

POSSIBILITIES OF ULTRASOUND AND PRESSURE SENSORS USAGE FOR FLOW RATE MEASUREMENT OF SMALL FOREST STREAMS - DEFINITION OF USAGE LIMITS

MOŽNOSTI VYUŽITÍ ULTRAZVUKOVÝCH A TLAKOVÝCH SOND PRO MĚŘENÍ PRŮTOKŮ NA LESNÍCH TOCÍCH A STANOVENÍ PODMÍNEK POUŽITÍ

Datinský J., Kupec P.

Department of Landscape Management, Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Czech Republic

E-mail: DatinskyJiri@seznam.cz

ABSTRACT

One of the main goals of water management measurements in river (stream) basins is realisation of measurements with minimal influence to ecosystem relationships or relationships within the ecosystems. Realisation of described measurements is possible only in case of having accurate data measured on concrete site. Accuracy and long-termination of measured data are the presumption of carefully and appropriate realisation of water management measurements with minimal negative impact to environment. In case of torrent and water management constructions building on small forest streams is necessary to know accurate values of flow rate for correct dimensioning of mentioned construction. Over-dimensioned torrent and water management constructions may have negative influence to water ecosystems and also economic aspects of those constructions may not be generally acceptable. Given article presents method and the first results of flow rate measurement on small forest stream in University Forest Enterprise Masaryk Forest Křtiny area. The method of usage of ultrasound and pressure sensors implemented to condition of small forest stream by using Thompson spillway panels was applied for presented results obtaining.

Key words: flow rate measurement, ultrasound sensor, pressure sensor, small forest stream

ÚVOD

Výstavba melioračně-vodohospodářských staveb na lesních tocích je v poslední době velmi diskutovanou otázkou, jak z hlediska ekologického, tak ekonomického. Při výstavbách se mnohdy nepočítá se skutečnými hodnotami průtoků, které jsou směrodatné pro nadimenzování velikostně vhodné stavby. Důsledkem toho jsou stavby, které pro svou velikost v letních měsících zcela zastaví tok nebo stavby neplní svůj účel.

Účelem této práce je předložit lesnické veřejnosti a stavebním firmám zabývajícím se výstavbou vodních děl metodu, která spolehlivě a přesně stanoví průtoky v dané lokalitě jako podklady pro technické stavební výpočty. Tímto nástrojem lze docílit šetrnějších zásahů na životním prostředí, nižší nákladovosti a zvýšení účinnosti staveb.

Tato práce, zabývající se elektronickým měřením průtoků lesních toků pomocí přístroje Fiedler – Magr M 4016 (tlakovými a ultrazvukovými sondami), má za úkol objasnit možnosti využití tohoto způsobu měření v lesních ekosystémech a stanovit podmínky, za kterých je možno tento přístroj použít.

MATERIÁL A METODY

Lokalita

Lokalita „Babice – křižovatka“ se nachází 15 km severně od Brna mezi obcemi Babice nad Svitavou a Kanice. Rozkládá se v údolí procházející od obce Kanice směrem k železniční trati Česká Třebová – Brno. Oba svahy údolí tvoří exponované stráně bučin a smrčín všech věkových tříd. Podél toku se vyskytují olšiny. Samotný tok nad místem měření prochází lesními porosty v délce cca 1,5 km. Koryto potoka je tvořeno dvěma pevnými břehy s hlinito-písčítým dnem s občasným výskytem větších valounů. Průměrný průtok se pohybuje od 0,2 – 0,5 l/s. Spád toku - 0,5 až 1,5%. Volba tohoto toku je odůvodněna trvalostí a vyrovnaností průtoku během celého roku.

Obr. č. 1: Měrný profil v lokalitě „Babice – křižovatka“



Metoda

Měření průtoků je realizováno sestavou složenou z řídicí jednotky – datalogeru M4016, ultrazvukové a tlakové sondy, mobilní masky Thomsonova přelivu a kabeláže a adjustačních prvků.

Záznamová a řídicí jednotka typu M4016 vznikla na základě dlouholetého vývoje firmy Fiedler-Mágr a dvou významných vodárenských společností. Přístroj má široké uplatnění v celé řadě aplikací. Využívá se například pro řízení a monitoring malých ČOV a malých úpraven vody a ČS. Uplatňuje se v limnigrafických stanicích a meteostanicích nebo při měření a registraci průtoků a hladin v kanalizačních sítích.

Jednotka M4016 představuje programovatelný řídicí automat a ve spojení s ultrazvukovými nebo tlakovými snímači hladiny i vícenásobný průtokoměr. Pracovní teplotní rozsah je stanoven na -30 až +60 °C, hmotnost přístroje je 3,5 kg včetně akumulátoru. K dispozici je 16 dynamicky obsazovaných záznamových kanálů pro měření a archivaci průtoků, hladin, tlaků a mnoha dalších veličin.

Zdroj napětí představuje vestavěný gelový akumulátor 12/9Ah (alt. 6V/12Ah). Výdrž baterie se pohybuje podle typu a počtu od jednoho týdne do jednoho roku (použití 3Vtechnologie).

Přípojná deska jednotky je pevně zabudována ve spodní části řídicí jednotky a zalita nepříznivému prostředí odolnou těsnící hmotou. Elektronika jednotky je uzavřena a utěsněna v hliníkovém odlitku a je ošetřena speciálním lakem proti vlhkosti. Tyto úpravy zvyšují odolnost jednotky, takže je možné ji bez obav nasadit i v nevytápěných prostorách, či přímo v terénu (viz obr.č.2).

Vlastní nastavení parametrů jednotky a základní zpracování změřených dat se uskutečňuje prostřednictvím programu Most. Změřená a uložená data se stahují ručně pomocí notebooku. Program umožňuje tabulkové a grafické zobrazení naměřených hodnot, průměrování, stanovení mezních hodnot, výpočty proteklého množství, tisk naměřených dat ve formě zprávy, či export do textového souboru nebo přes SQL server. Lze nadefinovat také několik složených logických a časových podmínek spínání přístroje.

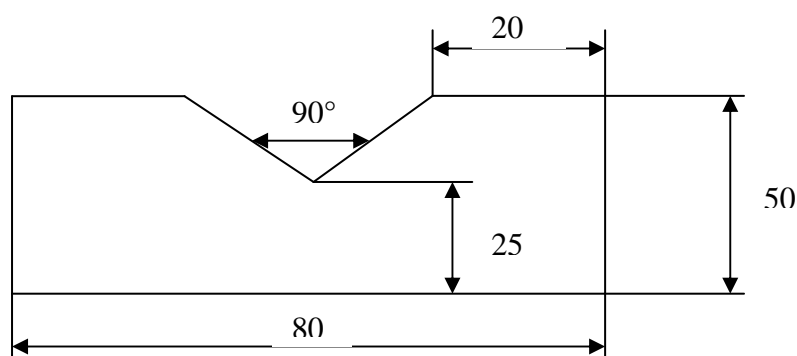
Obr. č. 2: Řídicí jednotka Fiedler-Mágr M 4016



Mobilní masky Thomsonova přelivu jsou vyrobeny z válcovaného 3mm silného plechu s nerezovou povrchovou úpravou – rozměry masky použité pro měření lokality „Babice – křižovatka“ - viz obr.č.3.

Tyto rozměry lze použít na tok o šířce do 60 cm za podmínky nezvýšeného průtoku. V případě větší šíře toku se musí použít maska delších rozměrů, aby došlo k úplnému zachycení vody (požadavek nepropustnosti). Je-li průtok, např. vlivem vyššího úhrnu srážek, zvýšen, doporučuje se použití větší tloušťky plechu v kombinaci s vyšším počtem opěr. Měříme-li průtoky velmi malých hodnot, instalujeme masku se 60° výřezem.

Obr. č. 3: Rozměry masky Thompsonova přelivu použitého pro měření lokality „Babice – křižovatka“ (kóty v cm)



Instalace přelivu se provádí nejlépe v místech oboustranného zaříznutí toku. Je-li tok rozlitý, bez výraznějších břehů, je instalace náročnější na boční utěsnění. Důležitým předpokladem pro kvalitní utěsnění je i materiál tvořící dno. Nejlépe se jeví hlinito-písčité dno. Přeliv instalujeme kolmo na směr toku. V místě umístění prokopeme rýhu pomocí krumpáče, do které masku umístíme. Důležité je dodržet horizontální i vertikální kolmost (použití vodováhy). Proti vychýlení se používá ocelových opěr (viz obr. č. 4). Přeliv se snažíme co nejvíce zarazit pomocí kladiva do dna (rýha). Samotné utěsnění provedeme pomocí hlíny (nikoliv drnů). Těsnost přelivu se kontroluje v průběhu celého měření. Místo dopadu vodního paprsku je nutné podložit kamenem tak, aby nedocházelo k vymílání dna za přelivem (zamezení podemílání masky).

Obr. č. 4: Ocelové opěry sloužící ke stabilizaci masky přelivu



Ultrazvuková sonda typu US1200 je založena na principu měření časové prodlevy mezi vyslaným a přijatým ultrazvukovým impulsem. Sonda jsou vhodné pro měření výšky hladiny a okamžitého průtoku na otevřených měrných profilech a vodních tocích nebo pro měření výšky hladiny a objemu v nádržích apod.

Obr. č. 5: Ultrazvuková sonda US 1200



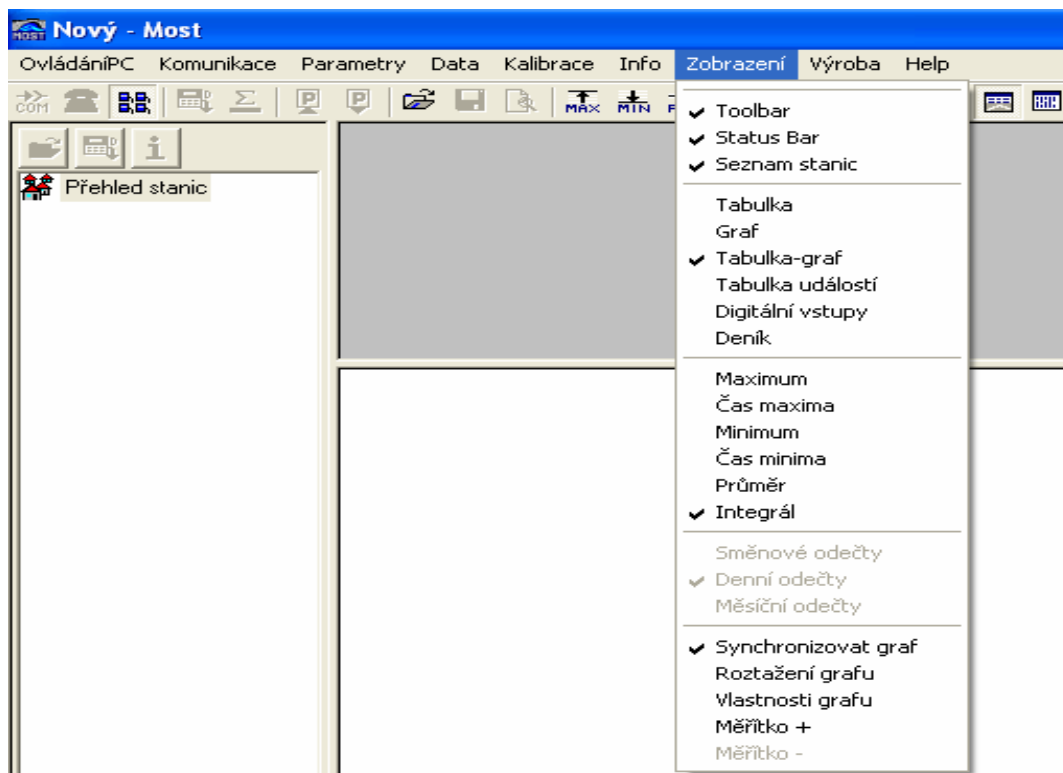
Ultrazvuková sonda US1200 má měřicí rozsah 0,15 - 1,2m, a dlouhodobá chyba měření nepřesahuje 1% z rozsahu. Teplotní kompenzace minimalizuje možnost chyby vzniklé rychlými výkyvy teplot. Napájecí napětí pro ultrazvukovou sondu je přivedeno kabelem společně se signálovými vodiči z řídicí jednotky.

Ponorný tlakový snímač hladiny snímač (tlaková sonda) slouží ke kontinuálnímu měření výšky hladiny. Existuje široká škála variant, které umožňují měření jak v prostředí čisté vody, tak i silně znečištěné kapaliny. Měřicí rozsahy jsou od 0,6 do 50m, je možné si zvolit přesnost od 0,1 do 5%. Pro měření výšek hladin v lokalitě „Babice – křižovatka“ byla zvolena sonda z rozsahem měření 0,6 – 1,5 m (viz obr.č.6).

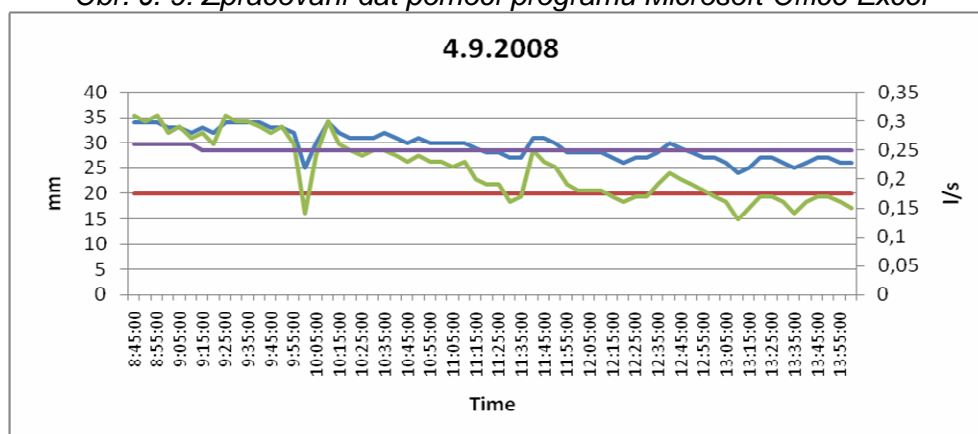
Připojení sond k přístroji se provádí pomocí kabelů, které se zapojují do bočních vstupů typu DAV (datové vstupy) na datalogeru. Jsou-li kabely připojeny, začne měření ihned po zapojení datalogeru ke zdroji napětí. Před samotným měřením je třeba nastavit přesnost měření a zápisový interval.

Změřená a uložená data se stahují ručně pomocí notebooku. Stanice si sama zapamatuje, kdy byla data naposledy stahována, a toto datum (a čas) uživateli automaticky nabídne. V programu Most lze data zpracovávat dle základní nabídky (viz obr. č. 8). Data lze exportovat pro ostatní úpravy do prostředí Microsoft Office Excel (viz obr. č. 9).

Obr. č. 8: Základní nabídka datových úprav (Most)



Obr. č. 9: Zpracování dat pomocí programu Microsoft Office Excel

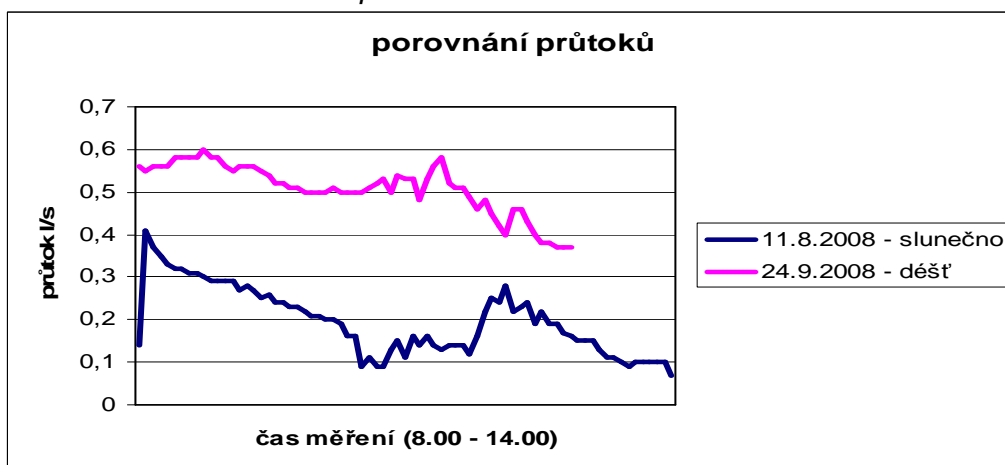


VÝSLEDKY

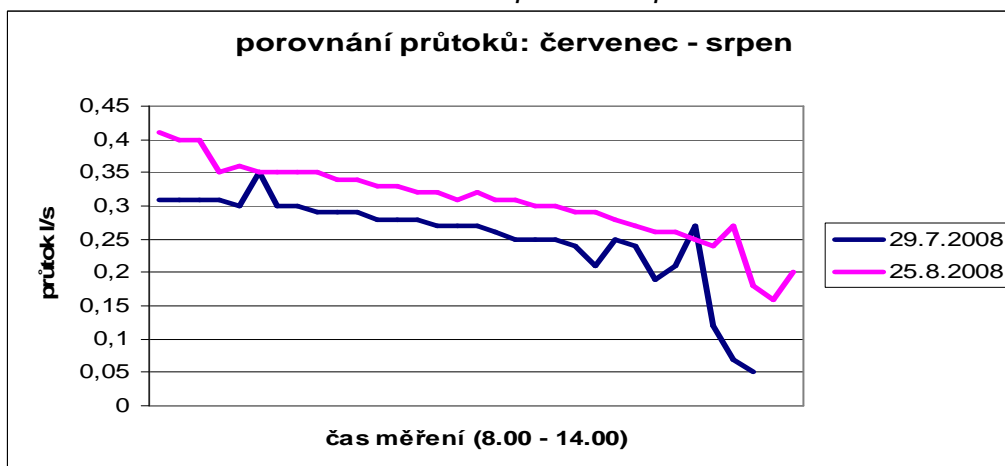
Měření v terénu se provádí na ŠLP ML Křtiny od počátku června roku 2008. Každý týden se zaměřuje 5-6 hodinová sekvence. Výsledkem každého měření je graf (viz obr. č. 9), který znázorňuje průběh kolísání průtoku na sledované lokalitě. Součástí každého měření je terénní zápisník a fotodokumentace.

Dosud zpracovaná data vypovídají o poklesu průtoku v časovém rozmezí od 8.00 do 14.00 hod a rozdílu hodnot měřených průtoků v období beze srážek a období se srážkami (viz graf č. 1). Z hlediska delšího časového horizontu je patrné, že průtok se mění při srovnatelném počasí i v rámci jednotlivých měsíců (viz graf č. 2), kdy měsíce červenec a srpen byly srážkově relativně vyrovnané. V měsíci červenci byl naměřený průměrný průtok 0,24 l/s, zatímco v měsíci srpnu 0,31 l/s. Závislost průtoku na počasí je prokazatelná. Za deštivého počasí činil průměrný průtok 0,51 l/s, slunečný den vykazoval jen 0,20 l/s. První měření uskutečněné v měsíci červenci vykazují na tlakové sondě výkyvy opakující se přibližně ve stejný časový úsek. Příčinou těchto výkyvů bylo zanášení sondy sedimenty. Při samotném měření je proto třeba sondu čistit, aby nedocházelo ke zkreslování výsledků.

Graf č. 1: Porovnání průtoků ve dnech se srážkami a beze srážek



Graf č. 2: Měsíční porovnání průtoků



ZÁVĚR

Dosud naměřené výsledky přístrojem Fiedler – Mágr M 4016 vypovídají o možnosti použití tohoto přístroje na malých tocích. Při dodržení výše uvedeného postupu a zásad měření jsme schopni dosáhnout velmi přesných výsledků. Předností je především možnost měření průtoků v delším časovém horizontu a měření okamžitých průtoků za specifických podmínek. Tímto měřením získáváme přesné informace o daném stanovišti, které lze účelně použít v mnoha případech. Mobilnost, snadné použití, lehká ovladatelnost a přesnost přístroje dává předpoklad pro všestranné využití nejen v oblasti ekologie.

LITERATURA

Štulík, K.: Elektroanalytická měření v proudících kapalinách. 1. vyd. Praha. Státní nakladatelství technické literatury, 1989, 305 s.

Staněk, V.: Fixed Bed Operations: Flow Distribution and Efficiency. 1. vyd. Praha, Academia, 1994, 267 s., ISBN 80-200-0413-0

Spencer, E. A.: Flow measurement : Proceedings of FLOMEKO 1983 : IMEKO conference on flow measurement : Budapest, Hungary, September 20-22, 1983. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1984, 327 s.

Miller, Richard W.: Flow measurement engineering handbook. 2nd ed. New York, McGraw-Hill, 1989

Cedergren, Harry R.: Seepage, Drainage and Flow Nets. 2. edit., New York, John Wiley & Sons, 1977, 534 s.

www.fiedler-magr.cz

www.ekotechnika.cz