

## UKLÁDÁNÍ A INTENZITA TÁNÍ SNĚHU V MLADÉM SMRKOVÉM A BUKOVÉM POROSTU V ZIMNÍM OBDOBÍ 2005/2006

*Petr Kantor, Zdeněk Karl, František Šach*

### 1. Úvod, výzkumný stacionár a metodická východiska

Sněhoměrná šetření se v zimním období 2005/06 uskutečnila na stacionáru Deštné v Orlických horách v experimentálních porostech smrku a buku. Oba porosty na sebe bezprostředně navazují, leží na svahu ZJZ expozice v nadmořské výšce 890 m, v roce 2005 měly věk 25 let a byly plně zakmeněné.

Proces akumulace i tání sněhu byl v posuzovaném období výrazně ovlivněn, resp. narušen prakticky totálním poškozením smrkového porostu vrcholovými zlomy v důsledku extrémního zatížení mokřým sněhem. Přívaly sněhu (např. v první dekádě února 158 mm, v týdnu od 6.3. do 13.3. dokonce 182 mm) poškodily 98 % smrků!! V některých případech se jednalo pouze o vrcholové zlomy, ale asi u 50 % stromů zůstaly na kmenech živé pouze 2 až 3 přesleny větví.

Bukový porost byl narušen výrazně méně, nevratně bylo tíhou sněhu ohnuto, resp. zlomeno cca 10 % podúrovňových stromů s nepříznivým štíhlostním kvocientem. Ty byly, resp. jsou postupně z porostu odstraňovány.

Danou situaci, zejména ve smrkovém porostu, je tak samozřejmě nutné zohlednit při komentování a analýze výsledků gravimetrických měření sněhové pokrývky.

Pro vlastní sněhoměrná šetření byla použita ověřená standardní metoda odběrů vzorků sněhu sněhoměrnou soupravou firmy Metra (průřez odběrného válce 50 cm<sup>2</sup>). Ve fázi ukládání sněhu a v první fázi tání byly zpravidla v týdenních intervalech

odebrány vzorky sněhu vždy z pěti stanic v každém porostu. Byla odečtena jejich výška, zvážená hmotnost a následně byla dopočtena vodní hodnota a hustota sněhu.

V období závěrečného tání sněhu od 10. dubna 2006 se přešlo na denní frekvenci měření.

### 2. Výsledky šetření

Všechny základní údaje o sněhoměrných šetřeních v zimním období 2005/06 na stacionáru Deštné jsou sestaveny v tab. 1. Shodou okolností bylo posuzované období charakteristické extrémně vysokými, převážně sněhovými srážkami a velmi dlouhou dobou trvání souvislé sněhové pokrývky. První sníh napadl na stacionáru 20. listopadu 2005 a v buku roztál 25. dubna 2006 (157 dnů se souvislou sněhovou pokrývkou), ve smrku roztál o 3 dny později, 28. dubna 2006 (160 dnů se souvislou smrkovou pokrývkou).

První měření se uskutečnilo 22. listopadu 2005 a do 18. dubna 2006 byly sněhoměrné vzorky v týdenních intervalech odebrány celkem 18krát. Od 18. dubna, v období závěrečného tání sněhu se přešlo na výše již uvedenou denní frekvenci sběru dat (11 odběrů).

Základní parametry sněhové pokrývky v obou porostech (výška, vodní hodnota, hustota) jsou sestaveny i v grafické podobě, a to samostatně pro období akumulace a počátku tání sněhu (obr. 1 až 3) a samostatně pro období závěrečného tání sněhu (obr. 4 až 6).

Tab. 1: Základní parametry sněhové pokrývky na stacionáru Deštné ve smrkovém a bukovém porostu v zimním období 2005/06

Datum měření	Srážky (mm)	Charakter srážky	Porost	Parametry sněhové pokrývky		
				Výška (cm)	Vodní hodnota (mm)	Hustota (g.cm <sup>-3</sup> )
22.11.2005	34,0	*	smrk	25,3	24,8	0,098
			buk	27,0	28,4	0,105
28.11.2005	28,0	*	smrk	19,8	29,8	0,150
			buk	23,5	48,0	0,204
9.12.2005	53,0	o*	smrk	38,5	51,2	0,133
			buk	46,8	57,2	0,122
15.12.2005	64,2	o*	smrk	39,7	66,0	0,166
			buk	42,0	69,6	0,166
23.12.2005	90,8	*	smrk	92,2	192,3	0,209
			buk	94,0	198,1	0,211
30.12.2005	26,4	o*	smrk	91,4	167,2	0,183
			buk	104,7	206,9	0,198
4.1.2006	73,0	*	smrk	105,3	212,3	0,202
			buk	108,6	223,1	0,205
12.1.2006	0,0		smrk	106,3	289,9	0,273
			buk	111,7	298,7	0,267
24.1.2006	128,0	*	smrk	120,0	424,3	0,354
			buk	128,5	451,9	0,352
30.1.2006	0,0		smrk	115,7	362,5	0,313
			buk	118,3	389,1	0,329
9.2.2006	158,4	*	smrk	147,4	455,1	0,309
			buk	148,6	475,1	0,320
18.2.2006	17,0	o*	smrk	138,4	481,3	0,348
			buk	142,3	495,9	0,348
27.2.2006	95,0	*	smrk	148,4	561,8	0,379
			buk	152,4	602,6	0,395
6.3.2006	19,0	*	smrk	156,3	608,6	0,389
			buk	157,9	613,8	0,389
13.3.2006	182,2	*	smrk	157,2	819,0	0,496
			buk	164,1	832,7	0,537
20.3.2006	25,0	o	smrk	132,0	526,3	0,399
			buk	144,6	550,6	0,381
27.3.2006	63,0	o*	smrk	123,5	483,9	0,392
			buk	133,1	520,3	0,391
10.4.2006	71,6	o*	smrk	91,5	295,9	0,323
			buk	67,5	249,5	0,370
18.4.2006	0,0		smrk	67,5	275,1	0,407
			buk	46,8	228,3	0,488
19.4.2006	0,0		smrk	61,7	268,3	0,435
			buk	46,5	209,9	0,452
20.4.2006	0,0		smrk	61,3	251,2	0,410
			buk	41,1	184,8	0,450
21.4.2006	0,0		smrk	56,5	234,5	0,415
			buk	35,1	159,7	0,455

Tab. 1: pokračování

Datum měření	Srážky (mm)	Charakter srážky	Porost	Parametry sněhové pokrývky		
				Výška (cm)	Vodní hodnota (mm)	Hustota (g.cm <sup>-3</sup> )
22.4.2006	0,0		buk	35,1	159,7	0,455
			smrk	47,7	216,3	0,454
23.4.2006	0,0		buk	28,4	134,8	0,475
			smrk	42,8	199,5	0,466
24.4.2006	0,0		buk	19,1	90,8	0,475
			smrk	42,4	181,9	0,428
25.4.2006	0,0		buk	9,5	42,2	0,444
			smrk	31,6	137,6	0,435
26.4.2006	0,7	°	buk	20,0	95,0	0,475
			smrk			
27.4.2006	0,0		buk	11,1	48,6	0,432
			smrk			
28.4.2006	0,0		buk	2,3	10,2	0,443
			smrk			

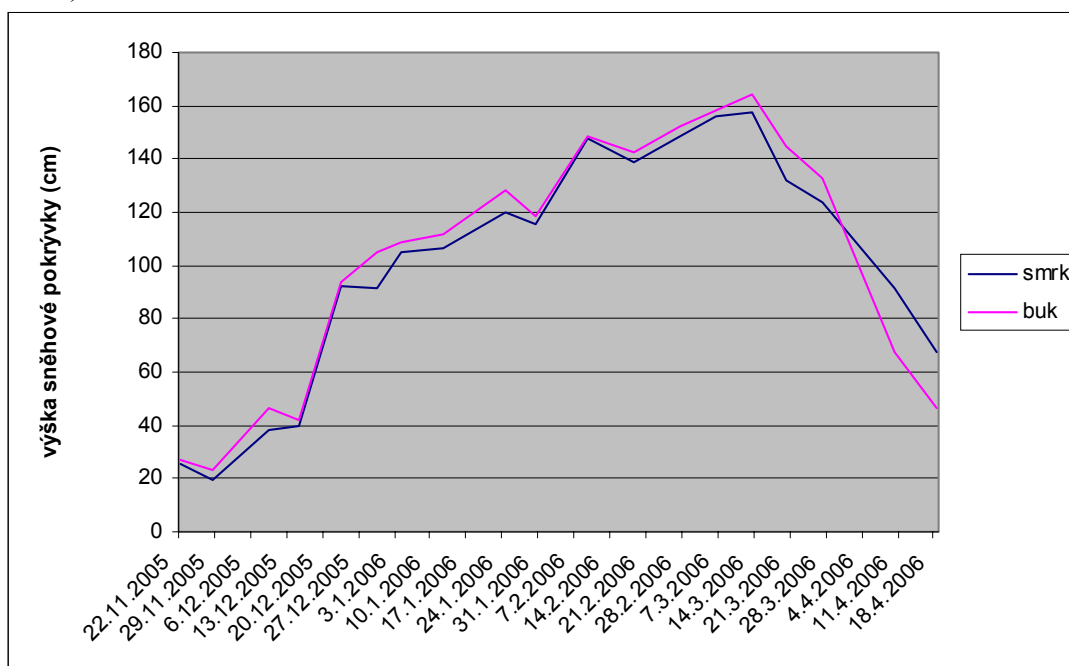
° déšť; \* sníh; °\* déšť a sníh

## 2.1 Období akumulace sněhu (20.11.2005 až 13.3.2006)

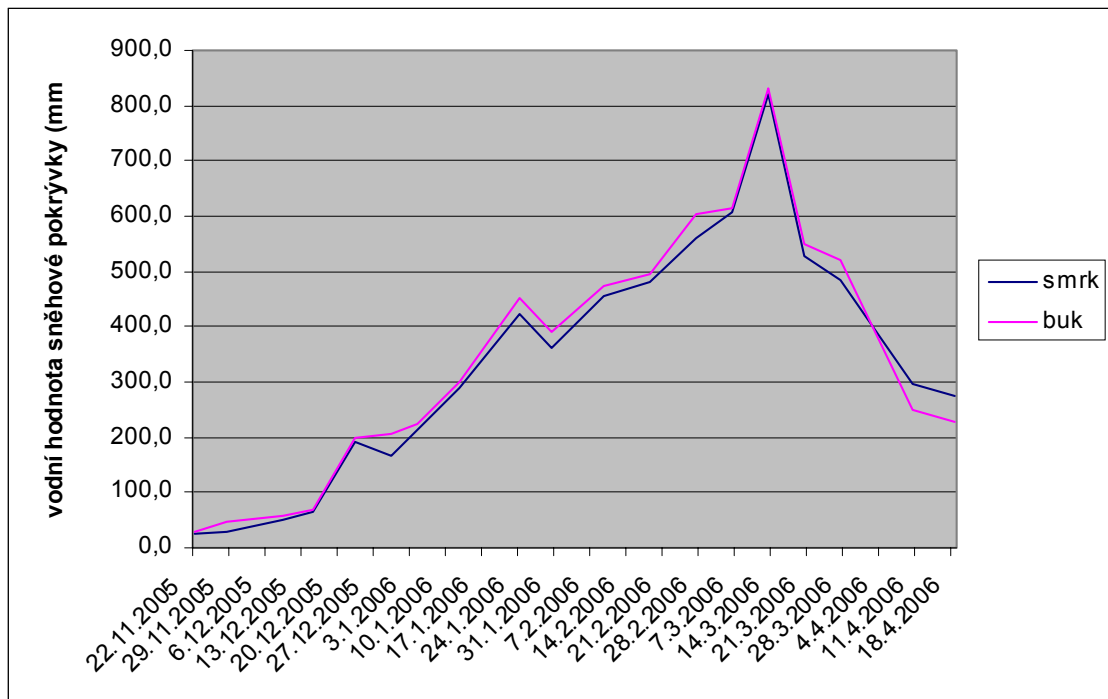
Při prvním měření 22.11.2005 byla zaznamenána výška vesměs prachového sněhu ve smrku 25,3 cm, v buku 27,0 cm. S postupem zimy výška sněhu postupně narůstala (30.12.2005: smrk 91,4 cm, buk

104,7 cm; 24.1.2006: smrk 120,0 cm, buk 128,5 cm) až dosáhla svého maxima 13.3.2006 - ve smrku 157,2 cm, v buku 164,1 cm. V průběhu celého tohoto období byla výška sněhu ve smrku nepodstatně, ale vždy nižší (o 1 až 13 cm) než v buku - viz obr. 1.

Obr. 1: Výška sněhu v období akumulace a počátečního období tání sněhu (22.11.2005 až 18.4.2006)



Obr. 2: Vodní hodnota sněhu v období akumulace a počátečního období tání sněhu (22.11.2005 až 18.4.2006)



Obdobný trend jako výška měla v posuzovaném období i vodní hodnota sněhu (množství vody, které je ve sněhu obsaženo) - viz obr. 2. Ta má samozřejmě z pohledu hydrické účinnosti větší výpočetní váhu než pouhá výška. Z úvodní hodnoty při prvním měření 22.11.2005 (smrk 24,8 mm, buk 28,4 mm) postupně narůstala (30.12.2005: smrk 167,2 mm, buk 206,9 mm; 24.1.2006: smrk 424,3 mm, buk 451,9 mm) až na úctyhodných 819,0 mm (!) ve smrku 832,7 mm (!) v buku dne 13.3.2006.

Zcela mimořádná výjimečnost zimy 2005/06 vynikne ve srovnání s údaji z let 1976/77 až 1986/87 (tab. 2). Zejména maximální hodnota sněhu v poslední zimě - více než 800 mm několikanásobně (2 až 6krát!!) převyšuje hodnoty uvedené v tab. 2.

Poslední hodnocený parametr sněhové pokrývky, její hustota vyjadřovaná v  $\text{g.cm}^{-3}$  je přímo úměrná vodní hodnotě a nepřímo výšce sněhu. Trend jejího nárůstu s postupující zimou je zřejmý z obr. 3. Náhlá snížení absolutních hodnot hustoty sněhu během zimního období jsou důsledkem přírůstku nového prachového sněhu a naopak náhlé „skoky“ směrem nahoru nastávají při postupném uléhání sněhové pokrývky.

Zpočátku prachový sníh (při prvním měření hustota 0,098 až 0,105  $\text{g.cm}^{-3}$ ) postupně uléhal (30.12.2005: hustota 0,183-0,198  $\text{g.cm}^{-3}$ ; 24.1.2006: hustota 0,352-0,354  $\text{g.cm}^{-3}$ ). Maximální hodnota pak byla zaznamenána ve vrcholovém období akumulace sněhu - 13.3.2006, a to 0,496  $\text{g.cm}^{-3}$  ve smrku a 0,537  $\text{g.cm}^{-3}$  v buku.

Tab. 2: Sněhoměrná šetření na stacionáru Deštné v zimních obdobích 1976/77 až 1986/87 a v zimním období 2005/06

Zimní období	Porost	Počet dnů se sněh. pokrývkou	Parametry sněhové pokrývky		
			max. výška (cm)	max. vodní hodnota (mm)	průměrná hustota ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )
1976/77	smrk	124	63,1	170,2	0,266
	buk	129	81,7	245,0	0,266
1977/78	smrk	141	67,2	174,9	0,276
	buk	146	83,7	222,2	0,284
1978/79	smrk	140	47,9	146,8	0,252
	buk	141	69,7	211,8	0,275
1979/80	smrk	142	43,6	120,8	0,257
	buk	142	63,8	189,4	0,276
1980/81	smrk	117	78,3	242,1	0,290
	buk	120	113,5	309,9	0,291
1986/87	smrk	120	84,0	268,5	0,295
	buk	126	124,6	406,5	0,298
<b>2005/06</b>	<b>smrk</b>	<b>160</b>	<b>157,2</b>	<b>819,0</b>	<b>0,427</b>
	<b>buk</b>	<b>157</b>	<b>164,1</b>	<b>832,7</b>	<b>0,445</b>

Obr. 3: Hustota sněhu v období akumulace a počátečního období tání sněhu (22.11.2005 až 18.4.2006)



Za nejvýznamnější a poněkud nečekaný poznatek z gravimetrických měření v období akumulace sněhu v zimě 2005/06 na stacionáru Deštné lze považovat nevýznamné a často neprůkazné rozdíly výšky,

ale zejména vodní hodnoty sněhu v obou srovnávaných porostech. V důsledku významné intercepce i zimních srážek ve smrkových porostech jsou totiž obě základní hodnoty sněhu zpravidla výrazně

vyšší v bezlistém bukovém porostu (viz také tab. 2). V našem případě lze vysoké hodnoty výšky i vodní hodnoty sněhu v jehličnatém porostu v posuzované zimě přičíst již zmíněnému rozsáhlému sněhovému polomu, kdy vrcholovými i kmenovými zlomy byla redukována biomasa korun řádově o 50 %!! Následně se tak dostalo pod koruny smrkového porostu takové množství tuhých srážek, které bylo zcela srovnatelné se srážkami v porostu bukovém.

## 2.2 Období počátečního tání sněhu (13.3. až 18.4.2006)

Období akumulace sněhu vyvrcholilo na stacionáru Deštné v posuzované zimě v polovině března (13.3.2006), kdy byly v obou porostech zaznamenány již výše uvedené maximální hodnoty výšky (smrk 157,2 cm, buk 164,1 cm) i vodní hodnoty sněhu (smrk 819,0 mm, buk 832,7 mm). Druhá polovina března (13.3. až 27.3.2006) již byla charakteristická postupným táním sněhu, které bylo zejména v týdnu od 13.3. do 20.3.2006 relativně velmi intenzivní (smrk 41,8 mm, buk 40,3 mm denně) - viz tab. 3.

Tab. 3: Parametry sněhové pokrývky v období počátečního tání sněhu

Datum	Porost	Výška sněhu (cm)	Vodní hodnota sněhu (mm)	Intenzita tání sněhu (mm.den <sup>-1</sup> )	
13.3.2006	smrk buk	157,2 164,1	819,0 832,7	smrk 41,8 buk 40,3	
20.3.2006	smrk buk	132,0 144,6	526,3 550,6		
27.3.2006	smrk buk	123,5 133,1	483,9 520,3	smrk 6,1 buk 4,3	
10.4.2006	smrk buk	91,5 67,5	295,9 249,5	smrk 13,4 buk 19,3	
18.4.2006	smrk buk	67,5 46,8	275,1 228,3	smrk 2,6 buk 2,7	

Výška sněhu klesla do konce března ve smrku o 33,7 cm na 123,5 cm, v buku o 31,0 cm na 133,1 cm. Velmi výrazně se ale snížila v tomto období vodní hodnota - ve smrku o 335,1 mm na 483,9 mm, v buku o 312,4 mm na 520,3 mm. V obou porostech tak odtálo řádově stejné množství sněhu; intenzita tání byla v tomto období nepodstatně vyšší ve smrkovém porostu.

Z pohledu hydrické účinnosti je ale podstatně významnější posouzení formy odtoku z tajícího sněhu. Za mimořádně významné tak lze považovat skutečnost, kdy v jehličnatém smrkovém i listnatém bukovém porostu zcela rozhodující část vody z tajícího sněhu prosákla nezamrzlou půdou na podloží a odtud prakticky beze škod otekla do vodní sítě. Povrchový od-

tok včetně laterálního odtoku vody půdou se v obou porostech za celý březen 2006 pohyboval na úrovni cca 13 až 16 mm.

Tání sněhu pokračovalo v závislosti na průběhu počasí i v prvních dvou dekádách měsíce dubna. K významnému obratu v procesu tání v obou srovnávaných porostech došlo mezi 27.3. a 10.4.2006, kdy zřejmě v důsledku radiačního typu počasí začal podstatně intenzivněji odtávat sníh v bezlistém bukovém porostu (19,3 mm za den) než v porostu smrkovém (13,4 mm za den).

Na počátku závěrečného období tání, 18.4.2006 se tak snížila výška sněhu ve smrku na 67,5 cm, v buku na 46,8 cm a vodní hodnota sněhu ve smrkovém porostu

na 275,1 mm, v bukovém porostu na 228,3 mm.

### 2.3 Období závěrečného tání sněhu 18.4. až 28.4.2006

Ve shodě s předloženou a schválenou metodikou se přešlo v závěrečném období tání sněhu od 18.4.2006 na denní frekvenci sběru dat. Všechny základní údaje z tohoto období jsou sestaveny v tab. 4 a na obr. 4 až 6.

Tab. 4: Parametry sněhové pokrývky v období závěrečného tání sněhu

Datum	Porost	Pokryvnost sněhu (%)	Výška sněhu (cm)	Vodní hodnota sněhu (mm)	Intenzita tání sněhu (mm.den <sup>-1</sup> )	
					smrk	buk
18.4.2006	smrk	100	67,5	275,1	smrk 6,8	buk 18,4
	buk	100	46,8	228,3		
19.4.2006	smrk	100	61,7	268,3	smrk 17,1	buk 25,1
	buk	100	46,5	209,9		
20.4.2006	smrk	100	61,3	251,2	smrk 16,7	buk 25,1
	buk	100	41,1	184,8		
21.4.2006	smrk	100	56,5	234,5	smrk 18,2	buk 24,9
	buk	100	35,1	159,7		
22.4.2006	smrk	100	47,7	216,3	smrk 16,8	buk 44,0
	buk	100	28,4	134,8		
23.4.2006	smrk	100	42,8	199,5	smrk 17,6	buk 48,6
	buk	85	19,1	90,8		
24.4.2006	smrk	100	42,4	181,9	smrk 44,3	buk 35,0
	buk	60	9,5	42,2		
25.4.2006	smrk	95	31,6	137,6	smrk 42,6	buk 7,2
	buk	25	1,8	7,2		
26.4.2006	smrk	50	20,0	95,0	smrk 47,0	
	buk	0				
27.4.2006	smrk	50	11,1	48,0	smrk 37,8	
	buk	0				
28.4.2006	smrk	25	2,3	10,2		
	buk	0				

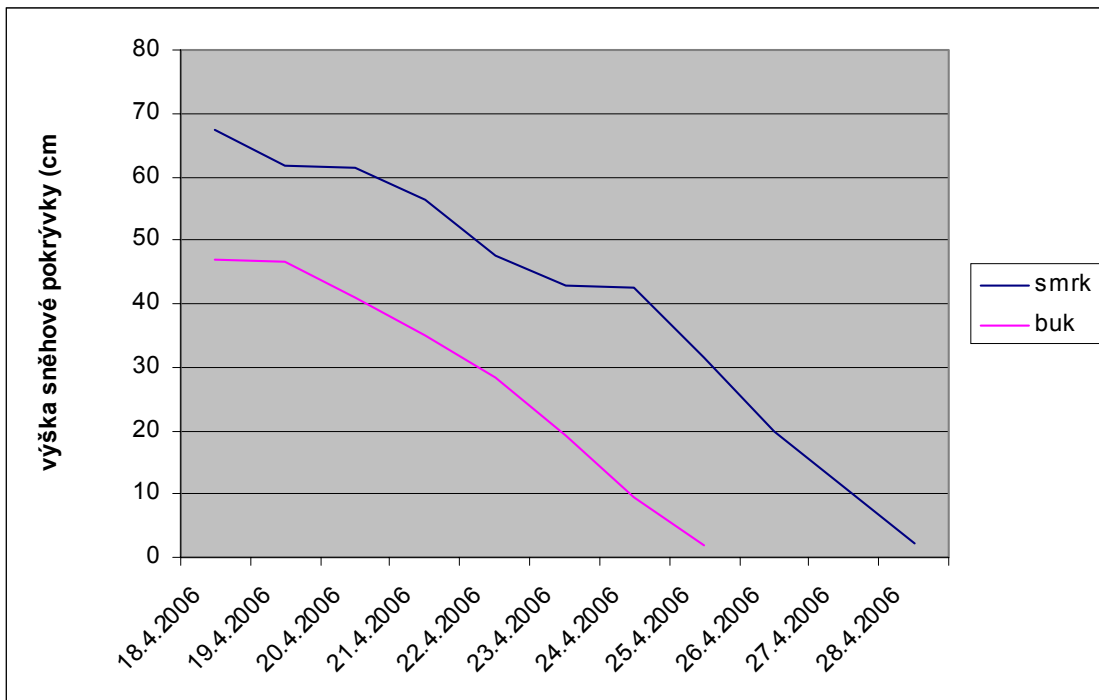
Ve smrku odtávala sněhová pokrývka až do 24.4. příznivou nízkou intenzitou 6,8 mm.den<sup>-1</sup> až 18,2 8 mm.den<sup>-1</sup>. V bukovém porostu byla v tomto období intenzita tání výrazně vyšší, zejména 23. a 24.4.2006 (44,0 8 mm.den<sup>-1</sup>, resp. 48,6 8 mm.den<sup>-1</sup>).

Nejintenzivnější tání bylo ve smrku zaznamenáno až při posledních měřeních od 24.4., kdy denně roztálo 42,6 mm až 47,0 mm vody. V té době již v buku po-

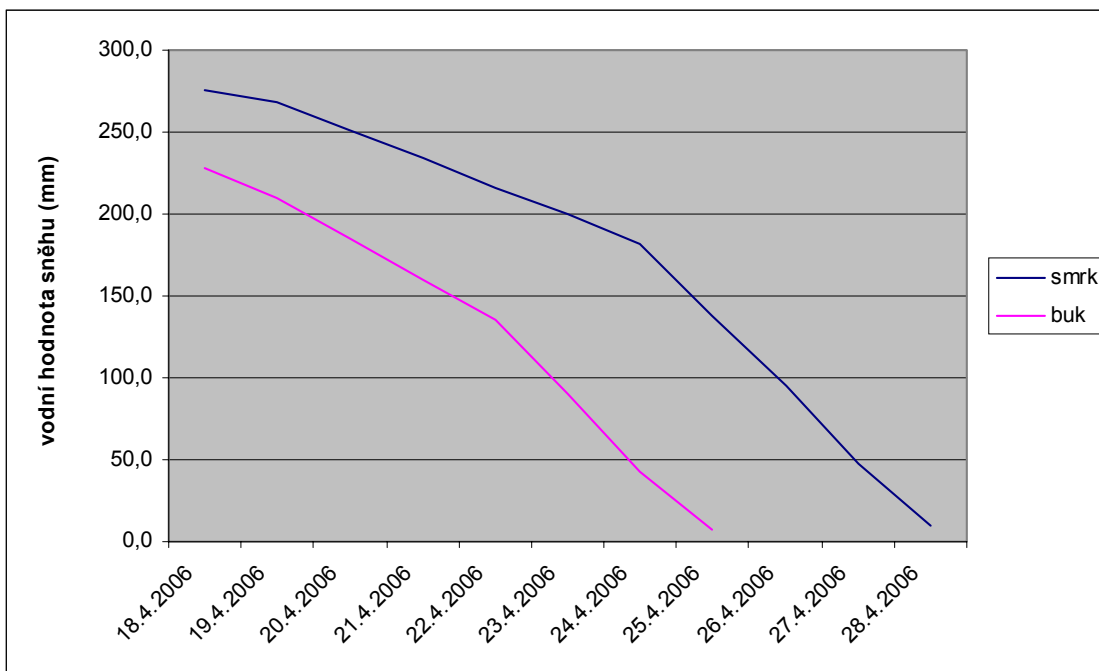
stupně klesala pokryvnost souvislé sněhové pokrývky; poslední sníh zde roztál 25.4.2006 ve večerních hodinách. Ve smrku pak poslední zbytky sněhu roztály o tři dny později, večer 28.4.2006.

Podobně jako v měsíci březnu i v dubnu prakticky veškerá voda z tajícího sněhu prosákla na podloží. Po povrchu půdy odteklo v posledním zimním měsíci ve smrku pouhých 16 mm, v buku 17 mm vody.

Obr. 4: Výška sněhu v období závěrečného tání sněhu (18.4. až 28.4.2006)

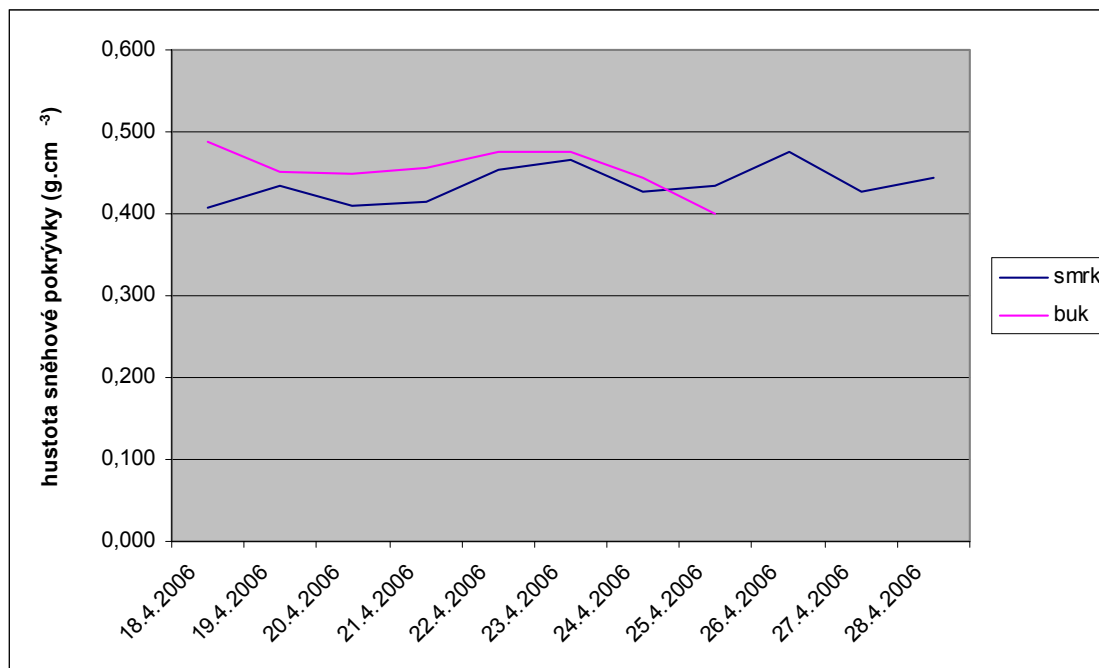


Obr. 5: Vodní hodnota sněhu v období závěrečného tání sněhu (18.4. až 28.4.2006)





Obr. 6: Hustota sněhu v období závěrečného tání sněhu (18.4. až 28.4.2006)



### 3. Souhrn a závěr

Na základě analýzy ukládání a intenzity tání sněhu v mladém smrkovém a bukovém porostu v zimním období 2005/06 lze základní poznatky shrnout do následujících bodů:

- Zimní období 2005/06 na stacionáru Deštné v Orlických horách bylo extrémní délkou trvání souvislé sněhové pokrývky (buk 157 dnů, smrk 160 dnů). Souběžně bylo srážkově velmi výrazně nadnormální (úhrn srážek od 1.11.2005 do 30.4.2006 celkem 1.203,7 mm).
- Období akumulace sněhu vyvrcholilo 13.3.2006, kdy zde byly zaznamenány následující maximální hodnoty - smrk: výška sněhu 157,2 cm, vodní hodnota sněhu 819,0 mm - buk: výška sněhu 164,1 cm, vodní hodnota sněhu 832,7 mm
- Proces akumulace i tání sněhu byl v posuzovaném období výrazně ovlivněn, resp. narušen prakticky totálním poškozením smrkového porostu vrcholovými zlomy v důsledku extrémního zatížení mokřým sněhem. Přívaly sněhu (např. v první dekádě února 158

mm, v týdnu od 6.3. do 13.3. dokonce 182 mm) poškodily 98 % smrků!! V některých případech se jednalo pouze o vrcholové zlomy, ale asi u 50 % stromů zůstaly na kmenech živé pouhé 2 až 3 přesleny větví. Bukový porost byl narušen výrazně méně, nevratně bylo tíhou sněhu ohnuto, resp. zlomeno cca 10 % podúrovňových stromů s nepříznivým štíhlostním kvociemem.

- S ohledem na výraznou redukci biomasy korun smrků po sněhových polomech tak nebyly v období akumulace sněhu zaznamenány výrazné rozdíly ve výšce, ani ve vodní hodnotě sněhu ve smrkovém a bukovém porostu.
- Intenzita tání sněhu byla v počátečním období stejná ve smrkovém i bukovém porostu. Ke konci zimního období již byla intenzita tání sněhu vyšší, v některých dnech výrazně vyšší v bezlistém bukovém porostu (např. ve dnech 21. až 23.4. v buku více než 40 mm.den<sup>-1</sup>, ve smrku méně než 20 mm.den<sup>-1</sup>). Maximální denní úhrny z tajícího sněhu ve smrkovém a bukovém porostu pak nepřesáhly 50 mm.

- Mimořádně významný je poznatek, podle něhož rozhodující část vody z tajícího sněhu prosákla nezamrzlou půdou na podloží. Povrchový odtok včetně laterálního toku vody půdou se ve smrkovém i bukovém porostu pohyboval na úrovni  $\pm 4\%$  zimních srážek.
- Celkově tak lze konstatovat velmi příznivou hydrickou účinnost obou typů porostů v období jarního tání. Přitom je třeba opakovaně připomenout extrémně vysoké srážky včetně nadprůměrných parametrů sněhové pokrývky v zimním období 2005/06. Pokud není jarní tání sněhu doprovázeno intenzivními přívalovými srážkami, tlumí horské jehličnaté i listnaté lesní ekosystémy nebezpečí velkých vod a povodní v požadované míře.

### Literatura

- Brechtel, H.M.: Möglichkeiten und Grenzen einer Steuerung der Schneeansammlung und Schneeschmelze durch forstliche Massnahmen. In: Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa. Hann. Münden 12.-15.3.1984. Erweiterte Zusammenfassungen, s. 96-99.
- Kantor, P.: Vliv druhové skladby lesních porostů na ukládání a tání sněhu v horských podmínkách. Lesnictví, 25, 1979, č. 3, s. 233-252.
- Kantor, P.: Vliv sněhové pokrývky na hydrickou účinnost horských imisních oblastí. Práce VÚLHM, 72, 1988, s. 9-36.
- Kantor, P. et al.: Srážkoodtokové poměry horských lesů a jejich možnosti při zmírňování extrémních situací – povodní a sucha. /Roční zpráva projektu NAZV 1G57016 za rok 2005/. LDF MZLU v Brně, 89 s.
- Valčíčák, J.: K otázce štúdia snehových zrážok v lese. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 1974, zv. 19, s. 45-55.
- Zelený, V.: Příspěvek k poznání vlivu lesních porostů na hospodaření se sněhovými srážkami. Vodohosp. čas., 23, 1975, č. 4-5, s. 332-353.

**Klíčová slova:** akumulace sněhu; tání sněhu; smrk; buk; horské polohy

### Poděkování

Studie byla vypracována v rámci Výzkumného záměru LDF MZLU v Brně - MSM 6215648902, v rámci Výzkumného záměru MZe ČR 0002070201 a v rámci projektu NAZV 1G 57016.

### Adresy autorů:

Prof. Ing. Petr Kantor, CSc., Ing. Zdeněk Karl, Ústav zakládání a pěstění lesů, LDF, MZLU v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno. E-mail: [kantor@mendelu.cz](mailto:kantor@mendelu.cz); [zdenek.karl@seznam.cz](mailto:zdenek.karl@seznam.cz)  
Ing. František Šach, VÚLHM-VS Opočno, e-mail: [sach@vulhmop.cz](mailto:sach@vulhmop.cz)