

MODELOVANIE VPLYVU LESA NA ČASOVÉ A PRIESTOROVÉ ROZLOŽENIE ZÁSOB VODY VIAZANÝCH V SNEHOVEJ POKRÝVKE V POVODÍ HUČAVY

Ing. Tomáš ŠATALA¹,

¹ Katedra prírodného prostredia, Lesnícka fakulta, TUZVO, Ul. T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovenská republika, ssatalatomass@gmail.com,

Abstrakt

Predkladaná práca je zameraná na zmapovanie časového a priestorového rozloženia snehovej pokrývky a jej vodnej zásoby v malom horskom povodí Hučavy (kaldera Poľany). Cieľom je zachytiť vplyv lesa na akumuláciu a topenie snehu v porovnaní s voľnou plochou. Dáta získané terénnym expedičným monitoringom zo zimných sezón v rokoch 2004 – 2013 sme spracovali v softvérovom prostredí ArcGIS.

Abstract

This work is focused on mapping the temporal and spatial distribution of snow cover and its water supply in a small mountain basin Hučavy (the caldera of Poľana Mts.). The aim is to capture the impact of forest on snow accumulation and melt in comparison with the free surface. Data obtained terrain expeditious monitoring of winter seasons in years 2004 - 2013 were processed in ArcGIS software environment.

Kľúčové slová: vodná hodnota snehu, zásoba vody v snehovej pokrývke,

Keywords: snow water equivalent, water supply in snow cover

1 VZŤAH LES - SNEH - VODA

1.1 Snehová pokrývka

Sneh hrá dôležitú rolu v globálnom energetickom a vodnom rozpočte, v dôsledku jeho vysokého albeda a schopnosti uskladnenia vody. Vo vysokých zemepisných šírkach pokrýva veľkú časť krajiny v roku a poznanie vodnej hodnoty snehovej pokrývky a jej priestorovej distribúcie je nevyhnutné pri prognóze odhadov jarných odtokov zo snehu [8].

Z tohto poznania vyplýva, že časové a priestorové rozloženie snehovej pokrývky je dôležitou informáciou z viacerých hľadísk. Snehová pokrývka je významným hydrologickým, klimatickým a biologickým činiteľom. Z hydrologického hľadiska je dôležité poznať zákonitosti, ktorými sa snehová pokrývka riadi ako aj dané celkové množstvo v zimnom období nahromadeného snehu v povodí. S tým úzko súvisí poznanie meteorologických procesov a meniacich sa klimatických podmienok na danom území a správanie sa snehu vzhľadom k nim. Ako ekologický faktor nie je sneh len zásobárňou vody pre jarné obdobie, ale tiež chráni pôdu i vegetáciu pred silnými mrazmi a premŕzaním [6].

Sneh však z určitého hľadiska pôsobí aj negatívne. Hlavne v zimách s výskytom bohatej snehovej pokrývky môže dôjsť k vývratom a poškodeniu porastov. V horských oblastiach veľká výška snehovej pokrývky obmedzuje pohyb osôb a ohrozuje ich nebezpečenstvo vzniku lavín, ktoré pri páde môžu zasiahnuť aj nižšie položené súvislé plochy lesných porastov. Jedným z ďalších negatívnych vplyvov bohatej snehovej pokrývky sú jarno-zimné povodne, ku ktorým dochádza najmä pri prudkom oteplení sprevádzanom dažďovými zrážkami. Naopak absencia alebo minimálne množstvo snehovej pokrývky vedie k vysúšaniu krajiny k teplejšiemu a suchšiemu jarnému obdobiu a má tiež súvis s výskytom lesných požiarov[7].

1.2 Lesný porast

Vplyv lesných porastov na snehové pomery je nesporne značný a jeho praktický význam z hľadiska hydrických účinkov rastie tak, ako sa v ročnom úhrne atmosférických zrážok zväčšuje podiel zrážok vo forme

snehu. Vplyv lesa na sneh závisí predovšetkým od klimatických podmienok danej zimy. No na režim i množstvo odtoku vody pri topení, na utváraní snehových zásob, na hydrologický režim riek a krajiny, má nezanedbateľný vplyv aj drevinové zloženie, vek, hustota a iné charakteristiky porastov. Charakteristiky lesných porastov vytvárajú špecifickú porastovú klímu, ktorá je nezanedbateľným faktorom pri samotnom vzniku ako aj celej existencii snehovej pokrývky. Lesný porast vo vzťahu k snehovej pokrývke, tvorbe zásob a dĺžke trvania má minimálne dvojakú úlohu [2].

- zachytáva časť snehových zrážok na svojom povrchu – intercepcia snehu,
- zadržiava svojou podstatou časť slnečnej radiácie, ktorá pôsobí na zánik snehovej pokrývky jej topením a sublimáciou



Obr. 1 Intercepcia smrekového porastu a vplyv drevinového zloženia na rozloženie snehovej pokrývky

1.3 Zásoby vody v snehovej pokrývke

Ako súčasť kryosféry predstavuje snehová pokrývka, z pohľadu celkovej globálnej rozlohy, druhú najrozšírenejšiu formu vody a to v tuhom skupenstve. V priebehu roka dokáže sezónne pokryť plochu s rozlohou až 47 miliónov km², pričom až 98 % z tejto rozlohy pripadá na severnú pologuľu (max. 51,35 mil. km² vo februári 1978). Na porovnanie v auguste je v priemere pokryté územie severnej pologule na ploche 1,9 milióna km² [5]. V horských regiónoch strednej Európy je topenie snehu významným zdrojom vody. Súvislá snehová pokrývka pretrváva v týchto oblastiach dlhšie ako päť mesiacov a vodná hodnota snehovej pokrývky predstavuje okolo polovice ročného úhrnu zrážok [1]. V tejto mase snehových zásob sa zhromaždia obrovské zásoby vody. Tu teda vystupuje do popredia asi najdôležitejšia úloha snehovej pokrývky, a to vytváranie zásob vody v krajine. Tieto zásoby sa na jar v závislosti od počasia priebežne alebo náhle uvoľňujú do povrchového a podpovrchového odtoku a výrazne tak zásobujú podzemné vody a vodné toky. Skorší jarný ústup, či dokonca úplná absencia trvalej a na vodu bohatej snehovej pokrývky je hlavnou príčinou rýchlejšieho a výraznejšieho jarného nárastu teploty vzduchu. Ak nie je vlhový deficit, spôsobený nedostatkom snehu, dostatočne vykrytý jarnými dažďami, môže tento stav viesť až k vzniku dlhšie trvajúceho a výraznejšieho sucha s nežiaducimi, niekedy až katastrofálnymi dôsledkami pre poľnohospodársku produkciu či vodohospodárstvo [9].

2 METODIKA

2.1 Metodika terénneho monitoringu snehovej pokrývky

Monitoring charakteristík snehovej pokrývky vykonávame od zimnej sezóny 2003/04 až do súčasnosti v BR-CHKO Poľana v povodí Hučavy. Metodika monitoringu, ktorá je rozpracovaná pracovníkmi KPP na Technickej univerzite vo Zvolene, zodpovedá odvetvovej technickej norme MŽP 3109:02 a v tejto práci ju ďalej používame. Hydrofyzikálne vlastnosti snehovej pokrývky zisťujeme hmotnostnou metódou pomocou váhového snehomeru. Váhový snehomer má plochu prierezu 50 cm².

Pri odbere vzorky sa snehomerný valec zatlačí do snehovej pokrývky (kolmo k povrchu) až k povrchu pôdy. Na vonkajšej strane valca sa na stupnici odčíta výška snehu. Sneh vo vnútri valca sa utlačí piestom, čím sa zabráni jeho vypadnutiu pri vyberaní valca z profilu snehovej pokrývky. Odobratá sonda sa zváži. Výška snehovej pokrývky bola meraná snehomernou latou s presnosťou jedného centimetra. Z údajov o výške snehovej pokrývky a hmotnosti snehovej vzorky môžeme vypočítať nasledovné hydrofyzikálne charakteristiky:

- **Hustota snehu:** $\zeta = m/k \cdot h$
- ζ – hustota snehu [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$], m – hmotnosť vzorky snehu [g], k – plocha prierezu snehomeru 50 [cm^2], h – výška snehu [cm]
- **Vodná hodnota snehu:** $H = 10 \cdot m/k$
- H – vodná hodnota snehu [mm], m – hmotnosť vzorky snehu [g], k – plocha prierezu snehomeru 50 [cm^2]

Monitorovanie hydrofyzikálnych vlastností snehu bolo vykonávané v mesačných intervaloch v čase kulminácie snehovej pokrývky to je v mesiacoch január, február marec a apríl. Vykonávali sme 5 meraní vodnej hodnoty snehu a hustoty. Zároveň sme vykonali 20 zistení výšok snehu. Charakteristiky snehovej pokrývky sme zisťovali na výškovom tranzekte od 600 do 1280 m n. m. v približne 100 metrových výškových intervaloch individuálne pre voľnú plochu a plochu lesa. Takto vytýčené stanoviská predstavovali 16 výskumných plôch, 320 meraní výšok snehu a 80 meraní vodnej hodnoty snehu v čase jedného merania.

Vychádzali sme z metodiky merania štandardne používanej SHMÚ. Po predchádzajúcich skúsenostiach konštatujeme, že viac odberov by bolo časovo neúnosných a štatisticky málo významných. Menej odberov by sa však už mohlo prejaviť na správnosti výsledkov [4].

2.2 Metodika spracovania dát

Celý proces spracovania výsledkov terénneho monitoringu sa vykonával v počítačovom prostredí. Štatistické výpočty boli vykonávané za pomoci štatistického programu STATISTICA a tabuľkového editora EXCEL. Analýzu zásob vody v snehovej pokrývke a jej časové a priestorové rozloženie na ploche povodia sme vykonali nástrojmi GIS a prostriedkami ponúkanými prostredím ArcGIS 10. Celý proces sa vykonával nad rastrovým digitálnym modelom terénu DMR-3 poskytnutý Topografickým ústavom v Banskej Bystrici (veľkosť bunky rastra 10 x 10 metrov).

Po získaní vstupných dát bolo prvým krokom vymedzenie povodia, ktoré sme určili na základe DMR a zvoleného uzatvárajúceho prietokového profilu (limnigrafická stanica Hrochotský mlyn). Pomocou modulu *Spatial Analyst Tools / Hydrology / Flow Direction* sme z DMR vytvorili smerový raster prúdenia, ktorý bol potrebný ako vstup do modulu *Spatial Analyst Tools / Hydrology / Watershed*. Druhým vstupom do modulu bola poloha limnigrafickej stanice reprezentovaná bodom. Poloha limnigrafickej stanice bola určená na podklade základnej mapy SR 1:10000 (WMS SAŽP). S takto zadanými parametrami nám modul vygeneroval samotné povodie. Pre ďalší postup bolo potrebné povodie rozdeliť na plochu lesa a voľnú plochu a vytvoriť samostatný digitálny model terénu pre les a voľnú plochu. Na tento účel nám poslúžil model *Spatial Analyst Tools / Extraction / Extract by Mask*, kde maskou bola vektorová vrstva porastov z lesného hospodárskeho plánu z roku 2001 na podklade DMR povodia. Vznikol nám samostatný DMR pre les a podobným postupom aj samostatný DMR voľnej plochy.

Ďalším krokom bolo určenie závislosti medzi nadmorskou výškou (nezávislou premennou) a zmenou VHS a VS (závislé premenné), ktorú sme sa rozhodli vyjadriť lineárnou regresnou závislosťou. Táto závislosť je štandardne používaná SHMÚ a dobre interpretuje hydrofyzikálne vlastnosti snehovej pokrývky zistené tiež pri našich expedičných meraniach. To dokazujú (Tab.1) priemerné koeficienty determinácie dosiahnuté pre lineárnu závislosť nadmorskej výšky a charakteristík snehovej pokrývky v lese a na voľnej ploche.

Priemerné koeficienty determinácie pre závislosť nadmorskej výšky a			
výšky snehu		vodnej hodnoty snehu	
Les	Voľná plocha	Les	Voľná plocha
0,76	0,78	0,79	0,75

Tab. 1 Priemerné koeficienty determinácie

Na základe vypočítaných regresných závislostí medzi hodnotami nadmorskej výšky ako nezávislej premennej a vodnej hodnoty a výšky snehovej pokrývky ako závislých premien sme tieto údaje previedli do prostredia programu cez modul mapovej algebry *Spatial Analyst Tools / Map Algebra / Raster Calculator*. Podkladovými vrstvami analýzy boli digitálne modely reliéfu povodia pre voľnú plochu a plochu lesa. Týmto postupom sme vytvorili mapy rozloženia vodnej hodnoty a výšky snehovej pokrývky. Z odvodených máp sme odčítali štatistické ukazovatele pre výšku snehovej pokrývky a vodnú hodnotu snehovej pokrývky (v mm). Hodnoty sme extrahovali osobitne pre voľnú plochu a plochu porastenú lesom. Zásoba vody v snehovej pokrývke povodia (v miliónoch m³) bola zistená ako suma vodných hodnôt snehovej pokrývky na ploche lesa, voľnej ploche a spolu. Pre uľahčenie interpretácie a kontrolu správnosti boli vytvorené prehľadné mapové výstupy za jednotlivé zimné sezóny, ktoré vznikli rozklasifikovaným obrazom použitím modulu *Spatial Analyst Tools / Reclass / Reclassify*. Podobný postup bol použitý aj v práci : Zimné zásoby snehu v malom horskom povodí Studeného potoka v orografickom celku Západné Tatry [3].

3 VÝSLEDKY

3.1 Vodná hodnota snehovej pokrývky

Vodná hodnota snehovej pokrývky je z pohľadu hydrofyzikálnych vlastností snehu najvýstižnejšia charakteristika snehovej pokrývky. Je úzko závislá na výške a hustote snehovej pokrývky a je definovaná ako množstvo vody, ktoré by vzniklo roztopením snehovej pokrývky. Udáva sa v milimetroch a platí tu vzťah: 1mm vody na 1m² predstavuje 1 liter vody.

Konštatujeme, že kulminácia vodnej hodnoty nastáva prevažne v mesiacoch február a marec. Podobne ako pri výške snehu čo dokazuje závislosť medzi týmito charakteristikami. V rokoch 2005 a 2006 bohatých na snehové zrážky, však kulminácia vodnej hodnoty snehu prichádza o jednu periódu merania neskôr, čo súvisí s veľkým objemom snehu, ktorý ďalej prechádza metamorfózou a jeho vodná hodnota ešte stúpa. Zaujímavý je fakt, že maximálna vodná hodnota je v čase jej kulminácie na úrovni hodnoty 495,4 mm (marec 2006,) čo predstavuje až 45 % priemerného ročného úhrnu zrážok na vrchole Poľany viazaných vo forme snehu. V minime je hodnota v čase kulminácie 125,7 mm (január 2011,) čo je skoro 4- krát menší údaj a zrážky viazané v snehovej pokrývke predstavujú 11 % z priemerných ročných zrážok.

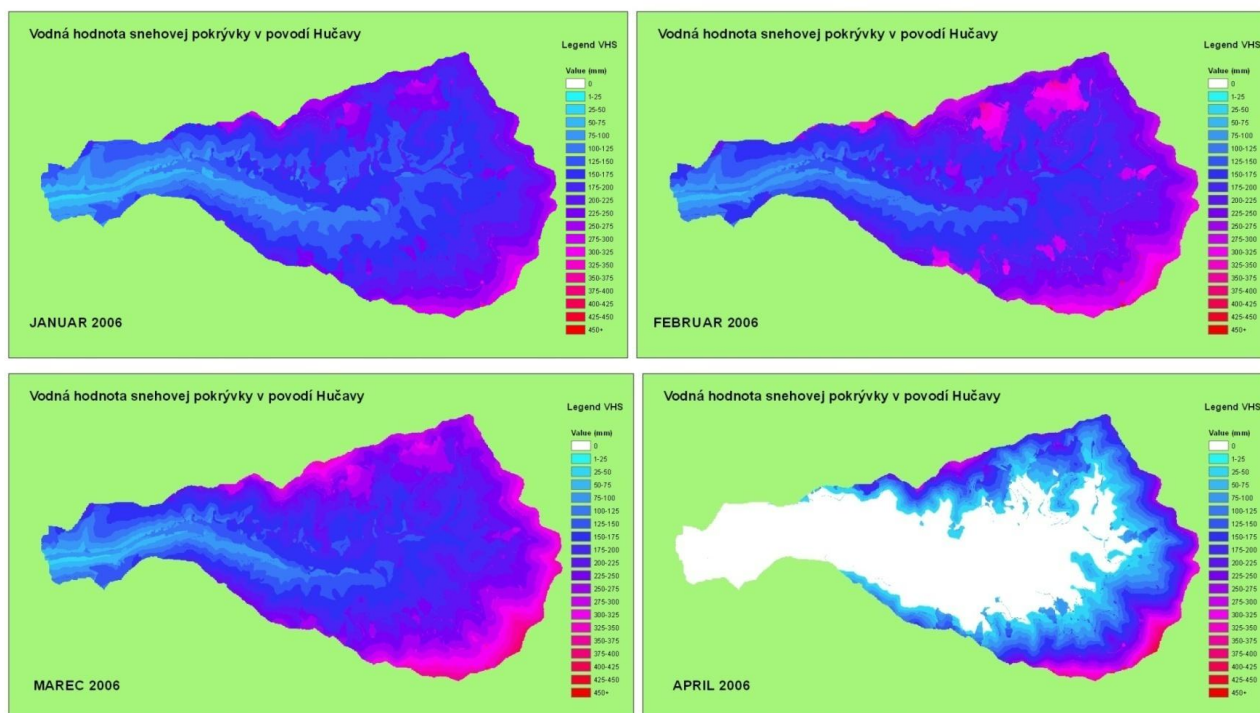
Ak sa pozrieme (Obr.2) na bližšie skúmaný rok 2006 (skúmaný z titulu najväčších zásob snehu) môžeme vidieť, že vodná hodnota snehu je väčšia na voľnej ploche ako pod korunami porastu. Tento jav je spôsobený intercepciou. Intercepcia v čase kulminácie (marec) je na úrovni 91,3 mm (18%). V apríli však už konštatujeme, že vodná hodnota snehovej pokrývky na voľnej ploche klesá v dôsledku topenia sa. Naproti tomu v podkorunovom priestore porastu vodná hodnota ešte stále stúpa, (výška však klesá) čo je možné vysvetliť roztápaním sa snehu v korunách, ktorý nimi prepadáva a obohacuje snehovú pokrývku pod porastom o vodu.



Obr.2 Vodná hodnota snehovej pokrývky v lese a na voľnej ploche (1358m.n.m)

Pri grafickom vyhodnotení vodnej hodnoty snehovej pokrývky celého povodia (obr. 3-6), konštatujeme, že v čase kulminácie vodnej hodnoty snehu sa snehová pokrývka (odhliadnuc od rozdielov les - voľná plocha) vyskytuje na celej ploche povodia viac-menej rovnomerne rozložená. V čase zániku snehovej pokrývky sledujeme ústup snehu v nižších nadmorských výškach povodia ale aj stále vysoké vodné hodnoty snehu v najvyšších častiach povodia. Okrajové časti sú hranice povodia s najväčšou nadmorskou výškou. Farebná škála je zvolená od bielej (absencia snehu) farby až po spektrum sytočervených farieb (najvyššie vodné hodnoty snehu). Dobře pozorovateľná je stúpajúca vodná hodnota snehovej pokrývky s nadmorskou výškou povodia.

V lese sledujeme všeobecne nižšie vodné hodnoty snehu oproti voľným plochám (najlepšie viditeľné február 2006). Zo zistených údajov je možné teda konštatovať, že les pri veľkých množstvách snehu, tieto hodnoty v čase kulminácie znižuje. Jeho vplyv ešte rastie po kulminácii v čase topenia sa snehovej pokrývky, kedy porast pôsobí ako clona a spomaľuje topenie. Potvrdil sa tak vplyv lesa na spomalené uvoľňovanie vody viazanej v snehu do povrchového a podpovrchového odtoku, čo má značný vplyv, z hľadiska potenciálneho vzniku povodní pri topení sa snehu. Toto tvrdenie dokazujú predkladané výsledky a mapové podklady.



Obr. 3-6 Časová zmena vodnej hodnoty snehovej pokrývky v roku 2006

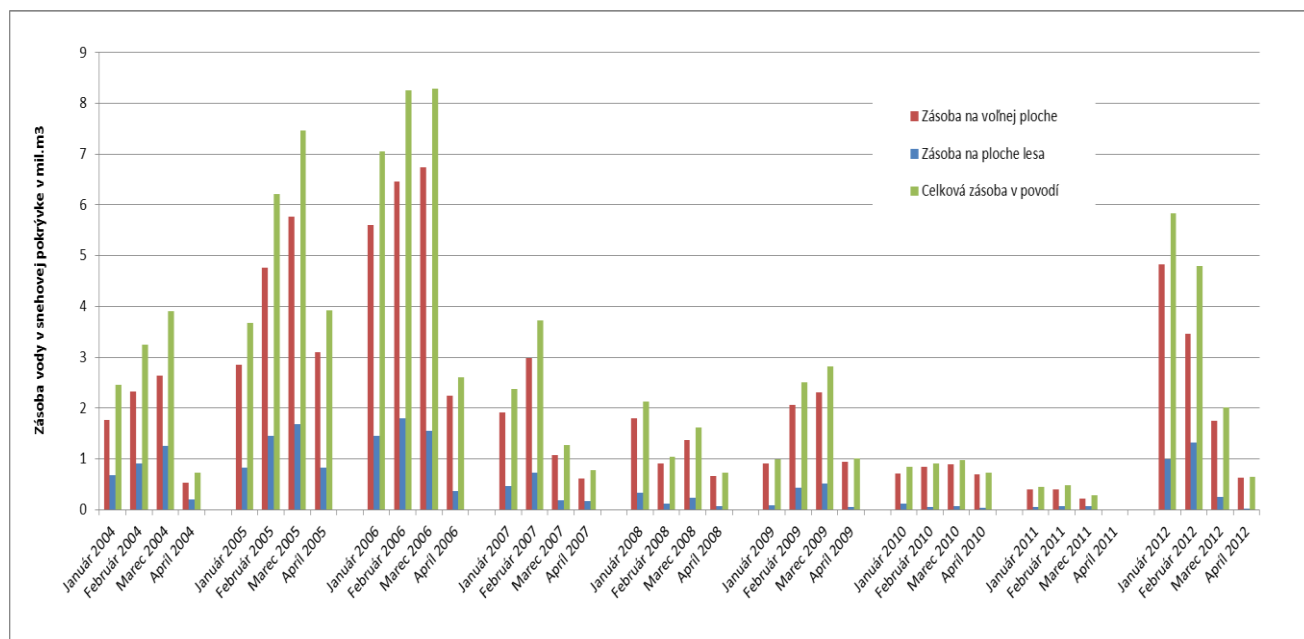
3.2 Zásoby vody v povodí

Z podkladových dát merania vodnej hodnoty snehu sme vypracovali analýzu zásob vody v snehovej pokrývke. Môžeme konštatovať, že zásoby vody v snehovej pokrývke sú v rámci deväťročných údajov premenlivé až do takej miery, že rozdiel medzi maximálnou vyčíslovanou zásobou vody v snehovej pokrývke a minimálnou zásobou vody v snehovej pokrývke v čase kulminácie je až 17-násobný. Pri maximálnej hodnote zaznamenávame zásoby vody viazanej v snehovej pokrývke v povodí, v čase ich kulminácie (marec) v zime 2005/2006 na úrovni 8,295 mil.m³ vody čo v priemere predstavuje až 202,2 mm vodného stĺpca. Pričom pri spomínanom minime v čase kulminácie (február 2011) boli zásoby vody v snehu v povodí len 0,474 mil.m³ priemerný vodný stĺpec za povodie predstavuje 11,6 mm. Celkový prehľad zásob po jednotlivých časových periódach je dobre viditeľný na predkladanom grafe (Obr. 7).

Pri vyjadrení v rámci sledovaných zimných sezón môžeme pri zjednodušenom hodnotení vrcholov zím z hľadiska zásoby vody v snehovej pokrývke v povodí konštatovať: 2006 >2005 >2012 >2004 >2007 >2009 >2008 >2010 >2011. Pričom kulminácie zásob vody v snehu nastávajú v rokoch 2004, 2005, 2006, (2008),2009 a 2010 v mesiaci marec, v rokoch 2007, 2011 v mesiaci február a v poslednom roku 2012 v januári. Rok 2008 má z pohľadu zásob vody v snehovej pokrývke dva vrcholy prvý v januári a druhý v marci.

Ako fakt uvádzame, apríl roku 2011, kedy sme na našich výskumných plochách zaznamenali absenciu snehu, čo je fenomén za celé monitorované obdobie. Je dobré si všimnúť kolísanie hodnôt grafu, ako aj to, aké sú z pohľadu zásob vody v snehovej pokrývke nízke hodnoty posledných zím okrem roku 2012. Všeobecné klimatologické analýzy potvrdzujú úbytok trvania snehovej pokrývky, ako aj pokles podielu atmosférických zrážok dopadajúcich na zemský povrch v podobe tuhého skupenstva (okrem najvyšších horských polôh). Najvýraznejší úbytok tuhých zrážok bol zaznamenaný v nadmorských výškach od 1000 do 1500 m (možno sem zahrnúť aj kotliny stredného Slovenska). V oblastiach pod 1000 m n.m. začínajú výraznejšie dominovať tekuté zrážky, najmä na začiatku a konci zimy.

Tieto informácie sa dotýkajú celkového hydrického režimu krajiny. Keďže sneh je úzko závislý na teplote a zrážkach je výborným indikátorom zmeny klímy. Preto monitorovanie snehových pomerov a čo najpresnejšie stanovenie zásob vody viazanej v snehovej pokrývke má do budúcnosti veľký význam a je dôležité a prínosné v ňom pokračovať.



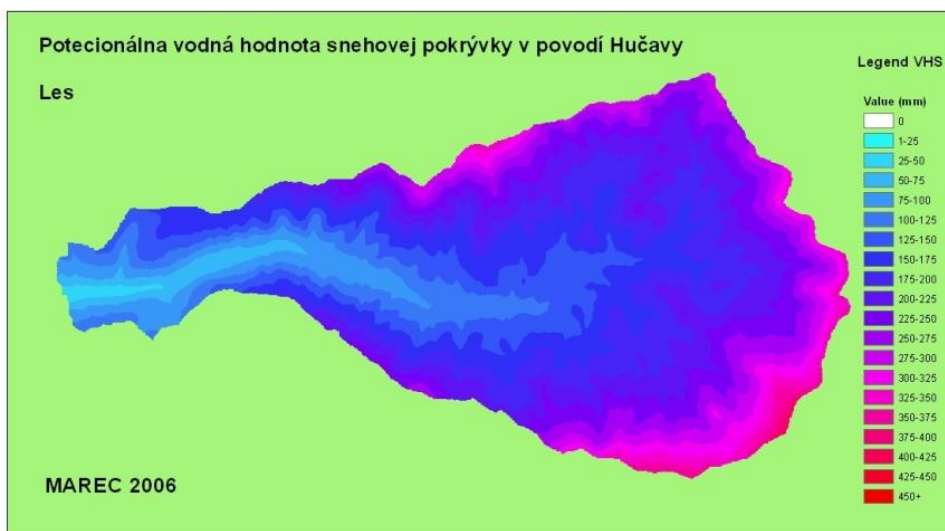
Obr. 7 Zásoba vody viazanej v snehovej pokrývke v rokoch 2004-2012 (v mil.m³)

3.3 Modelovanie vplyvu lesa

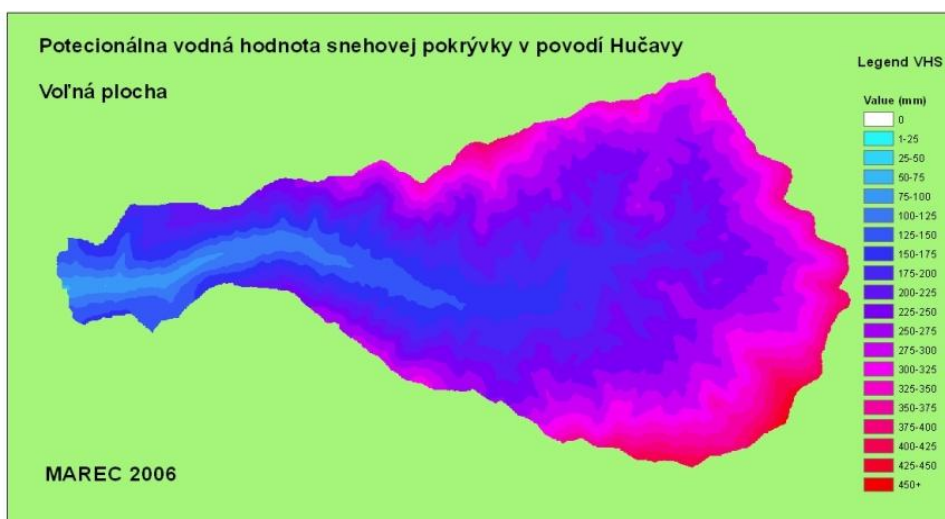
Pre vykreslenie vplyvu lesa na vodnú hodnotu snehovej pokrývky v povodí a tým aj na zásobu vody v povodí sme vytvorili modelové situácie potenciálnej vodnej hodnoty snehovej pokrývky v povodí pre situáciu 100% lesnatosti územia (Obr. 8) a situáciu úplnej absencie lesa v povodí (Obr. 9).

Pri číselnom vyjadrení situácie, predpokladáme, že v povodí Hučavy by v nami monitorovanom roku 2006 v čase kulminácie vodnej hodnoty snehu v povodí (marec) zásoba vody viazaná v snehovej pokrývke pri úplnej absencii lesa predstavovala hodnotu 9,786 mil. m³. Pri predstave situácie 100% zalesnenia by bola hodnota na úrovni 7,956 mil. m³. Rozdiel by tak predstavoval 1,830 mil. m³ vody viazanej v snehovej pokrývke na ploche povodia (18,7%). Na základe tohto poznatku môžeme konštatovať, že les výrazne vplyva na rozloženie a množstvo zásob vody viazanej v snehovej pokrývke v priestore a preukazuje v krajine významné hydrické funkcie.

Na mapových podkladoch je viditeľný rozdiel vo vodnej hodnote snehu v rovnakých častiach povodia, pri predstave oboch situácií. Farebná škála pri predstave úplného bezlesia dosahuje odlišné hodnoty ako pri abstrakcii 100% lesnatosti povodia. Rozpätie farebnej škály je od bielej až po sýtočervenú farbu, ktorá predstavuje najvyššie vodné hodnoty snehovej pokrývky.



Obr. 8 Vodná hodnota snehovej pokrývky pri predstave 100% lesnatosti povodia



Obr. 9 Vodná hodnota snehovej pokrývky pri predstave absencie lesa v povodí

4 ZÁVER

Vzhľadom na veľkú rozmanitosť tak počasia ako aj prírodného prostredia je množstvo, rozloženie a trvanie snehovej pokrývky veľmi premenlivé. V tejto práci prinášame prehľad časového a priestorového rozloženia snehovej pokrývky v malom horskom povodí Hučavy. Taktiež prinášame výsledky výpočtu zásoby vody viazanej v snehovej pokrývke v povodí počas monitorovaného obdobia. Osobitne zohľadňujeme voľnú plochu a plochu lesa a charakterizujeme rozdiely medzi nimi. Zistené poznatky a dosiahnuté výsledky zhŕňame do nasledujúcich bodov:

- zistili sme, že výška aj vodná hodnota snehovej pokrývky s nadmorskou výškou prirodzene rastie (najväčšie hodnoty zaznamenávame v najvyšších polohách povodia Hučavy)
- vo všeobecnosti má les vplyv na charakteristiky snehovej pokrývky, ktoré vykazujú väčšiu rovnomernosť v čase aj priestore ako je tomu na voľných plochách
- maximálne hodnoty skúmaných charakteristík snehovej pokrývky zaznamenávame v mesiacoch február a marec
- stanovujeme maximálnu hodnotu zásob vody viazaných vo forme snehu v povodí na 8,3 mil.m³ vody v marci 2006, pričom na plochu povodia (41 km²) táto hodnota predstavuje v priemerne 202,2 mm vodného stĺpca
- naproti tomu minimálna hodnota zásob vody v snehovej pokrývke v čase jej kulminácie nedosahuje ani 0,5 mil.m³ čo predstavuje až 17-násobný rozdiel v porovnaní s maximom

- maximálna vodná hodnota snehu (495,4 mm) predstavuje až 45 % priemerných zrážok v danej lokalite viazaných vo forme snehu
- vyhotovenými grafickými podkladmi zachytávame priestorový rozsah charakteristík a konštatujeme, že mesiac apríl priestorovým rozsahom snehovej pokrývky je v priemere najmenší.
- fenoménom za monitorované obdobie zostáva fakt, že v apríli roku 2011 zaznamenávame na výskumných plochách úplnú absenciu snehovej pokrývky
- modelovaním situácie úplnej absencie lesa a 100% zalesneného povodia v čase maximálnych pozorovaných hodnôt dokazujeme pozitívny vplyv lesa na zníženie maxím čo má značný vplyv z hľadiska znižovania potenciálneho rizika vzniku jarno zimných povodní

Na vyslovenie jednoznačných záverov nám však nepostačuje ani kvantum dát nameraných za periódu deviatich rokov. Keďže už samotný sneh ako veľmi variabilný prírodný prvok prostredia sa mení tak v čase ako v priestore a teda je náročne hodnotiť aj jeho interakciu s lesom, ktorý tiež podlieha vlastnej variabilite. Tu sa teda do budúca otvára cesta pre ďalší výskum problematiky hydrológie snehu vo vzťahu k lesu.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok je výsledkom realizácie projektu: Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine, ITMS: 26220120120, podporovaný Výskumným a vývojovým operačným programom financovaným z ERDF (20%).

Tento príspevok je taktiež podporovaný VEGA 1/1130/12 (40%), VEGA 1/0281/11 (10%), VEGA 1/0257/11 (10%) zo Slovenskej grantovej agentúry pre vedu a Agentúry na podporu výskumu a vývoja v rámci zmluvy č. APVV 0423-10 (20%).

LITERATÚRA

- [1] HANKOVÁ, R., KLOSE, Z., PAVLÁSEK, J., SKALSKÁ, P., 2008: Kvantitatívni a kvalitatívni vývoj snehové pokrývky na experimentálnom povodí Modrava 2. In: Kyselová, D., Hrušková, K., Slivka, M. (eds.): XIII. medzinárodné stretnutie snehárov, chata Kosodrevina, marec 2008, s. 39-46..
- [2] HRIBIK M., ŠKVARENINA J., 2007: Vplyv bukového a smrekového lesa v rastovej fáze žrdoviny na vytváranie snehových zásob In Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (ed): „Klima lesa“, Křtiny 11. – 12.4.2007, CD nosič a zborník abstraktov 10 s
- [3] HRIBIK, M., MAJLINGOVÁ, A., ŠKVARENINA, J., 2008: Zimné zásoby snehu v malom horskom povodí Studeného potoka v orografickom celku Západné Tatry. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds.): „Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině“, Mikulov 9. – 11.9.2008
- [4] HRIBIK, M., ŠKVARENINA, J., 2005: Príspevok k štúdiu mikroklimy snehovej pokrývky v bukovom a smrekovom lesnom poraste BR Poľana. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds.): „Bioklimatologie současnosti a budoucnosti“, Křtiny 12. – 14.9.2005, CD nosič a zborník abstraktov 4 s
- [5] JUAN I. LÓPEZ-MORENO, STÄHLI M., 2007: Statistical analysis of snow cover variability in subalpine watershed: Assessing the role of topography and forest interactions. In Journal of Hydrology (2008) 348 p. 379-394
- [6] KANTOR, P., 1979: Vliv druhové skladby lesných porostů na ukládání a tání snehu v horských podmínkách, Lesnictví, č.3, s. 2
- [7] POBEDINSKIJ A., KREČMER V., 1984: Funkce lesu v ochrane vod a půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 256 s.
- [8] TABARI, H., MAROFI, D., ABYANEH, H. Z., SHARIFI, M.R., 2009: Comparison of artificial neural network and combined models in estimating spatial distribution of snow depth and snow water equivalent in Samsami basin of Iran. In: Neural Computing & Applications, Vol.19, No.4, p.625-635, Springer-Verlag London Limited
- [9] http://www.shmu.sk/sk/?page=1626&id=&clanok_id=32 dostupné dňa : september 2012