VÝPOČET ZÁSOB VODY VE SNĚHOVÉ POKRÝVCE S VYUŽITÍM V HYDROLOGICKÉ PRAXI NA POBOČCE ČHMÚ OSTRAVA

Martin Jonov[1], Šárka Maděřičová[1], Martin Stříž[1]

Abstrakt

Cílem příspěvku je seznámení s postupy zpracování naměřených dat sněhové pokrývky (výška sněhové pokrývky a její vodní hodnota) na pobočce Českého hydrometeorologického ústavu v Ostravě. V článku jsou shrnuty postupy zpracování sněhu na pobočce od nedávné minulosti, až k aktuálně používané GIS metodě Clidata-DEM. Jsou popsána také následná využití těchto výsledků (vstup pro srážkoodtokový model Hydrog, výpočet zásob vody ve sněhu k vybraným profilům pro podniky Povodí, polskou hydrometeorologickou službu IMGW, atd.). Přípěvek demonstruje zkvalitnění výstupů zpracovávaných dat a také zkrácení doby výpočtu a přípravy vstupů pro další využití dat (automatické výpočty a exporty do databáze).

Klíčová slova: sníh, výška sněhové pokrývky, zpracování klimatologických dat

1. Úvod

V zimním období, kdy je voda v přírodě vázaná ve sněhové pokrývce je nutné provádět výpočet, kolik takto vázané vody se v povodí nachází. Tato informace vstupuje do dalších výpočtů nejen na pobočce (srážko-odtokový model HYDROG), ale je zasílána také podnikům Povodí, které na základě této informace rozhodují o případných manipulacích na nádržích a v rámci mezinárodní spolupráce je tato informace zasílána polské hydrometeorologické službě.

2. Metody výpočtu

2.1 Metoda 1 – lineární výpočet podle nadmořských výšek

Nejstarší postup digitálního výpočtu zásob vody ve sněhové pokrývce byl na ostravské pobočce ČHMÚ vymyšlen a v praxi realizován F. Doleželem a to s dostupností první výpočetní techniky a programovacích jazyků. Postup výpočtu byl vcelku jasný a jednoduchý:

- Byla vytyčena zájmová území. Jako závěrný profil byl vybrán profil pod hrází vodního díla (dále jen VD) v povodí. Na tocích bez VD byl zvolen profil s vodoměrnou stanicí.
- Byl definován seznam terénních stanic s měřením výšky a vodní hodnoty sněhu a přiřazena jejich nadmořská výška.
- Planimetrováním z mapových podkladů byla určena plocha části vybraného povodí pro danou nadmořskou výšku. Rozestup mezi jednotlivými řezy byl 100 výškových metrů.
- Ze změřených dat byla provedena interpolace mezi stanicemi, přičemž byla získána informace o výšce a vodní hodnotě sněhu pro plochy, v jejichž výškovém rozpětí se nenacházela žádná z klimatologických stanic.
- Z plochy výškové vrstvy, výšky sněhu a vodní hodnoty dané vrstvy byl proveden samotný vypočet objemu vody ve sněhové pokrývce pro každou z vrstev.
- Součtem dílčích výpočtů byl spočten celkový objem vody ve sněhu pro zájmové území.
- Po výpočtu byl výsledek přehledně zapsán do tabulky.

Tab. 1: Ukázka výstupu z programu F. Doležela

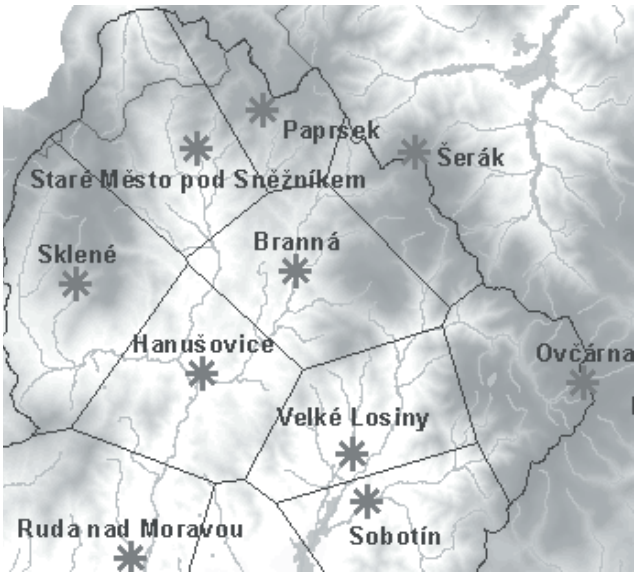
ZASOBY VODY A ODTOK ZE SNEHOVE POKRYVKY V SM.KRAJI

PRO 01 TYDEN ZIMY 2005-06.

PROFIL	ZASOBA		ODTOK V MIL.M3		
	MIL.M3	MM	PRUM	MIN	MAX
LESKOVEC	58.2	126.0	43.0	36.0	49.9
KRUZBERK	68.6	121.1	50.5	42.0	59.0
SANCE	31.6	215.6	25.3	22.8	27.8
MORAVKA	16.0	252.3	11.7	10.7	12.6
RASKOVICE BEZ MO.	13.6	207.5	9.7	8.7	10.7
ZERMANICE	4.4	96.7	3.3	2.4	4.2
TERLICKO	8.3	99.1	6.7	5.9	7.5
MORAVICANY	137.0	87.9	0.0	0.0	0.0
VSETIN	89.8	177.6	0.0	0.0	0.0
VALASSKE MEZIRICI	48.3	190.8	22.2	0.0	48.3
CHMU OSTRAVA	DNE 01-03-2006			10:10:27	

2.2 Metoda 2 - Thiessenovy polygony

Plochy pro výpočet zásob vody byly v této metodě pro jednotlivá zájmová území určeny metodou Thiessenových polygonů. Ze sítě nepravidelně rozmístěných bodů (tyto body představují skutečné sněhoměrné stanice v terénu) je vytvořena síť polygonů. Tato síť pokrývá celé zájmové území a je tvořena tak, že hrany mezi jednotlivými polygony mají vždy totožnou vzdálenost k dvěma sousedním bodům. Pro celý polygon se pak uvažuje měřená hodnota vztažená k bodu, kterou polygon reprezentuje (Obr 1.).



Obr. 1: Ukázka sítě Thiessnových polygonů se středem v měřící stanici

V této metodě byly použity dva vzorce pro výpočet zásoby vody ve sněhu. Do prvního výpočtu vstupovala vodní hodnota sněhu, do druhého výpočtu vstupovala výška sněhu a průměrná hustota sněhové pokrývky. Jako výsledná hodnota zásoby vody ve sněhu je brán průměr hodnot vypočtených oběma způsoby.

2.3 Metoda 3 – CLIDATA-DEM

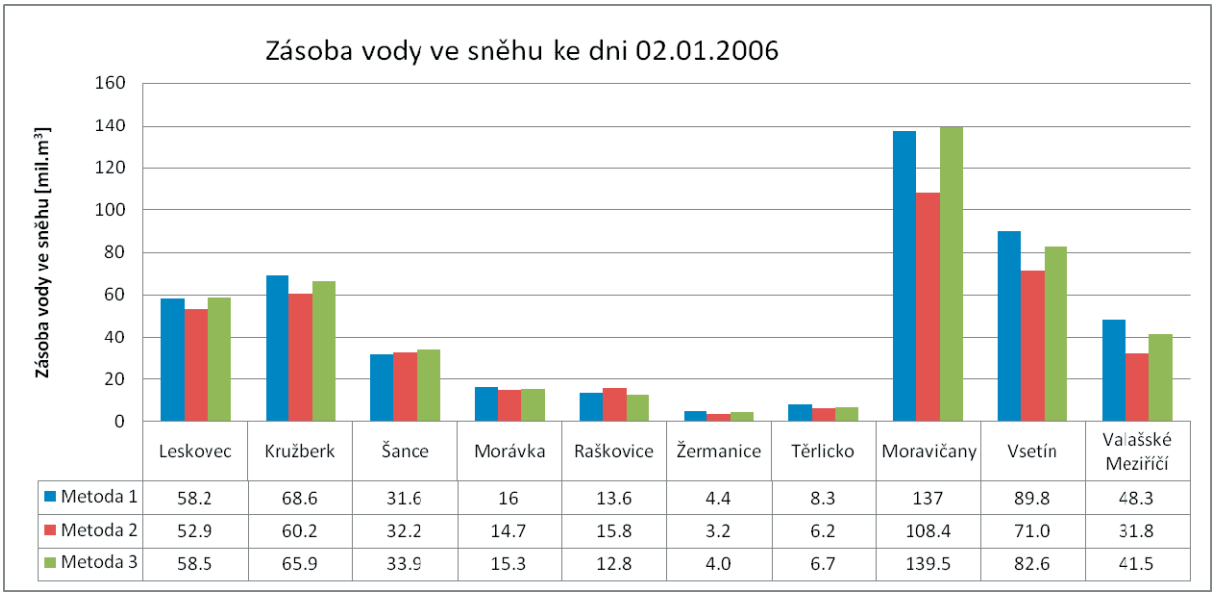
V současnosti je na ostravské pobočce ČHMÚ využíván postup, který je založen na metodě plošné interpolace mezi jednotlivými stanicemi, ve kterých se měří výška a vodní hodnota sněhu, s cílem získat spojitý plošný GRID. Pro výpočet se využívá lineární regrese mezi naměřenou hodnotu (výška sněhu nebo vodní hodnota sněhu) a nadmořskou výšku stanice.

Z těchto plošných dat o rozložení výšky a vodní hodnoty sněhové pokrývky jsou pak přepočtem v GIS získány plošné informace o zásobě vody ve sněhu.

Tato data se použijí pro výpočet zásob vody ve sněhu a průměrnou výšku sněhové pokrývky k závěrným profilům VD a dále pak vstupují do databáze jako hodnoty již rozpočtené dle připravených polygonů s využitím ve srážko-odtokovém modelu HYDROG v zimním období.

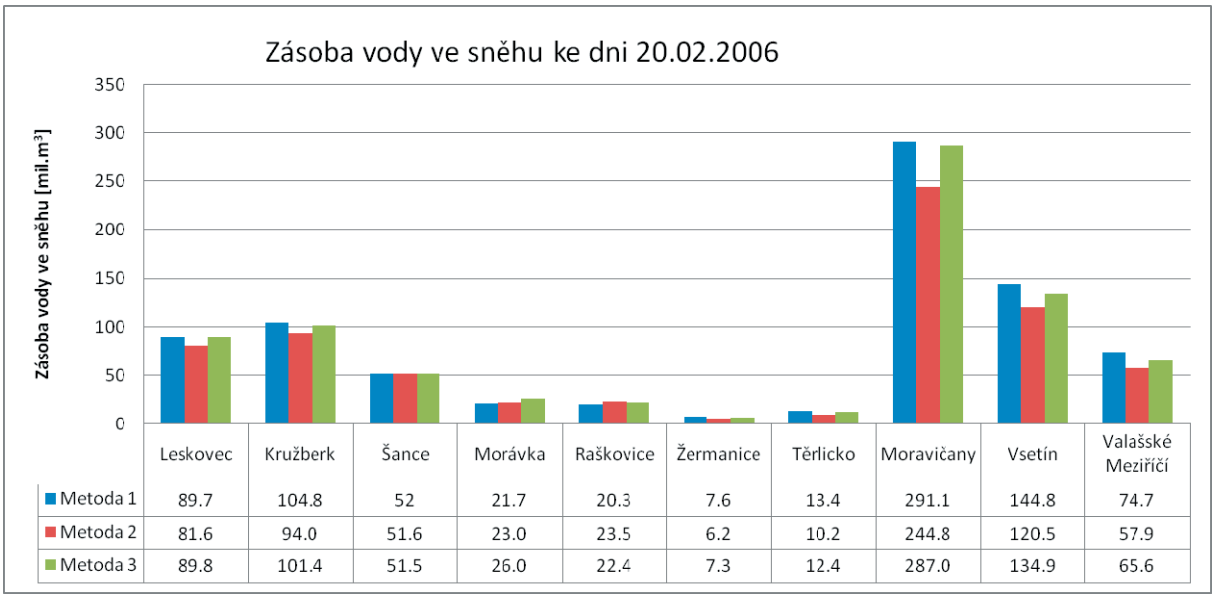
3. Výpočty a srovnání

Pro porovnání výsledků výpočtu z výše uvedených metod byl vybrán rok 2006. V tomto roce byly naměřeny extrémní hodnoty výšky sněhové pokrývky a vodní hodnoty (dále jen VH) i v nižších nadmořských výškách a proto je tento rok vhodný pro srovnání. V tomto roce byly vybrány 3 termíny pozorování – 2. ledna, 20. února a 20. března. Výsledky výpočtů a jejich srovnání jsou v následujících grafech.



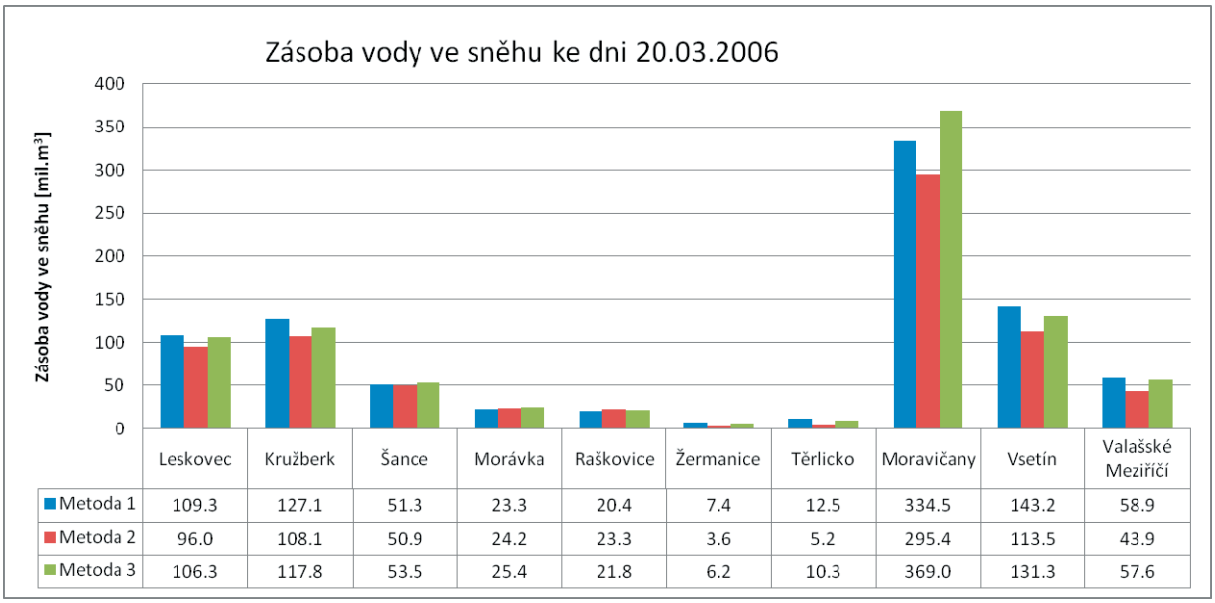
	Leskovec	Kružberk	Šance	Morávka	Raškovice	Žermanice	Těrlicko	Moravičany	Vsetín	Valašské Meziříčí
Metoda 1	58.2	68.6	31.6	16	13.6	4.4	8.3	137	89.8	48.3
Metoda 2	52.9	60.2	32.2	14.7	15.8	3.2	6.2	108.4	71.0	31.8
Metoda 3	58.5	65.9	33.9	15.3	12.8	4.0	6.7	139.5	82.6	41.5

Obr. 2: Zásoba vody ve sněhu vypočítaná třemi metodami ke dni 2. 1. 2006



	Leskovec	Kružberk	Šance	Morávka	Raškovice	Žermanice	Těrlicko	Moravičany	Vsetín	Valašské Meziříčí
Metoda 1	89.7	104.8	52	21.7	20.3	7.6	13.4	291.1	144.8	74.7
Metoda 2	81.6	94.0	51.6	23.0	23.5	6.2	10.2	244.8	120.5	57.9
Metoda 3	89.8	101.4	51.5	26.0	22.4	7.3	12.4	287.0	134.9	65.6

Obr. 3: Zásoba vody ve sněhu vypočítaná třemi metodami ke dni 20. 2. 2006



Obr. 4: Zásoba vody ve sněhu vypočítaná třemi metodami ke dni 20. 3. 2006

Tab. 2: Průměrná výška vodní hodnoty na povodí

PROFIL	Průměrná výška vodní hodnoty na povodí [mm]								
	2. 1. 2006			20. 2. 2006			20. 3. 2006		
	Metoda 1	Metoda 2	Metoda 3	Metoda 1	Metoda 2	Metoda 3	Metoda 1	Metoda 2	Metoda 3
Leskovec	126	113,7	124,7	194,1	175,3	191,5	236,6	206,2	226,7
Kružberk	121,1	106,1	115,4	185	165,5	177,6	224,4	190,3	206,3
Šance	215,6	219,7	231,3	355,2	351,7	371,4	350,1	346,8	364,7
Morávka	252,3	229,0	236,8	343,2	356,9	403,2	368,1	375,9	393,2
Raškovice	207,5	234,6	212,0	310,7	349,8	366,0	312,5	346,9	356,5
Žermanice	96,7	70,2	86,2	167,6	135,5	158,3	163,4	79,4	135,8
Těrlicko	99,1	74,0	79,9	160,4	122,3	147,5	149,4	62,6	122,2
PROFIL	Průměrná výška vodní hodnoty na povodí [mm]								
	2. 1. 2006			20. 2. 2006			20. 3. 2006		
	Metoda 1	Metoda 2	Metoda 3	Metoda 1	Metoda 2	Metoda 3	Metoda 1	Metoda 2	Metoda 3
Moravičany	87,9	68,1	86,9	186,8	153,9	178,8	214,7	185,6	229,8
Vsetín	177,6	140,3	171,0	286,3	238,1	279,2	283,2	224,3	271,8
Valašské Meziříčí	190,8	125,6	160,6	294,8	229,0	253,7	232,4	173,9	222,7

Z výše uvedených tabulek i grafů vyplývá, že metody, při jejichž výpočtu byla zohledněna nadmořská výška terénu zájmového území (metoda 1 a 3), mají velmi podobné výsledky výpočtu zásoby vody ve sněhu i průměrné výšky vodní hodnoty na povodí. Metoda 2 byla zatížena chybou vyplývající z malého počtu stanic na ploše s velkým převýšením (např. na ploše 1591 km^2 s převýšením 1050 m je lokalizováno 16 stanic). Metoda Thiessenových polygonů byla využívána pouze experimentálně.

4. Využití výpočtu

Český hydrometeorologický ústav má dle zákona 254/2001 Sb. o vodách povinnost zajišťovat hlásnou a předpovědní povodňovou službu ve spolupráci se správci povodí. Tato služba je zajišťována mj. vydáváním předpovědí průtoků ve vybraných profilech na 48 hodin. Tyto předpovědi jsou na pobočce Ostrava připravovány srážko-odtokovým modelem HYDROG. Tento model pracuje v zimním období s informacemi o sněhové pokrývce – výška sněhové pokrývky, poměr vodní hodnoty sněhu k výšce sněhové pokrývky a tzv. koeficient K (koeficient rychlosti odtávání sněhové pokrývky).

Model HYDROG nepracuje s plošnou informací o sněhové pokrývce, proto je třeba ji zjednodušit či generalizovat. Tato úprava se provádí v GIS prostředí bezprostředně po výpočtech plošných interpolací a spočívá v rozpočítání plošné informace podle připravených polygonů na průměrné hodnoty ke každému ze sítě polygonů. Úprava je sice zatížena chybou průměru, avšak i přesto je tato informace dostatečně přesná, navíc tato automatická příprava velmi urychluje přípravu dat před samotným modelováním, protože se výsledky přepočtu ihned ukládají do databáze. V minulosti se příprava sněhových dat pro model prováděla tak, že se do modelu data vkládala ručně pomocí editace vstupních souborů, čímž mohlo dojít k chybě v zadání nesprávné hodnoty.

5. Závěr

Výhodou stávající metody CLIDATA-DEM je přesnost samotného výpočtu i úspora času. Všechny výpočty se tvoří z dat v databázi, import a validace dat se provádí pouze jedenkrát a to při vstupu do databáze. I přesto, že jsou výsledky z metody CLIDATA-DEM nejpřesnější z výše uvedených (ověřeno sérií mimořádných měření v terénu), je nutné snažit se o další zpřesňování. Pro přesnější předpověď průtoků z tání sněhu je důležité zpřesnit vstupy, proto je neustále snaha o zkvalitnění měření sněhu a vodní hodnoty (váhový sněhoměr, sněhové polštáře apod.) i o přesnější popis rozložení sněhu v terénu. Další zpřesnění se pak týká tvorby jemnějšího dělení polygonové sítě tak, aby se minimalizovaly chyby při převodu spojité informace o stavu sněhové pokrývky do podoby vhodné pro srážko-odtokový model.

Literatura

[1] SOBÍŠEK, B. a kolektiv. Meteorologický slovník. 1. vyd. Praha, Ministerstvo životního prostředí. 594 s. ISBN 80-85368-45-5.

[2] ČSN 736530. Názvosloví hydrologie. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření Praha. 91 s. N 22 108

Kontakty na autora

1 Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava,
e-mail: jonov@chmi.cz, madericova@chmi.cz, striz@chmi.cz