

MĚŘENÍ MIKROKLIMATICKÝCH CHARAKTERISTIK V MODELOVÝCH BUKOVÝCH POROSTECH V CHŘÍBECH V LETECH 2008-2010

Measurement of microclimatic characteristics in model beech stands in the Chříby highlands in 2008–2010

Schneider J.¹, Litschmann T.², Rebrošová K.¹, Škrdla J.¹, Vyskot, I.¹

Ústav tvorby a ochrany krajiny LDF MENDELU v Brně
AMET - sdružení Litschmann & Suchý

Abstrakt

Lesní porosty výrazně ovlivňují výměnu energie a hmoty mezi zemským povrchem a atmosférou. Mají proto významnou klimatickou funkci. Ta je navíc umocněna jejich vertikálním profilem, díky kterému mají ze všech rostlinných společenstev nejvíce specifikováno mikroklima a modifikují i mezoklima okolní krajiny. Hodnocením prostorové struktury lesních porostů a jejího vlivu na funkce lesů se od r. 2004 zabývá Ústav tvorby a ochrany krajiny LDF MENDELU v rámci projektu ELIS_MA. V r. 2008 byla na trvalých výzkumných plochách v reprezentativních typech dospělých bukových porostů v Chříbech zahájena měření mikroklimatických charakteristik teploty a vlhkosti. S ohledem na technické možnosti nebyla zvolena hladina měření na úrovni efektivní výšky, ale výška 4 m, která ve zvolených porostech představuje podkorunové patro. Interval měření byl zvolen 15 minut. Pro srovnání s otevřenou krajinou byla využita účelová klimatologická stanice ve Starých Hutích. Z hodnocení teploty vzduchu na jednotlivých lokalitách vyplývá, že navzdory rozdílným stanovištním a porostním charakteristikám jsou rozdíly v chodu průměrných teplot a relativní vlhkosti vzduchu poměrně nízké. Potvrzen byl naopak vliv lesního porostu na chod mikroklimatických charakteristik ve srovnání s otevřenou krajinou.

Klíčová slova: mikroklima lesních porostů, bučiny, prostorová porostní struktura, chráněná území, funkce lesů

Abstract

Forest stands significantly affect the exchange of energy and mass between the earth surface and the atmosphere. Therefore, they have an important climatic function, which is reinforced by their vertical profile. Thanks to this, their microclimate is the most pronounced of all plant communities and they even modify the mesoclimate of the surrounding landscape. The Department of Landscape Protection and Formation of the Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University in Brno, has been doing research into the evaluation of the spatial structure of forest stands and its effect on forest functions since 2004 within the ELIS_MA project. In 2008 measurement of microclimatic temperature and humidity characteristics started at permanent research plots in representative types of mature beech stands in the Chříby Highlands. Due to the limitations caused by our technical facilities, we did not choose the height of the crown layer circumference bottom for measuring, but the height of 4 m, which represents the below-crown layer. The selected interval for measuring was 15 minutes. To compare the data with an open landscape we used the climate monitoring station in Staré Hutě. The results of the air temperature evaluation at individual sites showed that in spite of various site and stand characteristics, the differences in the progress of mean temperatures and relative air humidity are quite low. On the other hand, the effect of forest stands on the progress of the microclimatic characteristics in comparison with an open landscape was confirmed.

Key words: forest stand microclimate, beech stands, spatial stand structure, protected areas, forest functions

Úvod

Měření a modelování charakteristik a dynamiky lesních ekosystémů je základní a podrobně rozpracovanou analýzou. V bukových porostech se jí zabýval např. Korpel (1987). Růstové projevy, vývoj a struktura lesních porostů jsou v úzkém vzájemném vztah (Korpel, 1971). V rámci vývojového cyklu se proto střídají obrazy s komplikovanou, výškově a plošně značně diferencovanou výstavbou a obrazy s jednoduchou, výškově vyrovnanou výstavbou. Strukturu jednotlivých vývojových stádií je možno zjistit a studovat jen na menších částech lesa, neboť pokud sledujeme strukturní znaky na ploše větší než 2 ha, dosahujeme téměř v každé části stejný celkový obraz struktury. Měření prováděná metodou provozní inventarizace (IFER, 2004) sledují charakteristiky zjistitelné a popsané s využitím přístrojového systému Field Map. Vrška a kol. pracují s klasickými geobiocenologickými a dendrometrickými metodami a jejich výstupy lze proto srovnávat s výsledky Průši (např. Průša, 1990), měřeními před cca 20 lety na týchž plochách. Málo časté je však navrhované syntézní propojení podrobného sledování strukturních a dynamických charakteristik fytoceózy se sledováním mikroklimatických porostních podmínek. Většinou se jedná spíše o pozadový popis lesního porostu ke klimatickým měřením, než o celkovou provázanost (např. Hurtalová, Matejka, Rožnovský, Janouš, 2004). Současné sledování nadzemní a podzemní biomasy a mikroklimatických podmínek bukových porostů dosud nebylo prováděno.

Materiál a metody

V oblasti Chřibů zvoleny čtyři trvalé výzkumné plochy o výměře 1 ha. Pomocí technologie Field-map byly zaměřeny pozice všech stojících živých stromů, souší, pahýlů, zlomů, ležícího odumřelého dříví a pařezů. Ze zjištěných dat byla vypočítána kruhová výčetní základna, zkonstruovány výškové křivky pomocí Näslundovy regresní funkce a určen objem kmenů dle hmotových tabulek Lesprojektu. Byla vypočtena zásoba živého porostu, odumřelého dříví i zásoba celková. Na plochách bylo zmapováno přirozené zmlazení, určeno druhové zastoupení dřevin v obnově a jejich hustota. Na základě zjištěných dat byla popsána struktura porostu na jednotlivých TVP a provedeno srovnání mezi plochami. Pro kontinuální měření teploty a vlhkosti vzduchu ve výši čtyř metrů jsou využívány automatické datalogery HOBO. Statistické zpracování vychází jednak z metod hodnocení teploty a vlhkosti vzduchu na klimatologických stanicích a podle postupů pro hodnocení mikroklimatu.

Charakteristika trvalých výzkumných ploch

Chřiby zaujímají nejvyšší část přírodní lesní oblasti 36 - Středomoravské Karpaty (Brdo 587 m.n.m.). Jedná se o vrchovinu s příznačným strukturně a tektonicky podmíněným mladým erozním reliéfem na intenzivně zvrásněných paleogenních pískovcích, jílovcích a sleponcích magurského flyše. Hlavními vodními toky jsou Dlouhá řeka, Zlechovský potok, Salaška, Jankovický potok a Kudlovický potok. Odvodňují pohoří do Dolnomoravského úvalu. Hřbety Chřibů pokrývají vyvinuté kambizemě nasycené i nenasycené, na svazích pak hnědozemě na sprašových hlínách. Území náleží do mírně teplé oblasti s průměrnými teplotami mezi 7,6 °C – 8,2 °C a ročním i srážkami kolem 650 mm. Oblast Chřibů je téměř celá zalesněná. Podle Zlatníková členění vegetační stupňovitosti se vyskytují stupně bukodubový (do 400 m.n.m.), dubobukový (300 – 500 m.n.m.) a bukový (od 400 m.n.m.). Na skalnatých výchozech se nacházejí zbytky reliktních borů.

Dle platného lesního hospodářského plánu pro LHC Buchlovice na období 1.1.2005-31.12.2014 jsou porostní skupiny, do kterých byly umístěny trvalé výzkumné plochy, charakterizovány následujícími údaji:

- Porostní skupina 402Ea17 – přírodní památka Máchova dolina. Údaje LHP: lesní typ 3K6, dřevinná skladba BK 100, věk 187 let, zakmenění 8, obmýtí 150 let
- Půdním typem je kambizem typická oligotrofní, hlinito-písčítá, na pískovci, s mělkým půdním profilem
- Porostní skupina 203Ea17 – přírodní rezervace Holý kopec. Údaje LHP: lesní typ 4D9, dřevinná skladba BK 100, věk 162 let, obmýtí 150 let, zakmenění 8
- Půdním typem je kambizem luvická (oglejená), hlinito-jílovitá
- Porostní skupina 57 Ba17/1 – navrhovaná přírodní památka Ocásek. Údaje LHP: lesní typ 3A2, dřevinná skladba BK 99, LP 1, JL / BK 70, HB 20, KL 10, věk 183/4, zakmenění 7/3, obmýtí 140 let
- Půdním typem je kambizem rankerová, hlinito-písčítá
- Porostní skupina 204Ea17 – přírodní rezervace Holý kopec (TVP HK – Rynek). Údaje LHP: lesní typ 3B9, dřevinná skladba BK 100, věk 164 let, zakmenění 8, obmýtí 150 let
- Půdním typem je kambizem typická mezotrofní, hlinitá



Obr. 1 – Holý kopec – Rynek



Obr. 2 – Holý kopec - sever



Obr. 3 – Máchova dolina



Obr. 4 – Ocásek

Metodika získávání dendrometrických charakteristik

Základem pro použitou metodiku je Metodika výzkumu dynamiky vývoje přirozených lesů ponechaných samovolnému vývoji (Vrška a kol. 2002, 2006). U živých stromů byly zaměřeny a popsány všechny kmene s výčetní tloušťkou minimálně 10 cm s kůrou. U každého kmene byla zaměřena jeho poloha, přiřazeno identifikační číslo a číslo stromu. Byl určen druh dřeviny a postavení kmene v rámci stromu. U každého kmene je stanoven charakter, určující jeho životní stav; rozlišují se souše, pahýly, zlomy a kmene bez přívlastku. U každého kmene byla změřena výčetní tloušťka, výška stromu i výška nasazení živé koruny. Pomocí lomových bodů okrajů koruny je zaměřena horizontální korunová projekce.

U ležících kmenů je zaměřena jejich poloha a přiřazeno identifikační číslo a číslo stromu. Jsou změřeny dolní, horní a výčetní tloušťka s přesností na 1 cm; u kmenů náležejících k pahýlu nebo zlomu je výčetní tloušťka měřena na příslušném stojícím pahýlu nebo zlomu (a může proto být větší než dolní tloušťka). Je stanoven druh dřeviny a stupeň rozkladu. Jsou rozlišována tři stádia dekompozice – tvrdé nahnilé a rozpadlé. U pařezů je určen druh dřeviny, průměr na řezné ploše s přesností na 1 cm a jeho původ rozlišující pařez přirozeně vzniklý a pařez vzniklý při těžbě.

Rovněž byly zaměřeny souvislé plochy zmlazení dřevin s minimální výškou 0,1 m a výčetní tloušťkou nedosahující 10 cm. Na každé ploše bylo stanoveno druhové zastoupení dřevin, udávané v % počtu jedinců každého druhu dřeviny, hustota jedinců ve zmlazení, daná průměrným počtem jedinců na m², rozpětí výšek jedinců a průměrná výška areálu zmlazení.

Výsledky dendrometrických a prostorových měření (získané pomocí technologie Field – Map a pomocí GPS) byly zpracovány klasickými statistickými analýzami v programu Microsoft Excel 2002 a STATISTICA Cz 7.1.

Metodika provedených mikroklimatických měření

Pro vyjádření mikroklimatu lesa je nejčastěji uváděna teplota a vlhkost vzduchu, i když pro vyjádření radiační a energetické bilance jsou nutné hodnoty dalších meteorologických prvků nejen vzduchu, ale i půdy. Ovšem vybudování systému měření vertikálních profilů v lese je

finančně velmi nákladné. Proto bylo pro základní vyjádření mikroklimatu hodnocených porostů zvoleno finančně dostupné, přitom jednoduché měření. Nebylo možné zajistit měření ve vertikálním profilu, ale pouze v jedné hladině. I s ohledem na technické možnosti nebyla zvolena hladina na úrovni efektivní výšky, ale výška 4 m, která ve zvolených porostech představuje podkorunové patro.

V každém ze sledovaných porostů byly ve výšce 4 m umístěny snímače teploty a vlhkosti vzduchu HOBO Pro vybavené vlastním datalogerem. Interval měření byl zvolen 15 minut, tak aby byly výsledky využitelné pro srovnání se standardním měřením klimatologických stanic v síti Českého hydrometeorologického ústavu. Pro srovnání byla využita účelová klimatologická stanice ve Starých Hutích, kde byla též měřena teplota a vlhkost vzduchu. Ve čtrnáctidenních intervalech byla prováděna kontrola snímačů a prováděn odečet dat. Tato byla na závěr statisticky zpracována. Společná měření pro všech pět lokalit jsou k dispozici za období 5.8.2008 až 3.4.2009, pak již probíhala měření pouze v porostu.

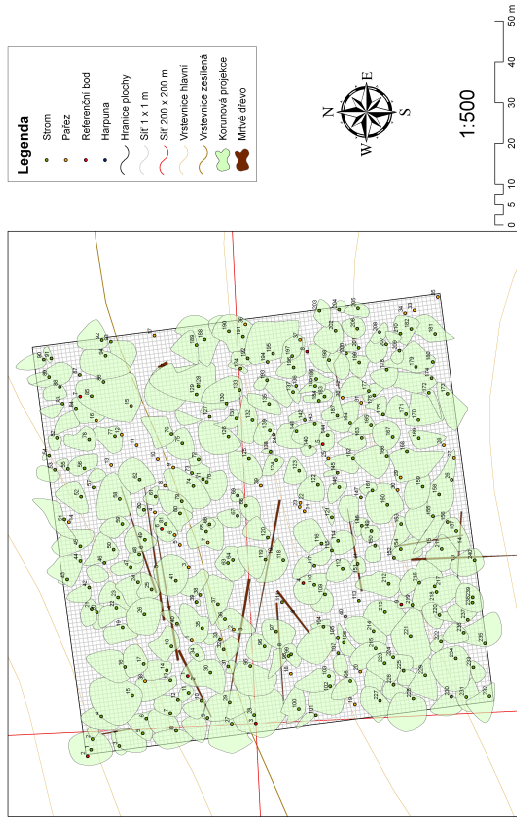
Výsledky a diskuse

Na trvalých výzkumných plochách bylo změřeno 510 stojících živých stromů – TVP Holý kopec –Rynek 122 jedinců, TVP Holý kopec-sever 232 jedinců a TVP ocásek 124 jedinců na ploše 1 hektar. TVP Máchova dolina má vzhledem k malé rozloze stanoviště plochu pouze 0,5 ha. Na této ploše bylo změřeno 142 stromů (284 jedinců na 1 ha). Další přehled sumárních údajů za všechny čtyři trvalé výzkumné plochy uvádí tab. 1.

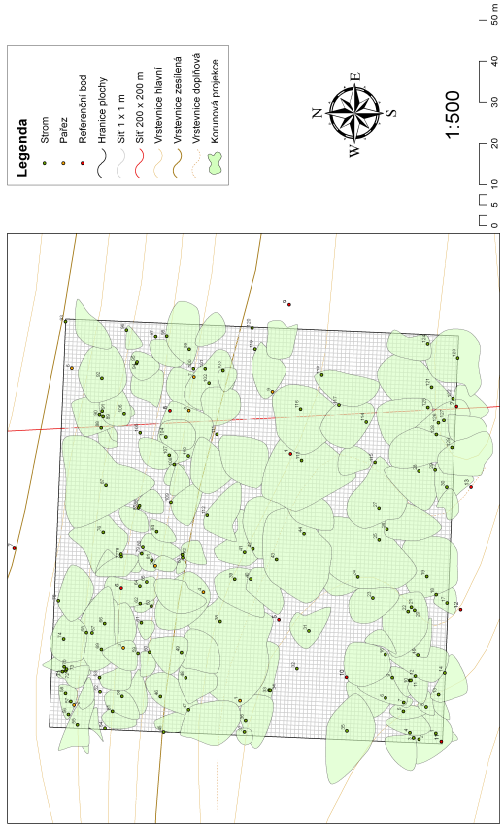
Plocha	HK - Rynek				HK - sever		Ocásek				Máchova dolina		
Porostní sk.	204 A17				203 B17		57B17/1				402E17		
Dřevina	BK	HB	JL	Celk	BK	Celk	BK	LP	JL	Celk	BK	BR	Celk
I%	7	0	0		9		7	0	0		8	0	
II%	66	1	1		86		73	3	1		10	0	
III%	25	1	0		5		8	7	1		61	4	
IV%	0	0	0		0		0	0	0		18	0	
N/ha	119	2	1	122	232	232	109	13	2	124	274	10	284
G%	98,2	0,7	1,1	100	100	100	90,9	7,5	1,6		96,2	3,8	
Dg	63,9	41	75		51,4		66,7	55,6	65,3		38,6	40	
Hg	37,1	28,5	38		38,6		35,4	30,4	31,5		17,4	16,7	
D100	67,5	41	75		60,7		68,8	55,6	65,3		48,7	40	
H100	37,5	28,5	38		39,7		35,6	30,4	31,5		19,6	16,7	
Hg/Dg	0,58	0,7	0,51		0,75		0,53	0,55	0,48		0,45	0,42	
G/ha	38,1	0,3	0,4	38,8	48,2	48,2	38,1	3,2	0,7	42	32,1	1,3	33,4
Vfm/ha	748	3,7	8,8	761	955	955,7	707	50,3	11	768	296	9,6	305
AVB				32		34				32			18
Zakmenění				0,7		0,9				0,7			0,7
Projekce/ha				1,64		1,27				0,98			1,98
Zápoj %				80,6		71,9				62,5			86,1

Tab. 1 – Souhrnné výsledky dendrometrických charakteristik pro jednotlivé lokality. Legenda: I-IV - biosociologické zařazení stromů výpočtem (I - předrůstavý, II - úrovnový, III - vrůstavý, IV - zastíněný); N/ha - počet stromů na 1 ha; G% - zastoupení dřevin; Dg - střední tloušťka (z výčet. zákl. stř. kmene); Hg - střední výška (z výčet. zákl. stř. kmene); D100 - horní tloušťka (100 nejsilnějších stromů); H100 - horní výška (100 nejsilnějších stromů); Hg/Dg - štíhlostní kvocient; G/ha - výčetní základna na ha; Vfm/ha - zásoba s kůrou na ha; Projekce/ha - podíl plochy korunových projekcí na ha; Zápoj% - výpočet na základě projekční plochy.

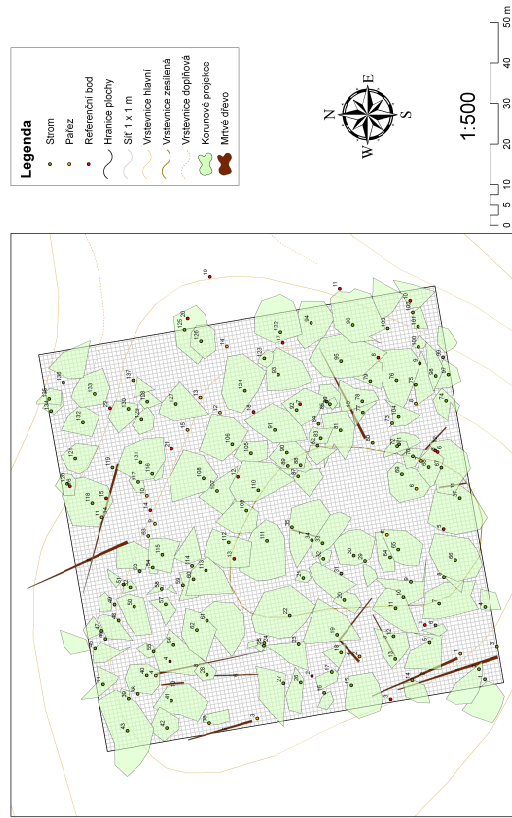
Holý kopec - sever



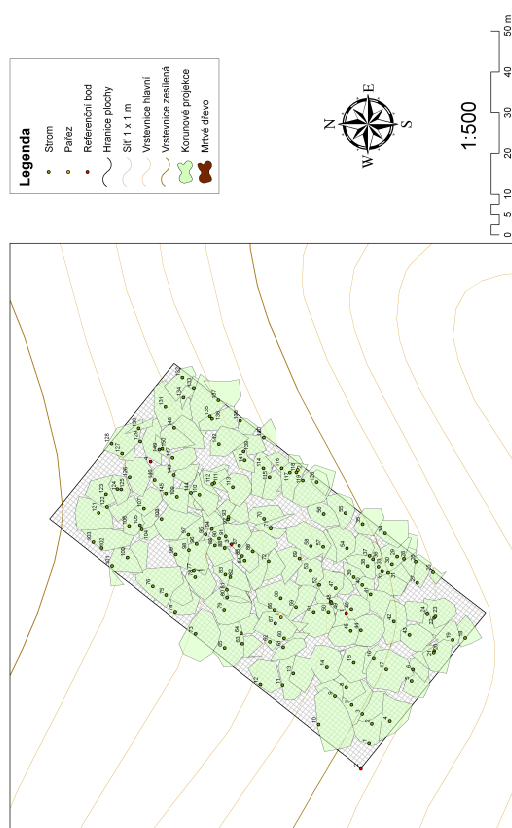
Holý kopec - Rynek



Ocásek



Máchova dolina



Hodnocení prostorové porostní struktury na TVP

Jak je patrné z hodnot prostorových indexů (tab. 2), je prostorová porostní struktura na všech plochách zjednodušená a rovnoměrná. Indexy nezahrnují existenci přirozeného zmlazení (viz níže).

index	Hk1		Hk2		Oc		Md	
	hodnocení	hodnocení	hodnocení	hodnocení	hodnocení	hodnocení	hodnocení	hodnocení
R	0.929	náhodná	1.12	náhodná	1.01	náhodná	0.988	náhodná
TMd	0.241	nizká	0.219	nizká	0.222	nizká	0.221	nizká
TMh	0.075	nizká	0.056	nizká	0.066	nizká	0.169	nizká
APi	0.333		0.114		0.298		0.609	
A	0.244		0		0.274		0.151	
S	0.4		0.407		0.375		0.762	
V	0.983		0.91		0.939		0.957	
K	1.216		1.206		1.645		1.595	
B	4.375	rovnoměrná výstavba	3.337	monotónní výstavba	4.805	rovnoměrná výstavba	5.442	rovnoměrná výstavba

R - index horizontální struktury podle Clarka a Evanse; TMd, h - index tloušťkové a výškové diferenciace podle Földnera; APi - Arten Profil index (index vertikální struktury) podle Pretzsch; B - index celkové diverzity podle Jaehneho a Dohrenbusche (A - diverzita druhového složení, S - diverzita vertikální struktury, V - diverzita prostorového rozmístění stromů, K - diverzita korunové diferenciace)

Tab. 2 – Hodnoty indexů prostorové porostní struktury pro jednotlivé lokality – Hk1 – Holý kopec – Rynek, Hk2 – Holý kopec sever, Oc – Ocásek, Md – Máchova dolina

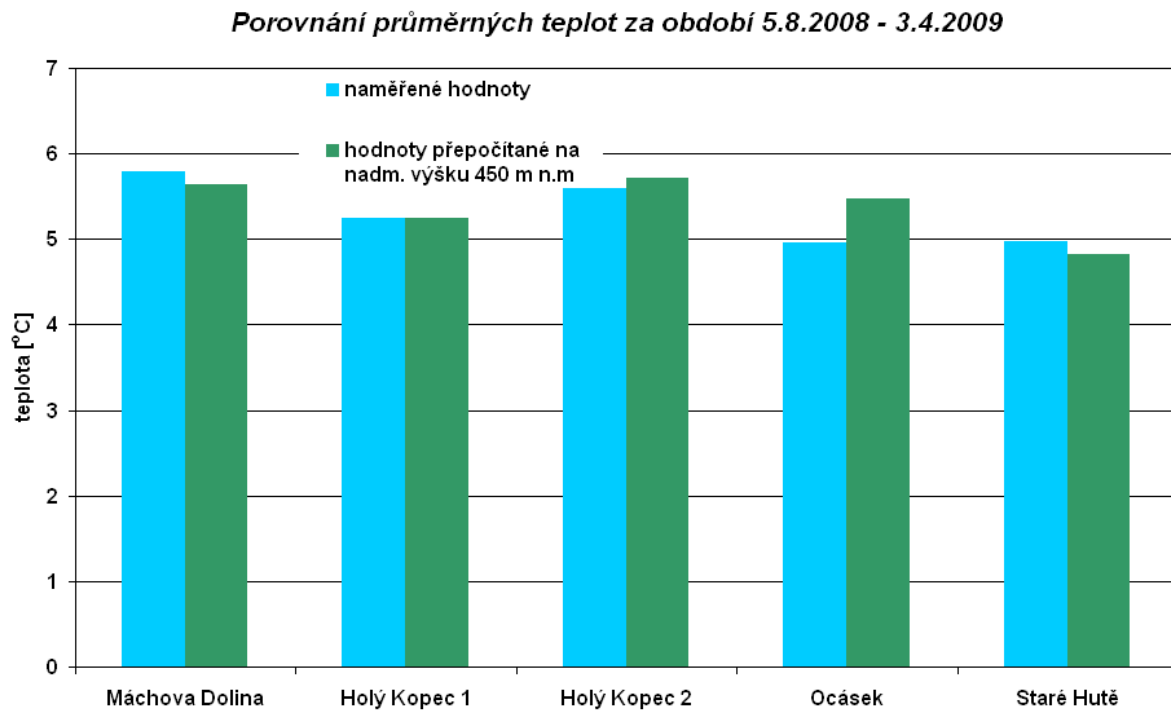
Výsledky mikroklimatických měření

Úvodem je nutné zdůraznit, že dosažené výsledky nepostihují ani celé vegetační období, proto jimi není možné plně charakterizovat mikroklima sledovaných porostů. Dovolujeme si proto označit výsledky za dílčí.

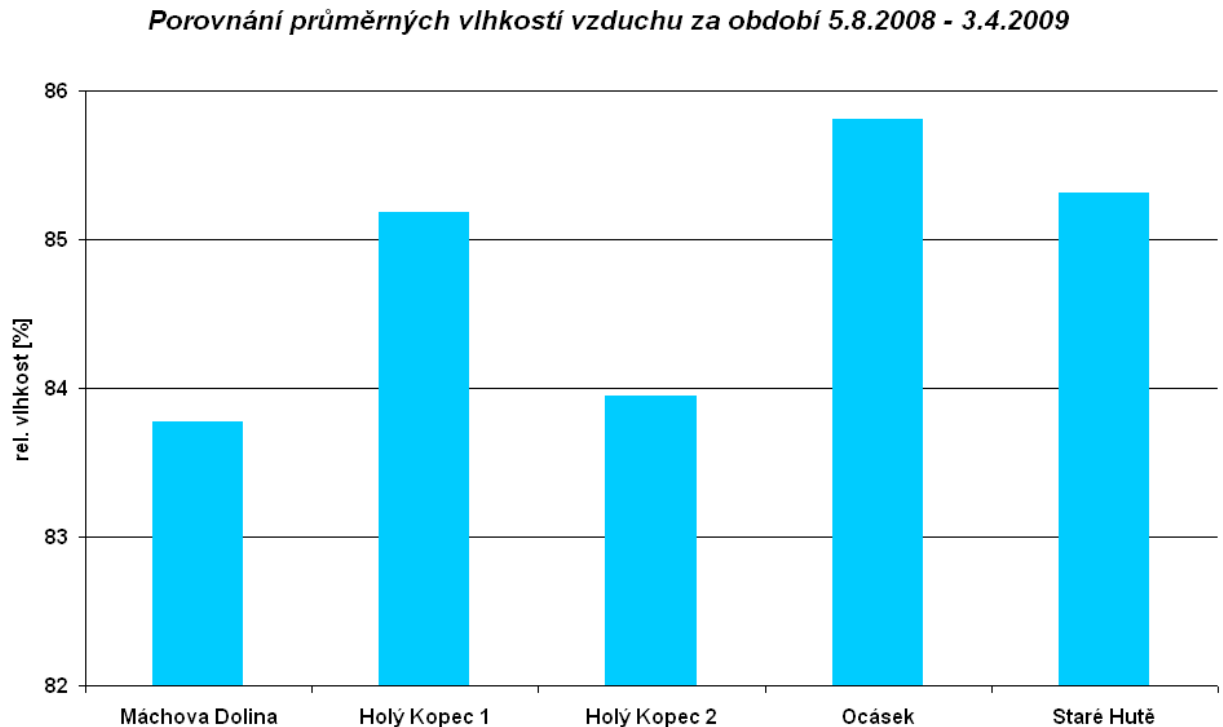
Z hodnocení teploty vzduchu na jednotlivých lokalitách za období 5.8.2008 - 3.4.2009 vyplývá, že v průměru je nejteplejší Máchova dolina (5,8 °C), ovšem druhý v pořadí Holý kopec 2 má teplotu nižší jen o 2 desetiny °C. Třetí v pořadí je Holý kopec 1 (5,2 °C) a nejchladnější je Ocásek s průměrnou teplotou vzduchu 5,0 °C. Nejnižší hodnota teploty vzduchu na lokalitě Ocásek je dána tím, že jde o vrcholové porosty, kde sehrává vliv i větší proudění vzduchu, které však nebylo měřeno.

Ze srovnání teplot vzduchu v porostech jednotlivých stanovišť a na účelové klimatologické stanici Staré Hutě (Obr. 1) vyplývá, že v průměru jsou teploty vzduchu na této stanici stejné jako na lokalitě Ocásek, a to proto, že jsou zde převážně nejnižší hodnoty minimálních teplot vzduchu. V některých dnech je na stanici minimální teplota vzduchu nižší oproti porostům i přes dva °C. Je to dáno tím, že korunové patro porostů snižuje pokles teplot vzduchu v průběhu noci, zatímco u stanice Staré Hutě se projevuje její údolní poloha.

Zajímavé je i srovnání průměrných teplot přepočítaných pomocí standardního výškového gradientu teploty 0,65 °C/100m na nadmořskou výšku 450 m n. m. Jako relativně teplejší lokality se pak jeví Máchova dolina a jižní strana Holého kopce, chladnější je naopak severní strana Holého kopce a údolní poloha ve Starých Hutích.



Obr. 1



Obr. 2

Vlhkost vzduchu (Obr. 2) na stanovištích se významně neliší. V průměru za celé období měření rozdíl mezi lokalitami 2 % s tím, že nejvyšší vlhkost vzduchu je na Ocásku (85,8 %),

a jen o 5 desetin procent nižší na Holém kopci 1 a ve Starých Hutích. Nejnižší je v Máchově dolině a na jižní straně Holého kopce. Chladnější lokality se vyznačují i o něco vyšší relativní vlhkostí vzduchu, což je v souladu s fyzikálními zákony.

Diskuze

Přestože všechny čtyři zvolené trvalé výzkumné plochy mají z hlediska celkové variability porostní struktury zjednodušenou prostorovou, věkovou i druhovou stavbu, lze mezi nimi vysledovat výrazné rozdíly. Nejodlišnější je jednoznačně trvalá výzkumná plocha Máchova dolina. Zdejší stanovištní podmínky (LT 3K6) prokazatelně ovlivňují všechny dendrometrické charakteristiky: stromy na Máchově dolině jsou výrazně nižší než na ostatních plochách, mají nejmenší hmotnatost, přes rozvolněný zápoj se zde nevyskytuje přirozené zmlazení. Minimální je rovněž výskyt mrtvého dřeva. Na druhou stranu – i přes pocitově rozvolněný charakter plochy se zde v přepočtu vyskytuje nejvíce stromů na 1 ha – 284.

Druhou výrazně odlišnou plochou je TVP Holý kopec – sever. Vyznačuje se druhým nejvyšším počtem stromů na 1 ha - 232, nízkou plochou korunových projekcí, vyrovnanou a relativně nízkou hmotnatost jednotlivých stromů a v porovnání s dalšími plochami i relativně nízkou průměrnou výčetní tloušťkou jednotlivých stromů. To vše, společně s nejvyšším počtem umělých pařezů představuje typ mýtního hospodářského lesa. Z hlediska polohy se jedná o jedinou plochu na severně orientovaném stanovišti.

TVP Holý kopec – Rynek a TVP Ocásek mají hodně obdobných charakteristik, jsou si strukturálně nejbližší. Diametrálně se odlišují pouze v jednom - přítomnosti přirozeného zmlazení, které se na Rynku prakticky nevyskytuje.

Závěr

Pro zpracování tohoto příspěvku byly vybrány čtyři lesnický i přírodovědně zajímavé (tři reprezentativní a jedna unikátní) lokality pro založení trvalých výzkumných ploch – dvě na opačných stranách Holého kopce a po jedné na Ocásku a Máchově dolině. Plochy jsou součástí stejnojmenných lesních maloplošných zvláště chráněných území, nadregionálního biocentra ÚSES Buchlovské lesy a Evropsky významné lokality soustavy NATURA 2000 Chříby. Pro sledování mikroklimatu bylo zahájeno měření teploty a vlhkosti vzduchu. Pro rozlišení daných ploch s ohledem na finanční prostředky i přes ukončení projektu pokračuje kontinuální měření teploty a vlhkosti vzduchu ve výši dvou metrů. K registraci byly využity automatické datalogery HOBO, po dvou kusech na každé TVP. Statistické zpracování vycházelo jednak z metod hodnocení teploty a vlhkosti vzduchu na klimatologických stanicích a podle postupů pro hodnocení mikroklimatu. Data z trvalých výzkumných ploch byla srovnána s hodnotami z klimatické stanice Staré Hutě. Na trvalých výzkumných plochách bylo změřeno 510 stojících živých stromů – TVP Holý kopec –Rynek 122 jedinců, TVP Holý kopec-sever 232 jedinců a TVP ocásek 124 jedinců na ploše 1 hektar. TVP Máchova dolina má vzhledem k malé rozloze stanoviště plochu pouze 0,5 ha. Na této ploše bylo změřeno 142 stromů (284 jedinců na 1 ha). Přestože všechny čtyři zvolené trvalé výzkumné plochy mají z hlediska celkové variability porostní struktury zjednodušenou prostorovou, věkovou i druhovou stavbu, lze mezi nimi vysledovat výrazné rozdíly. Nejodlišnější je jednoznačně trvalá výzkumná plocha Máchova dolina. Zdejší stanovištní podmínky (LT 3K6) prokazatelně ovlivňují všechny dendrometrické charakteristiky: stromy na Máchově dolině jsou výrazně nižší než na ostatních plochách, mají nejmenší hmotnatost, přes rozvolněný zápoj se zde nevyskytuje přirozené zmlazení. Minimální je rovněž výskyt mrtvého dřeva.

Dedikace

Článek vznikl jako výstup projektů VaV MŽP Sp-2d3-56-07 – „Ekologické a ekonomické hodnocení funkcí strukturálně variantních typů lesních porostů“ a projektu IGA LDF MZLU č. 57/2008 "Možnosti využití syntézy ekosystémových charakteristik lesních porostů v tvorbě a ochraně krajiny".

Použitá literatura

Hurtalová, T., Matejka, F., Rožnovský, J., Janouš, D., (2004): Specialities of the air temperature, humidity, and wind speed vertical profiles over spruce forest stand. Meteorologický časopis – Meteorological Journal, Vol. 7, č. 4: 173-177.

kol.: Metodika tvorby lesního hospodářského plánu na podkladě provozní inventarizace. IFER. MŽP. Praha. 2004. 215 s.

Korpeľ, Š. (1971): Výstavba, vývojové štádiá a produkčné pomery bukových pralesov na Vihorlate. Československá ochrana prírody, zborník SÚPSOP č. 11, Bratislava. 101-129

Korpeľ, Š. (1987): Dynamika štruktúry a vývoj bukových prírodných lesov na Slovensku. Acta Facultatis Forestalis, 24. Zvolen. 59-85

Schneider, J., Urban, J., Rebrošová, K., Douda, P., Dymák, M., Dobrovolný, L., Chmelař, J. (2008): Možnosti využití syntézy ekosystémových charakteristik lesních porostů v tvorbě a ochraně krajiny. Odborná zpráva projektu IGA LDF MZLU č. 57/2008. MZLU v Brně, Brno

Vrška, T., a kol., (2002): Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice. Svazek 1, Českomoravská vrchovina-Polom, Žákova hora. Academia, Praha, 214 s.

Vrška, T., a kol., (2006): Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice. Svazek 2, Lužní lesy – Cahnov-Soutok, Ranšpurk, Jiřina. Academia, Praha, 216 s.

Kontaktní adresa 1. autora:

Ing. Jiří Schneider, Ph.D.

Ústav tvorby a ochrany krajiny LDF MENDELU v Brně

Zemědělská 3, 613 00, Brno

jschneider@email.cz www.utok.cz