AUTOMATICKÉ SNĚHOMĚRNÉ STANICE V ČR

Jan Jirák[1], Šimon Bercha[2]

Abstrakt

V rámci řešení projektu SP/1c4/16/07 „Výzkum a implementace nových nástrojů pro předpovědi povodní a odtoku v rámci zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby v ČR“ je v ČHMÚ vyhodnocována funkčnost a spolehlivost přístrojů pro kontinuální měření vodní hodnoty sněhu – automatických sněhoměrných stanic (sněhoměrných polštářů). Sněhoměrné polštáře umožňují především on-line přenos dat týkajících se výšky a vodní hodnoty sněhu v průběhu celé zimní sezóny a umožňují tak dokonalý přehled o zásobách vody ve sněhové pokrývce a rychlosti akumulace či tání sněhové pokrývky.

Tyto přístroje jsou využívány v operativní praxi v severní Evropě, ve Švýcarsku či v USA. V rámci projektu jsou testovány sněhoměrné polštáře a získaná data jsou porovnávána s konvenčním měřením pomocí odběrných válců a s daty získanými výpočtem pomocí empirického algoritmu vyvinutého v ČHMÚ (L. Němec) na základě denních měření z klimatologických stanic.

Od zimní sezóny 2006/2007 jsou provozovány dva sněhoměrné polštáře na stanici Desná-Souš v Jizerských horách (váhový typ LEC a tlakový typ SOMMER), od zimní sezóny 2007/2008 je v provozu sněhoměrný polštář na stanici Churáňov na Šumavě (typ LEC) a Svratouch na Českomoravské vrchovině (typ SOMMER). V průběhu podzimu 2009 byly na základě nasbíraných zkušeností přesunuty dva polštáře na vhodnější lokality. Ze Svratouchu byl polštář přemístěn do Herálce v oblasti Hornosvratecké vrchoviny a jeden polštář z Desné-Souše byl přesunut do Dolního Dvora v Krkonoších.

V roce 2010 se počítá s rozšířením sítě sněhoměrných polštářů v rámci ČHMÚ i do ostatních horských lokalit České republiky - Hostýnsko-vsetínské hornatiny, Hrubého Jeseníku, Orlických hor a Javořické vrchoviny. Výběru místa je třeba přikládat velkou váhu, neboť výška a vodní hodnota sněhu jsou i v rámci malé územní jednotky prvky značně variabilní.

Klíčová slova: automatické sněhoměrné stanice, výška sněhu, vodní hodnota sněhu, tání sněhové pokrývky

1. Úvod

Povodňové události z let 2000, 2003, 2005 a 2006, které byly způsobeny táním sněhu v kombinaci s intenzivními srážkami, prokázaly nutnost směřování dalšího výzkumu do oblasti modelování sněhových zásob a jejich operativnímu vyhodnocování pro potřeby hlásné a předpovědní povodňové služby. Stávající praxe měření vodní hodnoty sněhu zahrnuje týdenní měření ve vybraných srážkoměrných stanicích a zpracování výsledků do formy odhadu celkových objemů vody akumulovaných ve vybraných povodích. Vzhledem k obtížím, které se vyskytují při měření sněhu v horských oblastech (při velké výšce sněhové pokrývky) a nedostatečnosti měření v týdenním intervalu v nižších polohách (kde dochází poměrně k výrazným změnám v relativně krátkých periodách), je potřeba rozvíjet metody a zařízení, které by umožnily měřit nebo odhadnout vodní hodnotu sněhu v denním intervalu. Zároveň je třeba věnovat pozornost dosažení co nejúčelnějšího operativního vyhodnocení sněhových zásob zejména pro potřeby ochrany před povodněmi a hospodaření s vodou.

Automatické sněhoměrné stanice jsou ve větší míře využívány v operativní praxi v severní Evropě a Severní Americe. V České republice byla první automatická stanice nainstalována již v roce 1996 (Jizerské hory). Technické nedostatky a drahý provoz vedly po pěti letech k ukončení experimentu. Technologický vývoj posledních let a průkaznější možnosti využití dat vedly k opětovnému zájmu o tuto metodu.

2. Typy stanic provozovaných v ČR

V České republice jsou v současné době v provozu dva typy automatických sněhoměrných stanic. Každá ze stanic pracuje na odlišném principu vážení sněhové vrstvy, ze kterého se určí vodní hodnota sněhové pokrývky. Prototyp stanice vyvinutý firmou LEC s. r. o. (ČR) (dále typ LEC) měří hmotnost sněhové vrstvy pomocí čtyř tenzometrických vah. Měřená plocha je vymezena deskou o rozměrech 4 x 4 m a plotem, který by měl zajistit odřezání sněhové vrstvy na požadovanou plochu (viz kap. 3 Faktory ovlivňující přesnost měření). Druhým typem stanice je zařízení vyvinuté firmou Sommer (Rakousko) (dále typ SOMMER). Stanice pracuje na principu polštáře naplněného glykolem a vodou, kde je snímán hydrostatický tlak způsobený váhou sněhové pokrývky. Polštář má rozměry 3 x 3 m. Odřezání sněhové vrstvy na požadovanou plochu 9 m^2 není zajištěno. Součástí obou stanic je ultrazvukové čidlo na měření výšky sněhové pokrývky a teplotní čidlo.

3. Faktory ovlivňující přesnost měření

Faktory ovlivňující měření je možné rozdělit na dvě skupiny:

a) faktory ovlivňující přesnost měření vodní hodnoty v bodě a její vypovídací hodnotu pro širší okolí,
b) specifické faktory ovlivňující přesnost měření.

add a) Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím přesnost měření vodní hodnoty v bodě a její vypovídací hodnotu pro širší okolí je výběr místa. Lokalitu je nutné vybrat s dostatečným předstihem a pravidelně monitorovat rozložení sněhové pokrývky během jednotlivých fází zimní sezóny (akumulace, tání). Je nutné brát zřetel na klimatické podmínky daného místa (převládající směry větru, délku slunečního svitu) a jejich možnou změnu při změně okolního prostředí.

add b) V oblastech s pravidelnými teplotními výkyvy v zimní sezóně je nejpodstatnějším faktorem ovlivňujícím přesnost měření vytvoření sněhových mostů. Při pravidelném střídání tání a mrznutí sněhové pokrývky, vznikají firnové a ledové vrstvy, které zapříčiňují rozložení tlaku do širšího okolí, než je vymezená plocha měřící stanice.

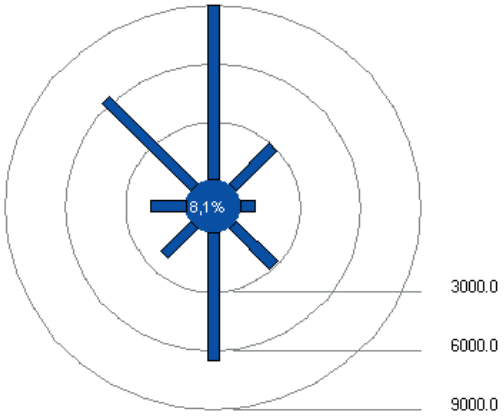
Dalším významným faktorem je smykové tření ve sněhové vrstvě na rozhraní hrany plochy měřící stanice a okolí. To je způsobeno rozdílnou rychlostí tání na měrné ploše a okolní půdě, kdy dochází k rozdílu v rychlosti sesedání sněhové vrstvy a smykovému tření na rozhraní. Tento jev způsobuje změnu tlaku na měřícím zařízení a tedy chybu měření.

4. Provoz automatických stanic – klimatologická stanice Desná – Souš (2008/2009)

Na klimatologické stanici Desná-Souš byly v roce 2006 uvedeny do provozu dvě automatické stanice pro měření výšky a vodní hodnoty sněhové pokrývky – typ LEC a typ SOMMER (viz kap. 2 Typy stanic provozovaných v ČR). Vzhledem k omezenému rozsahu článku bylo ke zhodnocení vybráno zimní období 2008/2009 s vybranými příklady naměřených dat. Byla vyhodnocena data ze stanice typu SOMMER, které budou v roce 2010 instalovány při rozšiřování staniční sítě (viz Obr. 4).

4.1 Umístění stanic

Stanice jsou umístěny na otevřeném prostranství východně od klimatologické stanice. Z východu a z jihu je lokalita chráněna stromy. Ze severu (VD Souš) je lokalita nechráněna a ze západu pouze částečně. Výběr umístění stanic byl problematický vzhledem k nároku na dostatečně velkou vodorovnou plochu. Vzhledem k převládajícímu severojižnímu proudění není výběr místa příliš vhodný, ovšem v dané lokalitě nebyla jiná možnost.



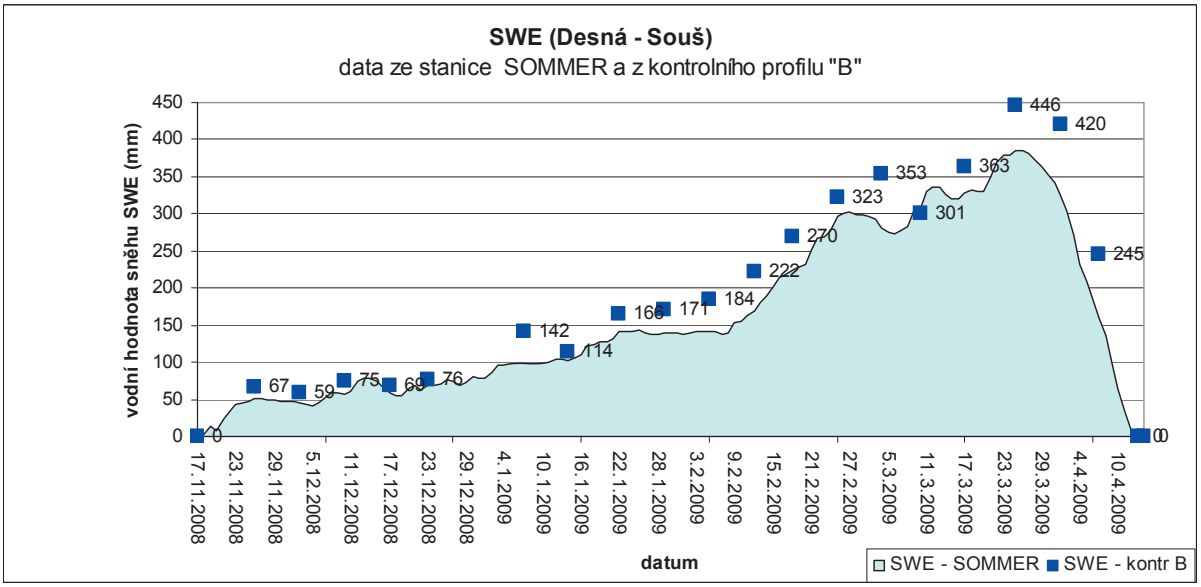
Obr. 1: Větrná růžice (Desná-Souš), hydrologický rok 2009

4.2 Kontrolní měření

Kontrolní měření byla provedena jednou týdně vážením odběrným válcem (průřezová plocha 50 cm^2) ve třech bodech a měřením výšky v deseti bodech. K tomu sloužily 2 kontrolní profily – profil A v bezprostřední blízkosti stanic a profil B (150 m na V), který byl vybrán jako více reprezentativní pro tuto lokalitu (předpoklad menšího ovlivnění větrem).

4.3 Vyhodnocení naměřených dat

Převážná většina níže popsaných problémů je způsobena převíváním sněhu. Z technického hlediska měřily oba přístroje správně, čemuž také odpovídá podobný průběh naměřených veličin.

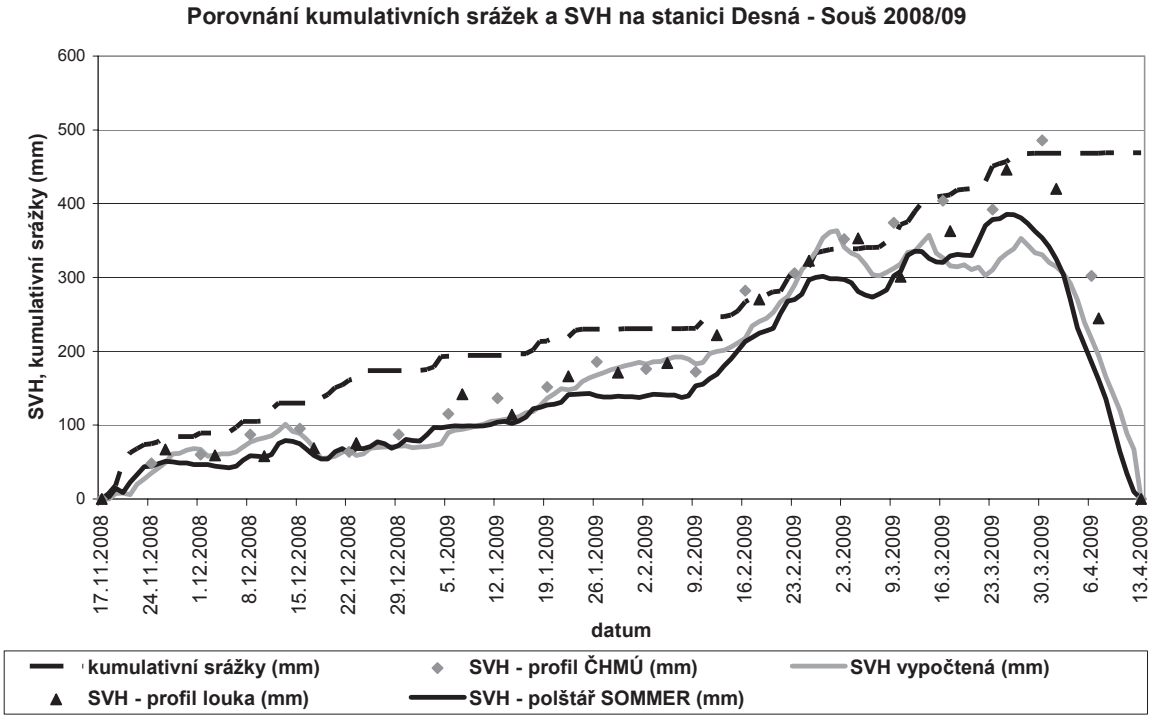


Obr. 2: Porovnání dat ze stanice SOMMER a z kontrolního profilu „B“.

Z naměřených hodnot automatickou stanicí typu SOMMER a z kontrolních měření vyplývá, že v období akumulace a v období tání je trend vývoje velmi těsný. Hodnoty z kontrolních měření jsou většinou mírně vyšší s několika většími výkyvy. Rozdíl v období akumulace dosahuje maximálně 31 % (7. 1. 2009), ve většině případů ovšem do 25 %. Názorným příkladem vlivu větru na ukládání sněhu je situace z období 30. 12. 2008 – 7. 1. 2009, kdy byla zaznamenána významnější odchylka mezi automatickým a kontrolním měřením. V tomto období došlo v profilu B k nárůstu vodní hodnoty sněhu na absolutní hodnotu 142 mm,

zatímco automatická stanice zaznamenala v tomto období nárůst o 18 mm na absolutní hodnotu 99 mm. Úhrn srážek na stanici Desná – Souš měl hodnotu 20,5 mm. Výrazný nárůst sněhové pokrývky v profilu B byl způsoben akumulací sněhu při záporných teplotách při JV směru větru. Na rozdíl od automatických stanic je profil více chráněn ze severu a tudíž došlo k akumulaci na návětrné straně v prostoru profilu.

V období tání stanice velmi přesně zaznamenala úbytek vodní hodnoty. Mezi 30. 3. a 14. 4. proběhlo tání bez dodatečných srážek a za kladných průměrných denních teplot. V období mezi 1. 4. – 7. 4. byl zaznamenán úbytek vodní hodnoty v profilu B 175 mm. Automatická stanice zaznamenala pokles vodní hodnoty o 164 mm.



Obr. 3: Porovnání kumulativních srážek, vodní hodnoty vypočtené, ručních měření vodní hodnoty a vodní hodnoty změřené automatickou sněhoměrnou stanicí na stanici Desná-Souš v zimní sezóně 2008-09.

Důležitou informací při zpracování a porovnávání parametrů sněhové pokrývky je každodenní automatický výpočet vodní hodnoty sněhu (SVHV) pro klimatologické stanice, který je ukládán v databázi ČHMÚ CLIDATA. Vstupními veličinami vytvořeného algoritmu jsou denní úhrn srážek, výška nového sněhu, celková výška sněhu a průměrný denní tlak par (Němec, 2003).

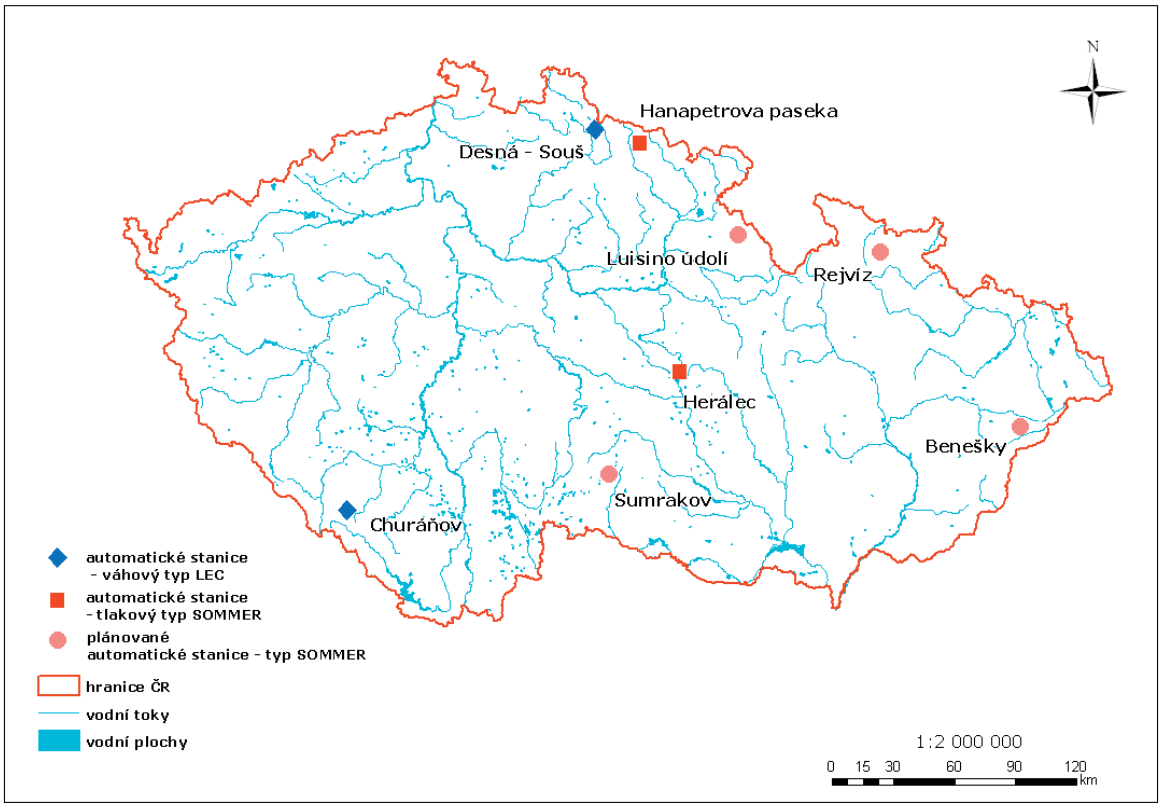
Na Obr. 3 je znázorněn průběh zimní sezóny 2008-09 na klimatologické stanici Desná-Souš. Z grafu je patrný shodný trend vývoje akumulace a tání sněhu změřený automatickou stanicí SOMMER (tmavá celá čára) a vypočtený dle vzorce L. Němce (světlá plná čára).

V průběhu celé zimní sezóny dosahovaly rovněž ručně naměřené údaje SVH o 3 až 35 % vyšších hodnot než údaje naměřené automatickou stanicí, v průměru byly tyto hodnoty vyšší o 17 %. Tento fakt byl způsoben převážně složitým prouděním vzduchu v místě stanice a ručního měření; akumulace sněhové pokrývky za vyšších rychlostí větru je v této lokalitě značně variabilní.

5. Síť automatických stanic v ČR

V roce 2010 přistoupil Český hydrometeorologický ústav k rozšíření sítě automatických stanic. Ke stávajícím lokalitám Desná-Souš (Jizerské hory), Hanapetrova paseka (Krkonoše), Herálec (Hornosvratecká vrchovina) a Churáňov (Šumava) byly na základě předem daných kritérií vybrány lokality Benešky (Hostýnsko-vsetínská hornatina), Rejvíz (Hrubý Jeseník), Luisino údolí (Orlické hory) a Sumrakov (Javořická vrchovina).

Kritéria výběru místa byla nastavena dle předchozích zkušeností s instalací a provozem stanic. Důležitým kritériem je nadmořská výška (600 - 800 m n. m.), procentuálně dostatečně reprezentující vybrané povodí/geomorfologickou jednotku. Okolní vegetace by neměla bránit akumulaci sněhu, ale zároveň by měla, alespoň částečně, chránit před vyvátím sněhu.



Obr. 4: Mapa rozmístění automatických sněhoměrných stanic

5.1 Možnosti využití

Automatické stanice kontinuálně zaznamenají přírůstek a úbytek vodní hodnoty a zároveň výšky sněhové pokrývky. Přestože v porovnání s profilovým měřením jsou hodnoty ve většině případů nižší (viz kap. 4.3 Vyhodnocení naměřených dat), je možné (pokud testovací provoz polštářů prokáže, že měření jsou spolehlivá) vypočítat ze získaných hodnot hustotu sněhu, kterou lze porovnat s hustotou sněhu získanou z dat naměřených pozorovateli na stanicích v blízkém okolí. V případě výrazného rozdílu je možné k výšce sněhové pokrývky naměřenou pozorovateli přiřadit hodnotu hustoty sněhu z automatické stanice. Získáme tak údaj vodní hodnoty sněhu, která je jen z části (měřená výška sněhové pokrývky) ovlivněna možnou chybou měření (lidským faktorem). Na data z automatických stanic je ovšem také nutné pohlížet kriticky a vycházet při interpretaci ze zkušeností získaných déle trvajícím provozem v daném místě.

Takto zpřesněná data mohou zlepšit výpočet zásob vody ve sněhové pokrývce v povodí, které se na centrálním předpovědním pracovišti ČHMÚ v týdenním kroku vyhodnocují a slouží hlásné a předpovědní službě ČHMÚ a vodohospodářskému dispečinku.

Literatura

[1] CEN – European Committee for Standardization, 2009. Technical report - Measurement of Snow Water Equivalent using Snow Mass Registration Devices (Draft). 16 pp.

[2] JIRÁK, J., 2007. Testování a provoz automatických stanic pro měření výšky a vodní hodnoty sněhové pokrývky. In: *Sborník Stretnutie snehárov 2007.* Telgárt. 4 s.

[3] JIRÁK, J., 2007. Czech snow pillow prototype. Workshop of WG CEN TC 318 („SWE Work Group"). Malta. 4 pp.

[4] NĚMEC, L. – KVĚTOŇ, V. – SETNIČKOVÁ, I. – ŠKÁCHOVÁ, H., 2003. Estimation of the Water Equivalent of Snow Cover from the Other Meteorological Measurements. Brig, ICAM and MAP-Meeting 2003. [Extended abstracts]

[5] Závěrečné zprávy 2007, 2008, 2009 Projekt SP/1c4/16/07 „Výzkum a implementace nových nástrojů pro předpovědi povodní a odtoku v rámci zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby v ČR". ČHMÚ, Praha.

Kontakty na autora

1 Český hydrometeorologický ústav, Želivského 5, 466 05 Jablonec nad Nisou

2 Český hydrometeorologický ústav, Praha, e-mail: bercha@chmi.cz