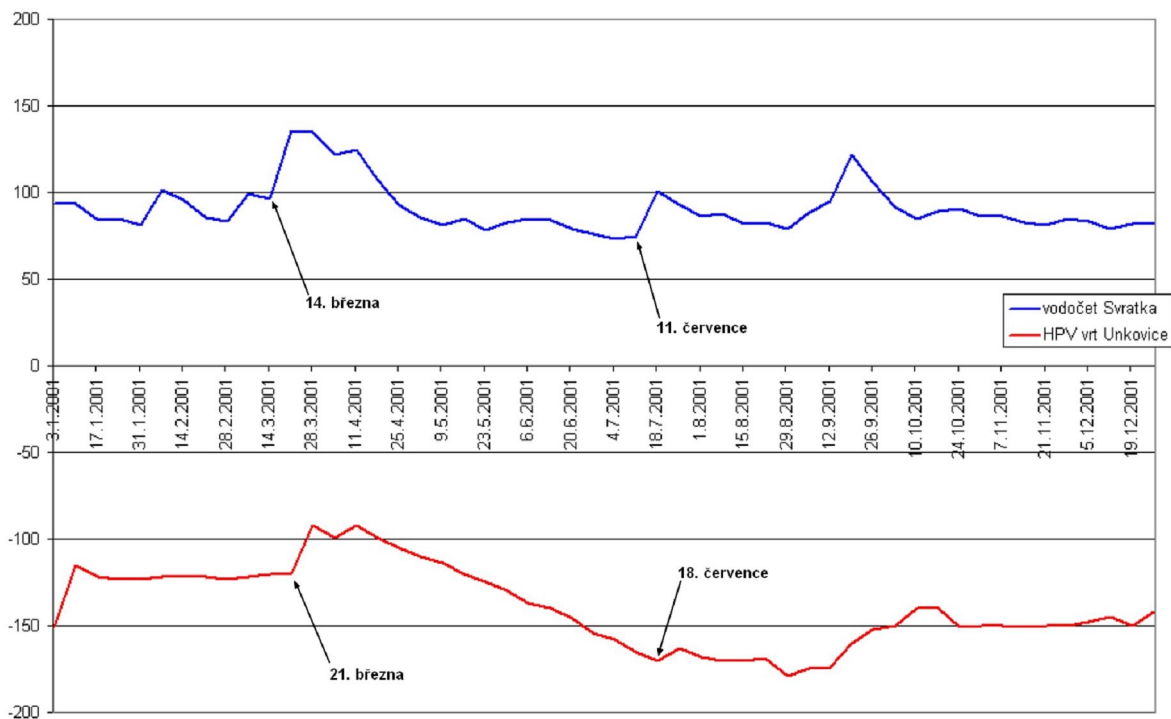
**Graf 2 Kolísání hladiny podzemní vody v podzemním vrtu a v řece Svatce v období 1.1. 1995–31.12.2007**



**Graf 3 Spojnice trendu kolísání hladiny podzemní vody v Nosislavském vrtu a v řece Svatce ve sledovaném období (klouzavý průměr /50)**



**Graf 4** Ukázka průběhu kulminační vlny vody ve vrtu oproti vodočtu ve Svatce v roce 1997



**Graf 5** Ukázka průběhu kulminační vlny vody ve vrtu oproti vodočtu ve Svatce v roce 2001