NOVÉ SMĚRY V OBLASTI HYDROLOGICKÉ PŘÍSTROJOVÉ TECHNIKY

Tomáš Kocman, Zdeněk Kožnárek

Technický rozvoj v posledních letech přináší zásadní změny i v oblasti hydrologické přístrojové techniky. Dochází k zásadním změnám v zažitých postupech a technologiích, které se odráží i do nové metodiky měření a nových způsobů zpracování a využití měřených dat. Cílem tohoto příspěvku je zdůraznění významu a přínosu nových měřících systémů pro hydrologickou praxi. Je zaměřen především na přístrojové vybavení vodoměrných stanic a hydrometrická měření včetně stanovení průtoků.

Klíčová slova: Radarový princip, „bubble" princip, měření ADCP

***New trends in the field of the hydrological equipment**. The technological development in last years brings important changes even in the field of the hydrological equipment. It comes to the important changes in standard processes and procedures, which is reflected even in the new measurement technology and in the new ways of the measuring and data proceeding and data useThe purpose of this article consists in the emphasis of the importance of the new measuring systems for the hydrological practice. It deals almost with the instruments fittigs of the stage-discharge gauging stations and with the hydrological measurements including the discharges assessment.*

Key words: Radar principle, „bubble" principle, ADCP measurement

---

1. Měřící technika pro vodoměrné stanice

Měření stavů hladin ve vodoměrných stanicích bylo v minulosti standardně prováděno (a je ještě i v současnosti) mechanickým principem pomocí plováku a protizávaží, které byly součástí limnigrafických přístrojů se záznamem měřených dat na limnigrafický papír.

Nástup automatických měřících systémů s sebou přinesl změnu způsobu řízení sběru a záznamu měřených hodnot (datalogery) a současně i změnu principu měření stavů hladin (kontaktní, bezkontaktní čidla).

Vývoj v oblasti **datalogerů** se nyní soustřeďuje na minimalizaci jejich nároků na odběr elektrického proudu, sleduje trend vývoje interního řízení sběru a záznamu dat, unifikovatelnosti vstupů a zjednodušení a zpřístupnění datových přenosů (GPRS, SMS).

Vývoj v oblasti měřících **čidel** se zaměřuje na snižování jejich energetické náročnosti, dosahování vyšších přesností měření a na produkci nových bezkontaktních způsobů měření stavů hladin. Přínosem pro monitoring stavů hladin pro vodoměrné stanice ČHMÚ jsou zejména aplikace jiných způsobů měření než doposud standardně využívaných plovákových a manometrických sond.

Od roku 2004 je na vybraných stanicích zaváděn pro měření stavů hladin bublinkový princip (tzv. „bubble" princip) a radarové měření.
„Bubble" princip měření stavů hladin je dlouhodobě rozšířen a tradičně používán v západní Evropě. Tyto měřící systémy jsou určeny především pro lokality, kde není funkční - nebo jen omezeně - měrná šachta, resp. přívodní kanál.
Radarový princip (24 GHz) využívá výhod bezkontaktního měření stavů hladin s vyloučením ovlivnění měření změnou teploty vzduchu mezi čidlem a měřenou hladinou.

Přínos nových principů měření stavů hladin

- Podstatné snížení stavebních investic (vodoměrné stanice bez měrných šachet a přívodního kanálu)
- Zabezpečení měření na objektech s problematickou měrnou šachtou nebo přívodním kanálem
- Provoz na vlastní bateriové zdroje bez nutnosti zavádění přípojky 230V
- Jednoduchá instalace, operativnost při výběru měrného bodu



Obr. 1 Radarové měření vodního stavu hladiny
Bílovice nad Svitavou, Radar SEBAPULS, výrobce SEBA, Německo

Fig. 1 Radar water-level stage measurement
Bílovice nad Svitavou, Radar SEBAPULS, producer SEBA, Germany



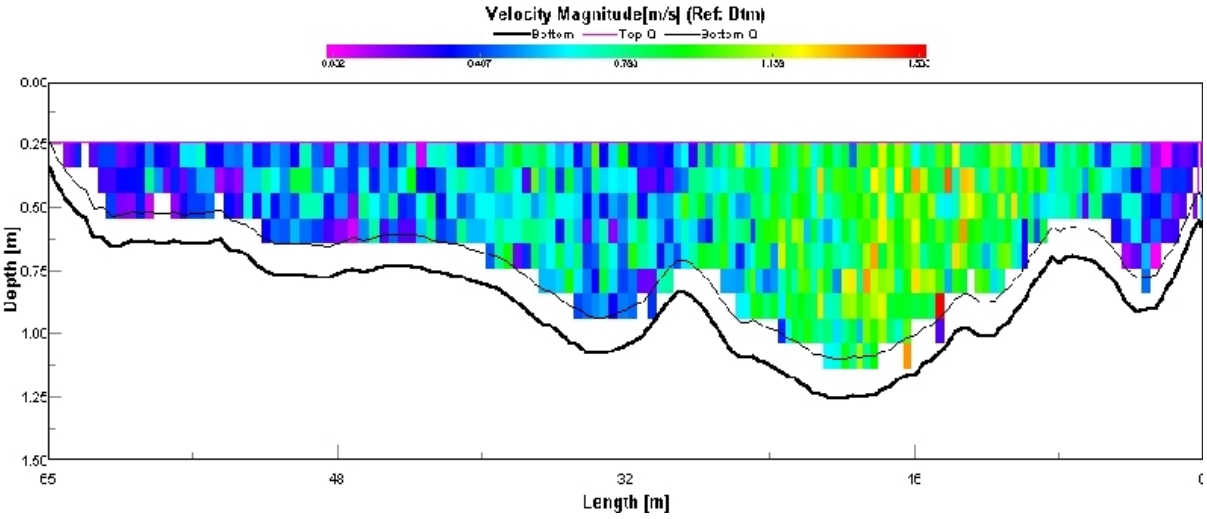
Obr. 2 „Bubble“ princip měření stavů hladin
Komponenty měřícího systému PS-LIGHT, výrobce SEBA, Německo

Fig. 2 „Bubble“ principle water-level stage measurement
Measuring system PS-LIGHT components, producer SEBA, Germany

2. Hydrometrická měření

Více než 150 let se provádí měření a výpočet průtoků z hlediska principu měření stejnou metodou. Jedná se o vyjádření průběhů rychlostí v rychlostním poli změřením bodových rychlostí vody nejčastěji pomocí hydrometrické vrtule. Princip měření spočívá ve změření rychlosti rotace vrtule za časovou jednotku v definované poloze měrného profilu.
Po celou dobu používání tohoto principu měření docházelo ke zkvalitňování jak hydrometrických vrtulí, tak zejména výpočetních postupů pro určení průtoků a rychlostních charakteristik měřeného profilu.
Moderní výpočetní postup objektivizuje v prostorovém vyjádření výpočet jako objem tělesa ohraničeného kolmou rovinou řezu a průběhy rychlostních obrazců ve svislicích a v celém profilu. Zpracování hydrometrických měření obsahuje ve své poslední verzi výpočet průtoků metodou prostorového splinu.
Jednou z posledních změn ve standardně využívané přístrojové technice byl měřící systém BIBER (výrobce OTT, Německo), který měl zabudovanou manometrickou sondu v koncové části těla vrtule a umožňoval přenos měřených dat do PC (měřená rychlost, poloha vrtule ve svislici).
Princip měření – měření rychlosti otáček v měrném bodě za časovou jednotku – zůstává ale stále stejný.

Nebývalý technický rozvoj posledních let přinesl zásadní změnu i v oblasti hydrometrických měření. Dochází k nástupu měřících systémů ADCP (Acoustics Doppler Current Profiler – akustický měřič průtoků založený na Dopplerově jevu).
Původně byly tyto akustické přístroje určeny pro měření rychlosti lodí, následně z nich byly vyvinuty systémy pro měření rychlosti vody v segmentech v prostoru mezi sensorem a dnem měřeného profilu.
První generace ADCP (NarrowBand) byla využívána především v oceánografii, v roce 1991 je vyroben první prototyp ADCP (BroadBand) s možností využití pro měření průtoků na povrchových tocích.



Obr. 3 Průtočný profil s měřenými rychlostními segmenty - program WinRiver (ADCP měření)

Fig. 3 Discharge cross-section with measured velocity segments - program WinRiver (ADCP measurement)

Oddělení hydrologické přístrojové techniky sledovalo tento princip měření od roku 1998. V té době se ještě jednalo o systémy umístěné pouze na lodích s různými technickými omezeními. Mezi nejvíce limitující omezení patřil požadavek na minimální 2 m hloubku měřeného profilu, a proto nebylo možné tento systém použít pro většinu českých řek.

Během katastrofálních povodní v roce 2002 bylo v České republice téměř nemožné provádět hydrometrické měření klasickou metodou (hydrometrickou vrtulí). V Drážďanech však prováděl pracovník BWG (Bundesamt für Wasser und Geologie, Švýcarsko, Bern) řadu unikátních měření kulminace povodně novým systémem ADCP WorkHorse RIO GRANDE. O rok později byl zakoupen a je provozován pro potřeby hydrologické služby celého ČHMÚ první měřící systém ADCP, jehož parametry odpovídají velké většině českých toků. V roce 2004 byla stejným systémem vybavena i pobočka ČHMÚ Praha.



Obr. 4 Přístroj ADCP WorkHorse Rio Grande

Fig. 4 ADCP WorkHorse Rio Grande device



Obr. 5 Přístroj ADCP StreamPro

Fig. 5 ADCP StreamPro device

Výhody systému ADCP

- měření povodňových průtoků za situací, kdy nelze využít standardní hydrometrickou metodu
- výrazné zkrácení času měření
- detailní zastižení změn průtočného profilu a rychlostí vody (v libovolném bodě profilu lze určit rychlost proudění vody)
- okamžitá znalost aktuálního průtoku, oproti metodě rychlostního pole odpadá následné zpracování dat
- minimální nároky na výběr měrného bodu, měření i mimo standardně využívané měrné profily

Technický pokrok v této oblasti směřuje ještě k výraznějšímu zpřesnění měření v mělkých tocích.
V roce 2004 byl vyvinut měřící systém ADCP StreamPro určený pro toky o maximální hloubce 2 m, s minimální hloubkou 0.15 m, s rozsahem měřených rychlostí ±2m/s a s minimální velikostí cely 0,02 m, což umožní detailní měření rychlostí v průtočném profilu. Tento systém se tak již stává vážným konkurentem hydrometrických vrtulí.
V dlouhodobém výhledu se předpokládá, že se měřící systém StreamPro (resp. WorkHorse RIO GRANDE) stane součástí hydrologického přístrojového vybavení každé pobočky ČHMÚ.

Závěr

Využití nových měřících systémů přináší zásadní změny v principech měření, pracovních postupech a ve způsobech vyhodnocování a zpracování dat.
Důsledkem zavádění nových měřících systémů by mělo být především zkvalitnění vlastního procesu měření a vyhodnocení měřených dat. Posuzování ekonomické náročnosti nových řešení je možné pouze při komplexním hodnocení celé řady faktorů, kdy cena vlastní přístrojové techniky a jejího servisního zabezpečení je pouze jedním, v mnoha případech ne zcela rozhodujícím prvkem .
Zkušenosti z konkrétních aplikací potvrzují očekávané cíle a jsou předpokladem pro další cílené využívání moderní hydrologické přístrojové techniky v Českém hydrometeorologickém ústavu.

Literatura :

Adler, M. (1994): Abflußmessungen an Rhein und Mosel während des Weihnachtshochwasssers 1993 mit einem Ultraschall-Doppler-Gerät (ADCP), Sonderdruck aus DGM, 38. Jahrgang, Heft 1,2, Mai 1994, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

RD Instruments (1996): Acoustic Doppler Current Profiler – Principles of Operation, A Practical Primer, RD Instruments, San Diego, California

Autoři :

Tomáš Kocman, Český hydrometeorologický ústav Praha, pracoviště Brno, Kroftova 43, kocman@chmi.cz
Zdeněk Kožnárek, Český hydrometeorologický ústav Praha, pracoviště Brno, Kroftova 43, koznarek@chmi.cz