

ZVLÁŠTNOSTI VERTIKÁLNÝCH PROFILOV VYBRANÝCH CHARAKTERISTÍK PRÍZEMNEJ VRSTVY ATMOSFÉRY NAD SMREKOVÝM LESOM

SPECIALITIES OF THE VERTICAL PROFILES OF THE ATMOSPHERE SURFACE LAYER SELECTED CHARACTERISTICS OVER SPRUCE FOREST

¹ HURTALOVÁ Tatjana, ¹ MATEJKA František, ² ROŽNOVSKÝ Jaroslav, ³ JANOUŠ Dalibor

¹ Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava, SR

² Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ČR

³ Ústav ekologie krajiny AV ČR, ČR

Abstract: The results of vertical profile measurements of the air temperature and humidity measured in and above young spruce forest stand have been evaluated with the aim to analyze the specialities of these profiles in the air layer affected by this forest stand. The used experimental data were obtained at the Experimental Ecological Study Site located in Moravian-Silesian Beskydy Mts. (N 49°, 30'17'', E 18°, 32', 28'', 848-908m a.s.l.). This 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, plot areas cover is 2500 m² each. After the thinning in May 2001 the density in Fs plot was 1880 trees per ha. The experimental data were measured by automatic measuring in and above investigated stand in Fd plot from 1997 and in Fs plot from 1998 year, every time during growing season from May to October. 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 variation is smaller in forest stands. The analysed relativity humidity vertical profiles indicated two water vapor sources. One of these sources was created by the soil surface and the second was located near the level of maximum foliage density.

Key words: spruce stand, atmosphere surface layer, vertical profile, air temperature, air humidity

Úvod

Hrozba zmeny klímy sa považuje za najvýznamnejší environmentálny problém v doterajšej histórii ľudstva. A práve lesné ekosystémy vzhľadom na svoju rozlohu a štruktúru hrajú významnú úlohu pri vytváraní, modifikovaní a ochrane mikroklímy (*Intribus*, 1977). Výskum vzájomných vzťahov medzi fyziologickými, hydrologickými a meteorologickými procesmi v systéme pôda – vegetácia – atmosféra má interdisciplinárny charakter a realizuje sa často v rámci medzinárodných programov (*Halldin et al.*, 1999). V lokalite Bílý Kříž vo vrcholových častiach Moravsko-sliezskych Beskýd, v rámci široko zameraného výskumného programu, sa vykonáva aj analýza vplyvu mladého smrekového porastu na vybrané charakteristiky stavu prízemnej vrstvy atmosféry (*Matejka et al.*, 2000).

Cieľom predloženého príspevku je na základe meraní vertikálnych profilov teploty a vlhkosti vzduchu v mladom smrekovom lese a tesne nad ním analyzovať zvláštnosti týchto profilov vo vrstve vzduchu ovplyvnenej sledovaným lesným porastom.

Materiál a metódy

Profilové merania teploty a vlhkosti vzduchu boli získané na Experimentálnom ekologickom pracovisku Ústavu ekológie krajiny AV ČR, ktoré sa nachádza v lokalite Bílý Kříž v ČR (N 49°, 30'17'', E 18°, 32', 28'', n. v. 848-908m). Táto oblasť patrí do lesnatej vrcholovej časti Moravsko-sliezskych Beskýd. Experimentálny povrch tvorí porast smreku obyčajného (*Picea abies* (L.) K a r s t) 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 s rozlohou každej 2500 m² ale s rôznou hustotou porastu. Plocha Fd (Dense Forest) má hustotu porastu 2600 stromov/ha a plocha Fs (Sparse Forest) 2400 stromov/ha. V máji 2001 bola na ploche Fs vykonaná prebierka a hustota po nej dosiahla hodnotu 1880 stromov/ha. Tento prebierkový zásah významne ovplyvnil štruktúru a architektúru porastu na ploche Fs.

Z hľadiska klimatologickej klasifikácie podnebia ČR (Quitt, 1971) patrí výskumná lokalita do oblasti chladnej (CH 7) s dĺžkou hlavného vegetačného obdobia 120–140 dní a s priemerným počtom letných dní 10–30. Priemerná ročná teplota vzduchu je 4,9 °C, úhrn zrážok za vegetačné obdobie činí 600–700 mm a za chladné obdobie 400–500 mm. Priemerná ročná hodnota relatívnej vlhkosti vzduchu je 80%. Priemerný počet jasných dní v roku je 40–50 a zamračených 150–160.

Profily meteorologických charakteristík, 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, na ploche Fd od r. 1997 a na ploche Fs o rok neskôr od r. 1998. Snímače meraných veličín sú umiestnené na oboch plochách na 15 m vysokom kovovom stožiarí v 5 a neskôr v 6 výškových hladinách rozmiestnených v poraste a tesne nad ním (Matejka et al., 2000).

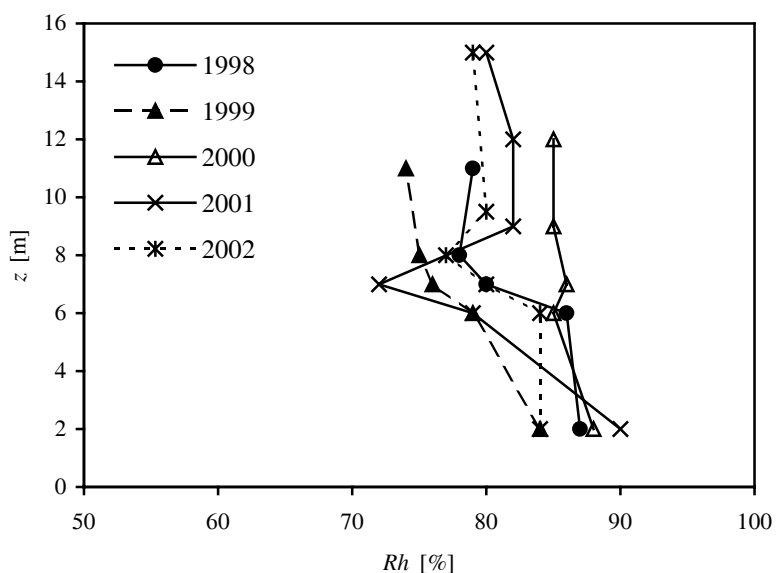
Výsledky a diskusia

Pre porovnanie v nasledujúcej tabuľke je uvedená priemerná hodnota za rastové obdobie výšky porastu h , pomeru d/h , kde d je efektívna výška porastu a dynamickej drsnosti povrchu z_0 na oboch plochách v rokoch 1997–2002. Ako vidieť z tabuľky, rôzna hustota porastu ovplyvnila rast a vývoj smrekového porastu na plochách. Pokles hodnoty d/h a naopak zväčšenie dynamickej drsnosti povrchu v r. 2001 na ploche Fs bolo spôsobené prebierkou porastu, kedy hustota klesla z 2400 na 1880 stromov/ha, čo významne ovplyvnilo štruktúru a architektúru porastu.

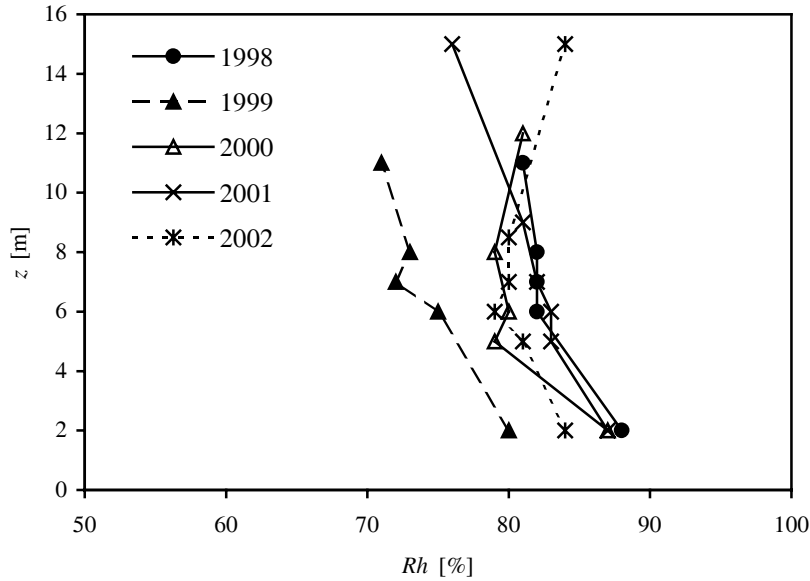
	Fd			Fs		
	h [m]	d/h	z_0 [m]	h [m]	d/h	z_0 [m]
1997	6,40	0,69	0,71			
1998	7,12	0,75	0,48	6,16	0,69	0,41
1999	7,75	0,76	0,58	6,80	0,70	0,52
2000	8,34	0,76	0,58	7,36	0,76	0,57
2001	8,86	0,76	0,61	8,07	0,60	0,69
2002	9,58	0,76	0,60	8,64	0,72	0,57

Z literatúry je známe, že vertikálne profily teploty a vlhkosti vzduchu vo vrstve vzduchu ovplyvnenej lesným porastom sú podobné profilom v prízemnej vrstve atmosféry nad povrchom pokrytým vysokou vegetáciou (Arya, 2001). Rozdiel je v gradientoch, v lesnom poraste sú slabšie a denné zmeny teploty a vlhkosti vzduchu sú menšie.

Na obr. 1 a 2 sú graficky znázornené priemerné mesačné hodnoty profilu relatívnej vlhkosti vzduchu Rh na ploche Fd a Fs v júli v r. 1998 – 2002. Mesiac júl je letný mesiac a patrí medzi mesiace intenzívneho rastu sledovaného porastu.



Obr. 1. Priemerná mesačná hodnota profilu relatívnej vlhkosti vzduchu Rh na ploche Fd v júli.

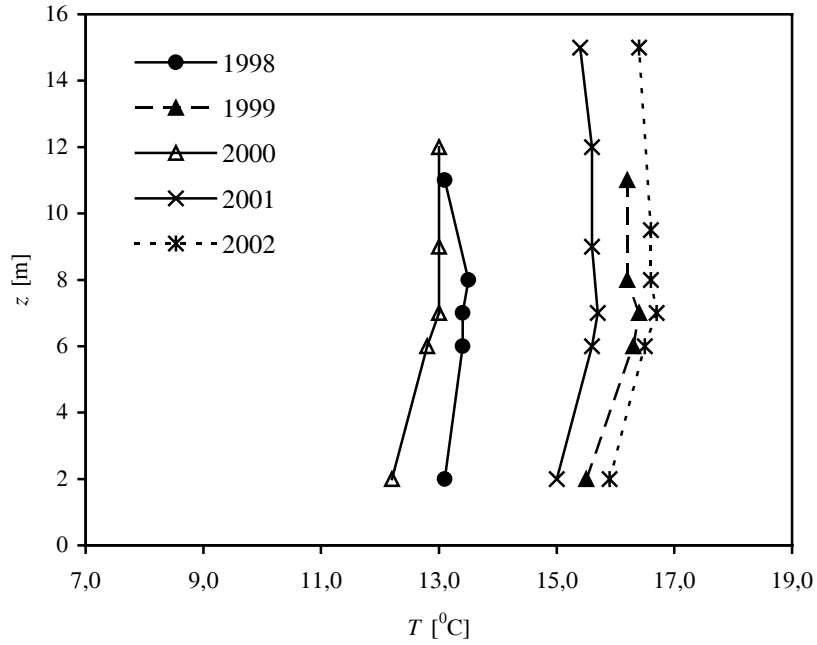


Obr. 2. Priemerná mesačná hodnota profilu relatívnej vlhkosti vzduchu Rh na ploche Fs v júli.

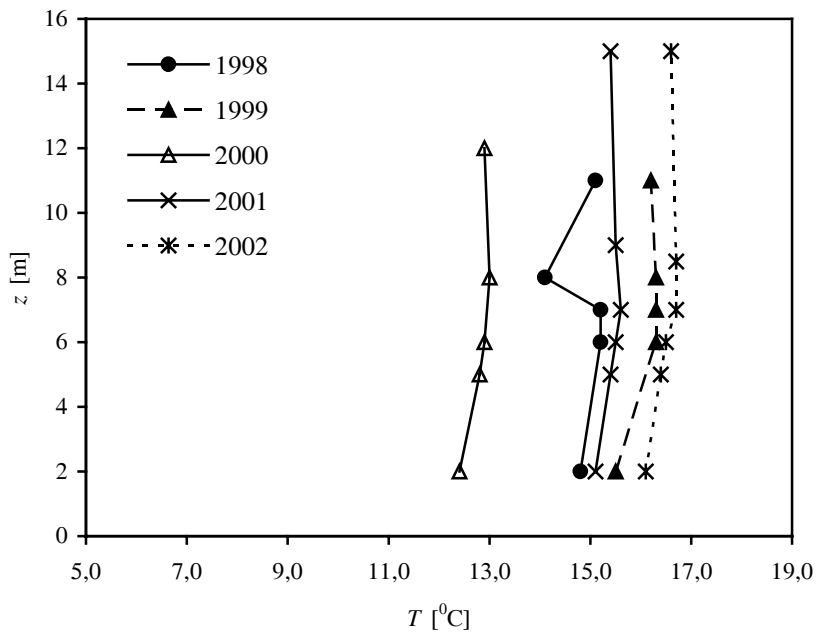
Profil vlhkosti vzduchu vykazuje maximum hodnoty vo vrstve nad vrstvou maximálnej korunovej hustoty, kde je koncentrovaný zdroj vodnej pary vyvolaný transpiráciou (Arya, 2001).

Z obrázkov je zrejmé, že vertikálne profily Rh sú na ploche Fd a Fs rozdielne. Tvar vertikálneho profilu Rh na ploche Fd poukazuje na dva zdroje vodnej pary. Prvý zdroj predstavuje povrch pôdy, hodnota Rh klesá s výškou od hladiny 2 m až do hladiny cca $(d+z_0)$. Na ploche Fd s vyššou hustou porastu sa potvrdil výrazný druhý zdroj vodnej pary v hladine nad hladinou $(d+z_0)$. V hladine okolo efektívnej výšky porastu korunová hustota nadobúda maximálnu hodnotu, to znamená, že hodnota transpirácie pri vhodných atmosferických podmienkach bude vysoká. Navyše, v hladine $(d+z_0)$ sa rýchlosť prúdenia blíži k nule, čo prispieva ku koncentrácii vodnej pary nad touto hladinou. Hodnota Rh stúpne a potom s výškou ďalej klesá. Pokles hodnoty Rh v tejto časti porastu a tesne nad ním je však menej výrazný. Na ploche Fs s nižšou hustotou porastu je zdroj vodnej pary nad hladinou maximálnej korunovej vrstvy menej výrazný.

Vertikálne profily teploty vzduchu na rozdiel od relatívnej vlhkosti ani na ploche Fd v mesiaci júli nevykázali výraznejšie kolísanie hodnôt medzi jednotlivými hladinami v poraste a tesne nad ním, obr. 3 a 4. Rozdiel medzi priemernými hodnotami teploty vzduchu v sledovanom mesiaci v jednotlivých rokoch je v celom profile cca 4 °C, obr. 3, 4. Rovnako to bolo aj v ďalších mesiacoch. Ďalej, ak najnižšia hodnota teplotného priemeru v júli bola v r. 2000, potom musí byť relatívna vlhkosť v júli 2000 najvyššia a čo je dôležité, nevykazuje vo vertikálnom profile výraznejšie rozdiely. To preto, že rok 2000 bol síce za posledné storočie najteplejší, ale júl bol mimoriadne daždivý, to znamená, že hodnota transpirácie bola nízka a druhý zdroj vodnej pary bol málo výrazný. Treba si tiež uvedomiť, že anaky-



Obr. 3. Priemerná mesačná hodnota profilu teploty vzduchu T na ploche Fd v júli.



Obr. 4. Priemerná mesačná hodnota profilu teploty vzduchu T na ploche Fs v júli.

zujeme mesačné priemery vertikálnych profilov relatívnej vlhkosti a teploty vzduchu, kedy sa brali do úvahy jasné aj zamračené dni a tiež dni s rôznym prúdením vzduchu. To sú charakteristiky, ktoré významne ovplyvňujú transpiráciu a tiež vertikálne zvrstvenie teploty a vlhkosti vo vrstve vzduchu ovplyvnenej rastlinným porastom.

Typická pre lesný porast je teplotná inverzia v spodných častiach porastu, hlavne v denných hodinách. Mierny vzrast hodnoty teploty vzduchu s výškou badať aj v priemerných mesačných profiloch, obr. 3 a 4. V noci profily teploty vzduchu v spodných častiach porastu sú blízke izotermii.

Ďalej bolo sledované kolísanie hladiny výskytu maxima priemernej hodinovej teploty vzduchu, \bar{T}_h , v korunách stromov sledovaného smrekového lesa počas dňa. Ukázalo sa, že v priemere za celé rastové obdobie sa maximálne hodnoty \bar{T}_h počas dňa vyskytujú 10 hodín nad porastom, len medzi 11. až 14. hodinou sa vyskytujú v poraste a to medzi hladinami 2 až 3 m.

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.

Súhrn

Zvláštnosti vertikálnych profilov teploty a vlhkosti vrstvy vzduchu ovplyvnenej mladým smrekovým lesom boli analyzované na základe výsledkov meraní týchto charakteristík v sledovanom poraste a tesne nad ním počas rastového obdobia (máj – október). Profilové merania boli získané na Experimentálnom ekologickom pracovisku Ústavu ekológie krajiny AV ČR, ktoré sa nachádza v lokalite Bílý Kříž, v lesnatej vrcholovej časti Moravsko-sliezskych Beskýd.

Experimentálny povrch tvorí porast smreku obyčajného (*Picea abies* (L.) K a r s t) založený v r. 1981 na miernom juho-juhozápadnom svahu s maximálnym sklonom 13%. Experimentálna plocha je rozdelená na dve časti s rozlohou každej 2500 m² ale s rôznou hustotou porastu. Plocha Fd má hustotu porastu 2600 stromov/ha a plocha Fs 2400 stromov/ha. V máji 2001 bola na ploche Fs vykonaná prebierka a hustota po nej dosiahla hodnotu 1880 stromov/ha. Tento prebierkový zásah významne ovplyvnil štruktúru a architektúru porastu na ploche Fs.

Ukázalo sa, že vertikálne profily relatívnej vlhkosti vzduchu *Rh* sú na ploche Fd a Fs rozdielne. Tvar vertikálneho profilu *Rh* na ploche Fd poukazuje na dva zdroje vodnej pary. Prvý zdroj predstavuje povrch pôdy, hodnota *Rh* klesá s výškou od hladiny 2 m až do hladiny cca ($d+z_0$). Na ploche Fd s vyššou hustou porastu sa potvrdil výrazný druhý zdroj vodnej pary v hladine nad hladinou ($d+z_0$). V hladine okolo efektívnej výšky porastu *d* korunová hustota nadobúda maximálnu hodnotu, to znamená, že hodnota transpirácie pri vhodných atmosferických podmienkach bude vysoká. Navyiac, v hladine ($d+z_0$) sa rýchlosť prúdenia blíži k nule, čo prispieva ku koncentrácii vodnej pary nad touto hladinou. Hodnota *Rh* stúpne a potom s výškou ďalej klesá. Pokles hodnoty *Rh* v tejto časti porastu a tesne nad ním je však menej výrazný. Na ploche Fs s nižšou hustotou porastu je zdroj vodnej pary nad hladinou maximálnej korunovej vrstvy menej výrazný.

Vertikálne profily teploty vzduchu na rozdiel od relatívnej vlhkosti ani na ploche Fd nevykázali výraznejšie kolísanie hodnôt medzi jednotlivými hladinami v poraste a tesne nad ním.

Kľúčové slová: smrekový porast, prízemná vrstva atmosféry, vertikálny profil teploty a vlhkosti vzduchu

Literatúra

Arya, P. S., 2001: Introduction to Micrometeorology. N.Y. : Academic Press, 420 p.

Halldin, S., Gryning, S-E., Gottschalk, L., Jochum, A., Lundin, L-C., Van den Griend, A. A., 1999: Energy, water and carbon exchange in a boreal forest landscape – NOPEX experiences. *Agric. And Forest Meteorol.*, 98-99, 5-29.

Intribus, R., 1977: Význam klimatickej funkcie lesa v ochrane životného prostredia. In: Les ako súčasť životného prostredia. Ed. D. Zachar. Bratislava : VEDA, 63–70.

Matejka, F., Hortalová, t., Rožnovský, J., Janouš, D., 2000: Vplyv mladého smrekového porastu na príľahlú vrstvu vzduchu. Bratislava : Polygrafia SAV, 92 s.

Quitt, E., 1971: Klimatické oblasti Československa. *Studia Geographica* 16, 84 s.

Kontaktná adresa:

RNDr. Tatjana Hortalová, CSc., Geofyzikálny ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava
tel.: 02 5477 2309, fax: 02 5941 0626, email: geoftahu@savba.sk