

VPLYV SMREKOVÉHO PORASTU NA PRŮDENÍ A VERTIKÁLNÉ ZVRSTVENIE TEPLoty A VLHKOSTI VZDUCHU

Tatjana Hurtalová, František Matejka, Dalibor Janouš, Jaroslav Rožnovský

Summary

Influence of a spruce forest stand on the flowing and air temperature and moisture vertical stratification

The results of vertical profile measurements of the wind speed, air temperature, and humidity have been evaluated with the aim to analyze and quantify the influence of a young spruce forest stand on the flowing and on the air temperature and moisture vertical stratification. The experimental data were obtained in Moravian-Silesian Beskydy Mts. at the Ecophysiological Workplace Bílý Kříž (N 49° 30' 17'', E 18° 32' 28'', 898-908 m a.s.l.). The experimental site is represented by the monoculture of young Norway spruce stand with density of 2600 trees per ha in Fd plot and 2400 trees per ha in Fs plot. After the thinning in May 2001 the density in Fs plot was 1880 trees per ha. The experimental data were obtained by measurements in and above this spruce forest stand during growing seasons (May – October) of 1997-2001. In this time measurements were realized by automatic measuring.

It was shown, that the local orographic terrain influenced the power of the airflow and vertical wind speed profiles in Fd and Fs plots. Further based on the dependence between the friction velocity (u^*) and the wind speed ($u(h)$) measured at the mean height of the forest (h) it was showed that the investigated young spruce forest stand was in an aerodynamical unsteady state. Then the values of the dynamic roughness length are dependent on the wind speed, Fig. 5. It followed from the experiment that this relationship can be expressed in the form $z_0/h = a \exp[b u(h)/u^*]$, where a and b are empirical constants.

Temperature and water vapor pressure profiles in forest stands are similar to those within tall crops. The main difference is that the gradients are weaker and diurnal variations are smaller in forest stands. Even on warm, sunny days, air is cooler and more humid inside forests. The relative humidity vertical profiles measured in and above investigated spruce stand indicated two water vapor sources, Figs 6 and 8. One of these sources is created by the soil surface and the second is located near the level of maximum foliage density. Near this level, at the suitable atmospheric conditions, the most intensive transpiration is going on and the airflow is weak.

Besides the traditional methods of evaluation of the air temperature profiles, also the daily changes in the level with maximum air temperature were investigated. It was found out that during the well-lighted part of a day, the level with maximum air temperature occurs in the lowest parts of the canopy or near the soil surface, Fig. 10. Consequently, the soil below the forest stand is the dominant source for the heating of air in the canopy.

Ú v o d

Lesné ekosystémy vzhľadom na svoju rozlohu a štruktúru majú schopnosť veľmi intenzívne vytvárať, modifikovať a chrániť mikroklimu (*Intribus*, 1977). Výskum vzájomných vzťahov medzi fyziologickými, hydrologickými a meteorologickými procesmi v systéme pôda–porast–atmosféra má interdisciplinárny charakter a realizuje sa často v rámci medzinárodných programov. V zhode s týmto sa v rámci široko zameraného výskumného programu v lokalite Bílý Kříž vo vrcholových častiach Moravsko-sliezskych Beskýd vykonáva aj analýza vplyvu mladého smrekového porastu na prízemnú vrstvu atmosféry. Cieľom predloženého príspevku je prezentovať vybrané výsledky vplyvu tohto porastu na prúdenie a vertikálne zvrstvenie teploty a vlhkosti vzduchu.

Popis experimentálnej plochy, profilové merania

Profilové merania boli získané na Experimentálnom ekologickom pracovisku Ústavu ekológie krajiny AV ČR, ktoré sa nachádza v lokalite Bílý Kříž v ČR (49° 30' 17" severnej šírky, 18° 32' 28" východnej dĺžky). Táto oblasť patrí do lesnatej vrcholovej časti Moravsko-sliezskych Beskýd. Experimentálny porast smreku obyčajného (*Picea abies* (L.) K a r s t) sa nachádza vo vrcholovej časti pohoria v nadmorskej výške 898 až 908 m na mierne juho-juhozápadnom svahu s maximálnym sklonom 13%. Porast bol založený v r. 1981 výsadbou štvorročných sadeníc v severojužne orientovaných radoch so sponom 2x1 m.

Experimentálna plocha je rozdelená na dve časti Fd (Dense Forest) a Fs (Sparse Forest) s rôznou hustotou porastu. Hustota porastu bola niekoľkokrát redukovaná pestovateľskými zásahmi, až v rastovom období r. 1997 dosiahla hodnotu 2600 stro-

mov/ha na ploche Fd a 2400 stromov/ha na ploche Fs. V máji 2001 bola vykonaná prebierka na ploche Fs a hustota stromov dosiahla hodnotu 1880 stromov/ha.

Z hľadiska klimatologickej klasifikácie podnebia ČR (*Quitt*, 1971) patrí uvedená lokalita do oblasti chladnej (CH 7), s dĺžkou hlavného vegetačného obdobia 120 až 140 dní a s priemerným počtom letných dní 10 až 30. Priemerná teplota v januári dosahuje -4 až -5 °C, v apríli 2 až 4 °C, v júli 14 až 15 °C a v októbri 5 až 6 °C. Priemerná ročná teplota vzduchu je 4,9 °C. Úhrn zrážok za vegetačné obdobie činí 600 až 700 mm a za chladné obdobie 400 až 500 mm. Priemerná ročná hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu predstavuje 80%. Priemerne sa v roku vyskytne 120 až 140 dní so snehovou pokrývkou. Priemerný počet jasných dní je 40 až 50 a zamračených dní 150 až 160.

V tejto oblasti Beskýd celkove prevláda severné a západné prúdenie vzduchu, avšak početnosť prípadov južného vetra je tiež pomerne vysoká. Priamo nad experimentálnou plochou so smrekovým porastom sa často vyskytuje južný vietor, ktorý najmä počas rastového obdobia mierne prevláda nad severným prúdením, čo je zapríčinené miestnou morfológiou terénu.

Profily rýchlosti vetra, teploty a vlhkosti vzduchu sú merané v sledovanom poraste a tesne nad ním a registrované automatickou meracou ústredňou v polhodinových intervaloch počas rastového obdobia máj až október od r. 1997 na ploche Fd a od r. 1998 na ploche Fs. Snímače meraných veličín sú inštalované na oboch plochách na 15 m vysokom kovovom stožiarí v 5 neskôr v 6 výškových hladinách rozmiestnených v poraste i nad ním (*Matejka et al.*, 2000).

Získané výsledky a ich interpretácia

Významnú úlohu pri štúdiu interakcie medzi aktívnym povrchom porastu a PVA hrá koeficient dynamickej drsnosti z_0 a efektívna výška d , pomocou ktorých

možno popísať aerodynamické vlastnosti vrstvy vzduchu ovplyvnenej sledovaným porastom. Na základe analýzy vertikálnych profilov rýchlosti vetra boli vypočítané hodnoty týchto charakteristík a sledované ich sezónne zmeny závisiace od prúdenia a tiež štruktúry a architektúry porastu. Metódy výpočtu uvedených charakteristík boli už skôr publikované, preto ich na tomto mieste neuvádzame (Hurtalová, Matejka,

1999; Matejka et al., 2000). Analyzované profily rýchlosti vetra spĺňali podmienku $u(h-1) > 1$ m/s, kde h je priemerná výška porastu. To znamená, že sme analyzovali profily rýchlosti vetra v podmienkach rozvitej alebo aspoň rozvíjajúcej sa turbulencie. V nasledujúcej tabuľke je uvedená priemerná výška porastu h a počet analyzovaných profilov i , ktoré spĺňali uvedenú podmienku na oboch plochách.

	Fd		Fs	
	h [m]	i	h [m]	i
1997	6,40	151		
1998	7,12	411	6,16	624
1999	7,75	186	6,80	322
2000	8,34	181	7,36	422
2001	8,86	103	8,07	306
2002	9,58	251	8,64	505

Odtiaľ vyplýva, že podmienky pre rozvoj turbulencie boli na oboch plochách rôzne. Je to dôsledok orografie miestneho terénu, kedy veterné podmienky „zabezpečovalo“ hlavne južné prúdenie a plocha Fs je tomu smeru prúdenia otvorenejšia.

Na obr. 1 sú graficky znázornené priemerné sezónne hodnoty výšky porastu h , efektívnej výšky d a dynamickej drsnosti povrchu z_0 v rastovom období máj - október 1994–2001 na ploche Fd. Od r. 1994 sa na tejto ploche zabezpečovali profilové merania expedične, od r. 1997 sa profily meteorologických charakteristík merali kontinuálne automatickou meracou ústredňou. Dynamická drsnosť povrchu a efektívna výška sú dôležité charakteristiky povrchu a zároveň charakteristiky turbulencie v prízemnej vrstve atmosféry. Kým priemerné hodnoty výšky porastu rástli temer rovnomerne, nemožno to konštatovať o hodnotách efektívnej výšky. Efektívna výška je výška aktívneho povrchu porastu, kde dochádza k transformácii slnečného žiarenia na iné druhy energie. Pre veľmi drsné povrchy, špeciálne, ak je povrch vy-

tvorený rastlinným porastom, je potrebné poznať hodnotu d . V literatúre (Mölder et al., 1999) sa uvádza vzťah s priemernou hodnotou $d/h = 0,68$

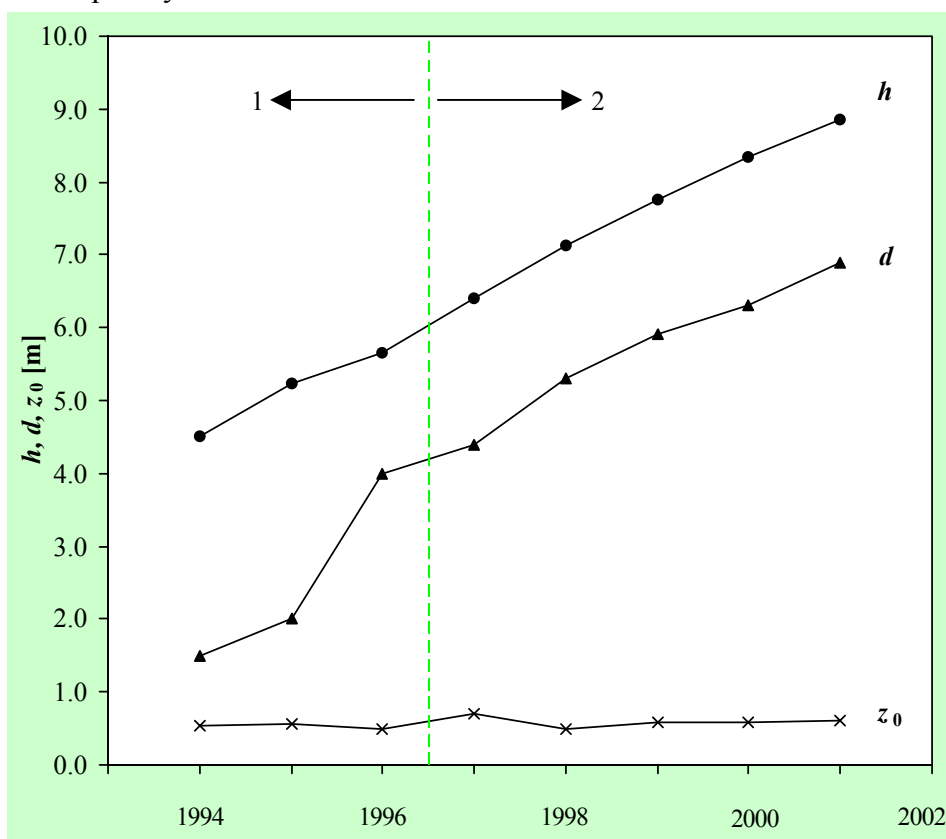
a s extrémnymi hodnotami 0,53 a 0,86. Hodnota d závisí od štruktúry a architektúry porastu. V r. 1994, kedy mal mladý 13 ročný smrekový porast priemernej výšky 4,5 m nízku hodnotu LAI, bola hodnota pomeru d/h nízka, $d/h = 0,33$. Priemerná hodnota dynamickej drsnosti bola 0,53 m. Nízka hodnota sledovaného pomeru bola aj v r. 1995, $d/h = 0,38$, kedy bol porast ešte stále pomerne riedky. V r. 1996 sa porast zmenil, narástla hodnota LAI, narástla hustota „podrastu“ a skokom sa zmenila aj hodnota efektívnej výšky, $d/h = 0,71$. V ďalšom období sa hodnota pomeru d/h pohybovala v intervale hodnôt 0,70 až 0,76. Mölder et al. (1999) uvádza pre ihličnatý les priemernej výšky porastu 24,5 m hodnotu $d/h = 0,86$. Ide o hustý, zapojený lesný porast, čím možno zdôvodniť túto vysokú hodnotu relatívnej výšky aktívneho povrchu. Pre zapojený porast poľnohospodárskych plodín možno s dostatočnou presnosťou počítať

s hodnotou $d = 2/3h$. Pri profilových meraniach je veľmi dôležitá hodnota d , pretože je nulovou hladinou, od ktorej sa merajú výšky hladín merania v poraste a tesne nad ním.

Na obr. 2 sú už porovnané sledované charakteristiky, priemerná výška porastu h a súčet $(d+z_0)$, určené na oboch plochách s rozdielnou hustotou porastu. Ide o priemerné mesačné hodnoty od r. 1997 na ploche Fd a od r. 1998 na ploche Fs, kedy boli vertikálne profily charakteristík stavu

PVA merané od mája do októbra nepretržite v automatickom režime s desať sekundovým intervalom medzi dvoma za sebou idúcimi meraniami. Počítali

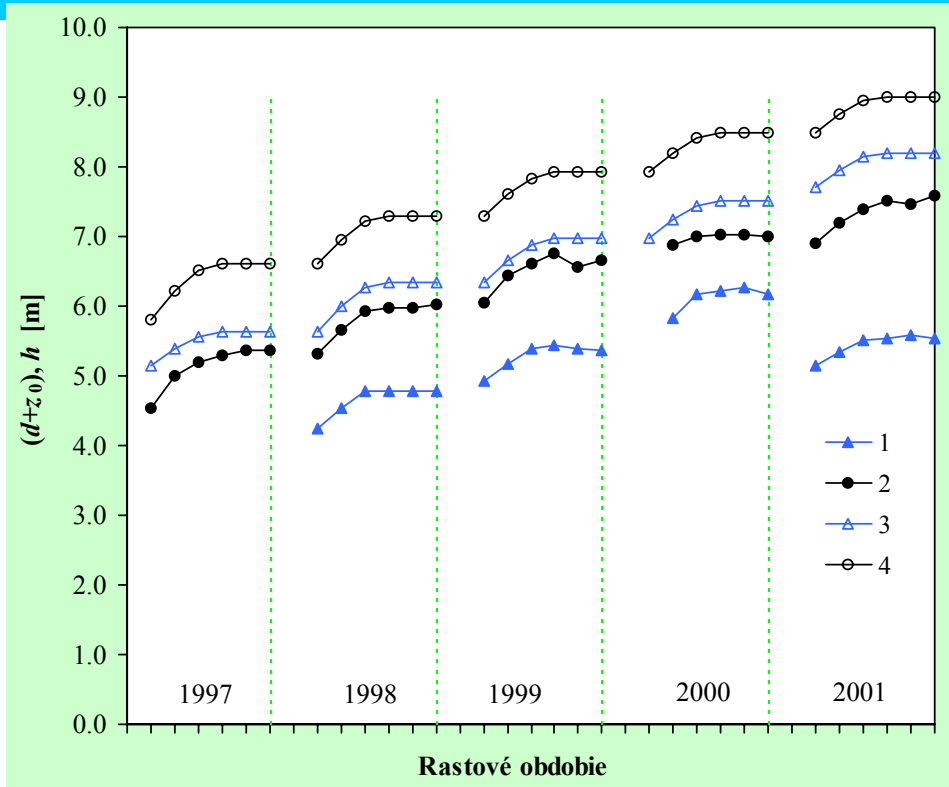
sme s priemernou hodinovou hodnotou rýchlosti vetra. Výrazný pokles hodnoty $(d+z_0)$ v r. 2001 na ploche Fs bol spôsobený prebierkou porastu v máji 2001, kedy hustota porastu klesla z 2400 na 1880 stromov/ha. Dokázala sa silná závislosť efektívnej výšky na hustote porastu.



Obr. 1. Priemerné sezónne hodnoty výšky porastu h , efektívnej výšky d a dynamickej drsnosti z_0 mladého smrekového porastu počas rastových období 1994-2001 (máj-október) na ploche Fd.

1 – expedičné meranie profilov rýchlosti vetra

2 – automatické meranie profilov rýchlosti vetra



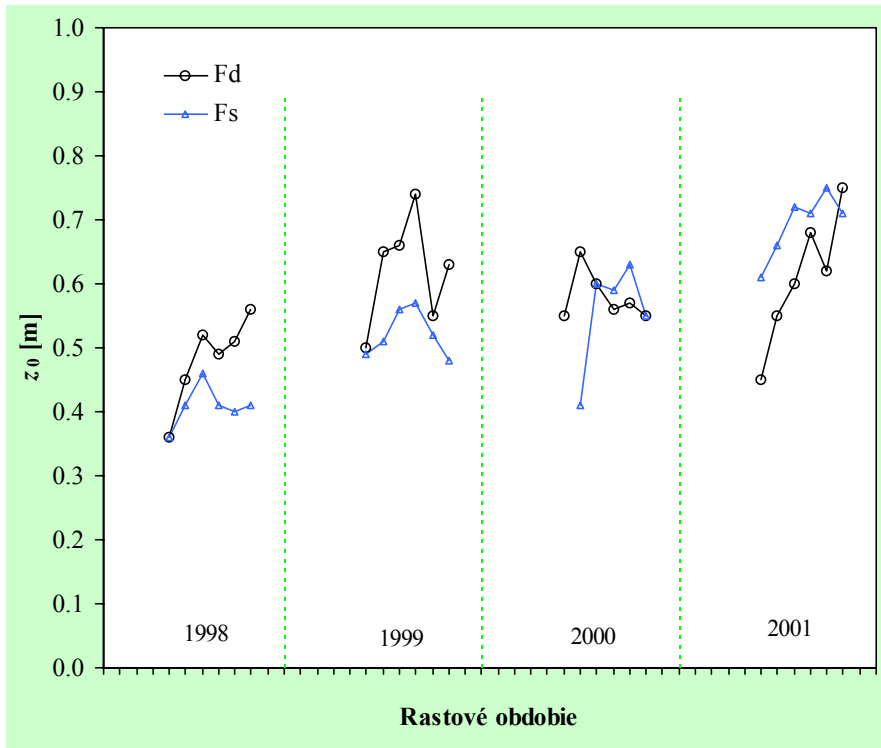
Obr. 2. Priemerné mesačné hodnoty súčtu efektívnej výšky a dynamickej drsnosti povrchu ($d+z_0$) a priemernej výšky smrekového porastu h počas rastových sezón 1997-2001.

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| 1 – ($d+z_0$) na ploche Fs | 3 – h na ploche Fs |
| 2 – ($d+z_0$) na ploche Fd | 4 – h na ploche Fd |

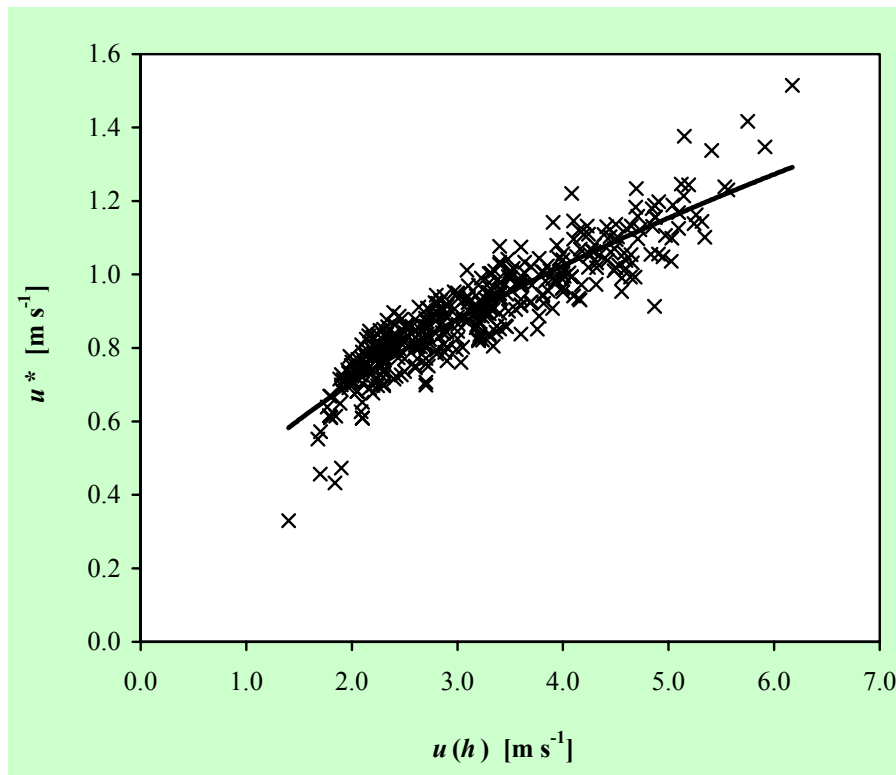
Priemerné mesačné hodnoty dynamickej drsnosti povrchu sledovaného smrekového porastu na oboch plochách počas rastových sezón 1998 – 2001 sú na obr. 3. Hodnota z_0 je na ploche Fs nižšia ako na ploche Fd, okrem konca rastového obdobia r. 2000 a v r. 2001. V r. 2001 svoju úlohu zohrala už uvedená prebierka porastu. Treba mať tiež na pamäti, že hodnota z_0 , ako si dokážeme ďalej, nie je konštantná a závisí tiež od rýchlosti prúdenia vzduchu.

Za predpokladu, že hodnoty z_0 a d sa nemenia s rýchlosťou vetra, z logaritmického zákona vyplýva lineárny vzťah medzi dynamickou rýchlosťou u^* a rýchlosťou vetra meranej v hladine h ,

$u(h)$. Lineárny vzťah medzi týmito rýchlosťami bol experimentom potvrdený nad holou pôdou, nad morskou hladinou, a tiež nad pastvinami (Hayashi, 1983). V tomto prípade hovoríme, že pastviny mali aerodynamicky stály tvar a hodnota z_0 závisí len od charakteristík porastu. Nad viacerými druhmi porastov však hodnota dynamickej rýchlosti rastie pomalšie a vzťah medzi u^* a $u(h)$ nie je lineárny a možno ho popísať vzťahom $u^* = a[u(h)]^b$, kde a , b sú konštanty. Potom rastlinný porast má aerodynamicky nestály tvar a možno očakávať, že hodnoty z_0 a d budú závisieť od rýchlosti vetra.



Obr. 3. Priemerné mesačné hodnoty dynamickej drsnosti povrchu z_0 mladého sledovaného porastu na oboch plochách počas 4 rastových sezón.



Obr. 4. Závislosť dynamickej rýchlosti u^* od rýchlosti vetra $u(h)$ meranej v hladine h na ploche Fs počas rastovej sezóny v r. 2000.

Hodnoty dynamickej rýchlosti u^* boli určené z analýzy vertikálnych profilov rýchlosti vetra. Z experimentu vyplynulo, že závislosť u^* od $u(h)$ možno popísať analyticky exponenciálnym vzťahom a teda sledovaný porast mladého smrekového porastu mal aerodynamicky nestály tvar. Na obr. 4 je uvedený príklad tejto závislosti na ploche Fs počas rastovej sezóny 2000. Závislosť medzi u^* a $u(h)$ na obr. 4 môže byť popísaná analyticky vzťahom:

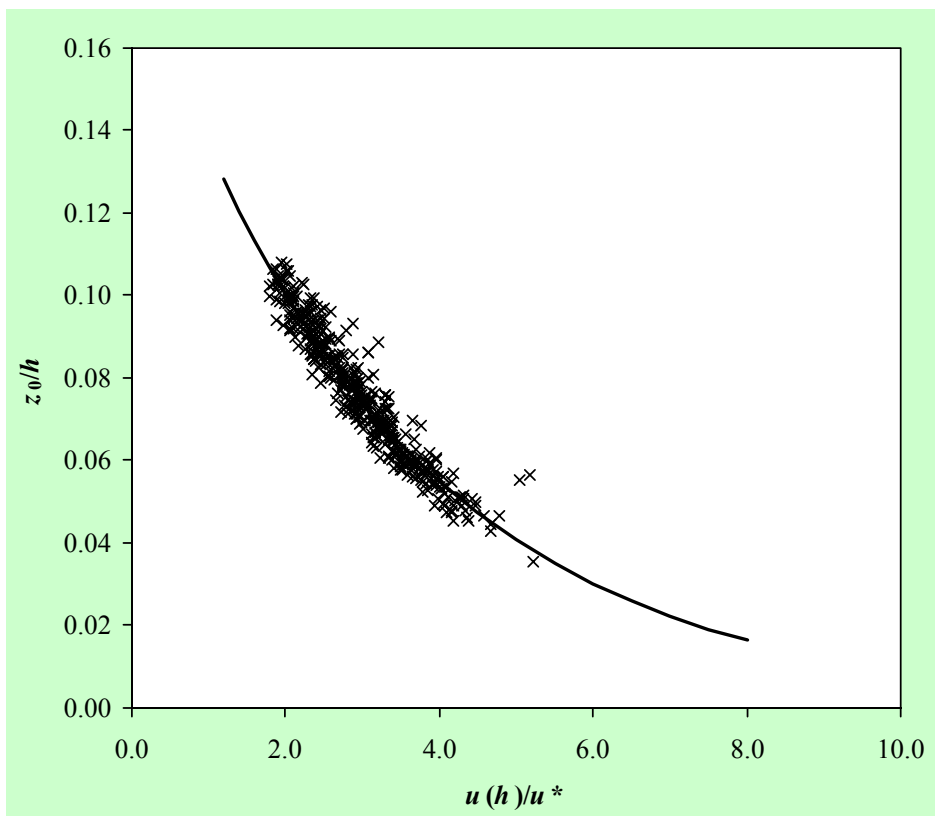
$$u^* = 0,49 [u(h)]^{0,54}, R^2 = 0,80. \quad (1)$$

Závislosť dynamickej drsnosti z_0 od rýchlosti vetra sme analyzovali ako závislosť relatívnej drsnosti $\xi_0 = z_0/h$ od bezrozmernej rýchlosti $\Gamma = u(h)/u^*$. Táto závislosť pre plochu Fs počas rastovej sezóny 2000 je vynesená graficky na obr. 5. Analyticky ju možno popísať vzťahom

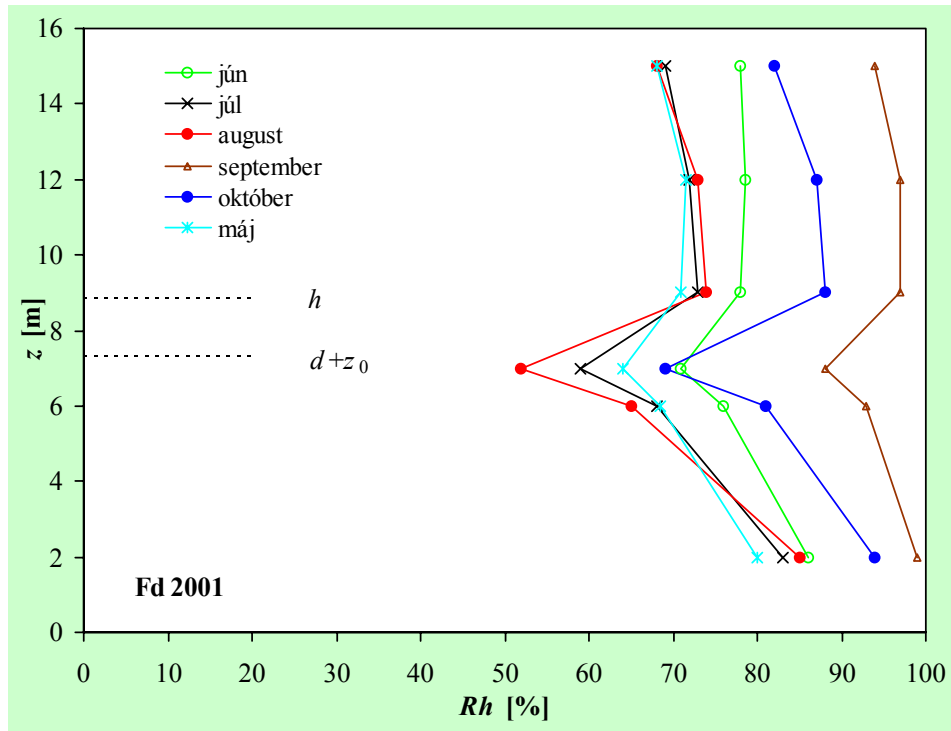
$$\xi_0 = 0,184 \exp(-0,302 \Gamma), R^2 = 0,92. \quad (2)$$

Odtiaľ vyplýva, že s rastom rýchlosti prúdenia vzduchu nad porastom, ktorý má aerodynamicky nestály tvar, hodnota dynamickej drsnosti povrchu klesá.

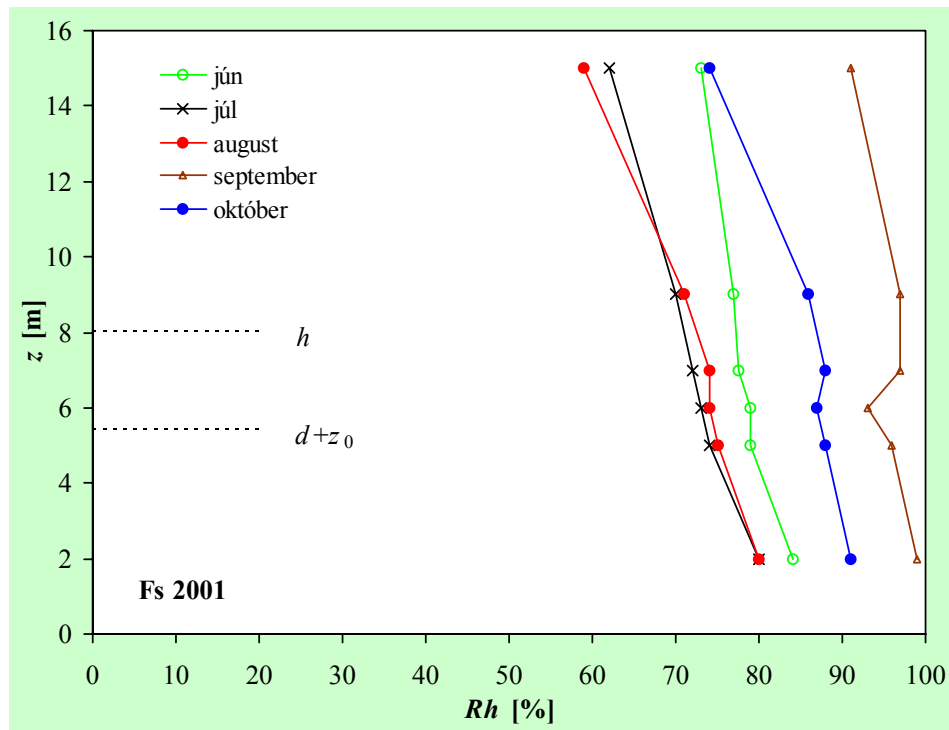
V ďalšom sa budeme zaoberať vplyvom sledovaného smrekového porastu na vertikálne zvrstvenie teploty a vlhkosti vzduchu. Z literatúry je známe, že vertikálne profily teploty a vlhkosti vzduchu v lesnom poraste a tesne nad ním sú podobné profilom v prízemnej vrstve atmosféry nad povrchom, ktorý je vytvorený vysokou vegetáciou. Hlavný rozdiel je v gradientoch, v lesnom poraste sú slabšie a denné zmeny sú menšie.



Obr. 5. Závislosť relatívnej drsnosti povrchu $\xi_0 = z_0/h$ od bezrozmernej rýchlosti $\Gamma = u(h)/u^*$ na ploche Fs počas rastového obdobia v r. 2000.



Obr. 6. Priemerná hodnota profilu relatívnej vlhkosti vzduchu Rh v jednotlivých mesiacoch rastového obdobia 2001 na ploche Fd.



Obr. 7. Rovnako ako na obr. 6 na ploche Fs.

Profily teploty a vlhkosti vzduchu vykazují maximum hodnoty vo vrstve nad vrstvou maximální korunovej hustoty, kde sú koncentrované zdroje tepla (vytvorené absorpciou žiarenia) a vodnej pary (vyvolané transpiráciou) (Arya, 2001). Potvrdila to analýza profilov vlhkosti vzduchu aj v sledovanom mladom smrekovom poraste.

Na obr. 6 a 7 sú graficky znázornené priemerné hodnoty profilu relatívnej vlhkosti vzduchu v jednotlivých mesiacoch v rastovom období 2001 na oboch plochách. Z obrázkov je zrejmé, že vertikálne profily relatívnej vlhkosti sú na ploche Fd a Fs rozdielne. Na ploche Fd s vyššou hustotou porastu sa potvrdil výrazný zdroj vodnej pary v hladine nad hladinou ($d+z_0$). Priemerná hodnota ($d+z_0$) v tomto rastovom období na ploche Fd bola 7,34 m ($d = 0,76h$ a $z_0 = 0,61$ m) pri priemernej výške porastu $h = 8,86$ m. V hladine efektívnej výšky porastu korunová hustota nadobúda maximálnu hodnotu, to znamená, že hodnota transpirácie je vysoká. Navyše, v hladine ($d+z_0$) sa rýchlosť prúdenia blíži k nule, čo prispieva ku koncentrácii vodnej pary nad touto hladinou. Sledovaný tvar vertikálneho profilu Rh na ploche Fd poukazuje jasne na dva zdroje vodnej pary. Prvý zdroj predstavuje povrch pôdy, hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu klesá s výškou od hladiny 2 m až do hladiny cca ($d+z_0$). V ďalšom priebehu vertikálneho profilu Rh sa prejaví druhý zdroj vodnej pary nad hladinou ($d+z_0$), kedy hodnota Rh stúpne a potom s výškou ďalej klesá. Pokles hodnoty Rh s výškou v tejto časti porastu a tesne nad ním je však menej výrazný.

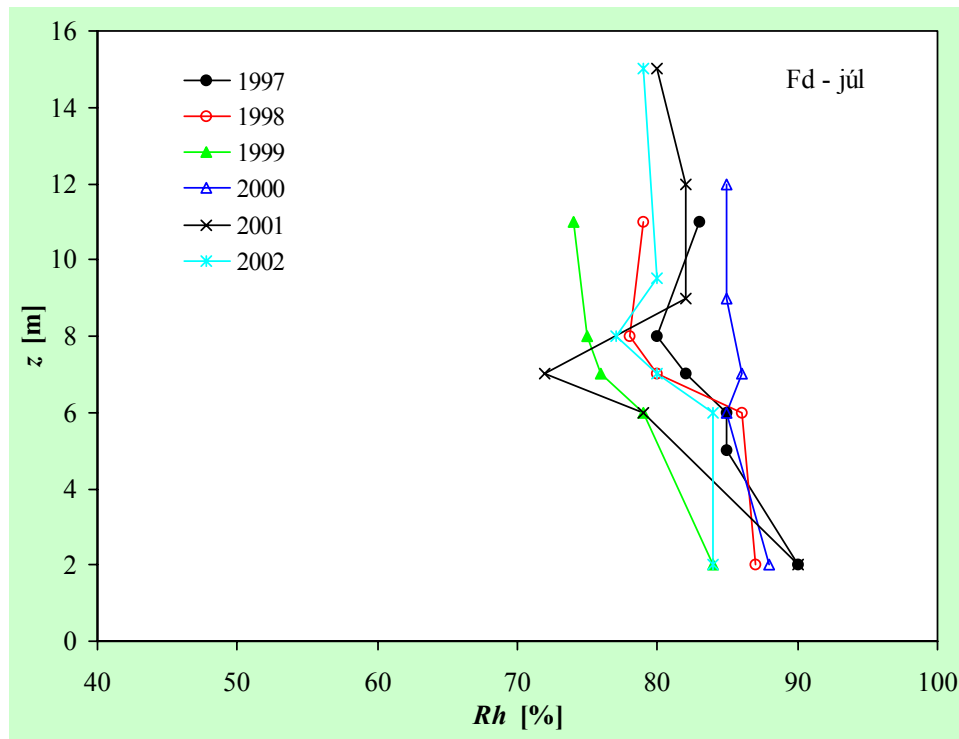
Iná situácia bola v tomto rastovom období na ploche Fs. V máji tu bola vykonaná prebierka a hustota porastu klesla z 2400 na 1880 stromov/ha. To výrazne ovplyvnilo korunovú hustotu porastu v tomto období, čo potvrdzuje výrazný pokles hodnoty d . Kým v rastovom období v r. 2000 bola hodnota $d = 0,76h$ pri priemernej výške porastu $h = 7,36$ m, v r. 2001 bola hodnota $d = 0,60h$ pri priemernej výške porastu $h = 8,07$ m. Menej výrazný zdroj

vodnej pary nad hladinou ($d+z_0$) možno pozorovať v auguste, v septembri a v októbri.

Vertikálne profily teploty vzduchu na rozdiel od relatívnej vlhkosti ani na ploche Fd v mesačných priemeroch nevykázali výraznejšie kolísanie hodnôt medzi jednotlivými hladinami v poraste a tesne nad ním. Na obr. 8 je na ploche Fd graficky znázornený priemerný mesačný vertikálny profil relatívnej vlhkosti vzduchu v júli v jednotlivých rokoch a na obr. 9 priemerný mesačný vertikálny profil teploty vzduchu za rovnaké obdobie.

Kým priemerný vertikálny profil relatívnej vlhkosti vzduchu v júli vykazuje nárast hodnoty Rh nad hladinou cca ($d+z_0$) temer v každom sledovanom roku, priemerný vertikálny profil teploty vzduchu v júli nepotvrdil väčšie kolísanie hodnôt teploty medzi jednotlivými hladinami. Rozdiel medzi priemernými hodnotami teploty vzduchu v júli v jednotlivých rokoch je v celom profile cca 4 °C. Rovnako to bolo aj v ďalších mesiacoch v sledovaných rastových obdobiach. Na základe porovnania priemerných hodnôt teploty v jednotlivých rokoch vidíme rozdiely, ktoré logicky vyplývajú zo závislosti relatívnej vlhkosti na teplote vzduchu. Ak najnižšia hodnota teplotného priemeru bola v júli 2000, obr. 9, potom musí byť relatívna vlhkosť najvyššia a čo je dôležité, nevykazuje vo vertikálnom profile výraznejšie rozdiely ako je tomu v ostatných rokoch. Pritom rok 2000 bol najteplejší za posledné storočie, ale júl bol mimoriadne daždivý. Júl patrí medzi mesiace maximálneho rastu, čo znamená, že aj transpirácia pri vhodných atmosferických podmienkach nadobúda maximálne hodnoty. To znamená, že aj zdroj vodnej pary bude nad hladinou maximálnej korunovej hustoty v tomto čase veľký, obr. 8. Treba si uvedomiť, že uvedené príklady vertikálnych profilov teploty a vlhkosti vzduchu sú mesačné priemery, kedy sa brali do úvahy dni jasné aj dni zamračené a dni s rôznym prúdením vzduchu. To sú charakteristiky, ktoré významne ovplyvňujú transpiráciu

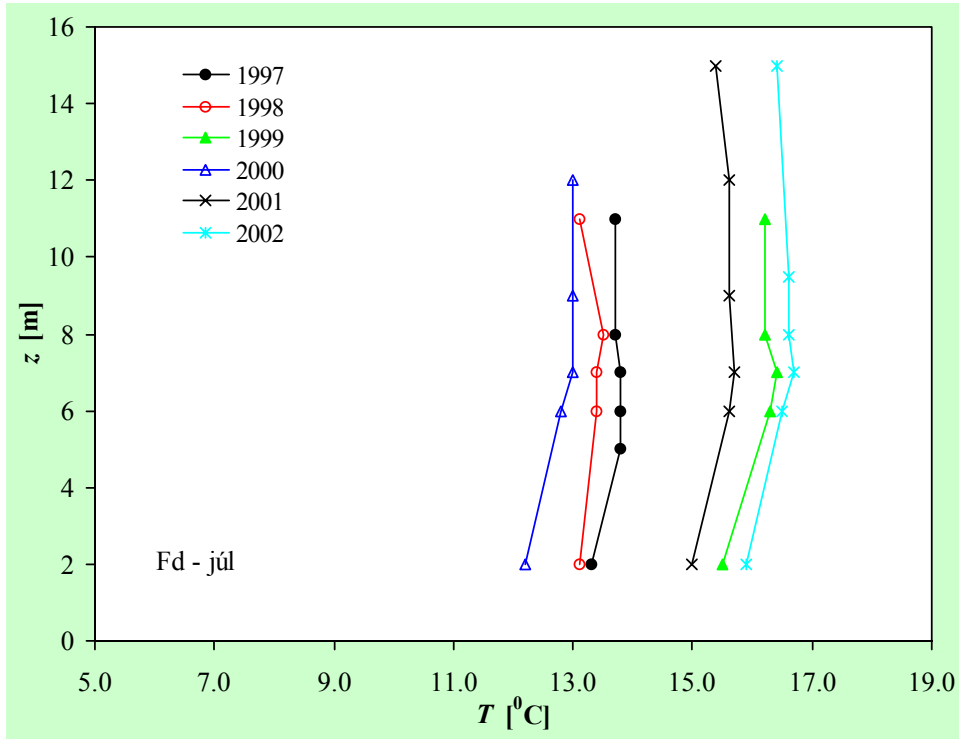
a tiež vertikálne zvrstvenie teploty vegetáciou.
a vlhkosti vo vrstve vzduchu ovplyvnenej



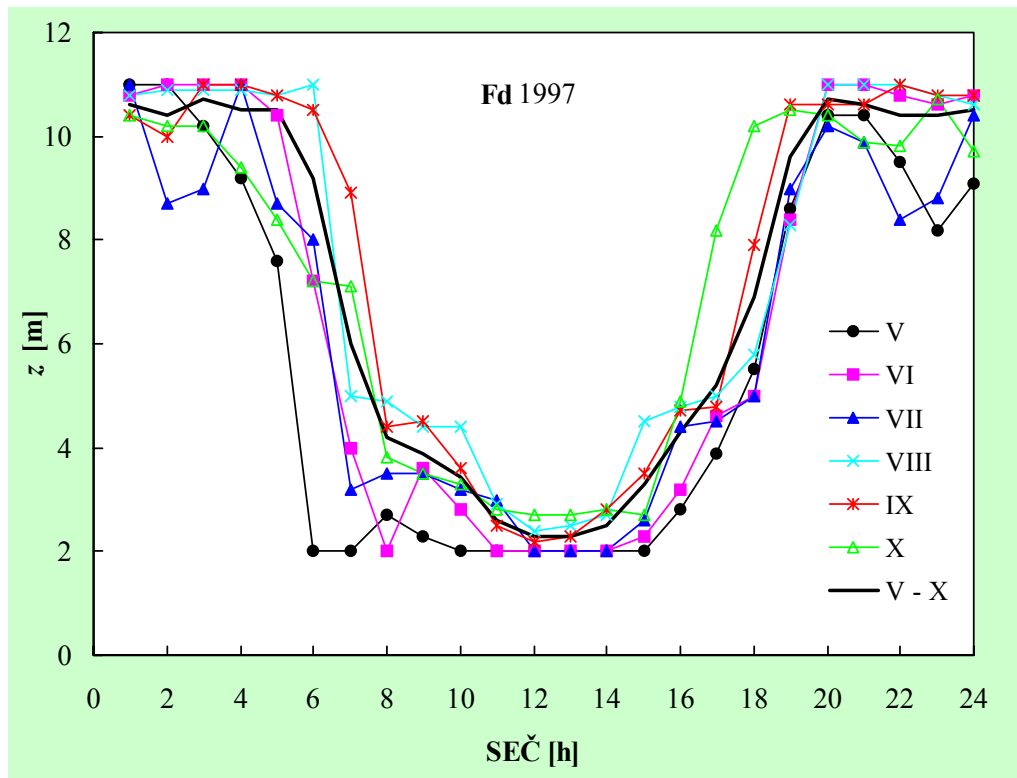
Obr. 8. Priemerný mesačný profil relatívnej vlhkosti vzduchu Rh v júli v rokoch 1997 – 2002 na ploche Fd.

Ukázalo sa však, že maximum priemernej hodinovej hodnoty teploty vzduchu \bar{T}_h sa môže posúvať počas dňa do rôznych hladín. Preto bolo sledované kolísanie hladiny maxima hodnoty \bar{T}_h v smrekovom lese a tesne nad ním v jednotlivých mesiacoch i počas celého rastového obdobia. Ako

príklad uvedieme kolísanie hladiny maxima priemernej hodinovej hodnoty \bar{T}_h v sledovanom poraste v jednotlivých mesiacoch rastového obdobia v r. 1997 na ploche Fd, pri priemernej výške porastu 6,40 m, obr. 10.



Obr. 9. Priemerný mesačný profil teploty vzduchu T v júli v rokoch 1997 – 2002 na ploche Fd.



Obr. 10. Kolísanie hladiny výskytu maxima priemernej hodinovej teploty vzduchu v korunách stromov smrekového lesa počas dňa.

Podľa rozloženia hladín výskytu teplotných maxím počas priemerného dňa sa môžu uviesť rozdiely medzi jednotlivými mesiacmi. Oproti priemernému rozloženiu sa najviac odlišuje priebeh v mesiaci máj, kedy výskyt maxima sa z vyšších hladín veľmi rýchle presúva do hladiny 2 m, kde sa vyskytuje súvisle od 6. do 15. hodiny. Tento časový úsek je najdlhší zo všetkých sledovaných mesiacov. Jún vykazuje výrazný rozdiel oproti priemernému chodu medzi 2. až 6. hodinou ráno, ale hlavne medzi 15. až 19. hodinou, kedy sa maximálne hodnoty teploty z hladiny 2 m presúvajú do hladiny 11 m. V októbri je naopak najdlhšie obdobie maximálna hodnota teploty \bar{T}_h v hladine 11 m, a to od 19. do 6. hodiny ráno.

Obecne možno uviesť, že posúvanie maximálnych hodnôt teploty vzduchu \bar{T}_h z hladiny 11 m do porastu, teda do hladiny pod 5 m, sa uskutočňuje medzi 5. až 8. hodinou ráno. Naopak presúvanie maximálnych hodnôt \bar{T}_h do vyšších hladín, teda z hladiny 2 a 3 m do hladiny 11 m, sa uskutočňuje od 14. hodiny (v júli a v októbri), resp. od 15. hodiny (v ostatných mesiacoch) do 17. hodiny (len v máji), častejšie do 18. až 19. hodiny. V priemere za celé sledované obdobie sa maximálne hodnoty \bar{T}_h počas dňa vyskytujú 10 hodín medzi hladinami 10 až 11 m, naproti tomu medzi hladinami 2 až 3 m len 3 hodiny, a to medzi 11. až 14. hodinou.

Z á v e r

Vegetácia znižuje denné zmeny amplitúdy teploty vzduchu, transpirácia zvyšuje obsah vodných pár v atmosfére, špecifický radiačný režim je výsledkom interakcie medzi slnečným žiarením a rastlinným porastom. Vegetačná pokrývka modifikuje vertikálny profil rýchlosti vetra v prízemnej vrstve atmosféry a ovplyvňuje tiež množstvo zrážok dopadajúcich na povrch pôdy,

čím spolupôsobí pri formovaní jej vodného režimu. To všetko možno zhrnúť pod klímatvorné účinky rastlinných porastov (Matejka, Huzulák, 1987).

Vplyv mladého smrekového porastu na prúdenie a vertikálne zvrstvenie teploty a vlhkosti vzduchu bol sledovaný na základe analýzy profilových meraní na Experimentálnom ekologickom pracovisku Ústavu ekológie krajiny AV ČR v lokalite Bílý Kříž v ČR. Boli analyzované vertikálne profily za rastové obdobie (máj – október) v r. 1997-2001, kedy boli merania realizované nepretržite v automatickom režime na ploche Fd s hustotou porastu 2600 stromov/ha a na ploche Fs s hustotou 2400 stromov/ha, resp. od mája 2001 1880 stromov/ha. V rokoch 1994-1996 boli merania realizované expedične.

Potvrdila sa silná závislosť efektívnej výšky d na hustote porastu. V r. 1994, kedy mal mladý 13 ročný smrekový porast na ploche Fd priemernej výšky $h = 4,5$ m nízku hodnotu LAI, bola hodnota $d/h = 0,33$. V rokoch 1997-2001 bola hodnota pomeru d/h v intervale hodnôt 0,70 až 0,76. Z analýzy vertikálnych profilov rýchlosti vetra tiež vyplynulo, že sledovaný porast mal aerodynamicky nestály tvar a hodnota dynamickej drsnosti povrchu z_0 závisela nielen od výšky porastu, ale aj od rýchlosti prúdenia $u(h)$. Ukázalo sa, že túto závislosť možno analyticky popísať vzťahom $z_0/h = a \exp[b u(h)/u^*]$, kde u^* je dynamická rýchlosť a a, b sú empirické konštanty.

Z literatúry je známe, že profily teploty a vlhkosti vykazujú maximum hodnoty vo vrstve maximálnej korunovej hustoty, kde sú koncentrované zdroje tepla absorbovaním žiarenia a vodnej pary vytvorené transpiráciou. Potvrdila to analýza profilov (mesačných priemerov) aj v sledovanom mladom smrekovom poraste, kde tento jav bol preukázateľnejší u vlhkosti vzduchu. U teploty vzduchu to bolo zaznamenané v posledných rokoch vďaka väčšej hustote porastu. Najnižšiu teplotu má vrstva do 2 m, vo vrstve 2 m až do hladiny d platí

v priemere slabá inverzia a vyššie približne izotermia až do príľahlej vrstvy vzduchu nad porastom. S týmto korešponduje aj výsledok sledovania výskytu hladiny maximálnej priemernej hodinovej hodnoty teploty vzduchu počas dňa v korunách a tesne

nad porastom. Približne v dobe kladnej radiačnej bilancie je maximum \bar{T}_h v najnižších vrstvách porastu, pri zápornej bilancii v príľahlej vrstve vzduchu nad korunami.

Pod'akovanie

Autori ďakujú Grantovej agentúre VEGA (projekt č. 2/2093/22) a Grantovej agentúre Českej republiky (projekt č. 526/03/1104) za finančnú podporu pri riešení uvedených projektov.

Literatúra

- Arya, P. S., 2001: Introduction to Micrometeorology. N.Y. : Academic Press, 420 p.
- Hayashi, Y., 1983: Aerodynamical properties of air layer affected by vegetation. Environm. Res. Center Papers, 3. Ibaraki (Japan) : ERC the University of Tsukuba, 54 p.
- Hurtalová, T., Matejka, F., 1999: Surface characteristics and energy fluxes above different plant canopies. *Agricultural and Forest Meteorology* 98-99, 491-500.
- Intribus, I., 1977: Význam klimatickej funkcie lesa v ochrane životného prostredia. In: Les ako súčasť životného prostredia. Ed. D. Zachar. Bratislava : VEDA, 63-70.
- Matejka, F., Hurtalová, T., Rožnovský, J., Janouš, D., 2000: Vplyv mladého smrekového porastu na príľahlú vrstvu vzduchu. Bratislava : Polygrafia SAV, 92 s.
- Matejka, F., Huzulák, J., 1987: Analýza mikroklimy porastu. Bratislava : VEDA, 232 s.
- Mölder, M., Grelle, A., Lindroth, A., Halldin, S., 1999: Flux profile relationships over a boreal forest – roughness sublayer corrections. *Agricultural and Forest Meteorology* 98-99, 645-658.
- Quitt, E., 1971: Klimatické oblasti Československa. *Studia Geographica* 16, 84 s.

RNDr. Tat'jana Hurtalová, CSc., RNDr. František Matejka, CSc., GFÚ SAV, Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava, SR
e-mail: geoftahu@savba.sk, geofmate@savba.sk

Ing. Dalibor Janouš, CSc., Ústav ekologie krajiny AV ČR, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČR
e-mail: ejanous@brno.cas.cz

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc., MZLU, Zemědělská 1, 613 00 Brno, ČR
e-mail: roznovsky@chmi.cz

