

Sborník příspěvků ze semináře

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov

Hrubý Jeseník, Kouty nad Desnou

16. – 18. 3. 2010



ČHMÚ, OHV Jablonec nad Nisou

září 2010

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov

Hrubý Jeseník, Kouty nad Desnou

16. – 18. 3. 2010

Sborník příspěvků

Editoři: Jan Jirák, Jana Pobřísllová, Václav Vajskebr, Libor Ducháček

Jablonec nad Nisou 2010

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Název publikace: XV. Medzinárodné stretnutie snehárov
Druh publikace: Sborník příspěvků
Editoři: Jan Jiráček, Jana Pobříšlová, Václav Vajskebr a Libor Ducháček
Vydal: Český hydrometeorologický ústav, Oddělení hydrologického výzkumu
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 412 – Komořany
Počet stran: 88
Rok vydání: 2010
ISBN 978-80-213-2027-7
Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Úvod

Tradiční, již patnácté „Stretnutie sneharov“ proběhlo v půlce března 2010 v příjemném kraji Hrubého Jeseníku. Do Koutů nad Desnou se sjeli zástupci angažovaných institucí z Čech, Moravy, Slovenska i Polska, aby prezentovali a prodiskutovali aktuální témata jejich výzkumů a pracovních náplní.

Během konference bylo prezentováno 15 příspěvků včetně zhodnocení expedičního měření sněhu cestou na VD Dlouhé stráně a Švýcárnu. Většina z více jak třiceti sněhařů se zúčastnila i exkurze na VE Dlouhé stráně i závěrečné hromadné ankety o tvorbě námrazy jejího vývoje.

Sborník obsahuje příspěvky týkající se rozmanitých témat spojených s měřením sněhu. Vedle tradičních hydrologicky zaměřených prací se zde objevují i témata na chemismus sněhu a monitoring sněhu pomocí DPZ. Seznam těchto příspěvků a jejich autorů i s kontaktním e-mailem najdete na poslední straně tohoto sborníku.

Vřelá atmosféra konference potvrdila dlouholetou spolupráci institucí z Čech, Slovenska i Polska a především poskytlo možnost odborné ale i přátelské zamyšlení nad problematikou měření sněhu a jeho hodnocení.

Všem zúčastněným a autorům příspěvků chceme tímto poděkovat a těšíme se na další setkání v roce 2011 pořádané našimi slovenskými kolegy z SHMÚ.

OHV Jablonec nad Nisou

Obsah

| | |
|---|-----------|
| Hydrológia snehu na Ústave Hydrológie SAV od posledného snehárskeho stretnutie | |
| Ladislav Holko, Zdeněk Kostka..... | 6 |
| Úvod do problematiky výskumu mikrobiologických vlastností snehu | |
| Miriám Hanzelová, Zuzana Perháčová, Matúš Hríbik, Jaroslav Škvarenina..... | 12 |
| Vyhodnotenie zásob vody v snehovej pokrývke v povodí Nítry počas zimy 2009/2010, porovnanie so zimou 2008/2009 | |
| K. Matoková, T. Masár, P. Smrtník | 19 |
| Využití GIS v přípravě dat pro hydrologický model HYDROG | |
| Martin Jonov, Martin Stříž | 27 |
| Sníh z pohledu přezimování polních plodin | |
| Tomáš Stěda, Martin Hajzler, Hana Pokladníková, Jan Brotan | 30 |
| Kontinuální sledování sněhové pokrývky na povodí uhlířská, aplikace metody degree-day | |
| Jan Šmídl, Martin Šanda, Alena Kulasová..... | 35 |
| Vliv vegetace na akumulaci a tání sněhu – výběr z výsledků výzkumu Katedry fyzické geografie a geoekologie Přf UK v letech 2009 a 2010 | |
| Michal Jeníček, Alice Taufmannová..... | 43 |
| Monitoring sněhové pokrývky z dat DPZ | |
| Kateřina Spazierová, Lukáš Brodský | 51 |
| Meteorological elements and the stability of snow cover in the winter 2009/10 | |
| Anna Fiema | 59 |
| Výzkum břečkotoků v roce 2010 na KVHEM | |
| Roman Juras, Jiří Pavlásek..... | 64 |
| Porovnání vývoje sněhové pokrývky v oblastech s odlišným řešením kůrovcové kalamity v centrální části NP Šumava | |
| Zbyněk Klose, Jiří Pavlásek | 70 |
| Využití experimentálně měřených a zpracovávaných klimatologických dat v hydroprognózní praxi | |
| Libuše Bubeníčková, Martina Kimlová, Pavla Řičicová, Šimon Bercha | 75 |
| Porovnání interpolované vodní hodnoty sněhu s terénním měřením v Hrubém Jeseníku | |
| Šimon Bercha, Libor Ducháček, Jan Jirák, Václav Vajskebr | 83 |
| Seznam přednesených příspěvků a jejich autorů..... | 88 |

HYDROLÓGIA SNEHU NA ÚSTAVE HYDROLÓGIE SAV OD POSLEDNÉHO SNEHÁRSKEHO STRETNUTIA

Ladislav Holko, Zdeněk Kostka

Ústav hydrologie SAV, Liptovský Mikuláš

Príspevok stručne informuje o aktivitách pracovníkov Experimentálnej hydrologickej základne ÚH SAV v oblasti hydrologie snehu od snehárskeho stretnutia v roku 2009. Zaoberá sa odhadom podmienok pre prevádzku lyžiarskych zariadení v Skalnatej doline, prípravou máp vodnej hodnoty snehu pre európsku časť Ruska pre obdobie 1966-2005 a simuláciou vývoja snehových vrstiev. Na záver je tradične uvedená aj informácia o charakteristike práve skončenej zimy 2010 v povodí Jaloveckého potoka v Západných Tatrách.

Klimatické podmienky a rozvoj lyžovania v Skalnatej doline

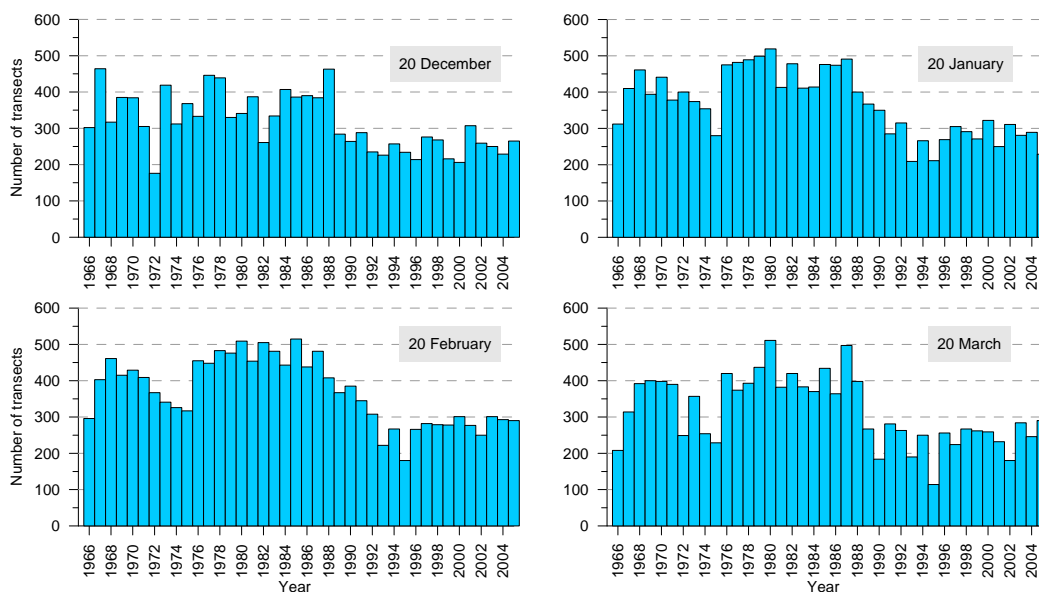
Táto práca (Holko et al., 2009) mala dve základné časti. Prvou z nich bolo hodnotenie údajov, ktoré majú vzťah k prevádzke lyžiarskych zariadení (teplota vzduchu, úhrn zrážok, oblačnosť, rýchlosť vetra), meraných na meteorologických stanicách Stará Lesná, Tatranská Lomnica a Skalnaté pleso. Druhou bola simulácia vodnej hodnoty a výšky snehu s využitím klimatických scenárov pre časové horizonty 2030 a 2075. Analýza meraných údajov ukázala rast teploty vzduchu a zrážok v období 1998-2007 v porovnaní s obdobím 1971-2000 (klimatický normál). Simulácia vodnej hodnoty a výšky snehu viedla k záveru, že ak sa naplní rast teploty vzduchu predpokladaný klimatickými scenármi, zmenší sa počet dní vhodných lyžovanie v oblasti Skalnatej doliny (tabuľka 1). Ohrozené by boli najmä spodné úseky súčasných lyžiarskych tratí.

Tabuľka 1. Vybrané charakteristiky pre obdobie 1971-2000 a 1998-2007 (priemery za mesiace december až apríl) a výsledky simulácií s klimatickými scenármi pre časové horizonty 2030 a 2075 (upravené podľa Holko et al., 2009); Nds je počet dní s výškou snehu nad 30 cm.

| STANICA | 1971-2000 | | | 1998-2007 | | | SCENÁRE | |
|-------------------|-----------|-----------|-----|-----------|-----------|-----|-------------|-------------|
| | T [°C] | P [MM] | NDS | T [°C] | P [MM] | NDS | NDS 2030 | NDS 2075 |
| SKALNATÉ PLESO | -3.6 | 333 | 68 | -3.1 | 456 | 66 | 55 | 44 |
| TATRANSKÁ LOMNICA | -1.1 | 197 | 23 | -0.8 | 223 | 26 | 0 | 0 |
| STARÁ LESNÁ | - | - | - | -0.8 | 200 | 17 | 0 | 0 |

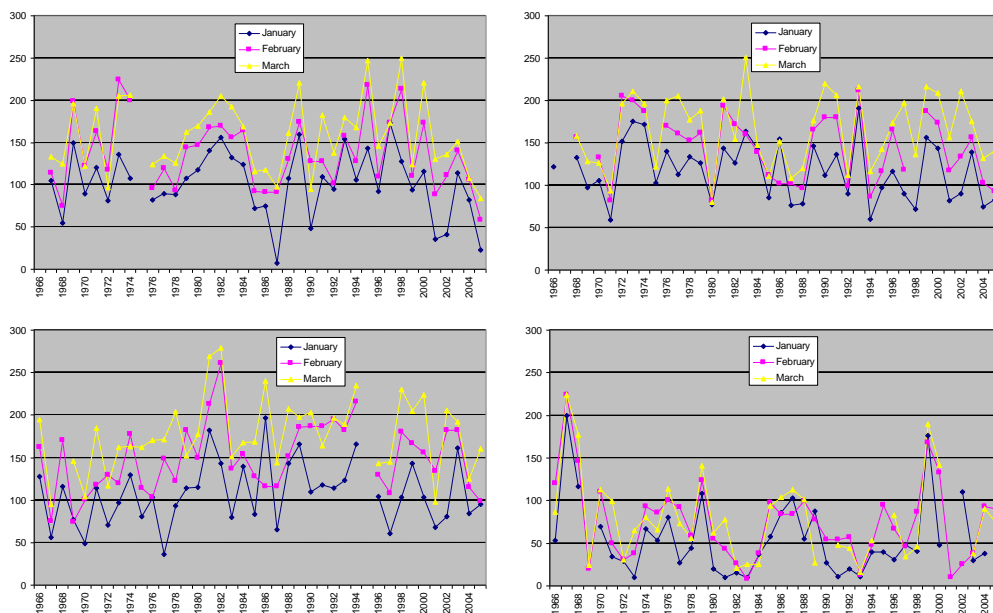
Mapy vodnej hodnoty snehu pre európsku časť Ruska pre obdobie 1966-2005

Táto práca (Holko et al., 2010) je dokončením práce začatej v minulom roku. Pomocou interpolácie metódou krigingu s driftom sme vytvorili mapy vodnej hodnoty snehu pre európsku časť bývalého sovietskeho zväzu, resp. Ruska (od 90. rokov 20. storočia). Výsledkom je 160 máp - pre 20. December, 20. Január, 20. Február a 20. Marec 1966-2005. Semivariogramy boli určované manuálne pomocou programu gstat. Ako DEM bol použitý ETOPOL s rozlíšením 1 minúta. Počet transektov (bodov), ktoré boli použité pri interpoláciách, kolísal od 114 do 519 (obr. 1).



Obr. 1. Počty bodov, ktoré boli použité pri interpolácii máp v jednotlivých rokoch a pre jednotlivé termíny.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník



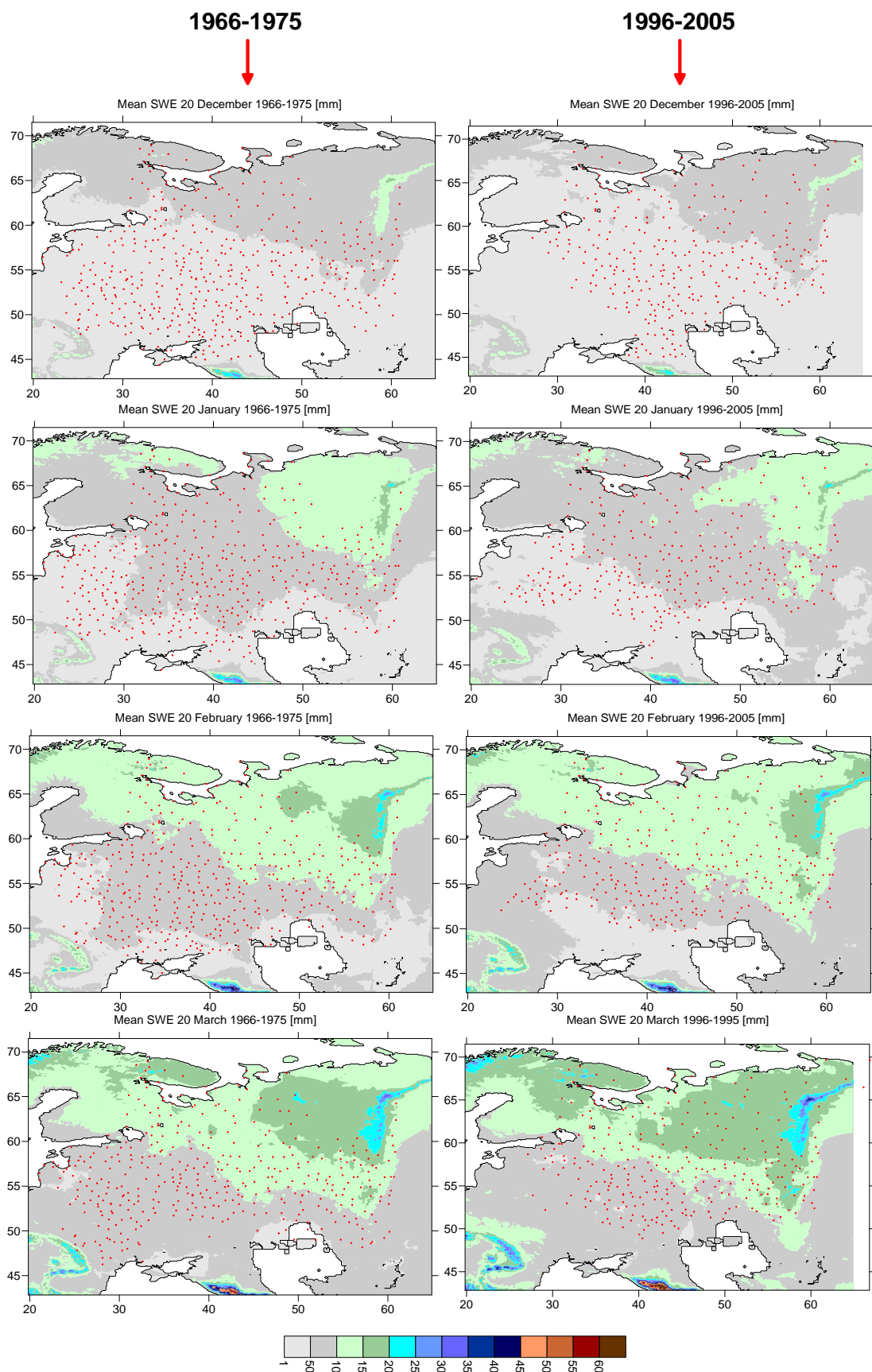
Obr. 2. Variabilita vodnej hodnoty snehu [mm] v štyroch okrajových bodoch skúmaného územia; sz (ľavý horný obrázok; zemepisná dĺžka/šírka 31,02/65,22), sv (pravý horný obrázok; 60,88/64,28), jz (ľavý dolný obrázok; 42,08/51,37) a jv (57,40/52,52).

Mapy boli validované porovnaním meraných a interpolovaných hodnôt, kontrolou priestorového rozdelenia vodnej hodnoty snehu a provnaním jej časovej variability pre niekoľko kontrolných bodov ležiacich v rôznych častiach skúmaného územia. Rozdiel medzi meranými a interpolovanými hodnotami sa väčšinou pohyboval v intervale $\pm 20\%$.

Variabilita vodnej hodnoty snehu na vybraných bodoch ležiacich v štyroch okrajových "rohoch" územia je znázornená na obr. 2. Obr. 3 ukazuje porovnanie priemernej vodnej hodnoty snehu v prvej dekáde (1966-1975) s poslednou dekádu skúmaného obdobia (1996-2005).

V súčasnosti pripravujeme podrobnú "správu". Po jej dokončení by sme chceli všetky mapy, vrátane správy sprístupniť na internete.

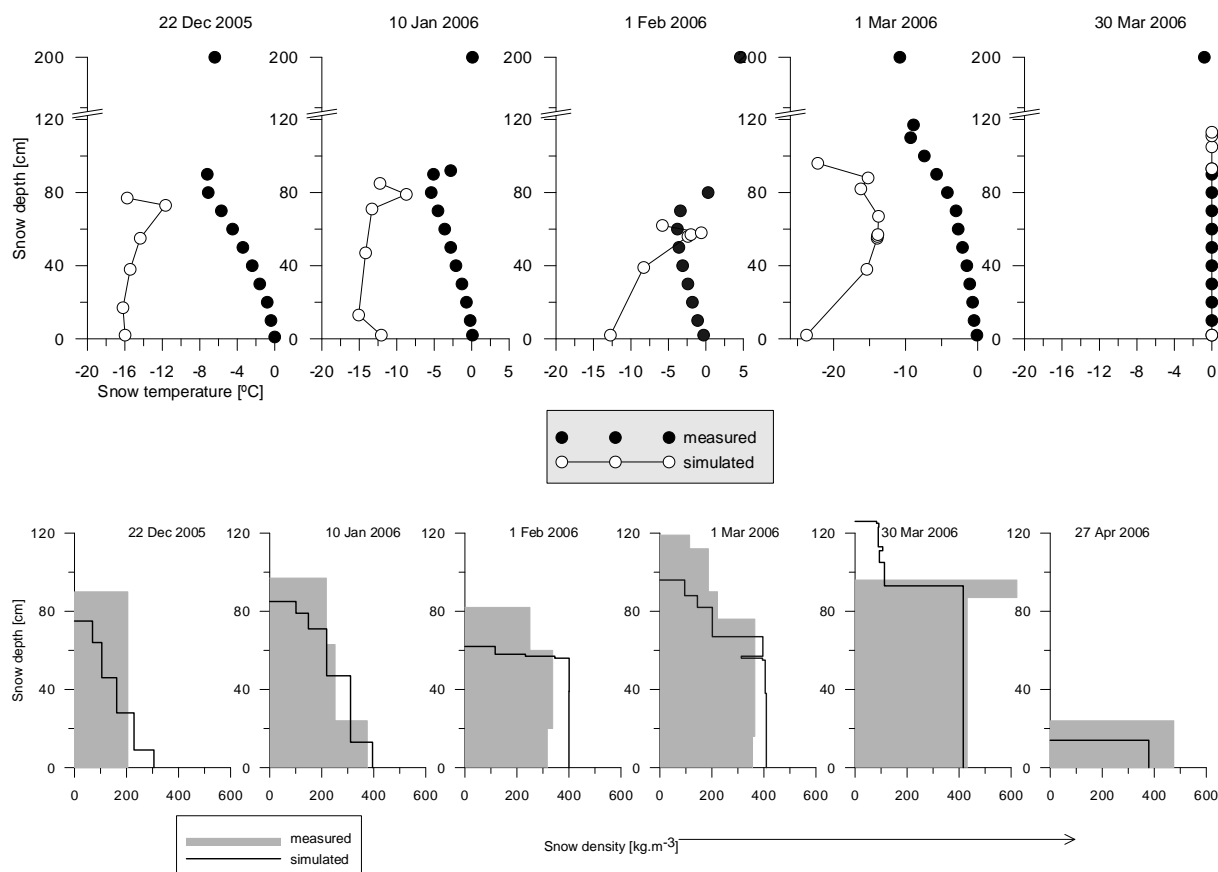
XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník



Obr. 3. Priestorové rozdelenie vodnej hodnoty snehu [mm] v jednotlivých mesiacoch v dvoch dekádach; červené body znázorňujú stanice použité pri interpolácii.

Simulácia vývoja vrstiev snehu

Cieľom tejto práce je overenie schopnosti matematického modelu SPONSOR (Shmakin, 1998) simulovať vertikálne rozdelenie vodnej hodnoty snehu na kontrolnej lokalite Červenec v Západných Tatrách. Okrem prvých výsledkov (Shmakin et al., 2009) boli dokočené simulácie pre tri zimné obdobia. Výsledky v súčasnosti spracovávame. Obr. 4 ukazuje, že simulácia teploty snehu v zime 2006 nebola dobrá aj keď čas, kedy sa teplota snehovej pokrývky dostala na hodnotu 0°C, bola simulovaná správne. Simulovaná hustota snehu bola lepšie porovnateľná s meranými hodnotami.

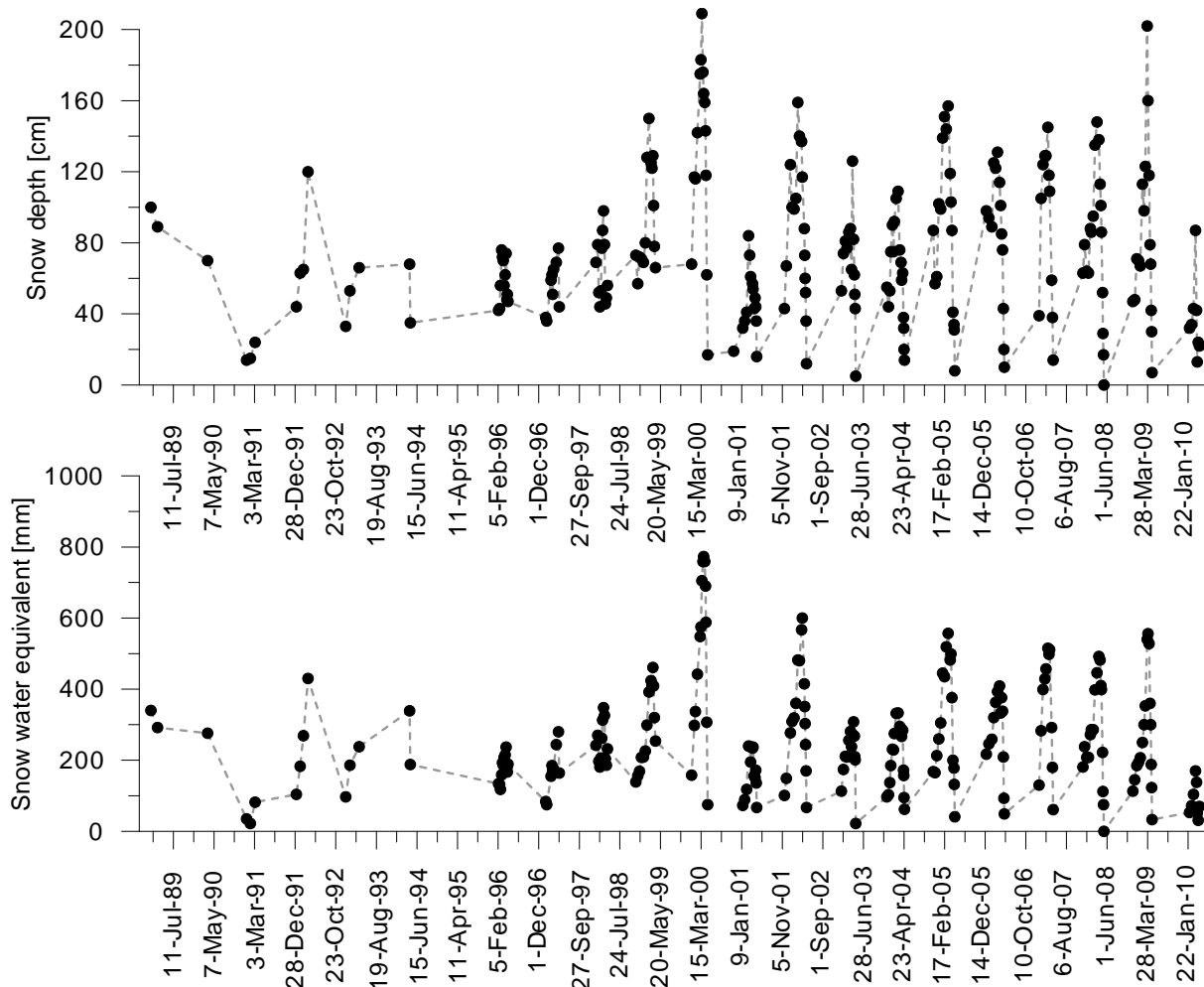


Obr. 4. Simulácia teploty a hustoty snehu v zime 2006 modelom SPONSOR (Holko et al., 2009).

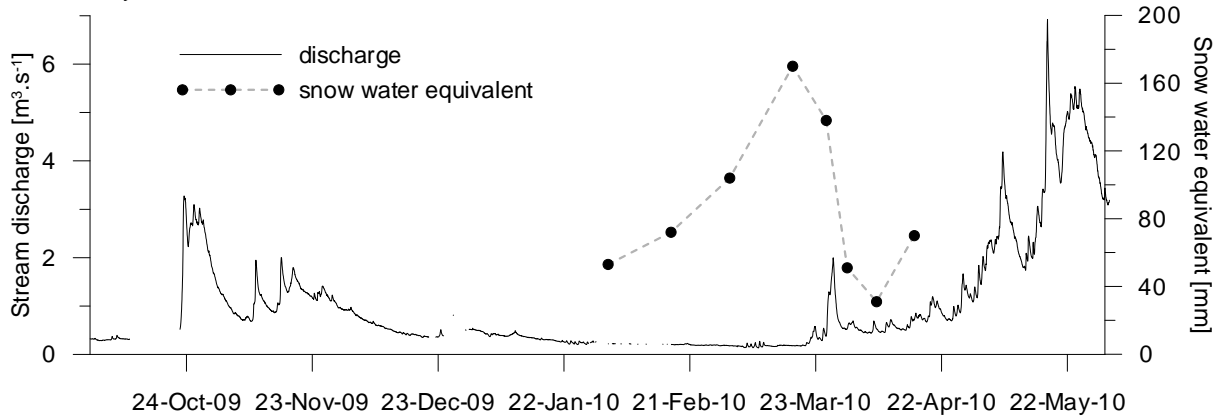
Priebeh zimy 2010 v Západných Tatrách

Akumulácia a topenie snehu v Západných Tatrách v zime 2010 mala veľmi neobvyklý priebeh. Prvý sneh napadol vo vyšších nadmorských výškach už v polovici októbra 2009 a vydržal približne dva týždne. Po jeho roztopení bola snehová pokrývka aj v nadmorskej výške 1500 m prakticky nemerateľná až do konca januára 2010. Vodná hodnota snehu na lokalite Červenec v povodí Jaloveckého potoka (1500 m n.m.) bola od zimy 1989 druhá najnižšia (obr. 5). Väčšina snehu sa v povodí roztopila na začiatku apríla 2010 (na porovnanie, hlavná fáza topenia sa obyčajne začína okolo tretej dekády apríla). Aj keď v apríli ešte potom napadol sneh a hory boli biele, celkové hodnotenie zimy ako snehovo veľmi slabej to už nezmenilo. V druhej polovici mája, teda v období, kedy už býva snehová pokrývka roztopená, napadlo okolo pol metra nového snehu, ktorý vyzdržal vyše týždňa (obr. 6).

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník



Obr. 5. Výška a vodná hodnota snehu na lokalite Červenec od 26.1.1989 do 15.4.2010.



Obr. 6. Vodná hodnota snehu na lokalite Červenec v zime 2010 a prietok v povodí Jaloveckého potoka – vlny zo snehu sa vyskytli v októbri 2009, marci a apríli 2010 a na konci mája 2010.

Pod'akovanie

Citované práce boli podporené projektami VEGA 2/0079/08 a APVV SK-RU-0005-07.

Literatúra

- Holko, L., Bičárová, S., Kostka, Z., Pribulová, A. (2009) Climatic conditions and development of skiing in the Skalnata dolina valley, the High Tatra Mountains. Eds. A. Pribullová, S. Bičárová, Sustainable development and bioclimat:e: Reviewed Conference Proceedings, Stará Lesná: Geophysical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Slovak Bioclimatological Society of the Slovak Academy of Sciences, ISBN 978-80-900450-1-9, 24-25.
- Holko, L., Kostka, Z., Parajka, J., Khan, V. (2010) Snow water equivalents in the European part of Russia in period 1966-2005. Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, EGU2010-5880, 2010, EGU General Assembly 2010.
- Shmakin A.B. (1998) The updated version of SPONSOR land surface scheme: PILPS-influenced improvements. Global and Planetary Change, vol. 19, No. 1-4, 49-62.
- Shmakin, A., Holko, L., Kostka, Z., Turkov, D. (2009) Simulation of snow characteristics in a mountain environment. Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, Vienna, EGU General Assembly 2009.

Resume

The paper informs about the activities of Experimental Hydrological Base of the Institute of Hydrology SAS in the field of snow hydrology since the last snow meeting in spring 2009. We have analysed conditions for operation of skiing facilities in the Skalnatá dolina valley (Holko et al., 2009), finished the maps of snow water equivalents in the European part of Russia for 20 December, 20 January, 20 February and 20 March 1966-2005 (Holko et al., 2010) and continued in simulation of layered snow in the Western Tatra Mountains, Slovakia (Shmakin et al., 2009). As usually, the last part of this paper is devoted to a brief information on snow cover evolution in winter 2010 in the Jalovecký creek catchment which was very untypical. The first snow appeared around the mid-October (2009). When it melted, the snow cover was very small (Fig. 5). Thus, the first regular measurements started just on 1 February 2010. The snow cover melted several weeks earlier than usually, but in the second half of May a heavy snowfall occurred again.

ÚVOD DO PROBLEMATIKY VÝSKUMU MIKROBIOLOGICKÝCH VLASTNOSTI SNEHU

Miriám Hanzelová², Zuzana Perháčová², Matúš Hríbik¹, Jaroslav Škvarenina¹

¹*Katedra prírodného prostredia, Lesnícka fakulta, Technická Univerzita vo Zvolene*

²*Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická Univerzita vo Zvolene*

Úvod

Tak ako každý výskum aj výskum základných vlastností snehovej pokrývky má svoju históriu. Prvé pozorovania snehovej pokrývky sa na území Slovenska začali spracovávať už v 50. rokoch 19. storočia. Zo začiatku sa jednalo len o sledovanie najjednoduchších charakteristík (výška snehu, maximálna výška snehu, trvanie snehovej pokrývky), časom sa riešili komplikovanejšie vlastnosti snehovej pokrývky (hustota, vodná hodnota snehu, snehové pomery rôznych oblastí) a dnes sa používajú na výskum snehu a snehových kryštálov elektrónkové mikroskopy a nanotechnológie a na monitoring snehovej pokrývky sa používajú metódy diaľkového prieskumu Zeme (satelitné snímky, družicové merania...)

Tiež vieme zisťovať pomerne presnými metódami aj rôzne komponenty obsiahnuté v snehu a snehovej pokrývky. Či už je to atmosférická depozícia, obsah bázičných kationov, acidifikačných aniónov, ťažkých kovov, alebo výskyt rôznych mikroorganizmov.

V tejto práci sa práve venujeme načrtnutím problematiky výskumu práve posledne menovanému problému. Tiež sa venujeme načrtnutiu možného ďalšieho riešenia problematiky na území Slovenska, tak ako nám to dovoľujú podmienky na Katedre prírodného prostredia, TU vo Zvolene.

Problematika

Napriek skutočnosti, že viac ako 80% biosféry (podľa objemu) je trvalo pod 5 °C a väčšina biomasy je mikrobiálneho charakteru (CHRISTNER *et. al.*, 2008), je veľmi málo známa biológia mikroorganizmov obývajúcich trvalo chladné prostredie.

Mikroorganizmy boli nájdené v ľadovcoch a iných zamrznutých prostrediach už dávno. Od Fostera z roku 1887 je známych pár druhov baktérií, ktoré sú schopné rásť aj pri teplote pod 0 °C. V 1918 McLean izoloval zo snehu, ľadu a zamrznutých rias z Antarktídy gram pozitívne koky a gram negatívne tyčinky tvoriace a netvoriace spóry. V Antarktíde taktiež skúmali Darling a Siple mikróby v snehu a guáne (HOOVER, PIKUTA, 2009).

Terénymi pozorovaniami si ľudia všimli, že sneh nemusí byť vždy len bielej farby. Boli prípady, keď bol zafarbený do červena, žltá, čierna ba aj modrá. Príčiny boli rôzne. Žltú a čiernu farbu snehu mala za následok prítomnosť prachu minerálneho charakteru, ktorý zrejme vietor vyzdvihol do vzduchu a jednotlivé zrnká prachu sa tak stali kondenzačnými jadrami pri tvorení snehu. Červené zafarbenie snehu, ktoré spomína už Aristoteles vo svojich spisoch, je fenomén dnes známy ako „red snow“ alebo fenomén „melónového snehu“ na snehových poliach v letných obdobiach. Je výsledkom fyziologickej aktivity niekoľkých druhov snežných rias, ktoré rastú pri teplotách pod 10 °C (BIALOBŽESKIJ, 1953, GÁALOVÁ, 2007, MITEVA, 2008). Vo vysokých horách sa na snehu medzi nimi vyskytuje druh *Chlamidomonas nivalis*, ktorý má v bunkách karotenoidy. Riasa pravdepodobne rastie na snehu ako zelená pigmentová vegetatívna bunka a následne sporuluje. Na jar vyklíči, pri oteplení sa pomnoží a svojim metabolizmom prispieva k roztápaniu snehu. Riasy sa koncentrujú na jeho povrchu a zanechávajú červené stopy (ŠEDOVÁ, 2006). Výskyt rozsievok v antarktických ľadových kryhách zapríčiňuje zase hnedé sfarbenie ľadu (BETINA, NEMEC, 1977).

Vo vzduchu sa vyskytujú baktérie, riasy, kvasinky a výtrusy húb. Vzduch nad obývanými miestami obsahuje oveľa viac mikróbov ako vzduch nad vysokými vrchmi, ľadovcami, morami. No aj v týchto priestoroch sa vyskytuje aspoň malé množstvo mikroorganizmov, ktoré sa sem dostali so vzdušnými prúdmi alebo na čiastočkách prachu, a môžu tak prenikať do veľkých vzdialeností (BETINA, NEMEC, 1977).

Zo vzoriek ľadovcov z Antarktídy sa podarilo vedcom izolovať viaceré typy psychrofilných baktérií. V grame vzorky ľadu našli približne sto baktérií (BETINA, NEMEC, 1977).

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Schmidt-Nielson v roku 1902 navrhol pre organizmy schopné rásť termín psychrofilné mikroorganizmy. Ingraham, Stokes a Stokes termín definovali presnejšie ako mikroorganizmy, ktoré rastú dostatočne rýchlo pri 0°C a stávajú sa makroskopicky viditeľnými počas jedného alebo dvoch týždňov. Rozdelili ich na striktné resp. obligátne psychrofilny a fakultatívne psychrofilny, závisiace od podmienok v ktorých rastú najrýchlejšie pod alebo nad 20 °C. Morita definoval psychrofilny ako mikroorganizmy, ktoré majú minimálnu teplotu rastu <0°C, optimálnu 15°C a maximálnu teplotu rastu 20°C (HOOVER, PIKUTA 2009, GOUNOT, 1986).

Psychrofilné mikroorganizmy sa zaraďujú medzi indikátory všeobecného znečistenia vôd. Charakterizujú stupeň mikrobiálneho oživenia vôd, ktorý je závislý od rýchlosti využiteľných organických látok.

Práca DUDOVEJ 2006, ktorá vychádza z RASHID *et. al.*, 1999, TAKAMI *et. al.*, 1997 a MÄNNISTÖ, HÄGGBLÖM, 2006, uvádza najčastejšie izolované rady psychrofilných mikroorganizmov :

- Gramnegatívne koky a tyčinky: *Pseudoalteromonas, Moraxella, Psychrobacter, Polaromonas, Psychroflexus, Polaribacter, Moritella, Vibrio a Pseudomonas*
- Grampozitívne koky a tyčinky: *Arthrobacter, Bacillus, Micrococcus,*
- Archaea: *Methanogenium, Methanococoides a Halorubrum*
- Kvasinky: *Candida a Cryptococcus*
- Mikroskopické huby: *Penicillium a Cladosporium*
- Mikroskopické riasy: *Chloromonas*

Psychrofilné môžu byť aj plesne, konkrétne z taxonomickej skupiny *Deuteromycotina* a *Ascomycotina*. Dôležitý je rod *Botrytis*, ktorý spôsobuje hnilobu mäsa skladovaného pri nízkych teplotách. Za vlhkého počasia spôsobuje aj hnilobu jahôd a cibule.

Psychrofilny sa môžu využiť aj na ekologické účely, ako napríklad sanácia pôd po jej kontaminácii ropnými derivátmi. Kvasinky *Debaryomyces, Leucosporidium* alebo *Rhodotorula*, ktoré patria tiež medzi psychrofilny sa využívajú pri ropných haváriách vo veľmi chladných oblastiach (ŠILHÁNKOVÁ, 2002).

Extrémne psychrofilné mikroorganizmy sú schopné prežívať v drsnom mrazivom prostredí v prítomnosti ľadu a snehu ako napríklad polárne oblasti, alpínske pôdy, jazerá a jaskyne, ktoré sa zdajú byť bez života. Okrem baktérií tu žijú aj zástupcovia snežných rias a siníc, húb, rozsievok, vírusov, vírnikov a pomaliiek (BARRY *et al.*, 2007, GÁÁLOVÁ, 2007). V pobrežnej oblasti Antarktídy boli pozorované viaceré druhy snežných rias, či už modrých, zelených alebo červených. Vo vzorkách z Sign Island, malého subantarktického ostrov, zistili, že v zafarbenom snehu sa nachádzajú riasy približne 5×10^3 buniek v mm^3 a v čistom snehu iba 1-2 bunky na mm^3 . Väčšina nájdených rias bola sústredená vo vrchných centimetroch snehovej pokrývky, aj keď pohyblivé zelené riasy boli nájdené aj v určitej vzdialenosti pod červenými škvrkami snehu (HODSON, 2008).

Psychrofilné organizmy majú vyvinuté mechanizmy, ktoré im umožňujú vysporiadať sa s rôznymi stres vyvolávajúcimi faktormi prostredia. Vplyvy, ktoré extrémne pôsobia na bunky organizmov sú napríklad teplota pod bodom mrazu a opakované zmrazenie a rozmrazenie, vysušenie, vysoká alebo nízka úroveň slanosti alebo pH, a dlhé obdobia tmy v zime. Polárne formy života musia byť tiež schopné prežiť za pôsobenia vysokej úrovne slnečného UVB (280 do 314 nm) (HOOVER, PIKUTA, 2008). Vďaka vyššiemu obsahu nenasýtených mastných kyselín v lipidickej časti cytoplazmatickej membrány a proteínovým konformáciám funkčných aj pri nízkych teplotách sú bunky schopné zachovať si tekutosť vnútrobunkovej vody aj pri mrazoch, čo vplyva na spomalenie reprodukcie a zníženie metabolickej aktivity (GÁÁLOVÁ, 2007), takže sa môžu vyskytovať v mrazivých oblastiach.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Metodika

Cieľom mikrobiologického rozboru snehu je získanie kvalitatívnych a kvantitatívnych údajov o výskyte mikroorganizmov. Používame mikroskopické a kultivačné metódy.

Pri mikroskopických metódach vzorky snehu najprv zcentrifugujeme, vytvoríme preparát a následne pozorujeme pomocou mikroskopu Olympus BX40, Gramovho farbenia a kvantitatívny obsah zistíme v Burkerovej komôrke. Týmto spôsobom identifikujeme druhy mikroorganizmov, ich počet a zaznamenáme ich použitím softwaru Quick Photo Micro 2.2.

Pri kultivačných metódach sa pridriavame noriem STN ISO 83 0531.

Tomuto najviac vyhovujú také spôsoby stanovenia, ktoré používajú pevné kultivačné média. Súhrn živných médií, teplota a čas kultivácie pre psychrofilné mikroorganizmy sú v Tab.1.

Tab 1. Prehľad použitých kultivácií pre psychrofilné mikroorganizmy

Table 1 View of used cultivations for a psychrophile microorganisms

| Mikroorganizmy | Teplota a čas kultivácie | Živé médium |
|--|---------------------------|---------------------|
| Kultivácia psychrofilných mikroorganizmov - baktérií | 20 °C ± 1 °C 72 h ± 3 h | Nutrient agar No. 2 |
| Kultivácia psychrofilných mikroorganizmov – kvasinky a mikromycéty | 30 °C ± 1 °C 5 dní a viac | Czapek – Doxov agar |

Analýza snehu metódou kultivácie na živných médiách

Tento spôsob očkovania sa používa pre stanovenie psychrofilných a mezofilných baktérií. Pracovný postup:

1. Na dno označenej sterilnej Petriho misky sa napipetuje príslušný objem 1ml vzorky.
2. Hneď po napipetovaní vzorky sa do misky naleje 15 – 20 ml roztopeného a na +45°C ochladeného kultivačného média a miska sa hneď uzavrie.
 - Pre stanovenie psychrofilných- kultivovateľných baktérií sme použili Nutrient agar No 2, od firmy Biomark.
 - Na stanovenie - kultiváciu kvasiniek a mikroskopických plesní sme používali Czapek-Doxov agar, od firmy Biomark.
3. Pre rovnomerné rozptýlenie mikroorganizmov po celej ploche misky, sa musí obsah misky hneď (pred stuhnutím agaru) krúživým pohybom v jednom aj opačnom smere premiešať.
4. Po premiešaní sa nechá agarové médium stuhnúť a až po úplnom stuhnutí sa misky ukladajú dnom nahor do termostatu. Vzorky sme kultivovali v termostate INCUCCELL pri teplote 30°C, pri kvasinkách a plesniach, pri teplote 20 °C pri baktériách.
5. Z nárastov kolónií na Petriho miskách sme vyhotovili mikroskopické preparáty farbené metylénovou modrou a Gramovým farbením, ktoré sme pozorovali a fotografovali.

Výsledky

Keďže výskum mikrobiálnej aktivity v snehu, tak ako sme ho prezentovali na 15. Stretnutí snehárov nebol ešte ukončený a laboratórne výsledky v čase písania tohto článku ešte nie sú plne zosumarizované, len v krátkosti uvádzame najdôležitejšie výsledky.

Náš výskum bol situovaný v priestore orografického celku Nízke Tatry na výškovom tranzakte Srdiečko Dereše (1000- 2000 m n. m.), kde viac ako 80% územia je tvoreného lesmi. Les, ako vieme, plní významné hydrické funkcie v krajine a má tiež veľký význam pre hydro-fyzikálne vlastnosti snehovej pokrývky a tiež významne ovplyvňuje aj akumuláciu, topenie a rozloženie snehovej pokrývky. V našej práci sme sa rozhodli zamerať na lesa a jeho

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

vplyv na výskyt mikroorganizmov v snehovej pokrývke. Z odobraných vzoriek sme určili mikrobiologické zloženie snehu, v závislosti od druhu porastu a nadmorskej výšky na výskyt mikroorganizmov v snehovej pokrývke.

Výsledky kultivácie vzoriek snehu z konca marca roku 2009 zo skúmaných plôch Nizkých Tatier na tranzekte Srdiečko – Dereše, ktoré boli odobraté v rôznej nadmorskej výške na voľnej ploche alebo v lese sú zobrazené v Tab.2.

Tab. 2 Príklad výsledkov kultivácie vzoriek snehu z marca roku 2009

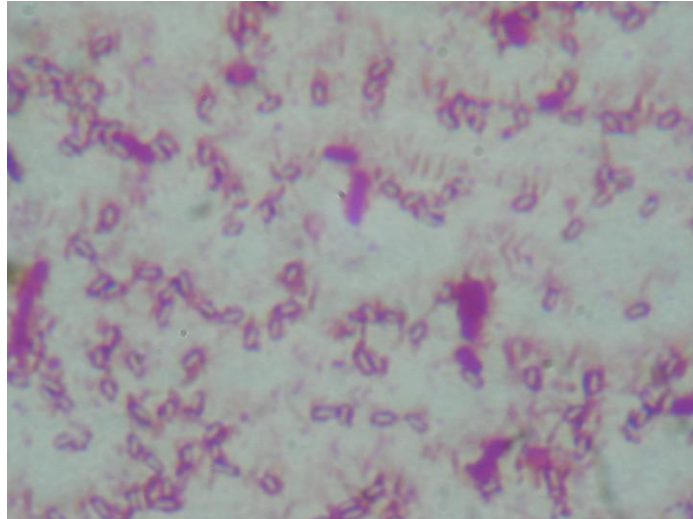
Table 2 Example of snow cultivation results from March 2009

| Lokalita: NAPANT : Srdiečko - Dereše | | | | | | |
|--------------------------------------|--|----------|---|---|--------|-------|
| Nad. výška [m. n. m.] | Prítomnosť mikroorganizmov | | | | | |
| | Kultivované na Nutrient agar No. 2 pri 20 °C KTJ/ml > 500 | | | Kultivované na Czapek – Doxov agare pri 30 °C KTJ/ml < 5 | | |
| | Baktérie | | | Kvasinky | Plesne | Riasy |
| tyčinkovité | vláknité | kokovité | | | | |
| 1000 V | + | - | - | - | - | - |
| 1000 L | + | + | - | + | - | - |
| 1100 V | + | - | - | + | - | - |
| 1100 L | + | - | - | - | - | + |
| 1200 V | - | + | - | - | - | + |
| 1200 L | - | - | + | - | - | - |
| 1300 V | + | + | - | - | - | - |
| 1300 L | - | - | + | - | - | - |
| 1400 V | + | + | - | - | - | - |
| 1400 L | + | - | - | - | - | - |
| 1500 | + | + | - | - | - | + |
| 1600 | + | - | - | - | - | - |
| 1700 | + | + | - | - | - | + |
| 1800 | + | - | - | + | - | - |
| 1900 | + | - | - | - | - | - |
| 2000 | + | - | - | - | - | - |

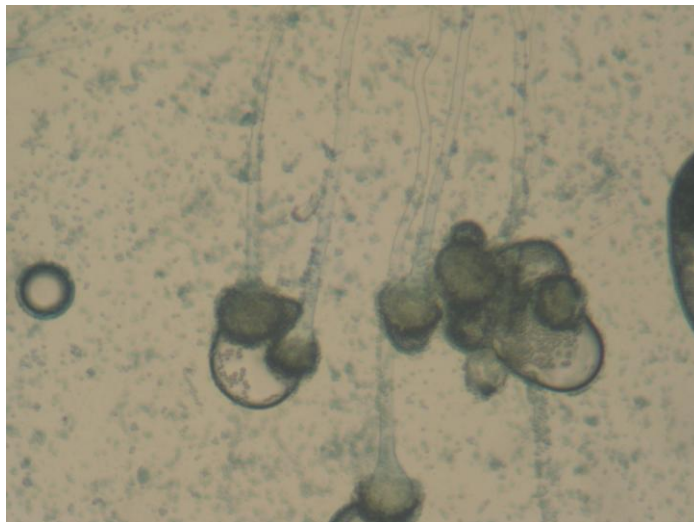
V voľná plocha, L les, + prítomné, - neprítomné

Vypracované analýzy vzoriek snehu neukazujú žiadne vplyvy lesného porastu na výskyt mikroorganizmov aj keď z Tab. 1 si môžeme všimnúť, že výskyt kokovitých baktérií sa nachádzal len v lese. Na voľnej ploche bol zistený väčší výskyt vláknitých baktérií. Tyčinkovité baktérie sú prítomné všade, rovnako v lese aj na voľnej ploche. V malom zatúpení sa vyskytli kvasinky a riasy. Jedince rias sme identifikovali v 4 vzorkách z toho 3 boli odobraté z voľnej plochy. Závislosti výskytu mikróbov od nadmorskej výšky neprekazujú žiadnu logickú spojitosť.

Nasledujúce snímky zobrazujú gram pozitívne a gram negatívne psychrofilné baktérie zistené na tomto území. Na obr. 1,2, je *Bacillus* sp. Vo vzorkách z nižších polôh sme izolovali a analyzovali prítomnosť mikroskopickéj plesne *Aspergillus* sp., ktorá je na obr.3,4.



Obr.1 Psychrofilné baktérie G+ a G- zväčšenie 15x100x2
Fig. 1 Psychrophile bacteria G+ a G- maximizable 15x100x2



Obr. 2 Mikroskopické plesne r. *Aspergillus sp.* pri zväčšení 300 krát
Fig. 2 Microscopic fungi *Aspergillus sp.* maximizable 300 times

Záver

Dokázali sme, že aj v nehostinnom prostredí ako je snehová pokrývka sa môžu vyskytovať mikroorganizmy. V našom prípade sme vyizolovali jedince baktérií, plesní a rias, ktoré sa vo vzorkách obsiahnuté rôznou kvantitou, najpočetnejšími boli baktérie.

Pri našich odberoch vzoriek sme sa na žiadnom z výskumných plôch nestretli s farebnými známkami mikroorganizmov na povrchu snehovej pokrývky, len v ojedinelých prípadoch bol sneh jemne sfarbený dosiva. Napriek tomu analýzy neukazujú výrazné zmeny výskytu mikroorganizmov oproti čistému snehu.

Z doterajších výsledkov zatiaľ nemôže určiť, že by les nejakovo vplýval na mikrobiologické zloženie snehu v poraste. Taktiež sa nám nepotvrdila hypotéza závislosti výskytu psychrofilov od nadmorskej výšky.

V budúcnosti výskumu by sme sa ďalej chceli venovať

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

- 1, presnejšej kvantifikácií mikroorganizmov vo vzorkách (počítanie v Burkerových komôrkach)
- 2, zatriedeniu psychrofilných baktérií do druhov na základe genetickej analýzy (PCR – analýzy)
- 3, skúmaniu závislosti výskytu mikroorganizmov v jednotlivých vrstvách snehovej pokrývky, nie len na jej povrchu.

Resume

In this paper we clarified the basic biological composition of snow.

Field monitoring is carried out on transect Srdiečko (1100 m) - Dereše (2003 m), which shall be taken once a month as an open area as well as in the stand. The results show that in the sample taken is a large amount psychrophil bacteria, a smaller representation occurring fungi. With the advent of spring snow cover on the surface of emerging individuals of spiders, insect larvae, which includes wind bye. From previous research we have not found differences in the occurrence of microorganisms in the forest and open space, nor any dependence of microbes on the altitude. In the future we plan to classify the bacteria species and to determine the exact number of organisms in the samples.

Keywords: Nízke Tatry Mts., snow cover, microorganisms

Literatura

- BARRY, R. G. et al. Snow in UNEP. Global Outlook for Ice and Snow. 1st ed. Norway: Birkeland Trykkeri A/S. 2007. 235 pp. ISBN 9789280727999
- BETINA, V. – NEMEC, P. Všeobecná mikrobiológia. 1. vyd. Bratislava: ALFA, 1977. 477 S.
- BIALOBŽESKIJ, G. V. Sneh a ľad. 1. vyd. Martin: Vydavateľstvo OSVETA, 1953. 53 s.
- CHRISTNER, B. C. – SKIDMORE, M. L. – PRISCU, J.C. – TRANTER, M. – FOREMAN, M. Bacteria in Subglacial Environments. in MARGESIN, R. et al. Psychrophiles: from biodiversity to biotechnology. 1st ed. New York: Springer Verlag, 2008. 462pp. ISBN 978-3-540-74334-7
- DUDOVÁ, P. Psychrofilní a psychrotolerantní mikroorganizmy a jejich využití k biodegradaci škodlivin : bakalárska práca. Brno: Masarykova univerzita. 2006. 36 s.
- GÁÁLOVÁ, B. Indikátory mikrobiálnej kontaminácie rôznych typov vôd: bakalárska práca. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave. 2007. 44 s
- GOUNOT, A. M. Psychrophilic and psychrotrophic microorganisms 1986 in GÁÁLOVÁ, B. Indikátory mikrobiálnej kontaminácie rôznych typov vôd: bakalárska práca. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave. 2007. 44 s.
- HODSON, A.J. – ANESIO, A.M. – TRANTER, M. – FOUNTAIN, A.G. – OSBORN, M. – PRISCU, J. C. - LAYBOURN-PARRY, P. – SATTLER, B. Glacial Ecosystems In the Ecological Society of America. Ecological Monographs. 2008. 78(1):pp 41-67.
- HOOVER, R. B. – PIKUTA, E. V. Psychrophilic and Psychrotolerant Microbial Extremophiles in BEJ, A.S. – AISLABIE, J. – ATLAS, R.M. Polar microbiology: The Ecology, Biodiversity and Bioremediation Potential of Microorganisms in Extremely Cold Environments, 1st ed., USA: CRC Press. 2009. 424 pp. ISBN 978-1-4200-838-4-2
- MÄNNISTÖ, M. K. – HÄGGBLÖM, M. Characterization of psychrotolerant heterotrophic bacteria from Finnish Lapland in Systematic and Applied Microbiology 29. 2006. pp. 229–243.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

MITEVA, V.. Bacteria in Snow and Glacier Ice. In Margesin, R. et al. Psychrophiles: from biodiversity to biotechnology. 1st ed. New York : Springer Verlag, 2008. 462pp. ISBN 978-3-540-74334-7

RASHID, N. – KIKUCHI, H. – RZALI, S. – ATOMI, H. – IMANAKA, T. Isolation and characterization of psychrotrophs from subterranean environments. Journal of Bioscience and Bioengineering. 1999. Volume 87, Number 6, pp. 746-751.

ŠEDO VÁ, D. Mikrobiológia snehu in PROKŠOVÁ, M. – SEMAN, M. Mikrobiológia vody a prostredia. Bratislava: Československá spoločnosť mikrobiologická, 2006. s. 28-33.

ŠILHÁNKOVÁ, L. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology 2002 in GÁÁLOVÁ, B. Indikátory mikrobiálnej kontaminácie rôznych typov vôd: bakalárska práca. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave. 2007. 44 s

TAKAMI, H. – INOUE, A. – FUJI, F. – HORIKOSHI, K. Microbial flora in the deepest sea mud of the Mariana Trench in FEMS. Microbiology Letters. 1st ed. Blackwell Publishing, 2006. pp. 279-285.

VYHODNOTENIE ZÁSOB VODY V SNEHOVEJ POKRÝVKE V POVODÍ NITRY POČAS ZIMY 2009/2010, POROVNANIE SO ZIMOU 2008/2009

K. Matoková, T. Masár, P. Smrtník

Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava

Úvod

Expedičné merania snehovej pokrývky, zamerané na zistenie zásob vody v snehovej pokrývke, vykonávané v rámci Hydrologickej informačnej a predpovednej služby (HIPS) SHMÚ, majú na Slovensku už viac ako 20-ročnú tradíciu. Prvé merania sa uskutočnili na regionálnom stredisku Žilina - v povodí Váhu a boli zamerané na stanovenie jarných prítokov do nádrží z topiaceho sa snehu. V rámci týchto meraní sa v spolupráci so SAV vypracovala presná metodika merania výšky snehovej pokrývky a stanovenia jej vodnej hodnoty. Postupne sa rovnaké merania začali uskutočňovať aj v ďalších povodiach v oblasti severného, stredného a východného Slovenska. Výsledky expedičných meraní slúžia nielen pri samotnom operatívnom vyhodnocovaní zásob vody v snehovej pokrývke za účelom spresnenia hydrologických predpovedí odtoku z topiaceho sa snehu, ale sa zároveň využívajú aj pri mapovom spracovaní výšky snehu (VS) a vodnej hodnoty snehovej pokrývky (VHS) na Slovensku. Výsledky expedičných meraní, organizovaných jednotlivými Regionálnymi strediskami SHMÚ, najmä v stredohorských a vysokohorských oblastiach Malých a Bielych Karpát, Javorníkov, Malej a Veľkej Fatry, Moravských a Oravských Beskýd, Nízkyh, Vysokých a Západných Tater, slúžia nielen pri samotnom operatívnom vyhodnocovaní zásob vody v snehovej pokrývke, ale sa zároveň využívajú pri mapovom spracovaní výšky snehovej pokrývky (VS) a vodnej hodnoty snehovej pokrývky (VHS) na Slovensku. Mapy sa aktualizujú raz týždenne.

Zásoby vody v snehu sa pravidelne určujú zo siete snehomerných staníc, ktorá je vybraná zo siete zrážkomerných staníc, ktoré však vo vyšších nadmorských výškach chýbajú. Výška snehu ako aj jeho vodná hodnota je vo vyšších nadmorských výškach veľmi premenlivá a nie

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

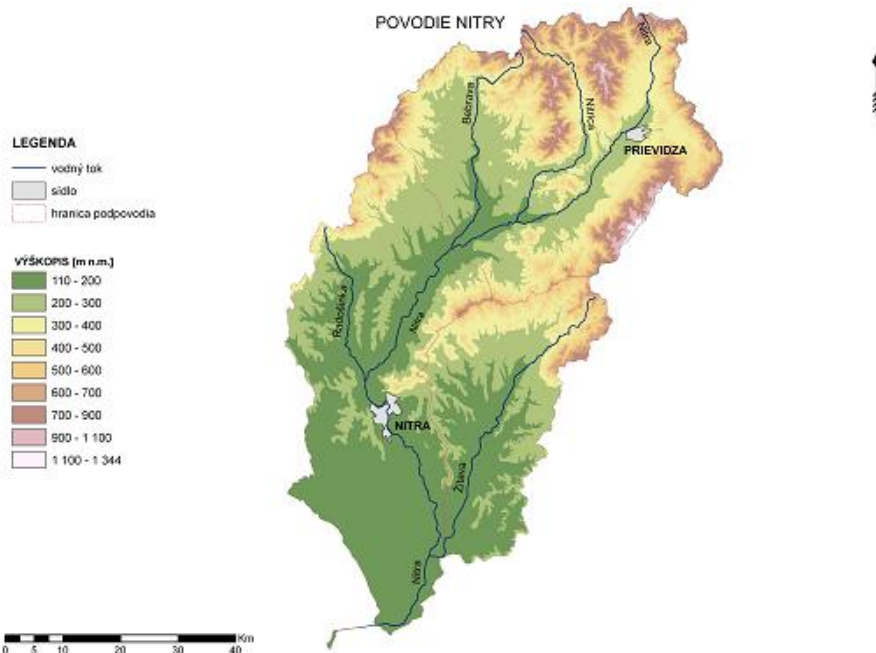
je jednoduché ich extrapolovať z údajov z nižších výškových pásiem. Z tohoto dôvodu je potrebné, za účelom získania informácií o snehovej pokrývke vo vyšších nadmorských výškach, organizovať expedičné merania. V rámci jednotlivých RS SHMÚ sa každý pondelok vykonávajú menšie expedičné merania do vybraných lokalít a na sklonku zimy sa uskutoční veľké expedičné meranie, ktoré rovnomerne pokryje celé povodie.

Na rozdiel od ostatných regionálnych stredísk, majú expedičné merania snehu na pracovisku HIPS v Bratislave len krátku minulosť a vo vývojovej fáze. Prvé expedičné meranie snehovej pokrývky sa tu uskutočnilo v povodí rieky Myjavy koncom januára 2007, kedy súvislá snehová pokrývka nebola príliš vysoká a udržala sa len niekoľko dní, ale uskutočnené meranie nám pomohlo otestovať vhodnosť vybraných snehomerných profilov. Nasledovala zima v roku 2007/2008, ktorá bola na súvislú snehovú pokrývku v rámci západného Slovenska veľmi chudobná a nebolo možné uskutočniť žiadne expedičné merania.

Rozdielna situácia nastala v zime 2008/2009 a následne aj 2009/2010. Počas zimy 2008/2009 sa súvislá snehová pokrývka na území západného Slovenska a teda aj v povodí Nitry udržala takmer až do 23. februára 2009, keď sa po prechode teplého frontu výrazne oteplilo a zrážky sa vyskytovali vo forme dažďa. Tesne pre týmto výrazným oteplením bolo možné uskutočniť expedičné merania nielen v povodí Myjavy, ale aj v Malých Karpatoch a v povodí rieky Nitry. Situácia počas zimy 2009/2010 bola obdobná, pričom súvislá snehová pokrývka sa vytvorila v druhej polovici januára a tá pretrvávala až do polovice februára v nižších polohách a do začiatku marca v horských pramenných oblastiach Nitry a Žitavy.

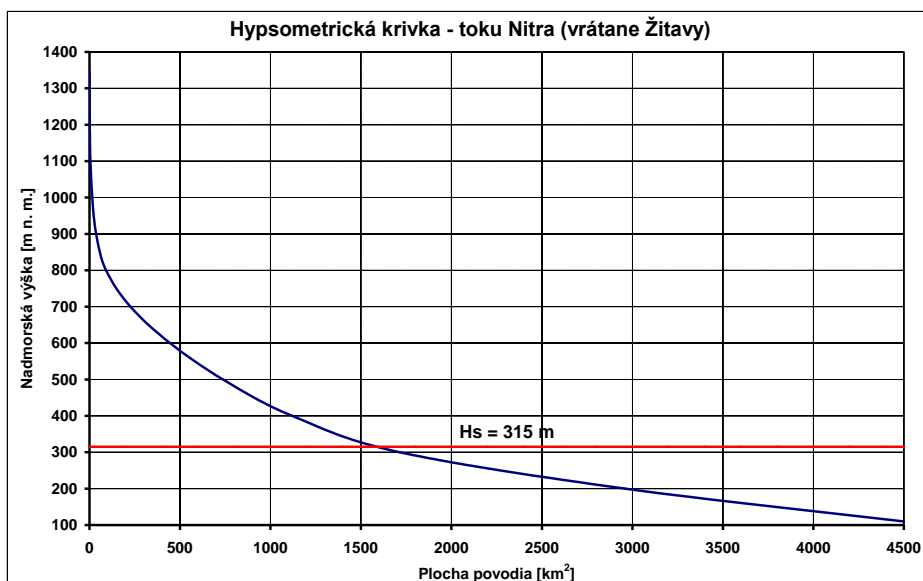
Stručný popis povodia rieky Nitry

Rieka Nitra (Mapa č. 1) pramení v južnej časti pohoria Malá Fatra, pod Fačkovským sedlom a ústi do rieky Váh severne od Komárna. Priemerná výška územia je cca. 315 m n. m. a celková plocha povodia je 4500,9 km² (Obr. 1). Najvyšším miestom povodia je vrch Vtáčnik, ktorý má výšku 1346 m n. m. Územie povodia je v hornej a strednej časti hornaté a veľmi členité, v strednej časti prechádza do menej členitej pahorkatiny a v dolnej časti je tvorené takmer rovinnou nížinou.



Mapa č. 1 Fyzicko-geografické podmienky v povodí Nitry

Map 1 Physically geographical conditions of Nitra river basin



Obr. 1 Hypsometrická krivka toku Nitra
 Fig. 1 The area elevation curve of Nitra river basin

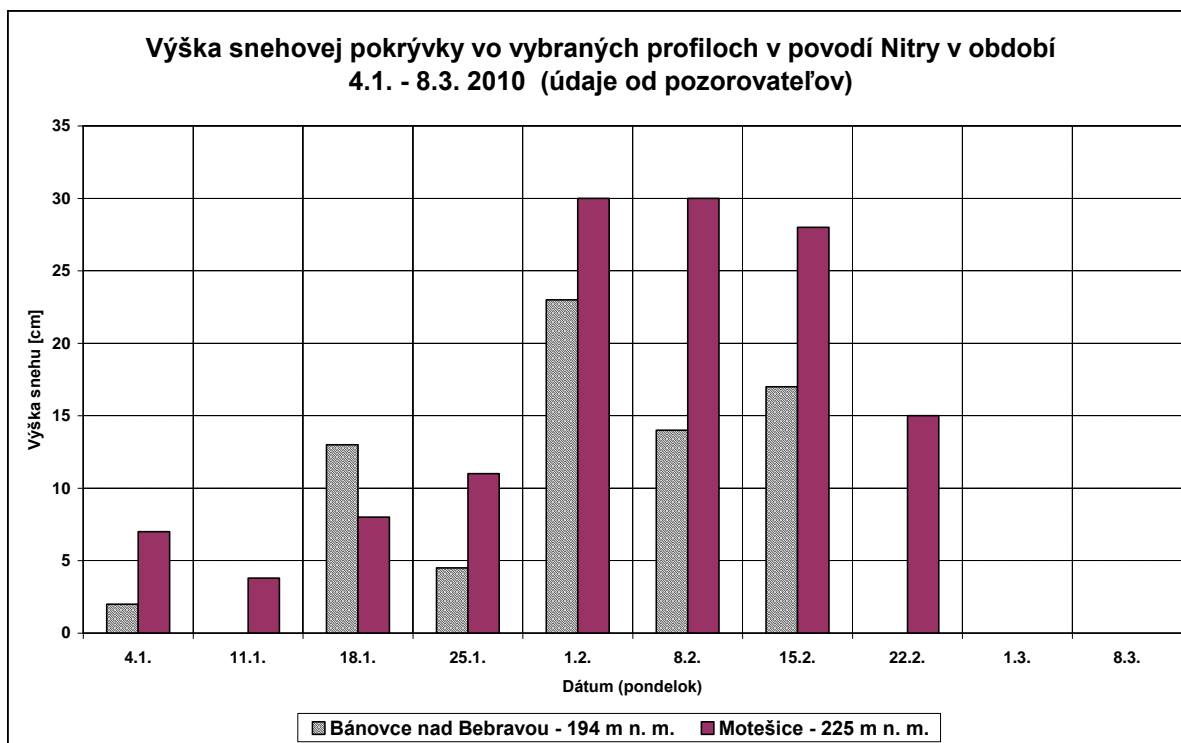
Príprava a realizácia expedičných meraní v povodí Nitry

V roku 2009 bolo pre povodie Nitry na základe hydrologických máp mierky 1:50:000 vybraných 54 snehomerných profilov v nadmorských výškach od 110 do 1082 m n. m., ktoré boli rovnomerne rozmiestnené takmer v celom povodí Nitry, s výnimkou povodia jej ľavostranného prítoku Žitava s plochou subpovodia 922,5 km², ktoré bolo z kapacitných dôvodov vynechané. Rieka Žitava svojou plochou povodia predstavuje cca. 20% z plochy povodia celej Nitry. Expedičné meranie sa uskutočnilo na konci zimy - koncom februára 2009, v dňoch 23.-25.2. a výsledky z tohoto merania už boli prezentované na 14. Medzinárodnom stretnutí snehárov na Šumave v marci 2009.

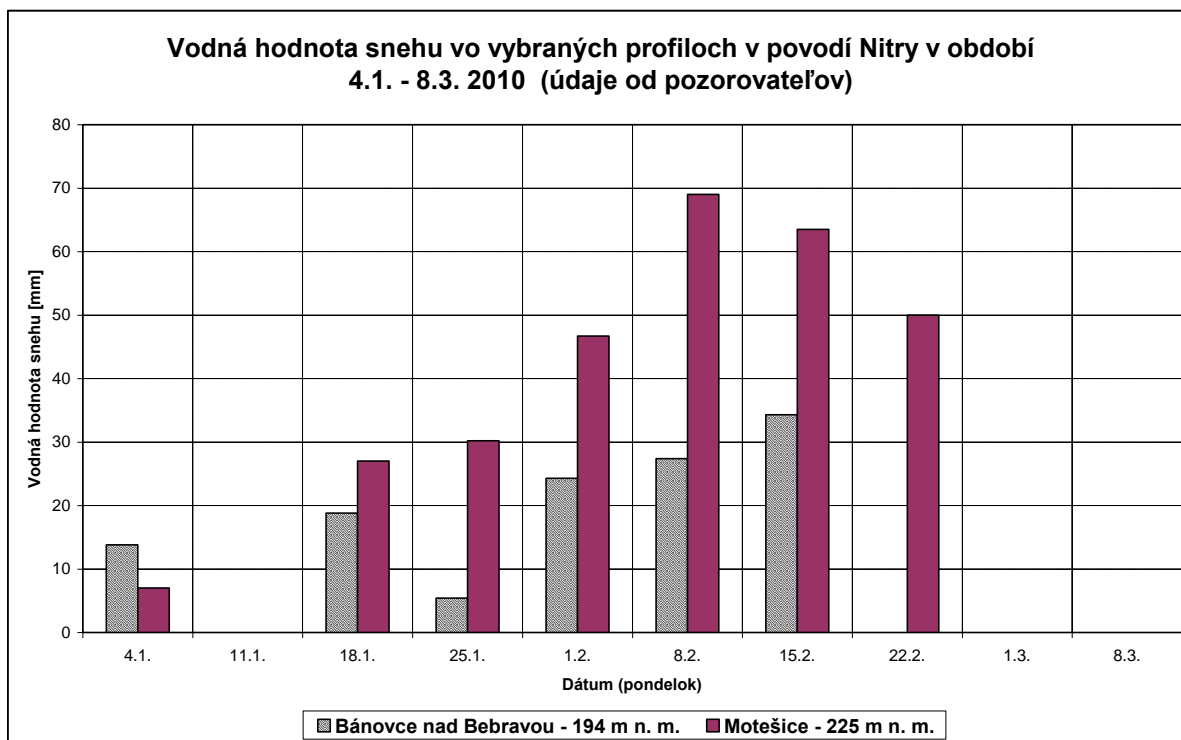
Keďže sa jednalo o vôbec prvé expedičné meranie snehovej pokrývky v povodí Nitry, bolo prirodzené, že niektoré z vybraných profilov boli pre tento účel nevyhovujúce, prípadne veľmi ťažko prístupné. Z tohto dôvodu bol počet profilov do začiatku zimy 2010 upravený a do meraní sa zahrnula už aj Žitava. Spolu bolo vybraných 32 reprezentatívnych merných profilov, pričom najvyššie situovanými lokalitami bola Homôlka – 813 m n. m. a Fačkove sedlo – 838 m n. m.

Zima 2009/2010 bola v povodí Nitry pomerne štedrá na snehové zrážky, pričom snežiť začalo krátko po prvom januári a v priebehu celého januára až do polovice februára sa v nadmorskej výške od 190 m n. m. súvislá snehová pokrývka nielenže udržala, ale jej výška sa neustále zvyšovala. Vývoj snehovej pokrývky sme sledovali na základe pravidelných pondelkových hlásení od pozorovateľov (Obr. 2, 3), pričom najvyššie hodnoty VS aj VHS boli zaznamenané v prvej februárovej dekáde.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník



Obr. 2 Výška snehovej pokrývky [cm] vo vybraných profiloch počas zimy 2010
 Fig. 2 Snow depth [cm] in chosen profiles during the winter season 2010



Obr. 3 Vodná hodnota snehu [mm] vo vybraných profiloch počas zimy 2010
 Fig. 3 Water equivalent of snow [mm] in chosen profiles during the winter season 2010

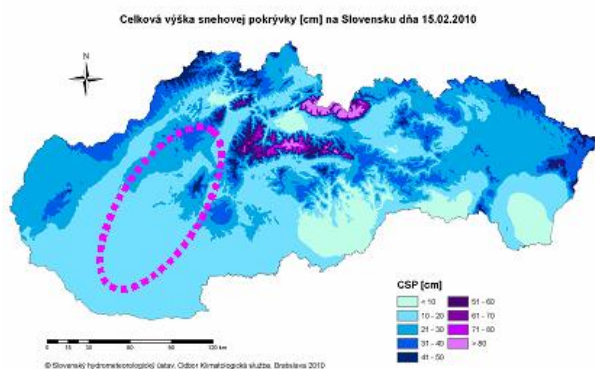
V polovici februára nastala náhla zmena v charaktere počasia, a podľa predpovedí meteorológov malo od 19. 2. nastat' výrazné oteplenie sprevádzané výdatnými tekutými zrážkami a preto sme v dňoch 15. a 16. februára 2010 uskutočnili plánované expedičné meranie.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Meranie vykonávali súbežne dve skupiny a pre každý snehomerný profil sa pomocou GPS zamerala aj presná poloha (súradnice JTSK) a nadmorská výška. Merania sa robili štandardným spôsobom – pomocou snehomernej tyče, snehomerného valca a snehomernej váhy typu WMD 03. V každom profile sa vykonalo 10 meraní VS (pričom vzdialenosť medzi meranými bodmi bola cca. 10 m) a 3 merania VHS (v 1., 5. a 10. bode merania). Priemerná hodnota výšky snehovej pokrývky a jej vodná hodnota reprezentovala zásoby snehu v danom mernom profile.

V čase merania sa v celom povodí Nitry, čiže aj v najnižších polohách, vyskytovala súvislá snehová pokrývka (Mapa č. 2, 3). Výška snehovej pokrývky v nižších polohách do 300 m n. m. sa pohybovala v rozpätí od 10 do 29 mm, v stredných polohách od 300 – 500 m n. m. v rozpätí zväčša od 18 do 30 mm a vo výškach nad 500 m n. m. bola výška snehu zväčša od 22 do 45 mm (Obr. 6). VHS mala v danom termíne v závislosti od nadmorskej výšky taktiež mierne stúpajúcu tendenciu – zatiaľ čo v polohách do 500 m n. m. sa pohybovala v rozpätí 24 až 64 mm, tak v polohách nad 500 m n. m. to bolo v rozpätí 43 až 91 mm.

Z nameraných údajov o VHS sme si pre jednotlivé výškové pásma vypočítali zásoby vody v snehovej pokrývke v mil.m³ (Tab. 1), pričom najväčšie zásoby boli, s ohľadom na plochu a rovnomerné rozloženie snehovej pokrývky v povodí, v nižších výškových pásmach – do 300 m n. m. – 50,68 mil. m³ a od 300-400 m n. m – 22,92 mil. m³ (Obr. 4). V celom povodí Nitry bolo v snehovej pokrývke ku dňu 15. 2. 2010 naakumulovaných 178,28 mil. m³ vody (Tab.1).



Mapa č. 2 Výška snehovej pokrývky [cm] na Slovensku dňa 15. 2. 2010 zo zrážkomernej siete a expedičných meraní.

Map 2 Snow depth [cm] February, 15 2010 in Slovakia calculated both from SHMI network and field measurement, as well



Mapa č. 3 Vodná hodnota snehovej pokrývky [mm] na Slovensku dňa 15. 2. 2010 zo zrážkomernej siete a expedičných meraní

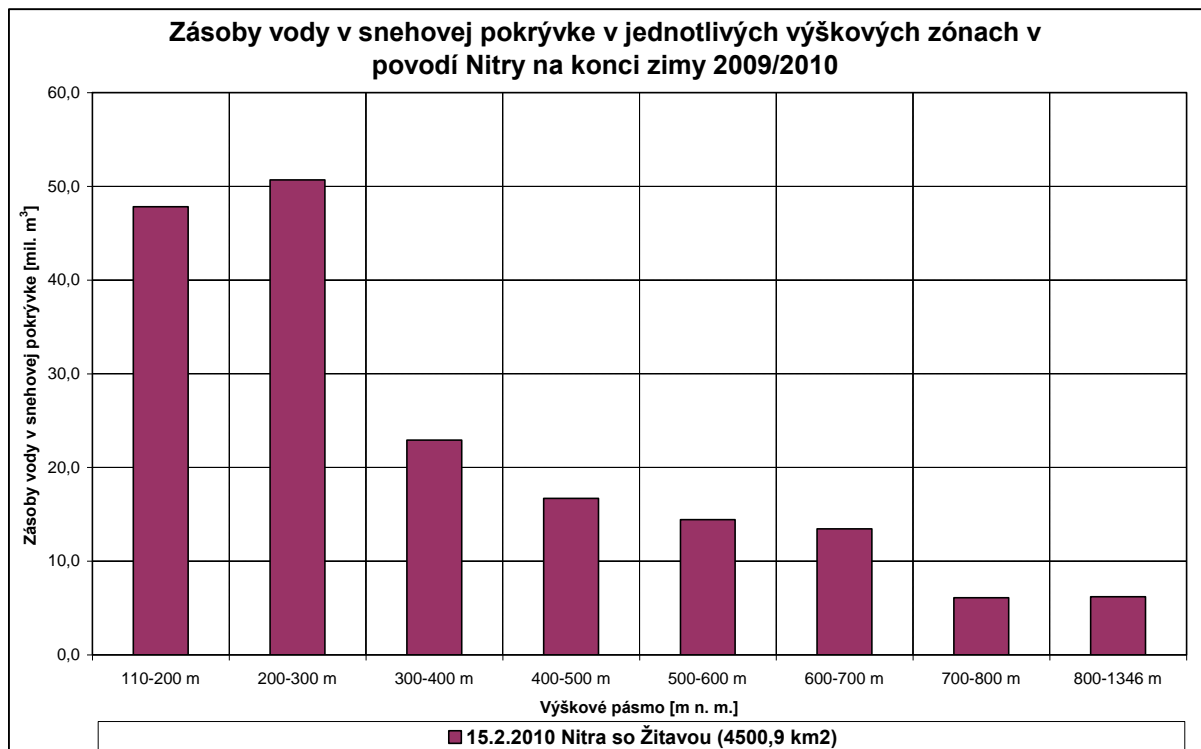
Map 3 Water equivalent of snow [mm] February, 15 2010 in Slovakia calculated both from SHMI network and field measurement, as well

Tab. 1 Zásoby vody v snehovej pokrývke v jednotlivých výškových zónach

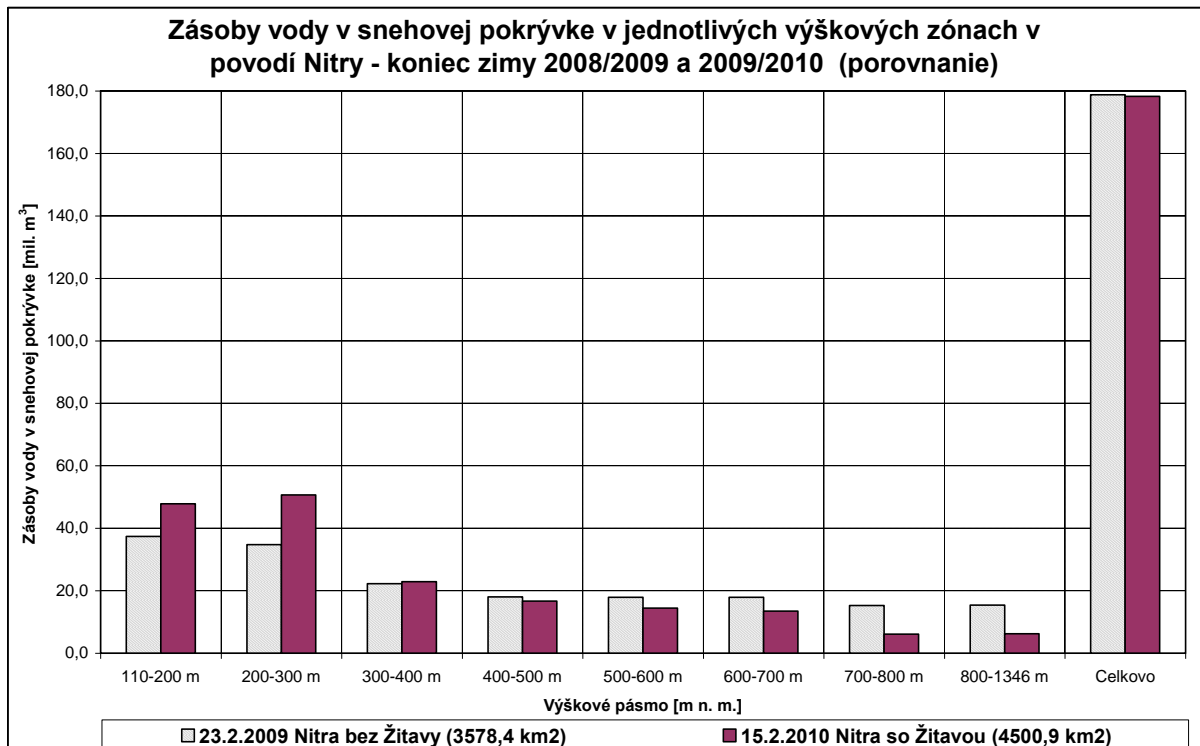
Tab. 1 Water content of snow cover in particular altitude zones

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

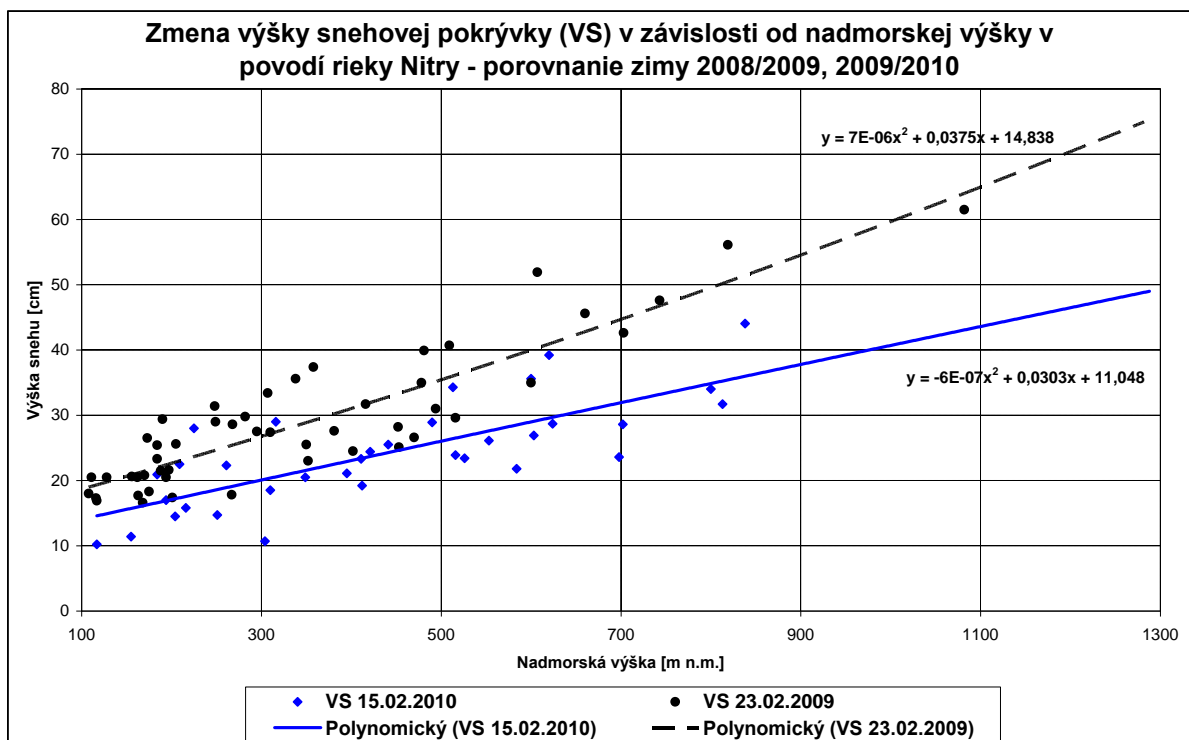
| Zásoby vody v snehovej pokrývke v jednotlivých výškových zónach v povodí Nitra, dňa: 15.2.2010 | | | |
|--|----------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Výškové pásmo [m n. m.] | S [km ²] | ØVHS [mm] | Objem [m ³] |
| 110-200 | 1539,4 | 31,1 | 47 875 340 |
| 200-300 | 1248,9 | 40,6 | 50 677 587 |
| 300-400 | 592,6 | 38,7 | 22 921 373 |
| 400-500 | 381,7 | 43,7 | 16 693 013 |
| 500-600 | 293,8 | 49,1 | 14 435 373 |
| 600-700 | 218,8 | 61,5 | 13 448 907 |
| 700-800 | 134,3 | 45,3 | 6 088 267 |
| 800-1346 | 91,4 | 67,7 | 6 189 811 |
| Plocha povodia Nitra [km ²]: | 4500,9 | Celá Nitra v m ³ : | 178278357,4 |
| | | Celá Nitra v mil.m ³ : | 178,28 |



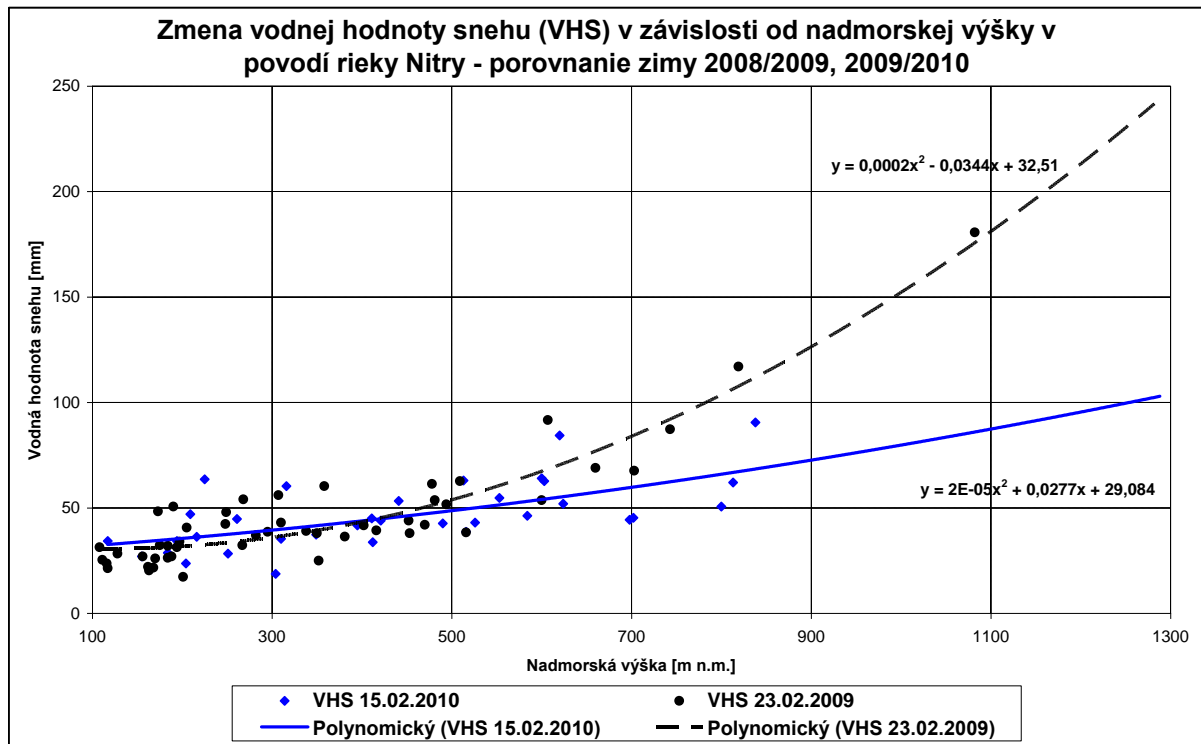
Obr. 4 Zásoby vody v snehovej pokrývke v jednotlivých výškových zónach
 Fig. 4 Water content of snow cover in particular altitude zones



Obr. 5 Zásoby vody v snehovej pokrývke v jednotlivých výškových zónach a sumárne v celom povodí
 Fig. 5 Water content of snow cover in particular altitude zones and in whole river basin



Obr. 6 Zmena výšky snehovej pokrývky (VS) v závislosti od nadmorskej výšky
 Fig. 6 Snow depth (VS) as a function of altitude



Obr. 7 Zmena vodnej hodnoty snehu (VHS) v závislosti od nadmorskej výšky
 Fig. 7 Water equivalent of snow (VHS) as a function of altitude

Záver

Výsledky expedičného merania v tohoročnej zime sme sa, rozhodli porovnať s výsledkami zo zimy 2009. V oboch prípadoch sa jednalo o merania na konci zimy, krátko pred oteplením, kedy bol predpoklad, že snehová pokrývka už nebude narastať, ale naopak, dôjde k jej rapídному úbytku a v nižších polohách aj k úplnému roztopeniu. Pri tomto porovnaní je však potrebné brať do úvahy skutočnosť, že zásoby vody v snehu v roku 2009 neboli stanovené pre celé povodie Nitra, ale len pre časť bez Žitavy – s rozdielom 922,5 km². Zásoby vody v snehovej pokrývke na konci zím 2008/2009 a 2009/2010 v povodí Nitra, v jednotlivých výškových pásmach, ale aj celkovo, sú graficky znázornené na Grafe 5.

Podľa vyššie uvedeného bolo na konci zimy 2009/2010 v celom povodí Nitra v snehovej pokrývke naakumulovaných 178,28 mil. m³ vody. Takmer rovnaké zásoby 178,77 mil. m³ sme vypočítali aj z meraní na konci zimy 2008/2009, avšak pre povodie s plochou o 20% menšou (bez Žitavy). Z uvedeného vyplýva, že počas poslednej zimy bolo v povodí Nitra v snehovej pokrývke naakumulované menšie množstvo vody ako počas zimy predchádzajúcej. Tento záver potvrdzuje aj tá skutočnosť, že v zime 2009 bola vo všetkých výškových pásmach oveľa väčšia výška snehovej pokrývky ako v zime 2010 (Obr. 6) a nad 500 m n. m. aj vyššia vodná hodnota snehu.

Ako možno vidieť aj na grafoch (Obr. 6, 7), tak výsledky meraní z oboch zím zhodne dokumentujú rastový trend výšky snehu aj vodnej hodnoty snehu so stúpajúcou nadmorskou výškou.

Resume

Terrain expedition measurement of snow cover was realized in the Nitra river basin. It was focused on measure the snow depth and its water equivalent in localities without measurement station, especially in higher altitudes. It was done for the first time in 2008/2009 winter season and repeated last winter season (2009/2010). 54 snow cover measurement

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

profiles in altitudes from 110 to 1082 m above the sea level have been chosen. (only in upper Nitra river basin without leftside tributary Žitava). Lot of profiles have been estimated as functionless and for the next season (2009/2010) their number has decreased to 32 and the interest area was spread to whole Nitra river basin (Žitava river subbasin included). Water content of snow cover in particular altitude zones has been calculated from expedition measurements data. The highest water storage was in zones with lower altitude (to 300 m – 50,68 mil m³ and from 300 to 400 m – 22,92 mil m³). This fact is caused by relatively balanced snow cover depended on altitude with combination of largest area of these altitude zones. In whole Nitra river basin the water storage of snow package was 178.28 mil m³ of water (valid for 15.2.2010). Finally calculated amount of water in snow package in Nitra river basin was about 20% lower than in previous winter season (2008/2009).

Literatúra

Babiaková G., Hollá M., Masár T., Smrtník P., Wendlová V., 2009: Zásoby vody v snehovej pokrývke – povodie Nitra, Stretnutie snehárov – Zborník príspevkov, Kubova Huť, 2009
Atlas krajiny Slovenskej republiky
OTN ŽP 3109:02 Kvantita povrchových vôd, Meranie a vyhodnocovanie snehových zásob v povodí, schválená 25. 9. 2002

VYUŽITÍ GIS V PŘÍPRAVĚ DAT PRO HYDROLOGICKÝ MODEL HYDROG

Martin Jonov, Martin Stríž

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava

Úvod

Programový systém HYDROG je určen pro simulaci, operativní předpovědi a operativní řízení odtoku vody z povodí z příčinné přívalové nebo regionální srážky. resp. odtoku způsobeného táním sněhové pokrývky

Program umožňuje zadávat příčinnou srážku proměnlivou v čase, a to buď s intenzitou:

- * rovnoměrně rozloženou po celé ploše povodí
- * nerovnoměrně rozloženou po ploše povodí podle Thiessena
- * nerovnoměrně rozloženou po ploše povodí pomocí lineární interpolace

Totéž platí i pro tloušťku a vodní hodnotu sněhové pokrývky.

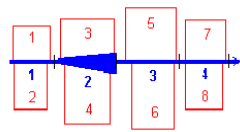
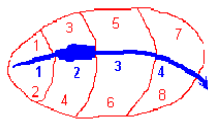
Programový systém předpokládá užití numerických předpovědních modelů pro předpověď srážek, např. model ALADIN, ECMWF atd.

Schematizace modelu HYDROG

Schematizace povodí je provedena náhradou povodí orientovaným ohodnoceným grafem.

XV. Mezinárodní stretnutí snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Ohodnocením grafu se rozumí jednoznačný popis fyzikálních vlastností zavěšených ploch a hran (úseků) grafu a geomorfologické vlastnosti a parametry uzlů řízení (nádrže). Princip schematizace povodí je patrný z následujícího obrázku:



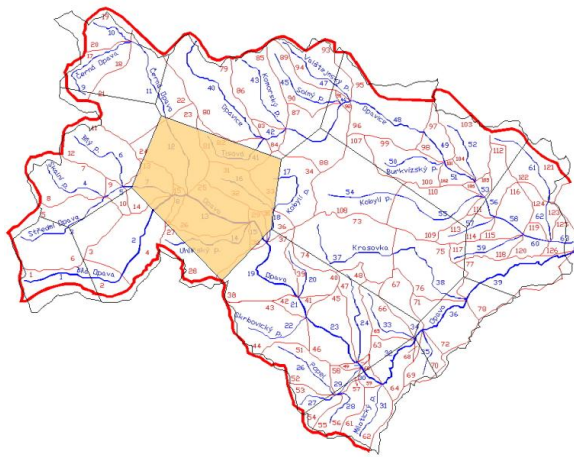
Úseky: 1, 3, 4

Úseky s akumulací (nádrže): 2

Zavěšené plochy: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Přiřazení meteorologických dat metodou Thiessena

Pomocí nástrojů GIS byly vytvořeny Thiessenovy polygony pro efektivní distribuci meteorologických dat modelu HYDROG.



Meřená data:

- srážky (radarové, staniční, kombinace)
- výška sněhu, vodní hodnota
- teplota vzduchu

Předpovídaná data:

- srážka (Nowcasting, ALADIN, ECMWF)
- teplota

Výpočet plošné hodnoty výšky sněhové pokrývky a vodní hodnoty ze staniční sítě sněhoměrných stanic

Pro kvalitní předpovědi hydrologického modelu je v zimním období zvláště důležité mít podrobnou informaci o výšce sněhu a její vodní hodnotě na modelovaném povodí.

Staniční síť měření těchto dat je v různých regionech různě hustá.

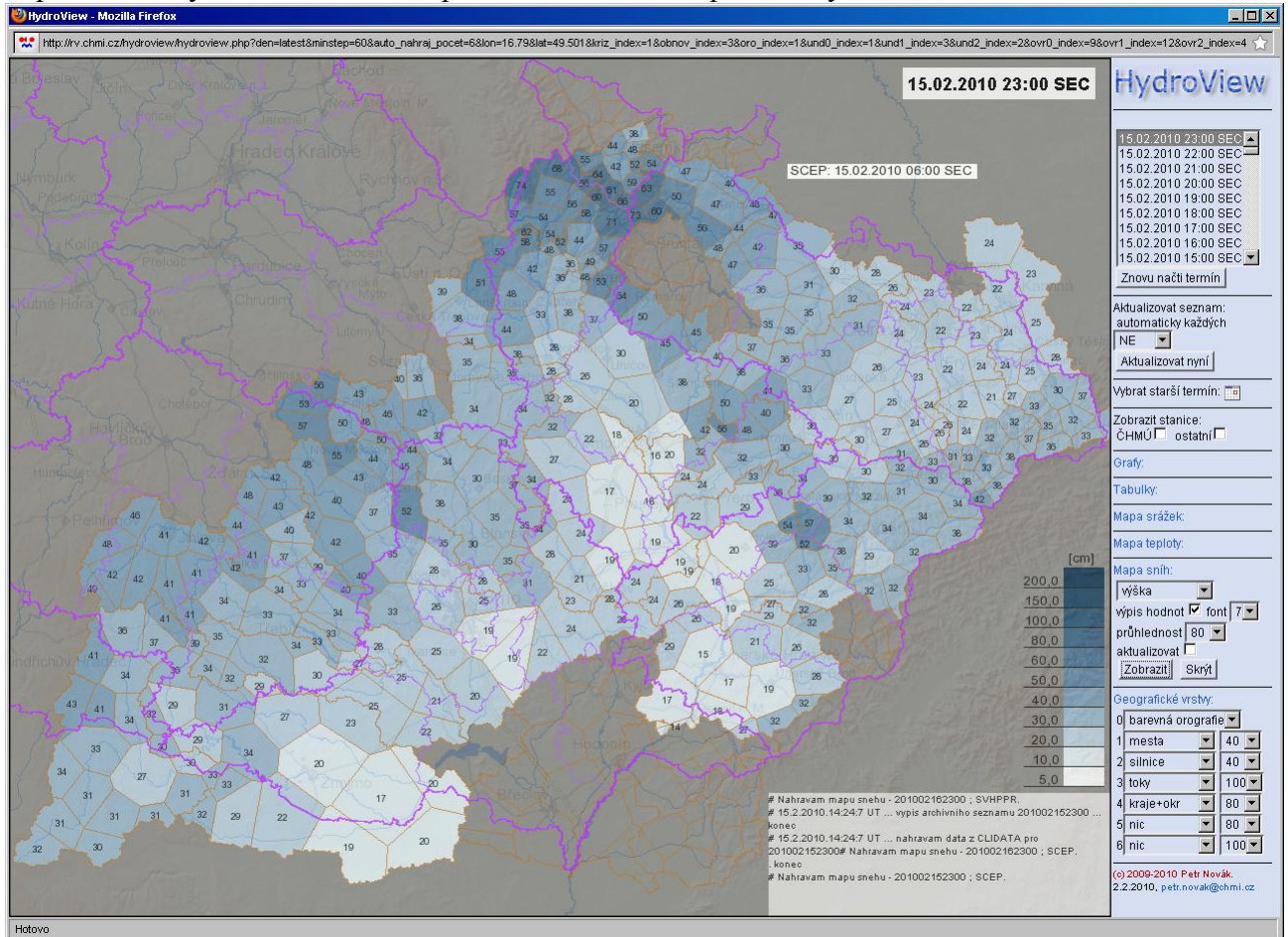
Data jsou však lokalizována ke stanicím jejich měření, což při metodě rozložení metodou Thiessena způsobovalo problémy v operativním provozu.

Byla zavedena metoda výpočtu plošné hodnoty pro tloušťku a vodní hodnotu sněhové pokrývky a to interpolací v GIS prostředí. Výpočet výšky sněhové pokrývky touto metodou probíhá jednou denně, vždy k 07:00 hod. V pondělky pak 3x denně. Výpočet vodní hodnoty je realizován jednou denně v pondělí. Samotný výpočet je pak realizován pomocí lokální lineární regrese v závislosti na nadmořské výšce. Výsledkem výpočtu je grid o rozlišení 500m. Na závěr je plošná informace rozdělena do příslušných polygonů formou průměru dotčených pixelů a poté uložena do databáze.

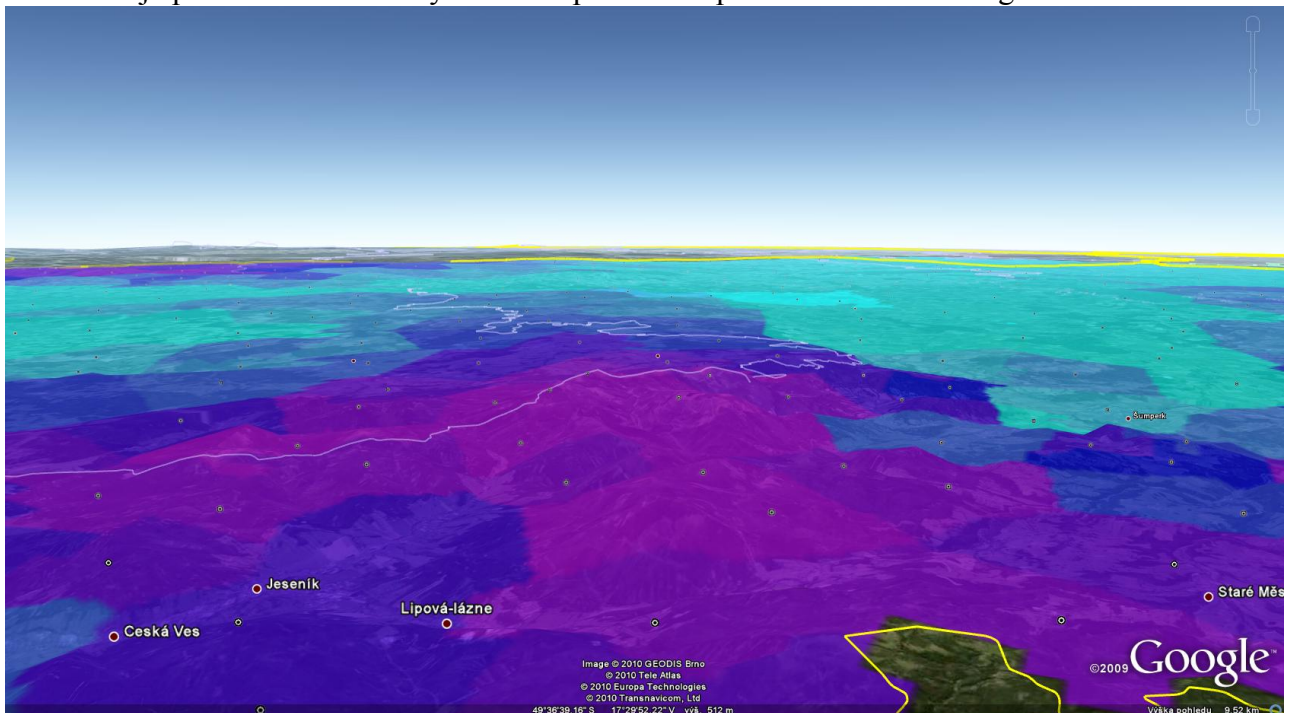
XV. Mezinárodní setkání sněhářů, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Visualizace výsledků

K prohlížení výsledků máme k dispozici intranetovou aplikaci Hydroview.



Novinkou je pokus o zobrazení výsledků za pomoci mapového serveru a Google Earth.



SNÍH Z POHLEDU PŘEZIMOVÁNÍ POLNÍCH PLODIN

Tomáš Středa¹, Martin Hajzler¹, Hana Pokladníková¹, Jan Brotan²

¹Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno ²Mendelova univerzita v Brně

Úvod

Sněhové pokrývky a jejím kvantitativním a kvalitativním parametrům věnují pozornost zejména hydrologové z důvodu povodňových rizik, horská služba z důvodu lavinového nebezpečí, provozovatelé zimních středisek pro rekreační aktivity lyžařů a spol., odborníci zabývající se silniční meteorologií a případně také vědci zabývající se sněhovou erozí. Poněkud nedoceněnou a opomíjenou veličinou je sněhová pokrývka v agrometeorologii, kde je při hodnocení tuhosti zimy kladen důraz spíše na teplotní charakteristiky (přízemní minimum, teplota půdy). Sněhová pokrývka a její parametry (výška a doba trvání) mají přitom často pro zemědělce zásadní vliv z pohledu úspěšného přezimování ozimých plodin a vytrvalých kultur. Současně je voda z tajícího sněhu velmi významným zdrojem půdní vláh. Obdobně je sníh významný pro lesníky z pohledu dostupnosti přirozené potravy pro divoce žijící zvěř. Špunar et. al. (1993) udávají, že absolutně nejnižší teplota není měřítkem možnosti poškození porostu. Rozhodující je, v jaké růstové fázi se nízké teploty vyskytují, zda jsou doprovázeny silným větrem, malou nebo žádnou sněhovou pokrývkou. Veisz et al. (1996) uvádí jako možné riziko pro ozimé plodiny snížení srážkových úhrnů v zimním období v souvislosti s globálním oteplováním. Zvýšený zájem o vliv průběhu počasí na přezimování a následně výnos ozimých plodin a trvalých kultur byl v ČR zaznamenán především po hospodářském roce 2002/2003. Nízké teploty a výrazné kolísání teplot při absenci sněhové pokrývky (holomráz) způsobili v tomto roce v ČR zaorávky 20 % ploch ozimů. Jarní zaorávky porostů řepky ozimé činily v některých oblastech i více než 80 % (Baranyk et al., 2003). Příčinou bylo zejména nepříznivé počasí a související problémy při zakládání porostů, holomrazy a výrazné střídání teplot v zimním období. Mráz způsobuje tvorbu ledových krystalů a následnou dehydrataci rostlinných buněk. Například pro pšenici ozimou uvádí Gusta, Burke a Tyler (1982) u většiny chladu tolerantních, plně otužilých rostlin bezproblémové přežití při teplotě -15 °C přetrvávající po dobu max. šest dnů, při -18 °C max. 24 hodin a při -23 °C max. 12 hodin.

Přezimování odrůd pšenice ozimé je v odrůdových pokusech Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ) hodnoceno devítibodovou stupnicí. Hodnocení stupněm 9 odpovídá velmi dobrému stavu porostu bez úhynu rostlin. Stupeň 1 potom znamená totální vyzimování rostlin.

Pro definování limitující úrovně agrometeorologického prvku mají velký význam porostní měření. Důvodem jsou zejména odlišné podmínky při měření na standardních klimatologických stanicích a v polních podmínkách, v porostu. Například minimální přízemní teplota vzduchu je na standardní klimatologické stanici ČHMÚ měřena nad travním porostem anebo nad sněhovou pokrývkou, kdy je čidlo pokládáno na napadený sníh (ČHMÚ, 2003). Přízemní minimum tak nevystihuje podmínky zásadní pro rostlinu – podmínky pod sněhem. Podle výšky sněhové pokrývky může být teplota pod sněhem o 10 i více °C vyšší než teplota okolní. Oproti tomu např. Czarnecka (1998) uvádí jako nevhodný faktor pro přezimování větší vrstvu sněhu než 20 cm, ležící na pozemku nepřetržitě déle než 30 dnů.

Analýzou sněhové pokrývky v souvislosti s přezimováním polních plodin se zabývali např. Středa, Mužíková, Rožnovský (2007). I když byla měření realizována v teplé, kukuřičné

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

oblasti, byly ve čtyřletém sledování zaznamenány holomrazy s přízemními minimy s absolutní hodnotou $-23,4\text{ °C}$ a mezidenní teplotní amplitudy v extrémech až 30 °C . Tímto bylo potvrzeno, že i v letech hodnocených jako teplotně nadprůměrných je nutné brát v úvahu výskyt nízkých teplot a proto se při výběru odrůd musí přihlížet k jejich mrazuvzdornosti. V práci byl prokázán význam volby vhodných odrůd s adekvátní zimovzdorností, resp. mrazuvzdorností a to i pro teplé oblasti ČR. Důvodem je zejména častá absence sněhové pokrývky v nejhladnějších obdobích. Izolační schopnost sněhové pokrývky vysoké 15 cm způsobovala korekci nízkých teplot až o 12 °C . Obdobně Středa a Rožnovský (2007) analyzovali průběhy výrazně odlišných zim 2002/2003 a 2005/2006 a jejich vliv na přezimování a výnosy řepky olejné. Pro hodnocení byly zvoleny prvky, které lze pro přezimující plodiny považovat z agroklimatického pohledu za jedny z nejpodstatnějších (minimální přízemní teplota vzduchu, teplota půdy v hloubce 5 cm, výška a doba trvání sněhové pokrývky, amplituda denních minimálních a maximálních teplot vzduchu). Průběh a vzájemné interakce uvedených meteorologických činitelů přispěly v zimním období 2002/2003 na sledované lokalitě Kroměříž ke značné devastaci porostů. Příčinou byly zejména nízké přízemní teploty vzduchu (až -21 °C) a výrazné kolísání teplot vzduchu (amplituda až 20 °C) při absenci sněhové pokrývky. Teplota půdy v 5 cm tak v zimě 2002/2003 poklesla až na $-5,7\text{ °C}$. Výrazně extrémnější průběh zejména přízemních minimálních teplot vzduchu s hodnotami až okolo -26 °C v zimním období 2005/2006 poškození porostů a následnou redukci výnosu řepky ozimé nezpůsobil. Teplota půdy v hloubce 5 cm klesla maximálně na $-1,1\text{ °C}$. Důvodem byl výskyt sněhové pokrývky s průměrnou výškou 21 cm nepřetržitě po dobu 84 dnů. Negativní vliv dlouho ležícího sněhu na zdravotní stav porostů se v tomto roce nepotvrdil.

Pokladníková, Středa, Rožnovský (2008) tak uvádí, že vyšší pravděpodobnost výskytu sněhové pokrývky může paradoxně umožňovat použití méně zimovzdorných odrůd ozimých plodin než v oblastech s vyšší průměrnou roční teplotou, avšak s nedostatkem sněhu. Při výběru odrůd vhodných pro danou oblast by tak měl být zohledňován i ukazatele sněhové pokrývky.

Materiál a metody

K měření teploty vzduchu v porostu pšenice ozimé byly použity elektronické registrátory HOBO (výrobce Onset Computer, USA) s intervalem měření 15 minut. Čidla byla umístěna do výšky 5 cm nad povrch půdy (přízemní výška) a 200 cm nad povrch půdy. Při sněžení a výskytu sněhové pokrývky bylo přízemní čidlo ponecháno ve výšce 5 cm nad zemí a měřilo tak teplotu pod sněhem (narozdíl od systému na klimatologických stanicích, kdy je čidlo umístěováno nad sněhovou pokrývkou; ČHMÚ, 2003). Hodnoceny jsou hodinové teploty (průměr ze čtyř patnáctiminutovek) z období od 1.11. do 31.3., které je z pohledu možného vyzimování a vymrznutí ozimých plodin zásadní. Výška sněhové pokrývky byla zaznamenávána v týdenním kroku (vzhledem k tomu, že se jedná o odloučené pracoviště).

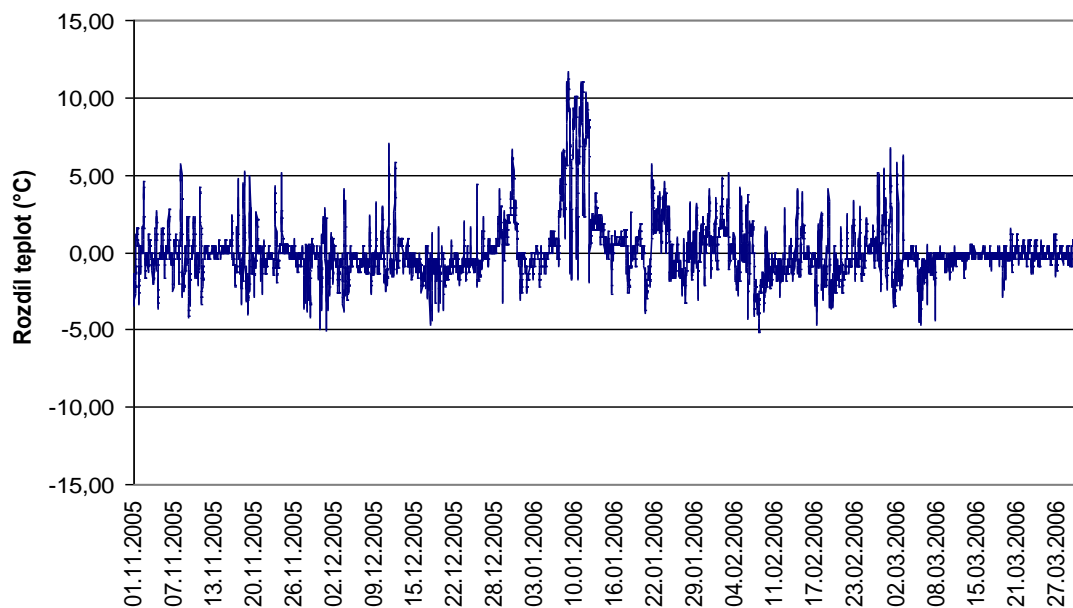
Výsledky

Výsledky monitoringu teplot vzduchu v porostu pšenice ozimé během let 2005 až 2009 na lokalitě Žabčice jsou uvedeny v grafech 1 až 5. Grafy 1, 2, 4 a 5 znázorňují rozdíly mezi teplotami naměřenými v přízemní výšce a ve 2 m, přičemž byla odečítána teplota ve 2 m od teploty přízemní.

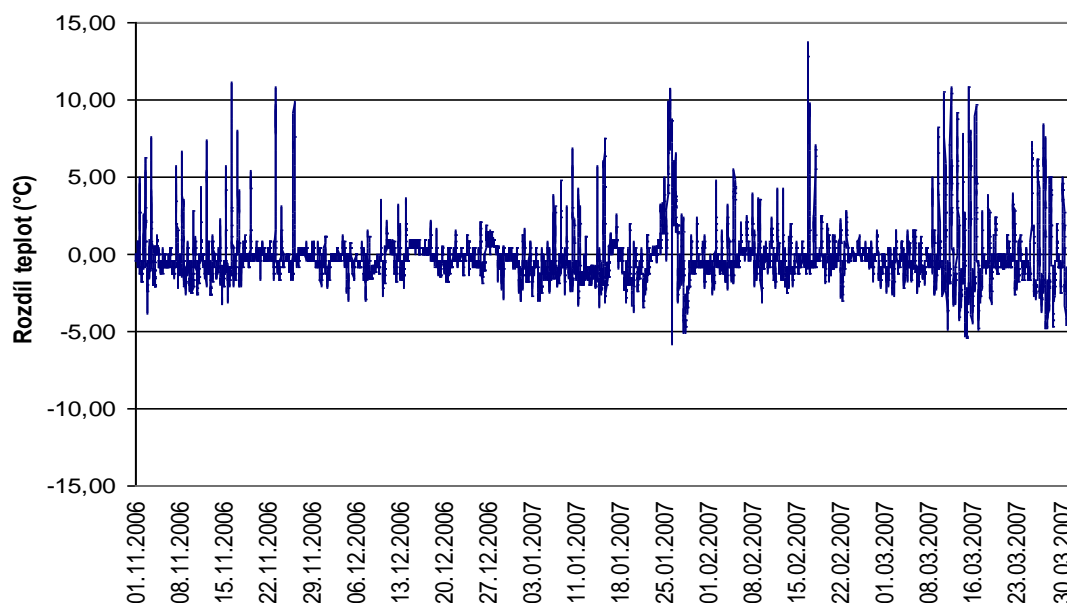
V Grafu 1, který zachycuje difference mezi přízemní teplotou (měřeno pod sněhovou pokrývkou) a teplotou ve 2 m je patrný výrazný izolační efekt sněhové pokrývky, zejména od 7. do 12. a od 22. do 25. ledna 2006, kdy byla nepřetržitá sněhová pokrývka o výšce 15-16 cm. Rostliny tak byly částečně chráněny před mrazem okolo -16 °C , respektive až $-21,8\text{ °C}$.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Diference mezi přízemní teplotou a teplotou ve 2 m, způsobená sněhovou pokrývkou, činila až 10,9 °C. Průměrný stav porostů v oblasti po zimě 2005/2006 klasifikoval ÚKZÚZ 8,79 body. Spíše než mrazem utrpěly porosty napadením plísní sněžnou (sníh napadl na nezmrzlou půdu, rostliny tak vegetovaly, byly oslabeny a následně napadeny patogenem).



Graf 1: Rozdíly teplot vzduchu mezi přízemní výškou a 2 m – Žabčice 1.11.2005 – 31.3.2006
Figure 1: The air temperature differences between ground height and 2 m – Žabčice 1st November 2005 to 31st March 2006

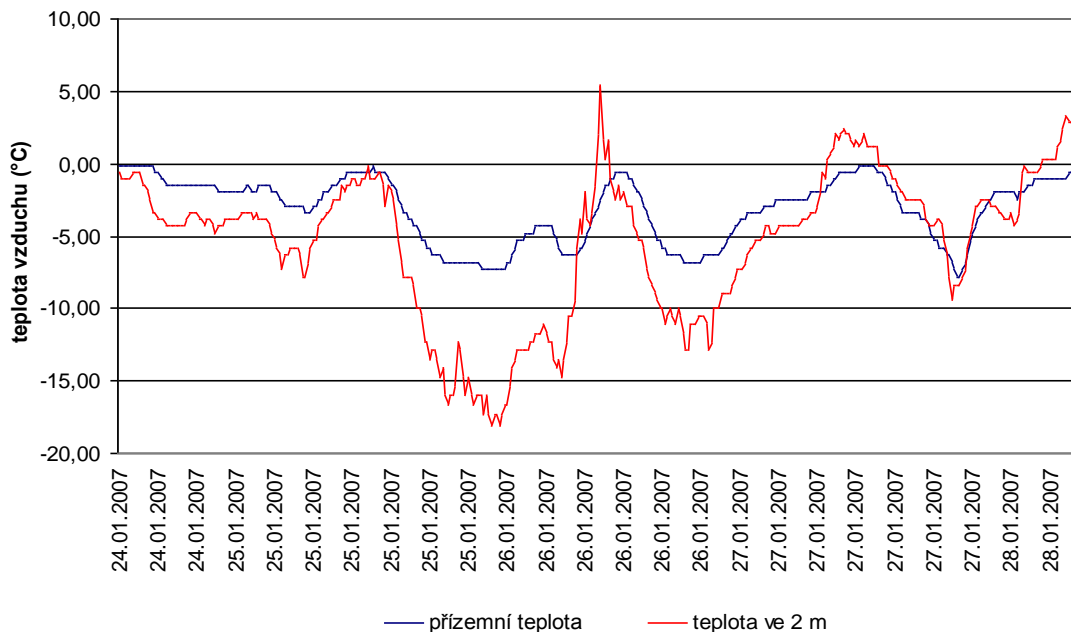


Graf 2: Rozdíly teplot vzduchu mezi přízemní výškou a 2 m. – Žabčice 1.11.2006 – 31.3.2007
Figure 2: The air temperature differences between ground height and 2 m – Žabčice 1st November 2006 to 31st March 2007

Chladné období 2006/2007 lze charakterizovat jako teplotně velice mírné. Souvislá sněhová pokrývka se na pozemku nacházela pouze po dobu několika dnů ve třetí dekádě ledna, to znamená během epizody s jediným výraznějším poklesem teplot. Sněhová pokrývka díky

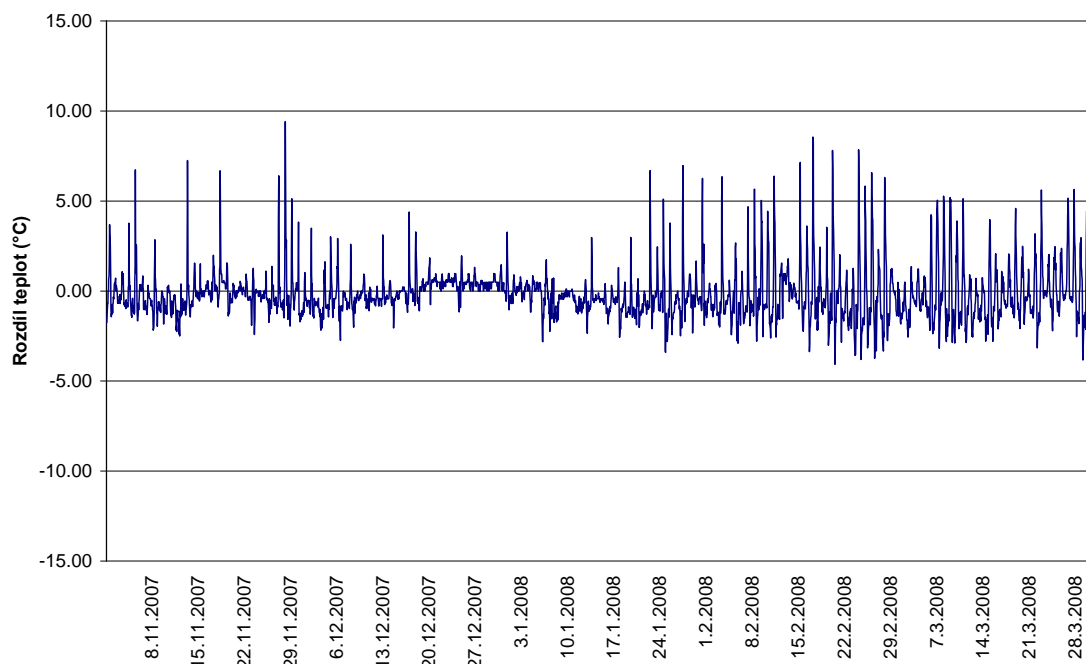
XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

izolačným schopnosťou korigovala zmienky prudký pokles teplot a nedošlo tak k ohrození porastů mrazem. Absolutní minimum ve výšce 5 cm na zemi činilo maximálně $-8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Diference mezi přízemní teplotou a teplotou ve 2 m, způsobená izolačními vlastnostmi sněhu činila až $10,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Graf 2 a 3). Přezimování pšenice ozimé proběhlo v oblasti bez problémů – všechny odrůdy byly hodnoceny devíti body.



Graf 3: Průběh teplot vzduchu v přízemní vrstvě a ve 2 m při výšce sněhové pokrývky 15 cm – Žabčice 24.– 28.1.2007

Figure 3: Course of air temperature at ground level and at 2 m in a height of snow cover 15 cm - Žabčice 24th – 28th January 2007

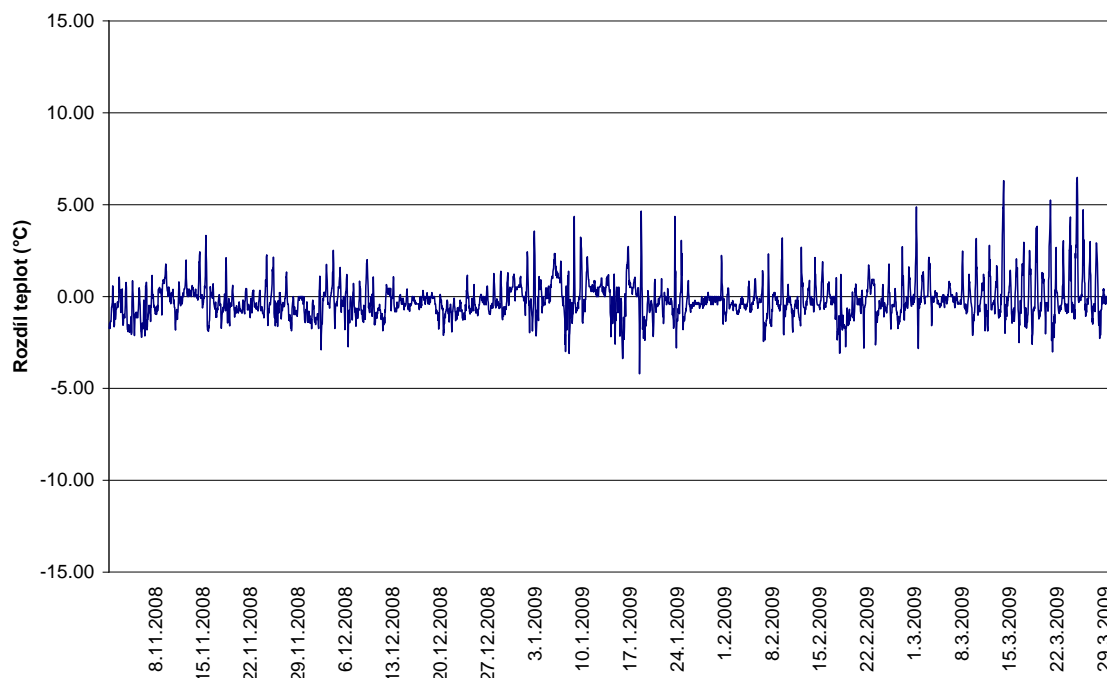


Graf 4: Rozdíly teplot vzduchu mezi přízemní výškou a 2 m. – Žabčice 1.11.2007 – 31.3.2008

Figure 4: Differences of air temperature between ground height and 2 m – Žabčice 1st November 2007 to 31st March 2008

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Chladné období 2007/2008 lze opět charakterizovat jako teplotně velice mírné, s jediným výraznějším poklesem teplot ($-14,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ v přízemní výšce). Souvislá sněhová pokrývka se v tomto sledovaném období na pozemku nevyskytla. Diference mezi přízemní teplotou a teplotou ve 2 m (Graf 4), byly způsobeny radiačními procesy - nahříváním tmavého povrchu půdy vlivem slunečního záření během dne atd. Přezimování pšenice ozimé proběhlo v oblasti bez problémů – všechny odrůdy byly hodnoceny devíti body.



Graf 5: Rozdíly teplot vzduchu mezi přízemní výškou a 2 m. 1.11.2008 – 31.3.2009

Figure 5: Differences of air temperature between ground height and 2 m – Žabčice 1st November 2008 to 31st March 2009

Chladné období 2008/2009 se vyznačovalo nízkou intenzitou slunečního svitu a tím málo intenzivním nahříváním tmavého povrchu půdy. Současně se během zimy vyskytovala pouze malá sněhová pokrývka (3 cm v polovině ledna a 6 cm ve třetí dekádě února). Z těchto důvodů byly zjištěné diference mezi teplotami malé a vliv sněhu na přízemní minimum minimální (Graf 5). Přezimování pšenice ozimé proběhlo v oblasti v podstatě bez problémů – všechny odrůdy byly hodnoceny v průměru 8,94 body.

Resume

Snow cover and its properties are factors that cannot be affected by the farmer. However, they may significantly influence the varieties of planted crops (in relation to their winter and frost resistance). Therefore, a snow data are important supporting information within agrometeorological characteristics of the area. The reason is also the frequent lack of snow in the cold periods. Microclimate measurements in the winter wheat crop demonstrated the importance of snow cover for crop overwintering. Although the measurements were realized in the warm maize productive region the black frosts with ground temperature minimum of -23.4°C and interdiurnal temperature amplitude in the extremes to 30°C were recorded in the four years of monitoring. Isolation of snow cover deeper than 15 cm high caused the correction of low temperatures up to 12°C .

Poděkování

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

Literatura

Baranyk, et al. Stanovisko k odrůdové skladbě řepky pro rok 2003/04 – doporučení SPZO. Praha, SPZO, květen 2003. 32 s. ISBN 80-239-0636-4.

Gusta, L.V., Burke, M.J., Tyler, N.J. Factors influencing hardening and survival in winter wheat. In Li, P.H. and Sakai, A. (editors): Plant cold hardiness and freezing stress, 1982, vol. II. Academic Press, New York. pp. 23-40.

Návod pro pozorovatele meteorologických stanic. Metodický předpis č. 13. Ostrava, ČHMÚ, 2003.

Pokladníková, H., Středa, T., Rožnovský, J. Sněhová pokrývka v agrometeorologii. In Kyselová, D., Hrušková, K., Slivka, M. XIII. stretnutie snehárov. Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav, 2008, s. 77-85. ISBN 978-80-88907-62-6.

Středa, T., Mužíková, B., Rožnovský, J. Podmínky pro přezimování pšenice ozimé v kukuřičné výrobní oblasti. In 15. Posterový deň s medzinárodnou účasťou a Deň otvorených dverí na ÚH SAV "Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra". Bratislava: Ústav hydrológie SAV, Bratislava, 2007, s. 626-634. ISBN 978-80-89139-13-2.

Středa, T., Rožnovský, J. Vliv průběhu počasí na přezimování a výnos řepky ozimé. In „Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin. Sborník příspěvků z konference, Praha, 21. 3. – 22. 3. 2007.“ Editor: Bláha, L. VÚRV Praha – Ruzyně a ČZU v Praze, Praha, 2007, s. 127-132. ISBN 978-80-87011-00-3.

Špunar, J., et al. Přezimování obilovin a jeho hodnocení. Obilnářské listy, 1993, vol. 11, no. 6. VUKROM Kroměříž, 1993. [On-line] http://www.vukrom.cz/www/obilist/obil_listy_seznam.PDF. ISSN 1212-138X.

Veisz, O. et al. Overwintering of winter cereals in Hungary in the case of global warming. Euphytica, 1996, vol. 96, no. 1/2 s. 249-253.

KONTINUÁLNÍ SLEDOVÁNÍ SNĚHOVÉ POKRÝVKY NA POVODÍ UHLÍŘSKÁ, APLIKACE METODY DEGREE-DAY

Jan Šmídl¹, Martin Šanda¹, Alena Kulasová²

¹České vysoké učení technické v Praze, F. stavební

²Výzkumný ústav vodohospodářský, T.G.M., v.v.i

Úvod

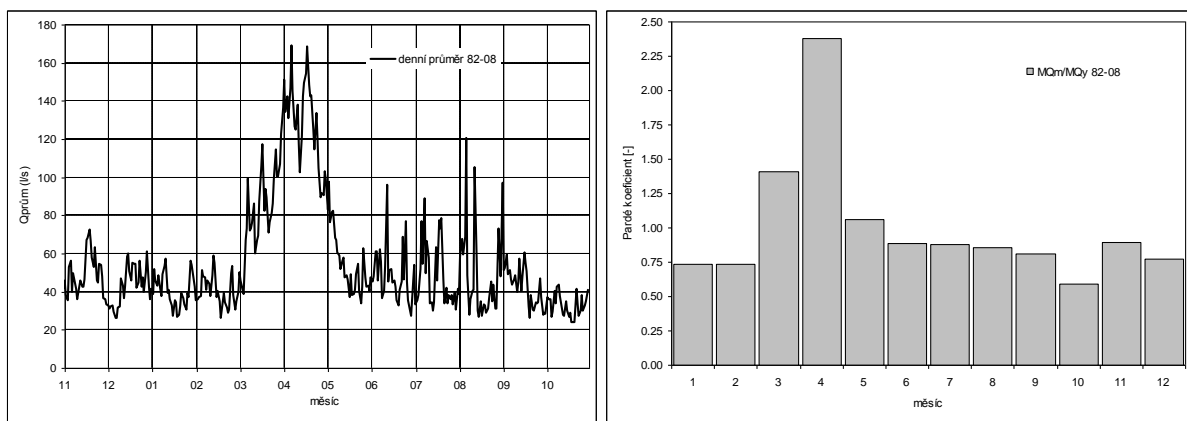
Výzkumné povodí ČHMÚ Uhlířská, se nachází v západní části v Jizerských hor, severně nedaleko vodní nádrže Bedřichov. Se svou rozlohou 1.78 km² se jedná o nejmenší výzkumné

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

povodí v síti ČHMÚ v Jizerských horách. Hydrologická měření zde probíhají od roku 1982. Pravidelně v zimním období jsou prováděna pracovníky ČHMÚ ruční měření výšky a vodní hodnoty sněhové pokrývky (Bercha et al., 2008). V letech 1999-2004 byl ČHMÚ na povodí Uhlířská provozován automatický sněhoměr MATT-SOMMER. Automatická a ruční měření vodní hodnoty sněhu provozuje od roku 2006 ČVUT v Praze, F. stavební v lokalitě nedaleko původního automatického sněhoměru.

Měření odtoku, srážek a teploty vzduchu

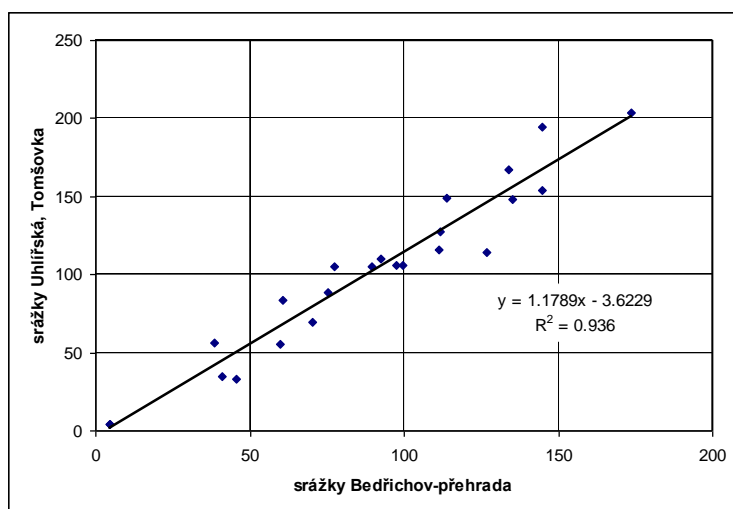
Pozorování tání sněhové pokrývky je z hydrologického hlediska velmi důležité. Z dlouhodobého pozorování je zřejmé, že v období tání jsou dosahovány dlouhodobě vysoké průtoky, ale také, že 32% celkového ročního odtoku z povodí je právě v období jarního tání v březnu a v dubnu. Odtok z povodí v březnu odpovídá v průměru 12% a odtok z povodí v dubnu dokonce 20% z ročního odtoku z povodí. Toto lze pozorovat na vývoji pardé koeficientu pro jednotlivé měsíce obr. 1 (poměr průměrného ročního průtoku a dlouhodobého měsíčního průtoku pro daný měsíc) (Šanda, 2009).



Obr.1 Denní průměrné hodnoty průtoků v uzavřevém profilu povodí Uhlířská (vlevo), hodnoty pardé koeficientu pro jednotlivé měsíce za období 1982-2008 (vpravo). Data ČHMÚ.
Fig.1 Daily average outflow at Uhlířská (left), pardé monthly coefficient 1982-2008 (right).

V zimní období je obtížné měřit množství srážek kontinuálním způsobem. Z tohoto důvodu jsou data přejímána z nedaleké stanice Bedřichov-přehrada. Obr. 2 dokumentuje srovnávací pozorování na lokalitě Uhlířská, Tomšovka, kde jsou srážky od r. 2006 odebírány kumulativně měsíčně i v zimní období. Měření ukazuje, že v zimní období je systematicky o 18% více srážek v lokalitě Uhlířská, Tomšovka oproti stanici Bedřichov-přehrada. To může být způsobeno orografickým vlivem. U stanice Bedřichov-přehrada může do jisté míry ovlivňovat místní klima vodní nádrž Bedřichov. Toto odlišné množství může mít zásadní vliv na bilanci vody v povodí.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník



Obr. 2 Měsíční srážkové úhrny na stanici Bedřichov přehrada a Uhlířská za měsíce listopad-duben v letech 2006-2010 (vlevo), sněhový totalizátor (vpravo).

Fig. 2 Monthly precipitation totals at Bedřichov přehrada and Uhlířská for November-April period of 2006-2010 (left), snow totalizer (right).

Tab. 1 Srovnání naměřených údajů pro hydrometeorologickou stanici Bedřichov-přehrada za zimní období (1.11.-1.5.) let 1996-2009.

Tab. 1 Comparison of measured data at Bedřichov-přehrada for Nov 1st to May 1st of 1996-2009.

| | Celkový úhrn srážek [mm] | Max.výška sněhové pokrývky [cm] | Max. vodní hodnota sněhu [mm] | Průměrná denní teplota [°C] |
|-----------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1996/1997 | 516,9 | 69 | 128,2 | -1,40 |
| 1997/1998 | 558,7 | 36 | 50,6 | 0,86 |
| 1998/1999 | 593,2 | 146 | 212,0 | 0,54 |
| 1999/2000 | 650,8 | 100 | 282,0 | 0,02 |
| 2000/2001 | 477,6 | 71 | 85,3 | 0,27 |
| 2001/2002 | 445,6 | 130 | 106,3 | -0,53 |
| 2002/2003 | 399,5 | 70 | 66,2 | -2,06 |
| 2003/2004 | 426,2 | 139 | 242,3 | -1,13 |
| 2004/2005 | 734,9 | 235 | 470,5 | -1,04 |
| 2005/2006 | 527,2 | 217 | 442,3 | -2,31 |
| 2006/2007 | 526,5 | 47 | 139,0 | 2,28 |
| 2007/2008 | 604,2 | 74 | 130,0 | -0,04 |
| 2008/2009 | 567,7 | 178 | 420,0 | 0,05 |

Porovnání výšky a vodní hodnoty sněhové pokrývky

Na povodí Uhlířská se provádí ruční i automatické měření. Měří se výška sněhové pokrývky a vodní hodnota sněhu (SVH). Ručně se na povodí měří výška sněhové pokrývky a vodní hodnota sněhu celkem v 5 lokalitách od roku 1981. Z těchto dat je dopočítána hustota sněhu. Tuto činnost zajišťují pracovníci ČHMÚ v pravidelném týdenním intervalu na různých místech povodí a v různých vegetačních podmínkách (otevřená plocha, les). Ruční měření sněhové pokrývky na povodí Uhlířská provádí též pracovníci VÚV T.G.M., v.v.i. jako kontrolní pozorování doplňující automatická měření.

Pro ukázkou rozdílů bylo vybráno období 1.11.2005-1.5.2006 z důvodu největšího počtu provedených ručních měření, ovlivněných výškou a dobou trvání sněhové pokrývky za

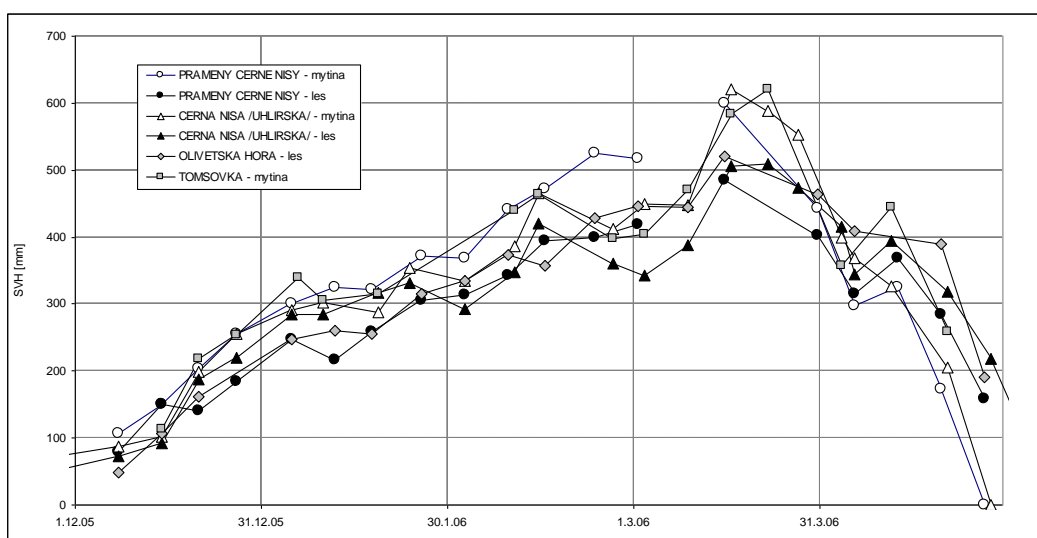
XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

srovnateľná obdobia let 1999-2009. V lese je pomalejší nástup výšky snehovej pokrývky než na otvorenej ploše vlivom usazovania časti snehovej pokrývky v korunách stromů. Vlivem stínění stromů dochází k pomalejšímu úbytku výšky snehovej pokrývky v lese než na otvorenej ploše. To odpovídá pomalejšímu tání sněhu v lese než mimo les. Vývoj vodní hodnoty sněhu z ručně měřených dat je prezentován na obr. 3. Ve shodě s výškou sněhu je v lese je pomalejší nástup vodní hodnoty sněhu než na mýtině. Toto je způsobeno tím, že část sněhu zůstává v korunách stromů a díky vyšší evapotranspiraci na zem nepadne. Vlivem stínění stromů dochází k pomalejšímu úbytku vodní hodnoty v lese než na mýtině. Je vidět, že na mýtině dochází k mnohem větším výkyvům hodnot vodní hodnoty sněhu než v lese, to je způsobeno stíněním stromů, způsobující snižování teplotních výkyvů, především během denního cyklu při jarním tání. Různé vodní hodnoty sněhu jsou vykazovány nejen v porovnání les a volný prostor, ale i na různých lokalitách na povodí. Tyto rozdílné hodnoty způsobuje různá nadmořská výška a orientace lokalit.

Tab. 2 Hodnoty koeficientů determinace z porovnání naměřených hodnot vodní hodnoty sněhu z ručních měření na různých lokalitách v povodí Uhlířská za 1.11.2005-1.5.2006.

Tab. 2 Coefficient of determination of snow water equivalent in manually measured snowcover Uhlířská 1.11.2005-1.5.2006.

| | Pramen CN - mýtina | Pramen CN - les | Uhlířská - mýtina | Uhlířská - les | Olivetská hora - les | Tomšovka - mýtina |
|----------------------|--------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------------|-------------------|
| Pramen CN - mýtina | X | 0,8019 | 0,9154 | 0,8683 | 0,6626 | 0,9779 |
| Pramen CN - les | 0,8019 | X | 0,9128 | 0,8826 | 0,9189 | 0,8769 |
| Uhlířská - mýtina | 0,9154 | 0,9128 | X | 0,8279 | 0,9665 | 0,9136 |
| Uhlířská - les | 0,8683 | 0,8826 | 0,8279 | X | 0,9512 | 0,8856 |
| Olivetská hora - les | 0,6626 | 0,9189 | 0,9665 | 0,9512 | X | 0,9797 |
| Tomšovka - mýtina | 0,9779 | 0,8769 | 0,9136 | 0,8856 | 0,9797 | X |



Obr. 3 Vývoj vodní hodnoty sněhu z ručních měření na různých lokalitách v povodí Uhlířská za rok 2005/2006. Data ČHMÚ.

Fig. 3 Development of snow water equivalent in manually measured snow cover at multiple sites of Uhlířská catchment during 2005/2006. ČHMÚ data.

Automatické sledování sněhové pokrývky na povodí Uhlířská

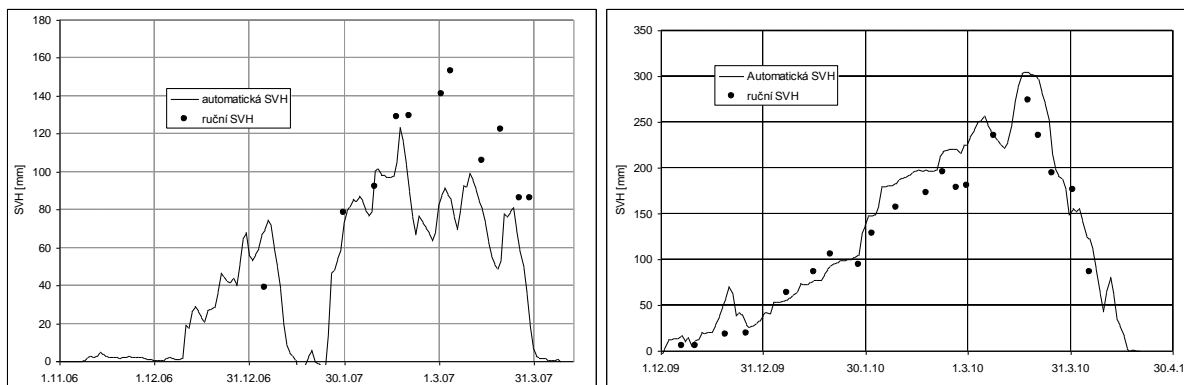
Automatické měření je velmi závislé na provozních podmínkách. Především na správném nakalibrování. Důležité je kontrolovat měřené hodnoty ručním měřením v okolí sněhoměru. Sněhoměr je nutné chránit před poškozením. V případě polštářového sněhoměru nesmí dojít k protřetí polštáře a následnému úniku nemrznoucí kapaliny. Deformační čidla u váhových sněhoměrů jsou náchylná na nárazy a odtížení čidla rozpínajícím se ledem, čidla je nutné odclonit od povětrnostních vlivů.

Hmotnost sněhu je na povodí Uhlířská od roku 1997 měřena pomocí polštářového či váhového sněhoměru. Naměřené hodnoty jsou automaticky přepočítávány na vodní hodnotu sněhu. Získaná data za období 1996 - 2005 pochází z polštářového sněhoměru MATT-SOMMER o půdorysných rozměrech 6x6 m pod svahem Tomšovka. V roce 2006 byl nahrazen novějším polštářovým sněhoměrem menších rozměrů v nedaleké lokalitě (přibližně 200 m JV). Došlo tedy nejen k výměně sněhoměru, ale i ke změně lokality. Za období 2006 – 2008 měřená data pochází z polštářového sněhoměru na svahu Tomšovka (obr. 4 vlevo) v nadmořské výšce 823 m.n.m o půdorysných rozměrech 1x2 m. Od října roku 2009 jsou data poskytována váhovým sněhoměrem (obr.4 vpravo) o půdorysných rozměrech 1x2 m nahrazující polštářový sněhoměr na svahu Tomšovka. K výměně došlo z důvodu nespolehlivosti těsnění pryžového vaku polštářového sněhoměru.



Obr. 4 Polštářový sněhoměr (vlevo) a váhový sněhoměr (vpravo) na lokalitě svahu Tomšovka, ČVUT.

Fig. 4 Snow pillow (left) a snow scale (right) at Tomšovka site, ČVUT.



XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Obr. 5 Záznam měřeného průběhu vodní hodnoty sněhu z polštářového sněhoměru za zimní období 2006/2007 (vlevo) a z váhového sněhoměru za zimu 2009/2010 (vpravo) na svahu Tomšovka, ČVUT.

Obr. 5 Automatic record from snow pillow 2006/2007 (left) and snow scale 2009/2010 (right) at Tomšovka site with complementary manual measurements.

Modelování sněhové pokrývky Degree-day model

Model Degree day využívá metodu teplotního indexu. Sleduje úbytek vodní hodnoty sněhu v závislosti na teplotě vzduchu. Úbytek vodní hodnoty M za 1 den je vyjádřen rov. 1.

Průběh vodní hodnoty sněhu za celé období je pak vyjádřen rov. 2 (Holko et al., 2009).

$$M = DDF \cdot (T - T_c) \quad (1)$$

kde:

M – úbytek vodní hodnoty sněhu za den [$\text{mm} \cdot \text{den}^{-1}$]

DDF – degree-day faktor [$\text{mm} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{den}^{-1}$]

T - teplota vzduchu [$^\circ\text{C}$]

T_c - kritická teplota [$^\circ\text{C}$]

$$SVH^{n+1} = SVH^n \left(S - M \right) \quad (2)$$

kde:

SVH – vodní hodnota sněhu [mm]

S – srážky [mm]

M – denní úbytek SVH [mm]

Pro použití tohoto modelu musí být stanoveny okrajové podmínky. Jde především o určení hodnoty kritické teploty vzduchu umožňující tání sněhu a hodnotu degree-day faktoru (Holko et al., 2009). Vodní hodnota sněhu nikdy nenabývá záporných hodnot. Velikost vodní hodnoty sněhu pro určitý den je závislá na vodní hodnotě sněhu v předešlém dni zvýšené o pevné srážky a snižené o úbytek táním. Počáteční vodní hodnota je vždy 0 mm. Kritická teplota vzduchu vyjadřuje stav, kdy při jejím překročení dochází k tání a případné kapalné srážky se neuvažují jako sněhové. Kapalné srážky nezvyšují ani nesnižují vodní hodnotu sněhu. Pokud je teplota nižší než kritická teplota, jsou srážky uvažovány jako sněhové a zvyšují vodní hodnotu sněhu. Kritická teplota ovlivňuje průběh aktuálního denního úbytku vodní hodnoty. Úbytek vodní hodnoty sněhu je uvažován jen tehdy, když je teplota vzduchu vyšší než kritická teplota. Pokud tomu tak není je denní úbytek uvažován jako $0 \text{ mm} \cdot \text{den}^{-1}$.

Degree-day faktor je určující hodnota pro úbytek vodní hodnoty sněhu. Její správné určení je rozhodující pro přesnost modelu. Na hodnotu degree-day faktoru má vliv, zda-li se jedná o volný prostor či les, jaká je skladba vegetace, hustota sněhu, rychlost a směr převládajících větrů a reliéf terénu. Rozdílné hodnoty vykazuje také za jednotlivá období pro stejnou lokalitu. Obecně se dá říci, že větších hodnot nabývá faktor na volném prostranství a na svazích vystavených slunečnímu záření. Naopak v místech, která jsou zastíněna vykazuje faktor nižší hodnoty (Kuusisko, 1980).

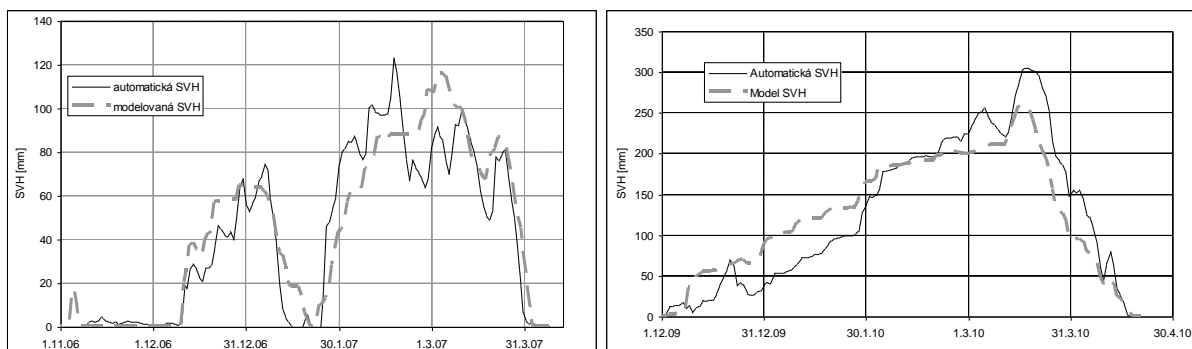
Model je optimalizovaný pro povodí Uhlířská v lokalitě Tomšovka. Pro lokalitu byla stanovena hodnota kritické teploty na $+1^\circ\text{C}$ jako optimální hodnota nejlepší shody modelovaných a měřených dat. Pro model jsou jako vstupní data slouží celkový denní úhrn srážek z hydrometeorologické stanice Bedřichov-přehrada přepočtený koeficientem 1,1789 vycházejícího z pozorování srážek na stanici Bedřichov-přehrada a Uhlířská, Tomšovka. Dále jsou použity průměrné denní teploty z teplotního čidla instalovaného na povodí Uhlířská lokalita Tomšovka ve 2 m nad terénem. Při optimalizaci modelu byl kladen důraz na správné

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

určení degree-day faktoru. Kvůli již zmíněné variabilitě faktoru, byla vždy stanovena tato hodnota pro každé zimní období zvlášť tak, aby modelovaná hodnota vodní hodnoty sněhu popisovala průběh naměřené vodní hodnoty sněhu a aby bylo modelované tání sněhu ukončeno ve stejný den jako při měření. Za ukončení tání sněhu je považována hodnota vodní hodnoty sněhu rovna 0 mm. Při stanovení degree-day faktoru byl porovnáván modelovaný průběh vodní hodnoty sněhu s měřeným průběhem vodní hodnoty sněhu (obr. 6). Zjištěné hodnoty degree-day faktoru za jednotlivá období jsou uvedeny v tab.3. Pro model Uhlířská–Tomšovka byl modelovaný průběh vodní hodnoty sněhu porovnáván s kontinuálním záznamem vodní hodnoty sněhu z automatického sněhoměru přímo na povodí Uhlířská, lokalita Tomšovka.

Tab. 3 Degree day factor Uhlířská - Tomšovka

| Zimní období | Hodnota DDF [$\text{mm} \times \text{°C} \times \text{den}^{-1}$] |
|--------------|---|
| 2006/2007 | 1,8 |
| 2007/2008 | 1,3 |
| 2009/2010 | 2,7 |



Obr. 6 Porovnání vývoje vodní hodnoty sněhu modelované a měřené za zimu 2006/2007 (vlevo) a 2009/2010 (vpravo) pro stanici Uhlířská-Tomšovka.

Fig. 6 Comparison of measured and modelled snow water equivalent during 2006/2007 (left) and 2009/2010 (right) at Uhlířská-Tomšovka.

Modelované hodnoty vodní hodnoty sněhu kopírují průběh naměřených hodnot vodní hodnoty sněhu, zároveň byl model porovnáván i s ručním měřením v dalších částech povodí. V obr. 6 je u modelovaného průběhu vodní hodnoty sněhu vždy uvedena maximální a minimální ručně naměřená vodní hodnota sněhu. Model správně simuluje rostoucí či klesající průběh vodní hodnoty sněhu. Po většinu případů model nevystihuje náhlé epizody ve změně vodní hodnoty sněhu. Jedná se o velikost nárůstu či poklesu vodní hodnoty sněhu. Je patrné, že model vodní hodnoty sněhu v některých případech velice nadhodnocuje či podhodnocuje naměřené vodní hodnoty sněhu. Z toho důvodu byla provedena bilance.

Modelované respektive vypočítané kumulativní množství uvolněné vody ze sněhové pokrývky bylo vždy pro každé zimní období porovnáváno s kumulativními srážkovými úhrny pro dané období. Jako uvolněná voda ze sněhové pokrývky byla uvažována přímo odtátá voda a tekuté srážky. V případě tekuté srážky bylo vždy uvažováno, že celá srážka proteče sněhovou pokrývkou beze změny vodní hodnoty sněhu. Porovnání bylo provedeno z důvodu bilance modelu vodní hodnoty sněhu a srážek. Z bilančního hlediska v modelu nedochází k úbytku či nárůstu vody, tím byl potvrzen jeden z předpokladů pro optimalizaci modelu.

Závěr

Z hydrologického hlediska je při vyhodnocování sněhové pokrývky nejdůležitější hodnotou vodní hodnota sněhu. Avšak právě tato hodnota je velice rozmanitá. Rozdílné ukládání sněhu nejen na volném prostranství a v lese, ale i orografické vlivy jako návětrná a závětrná strana a rozdílné ukládání sněhu s nadmořskou výškou jsou toho důkazem. Za pomoci plošné informace o rozložení vodní hodnoty sněhu po povodí lze odhadnout množství vody akumulované ve sněhu pro příslušné povodí. Doplněním tohoto odhadu o modelování průběhu tání lze předpovídat množství uvolněné vody ze sněhové pokrývky.

Z hlediska měření sněhové pokrývky je dobré kombinovat automatické měření s ručním měřením. Výsledkem automatického měření je nepřetržitý kontinuální záznam. Tento kontinuální záznam postihne jednotlivé události, které by nebyly změřeny při ručním měření. V průběhu jednoho týdne, který je intervalem pro ruční měření, může dojít k rychlému odtání sněhové pokrývky a následnému napadnutí nové pokrývky. Tato událost by nemusela být při ručním měření zaznamenána. Z tohoto důvodu je lepší kontinuální záznam z automatického sněhoměru. Nevýhodou takového záznamu je, že se jedná o informaci pouze z lokality, kde je sněhoměr umístěn. Z důvodu rozmanitosti vodní hodnoty sněhu je nezbytné pro představu o ukládání sněhu po celém povodí měřit ručně na více lokalitách v povodí. Ruční měření v blízkosti automatického sněhoměru může sloužit jako doplňující informace o přesnosti a také odhalit případné poruchy v měření automatického sněhoměru. Na konci období kdy dochází k tání sněhu a již se nejedná o souvislou sněhovou pokrývku je těžké určit hodnotu vodní hodnoty sněhu. Neexistuje žádný metodický pokyn jak určit vodní hodnotu sněhu když se nejedná o souvislou pokrývku. Je pouze na uvážení osoby která měření provádí zda řekne, že tání skončilo nebo provede měření na ploše kde sníh ještě zbyl.

Pomocí degree-day modelu lze získat představu o vývoji vodní hodnoty sněhu a ověřit tak ruční nebo automatická měření. Tento model zdaleka nenahrazuje ruční či automatické měření vodní hodnoty a nebo mnohem přesnější energetické modely. Model je často používán především pro jednoduchost získání vstupních hodnot. Pro každé zimní období a pro každou lokalitu se musí model zvlášť znovu optimalizovat. Jedná se především o určení degree-day faktoru. I přes veškerou snahu co nejvíce model nastavit pro danou lokalitu nelze, aby model popsal náhlé epizody. Model je velmi nepřesný v období, kdy se průměrná denní teplota pohybuje v okolí kritické teploty. Zde dochází v případě srážkových období k chybám, kdy není správně určeno zda se jedná o srážky pevné či tekuté. Část dne kdy došlo ke srážce mohla být aktuální teplota pod či nad kritickou teplotou. V modelu je charakter srážek definován pouze průměrnou denní teplotou. Dále zde není zachycen případ, kdy je průměrná denní teplota pod kritickou teplotou, ale část dne může být aktuální teplota nad kritickou teplotou a dochází tedy k odtávání. Takovou situaci, kdy je průměrná denní teplota těsně pod kritickou teplotou vyhodnotí model jako den kdy nedochází k odtávání.

Resume

Experimental catchment Uhlířská (1.78 km²) is situated in western part of the Jizera Mountains. Hydrological measurements are carried out since 1982 by CHMI. That includes weekly activities related to snow cover evaluation (snow depth and snow water equivalent) by means of manual measurements at open and forested areas (Bercha et al., 2008). Automated measurements are performed at one location since 1999 by means of snow pillow and later by snow scale.

Observation of the snowmelt is important from hydrological point of view. Here, 32% of annual outflow occurs during snowmelt within months of March and April (fig. 1).

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Difficulties of precipitation measurements restrict to refer to consistent record at nearby Bedrichov-dam station. In 2006-2009 measurements of monthly totals showed that Uhlířská at Tomšovka location received approximately 18% higher precipitation during November to April periods (fig. 2). This might significantly influence thoughts about hydrological balance of the catchment. Tab. 2 and fig. 3 present variability of the snow cover at different parts of the catchment showing faster snow deposition and snow melt at open areas as compared to forested sites.

Development of the snow cover as measured by automated snow pillow or snow scale (fig.4) which is controlled by manual snow sampling (fig.5) was modeled by degree day factor model with satisfying results, where general features were captured, while certain particular effects of rapid snowmelt or snow build up are not satisfactorily explained (fig.6).

Literatura

Bercha Š., Bubeníčková L., Jirák J., Řičicová P. (2008). Water Storage in Snow Cover and Runoff in Experimental Basins in the Jizerské hory Mountains. *Soil Water Res*, 3 (3), 175-182.

Hanslianová, K. (1999): Ukládání a tání sněhu v zalesněném a odlesněném terénu Jizerských hor, UJEP, Ústí nad Labem.

Holko L., Sokratov S.A., Shmakin, A.B., Kostka, Z. 2009. Simulation of snow water equivalent by mathematical models of different complexity. *Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovanií [Data of Glaciological Studies]*, 107, 72-80.

Kuusisko, E. 1980. On the values and variability of degree-day factor i Finland. *Nordic hydrology*. 1980, 11, s. 235-241.

Šanda, M. 2009, Uhlířská, poster 33. Status and Perspectives of Hydrology in Small Basins. On the occasion of 60 years of hydrological measurements in the Bramke research basins in the Upper Harz Mountains, *Germany Goslar-Hahnenklee, Federal Republic of Germany*, 30 March - 2 April 2009.

VLIV VEGETACE NA AKUMULACI A TÁNÍ SNĚHU – VÝBĚR Z VÝSLEDKŮ VÝZKUMU KATEDRY FYZICKÉ GEOGRAFIE A GEOEKOLOGIE PŘF UK V LETECH 2009 A 2010

Michal Jeníček, Alice Taufmannová

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoekologie,

Úvod

Na Katedře fyzické geografie a geoekologie začal pravidelný výzkum sněhové pokrývky z dat naměřených v terénu v zimní sezóně 2006/07 (Jeníček et al. 2008; Kocum et al. 2009). Od této sezóny jsou charakteristiky sněhové pokrývky sledovány několikrát během zimy na zvolených experimentálních povodí na Šumavě (Černý a Ptačí potok, Rokytka) a v Krušných horách (horní Bystřice, Zlatý potok). Průběžně je monitorována výška sněhové pokrývky a vodní hodnota sněhu pomocí válcového sněhoměru. Monitoring sněhové pokrývky je intenzivně prováděn v době jarního odtávání sněhu ve snaze zachytit dynamiku tání sněhu a její projevy v závěrových profilech pozorovaných toků, na nichž jsou instalovány automatické

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

hladinoměry. Změřená data jsou dále analyzována a slouží jako vstupy do hydrologických modelů.

Cíle výzkumu sněhové pokrývky na katedře je možné shrnout do následujících bodů.

- Zhodnocení vybraných fyzicko-geografických faktorů na dynamiku akumulace a tání sněhu (nadmožská výška, vítr, vegetace, sklon, expozice)
- Vývoj metodiky měření a prostorové interpretace dat o sněhu pomocí pozemních metod a DPZ
- Modelování akumulace a tání sněhu v experimentálních povodích katedry, kombinace různých přístupů (Degree-Day, Energy Balance), tvorba scénářů odtoku z tajícího sněhu

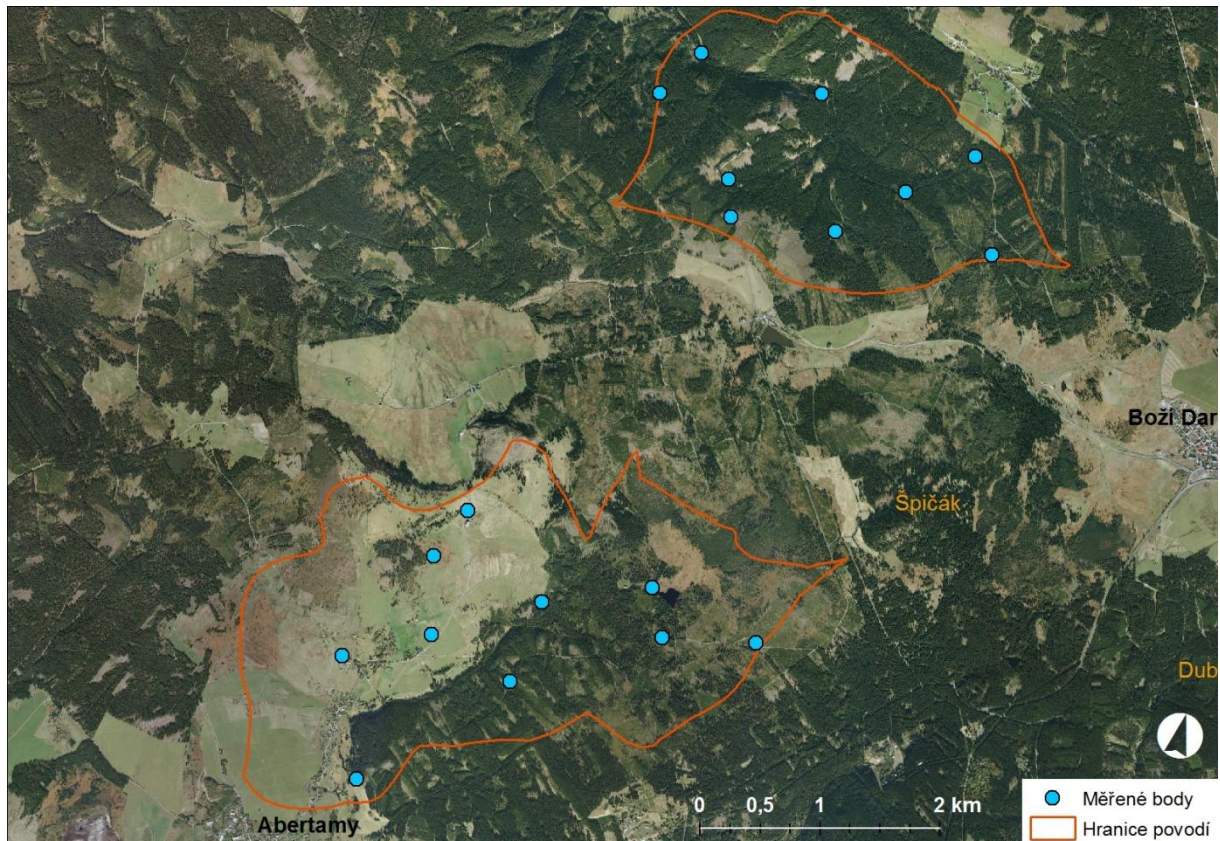
V Krušných horách je sněhová pokrývka sledována na celém povodí Bystřice, zvláště pak v její horní části uzavřené profilem Abertamy a na Zlatém potoce (profil Zlatý kopec, obr. 1). Horní Bystřice a Zlatý potok představují nejen dvě vegetačně odlišná povodí, ale odlišují se také různými projevy návětrí a závětrí. Zhruba polovinu území horní Bystřice tvoří nezalesněné otevřené plochy, naopak povodí Zlatého potoka je zalesněno téměř celé. Monitoring sněhové pokrývky a srážko-odtokových procesů začal na konci roku 2008.

Data a metody

V zimě 2009 a 2010 proběhla měření v Krušných horách ve čtyřech termínech. Měření neprobíhalo pouze bodově, ale v rámci každé lokality (obr. 1) bylo měřeno v profilech o délce 100 m a celkovém počtu 10 bodů. Výška sněhu byla měřena v každém bodě, měření SWE probíhalo v rámci profilu ve třech bodech. Profil byl ve většině případů umístěn tak, aby v něm byly obsaženy body jak na louce, tak v lese. Naproti tomu nadmožská výška, sklonitost a expozice je v rámci vytyčeného profilu konstantní. Interpolace v prostředí ArcGIS vychází z průměrné hodnoty měření pro daný profil. Samostatné analýzy v rámci profilů jsou předmětem aktuálního výzkumu.

Fyzicko-geografický charakter území určuje rychlost a intenzitu tání na různých místech povodí. Nedílnou součástí sledování odtoku ze sněhové pokrývky je i monitoring hydrologických a klimatologických charakteristik území. Klimatologická stanice na Hřebečné poskytuje údaje o úhrnu srážek, teplotě vzduchu a půdy, vlhkosti vzduchu, radiaci, směru a rychlosti větru a také o výšce sněhové pokrývky. Obě experimentální povodí jsou uzavřena automatickými hladinoměry s kontinuálním sledováním vodního stavu. Data získaná z vlastní pozorovací sítě jsou doplněna o data z měřicí sítě ČHMÚ, Povodí Ohře, s. p a Deutscher Wetterdienst (DWD).

Data získaná v terénu jsou převedena do prostorové reprezentace pomocí interpolačních technik v ArcGIS (geostatistické metody, mapová algebra). Naměřená data slouží dále jako vstupy do hydrologických modelů, s jejichž pomocí probíhá jejich kalibrace a následné variantní simulace dynamiky akumulace a tání sněhové pokrývky.



Obrázek 1 Poloha experimentálních povodí horní Bystřice (na jihu) a Zlatého potoka (na severu) s vyznačenými měřenými body

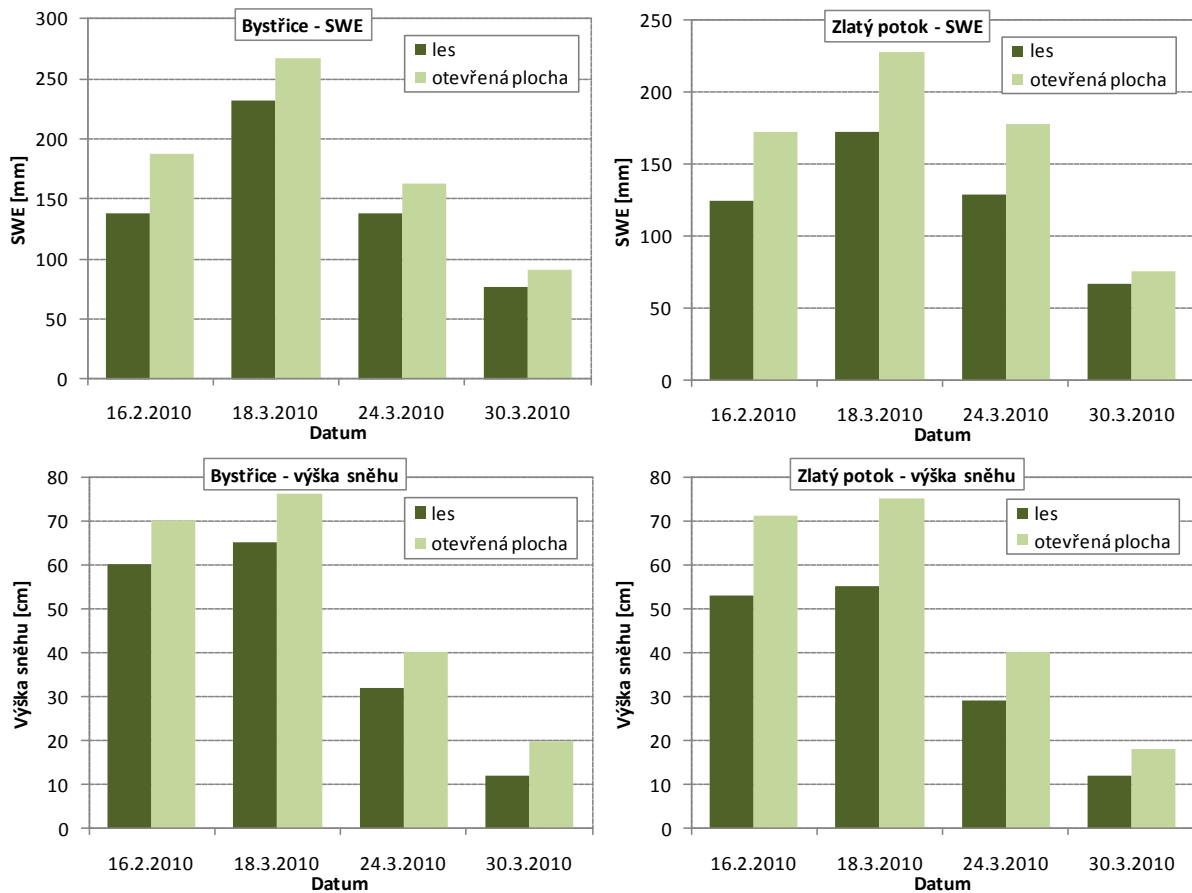
Fig. 1 Location of experimental catchments upper Bystřice River basin (south) and Zlatý Brook basin (north) with measured points.

Vybrané výsledky výzkumu

VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ 2009/2010

V zimě 2009/2010 byly v povodích horní Bystřice a Zlatého potoka provedeny 4 měření. První měření proběhlo 16. 2. 2010. Nejvyšší hodnoty výšky sněhu a vodní hodnoty sněhu byly zaznamenány 18. 3. 2010, následující měření v druhé polovině března proběhly v průběhu tání sněhu. Měření v každé lokalitě probíhalo jak v lese, tak na otevřených plochách. Průměrné hodnoty v jednotlivých termínech jsou zobrazeny na obrázku 2. Oproti očekávání (viz např. Pobříšlová a Kulasová 2000) nebyly prokázány vyšší hodnoty SWE v lese než na otevřených plochách v úplném závěru zimy, které by byly způsobeny pomalejším odtáváním sněhu v lese. Je ale potřeba zdůraznit, že především hodnoty měřené na konci zimy mohou být zatíženy velkou chybou, která vychází z velkého rozpětí měřených hodnot.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník



Obrázek 2 Vodní hodnota sněhu (SWE) a výška sněhu v lese a na otevřených plochách v zimě 2009/2010 v povodích horní Bystřice a Zlatého potoka

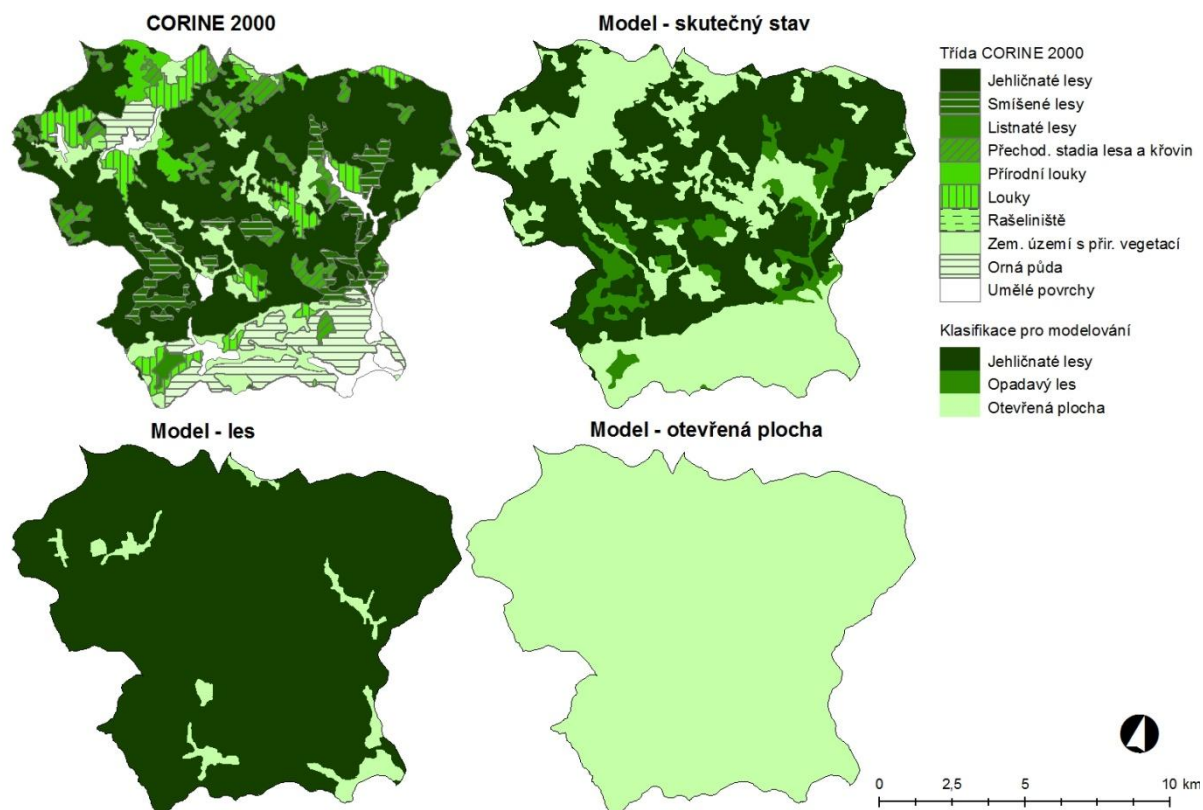
Fig. 2 Snow water equivalent (SWE) and snow depth in the forest and in open areas in the winter 2009/2010 in the upper Bystřice River basin and Zlatý Brook basin

VARIANTNÍ SIMULACE JARNÍ POVODNĚ 2006

Výsledky publikované v této části ukazují, na podkladě použitých dat a modelovacích metod, změny v dynamice tání sněhové pokrývky a extremitě odtoku z tajícího sněhu v podmínkách měnícího se krajinného pokryvu. Hodnocení probíhalo na horském povodí Bystřice v centrální části Krušných hor po závěrový profil Ostrov. Plocha povodí je 127,6 km².

Modelování vlivu krajinného krytu na odtok z povodí proběhlo pro tři scénáře krajinného pokryvu hodnocené na podkladě databáze CORINE Land cover 2000. První variantou byl skutečný stav, druhou variantou byl hypotetický stav, ve kterém byly listnaté lesy, smíšené lesy, orná půda, louky a pastviny nahrazeny jehličnatým lesním porostem. Třetí varianta byla simulována za předpokladu nahrazení všech lesů za louky a pastviny. Takto mohl být vliv vegetace na tání sněhové pokrývky sledován při zohlednění tří hlavních typů pokryvu – jehličnatý les, opadavý les a otevřená plocha (obr. 3 a tab. 1)

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník



Obrázek 3 Krajinný pokryv v povodí Bystřice pro současné a hypotetické stavy pokrytí (EEA, 2010, upraveno)

Fig. 3 Land cover in the Bystřice River basin – real and hypothetical stages (data: EEA 2010)

Tabulka 1 Plocha a procentní pokrytí vegetací v povodí Bystřice pro skutečný a hypotetický stav krajinného pokryvu

Table 1 Area and percentage vegetation cover of simulated variants of land cover in the Bystřice River basin

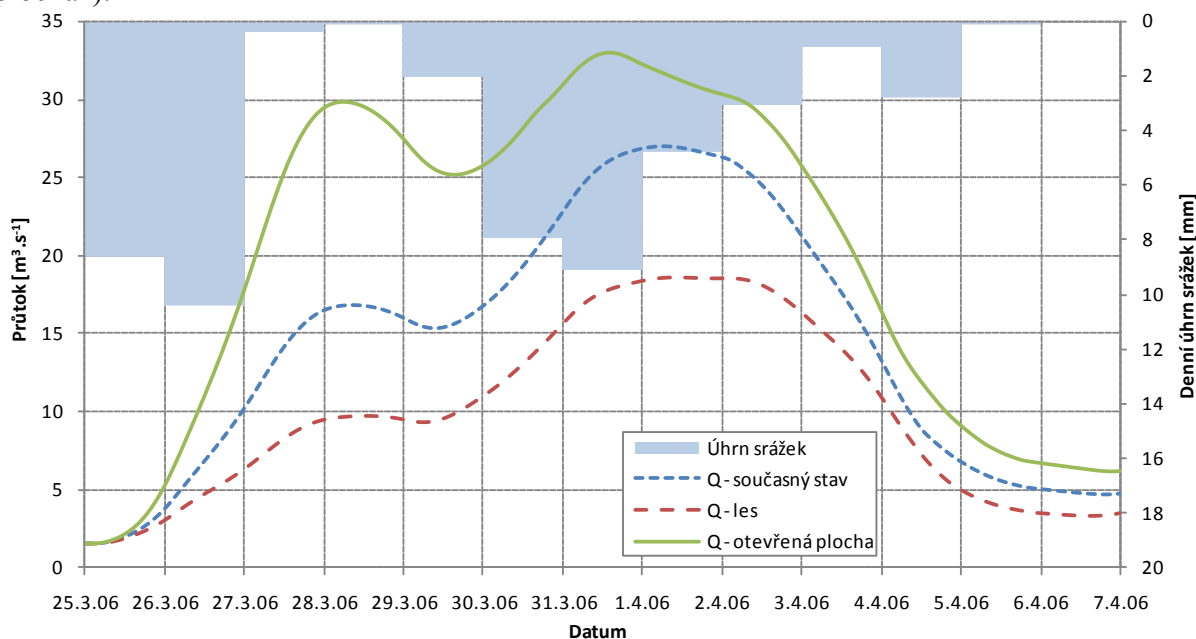
| Krajinný pokryv | Skutečný stav | | Varianta "les" | | Varianta "otevřená plocha" | |
|-----------------|---------------------------|-----------|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| | Plocha [km ²] | Podíl [%] | Plocha [km ²] | Podíl [%] | Plocha [km ²] | Podíl [%] |
| Jehličnatý les | 65,3 | 51,2 | 121,3 | 95,1 | 0,0 | 0,0 |
| Listnatý les | 9,3 | 7,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Otevřená plocha | 53,0 | 41,5 | 6,3 | 4,9 | 127,6 | 100,0 |
| Suma | 127,6 | 100,0 | 127,6 | 100,0 | 127,6 | 100,0 |

V programovém prostředí HEC-HMS byl sestaven diskretizovaný model povodí. Pro každé dílčí povodí modelu (celkem 22 dílčích povodí) byly odvozeny parametry charakterizující jejich strukturu a chování. Pro výpočet parametrů komponent srážko-odtokového procesu bylo použito standardních metod, které jsou v podobných případech často aplikovány (Jeníček, 2009). Nejdůležitější modelovou technikou použitou byl sněhový model. Byla použita metoda teplotního indexu (*Temperature Index*), která počítá akumulaci a tání sněhu na základě vstupních hodnot úhrnu srážek a teploty vzduchu. V tomto modelové systému HMS je klasický degree-day model doplněn o výpočet procesů zrání sněhové pokrývky, především zohlednění teplotního deficitu sněhu (*Cold Content*) a sezónní změny faktoru DDF. Rozšířený model temperature-index zohledňuje pomocí dodatečných parametrů rozdíly v tání sněhu ve srážkovém i bezsrážkovém období a zjednodušeně počítá i výměnu tepla mezi sněhovou pokrývkou a zemským povrchem. Principy modelu jsou podrobně popsány v manuálu programu a další literatuře (Scharffenberg a Fleming, 2009; Beven, 2001).

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Modelování pomocí HEC-HMS proběhlo ve dvou navazujících krocích. V prvním kroku proběhla kontinuální simulace od 1. 11. 2005 do 7. 4. 2006. Jejím cílem byla kalibrace parametrů přímého odtoku a parametrů sněhového modelu. Na základě zmíněné simulace byly odvozeny počáteční hodnoty sněhového modelu (*SWE*, *Cold Content*, *Liquid Water*). Ty byly ve druhém kroku použity jako vstupní parametry epizodní simulace, povodeň od 25. 3. 2006 do 7. 4. 2006 způsobenou vysokými teplotami, vysokým úhrnem kapalných srážek a následným intenzivním táním sněhové pokrývky. Úspěšnost kalibrace modelu na uvedené dlouhodobé události lze vyjádřit Nash-Sutcliffovým koeficientem, který dosáhl hodnoty 0,9. Relativní chyba objemu odtoku dosáhla hodnoty 2,0 % a relativní chyba kulminace jarní povodňové vlny byla 1,7 %.

Na povodni od 25. 3. 2006 do 7. 4. 2006 byl sledován vliv vegetačního pokryvu na průběh tání a odtoku ze sněhové pokrývky. Byly modelovány tři varianty krajinného pokryvu sestavené podle výše uvedené metodiky, tedy varianta současného stavu a dále hypotetické varianty s převažujícím lesním porostem, resp. bez lesního porostu, pouze se zastoupením otevřených ploch. U těchto variant byl sledován vliv na průběh tání sněhu a následné povodňové vlny (obr. 4, tab. 2). V modelu se jednotlivé krajinné pokryvy lišili hodnotou DDF, při jejichž výpočtu se vycházelo ze studie Federea (1972) a následné kalibrace hodnot. Výsledné hodnoty DDF použité v modelu byly $4,1 \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{d}^{-1}$ pro skutečný stav, $2,7 \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{d}^{-1}$ pro hypotetický stav „les“ a $6,3 \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{d}^{-1}$ pro hypotetický stav „otevřená plocha“).



Obrázek 4 Modelované hydrogramy průtoku v závěrovém profilu Ostrov od 25. 3. 2005 do 7. 4. 2006 pro skutečný stav a hypotetické varianty krajinného pokryvu „les“ a „otevřená plocha“

Fig. 4 Simulated discharge in the outlet profile Ostrov from 25 Mar 2006 to 7 Apr 2007 – real stage and hypothetical stages „forest“ and „open area“

Tabulka 2 Vybrané parametry modelovaných skutečných a hypotetických vln

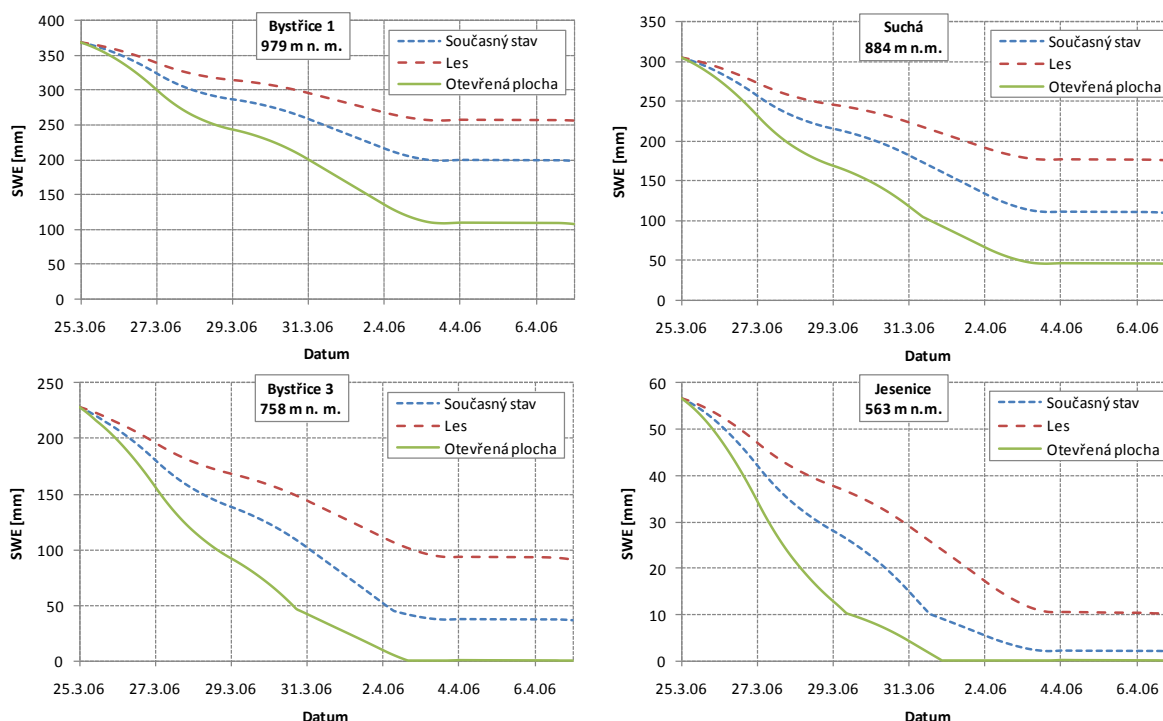
Tabulka 2 Selected flood wave parameters of real and hypothetical variants

| | Skutečný stav | Les | Otevřená plocha | Změna „les“ / skutečný stav [%] | Změna „otevřená plocha“ / skutečný stav [%] |
|---|---------------|------|-----------------|------------------------------------|---|
| $Q_k - 1. \text{ vlna } [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ | 16,8 | 9,7 | 29,8 | -42,2 | 77,2 |
| $Q_k - 2. \text{ vlna } [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ | 27,0 | 18,6 | 33,0 | -31,0 | 22,0 |
| Odtoková výška [mm] | 127,8 | 88,2 | 176,9 | -31,0 | 38,4 |

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

| | Skutečný stav | Les | Otvřená plocha | Změna „les“ / skutečný stav [%] | Změna „otevřená plocha“ / skutečný stav [%] |
|---------------------|---------------|---------------|----------------|------------------------------------|---|
| Čas Q_k - 1. vlna | 28.3.06 9:00 | 28.3.06 13:00 | 28.3.06 6:00 | 4 h | -7 h |
| Čas Q_k - 2. vlna | 1.4.06 6:00 | 1.4.06 10:00 | 31.3.06 14:00 | 4 h | -16 h |

Z výsledných hydrogramů je možné vyvodit vliv různého typu krajinného pokryvu na odtok ze sněhové pokrývky. Příčinné srážky spadly ve dvou dílčích epizodách, a tedy i na výsledném hydrogramu jsou patrné dva vrcholy. Pomalejší tání sněhové pokrývky v lesním porostu má logicky za následek skutečnost, že oproti skutečnému stavu zůstávají v povodí velké zásoby sněhu i po proběhlé povodňové vlně (obr. 5). Dá se očekávat, že další případné dešťové srážky mohou opět způsobit rychlé tání sněhu s následkem povodně, kulminace by ale neměla dosáhnout již tak vysokých hodnot. Lesní pokryv v povodí ovlivňuje rychlost odtávání sněhu, které rozkládá do delšího časového období s více dílčími maximy průtoku. Ty ale nedosahují tak vysokých hodnot jako v případě zastoupení pouze otevřených ploch v povodí.



Obrázek 5 Vývoj vodní hodnoty sněhu (SWE) v povodí Bystřice při modelování hypotetických situací od 25. 3. 2006 do 7. 4. 2006 na vybraných dílčích povodích v různých výškových pásmech

Fig. 5 Simulated SWE in selected sub-basins in different elevation bands for simulated variants from 25 Mar 2006 to 7 Apr 2006 in the Bystřice River basin

Shrnutí a závěry

V rámci výzkumu katedry fyzické geografie a geoekologie byla na experimentálních územích v Krušných horách v roce 2010 provedena měření výšky sněhu a vodní hodnoty sněhu. Změřená data budou postupně analyzována, především z hlediska vlivu vegetace na dynamiku ukládání a tání sněhové pokrývky. Dále byly pomocí koncepčního modelu HEC-HMS a metody teplotního indexu provedeny simulace vlivu lesa a otevřených ploch na průběh akumulace a tání sněhové pokrývky a na následný odtok ze sněhu na příkladu jarní povodně 2006 způsobené vysokými teplotami, vysokým úhrnem kapalných srážek a následným táním sněhové pokrývky v povodí.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Výsledky modelování ukázaly na nejednoznačnost hodnocení vlivu lesa a otevřených ploch na odtok z povodí v případě, že událost je tvořena více vlnami. V případě lesa sice u první vlny dojde k výraznému snížení, naproti tomu zůstanou v povodí vyšší zásoby sněhu, které mohou způsobit vyšší kulminaci případně druhé vlny. Přesto lze na základě výsledků předpokládat, že kulminační průtoky v případě zalesnění nebudou dosahovat tak vysokých hodnot, jako v případě vyššího zastoupení otevřených ploch.

Modelování srážko-odtokových procesů v povodí ukázalo na řadu nejistot vyplývajících jednak ze vstupních dat a jednak z použitého modelu a modelovacích technik. Jednu z nejistot představuje samotný princip měření sněhu v povodí a interpretace dat. Nejistota použitého modelu vychází především z parametrizace sněhového modelu (určení teplotního faktoru tání nebo infiltrace vody do půdy) a průběhu výpočtu (nezohlednění denního chodu tání). Je třeba zdůraznit, že získané výsledky jsou příkladem v povodí s konkrétními fyzicko-geografickými podmínkami a pro konkrétní příčinnou situaci. Proto je důležité při interpretaci vnímat spíše rozdíly a trendy v provedených simulacích spíše než absolutní hodnoty modelovaných povodňových vln a důkladně hodnotit nejistoty vzniklé při sběru a interpretaci dat a následném použití srážko-odtokového modelu a jeho metod.

Resumé

The measurements of snow depth and snow water equivalent was done in experimental catchments in the Krušné Mountains during winter 2009/2010. Data will be consecutively analysed, taking into account mainly the impact of vegetation cover on snow accumulation and melting dynamics. Simulations of the effect of forests and open areas on the dynamics of snow cover deposition and melting and on the subsequent runoff from snow were done in the rainfall-runoff model HEC-HMS. Runoff simulation was done for the period of the spring flood in 2006. The effect of the factors mentioned in the paper on the course of snow melting and runoff was observed using the temperature index model.

The results indicated an ambiguity in the evaluation, namely in a situation where the event consists of two waves. It is true that a considerable decline can be seen for the forest. On the contrary, higher amounts of snow remain in the river basin, which may cause higher culmination of any potential second wave. In spite of that, it can be assumed based on the results that the culmination flows shall not reach as high values for the case of forests as for the case of higher representation of open areas.

Modelling of rainfall-runoff processes in the river basin indicated that a number of uncertainties exist, which follow from input data and also from the model and modelling techniques applied. One of such uncertainties consists in the principle itself of snow measurement in the river basin, and data interpretation. Uncertainties of the model applied stem particularly from parametrization of the snow model (determining the degree-day factor or water infiltration in the soil) and from the course of the calculation (failure to take into account the diurnal melting process). It should be emphasized that the results obtained provide an example for a river basin with specific physical-geographic conditions and for a specific causal situation. Therefore in any interpretation efforts, it is important to take notice of the differences and trends in the undertaken simulations, rather than absolute values of the modelled flood waves, and to thoroughly evaluate the uncertainties created during data collection and interpretation and during subsequent application of the precipitation-runoff model and its methods.

Seznam literatury

Beven, K. J. (2001). *Rainfall-Runoff Modelling, The Primer*. Chichester: John Wiley & Sons, 360 s.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

- EEA (2010). Corine land cover [online]. [cit. 2010-05-26], Copenhagen: European Environment Agency. <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>>.
- Federer, C. A., Pierce, R. S., Hornbeck, J. W. (1972). Snow management seems unlikely. In *Proceedings Symposium on Watersheds in Transition*, American Water Resources Association, 212-219.
- Jeníček, M., Kocum, J., Jelínek, J. (2008). Monitoring sněhové pokrývky v povodí Rokytky v letech 2007 a 2008. In Broža, V., Szolgay, J., Fošumpaur, P. (Eds.). *Extrémní hydrologické jevy v povodích*. Praha: ČVÚT, 227-236.
- Jeníček, M. (2009). Runoff changes in areas differing in land-use in the Blanice River basin – application of the deterministic model. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 57, 3, 154-161.
- Kocum, J., Jelínek, J., Jeníček, M. (2009). Monitoring sněhové pokrývky a vyhodnocení sněhových zásob na Šumavě a v Krušných horách. In Hanková, R., Klose, Z., Pavlásek, J. (Eds.) *XIV. Medzinárodné stretnutie snehárov*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 105-113.
- Pobříslová, J., Kulasová, A. (2000). Ukládání a tání sněhu v lese a na odlesněných partiích Jizerských hor. *Opera Corcontica*, 37, 113-119.
- Scharffenberg, W. A., Fleming, M. J. (2009). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS, User's Manual*. Davis: USACE, 289 s.

MONITORING SNĚHOVÉ POKRÝVKY Z DAT DPZ

Kateřina Spazierová, Lukáš Brodský

Gisat s.r.o., Praha

Úvod

Družicová data jsou dnes již neodmyslitelně spjata s řadou oborů lidské činnosti. Vedle klasického využití ve vojenských aplikacích, zemědělství, lesnictví, geografii, meteorologii apod. nachází své uplatnění i např. v hydrologii. Zejména rychlý technologický vývoj v oblasti dálkového průzkumu Země (DPZ), umožnil přesun tohoto oboru z oblasti výzkumné a vojenské do komerční sféry. Velký potenciál tkví především v rychlosti a komplexnosti sběru dat z rozsáhlých území, stejně jako v aktuálnosti, přesnosti a objektivnosti těchto informací.

Cílem tohoto příspěvku je informovat o možnosti využití dat DPZ pro monitoring sněhové pokrývky na území České republiky. Pozornost bude věnována optickým i radarovým datům a odvozeným produktům. Problematika byla řešena v rámci projektu FLOREO programu PECS ESA zaměřeného na vybudování systému monitoringu vzniku povodňového jevu na regionální a národní úrovni ČR a vizuální prezentaci výsledků pomocí webového portálu a mapového serveru. Hlavním cílem tohoto systému spojujícího využití dat dálkového průzkumu Země a in-situ dat je podpora stávajících monitorovacích činností, zejména tání sněhu a povrchového odtoku vody, jež významně přispívají ke vzniku povodní. Celý systém tvoří dvě hlavní části, první je zaměřena na monitoring sněhové pokrývky a tání sněhu z dat DPZ a druhá na modelování a monitorování povrchového odtoku vody prostřednictvím družicových dat a in-situ dat. Předkládaný příspěvek se věnuje pouze první části.

Monitoring sněhové pokrývky a tání sněhu z dat DPZ

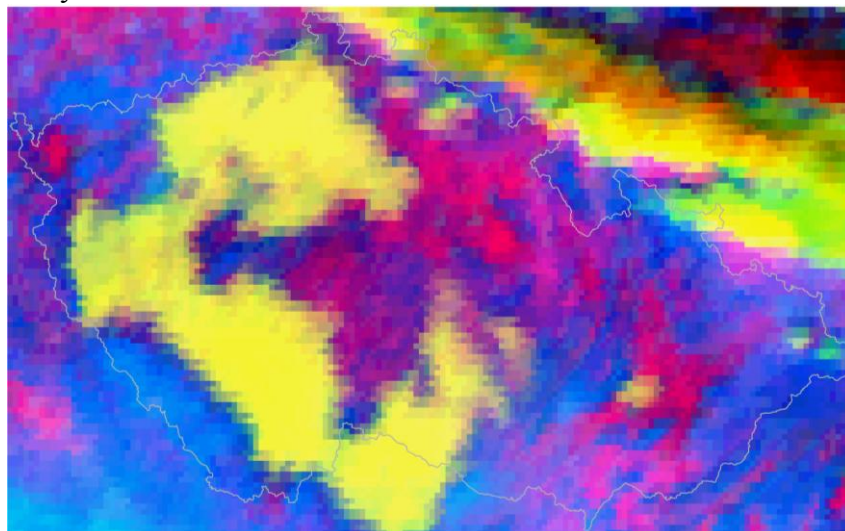
Tématu monitoringu sněhové pokrývky a tání sněhu z dat DPZ je v projektu FLOREO věnována značná pozornost. V první řadě bylo nutné zvážit možnosti, které jednotlivé scény z různých družic a senzorů přinášejí. Kromě toho vyvstala také otázka zda použít data optická či radarová. Následující kapitola přináší diskusi tohoto problému.

Optická data

Pro účely monitorování sněhové pokrývky České republiky bylo testováno celkem šest typů družicových scén. Hlavní kritéria rozhodující o vhodnosti vybraných dat jsou prostorová a časová rozlišovací schopnost, pořizovaná spektrální pásma a jejich dostupnost. Vedle dat nízkého prostorového rozlišení, jako jsou NOAA a MSG, byla zkoušena i data středního rozlišení (MERIS a MODIS) a scény vysokého rozlišení (AWiFS a SPOT). Diskutována je i možnost využití dat z družic systému Sentinel-2, jejichž vypuštění je plánováno na rok 2013.

Meteorologické družice MSG a NOAA

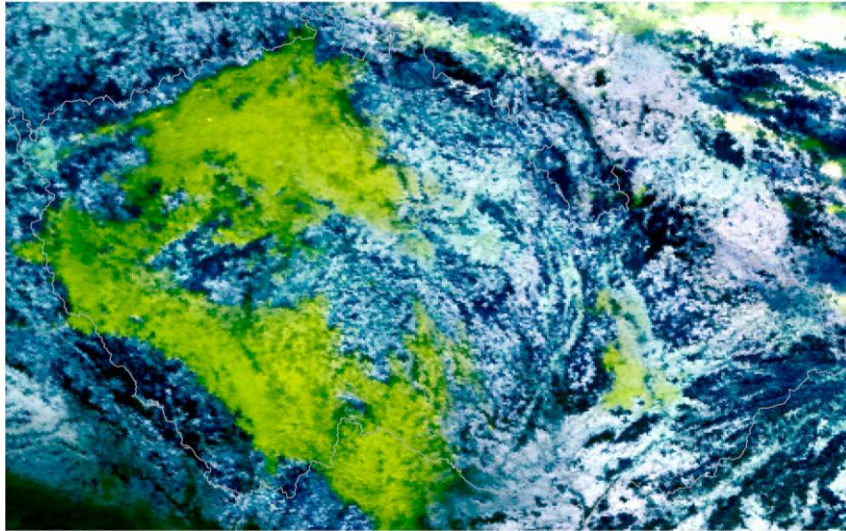
Scény z meteorologických družic METEOSAT - MSG (*Meteosat Second Generation*) a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) se staly první testovanou skupinou dat. K meteorologickým předpovědím používané scény MSG s prostorovým rozlišením 3 km jsou pořizovány každých cca 15 minut, což je jejich hlavní předností. Pro účely monitoringu sněhové pokrývky však není uvedené prostorové rozlišení dostačující a proto jsme přistoupili k datům podrobnějším. Konkrétně ke scénám z družice NOAA, jejichž prostorové rozlišení 1 km se však také ukázalo jako příliš hrubé. Z tohoto důvodu jsme se zaměřili na data s větším prostorovým rozlišením. Ukázkou scény MSG a NOAA přináší následující obrázky č. 1 a 2.



Obr. 1.: METEOSAT - MSG (*Meteosat Second Generation*) - standardní družice používaná ČHMÚ, rozlišení 3 km

Fig. 1: METEOSAT - MSG (*Meteosat Second Generation*) - standard satellite used by CHMI, spatial resolution 3 km

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

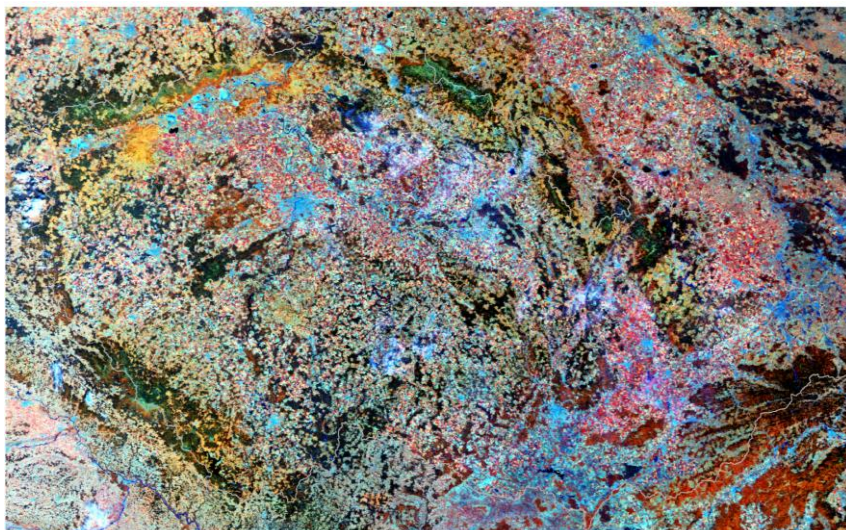


Obr. 2: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) - rozlišení 1 km, perioda snímání 1 den

Fig. 2: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) - spatial resolution 1 km, revisit time 1 day

Data středního rozlišení – MERIS a MODIS

Multispektrální senzor MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) nesený družicí Envisat provozované ESA (European Space Agency) od roku 2002 pořizuje data v 15ti spektrálních pásmech v prostorovém rozlišení 300 m. Scény MERIS splňují se svou prostorovou rozlišovací schopností a periodou snímání jeden den základní kritéria. Střední infračervené pásmo (SWIR), nezbytné pro odlišení sněhu od oblačnosti, však není tímto senzorem pořizováno. Ve vlnových délkách spektrálního kanálu SWIR jsou patrné největší rozdíly v odrazivosti mraků a sněhové pokrývky. Své uplatnění scény MERIS nachází v projektu FLOREO jako zdroj informací o krajinném pokryvu (fCover, FAPAR).

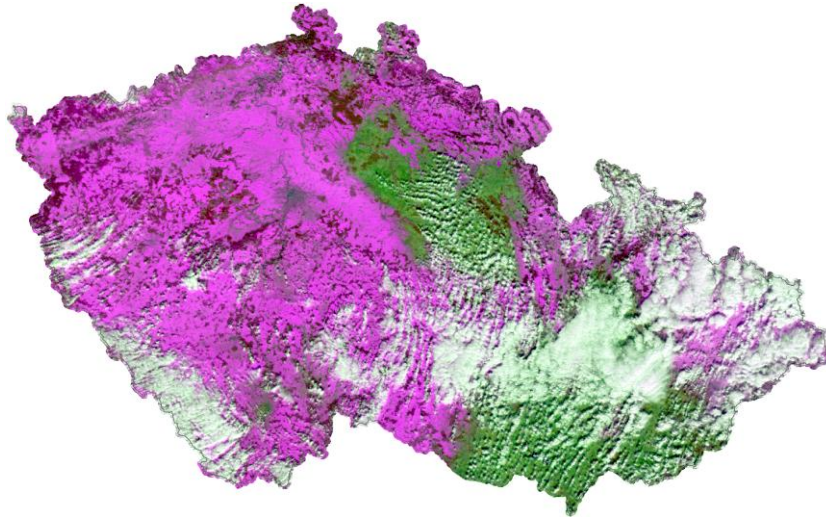


Obr.3: Envisat MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) - rozlišení 300 m, perioda snímání 1 den

Fig. 3: Envisat MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) - spatial resolution 300 m, revisit time 1 day

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Senzor MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) umístěný na palubě družice Terra provozované NASA od roku 1999 se stal stěžejním zdrojem družicových dat pro monitoring sněhové pokrývky projektu FLOREO. Multispektrální senzor pořizuje optická data v prostorovém rozlišení 250 m s periodou snímání 1 den. Vedle prostorové a časové rozlišovací schopnosti je nespornou výhodou těchto dat také přítomnost středního infračerveného pásma. V rámci projektu FLOREO jsou scény MODIS zpracovávány a poskytovány uživatelům prostřednictvím mapového serveru každý den. Stejně tak klasifikace sněhové pokrývky a další produkty k jejich tvorbě se využívají. Následující obrázek č. 4 je ukázkou scény Terra MODIS z 7. 3. 2010.



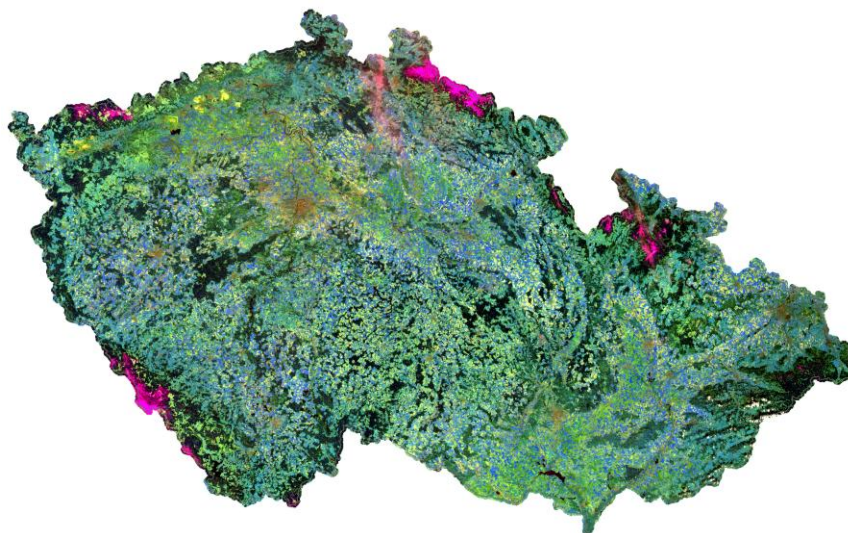
Obr. 4: Terra MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) - rozlišení 250 m, perioda snímání 1 den

Fig.4: Terra MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) - spatial resolution 250 m, revisit time 1 day

Data vysokého rozlišení – IRS a SPOT

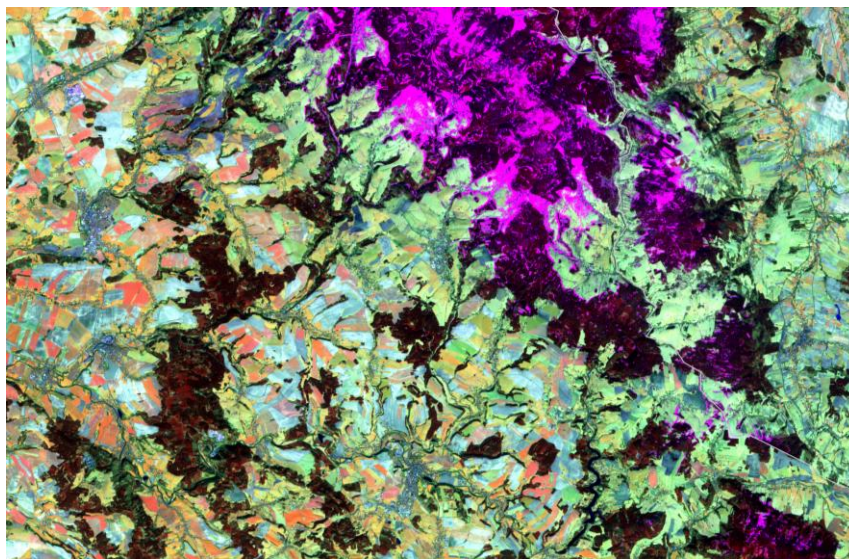
Scény s vysokým prostorovým rozlišením jsou dostupné pouze z komerčních družic. Faktorem limitujícím jejich využití je tedy především cena pořízení.

Scény IRS AWiFS by díky svému prostorovému rozlišení 56 m a snímání ve středním infračerveném pásmu byly vhodným zpřesněním monitoringu sněhové pokrývky. Bohužel 5ti denní perioda snímání zapříčiňuje, že v období tání sněhové pokrývky neposkytují dostatečně aktuální informace a vyšší perioda snímání také snižuje pravděpodobnost pořízení bezoblačné scény resp. scén. K pokrytí území celé České republiky je totiž potřeba více snímků např. následující ukáзка (obr. 5) vznikla kombinací 2 scén.



Obr. 5: IRS AWiFS - rozlišení 56 m, perioda snímání 5 dní
Fig. 5: IRS AWiFS - spatial resolution 56 m, revisit time 5 days

K datům vysokého rozlišení patří i SPOT5 s rozlišením 10 m. Velikost jedné scény je 60x60 km, velké množství scén potřebných pro pokrytí celé ČR by tak bylo velmi nákladné. Své využití však mohou nacházet v případech, kdy je zkoumáno pouze malé území. Perioda snímání 3 dny by v některých situacích rychlého odtávání sněhové pokrývky mohla být příliš dlouhá.



Obr. 6: SPOT 5 HRG2 - rozlišení 10 m, perioda snímání 3 dny
Fig. 6: SPOT 5 HRG2 - spatial resolution 10 m, revisit time 3 days

Sentinel-2

V neposlední řadě se pozornost upírá na družice systému Sentinel – 2, jejichž vypuštění je plánováno na rok 2013. Optická data s 13ti spektrálními pásmy a prostorovým rozlišením 10, 20 a 60 m by se mohla stát dostupnou alternativou pro monitoring sněhové pokrývky ve větším rozlišení. Doba oběhu pohybující se od 3 do 5 dní není ideální, ale tento nedostatek by mohl být vykompenzován prostorovým



XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

rozlišením a poskytovaním těchto dat zdarma. Mohla by se tak stát doplňkem popř. zpřesněním denních scén s nižším prostorovým rozlišením.

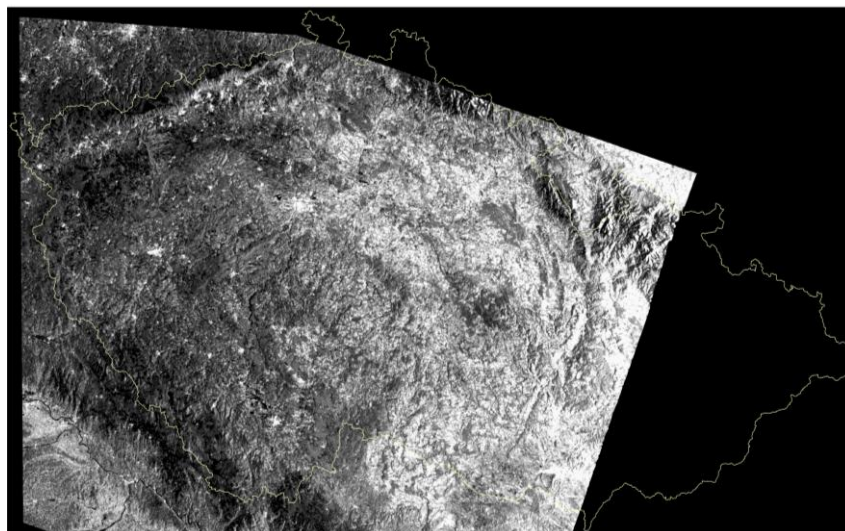
Radarová data

Projekt FLOREO využívá k monitorování sněhové pokrývky kromě optických dat také data radarová. Jejich nespornou výhodou je nezávislost na oblačnosti a denní době. Jedná se však o méně obvyklý zdroj informací vyžadující složitější a náročnější postup zpracování. Radarový snímek je měřením pouze na jedné vlnové délce, tudíž pro monitoring sněhové pokrývky je nutná kombinace více snímků. Využitá metoda umožňuje mapovat pouze tající sniž obsahující dostatečně velký obsah kapalné vody.

ENVISAT ASAR

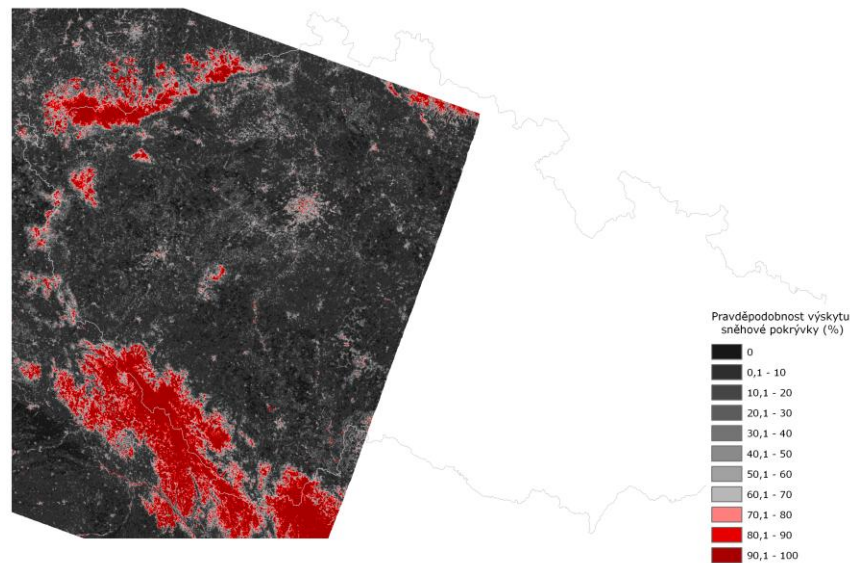
Projekt FLOREO využívá scény ENVISAT ASAR s rozlišením 150 m. Východní část České republiky je jimi pokryta cca 5x a západní 3-4x do měsíce. Celá Česká republika je zpravidla na snímána jednou za 10 až 14 dní.

Postup zpracování radarových dat založený na metodice určování sněhové pokrývky známé z literatury ověřovala v rámci projektu FLOREO PřF UK a firma GISAT v současné době pracuje na její implementaci do operačního systému. Základ představuje porovnání dvou scén ENVISAT ASAR, referenční a aktuální. Celý proces zpracování začíná stažením aktuální scény ENVISAT ASAR (obr. 7) a nalezením referenčního snímku. Oba snímky musí být pořízeny ze stejného orbitu čímž se minimalizuje vliv geometrického zkreslení. Snímek s aktuální sněhovou pokrývkou obsahuje tající sniž a naopak referenční snímek by měl být pořízen v období bez sněhové pokrývky popř. se zmrzlým sněhem. Dále musí být splněna podmínka zachování krajinného pokryvu v období mezi pořízením dvojice snímků. Změny krajiny ve scéně ovlivňují odrazivost radarových vln v C pásmu a mohou degradovat výslednou klasifikaci sněhové pokrývky. Po získání vhodné dvojice snímků je vytvořen rozdílový snímek, který je následně převeden mapovací funkcí na pravděpodobnost výskytu sněhové pokrývky. Prahová hodnota pro stanovení výskytu sněhové pokrývky je určována na základě měření na meteorologických stanicích, podle klasifikace získané z optických dat nebo experimentálně. Výsledkem zpracování radarových dat je mapa pravděpodobnosti výskytu sněhové pokrývky, kde pravděpodobnost je vyjádřena v % (viz. obr. 8).



Obr. 7: ENVISAT ASAR (Advanced Synthetic Aperture Radar) - rozlišení 150 m, 3 – 5 přeletů nad ČR měsíčně (pokrytí celé ČR: 10 – 14 dní)

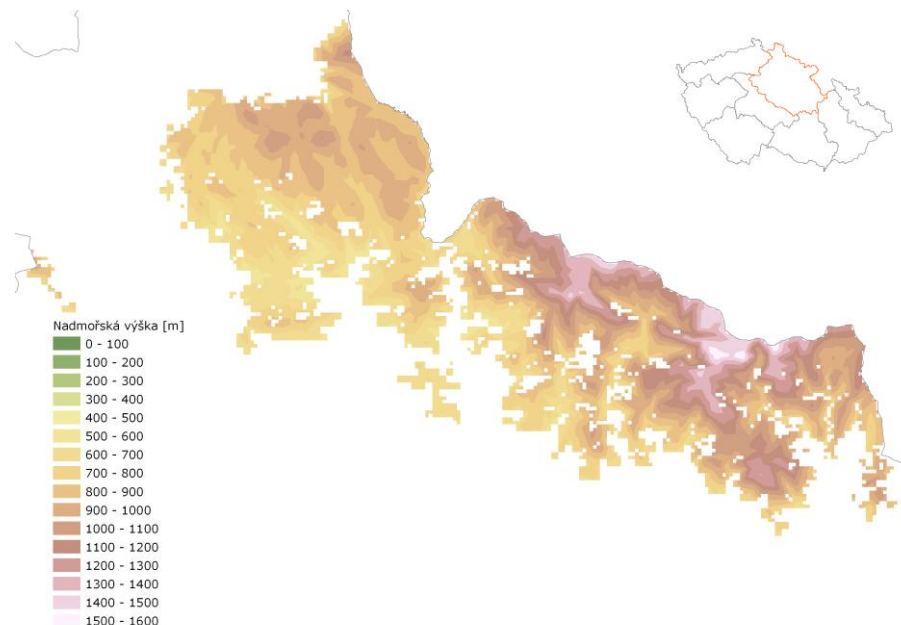
Fig. 7: ENVISAT ASAR (Advanced Synthetic Aperture Radar) - spatial resolution 150 m, revisit time from 3 to 5 times per month



Obr. 8: Klasifikace sněžové pokrývky ze scény ASAR
Fig. 8: Classification of snow cover based on ASAR

Produkty z klasifikace scén MODIS

Získaná maska sněžové pokrývky ze scén Terra MODIS popř. ENVISAT ASAR umožňuje další zpracování. Typickým příkladem je analýza výskytu sněhu dle krajinného pokryvu, nadmořské výšky či sklonitosti terénu. Všechny tyto faktory mající vliv na tání sněžové pokrývky a následný povrchový odtok mohou být prezentovány jednak jako mapa, graf nebo tabulka. Ukázkou přináší následující obrázek č. 9 uvádějící rozložení sněžové pokrývky v povodí Horního a Středního Labe dle nadmořské výšky z 3. 4. 2009.



Obr. 9: Ukázkou rozložení sněžové pokrývky dle nadmořské výšky v povodí Horního a Středního Labe
Fig. 9: Example of distribution of snow cover by elevation in basin Horní a Střední Labe

Závěr

Určování rozsahu sněhové pokrývky z dat dálkového průzkumu Země přináší nové informace pro stávající monitorovací činnosti. Jejich začlenění do již fungujících předpovědních modelů by mohlo znamenat zpřesnění podkladů potřebných pro vyhodnocení aktuální povodňové situace. Implementace celého konceptu do monitorovacího systému demonstruje operační využití DPZ a in-situ dat pro včasné varování před možností vzniku povodně. Optická data a SAR družicové technologie s vysokou frekvencí pořízení (v nejlepším případě denně) a širokým záběrem jsou důležitým prvkem takového systému.

Všechny monitorovací služby jsou dostupné přes mapový server FLOREO (<http://mapserver.floreo.cz>) a také prostřednictvím globálního portálu SSE.

Resumé

This paper informs about the possibility of using Earth Observation data for monitoring of snow cover in the Czech Republic. The attention is paid to the optical and radar data and also products derived from MODIS snow cover classification. This issue was studied in the project FLOREO. FLOREO (Demonstration of ESA Environments in support to FLOod Risk Earth Observation monitoring) is oriented on development and implementation of relevant EO-based services in the Czech Republic to support existing hydrological monitoring activities, especially snow melt and surface water runoff contributing to flooding events. The system consists of two main parts accordingly, the first is snow cover and snow melt monitoring driven mainly by EO data and the other is surface water runoff modeling and monitoring driven by synergy of in-situ and EO data. This article discusses only snow cover monitoring by Earth Observation technology.

Snow cover and snow melt monitoring system is implemented as hybrid model that provides information derived from combined snow products of Terra MODIS, Envisat ASAR and degree day model. We also examined the EO data from optical satellite METEOSAT, NOAA, Envisat MERIS, IRS AWiFS and SPOT5. The monitoring information is provided weekly in spatial resolution of 250 m over the whole region of the Czech Republic.

The implementation of the complex concept into monitoring system demonstrates operational use of EO and in-situ data for early warning flood hazard. The Middle-Resolution optical and SAR satellite technology with frequent acquisitions (at best daily) and wide swath is important element of such a system. All monitoring services are available through the map server FLOREO (<http://mapserver.floreo.cz/>) and global portal SSE.

Literatura

Bartsch, A. et al. (2007): Monitoring of spring snow melt with ENVISAT ASAR WS in the Eastern Alps by combination of ascending and descending orbits, in Proceedings "ENVISAT Symposium 2007", Montreux, Switzerland, pp. 23-27 April 2007.

ESA Sentinel-2 Team (2010): GMES Sentinel-2 mission requirements document. ESA, 42 p.

Malnes, E., Guneriussen, T. (2002): Mapping of snow covered area with RADARSAT in Norway, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, vol.1, pp. 683 – 685.

Malnes, E., Storvold, R. (2004): Near Realtime Snow Covered area mapping with ENVISAT ASAR Wideswath in Norwegian Mountaineous Areas, In Proceedings: ENVISAT and ERS Symposium, Salzburg.

Nagler, T., Rott, H. (2000): Retrieval of wet snow by means of multitemporal SAR data, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 38, pp. 754 – 765.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Rott, H.; Nagler, T. (1995): Monitoring temporal dynamics of snowmelt with ERS-1 SAR, International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1995. IGARSS '95. 'Quantitative Remote Sensing for Science and Applications', vol. 3, pp. 1747-1749.

Salomonson, V.V., Appel, I. (2003): Estimating fractional snow cover from MODIS using the normalized difference snow index, Remote Sensing of Environment, vol. 89, pp. 351–360.

Sirguey, P., Mathieu, R., Arnaud, Y. (2008): Subpixel monitoring of the seasonal snow cover with MODIS at 250 m spatial resolution in the Southern Alps of New Zealand: Methodology and accuracy assessment. Remote Sensing of Environment, vol. 113, pp. 160–181.

Storvold, R., Malnes, E., Lauknes, I. (2005): Using ENVISAT ASAR wide swath data to retrieve snow covered area in mountainous regions, in EARSeL eProceedings 4, 2/2005.

Šobra, Josef (2008): Nová generace družic ESA pro GMES – Sentinel 1-5. (<http://www.czechspace.cz/cs/gmes/nova-generace-druzic-esa-vyvijenyh-gmes-sentinely-1-5>).

Vermote, E. F., Kotchenova, S. Y., Ray, J. P. (2008): MODIS Surface Reflectance User's Guide Version 1.2, MODIS Land Surface Reflectance Science Computing Facility (<http://modis-sr.ltdri.org>).

METEOROLOGICAL ELEMENTS AND THE STABILITY OF SNOW COVER IN THE WINTER 2009/10

Dr Anna Fiema

Institute of Meteorology and Water Management, Cracow, Poland

An avalanche – is on one hand “a separated mass of snow which flows down the slope of the mountain”. On the other hand we can also describe this phenomenon as a loss of balance in a snow cover which causes snow masses, driven by their own weight, to move with some speed along a surface with a bigger or smaller slope. Schematically, we can consider the snow cover as a balanced substance on a sloping surface influenced by two types of forces. One of the forces draws the snow masses down the mountain and the other one causes the snow to remain on the spot. The forces which draw the snow down the slope generally depend on its weight the same as, potentially, an additional increase of weight on the surface of the snow cover. The forces which retain snow masses on the sloping surface are friction forces which act as “anchors” and resist the forces drawing the snow down the slope.

To make the occurrence of an avalanche possible, the forces causing the snow to flow down the slope have to be bigger than the forces which stop snow masses on the spot. However the snow is never an inert material. On the contrary, it is always in the state of evolution, which never changes despite the meteorological conditions. One type of forces always dominates the other, either the one causing the snow to remain on the spot or that which makes it move.

This is really surprising that since the beginning of a snow period 2009/2010 until the end of February, with such a thin snow cover, we had so many avalanche accidents engaging people. Maybe there were so many of them because of people's belief that avalanches occur only when there is lots of snow. But it is not true. Snow crystals and grains, which constituted the layers of the February snow cover, were characterized by a very small cohesion among them. The deeper layer the smaller cohesion. In the region of Lake Morskie Oko, almost for the

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

whole month, in the layer of snow cover approaching the ground (about 20 cm), depth hoar was observed (Fig. 1, 4).

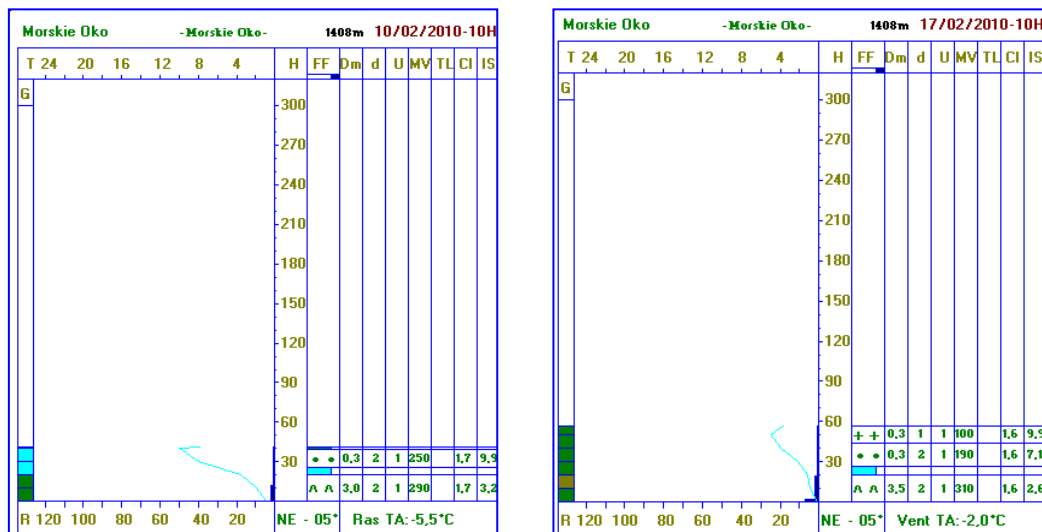


Fig. 1 Stratigraphic profile of snow cover - on the 10th and 17th of February 2010, Lake Morskie Oko 1408 m above the sea level

Despite the small amount of snow (little above 50 cm), and the fact that its weight was not so heavy (about 300 kg/m³), an additional increase of weight on the surface of the snow cover (caused by a human factor), could easily produce an avalanche. It was proved by weekly measures of the snow cover, e.g. resistance to pressure tests through sounding by stamping (Fig. 2). A sonde was immersed in the snow cover in two stages: 2 and 57cm (Fig. 1).



Fig. 2 Sounding by stamping

Obviously other factors, e.g. wind or air temperature, influenced a very low snow cover stability too. We should always remember that even the smallest amount of snow on a slope undergoes the rules of physics. Meteorological conditions are very important and, at the same time, very changeable factors, very often difficult to be forecasted, which cause avalanches to occur. Among those factors the most important are:

- atmospheric precipitation,
- air temperature,
- wind.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

The **atmospheric precipitation** brings about the formation and increase of the snow cover. 50 centimeters is considered to be the critical point of the snow cover thickness, at which avalanches may occur. The more new snow falls in the shorter time, the bigger avalanche danger, as in such conditions the self-stability of the snow cover is impossible. The sudden increase of a new snow layer up to about 30 cm of height is a sign of the avalanche danger. When the snowfall is long-lasting and intensive, the critical point of the snow increase equals 5 cm/h. The ratio between the increase of snow cover and the speed of its subsidence is very important for the avalanche dangers caused by the snowfall. If the increase is slower, then binding of snow crystals and the creation of a new layer on the old foundation is performed properly. It guarantees the snow cover stability. If though the increase of the new snow layer is faster than the process of snow subsidence, then the loss of balance takes place. Such phenomenon was observed in October and November 2009. The increase of snow cover on *Hala Gąsienicowa* was 99 cm/4 days and nights. The snow subsidence was very slow and still the avalanche activity was not observed (Fig.3, Fig.4).

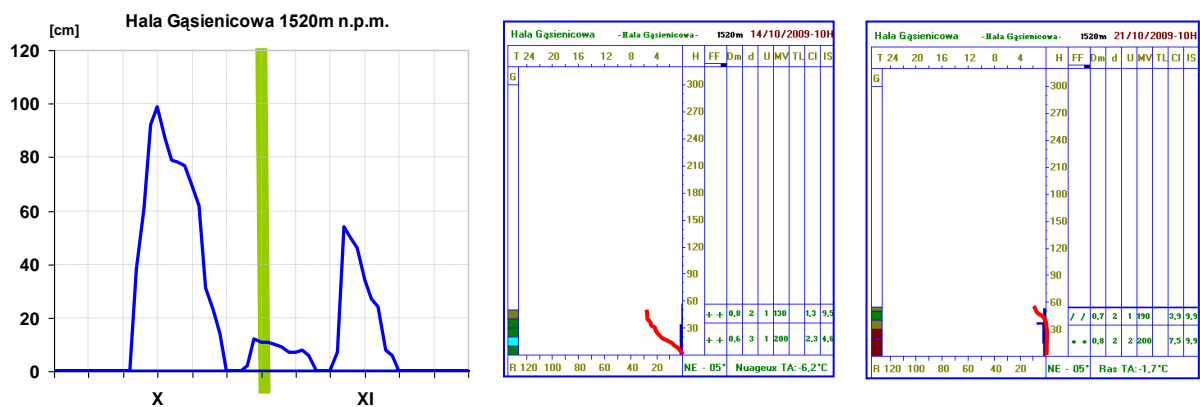


Fig.3. Thickness of snow cover in October and November 2009 on Hala Gąsienicowa, 1520m above the sea level

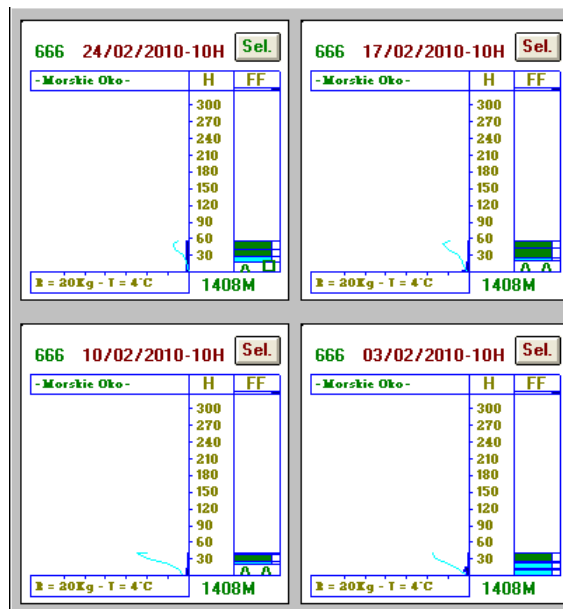
Fig. 4. Stratigraphic profile of snow cover on the 14th and 21st of October 2009 on Hala Gąsienicowa 1520m above the sea level

The next meteorological factor - **air temperature** – is one of the fundamental elements influencing the course of metamorphosis of snow in the snow cover and the formation of its layers. As snow is a very bad heat conductor, the penetration of the temperature down the snow cover is carried out with a considerable delay. The distribution of temperatures in the snow cover profile is diverse and dependent on the snow cover thickness, structure and the time of air temperature influence on the snow cover. The biggest fluctuations and usually the lowest temperatures appear in the 20-centimetre-layer of snow cover approaching the ground, called an active layer. The migration of water steam particles is performed from the lower warmest layers upwards. It causes porosity and loosening of the lower layers and, as a consequence, leads to a shaky balance of the snow cover. Low temperatures in upper layers of the snow cover lead to the creation of the so-called depth hoar, constituting the slide layer (Fig. 5).

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

The influence of low temperatures also causes the so-called counteraction phenomenon, namely shrinking of snow mass, which leads to the appearance of fractures and cracks. At a longer time of plus temperature influence on the snow cover the saturation of water down the snow takes place. If water drops do not meet the freezing point, wet snow is created. When the content of water in the snow reaches 10% a self-occurrence of avalanches may occur (in the time of spring).

Fig. 5. Stratigraphic profile of snow cover on the 3rd, 10th, 17th and 24th of February 2010, Lake Morskie Oko 1408m above the sea level (as a result of prolonging low air temperatures the depth hoar was present in the layer approaching the ground almost for the whole February).



Wind (direction and speed), in the connection with the ground conditions, is one of the most important factors conducive to the occurrence of avalanches. Its influence consists in deflation and ramming snow on the windward slopes. The wind carries snow and leads to its gathering on ridges (overhangs) and leeward slopes (wedges, pillows). It powders and breaks snow crystals during their transport.

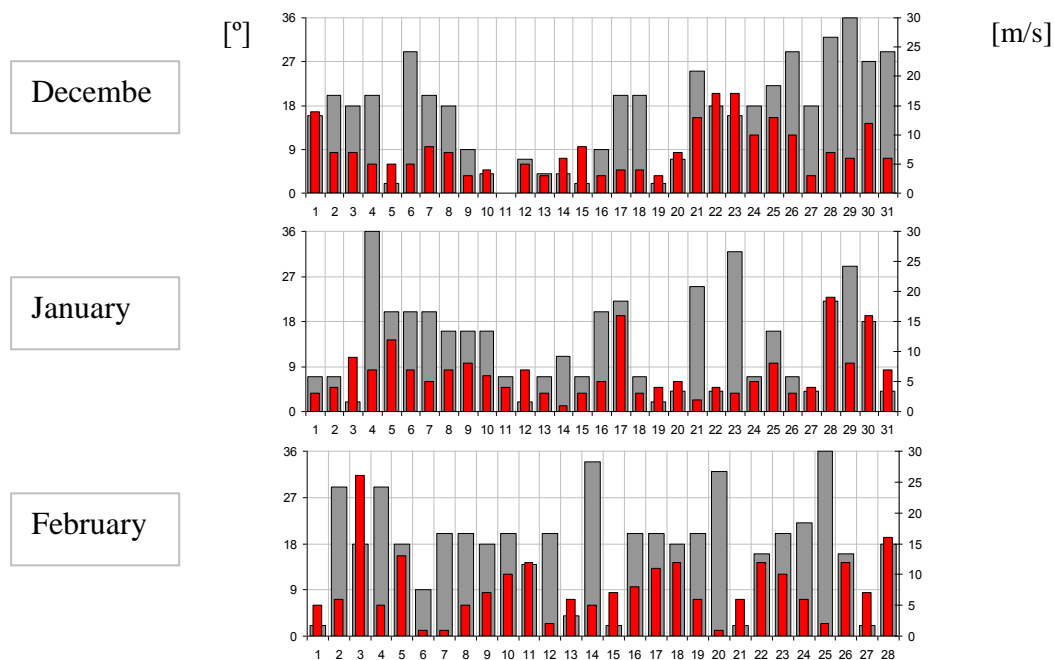


Fig. 6. Average speed and direction of wind on Kasprovy Wierch (grey color shows direction [°], red color stands for the speed [m/s]).

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

In the winter period 2009/10 in Poland we dealt with some kind of snow inversion. It consisted in the fact that almost the whole Poland, apart from its southern part, said one thing – it was extremely snowy. To illustrate, the maximum thickness of snow cover in February on *Hala Gąsienicowa* reached 54cm (1520m above the sea level), which was almost the same amount as in Warsaw – 53cm (110m above the sea level). In spite of so little thickness of snow cover in *the Tatra Mountains*, strong wind transported the snow causing spatial diversity in its thickness. The wind of over 10m/s often blew, which caused the formation of snow overhangs. Depending on the speed of wind, amount of transported snow and its properties, the overhangs in *the Tatras* could reach several or even a dozen or so meters. The wedges created on the leeward slopes were also a danger due to big amounts of additionally gathered snow. It was probably one of the reasons of the avalanche occurrence in the region of *Kociol* near *Rysy* on the 30th of December 2009 (3 fatalities). Almind, apart from transporting snow, caused a sudden increase of temperature, which led to rapid changes in the snow structure as a consequence.

Summary

Until the end of February 2010 as much as 39% of recorded avalanches in the Polish *Tatras* were caused by man (Fig. 7). Even if the general features of the lack of stability in snow cover are recognized, many particulars of the avalanche creation are not understood. In particular territories avalanches are predicted mainly empirically, based on experience. And even if the avalanches traverse the same paths each year and the dangerous zones are known, it sometimes happens that exceptional weather conditions can produce exceptional avalanches, even if the snow cover thickness reaches 50cm. The avalanche can occur anywhere, it is sufficient that snow is deposited on the surface with a considerable slope.

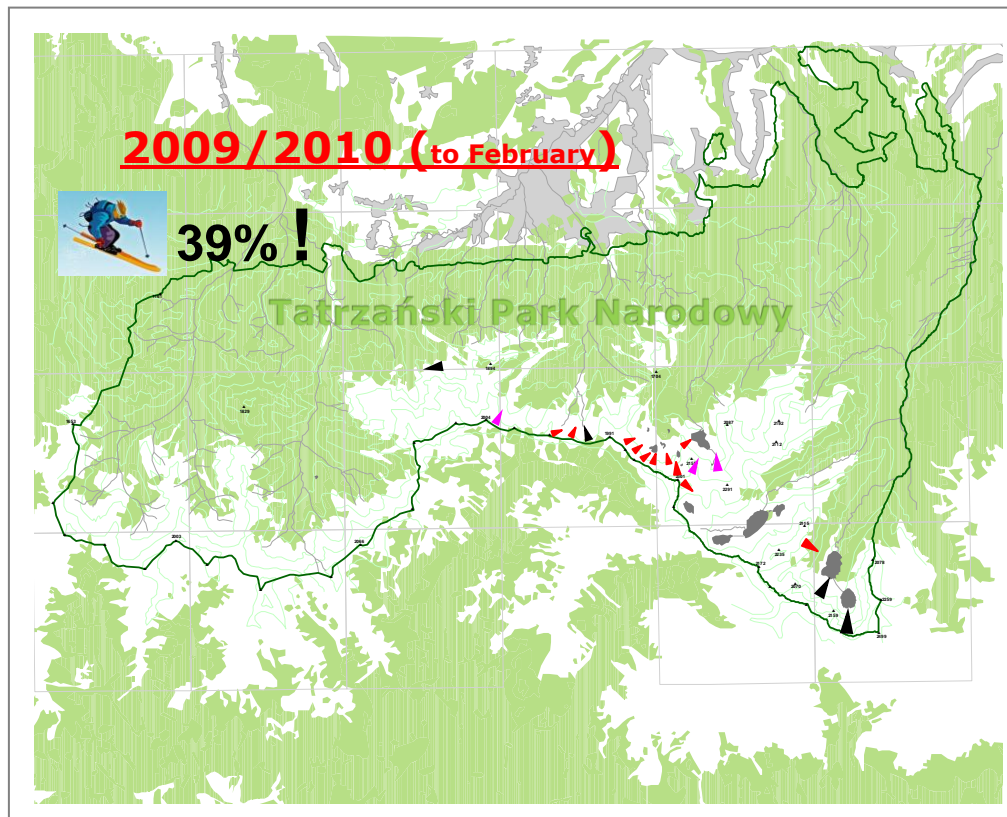


Fig. 7. Places of avalanche occurrence (pink areas – avalanches caused by man – without fatalities; black areas – avalanches caused by man – with fatalities).

VÝZKUM BŘEČKOTOKŮ V ROCE 2010 NA KVHEM

Roman Juras, Jiří Pavlásek

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování, Fakulta životního prostředí,
Česká Zemědělská Univerzita v Praze

Úvod

Tento příspěvek popisuje především metodiku a rozšíření výzkumu břečkotoků a sněhových vlastností spojených s tímto přírodním jevem. Juras (2009) popsal dosavadní problematiku měření a výsledky z rozličných pokusů a analýz. V roce 2010 byl výzkum zaměřen spíše na zlepšení metodiky výzkumu a na nazírání na problematiku břečkotoků v širších souvislostech.

Zadešťovací experiment

Jak bylo popsáno v některých zdrojích (Juras 2009, Nobles 1966), tak mechanismus vzniku břečkotoku závisí především na vývoji sněhové pokrývky (především v období tání), ale hlavně na dotaci vody do sněhu (např. Hestnes 1998). Největší zdroj vody pro břečkotoky představují srážky a tání (Gude et Scherer 1995, Hestnes et Sandersen 1987). Je dobře známo, že akumulovaná voda ve sněhové pokrývce zmenšuje její pevnost a zároveň snižuje smykové tření (Onesti 1987). Tento fakt má často za následek vznik břečkotoků (Nobles 1966; Smart et al 2000; Spusta et al 2003; Tómasson et Hestnes 2000) a mokřých lavin (Conway 1994; Conway et Raymond 1993; Singh et Singh 2001). V této souvislosti je klíčové mít informaci o vodní kapacitě sněhu (Liquid water holding capacity), která se definuje jako maximální množství vody ve sněhu v daném stádiu, jenž je sněh schopen zadržet proti gravitačním silám. Vodní kapacita závisí na vlastnostech sněhové pokrývky, konkrétně na: hustotě, výšce, výška ledových vrstev, tvaru a velikosti sněhových krystalů (Singh et Singh 2001). Obecně můžeme říci, že sněhová matice je schopná udržet 2-5% tekuté vody na svojí hmotnost (např. Singh et Singh 2001).

Originální přístup k měření vodní kapacity sněhu ukázal Singh et al. (1997), který pomocí zadešťovacího experimentu simuloval přírodní déšť a měřil průtok vody sněhovou maticí. Tento přístup pomocí fyzikálního modelování se zadešťovacím experimentem se v roce 2010 začal uplatňovat i na KVHEM, FŽP, ČZU. V roce 2010 bylo vyvinuto zadešťovací zařízení na simulaci dešťových srážek. Jedná se o přenosné zařízení použitelné pro terénní měření. Dešťový simulátor generuje umělý déšť, který následně dopadá na povrch sněhu, kde dále perkoluje a časem vytéká. Část tekuté vody sněh zadrží (vodní kapacita sněhu), zbylá část proteče až na rozhraní půda/sněh. Na tomto rozhraní se část infiltruje do půdy a část odteče po povrchu půdy. Množství odteklé vody je měřeno průtokoměrem. Objem absorbované vody do sněhu se určí bilancí. Simulátor může generovat různé intenzity umělého deště, různé doby trvání. Pokusy, které budou probíhat v zimě 2011, si kladou za cíl zjistit závislost vodní kapacity sněhu na jeho hustotě a ostatních zmiňovaných vlastnostech. Výsledky mohou být užitečné pro rozšíření některých povodňových a lavinových predikčních modelů.

Měření pomocí referenční GPS

V roce 2010 bylo také provedeno měření zásoby sněhové pokrývky na Stříbrném hřebetě v Krkonoších pomocí referenční GPS Leica 1200. Opět se jedná o rozšíření možností studia břečkotoků a jejich vzniku. Na této lokalitě je pravidelně pozorováno břečkové pole, ze

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

kteřého může potenciálně vzniknout břečkotok (Juras 2009). Tavná voda ze sněžové pokrývky je jedním ze zdrojů vody pro břečkotok (Hestnes et Sandersen 1987) a proto je klíčové především stanovení množství sněhu na sledované lokalitě. Hodnoty výšky sněhu měřené v síti bodů můžeme intepolovat, čímž dostaneme celkové rozložení výšky sněhu na území. Měřením hustoty a SWE v několika liniích a jejich následnou interpolací určíme množství tavné vody jako potenciální zdroj pro břečkotok. Objem odtoké vody ze sněžové pokrývky je sledován ČHMU na vybraných profilech jako důležitý faktor při odhadování denních průtoků ve vodních tocích. Odhadování zásob sněhu pomocí referenční GPS poskytuje alternativní metodu ke klasickému ručnímu měření sněhoměrnou latí. Výška sněžové pokrývky byla měřena referenční GPS Leica 1200 ve 25 m gridu. Tato GPS je schopna měřit s přesností až 1 cm ve všech třech osách. Naměřené body výšky sněhu se následně interpolují pro získání celkové rozložení výšky sněžové pokrývky na sledované lokalitě. Podobným způsobem byl získán také digitální model terénu (DMT), kdy se opět se nejdříve vytyčí síť bodů po 25 m, na kterých se následně zaměří souřadnice pomocí GPS. Interpolací těchto bodů v programu ArcGIS se získá celkový DMT. Nakonec se obě vzniklé vrstvy od sebe odečtou, tak vznikne vrstva výšek sněhu. Z této vrstvy se následně získá celkový objem sněžové pokrývky, potažmo potenciální objem tekuté vody. Měření bylo prováděno několikrát během období tání, tak aby byla možnost vymodelovat změnu objemu sněžové pokrývky v závislosti na meteorologických podmínkách. Veškeré výsledky budou publikovány během roku 2011.

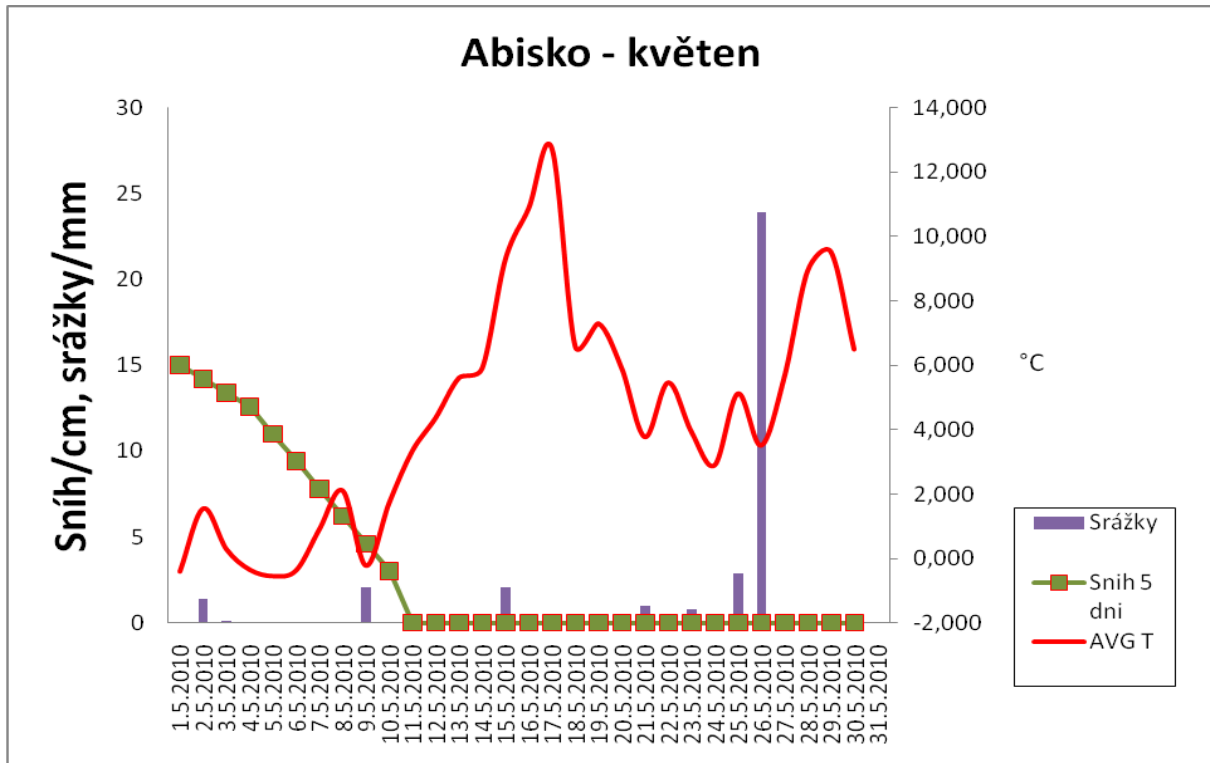
Porovnání vlastností sněžové pokrývky v Krkonoších a v Abisku

Poslední výzkum týkající se břečkotoků se zaměřil na srovnání vlastností sněžové pokrývky v Krkonoších a ve švédském Abisku, které bylo vybráno z několika důvodů:

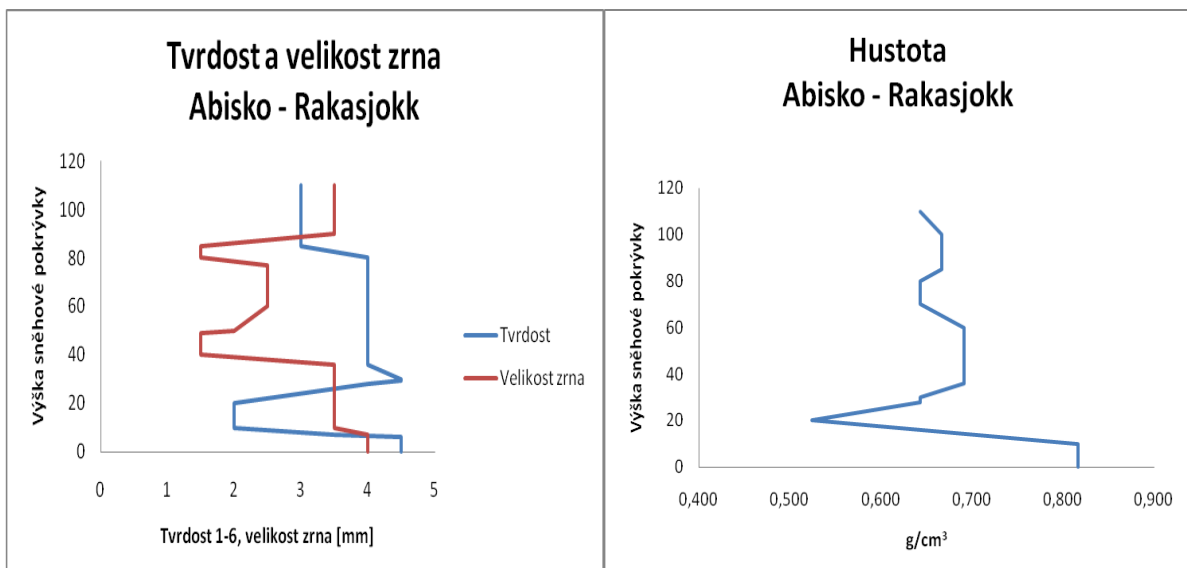
Vyskytují se zde pravidelně břečkotoky a proto slouží jako modelová srovnávací lokalita.

Horní partie Krkonoš a Abisko můžeme označit jako oblasti tundry a proto lze očekávat jisté podobnosti přírodních fenoménů.

Výzkumné práce v Abisku proběhly na přelomu května a června, to znamená v období, kdy je nejpravděpodobnější výskyt břečkotoků, neboť probíhá období tání (Nyberg 1985). Výzkumné práce zahrnovaly především průzkum lokalit, které popsal ve své práci Nyberg (1985). Během průzkumu se vykopalo několik sněžových profilů na vybraných lokalitách a pozorovaly se případné následky břečkotoků, tzn. různé nánosy, erozní rýhy, případně další známky pohybu břečkotoku. Dále byla analyzována meteorologická situace za dané období. Zde je nutno podotknout, že Abisko leží ve srážkovém stínu Abisko Mts. Meteorologická stanice se nachází u jezera Torneträsk mezi dvěma horskými masívy. Srážková data proto musíme brát s rezervou, protože především srážková data jsou podhodnocena. Během průzkumných prací byly známky po výskytu břečkotoku objeveny na dvou lokalitách (Kärkevage a Rakasjokk). Břečkotok se pravděpodobně vyskytl i na lokalitě Västliga (Jonasson in verb. 2010). Bohužel nebyl pozorován žádný břečkotok přímo, ale vždy pouze jeho následky. Všechny události byly pravděpodobně způsobeny mohutnými dešti na konci května 2010 (Obr. 1). Srovnáme-li události z Abiska a z Krkonoš, tak v Krkonoších vznikla břečka pouze následkem tání, kdežto v Abisku byly události způsobeny pravděpodobně následkem deště v kombinaci s táním. Podrobnější analýza bude zpracována na konci projektu v roce 2011.



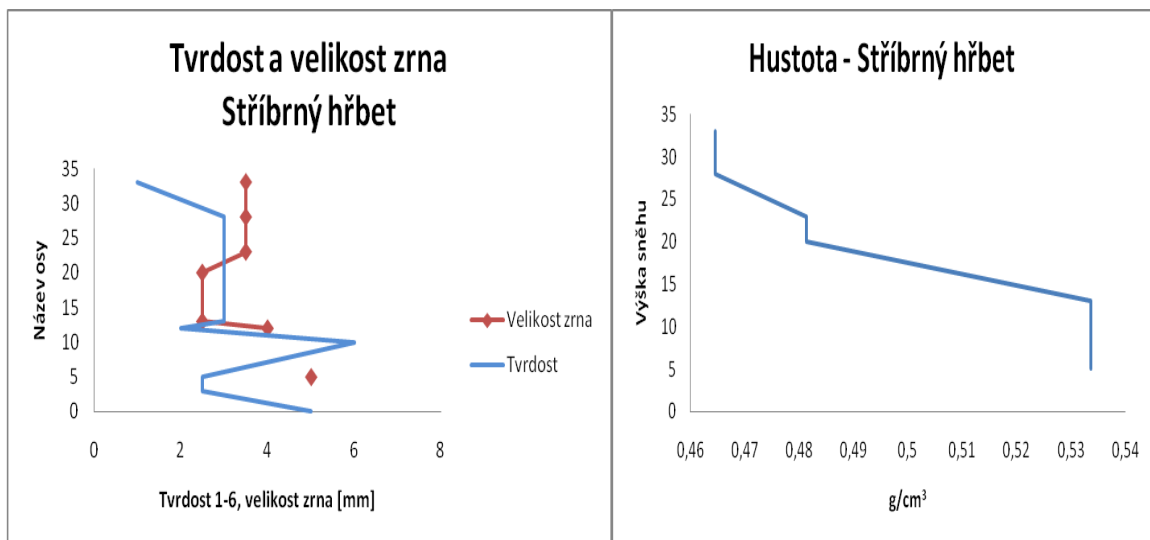
Obr. 1 – Vývoj základních meteorologických charakteristik v měsíci květnu ve švédském Abisku. V tomto období vrcholí tání. Sníh na stanici Abisko sice roztál sníh v první třetině měsíce, ale na okolních horách se běžně vyskytovala pokrývka vysoká 50 – 100 cm i na začátku června. 30.5.2010 byl změřen sněhový profil na Rakasjokk (Obr. 2). Důležitá je především dešťová událost z 26.5.2010, která pravděpodobně způsobila několik břečkotoků v oblasti. Vzhledem k umístění meteorologické Abisko ve srážkovém stínu, můžeme předpokládat, že břečkotoky byly způsobeny ještě mohutnějšími dešti. Následky břečkotoků byly pozorovány na lokalitě Rakasjokk (Obr. 7) a Kärkevagge (Obr. 6).



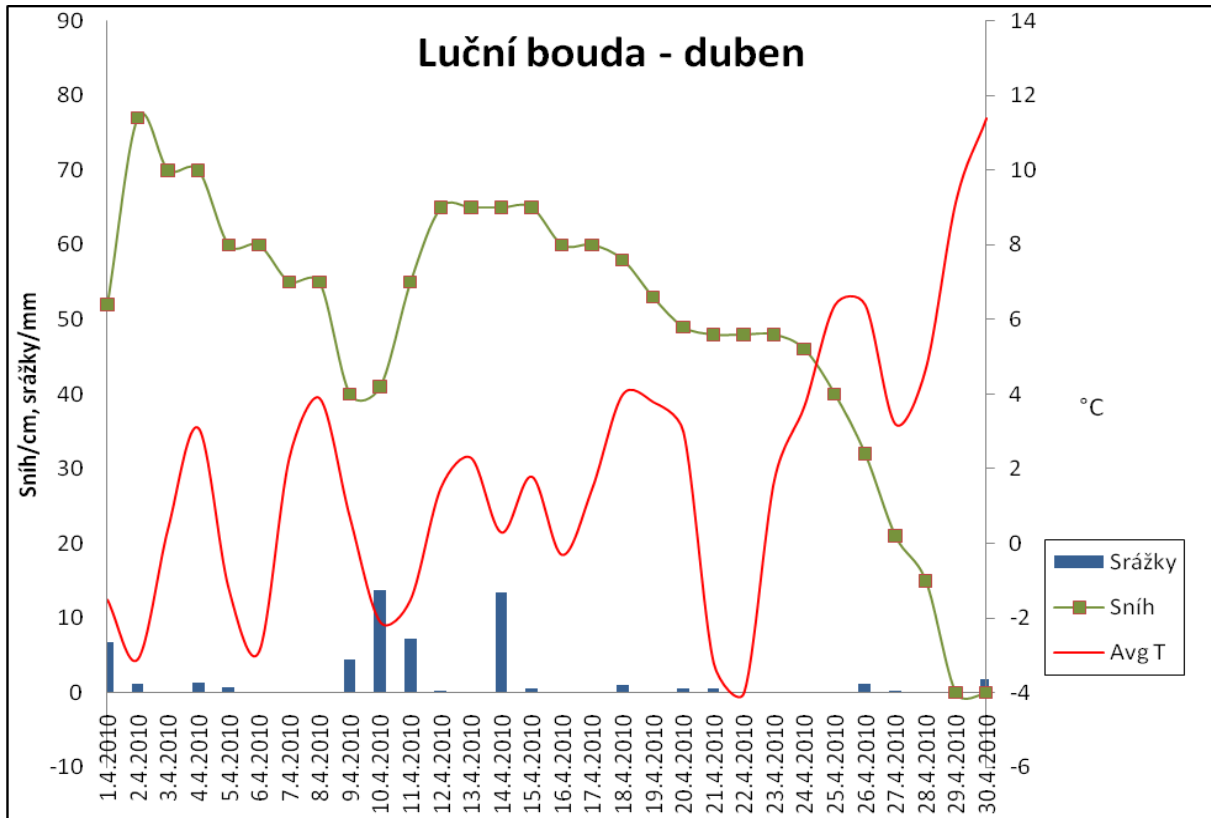
Obr. 2 – Sněhový profil z lokality Rakasjokk. Za povšimnutí stojí především spodní část profilu vrstva 28-7 cm. Tato vrstva se vyznačovala poměrně malou tvrdostí a hustotou s relativně velkými sytkými ostrohrannými krystaly. Šlo pravděpodobně o metamorfovanou dutinovou jinovatku, která se v tamějším chladném klimatu tvoří velmi často. Dutinová jinovatka se vyznačuje malou pevností a tvrdostí a velkými dutinovými krystaly. Je to zároveň

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

častá príčina vzniku břečkotoků (Hestnes 1998, Nyberg 1989, Hestnes et Bakkehoi 2004) a lavín (McClung et Schaerer 2006; Satyawali 1998). Pokud se do této vrstvy dostane voda, tak velmi malé smykové tření má za následek pohyb sněhové masy.



Obr. 3 – Sněhový profil na spodní části lokality Strážný hřbet. Sněhová pokrývka v té době již rychle tála. Za zmínku stojí podobnost především vertikálního vývoje velikosti zrna a tvrdosti. Ve spodní části se vyskytly dvě sypké vrstvy s velkými krystaly a malou tvrdostí (20-12 cm, 10-5 cm). Jednalo se pravděpodobně opět o metamorfovanou dutinovou jinovatku. Zde můžeme vysledovat podobnost ve struktuře sněhové pokrývky na Strážném hřbetě a v Abisku, ze které se později vytvoří břečka nebo břečkotok.



Obr. 4 – Na Lokalitě Strážný hřbet (stanice Luční bouda) bylo pozorováno velké břečkové pole 25.4.2010. Břečka se vytvořila na místě rozsáhlého rašeliniště poblíž polských hranic.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Na rozdíl od Abiska nebyly na Stříbrném hřbetě zaznamenány skoro žádné srážky a břečka tak pravděpodobně vznikla pouze následkem tání. Na Obr. 3 je znázorněn sněhový profil, který byl vykopán poblíž břečkového pole. Na místě sněhového profilu ale žádná břečka nebyla pozorována, což potvrzuje, že se jedná pouze o lokální jev.



Obr. 5 - Organický materiál nanesený břečkotokem na lokalitě Kärkevagge, který byl akumulován na několika místech. Na sněhu byly pozorovány vrstvy hlíny (výška nánosu 5-10 cm) a říčních sedimentů (výška nánosu 10-15 cm). Největší nános dosahoval délky 16 m a šířky 2 m.



Obr. 6 – Stopy po břečkotoku pozorované 31.5.2010 na lokalitě Kärkevagge. Z této oblasti popisuje břečkotoky například Gude & Scherer (1995). Tento pozorovaný břečkotok byl mnohem většího rozsahu než druhý břečkotok na lokalitě Rakasjokk (Obr. 7). Celková délka se ale kvůli nepřístupnosti terénu nepodařila změřit.



Obr. 7 – Rakasjokk 30.5. 2010. Koryto vymleté následkem brečkotoku, který strhl také velké množství organického materiálu (listy, větve apod.), nános ovšem neobsahoval hlinu. Rozměry vymletého koryta byly: výška cca 50 cm, délka 23 m a šířka 3-4 m.

Literatura

- Conway H., 1994: Physical processes in snowpack during melt or melt events. p: 1-8.
- Conway H. et Raymond C. F., 1993: Snow stability during rain. Journal of glaciology, Vol. 39, p: 635-642.
- Gude A. et Scherer D., 1995: Snowmelt and Slush Torrents: Preliminary Report from a Field Campaign in Kerkevagge, Swedish Lapland. Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography, Vol. 77, No. 4, Paper from Symposium: Arctic and Alpine Geomorphology and Environmental Change: s. 199-206.
- Hestnes E., 1998: Slushflow hazard – where, why and when? 25 years of experience with slushflow consulting and research. Annals of Glaciology 26: s. 370 – 376.
- Hestnes, E. & Bakkehøi, S., 2004: Slushflow hazard prediction and warning, in Annals of Glaciology 38: s. 45 – 51.
- Hestnes, E. et Sandersen F., 1987: Slushflow activity in the Rana district, North Norway. Avalanche Formation, Movement and Effects (Proceedings of the Davos Symposium, September 1986). IAHS Publ. no. 162: s. 317-330.
- Juras R., 2009: Nebezpečí brečkotoků na území KRNAP a možnosti jejich predikce. Fakulta životního prostředí, ČZU v Praze, Diplomová práce, deponováno SIC ČZU, s: 123.
- McClung, D. & Schaerer, P., 2006: The avalanche handbook 3rd ed., The Mountaineers books: s. 342.
- Nobles, L. H., 1966: Slush avalanches in northern Greenland and the classification of rapid mass movement. International Association Science Hydrology, publ. 69: s. 267-272.
- Nyberg, R., 1985: Debris flow and slush avalanches in Northern Swedish Lapland. Lunds Univ. Geogr. Inst., Medd., Avh. XCVII.
- Nyberg, R., 1989: Observations Swedish Mountain Area. Geografiska 3/4 (1989): s. 185-198.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

- Onesti, J. O., 1987: Slushflow release mechanism: A first approximation. Avalanche Formation, Movement and Effects (Proceedings of the Davos Symposium, September 1986). IAHS Publ. no. 162: s. 331-336.
- Singh P., Spitzbart G., Hübl H. et Weinmeister H.W., 1997: Hydrological response of snowpack under rain-on-snow events: a field study, *Journal of Hydrology*, 202, p: 1-20.
- Singh P. et Singh V.P. 2001: *Snow and Glacier Hydrology*. Kluwer Academic Publisher Group (Netherlands), p: 764, ISBN: 9780792367673.
- Satyawali, P. K., 1998: Temperature gradient metamorphism and its relation with the avalanche release. *NGI Publication* 203: s. 224 – 228.
- Smart, C. C., Owens, I. F., Lawson, W & Morfia, A. L., 2000: Exceptional ablation arising from rainfall-induced slush flows: Brewster Glacier, New Zealand. *Hydrol. Process.* 14: s. 1045-1052.
- Spusta, V., Spusta V. jun. & Kocianová M., 2003: Avalanche Cadastre and winter condition in summit area of the Giant Mts. (Czech part) during 1998/1999-2002/2003. *Opera Concorsica*, 40: s. 5-86.
- Tómasson, G. G. & Hestnes, E., 2000: Slushflow Hazard and Mitigation in Vesturbyggd, Northwest Iceland. *Nordic Hydrology*, 31 (4/5): s. 399-410.

POROVNÁNÍ VÝVOJE SNĚHOVÉ POKRÝVKY V OBLASTECH S ODLIŠNÝM ŘEŠENÍM KŮROVCOVÉ KALAMITY V CENTRÁLNÍ ČÁSTI NP ŠUMAVA

Zbyněk Klose, Jiří Pavlásek

FŽP ČZU Praha

Abstrakt

Experimentální povodí Modrava 2 leží v centrální části NP Šumava, v jedné z nejdeštivějších oblastí České republiky. Na tomto povodí, kde FŽP ČZU dlouhodobě monitoruje srážko-odtokové procesy, probíhá od listopadu 2007 podrobný monitoring kvantitativních parametrů sněhové pokrývky a vlivu sněhu na hydrologickou bilanci povodí. V zimě 2009/2010 bylo provedeno porovnání vývoje sněhu v lokalitách s odlišným přístupem řešení kůrovcové kalamity. Modrava 2 reprezentuje oblast, kde došlo při kůrovcové kalamitě k vytěžení napadeného lesa, zatímco na nedaleké Velké Mokrůvce, která reprezentuje druhou variantu řešení, zůstal suchý les. Tento článek je shrnutím porovnání vývoje sněhu na obou lokalitách.

Úvod

Cílem projektu je porovnat vývoj zásoby vody ve sněhu na dvou stanovištích s odlišným managementem řešení kůrovcové kalamity, případně kvantifikovat tyto rozdíly z hlediska vývoje sněhové pokrývky.

Výzkumné plochy

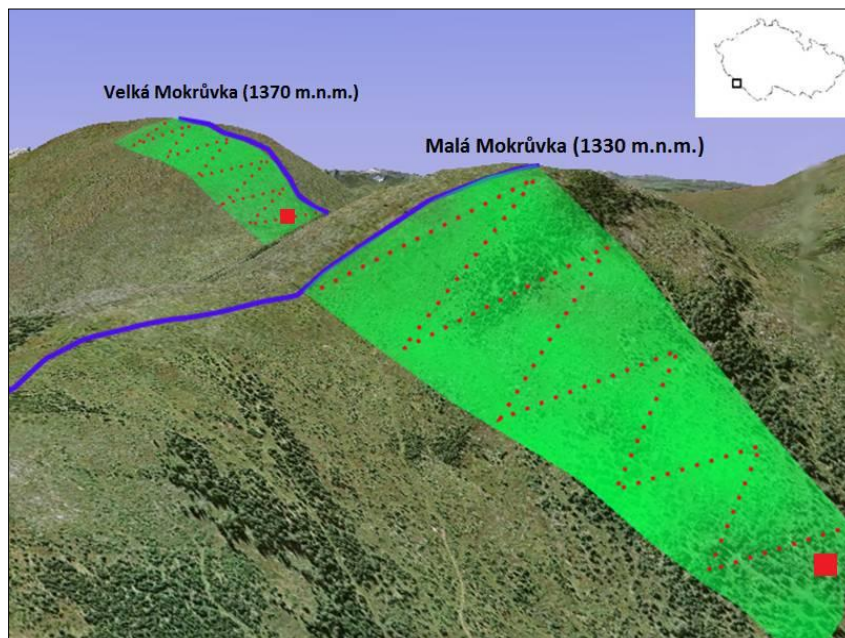
Důležité bylo nalézt plochy s podobnými geomorfologickými a klimatickými parametry tak, aby jediným zásadním rozdílem byl jejich pokryv.

První výzkumná plocha, experimentální povodí Modrava 2, o výškovém rozpětí 1200 m – 1330 m. n. m. leží na severním svahu Malé Mokrůvky, pramenné oblasti potoku Mokrůvka.

Druhá výzkumná plocha o výškovém rozpětí 1250 m – 1370 m. n. m. leží na severním svahu Velké Mokrůvky.

Vrcholy Malé a Velké Mokrůvky jsou od sebe vzdáleny 1600 m. Těžiště výzkumných ploch jsou od sebe vzdálena 1 km a obě plochy se vyskytují ve srovnatelné nadmořské výšce.

Zatímco svah Malé Mokrůvky je tvořen zarůstající pasekou (po odtěžení dřeva po kůrovcové kalamitě), svah Velké Mokrůvky je pokryt suchým lesem. V obou případech dochází k postupnému obnovení smrku v nižších etážích. Přibližná rozloha ploch, na nichž probíhalo měření, je 2 x 8 ha. Obě plochy jsou znázorněny na obrázku 1.



Obr. 1: Výzkumné plochy na severních svazích Malé a Velké Mokrůvky (zeleně). Přerušovaná červená linie znázorňuje sněhoměrnou trať, červený čtverec pozici teploměrů pro měření teploty vzduchu.

Fig. 1: Study areas on the northern slopes of Mala and Velka Mokruvka (green). The dashed red line represents the snow course, red squares then the position of thermometers for air temperature measurement.

Metodika

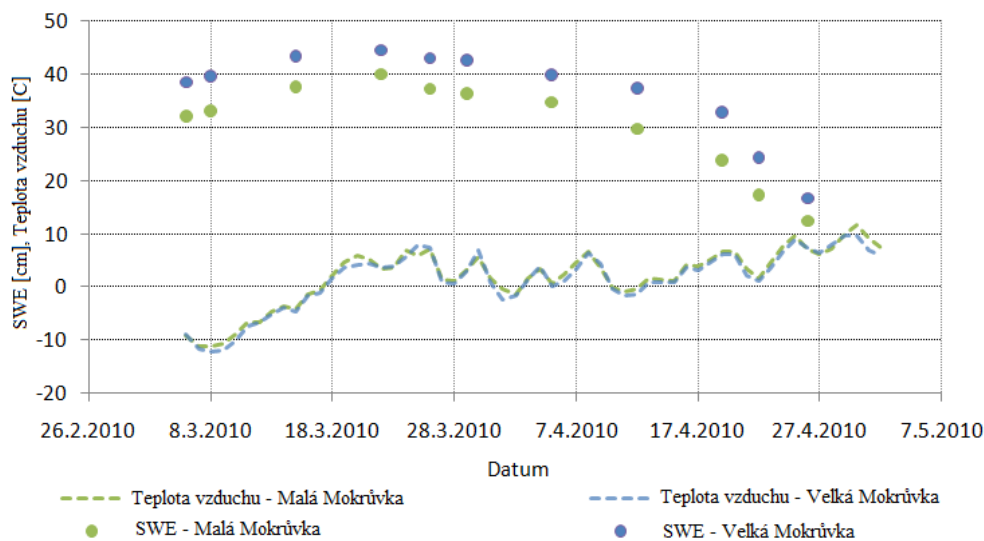
Sběr dat probíhal 8. 2. 2010 minimálně jednou týdně (pondělí), při vyšší rychlosti tání byla měření prováděna 2x týdně (pondělí, pátek). Pozorovanými parametry byly výška a váha sněhu nad plochou 50 cm². K tomuto účelu bylo použito sněhoměrného válce z dílny Rudolfa Hancvencla. Gravimetrickou metodou byla spočtena hustota, respektive zásoba vody ve sněhové pokrývce. Celkem bylo provedeno 28 celodenních měření a to v období od 8. 2. 2010

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

do 26. 4. 2010. Měření sněhu probíhalo podél sněhoměrné tratě, které vedla oběma svahy (obrázek 1.). Na této trase docházelo v pravidelném intervalu k měření výšky a vážení sněhu. Teplota vzduchu byla měřena u spodní hranice obou výzkumných ploch pomocí automatických meteorologických stanic (pozice znázorněna na obrázku 1.). Interval měření teploty vzduchu byl stanoven na 10 minut a pro vyhodnocení byl z těchto hodnot stanovena průměrná denní teplota.

Výsledky

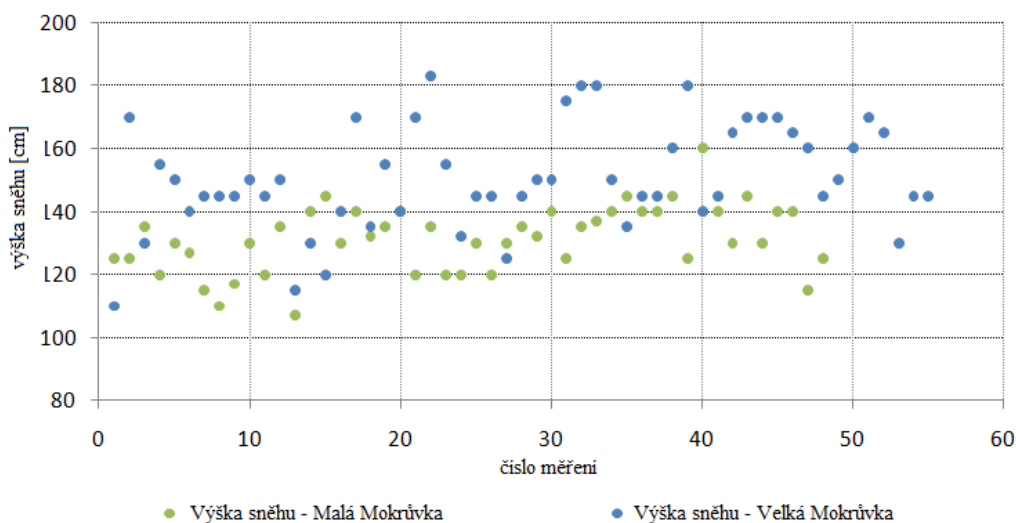
a) Celkový přehled



Obr. 2: Celkový přehled vývoje teplot a zásoby vody ve sněhu na experimentálních plochách.

Fig. 2: Overview of the air temperature and Snow Water Equivalent development on the experimental areas.

Graf na obrázku 2 poskytuje základní přehled vývoje teplot a zásoby vody ve sněhu (SWE) před a během tání. Data teplot jsou denním průměrem měřených hodnot. Z grafu je zřejmé, že teploty byly na obou výzkumných plochách velice podobné.



Obr. 3: Ukázka měřených výšek sněhu na experimentálních plochách ze dne 15. 3. 2010.

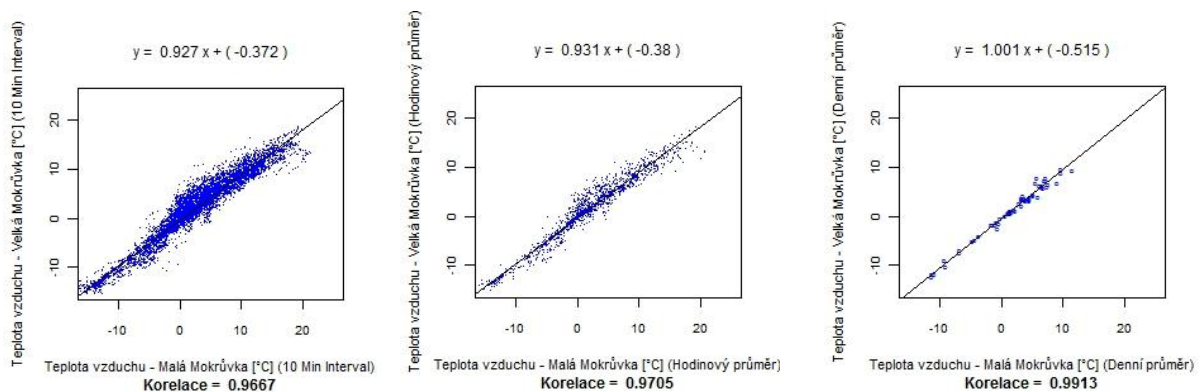
XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Fig. 3: An example of measured snow depth values on the study areas from the 15. 3. 2010.

Na grafu na obrázku 3 je ukážka záznamu měřených hodnot výšky sněhu z 15. 3. 2010 (takových záznamů bylo celkem 28). Variační koeficient těchto dat je 8 % pro Malou Mokrůvku a 11% pro Velkou Mokrůvku.

b) Podrobná analýza teploty

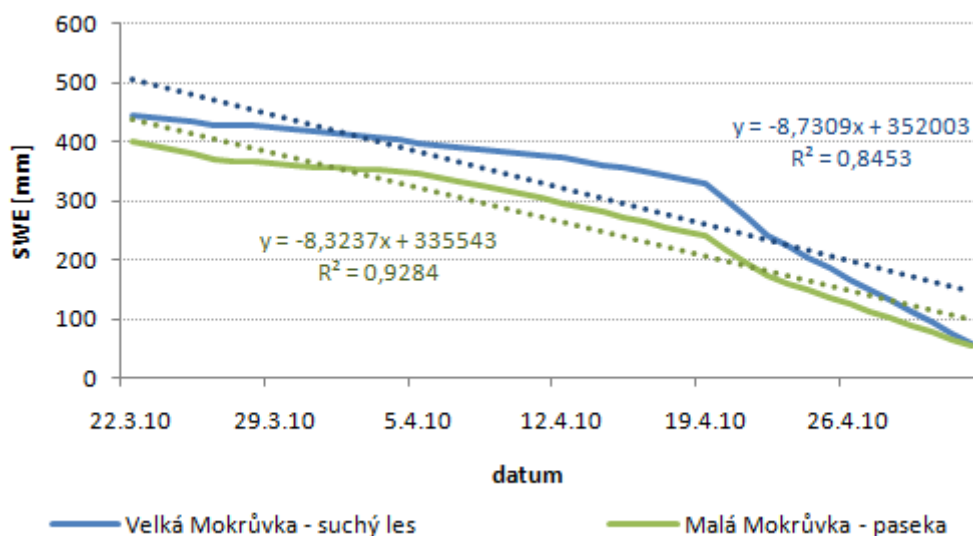
Následující grafy (obrázek 4) zobrazují korelaci mezi teplotami na obou stanovištích. Korelace byla provedena pro teploty měřené v 10 min kroku a pro hodinové a denní průměry. Rovnice popisují lineární závislost teplot z obou výzkumných ploch. Naměřené hodnoty neukazují žádné výrazné odlišnosti a v případě denního kroku jsou naměřené teploty prakticky zaměnitelné ($y = 1.001 x$ při koeficientu korelace 0.99).



Obr. 4: Porovnání teplot vzduchu na obou stanovištích v 10minutovém, hodinovém a denním kroku.

Fig. 4: Air temperatures comparison on the study areas in the time-step of 10min, 1 hour and 1 day.

c) Analýza tání

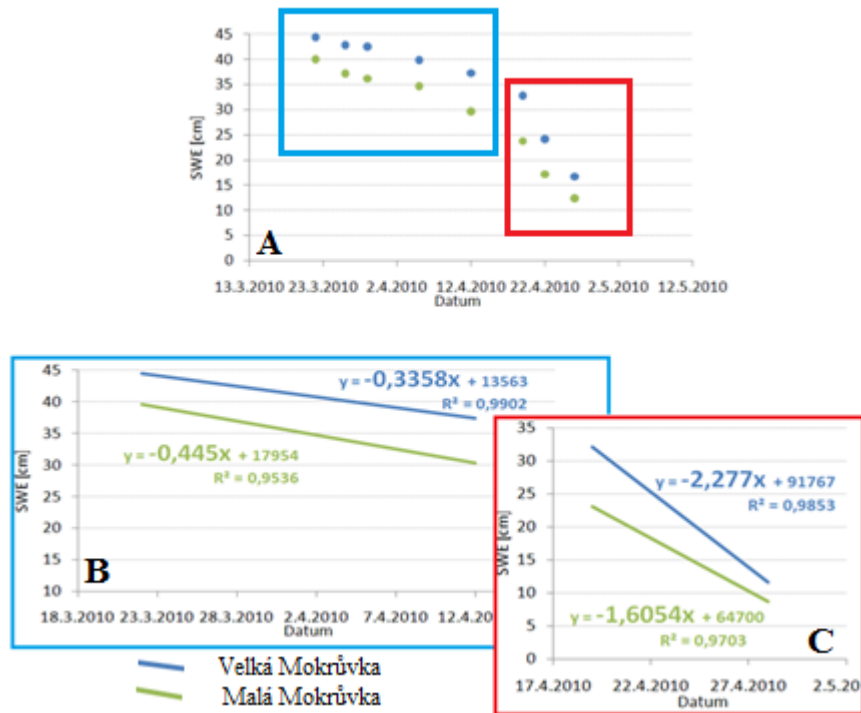


Obr. 5: Celkový přehled vývoje tání a model lineární regrese.

Fig. 5: Overview of the melting period and model of linear regression.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Graf na obrázku 5 zobrazuje celkový vývoj tání na obou plochách. Z rovnic lineárních regresí je zřejmé, že při uspokojivé spolehlivosti ($R^2 = 0,85$ a $0,93$) lze rychlost tání stanovit na $8,3$ mm/den pro paseku (Malá Mokrůvka) a $8,7$ mm/den pro suchý les (Velká Mokrůvka).



Obr. 6: Rozdělení tání do dvou etap (A) podle rychlost (pomalejší modře - B, rychlejší červeně - C) a nahrazení měřených dat modelem lineární regrese.

Fig. 6: Dividing of the snowmelt period into two phases (A) according to the snowmelt rate (slower – blue – B, faster – red - C) and substitution of the measured data by linear regression model.

Obrázek 6 zobrazuje grafy, na nichž je vývoj SWE na obou plochách rozdělen do dvou etap. Při takovém rozdělení je možné nahradit data modelem lineární regrese (R^2 se pohybuje v rozmezí $0,95 - 0,99$).

Rychlosti tání dle modelu lineární regrese následující uvedeny v tab. 1.

Tab. 1: Rychlosti tání dle modelu lineární regrese.

Tab.1: Melting rate based on linear regression.

| | 1. etapa | 2. etapa |
|----------------------------|------------|-------------|
| Malá Mokrůvka (paseka) | 4.5 mm/den | 16.1 mm/den |
| Velká Mokrůvka (suchý les) | 3.4 mm/den | 22.8 mm/den |

Zatímco v první etapě je tání rychlejší na pasece (Malá Mokrůvka), ve druhé etapě je naopak tání rychlejší v suchém lese (Velká Mokrůvka).

Závěr

Při pohledu na celkový vývoj tání na obou plochách není zřejmý žádný výrazný rozdíl. Z pozorovaných dat a podrobnější analýzy tání vyplývá, že s postupující dobou, resp. při dosažení určité hranice, roste rychlost tání v suchém lese významněji, než je tomu na pasece. Tání bude podrobněji analyzováno pomocí modelu, který bude porovnávat více variant

průběhů rychlosti tání (konstantní, lineárně rostoucí, exponenciálně rostoucí) v závislosti na čase.

Jako jeden z možných důvodů se nabízí vliv obnažených ležících tmavých kmenů, které snižují albedo lokality a zvyšují tak teplotu, respektive tání sněhu. Pro toto tvrzení by bylo nutné monitorovat teplotu vzduchu pomocí sítě teploměrů na celé ploše. Bodové měření teploty neposkytuje informace o distribuci teploty napříč územím.

VYUŽITÍ EXPERIMENTÁLNĚ MĚŘENÝCH A ZPRACOVÁVANÝCH KLIMATOLOGICKÝCH DAT V HYDROPROGNÓZNÍ PRAXI

Libuše Bubeníčková, Martina Kimlová, Pavla Řičicová, Šimon Bercha

Český hydrometeorologický ústav, Oddělení hydrologického výzkumu

Abstrakt

Součástí hydrologických předpovědních modelů, které se používají na území České republiky, je proces akumulace a tání sněhové pokrývky. Jedná se o poměrně složitou proceduru, která v předpovědní praxi bývá méně přesná než předpovědi v období beze sněhu. Model kontinuálně počítá odtok ze sněhu a současně i vodní hodnotu pro jednotlivá povodí. Terénní profilová měření sněhové pokrývky a údaje automatických sněhových polštářů umožňují provádět kontrolu a případnou korekci těchto výpočtů. V poslední době jsme se soustředili i na analýzu tání v bezesrážkových obdobích v experimentálních povodích Jizerských hor. Nejvýznamnějším faktorem, který ovlivňuje množství vody odtékající ze sněhu za časovou jednotku, je teplota vzduchu, ale nemalou měrou se na tání podílí také síla a směr větru. Rozbor těchto případů přispěje i jako varianta odborného odhadu k modelovému výpočtu předpokládaného odtoku či úbytku výšky sněhu a jeho vodní hodnoty. Další hydroprognózní pomůckou je kompletní zpracování celé řady pozorování, více než 70 let údajů o sněhové pokrývce v reprezentativní stanici, která charakterizuje povodí Sázavy. V oblastech s nižší nadmořskou výškou je často problém odhadnout, kdy výška sněhu dosáhla svého maxima, aby čas a vynaložené náklady pracovníků byly efektivní. Rozhodnutí se řídí podle údajů naměřených ve staniční síti a znalosti jak kvalitní je měření.

Klíčová slova: akumulace a tání sněhové pokrývky, výška a vodní hodnota sněhu, teplota vzduchu, rychlost a směr větru

1. Využitelnost naměřených a spočtených údajů sněhové pokrývky

Vodní hodnotu a výšku sněhové pokrývky získáváme z více zdrojů, ovšem ne všechny údaje jsou vhodné pro kontrolu a případnou opravu hodnot spočtených hydrologickým modelem. Nejvhodnějším zdrojem jsou údaje naměřené při profilových měřeních na volných prostranstvích a v lese. Pro povodí Jizery se využívá měření, která provádějí pracovníci aplikovaného hydrologického výzkumu v 27 profilech v Jizerských horách a v 13 profilech v západních Krkonoších. Profily byly vybrány tak, aby měření zahrnovalo různé terény, nadmořské výšky i porosty. V době maxima vodní hodnoty sněhu a před předpokládaným obdobím tání je profilové měření rozšířeno i do dalších oblastí České republiky, pro pražské předpovědní pracoviště se jedná o povodí Sázavy.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Dalším zdrojem kvalitních údajů jsou automatické sněhoměrné stanice, které kontinuálně měří výšku a vodní hodnotu sněhu. Na území ČR byly zatím instalovány 4 stanice v lokalitách Desná – Souš v Jizerských horách, Hanapetrova paseka v Krkonoších, Churáňov na Šumavě a Herálec ve Hornosvratecké vrchovině. Vzhledem k tomu, že testovací provoz prokázal, že zařízení pracují spolehlivě, měření jsou kvalitní a denně dostupná na internetu, bude se síť automatických polštářů rozšiřovat i do dalších horských či podhorských oblastí ČR v Javořické vrchovině (Českomoravská vrchovina), Orlických horách, Hostýnsko-vsetínské hornatině a Hrubém Jeseníku.

V neposlední řadě je důležitou informací při zpracování parametrů sněhové pokrývky i každodenní automatický výpočet vodní hodnoty sněhu – SVHV pro klimatologické stanice, který je ukládán v databázi CLIDATA. Výpočet je prováděn v závislosti na denním úhrnu srážek, výšce nového sněhu, celkové výšce sněhu a průměrném denním tlaku par (autorem algoritmu L. Němec). Předpovědní pracoviště zatím tyto údaje využívají velmi málo, ale porovnání s terénními měřeními vykazují dobré výsledky, takže v budoucnu lze předpokládat všeobecně širší použití i v prognózní praxi.

2. Sněhový model a faktory ovlivňující tání

Proces tání a vytváření sněhové pokrývky na základě údajů o srážkách a teplotě vzduchu je v našich podmínkách neoddelitelnou součástí s-o modelů. Modelovací technika SNOW-17, vyjadřuje matematicky nejdůležitější procesy, které tvorbu tání sněhové pokrývky provázejí: výpočet výšky plošného rozsahu sněhové pokrývky, výměnu tepla mezi sněhem a ovzduším, mezi sněhem a půdou, výpočet obsahu vody ve sněhové pokrývce. Pro upřesnění výpočtu model využívá v terénu naměřené vodní hodnoty sněhu. V posledních několika letech se uplatňuje při hodnocení měření vodní hodnoty sněhu ve stanicích i vypočtená vodní hodnota jako funkce srážek, výšky a hustoty sněhu a tlaku vodních par. Nespornou výhodou je, že takto získáváme údaje denně pro všechny klimatologické stanice, kdežto ve staniční síti ČHMÚ se vodní hodnota měří jednou týdně v pondělí. Sněhový model obsahuje řadu parametrů, které byly empiricky odvozeny a jsou i dobře v literatuře popsány. Jedná se o vliv větru, opravný parametr na srážky, faktor tání v závislosti na okolní vegetaci, pokrytí povodí sněhem, několik teplotních parametrů ve vztahu k předchozím podmínkám, k teplotě půdy, ke kapacitě sněhové pokrývky vzhledem k možnosti zadržování tekuté vody a další. Důležitou roli při tání sněhu zastává zejména směr a rychlost větru, na kterém závisí rozsah a pohyb vodních par. Absence vstupních údajů ve sněhovém modelu je někdy nahrazována zvýšením teplot, aby bylo dosaženo množství odtáleného sněhu odpovídající realitě. Proto rozbor odtokových epizod v bezsrážkových obdobích v experimentálních povodích Jizerských hor umožní lépe pochopit složité zákonitosti chování sněhové pokrývky, kdy v podobných synoptických situacích jsou často výsledné dílčí odtoky odlišné.

3. Tání sněhu v bezsrážkových obdobích v experimentálních povodích Jizerských hor

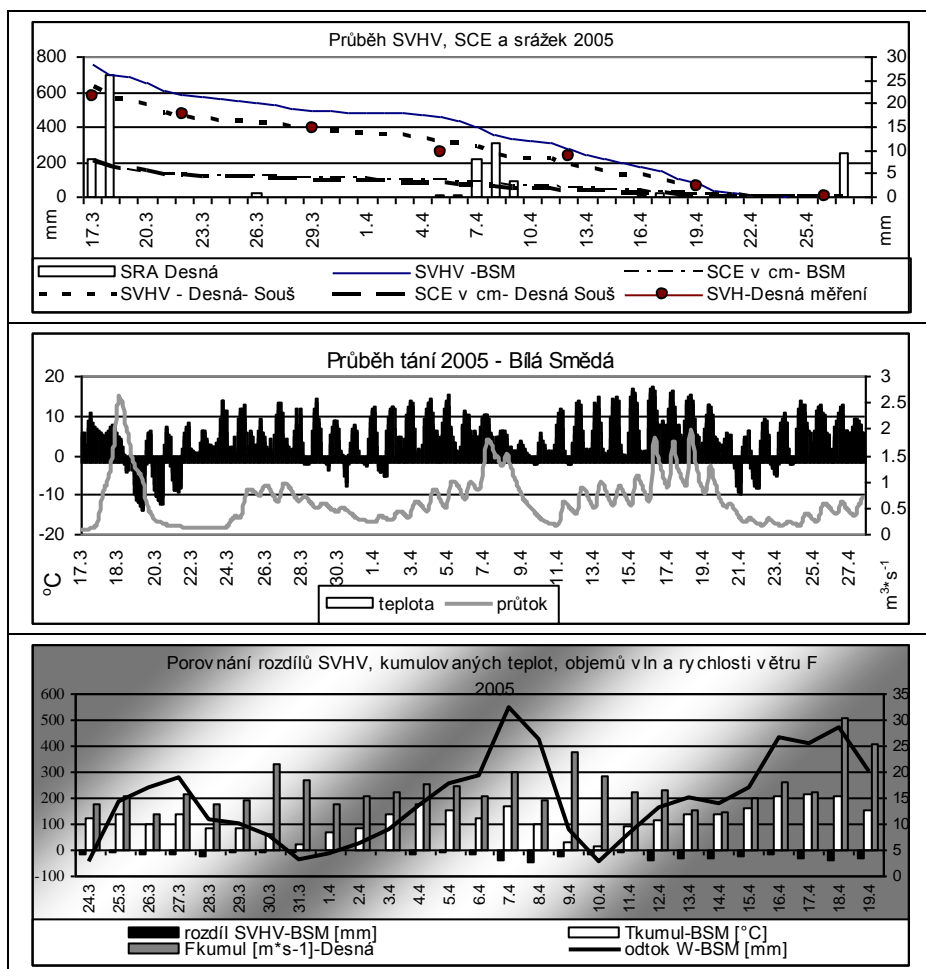
Pro hodnocení odtokových epizod při jarním tání v bezsrážkovém období byly použity údaje o srážkách, teplotě vzduchu, rychlosti a směru větru, vodní hodnotě sněhu a odtoku v letech 2005, 2006 a 2009, které byly z hlediska výšky sněhové pokrývky nadprůměrné. Hodnoceno bylo sedm experimentálních povodí v centrální části Jizerských hor, které leží v nadmořské výšce cca 780 -1122 m n. m. Pro studii byla použita data ze stanic Desná-Souš 772 m n. m., Bedřichov-přehrada 777 m n. m. (klimatologická databáze ČHMÚ) a z měření prováděných pracovníky Oddělení hydrologického výzkumu z pracoviště v Jablonci nad Nisou (databáze OEX). Pro jednotlivá povodí byly průměrné výšky sněhové pokrývky (SCE) a denní vodní hodnoty sněhu (SVHV) vypočteny z měření prováděných v týdenním intervalu tak, aby co nejlépe vystihovaly poměrné zastoupení nadmořských výšek a rozložení lesa a mýtin. Podle

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

vzorke L. Němce byly upraveny dle stanic Bedřichov a Souš do denních údajů. Pro následující demonstraci bylo vybráno povodí Bílé Smědě s největší naměřenou výškou sněhu a s vlastním měřením teplot vzduchu (T-BSM). Údaje o větru (F) a vstupní údaje vodní hodnoty sněhu SVH pro přepočítání vypočítané vodní hodnoty sněhu SVHV byly použity ze stanice Desná-Souš. Kumulovaná teplota (Tkum-BSM) byla stanovena jako suma hodnot od 0:00 do 23:00 hodin, obdobně z hodinových průměrných hodnot bylo vypočteno Fkum-Desná.

3.1 Průběh tání 2005

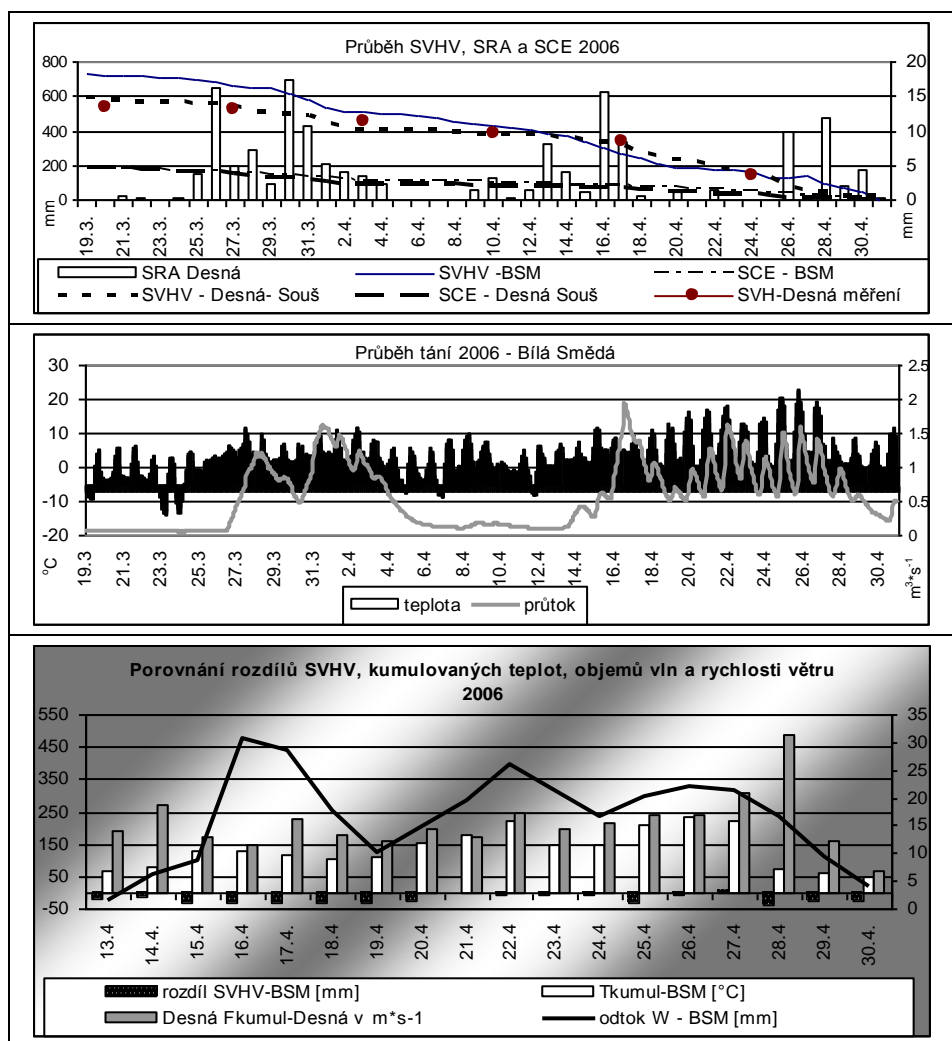
V roce 2005 začala odtávat sněhová pokrývka po vydatnějších srážkách v polovině března (obr.1). Maximum vodní hodnoty sněhu (SVHV) 766 mm bylo na Bílé Smědě dosaženo 16.3. Denní kolísání průtoků naznačuje, že nesouvislá pokrývka sněhu se udržela až do začátku května. Úhrny srážek nebyly v průběhu tání velké, pouze ve dvou epizodách dosahovaly až 10 mm. Tání sněhu mezi 24.3.- 27.4. bylo ovlivňováno zejména teplotou vzduchu v kombinaci s poměrně silným větrem ve vyšších polohách. Denní úbytky SVHV dosahovaly zpočátku 10 až 20 mm, později až 30 mm. K nejintenzivnějšímu tání bez přispění srážek došlo 18.4. (42 mm SVH a 9 cm SCE), kdy kumulované teploty (Tkum) několik dní dosahovaly nejvyšších hodnot, zároveň byly vysoké i hodnoty maximální rychlosti větru (Fmax).



Obr. 1 Vybrané parametry tání 2005 ve stanici Bílá Smědá (BSM)

3.2 Průběh tání 2006

V roce 2006 začalo tání sněhu na konci druhé dekády března, dne 18.3. byla dosažena maximální hodnota SVHV 732 mm (obr.2). Zejména na přelomu března a dubna bylo tání podpořeno rychlým nárůstem teplot a několikadenními vydatnějšími srážkami. Bezsrážková období byla poměrně krátká, na začátku hodnoceného období (1.4. do 30.4.) se ještě vyskytovaly srážky 7 až 15 mm. Srážky do 2 mm nebyly brány v úvahu. Denní úbytky SVHV byly zpočátku do 10 mm, v následujících dnech se nejčastěji pohybovaly od 10 do 30 mm. K nejintenzivnějšímu tání bez příspěvi srážek došlo 26.4. (37 mm SVH a 10 cm SCE), kdy kumulované teploty (Tkum) několik dní dosahovaly nejvyšších hodnot.



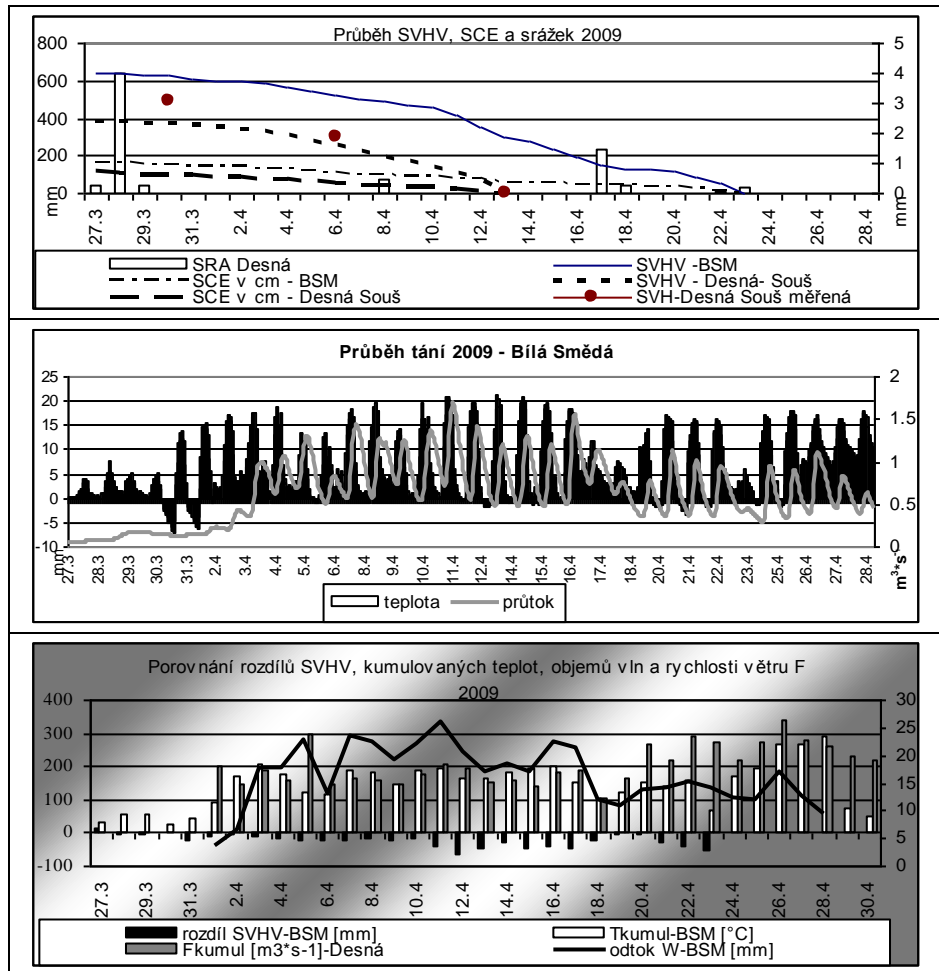
Obr. 2 Vybrané parametry tání 2006 ve stanici Bílá Smědá (BSM)

3.3 Průběh tání 2009

Maximálních hodnot SVHV v experimentálních povodích bylo dosaženo většinou 27.3. (obr.3). V porovnání s ostatními sledovanými roky bylo bezsrážkové období v tomto roce zdaleka nejdelší, srážky do 4 mm se vyskytly pouze na začátku tání, pak se již nevyskytovaly nebo byly málo významné. Tání sněhu od 1.4. bylo zpočátku pozvolné, s denními úbytky do 10 mm, v následujícím období se denní rozdíly nejčastěji pohybovaly od 15 do 35 mm. K nejintenzivnějšímu tání sněhové pokrývky docházelo v období od 11. do 13. 4., kdy byly dosaženy 3 dny po sobě nejvyšší hodnoty kumulovaných teplot (Tkum). Následující ochlazení

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

tání trochu zpomalilo, následné vyšší teploty 16.4. opět zvýšily intenzitu tání. Do konce sledovaného období (28.4.) se nejvyšší hodnoty Tkumul vyskytly od 20. do 21.4. Zatímco úbytky SVHV byly již ve většině ostatních povodí nižší (do 20 mm), v povodí Bílé Smědě byly vzhledem k větší akumulaci sněhu stále poměrně vysoké (30-50 mm).



Obr. 3 Vybrané parametry tání 2009 ve stanici Bílá Smědá (BSM)

3.4 Diskuze

V roce 2009 jsou hodnoty maximálního úbytku nejvyšší a vyskytovaly se v první polovině tání. V letech 2005 a 2006 se největší úbytky objevily na konci tání. V tabulce jsou shrnuty vybrané parametry tání v letech 2005, 2006 a 2009. Přestože délka, začátek, podmínky i průběh tání jsou ve 3 sledovaných letech odlišné, hodnoty průměrných rozdílů denních hodnot SVHV i velikosti odtoku se výrazně nelišily.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Tab. 1. Vybrané parametry ovlivňující tání a odtoky

| | max. denní úbytek SVHV-BSM | Denní odtok W-BSM | max.denní odtok W-BSM | změna SCE-BSM | Tkum-BSM v [°C] | maximální denní teplota Tmax-BSM [°C] | minimální denní teplota Tmin-BSM [°C] | maximální náraz větru [m*s ⁻¹] |
|------|----------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 2005 | 42 mm (18.4.) | 28,4 mm | 28,4 mm (18.4.) | 9 cm | 206 | 15,4 | 2,5 | 12,5 |
| 2006 | 37 mm (25.4.) | 20,1 mm | | 10 cm | 210 | 20,5 | -0,8 | 10,5 |
| | | | 26,1 mm (22.4.) | 6 cm | 221 | 17,6 | 3 | 11 |
| 2009 | 57 (12.4.) | 20,6,mm | | 14 cm | 165 | 19,8 | -0,5 | 8,6 |
| | | | 26 mm (11.4.) | 8 cm | 199 | 20,8 | 0.3 | 10.1 |

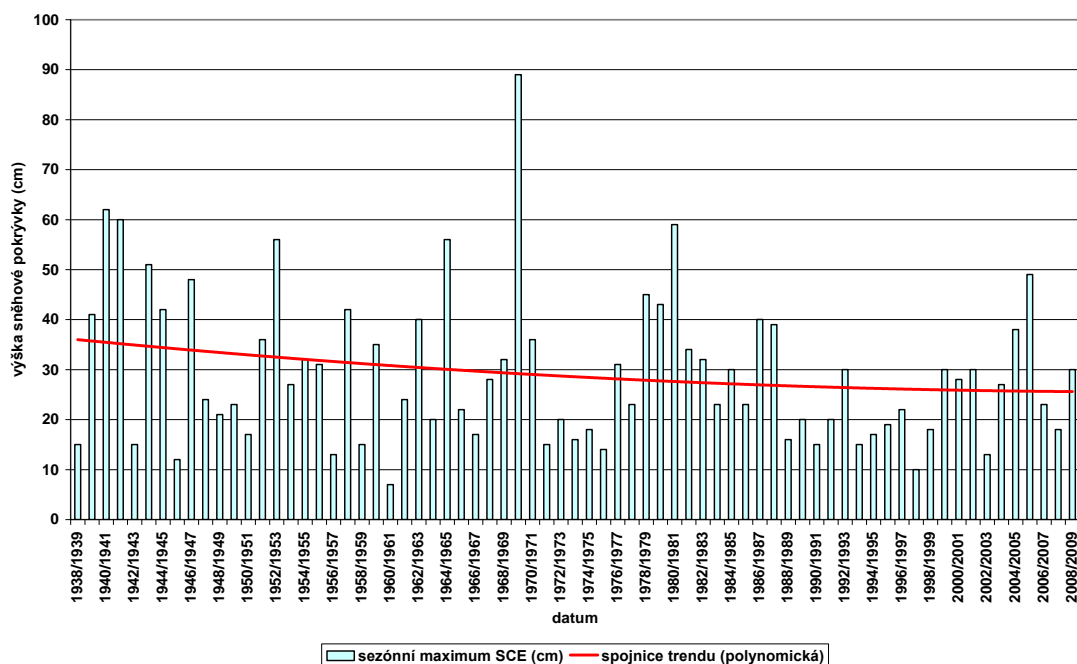
Hodnoty odtoku (W) a rozdílů SVHV v letech 2005 a 2006 byly u všech hodnocených stanic obdobné a při korelaci vykazovaly vysokou míru spolehlivosti. V roce 2009 nebyly závislosti tak těsné a projevovaly se značné rozdíly mezi západní a východní částí experimentálních povodí. Denní rozdíly SVHV se pohybovaly nejčastěji v rozmezí od 10 do 35 mm, rozdíly v odtoku od 4 od 20 mm. Při Tmax do 5 °C probíhá tání velmi pozvolna. Pokles Tmin pod 0 °C proces tání velmi zpomalí nebo zastaví. Nejintenzivnější tání probíhá při Tmax nad 15 °C, Tkum kolem 200 °C a zároveň kladných Tmin. Maximální úbytky SVHV dosahovaly hodnot od 42 do 57 mm, Tmax překračovala 15 °C a Tmin neklesala pod 0 °C. Ve všech případech bylo tání podpořeno vysokými hodnotami Fmax. Vliv větru se prokázal jako podpůrná složka zesilující tání. Příkladem jsou dny s podobným průběhem teplot, kdy velikost odtoku nebo úbytek vodní hodnoty sněhu byla vyšší v případě výskytu silného větru.

4. Vyhodnocení pozorování parametrů sněhové pokrývky v klimatologické stanici pro prognózní účely

V oblastech s nižší nadmořskou výškou je často problém odhadnout, kdy na měření sněhu vyjet, zda je vhodná doba – tedy zda výška sněhu dosáhla svého maxima, aby čas a vynaložené náklady pracovníků byly efektivní. Rozhodnutí se řídí podle údajů naměřených ve staniční síti a znalosti jak kvalitní je měření, jaká bývá dosažená maximální výška sněhu za sezonu, kolik dnů se sněhová pokrývka ve stanicích v průměru vyskytuje, kolik sněhu napadne za celou zimu a podobně. Je proto důležité pro prognózní účely znát i historii pozorování ve vytipované reprezentativní stanici v povodí.

V povodí dolního a středního úseku toku Sázavy je takovou orientační stanicí klimatologická stanice v Ondřejově (485 m n.m.), kde se výška sněhu soustavně měří od roku 1942. Vzhledem k tomu, že na začátku 40.let byly zimy bohaté na sněhovou pokrývku, doplnili jsme údaje od sezóny 1938/1939 z Ročenek klimatologického pozorování podle nejbližších stanic přibližně stejné nadmořské výšky (Lišno a Benešov) a získali soubor 71 let.

XV. Mezinárodní setkání sněhářů, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník



Obr. 4 Sezónní maximum výšky sněhové pokrývky 1939 – 2009 ve stanici Ondřejov

V obr. 4 jsou vynesena roční maxima výšek sněhové pokrývky za celé období pozorování. V období 1969/1970 byla zaznamenána nejvyšší hodnota 89 cm, druhá v pořadí byla zima 1940/1941 s 62 cm, třetí pak 1941/1942 s 60 cm. Průměrná výška sněhu pro stanici Ondřejov je 29 cm. V 71leté řadě pozorování není patrný žádný významný cyklus opakování dosažených maximálních výšek sněhové pokrývky. Naznačený trend (polynomická funkce) je mírně klesající, s převahou poklesu v prvních 30 letech, pak je tendence spíše setrvalá. Podle počtu dnů, ve kterých se vyskytovala sněhová pokrývka, byla první v pořadí sezona 2005/2006, kdy sníh ležel 130 dnů, druhá byla sezona 1969/1970 se 127 dny, třetí 1962/1963 se 114 dny, průměr pro toto období je 71 den. V hodnocení, které zimy patří mezi nejvíce bohaté na sněhovou pokrývku, se tedy nejčastěji opakují sezony 1969/1970 a 2005/2006. Naopak mezi období chudá na sníh patřily zimy 1960/1961 s maximem 7 cm, 1997/1998 s 10 cm a 1945/1946 s 12 cm. Nejmenší počet dnů se sněhovou pokrývkou byl zaznamenán v zimě 2006/2007 (21 den), dále 1997/1998 (30 dnů) 1974/1975 (32 dny). V tomto pohledu na zimy s nedostatkem sněhu se vícekrát opakuje pouze zima 1997/1998.

Tab. 2 Maximum výšky sněhové pokrývky, počet dní se sněhem, max dosažený průtok

| Pořadí | Sezona | Max výška sněhu (cm) | Počet dní se sněhem | Q_{\max} Pořící n.S (Nespeky) |
|--------|-----------|----------------------|---------------------|---------------------------------------|
| 1 | 1969/1970 | 89 | 127 | 1 až 2 letý |
| 2 | 1940/1941 | 62 | 93 | 10 letý |
| 3 | 1941/1942 | 60 | 97 | ½ až 1letý |
| 4 | 1980/1981 | 59 | 91 | ½ až 1letý |
| 5 | 1952/1953 | 56 | 102 | ½ až 1letý |
| 6 | 1964/1965 | 56 | 87 | 2letý |
| 7 | 1943/1944 | 51 | 103 | 2 až 5letý |
| 8. | 2005/2006 | 49 | 130 | 20letý |
| 20 | 1987/1988 | 39 | 54 | 10letý |
| 21 | 2004/2005 | 38 | 72 | 2letý |

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

Četnost výskytu maxim výšky sněhové pokrývky není jednoznačně soustředěn do určitého měsíce, ale je rozložen vcelku rovnoměrně. Mírně převažují maxima zaznamenaná v únoru (23x) nad lednem (20x) a březnem (15x).

Z 65-členné řady průměrných měsíčních teplot je patrné, že prvních třicet let bylo chladnějších v zimních měsících prosinec-březen, oproti následnému 35letému období.

Nejbližší hydrologickou stanicí je Poříčí n. Sázavou, od roku 2000 pak Nespeky. Délka pozorování vodních stavů a průtoků je zde od roku 1915, zahrnuje tedy roky měření v Ondřejivě. Za 95 let se zde vyskytl v období tání jedenkrát 20letý průtok (2006), dvakrát 10letý (1941 a 1948) a jednou 2 až 5letý (1944). V ostatních letech s nadprůměrnou výškou sněhu se vyskytly průtoky s opakováním nejvýše 2 roky, ale častěji ½ až 1rok, viz tab. 2. Z tabulky je patrné, že jednoduchá závislost mezi výškou sněhové pokrývky, počtem dní se sněhem a maximálním dosaženým průtokem neexistuje. K prokázání těsnějšího vztahu by musely být předmětem zkoumání i další parametry (srážky teploty, vodní hodnota apod.). Platí pouze, že v zimách bohatých na sníh v povodí dolní Sázavy byl vždy dosažen průtok alespoň půlletý.

Pro odhad, kdy provádět terénní měření v povodí Sázavy, je doba vhodná k výjezdu zřejmě nejpozději při dosažení výšky sněhu 29 cm (průměr) ve stanici Ondřejov. Ovšem za předpokladu, že bude zohledněna i meteorologická předpověď počasí. Při nižší výšce sněhové pokrývky není výjezd z hlediska možného budoucího odtoku tak významný.

5.Závěr

V našich geografických podmínkách je znalost chování sněhové pokrývky jako významného hydrologického prvku velmi zásadní. Hydrologické modely jsou schopny spočítat velikost odtoku. Úspěšnost těchto předpovědí je do značné míry závislá na spolehlivosti a přesnosti měřených dat, v zimním období tedy na parametrech sněhové pokrývky. Prováděné rozbory historických klimatologických řad, nové metody měření sněhu nebo analýzy procesu tání v experimentálních povodích Jizerských hor mohou být přínosem pro předpovědi i v ostatních regionech ČR. Dílčí závěry jsou uvedeny v jednotlivých kapitolách.

Tento příspěvek byl napsán za podpory 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“.

Literatura

Zpráva projektu za rok 2009 SP/1c4/16/07 “Výzkum a implementace nových nástrojů pro předpovědi povodní a odtoku v rámci zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby v ČR“.

POROVNÁNÍ INTERPOLOVANÉ VODNÍ HODNOTY SNĚHU S TERÉNNÍM MĚŘENÍM V HRUBÉM JESENÍKU

Šimon Bercha, Libor Ducháček, Jan Jiráček, Václav Vajskebr

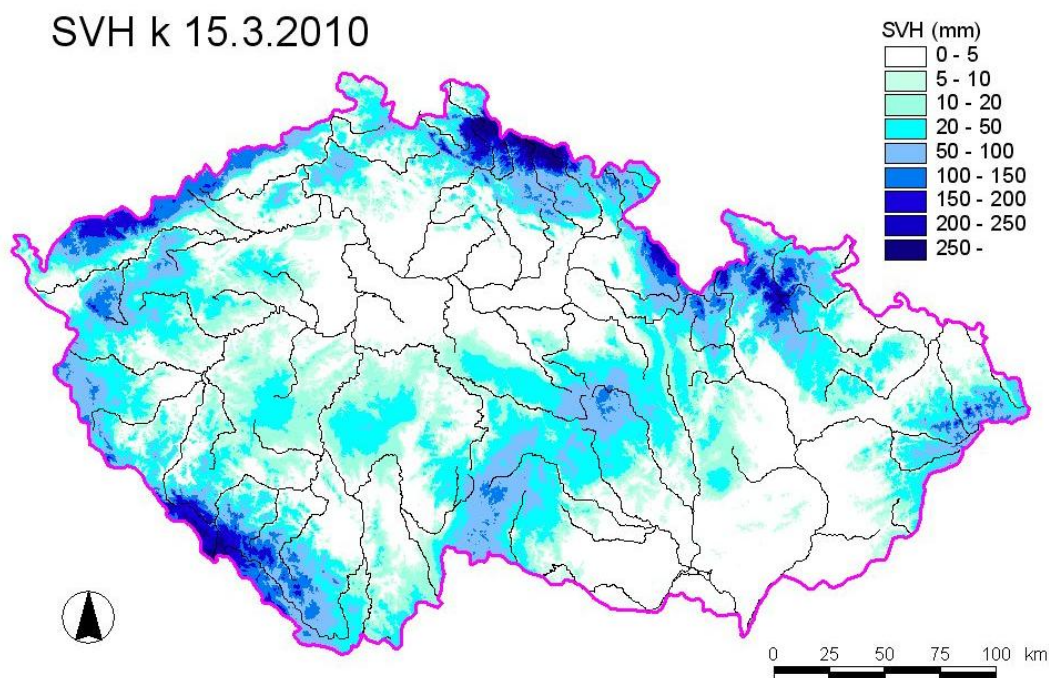
Český hydrometeorologický ústav, Oddělení hydrologického výzkumu

Úvod

Tradičním doplňkem každého Stretnutie snehárov je zajímavý výlet v okolí konání konference. Tentokrát byl spojen s praktickou ukázkou měření výšky a vodní hodnoty sněhové pokrývky v různých nadmořských výškách tak, aby se daly změřené hodnoty porovnat s mapkou vygenerovanou prognózním pracovištěm ČHMÚ ke stávajícímu týdnu. Pracoviště OHV v Jablonci nad Nisou se snaží prosadit svá pravidelná terénní měření z Jizerských hor a Krkonoš do pondělní prognózy a měření v Jeseníkách, tak mělo porovnat přesnost terénního měření a vygenerovaného gridu na malém experimentálním území.

Prognóza SVH pro ČR

CPP Praha provádí během zimního období pravidelné vyhodnocení sněhové pokrývky pro Českou Republikou z více než 350 monitorovacích stanic. Data jsou vyhodnocována po pondělním hlášení pozorovatelů a jejich zpracování je provedeno v prostředí ArcGIS za využití nástavby AGHI (orografická interpolace).



Obr.1.: Interpolovaná SVH ze stanic ČHMÚ pro ČR k 15.3. 2010

Monitoring sněhové pokrývky

Expediční měření v okolí Pradědu a Mravenčnicku se uskutečnilo ve středu 17.3. 2010 v odpoledních hodinách. Zájemci o lehčí sportovní výkon byli podle zájmu i vybavy rozděleni do dvou skupin. Běžkařská skupinka vyrazila na hřebenovou trasu z Červenohorského sedla na Švýčárnu s následným sjezdem do Koutů nad Desnou. Druhá vrcholová skupina se

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

skialpinistickou výbavou se po exkurzi na VE Dlouhé Stráně vydala přímo vzhůru na horní nádrž vodního díla.



Obr.2.: Měření sněhu skialpinistickou skupinou

Jednotlivá měření se snažila postihnout elevační pásma v intervalu přibližně 100 m a pokud to místní podmínky a terén umožňoval, měřilo se na co nejméně větrem exponovaných plochách. Zároveň bylo poměrně obtížné vyhledat profil v reprezentativní vegetaci a s co nejmenším možným sklonem.

K měření byla použita sněhoměrná souprava SN 50/150 a digitální váha KERN 10K10. Tyto profily byly měřeny stejnou metodou, tedy 10 měření výšky sněhu v úseku cca 30 m, 3 odběry sněhu do válce a jeho zvážení a následný výpočet:

$$SVH = \emptyset \rho * \emptyset SCE \text{ [mm]} \quad \dots (1.1.)$$

$$SVH_i \text{ [mm]} = m_i \text{ [g]} * 2 \quad \dots (1.2.)$$

$$\emptyset \rho = \frac{SVH_1 + SVH_2 + SVH_3}{SCE_1 + SCE_2 + SCE_3} \quad \dots (1.3.)$$

$$\emptyset SCE = \frac{\sum_{1}^{10} SCE}{10} \text{ [mm]} \quad \dots (1.4.)$$

Takto vypočítaná hodnota přesněji zachycuje podmínky v okolí profilu a tudíž je reprezentativnější nežli jedno bodové měření výšky a vodní hodnoty.

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

| jméno profilu | typ vegetace | nadmořská výška | SCE | SVH | hustota |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|-----|-----|---------|
| Dlouhé stráně - hráz dolní přehrady | <i>louka</i> | 825 | 73 | 209 | 0,286 |
| Nad Dolní nádrží | <i>mýtina</i> | 985 | 88 | 238 | 0,270 |
| Rozcestí pod Horní nádrží | <i>mýtina</i> | 1175 | 54 | 135 | 0,250 |
| Rozcestí pod Horní nádrží | <i>les</i> | 1180 | 123 | 300 | 0,244 |
| U Horní nádrže | <i>louka</i> | 1315 | 109 | 329 | 0,302 |
| Pod Výrovkou | <i>mýtina</i> | 1100 | 100 | 252 | 0,252 |
| Kamzík | <i>mýtina</i> | 1200 | 84 | 197 | 0,235 |
| Švýcárna | <i>louka</i> | 1310 | 84 | 248 | 0,295 |
| na zelený do Koutů 1 | <i>vzrostlý bukový les</i> | 820 | 52 | 118 | 0,227 |
| na zelený do Koutů 2 | <i>mýtina</i> | 700 | 72 | 163 | 0,226 |

Tabulka 1.: Přehled změřených hodnot a nadmořská výška profilů.

Ze změřených dat je patrný pozvolný nárůst výšky sněhové pokrývky a její vodní hodnoty s nadmořskou výškou. Vhodnou vypovídající veličinou je i hustota měřeného sněhu, která se pohybuje v intervalu od 0,226 do 0,302 a tedy nevykazuje žádné podstatné odchylky, jež by mohly indikovat chybné měření.

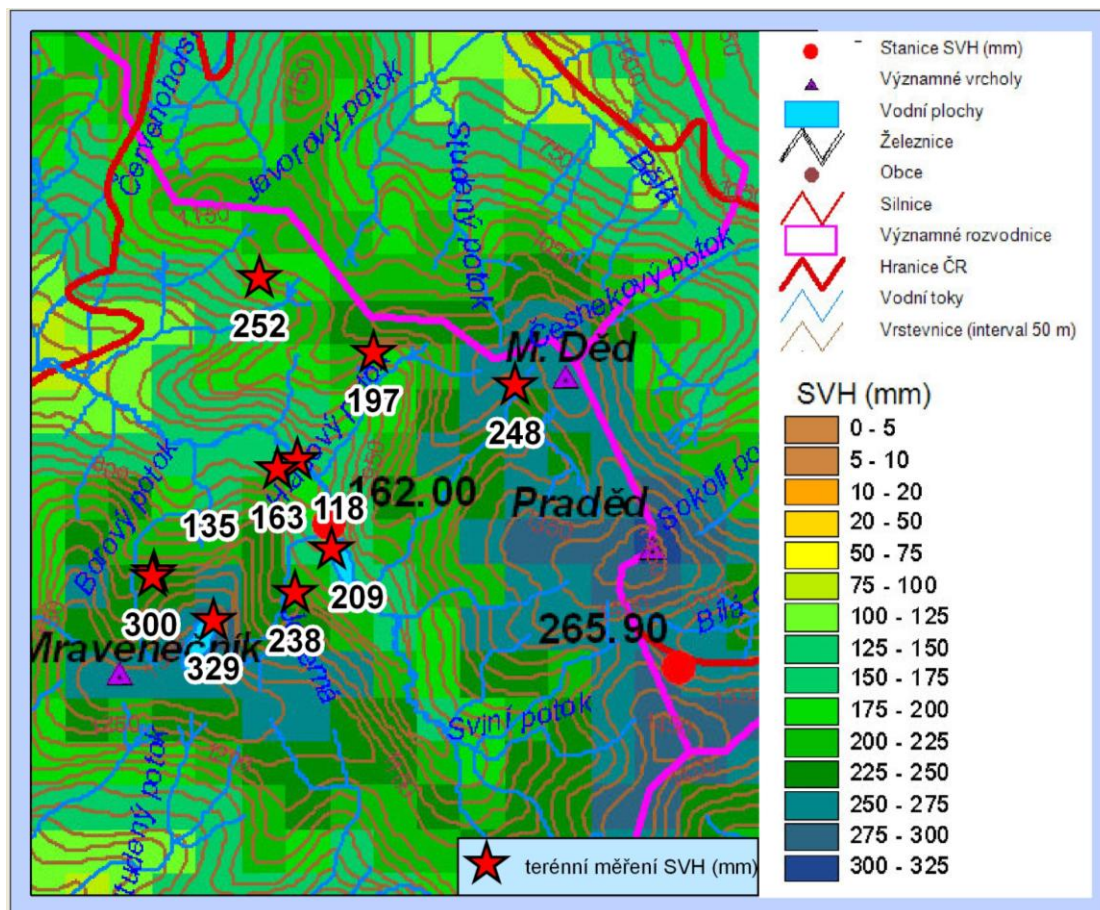
Vyhodnocení

Porovnáním výsledků z terénního měření a interpolované mapky by se měla zjistit odchylka simulovaného výpočtu od empiricky zjištěných dat. Jelikož variabilita sněhové pokrývky a jejích vlastností je značně vysoká, je každé měření v terénu specifické a nemůže přesně odpovídat hodnotě gridu. Významnějším ukazatelem je sledování trendu přírůstku SVH s nadmořskou výškou a úzký interval hustoty sněhové pokrývky.

| jméno profilu | nadmořská výška | SVH | GRID* (+ 20 mm) |
|-------------------------------------|-----------------|-----|-----------------|
| na zelený do Koutů 2 | 700 | 163 | 125-150 |
| na zelený do Koutů 1 | 820 | 118 | 150-175 |
| Dlouhé stráně - hráz dolní přehrady | 825 | 209 | 105-175 |
| Nad Dolní nádrží | 985 | 238 | 225-250 |
| Pod Výrovkou | 1100 | 252 | 175-200 |
| Rozcestí pod Horní nádrží | 1180 | 300 | 225-250 |
| Kamzík | 1200 | 197 | 175-200 |
| Švýcárna | 1310 | 248 | 225-250 |
| U Horní nádrže | 1315 | 329 | 300-325 |

* hodnoty z 15.3.2010, nutno přičíst 20 mm

Tabulka 2.: Porovnání hodnot SVH z terénu a prognózního gridu



Obr.3.: Porovnání terénního měření s interpolovaným gridem

Výše uvedená mapka vykresluje detailní výřez interpolovaného gridu 500x500 m společně s v terénu neměřenou vodní hodnotou. Jelikož vygenerovaná mapa je vztažena k hodnotám z pondělka 15.3. 2010 a terénní měření proběhlo o 2 dny později, je třeba započítat přírůstek SVH za předchozí dny. Ten byl dle nejbližše položených stanic vypočten na 20 mm. Po odečtení těchto 20 mm od hodnot SVH naměřených v terénu se ještě přesněji přiblížíme k hodnotám vygenerovaných v gridu. Změřené hodnoty pak mírně převyšují hodnoty gridu, ale odchylka nepřesahuje 50 mm, což svědčí o poměrně přesné metodě vyhodnocování SVH. Přesnost měření je dána kvalitní sítí monitorovacích stanic v Hrubém Jeseníku a vhodnými podmínkami pro přírůstek sněhu v předcházejícím období, který mohla správně vyhodnotit interpolační metoda AGHI. Za zmínku stojí také vhodný výběr profilů v terénu. Naopak nepřesnosti lze spatřit v neznalosti podloží v měřených profilech, které mohlo být v daném úseku značně rozlišné, a průměr změřených hodnot v jednotlivých profilech nemusel přesně vystihovat podmínky ukládání sněhu v dané oblasti.

Závěr

Výsledky tohoto projektu je však nutno brát stále jako orientační a spíše demonstrující určitý stav sněhové pokrývky k určitému datu. Pro vyhodnocování trendů a závislostí by pro zmíněnou oblast byla potřeba mnohem hlubší a delší pozorování a lepší znalost fyzicko-geografických podmínek.



Obr.4.: Vrcholová skupina na koruně hráze horní nádrže

XV. Medzinárodné stretnutie snehárov, Kouty nad Desnou, Hrubý Jeseník

SEZNAM PŘEDNESENÝCH PŘÍSPĚVKŮ A JEJICH AUTORŮ

| autoři | příspěvek | e-mail |
|---|--|--|
| Holko Ladislav Kostka Zdeněk | Hydrológia snehu na Ústave Hydrológie SAV od posledného snehárskeho stretnutie | ladislav.holko@savba.sk zdeno.kostka@savba.sk |
| Miriám Hanzelová Zuzana Perháčová Matúš Hríbik Jaroslav Škvarenina | Úvod do problematiky výskumu mikrobiologických vlastnosti snehu | vrchar@gmail.com jarosk@vsld.tuzvo.sk |
| Katarína Matoková Tomáš Masár Peter Smrtník | Vyhodnotenie zásob vody v snehovej pokrývke v povodí Nítry počas zimy 2009/2010, porovnanie so zimou 2008/2009 | tomas.masar@shmu.sk peter.smrtnik@shmu.sk |
| Martin Jonov Martin Stříž | Využití GIS v přípravě dat pro hydrologický model HYDROG | jonov@chmi.cz striz@chmi.cz |
| Tomáš Středa Martin Hajzler Hana Pokladníková Jan Brotan | Sníh z pohledu přezimování polních plodin | tomas.streda@chmi.cz hana.pokladnikova@chmi.cz |
| Jan Šmídl Martin Šanda Alena Kulasová | Kontinuální sledování sněhové pokrývky na povodí uhliřská, aplikace metody degree-day | martin.sanda@fsv.cvut.cz kulasova@gmail.cz |
| Michal Jeníček Alice Taufmannová | Vliv vegetace na akumulaci a tání sněhu – výběr z výsledků výzkumu Katedry fyzické geografie a geoekologie PřF UK v letech 2009 a 2010 | jenicek@natur.cuni.cz alice.taufmann@centrum.cz |
| Kateřina Spazierová Lukáš Brodský | Monitoring sněhové pokrývky z dat DPZ | katerina.spazierova@gisat.cz lukas.brodsky@gisat.cz |
| Anna Fiema | Meteorological elements and the stability of snow cover in the winter 2009/10 | |
| Roman Juras Jiří Pavlásek | Výzkum břečkotoků v roce 2010 na KVHEM | juras@fzp.czu.cz pavlasek@fzp.czu.cz |
| Zbyněk Klose Jiří Pavlásek | Porovnání vývoje sněhové pokrývky v oblastech s odlišným řešením kůrovcové kalamity v centrální části NP Šumava | klose@fzp.czu.cz pavlasek@fzp.czu.cz |
| Zbyněk Klose Jiří Pavlásek | Porovnání vývoje sněhové pokrývky v oblastech s odlišným řešením kůrovcové kalamity v centrální části NP Šumava | klose@fzp.czu.cz pavlasek@fzp.czu.cz |
| Šimon Bercha Libuše Bubeníčková Martina Kimlová Pavla Řičicová | Využití experimentálně měřených a zpracovávaných klimatologických dat v hydroprognózní praxi | bercha@chmi.cz bubenickova@chmi.cz kimlova@chmi.cz ricicova@chmi.cz |
| Šimon Bercha Libor Ducháček Jan Jiráček Václav Vajskebr | Porovnání interpolované vodní hodnoty sněhu s terénním měřením v Hrubém Jeseníku | bercha@chmi.cz duchacek@chmi.cz jirak@chmi.cz vajskebr@chmi.cz |