

ANALÝZA VPLYVU METEOROLOGICKÝCH FAKTOROV NA INTENZITU TRANSPIRAČNÉHO PRÚDU MODELOVÝCH VZORNÍKOV BUKA

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON MODEL BEECH TREES SAP FLOW INTENSITY

¹ Střelcová, K., ² Mind'áš, J., ¹ Gömöry, D.

¹Technická univerzita, Lesnícka fakulta, Masarykova 24, 960 53 Zvolen

²Lesnícky výskumný ústav, Masarykova 22, 960 92 Zvolen

Abstract

The results of one year (1996) investigation of the influence of environmental conditions (selected meteorological factors and soil water potential) on sap flow and transpiration of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the middle mountain region of Poľana Mts. are presented in this paper. Investigations were carried out in a mature mixed fir-spruce-beech stand in the research study area "Poľana – Hukavský grúň", located in the south-eastern part of Poľana Mts. region in the Biosphere Reserve UNECSO (850 m a.s.l.), central Slovakia. Sap flow of three model beech trees was estimated by direct, non-destructive and continuous measurements by a tree-trunk heat balance method (THB) with internal heating and sensing of the temperature. Meteorological factors were measured automatically using a DELTA-T data-logger. A detailed analysis of the influence of meteorological characteristics on sap flow intensity of three model beech trees, measured in 15 minutes intervals during the 1996 vegetation period, showed a close correlation with the global radiation ($I_{yx} = 0,80$), saturation deficit ($I_{yx} = 0,76$) and temperature ($I_{yx} = 0,67$) and relative humidity ($I_{yx} = -0,64$) of the air.

ÚVOD

Prítomnosť a štruktúra korunového zápoja ovplyvňuje mikroklimu stanovišťa pohlcovaním slnečného žiarenia, znižovaním rýchlosti vetra a zúčastňovaním sa ako zdroj, alebo spotreba (sink) na výmene hmoty a energie. Na druhej strane, prostredie okolo zapojených korún porastu ovplyvňuje fyziologické procesy, rast a vývoj porastu. Vzájomné ovplyvňovanie v systéme porast – atmosféra závisí nielen od vlastností a štruktúry porastu, ale v nemalej miere aj od konkrétnych meteorologických podmienok (poveternostnej situácie) v danom čase.

Ako uvádzajú MASAROVIČOVÁ *et al.* (1989), najčastejšou a najbežnejšou formou kvantitatívneho vyhodnotenia výsledkov merania jednotlivých zložiek vodnej prevádzky rastlín je regresná analýza, pričom nezávisle premenné veličiny sú parametre predstavujúce fyzikálny stav prostredia. Jednotlivé zložky vodného režimu (ako je príjem alebo výdaj vody) sa často korelujú s teplotou vzduchu a sýtosťným doplnkom (napr. HUZULÁK 1981, NAVARA 1984, MASAROVIČOVÁ *et al.* 1989). Intenzita transpiračného prúdu v hodinovom, alebo

dennom kroku je najčastejšie sledovaná vo vzťahu k intenzite globálneho žiarenia, teplote vzduchu, sýtoštnému doplnku ovzdušia, potenciálnemu výparu (PENKA 1985, SCHULZE *et al.* 1985, ČERMÁK & KUČERA 1990a, MOLNÁR *et al.* 1993, CIENCIALA *et al.* 1994, HEIMANN 1995, POKORNÝ & OPLUŠTILOVÁ 1999). Z uvedených prác rezultuje poznatok, že pri dostatočnej zásobe pôdnej vody dominantný vplyv na intenzitu transpirácie či transpiračného prúdu počas dňa má slnečná radiácia, teplota a vlhkosť vzduchu.

Cieľom práce bolo analyzovať vplyv jednotlivých meteorologických faktorov na intenzitu transpiračného prúdu troch vzorníkov buka meranú s krokom 15 minút pre dlhšie časové obdobie, tj. celé vegetačné obdobie roku 1996 od 1.5. do 16. 10. (169 dní) so zameraním sa aj na obdobia s nižšou zásobou pôdnej vody.

MATERIÁL A METÓDY

Experimentálne merania sme uskutočnili na lokalite Poľana - Hukavský Grúň, ktorá sa nachádza asi 10 km severne od mesta Hriňová (48° 39' SZŠ, 19° 29' VZD) v nadmorskej výške okolo 850 m na pravidelnom severovýchodne orientovanom svahu so sklonom 5 - 10°. Porast patrí do 5. lesného vegetačného stupňa, živného radu B, skupiny lesných typov *Abieto-Fagetum*, lesný typ nitrofilná jedľová bučina. Zastúpenie drevín na výskumnej ploche je nasledovné: buk lesný 70%, smrek obyčajný 20%, jedľa biela 3,5 %, ojedinele jaseň štíhly, javor horský a topoľ osikový.

Transpiračný prúd bol meraný na troch modelových vzorníkoch buka (dva úrovňové jedince označované ďalej ako *buk 228* s priemerom $d_{1,3} = 50$ cm a *buk 306* s $d_{1,3} = 44$ cm a jeden podúrovňový s označením *buk 301* s $d_{1,3} = 26$ cm) metódou tepelnej bilancie (THB) s vnútorným (priamym) elektrickým ohrevom vodivých pletív pomocou 5 elektród, zarazených do vodivej časti xylému (KUČERA *et al.* 1977, ČERMÁK *et al.* 1973).

Teplota, vlhkosť vzduchu, slnečná radiácia a rýchlosť vetra boli kontinuálne merané snímačmi nad lesným porastom (vo výške 34 m nad pôdou) na meteorologickej veži umiestnenej v sledovanom poraste a ukladané v 10 minútovom intervale do pamäte meracej ústredne značky DELTA-T.

Pri analýze sme použili údaje o intenzite transpiračného prúdu a meteorologické charakteristiky (globálne žiarenie, teplotu vzduchu a pôdy, sýtoštný doplnok, relatívna vlhkosť vzduchu, rýchlosť vetra) s krokom 15 minút:

1. pre všetky dni vegetačného obdobia s odseparovaním nočných častí dňa s intenzitou globálneho žiarenia menšiu ako $0,003 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$,

2. s rôznymi časovými posunmi (15, 30, 45 a 60 minút) hodnôt intenzity transpiračného prúdu vo vzťahu k hodnotám meteorologických charakteristík,
3. oddelene počas dní bez zrážok a počas dní so zrážkami (denný úhrn zrážok >0 , alebo $=0$),
4. oddelene pre obdobie s dostatočnou zásobou pôdnej vody ($VP > -300$ hPa v dňoch 1.6. až 15.6. a 29.6. až 14.7.) a obdobie so zníženou zásobou pôdnej vody ($VP < -300$ hPa v dňoch 18.6. až 28.6. a 17.7. až 31.7.).

Pre zistenie stupňa závislosti medzi intenzitou transpiračného prúdu (ITR) a meteorologickými charakteristikami sme použili lineárnu a nelineárnu koreláciu, pričom tesnosť korelácie sme vyjadrili koeficientami determinácie (R_{yx}^2 pre lineárnu a I_{yx}^2 pre polynomickú závislosť). Na vyjadrenie závislosti sme použili lineárnu a polynomickú funkciu 2. stupňa (priamka, parabola). Kritériami pre výber najvhodnejšej funkcie boli:

- významnosť koeficientov regresnej rovnice (t -test)
- významnosť celého modelu (F -test)
- veľkosť koeficientu determinácie a celkového reziduálneho rozptylu (I_{yx}^2 , s_r).

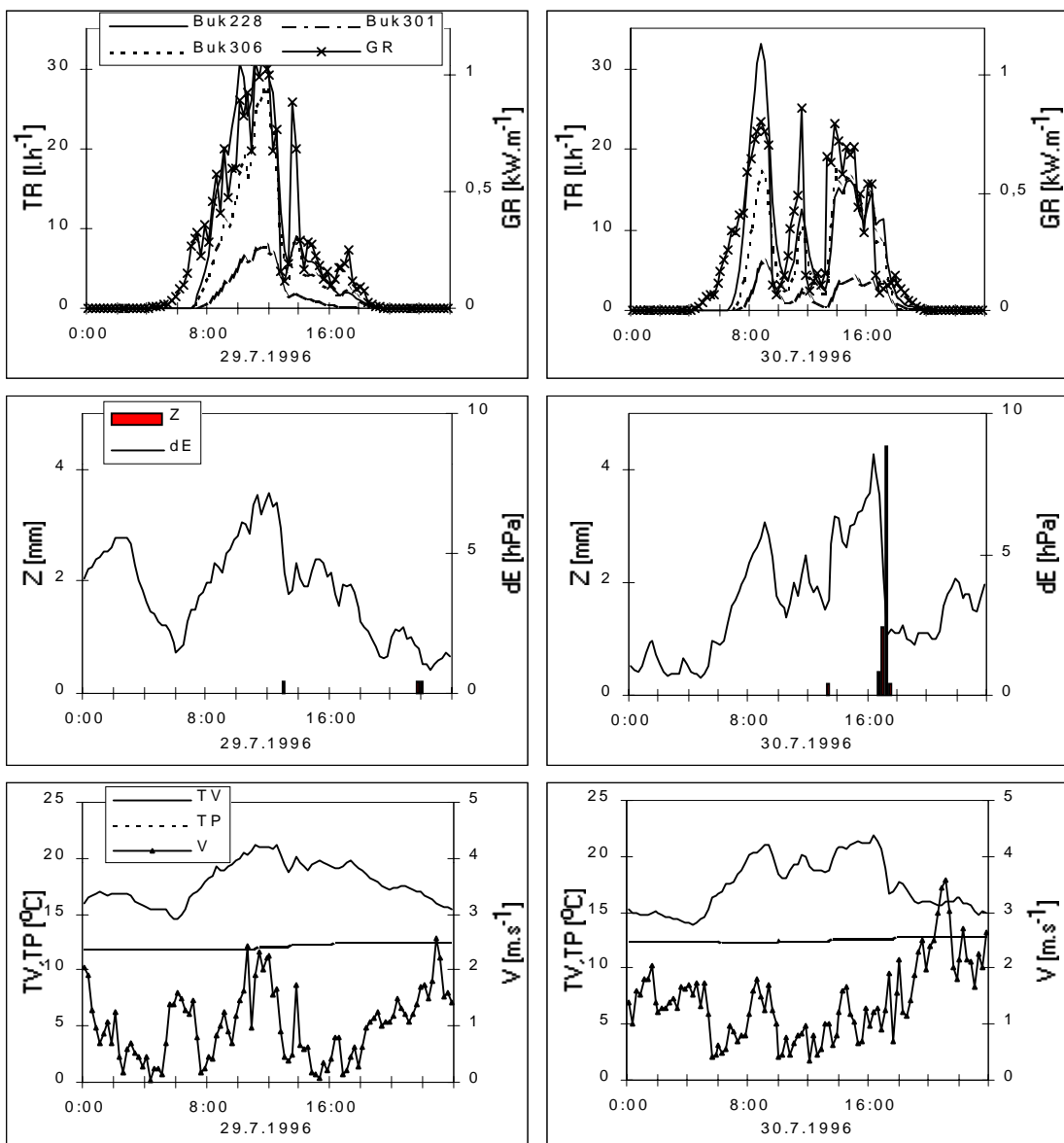
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri posudzovaní tesnosti korelácie na základe koeficientu determinácie je potrebné brať do úvahy skutočnosť, že jeho hodnota závisí do značnej miery aj od toho, či na vyrovnanie údajov bol použitý skutočne najvhodnejší typ vyrovnávajúcej funkcie. Nízka hodnota koeficientu determinácie, resp. veľký rozptyl hodnôt okolo regresnej krivky nemusí poukazovať vždy na málo tesnú koreláciu medzi znakmi, ale napr. aj na nie celkom vhodný typ funkcie. Maximum resp. minimum regresnej funkcie (pokiaľ nie je v intervale meraných hodnôt monotónna) možno považovať za optimálne, resp. najhoršie podmienky pre transpiráciu z hľadiska danej charakteristiky.

Hodnoty koeficientov determinácie R_{yx}^2 pre lineárnu a I_{yx}^2 pre kvadratickú závislosť ITR od meteorologických charakteristík pre všetky tri merané stromy uvádzame v tabuľke 1. F -test, ktorým sme testovali významnosť celého modelu ukázal, že uvedené meteorologické charakteristiky významne korelovali s ITR na hladine významnosti $\alpha = 0,001$. Najvyššie hodnoty koeficientov determinácie sme zistili vo všetkých prípadoch pre globálne žiarenie, ďalej nasledoval sýtočný doplnok, teplota vzduchu a relatívna vlhkosť vzduchu. Nízke hodnoty boli pri teplote pôdy a rýchlosti vetra. Teplota pôdy logicky nemá na úrovni 15 minútových hodnôt výrazný vplyv, nakoľko je relatívne stabilnou hodnotou v priebehu dňa. Vplyv rýchlosti vetra na ITR nie je jednoznačný, je známe, že malé rýchlosti ITR vo

všeobecne zvyšujú, zatiaľ čo väčšie rýchlosti intenzity transpirácie znižujú, čo však tiež nie je jednoznačné v každej poveternostnej situácii vzhľadom na intenzívnejší vplyv žiarenia, teploty vzduchu a sýtošného doplnku.

Pri testovaní hodnôt ITR vo vzťahu k meteorologickým charakteristikám s časovým posunom 15, 30, 45 a 60 minút sme nezaznamenali zvýšenie hodnoty koeficientu determinácie s výnimkou nepatrného zvýšenia pri globálnej radiácii s 15 minútovým posunom, ktoré má pravdepodobne náhodnú príčinu. Najtesnejšie korelácie sa vo väčšine prípadov vyskytli pre všetky tri stromy pri testovaní hodnôt bez časového posunu (Tabuľka 1, stĺpec 1). Uvedená skutočnosť svedčí o tom, že ak existuje oneskorenie zmien ITR za zmenami meteorologických charakteristík, potom je to v intervale menšom ako 15 minút. Testovací interval nebolo možné v našom prípade skrátiť vzhľadom na 15-minútový interval merania ITR. To, že odozva ITR na zmenu globálnej radiácie je takmer okamžitá naznačujú aj denné priebehy na obrázku 1.



Obrázok 1 Denné priebehy intenzity transpiračného prúdu (ITR) pre tri merané vzorníky buka (č. 228 a 306 s úrovňovým postavením v poraste a č. 301 s podúrovňovým postavením) a denné priebehy hodnôt meteorologických prvkov – globálneho žiarenia (GR), zrážok (Z), sýtošného doplnku (dE), teploty vzduchu a pôdy (TV, TP) a rýchlosti vetra (V) počas dvoch meraných dní na lokalite Poľana – Hukavský grúň

Odseparovanie bezzrážkových dní výraznejšie zvýšilo tesnosť korelácie len v prípade globálneho žiarenia. Pri teplote, vlhkosti vzduchu a sýtošnom doplnku sa tesnosť korelácie nezvýšila (Tabuľka 1, stĺpec 3.). Nižšie hodnoty koeficientov determinácie v prípade globálneho žiarenia počas dní so zrážkami súvisia s faktom, že pri dňoch so zrážkami je ITR vo veľkej miere ovplyvnená stavom ovlhnutia listov po daždi. Voda na nich inhibuje transpiráciu i napriek vyšším intenzitám žiarenia. Vzájomná závislosť sa obnovuje po vyschnutí povrchu korún, čo je vo väčšine prípadov až nasledujúci deň. Oddelenie vlhšieho obdobia s potenciálom pôdnej vody nad -300 hPa zvýšilo tesnosť korelácie oproti suchšiemu obdobiu s potenciálom pôdnej vody pod -300 hPa len v prípade vlhkosti vzduchu a sýtošného doplnku, čo sú navzájom súvisiace charakteristiky. Pri zníženej zásobe pôdnej vody ITR reaguje citlivejšie na zmeny vlhkosti ovzdušia. Zdá sa, že pri skúmaní vplyvu vlhkosti pôdy na tesnosť korelácie by sa žiadalo vymedziť obdobie sucha podstatne nižšou hodnotou potenciálu pôdnej vody. Táto hodnota by podľa nášho názoru mohla byť pod -750 hPa. Takéto hodnoty sa však v našom prípade vyskytli len ojedinele a meranie tenziometrami pod touto hranicou už nie je spoľahlivé. Táto otázka si vyžaduje v budúcnosti upresnenie pomocou spoľahlivejších meraní potenciálu pôdnej vody pod hodnotami -750 hPa.

Ak si všimneme hodnoty koeficientov determinácie jednotlivých stromov zistíme, že najvyššie hodnoty sú pri úrovňovom buku č. 306, nižšie pri úrovňovom buku č. 228 a najnižšie pri podúrovňovom strome č. 301. Buk č. 228 má nižšie hodnoty z dôvodu kratšieho testovaného obdobia (len do konca augusta) z dôvodu poruchy meracieho zariadenia. Podúrovňový buk má najnižšie hodnoty koeficientov, keďže jeho koruna sa nachádza v tieni úrovňových stromov a hodnoty meteorologických prvkov sú merané nad porastom. ITR pri tomto buku by pravdepodobne reagovala tesnejšie na hodnoty merané v úrovni jeho koruny.

V tabuľke 2 uvádzame výsledky regresnej analýzy pre buk č. 228 (pre hodnoty koeficientov determinácie vyznačené v tabuľke 1 hrubo), nakoľko pri tomto strome boli najtesnejšie korelácie vzhľadom na vysokú ožiarenosť koruny. V tabuľke uvádzame hodnoty koeficientov regresnej rovnice, výsledky testovania koeficientov regresnej rovnice (t -test), výsledky testovania významnosti celého modelu (F -test), veľkosť koeficientov determinácie a

celkového reziduálneho rozptylu, ako aj hodnoty extrémov regresnej funkcie. Pri závislosti od globálneho žiarenia dáva lepšie výsledky lineárna korelácia, než nelineárna kvadratická závislosť, preto v tabuľke uvádzame lineárny regresný model. Pri ostatných charakteristikách je tesnosť korelácie vyššia pri kvadratickej závislosti.

Tabuľka 1 Hodnoty koeficientov determinácie R_{yx}^2 lineárnej a I_{yx}^2 kvadratickej závislosti intenzity transpiračného prúdu (transpirácie) od meteorologických charakteristík

Buk č.	Nezávislá premenná Typ závislosti	1.					2.					3.		4.	
		Časový posun [min]										Zrážky		VP[hPa]	
		0	15	30	45	60	>0	0	<-300	>-300					
		Počet meraní n													
		7629	7628	7627	7626	7625	3663	3668	2035	1655					
306	teplota vzduchu $y=a+bx$	0,3818	0,3627	0,3406	0,3172	0,2932	0,3615	0,3084	0,4143	0,3175					
228		0,4023	0,3842	0,3631	0,3408	0,3181	0,3746	0,3275	0,4135	0,3318					
301		0,3661	0,3511	0,3322	0,3111	0,289	0,3312	0,3013	0,3976	0,2869					
306	teplota vzduchu $y=a+bx+cx^2$	0,4414	0,411	0,3782	0,3454	0,3135	0,4602	0,3429	0,4765	0,3208					
228		0,4538	0,4259	0,3958	0,3654	0,3358	0,4651	0,3548	0,4779	0,3411					
301		0,4237	0,3988	0,3701	0,3399	0,3098	0,4311	0,3342	0,4572	0,2929					
306	globálne žiarenie $y=a+bx$	0,5771	0,5694	0,5351	0,4918	0,4442	0,5239	0,5624	0,7301	0,6713					
228		0,641	0,6411	0,6186	0,5883	0,5526	0,5934	0,635	0,7466	0,6868					
301		0,5812	0,5903	0,5719	0,5396	0,4981	0,5256	0,5723	0,7376	0,6405					
306	globálne žiarenie $y=a+bx+cx^2$	0,5833	0,5723	0,5356	0,4918	0,4446	0,5266	0,567	0,7401	0,6713					
228		0,6484	0,6454	0,6206	0,5892	0,5531	0,5993	0,6414	0,7577	0,6917					
301		0,5902	0,5967	0,5751	0,5407	0,4984	0,5322	0,5797	0,7441	0,6426					
306	relatívna vlhkosť $y=a+bx$	0,3036	0,1232	0,1106	0,0976	0,0852	0,308	0,2071	0,2994	0,393					
228		0,389	0,1623	0,1482	0,1335	0,1192	0,3754	0,3028	0,3384	0,4225					
301		0,3405	0,1461	0,1339	0,1206	0,1072	0,3385	0,2478	0,3321	0,4285					
306	relatívna vlhkosť $y=a+bx+cx^2$	0,3104	0,2569	0,244	0,2296	0,2149	0,3134	0,2075	0,2994	0,3959					
228		0,4055	0,3223	0,3082	0,2927	0,2771	0,3906	0,3069	0,3391	0,437					
301		0,3575	0,2827	0,2716	0,2583	0,2441	0,3567	0,2513	0,3322	0,4446					
306	teplota pôdy $y=a+bx$	0,0823	0,0826	0,0831	0,0839	0,0849	0,0606	0,104	0,0528	0					
228		0,0482	0,0477	0,0473	0,0471	0,047	0,0432	0,0498	0,0495	0,0003					
301		0,0762	0,0764	0,0767	0,0772	0,0779	0,0487	0,1033	0,0499	0					
306	teplota pôdy $y=a+bx+cx^2$	0,0854	0,0862	0,0871	0,0883	0,0897	0,0613	0,1132	0,0642	0,0058					
228		0,0483	0,0478	0,0475	0,0473	0,0472	0,0436	0,0505	0,0632	0,0016					
301		0,08	0,0807	0,0814	0,0824	0,0836	0,0498	0,1113	0,064	0,0015					
306	rýchlosť vetra $y=a+bx$	0,0189	0,017	0,0147	0,0122	0,01	0,0137	0,0333	0,021	0,0665					
228		0,0287	0,0273	0,0257	0,0234	0,0213	0,023	0,0509	0,0349	0,0728					
301		0,0311	0,0294	0,0269	0,0241	0,0213	0,0237	0,0543	0,033	0,0884					
306	rýchlosť vetra $y=a+bx+cx^2$	0,0603	0,0574	0,053	0,048	0,0428	0,0433	0,0697	0,0975	0,0979					
228		0,0776	0,0762	0,0742	0,0711	0,0674	0,0568	0,1033	0,1033	0,1024					
301		0,0735	0,0717	0,068	0,0632	0,0579	0,0553	0,0861	0,108	0,1135					
306	sýtnostný doplnok $y=a+bx$	0,4893	0,0832	0,0817	0,0796	0,078	0,4673	0,2957	0,5057	0,5174					
228		0,5737	0,1036	0,1006	0,0991	0,0987	0,5359	0,3774	0,541	0,5689					
301		0,5179	0,0887	0,0894	0,089	0,0884	0,4878	0,3325	0,5181	0,5473					
306	sýtnostný doplnok $y=a+bx+cx^2$	0,4933	0,1874	0,1641	0,1436	0,1268	0,4935	0,2972	0,506	0,5174					
228		0,5771	0,223	0,1968	0,1767	0,1602	0,5684	0,378	0,5417	0,5757					
301		0,5229	0,2179	0,1948	0,1727	0,1528	0,5277	0,3364	0,5183	0,551					

Tabuľka 2 Regresné závislosti intenzity transpiračného prúdu buka č. 228 na meteorologických charakteristikách (R^2 – koeficient determinácie, s_r – reziduálny rozptyl, F – hodnota F -testu, ***štatisticky významné na hladine $\alpha = 0,0001$)

Charakteristika	Regresná rovnica	Test H_0 : par = 0	Charakteristiky regresie	Extrém regresnej funkcie
Teplota vzduchu	$ITR = 6,0978$ $-1,2874 \cdot x$ $+0,0782 \cdot x^2$	9,33*** -14,42*** 26,81***	$R^2 = 0,4538$ $s_r = 5,1675$ $F = 3168,00***$	$ITR_{min} = 0,08$ $x = 8,23$
globálne žiarenie	$ITR = -0,8780$ $+19,5260 \cdot x$	-1,94*** 116,71***	$R^2 = 0,6410$ $s_r = 4,1888$ $F = 13621,56***$	v intervale meraných hodnôt funkcia stúpa
relatívna vlhkosť vzduchu	$ITR = 50,6535$ $-0,9141 \cdot x$ $+0,0040 \cdot x^2$	33,33*** -22,14*** 14,54***	$R^2 = 0,4055$ $s_r = 5,3909$ $F = 2601,26***$	v intervale meraných hodnôt nedosahuje funkcia extrém, klesá
teplota pôdy	$ITR = -8,6298$ $+1,5326 \cdot x$ $-0,0212 \cdot x^2$	-2,45*** 2,31*** -0,69***	$R^2 = 0,0483$ $s_r = 6,8209$ $F = 386,36***$	v intervale meraných hodnôt nedosahuje funkcia extrém, stúpa
rýchlosť vetra	$ITR = 1,3464$ $+4,3784 \cdot x$ $-0,6681 \cdot x^2$	7,24*** 24,67*** -20,00***	$R^2 = 0,0776$ $s_r = 6,7151$ $F = 320,95***$	$ITR_{max} = 8,52$ $x = 3,28$
sýtostný doplňok	$ITR = -1,5306$ $+1,2807 \cdot x$ $+0,0273 \cdot x^2$	-12,08*** 28,25*** 7,81***	$R^2 = 0,5771$ $s_r = 4,5468$ $F = 5203,96***$	v intervale meraných hodnôt nedosahuje funkcia extrém, stúpa

Za najdôležitejšie vonkajšie faktory ovplyvňujúce intenzitu transpirácie považuje PENKA (1985) slnečné žiarenie – jeho množstvo a spektrálne zloženie, teplotu, vlhkosť vzduchu a pôdy, pohyb vzduchu a plynné prímеси. JARVIS & MC NAUGHTON (1986) uvádzajú, že transpirácia závisí od stomatólnej vodivosti, čistého radiačného príjmu, sýtostného doplnku, teploty vzduchu a pôdy a rýchlosti vetra. LARCHER (1988) konštatuje, že rýchlosť transpirácie sa zvyšuje s klesajúcou vlhkosťou vzduchu, so stúpajúcou teplotou a so zvyšujúcou sa rýchlosťou pohybu vzduchu.

PENKA (1985) testoval závislosť transpirácie a transpiračného prúdu duba letného od meteorologických prvkov v priebehu dňa. Denný priebeh rýchlosti transpirácie závisel od zmien meteorologických prvkov. Najvýraznejšia závislosť sa prejavila od globálneho žiarenia, kde korelačné koeficienty v jednotlivých dňoch merania (s výnimkou dní s dažďom) boli vyššie 0,8 až 0,9. Závislosť bola priamo úmerná. Rovnakú závislosť zistil pri vzťahoch s evaporáciou (0,7 až 0,9) a so sýtostným doplnkom (0,7 až 0,9). Nami zistené hodnoty

korelačných koeficientov a indexov korelácie sú v súlade so zisteniami PENKU (1985) na dube i s pozorovaniami HEIMANNOVEJ (1995) na smreku, s výnimkou faktu, že pri smreku zistili o málo tesnejšiu koreláciu so sýtosným doplnkom, než so slnečným žiarením. Tento jav má zrejme príčinu v horeuvedenom tvrdení ČERMÁKA (1995), potvrdenom aj našimi meraniami na smreku, že ihličnaté stromy reagujú na zmeny v intenzite žiarenia pomalšie z dôvodu pomalšej reakcie prieduchov, čo sa následne prejaví pri tesnosti korelácie s hodnotami intenzity globálneho žiarenia. Rýchle zmeny rýchlosti transpirácie slnných listov buka v súvislosti s poklesom, alebo nárastom energie FAR potvrdili aj merania MISCHERLICH & KÜNSTLA (1975) a PRIWITZERA (1999).

ZÁVER

Podrobná analýza vplyvu jednotlivých meteorologických faktorov na intenzitu transpirácie troch modelových vzorníkov meraní v 15 minútovom intervale počas celého vegetačného obdobia roku 1996 ukázala, že najtesnejšia korelácia je s hodnotami globálneho žiarenia (korelačný koeficient lineárnej závislosti $R_{yx} = 0,80$), teploty vzduchu (korelačný koeficient kvadratickej závislosti $I_{yx} = 0,67$), sýtosného doplnku ($I_{yx} = 0,76$) a vlhkosti vzduchu ($I_{yx} = -0,64$). Pri testovaní hodnôt intenzity transpiračného prúdu s časovým oneskorením 15, 30, 45 a 60 minút za hodnotami meteorologických prvkov sa tesnosť korelácie nezvýšila. Môžeme teda konštatovať, že ak existuje oneskorovanie zmien ITR za zmenami meteorologických charakteristík, potom je to v intervale menšom ako 15 minút. Pri skúmaní vplyvu potenciálu pôdnej vody na tesnosť korelácie by sa žiadalo vymedziť obdobie sucha podstatne nižšou hodnotou potenciálu pôdnej vody ako je hodnota -300 hPa. Táto hodnota by podľa nášho názoru mohla byť pod -750 hPa. Takéto hodnoty sa však v našom prípade vyskytli len ojedinele a meranie tenziometrami pod touto hranicou nie je spoľahlivé. Táto otázka si vyžaduje v budúcnosti upresnenie pomocou spoľahlivejších meraní potenciálu pôdnej vody pod hodnotami -750 hPa.

Súhrn

Predložená práca obsahuje výsledky štúdia vplyvu podmienok prostredia (vybraných meteorologických charakteristík a potenciálu pôdnej vody) na transpiračný prúd a transpiráciu buka lesného (*Fagus sylvatica* L.) v stredohorskej oblasti Poľany. Experimentálne výskumné práce boli realizované v podmienkach dospelého prírode blízkeho zmiešaného jedľovo-smrekovo-bukového v lokalite Poľana – Hukavský grúň v nadmorskej výške 850 m v roku 1996. Transpiračný prúd modelových dospelých bukov sme zisťovali priamym nedeštruktívnym a kontinuálnym meraním metódou tepelnej bilancie s vnútorným ohrevom pletív. Analýza vplyvu jednotlivých meteorologických faktorov na intenzitu transpirácie troch modelových vzorníkov meraní v 15 minútovom intervale počas celého vegetačného obdobia roku 1996 ukázala, že najtesnejšia korelácia je s hodnotami globálneho žiarenia ($I_{yx} = 0,80$), sýtosného doplnku ($I_{yx} = 0,76$), teploty vzduchu ($I_{yx} =$

0,67) a vlhkosti vzduchu ($I_{yx} = 0,64$). Pri testovaní hodnôt intenzity transpiračného prúdu s časovým oneskorením za hodnotami meteorologických prvkov sa tesnosť korelácie nezvýšila.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- CIENCIALA, E., 1994: Sap Flow, Transpiration and Water Use Efficiency of Spruce and Willow in Relation to Climatic Factors. Sveriges Lantbruksuniversitet Rapport, Dissertation, 26 s.
- ČERMÁK, J., DEML, M. & PENKA, M., 1973: A New Method of Sap Flow Rate Determination in Trees. *Biologia Plantarum* **15**:171—178.
- ČERMÁK, J. & KUČERA, J., 1990: Changes in Transpiration of Healthy Mature Trees Due to Environmental Conditions and of those with Damaged Water Conductive System. *In*: Klimo, E., Materna, J. (eds.), Verification of Hypothesis on the Mechanisms of Damage and Possibilities of Recovery of Forest Ecosystems. International Workshop: 275—286.
- ČERMÁK, J., 1995: Direct measurement of transpiration in forest stands and its dynamics under contrasting environmental conditions. *In*: Climate variability and climate change vulnerability and adaptation. September 11–15, 1995, Praha:171—186.
- HUZULÁK, J., 1981: Ekologicko-fyziologická štúdia vodného režimu lesných drevín. Veda, Bratislava, 140 s.
- HEIMANN, J., 1995: Xylemsaftfluss 40-jähriger Fichten (*Picea abies* [L.] Karst.) im Wassereinzugsgebiet der Langen Bramke, Harz. Dissertation. Göttingen, 148 s.
- JARVIS, P. G. & MCNAUGHTON, K. G., 1986: Stomatal Control of Transpiration: Scaling up from Leaf to Region. *Adv. Ecol. Res.* **15**:1—49.
- KUČERA, J., ČERMÁK, J. & PENKA, M., 1977: Improved Thermal Method of Continual Recording the Transpiration Flow Rate Dynamics. *Biologia Plantarum* **19**:413—420.
- MASAROVIČOVÁ, E., 1989: Water uptake, carbon dioxide assimilation and growth of the common oak saplings (*Quercus robur*, L.), *Biológia* **44**:827—836.
- LARCHER, W., 1988: Fyziologická ekologie rostlin. Academia, Praha, 361 s.
- MITSCHERLICH, G. & KÜNSTLE, E., 1975: Photosynthese, Transpiration und Atmung in einem Mischbestand im Schwarzwald. *Allg. Forst und Jagtztg.* **5**:88—100.
- MOLNÁR, L., MÉSZÁROS, I. & KONÍČEK, A., 1993: Vplyv vybraných meteorologických prvkov na intezitu transpirácie hrabovéhó lesa. *Lesn. Čas. – Forestry Journal* **3**:173—181.
- NAVARA, J. & KOZINKA, V., 1983: Die Ermittlung des Gesamtwasserverbrauches von Holzpflanzen Kompensationlysimeter. *Biológia* **38**: 39—50.
- PENKA, M., 1985: Transpirace a spotřeba vody rostlinami. Academia, Praha, 250 s.
- POKORNÝ, R. & OPLUŠTILOVÁ, M., 1999: Transpiration of Norway spruce trees in two plots of different densities. *In*: Lesy a lesnícky výskum pre tretie tisícročie. Zborník z konferencie LVÚ: v tlači.
- PRIWITZER, T., 1999: Ekofyziologické štúdium lesných drevín. Dizertačná práca, Zvolen, 136 s.
- SCHULZE, E. D., ČERMÁK, J., PENKA, M., ZIMMERMANN, M., VAŠÍČEK, F., GRIES, W. & KUČERA, J., 1985: Canopy Transpiration and Water Fluxes in the Xylem of the Trunk of *Larix* and *Picea* Trees - A comparison of Xylem Flow, Porometer and Cuvette Measurements. *Oecologia* **66**:259—270.

Kľúčové slová: Metóda tepelnej bilancie. Regresná analýza. Transpirácia. Globálne žiarenie. Teplota a vlhkosť vzduchu. Vodný potenciál pôdy.

Pod'akovanie

Táto práca bola čiastočne podporená finančnými prostriedkami z vedeckých projektov č. 1/6060/99, 1/6276/99, 1/5222/98 Komisie VEGA pre poľnohospodárske, lesnícke a veterinárne vedy.

Kontaktné adresy:

Ing. Katarína Střelcová, PhD.
Technická univerzita, Lesnícka fakulta
Masarykova 24
960 53 Zvolen

RNDr. Ing. Jozef Mind'áš, PhD.
Lesnícky výskumný ústav
Masarykova 22
960 92 Zvolen

Doc. Ing. Dušan Gömöry, CSc.
Technická univerzita, Lesnícka fakulta
Masarykova 24
960 53 Zvolen