

DYNAMIKA FAR NA RŮZNÝCH STANOVIŠTÍCH LUŽNÍHO LESA

Tomáš Litschmann

Pavel Hadaš

Úvod

Lužní lesy, ačkoliv (anebo právě proto) vznikly v důsledku lidské činnosti v posledních staletích, představují ekosystémy s velkou druhovou rozmanitostí a četným výskytem chráněných druhů rostlin a živočichů. Jak ukazují obr. 1 a 2, především jarní aspekt lužního lesa potěší jeho návštěvníka množstvím barevných květů. Tento aspekt je umožněn m.j. i též specifickým režimem záření, který se utváří v těchto opadavých listnatých lesích v průběhu roku.



Obr. 1 – Lužní lesy jsou nedílnou součástí Lednicko-valtického areálu, památky UNESCO



Obr. 2 a, b – Jarní aspekt lužního lesa

Časové a prostorové rozdělení fotosynteticky aktivního záření (FAR) výrazně ovlivňuje celou řadu biologických, biofyzikálních a biogeochemických procesů v lesním ekosystému.

V rámci řešení mikroklimatických poměrů ekosystému lužního lesa v rámci výzkumného záměru LDF MZLU v Brně pod číslem MSM 434100005 „*Trvale udržitelné hospodaření v lesích a v krajině. Od koncepce k realizaci*“ jsme se m.j. zabývali též i měřením fotosynteticky aktivního záření na dvou lokalitách v blízkosti Výzkumné plochy Prof. Ferdinanda Vašíčka, CSc. poblíž Lednice na Moravě, spravované LDF MZLU. Lesní porost je zde tvořen převážně duby, jasaný a jilmy, v bezprostředním okolí stanice se nachází lípy. Stáří porostu je 100 – 130 let.

Cílem předložené práce je porovnání průběhu FAR na dvou stanovištích v lužním lese, a to na volné pasece a pod korunami stromů. Tento režim je alespoň na začátku a na konci vegetačního období

odlišný od režimu v smrkových porostech, kterému byla věnována pozornost v jiných pracích u nás i v zahraničí.



Obr. 3



Obr. 4

Metodika měření

Množství FAR bylo měřeno na dvou stanovištích pomocí snímačů od firmy DETEGO Třeboň, umístěných na stativě ve výšce 2 m nad zemí. Registrace byla prováděna synchronně s přesností 1 s v půlhodinových intervalech pomocí registrátorů HOBO s použitím zesilovačů od firmy AMET. Tím bylo zaručeno, že měření probíhala vždy ve stejný okamžik, což je důležité především pro porovnání vzájemných rozdílů v intenzitě záření na těchto lokalitách. Kromě FAR se na těchto stanovištích měří i další meteorologické prvky, jako je teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, teplota povrchové vrstvy půdy a vlhkost půdy v hloubkách 10 a 60 cm. Lokalita označena jako HERDY1 je umístěna na volné pasece (obr. 3) a jsou na ní kromě již zmíněných meteorologických prvků měřeny též úhrny srážek. V lesním porostu ve vzdálenosti do 200 m od ní je umístěna stanice HERDY3 (viz obr. 4). V horní části tohoto obrázku je pohled na architekturu korun stromů nad snímačem FAR. Měření FAR byla započata na začátku roku 2003 a trvají doposud.

Kromě dlouhodobých měření byla provedena i ambulantní měření pomocí přístroje SunScan SST1 (Delta –T, UK) za účelem zmapování plošné variability FAR v daném porostu

Výsledky a diskuse

Absolutní hodnoty

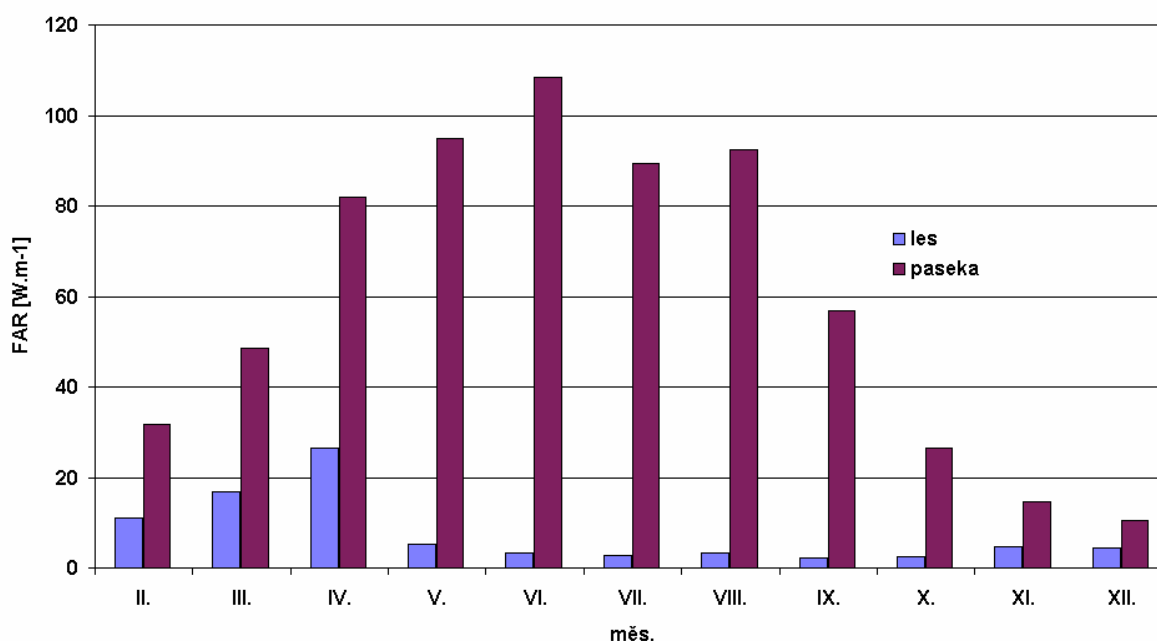
Na obr. 5 jsou znázorněny průměrné denní intenzity FAR v jednotlivých měsících roku 2003. V případě paseky se jedná o typický roční chod s maximem v červnu, výskyt podružného maxima byl v srpnu, jenž se v tomto roce vyznačoval vysokými teplotami a nadprůměrným počtem hodin se slunečním svitem. Naopak pod korunami stromů nastalo maximum intenzity záření v dubnu, těsně

před tím, než došlo k vyrašení a rozvoji listů. Intenzity FAR v mimovegetačním období jsou tak paradoxně větší než ve vegetačním. Jelikož z dané oblasti nemáme k dispozici dlouhodobé hodnoty FAR, pro posouzení extrémnosti uváděných jednotlivých měsíčních hodnot záření uvádíme v tab. 1 porovnání doby trvání slunečního svitu na klimatologické stanici Lednice – Mendeleum v roce 2003 a v období 1961-1990. Je zřejmé, že v roce 2003 převažovaly měsíce s nadprůměrnou dobou trvání slunečního svitu, po únoru byl relativně největší rozdíl právě v již zmíněném srpnu. Podnormální byly pouze měsíce leden a říjen, v blízkosti normálu se nacházely měsíce červenec a listopad. Jak uvádí Vaníček (1985), dlouhodobé úhrny slunečního svitu lze s jistou přesností převést na globální a difuzní záření, ty pak (např. podle Špáníka a kol. (1997)) přepočítat na úhrny FAR. Domníváme se proto, že údaje v tab. 1 jsou postačující k dokreslení radiačních poměrů v roce 2003 ve vztahu k dlouhodobému průměru bez dalších matematických operací.

měs.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX	X.	XI.	XII.
norm.	49	78	127	170	226	230	242	224	166	131	57	45
2003	40	123	159	193	267	285	245	306	194	110	59	53
% norm.	82	158	125	114	116	124	101	137	117	84	104	118

Tab. 1 Doba trvání slunečního svitu na stanici Lednice – Mendeleum v roce 2003 a srovnání s normálem 1961-1990

Průměrné měsíční hodnoty FAR v lese a na pasece



Obr. 5

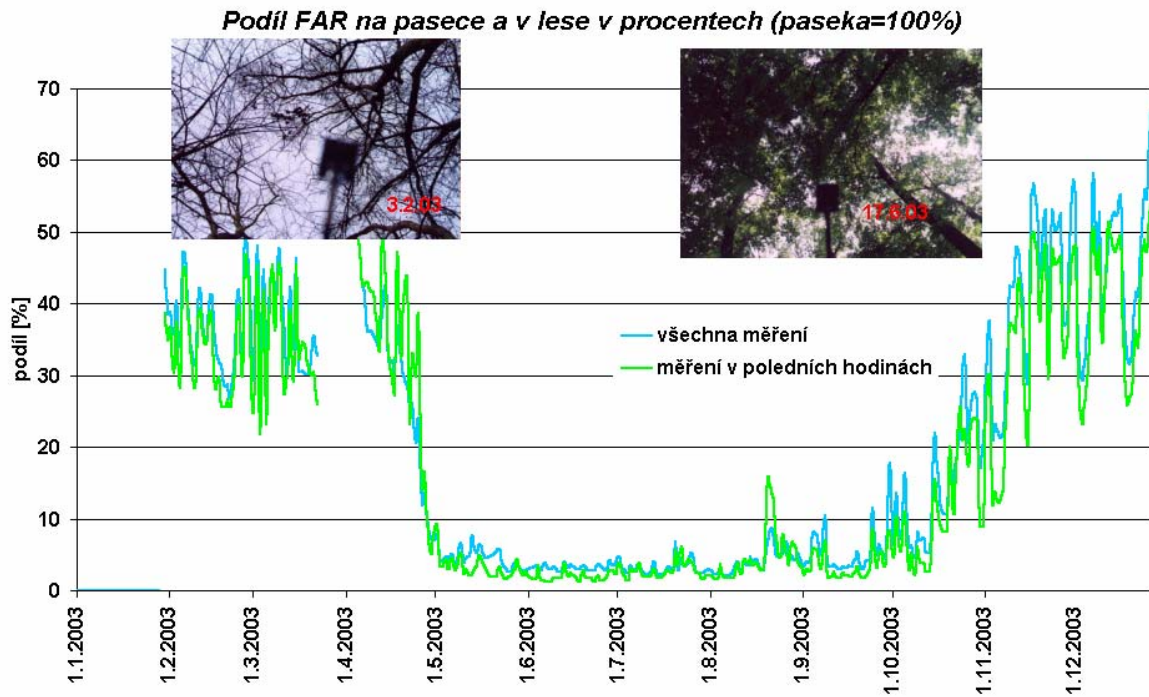
Relativní hodnoty

Detailnější představu o vzájemném vztahu FAR v lesním porostu a na pasece mohou poskytnout relativní hodnoty vyjádřené v procentech a vztahené k údajům na pasece.

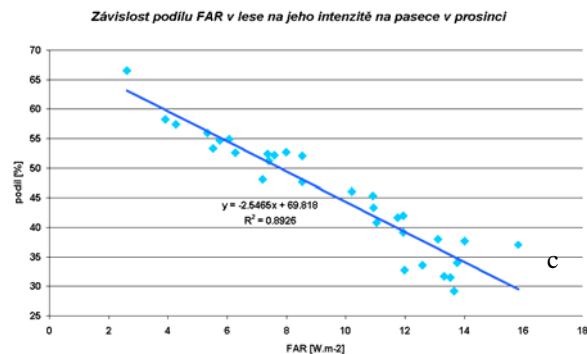
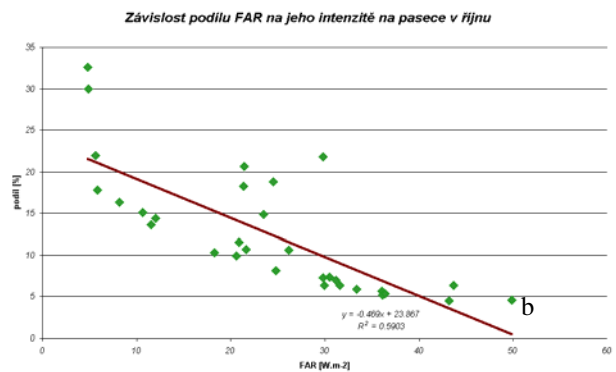
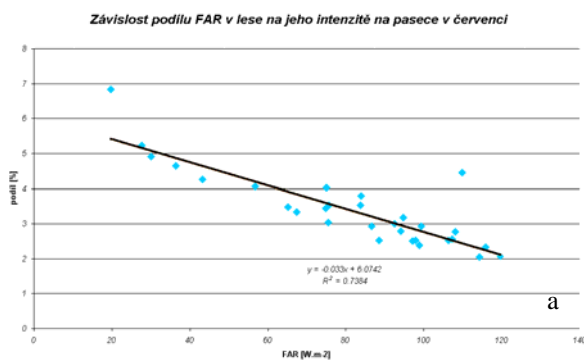
Tato skutečnost je vyjádřena na obr. 6. Byly zpracovány jak průměrné denní hodnoty, tak i měření z poledních hodin. Před počátkem rašení stromů lze ve výšce 2 m nad zemí naměřit od 30-ti do 50 % záření na volné ploše, s rozvojem listové plochy toto procento však během několika málo dnů prudce klesá a pohybuje se většinou kolem 2 – 3 %. Tento stav je poměrně setrvalý po většinu vegetačního období, začíná se však pozvolna měnit s počátkem opadávání listů. Jestliže nárůst listové plochy proběhl na jaře poměrně rychle, její zmenšování na podzim (přibližně od počátku října) probíhá

pozvolna a je zapotřebí přibližně měsíce a půl, než listí u dřevin, obklopujících měřicí stanoviště, celkem opadne.

Z obr. 6 je dále zřejmé, že procento podílu záření pod porostem není v určitém období stálé, kolísá i v období několika dní. Toto kolísání je výraznější v období vegetačního klidu a je způsobeno rozdílným poměrem přímého a difúzního záření v jednotlivých dnech. Velmi názorně si to lze dokumentovat na obr. 7 a.-c, na nichž je znázorněna závislost mezi procentem dopadlého záření pod porostem a jeho průměrnou denní intenzitou na pasece ve vybraných měsících.



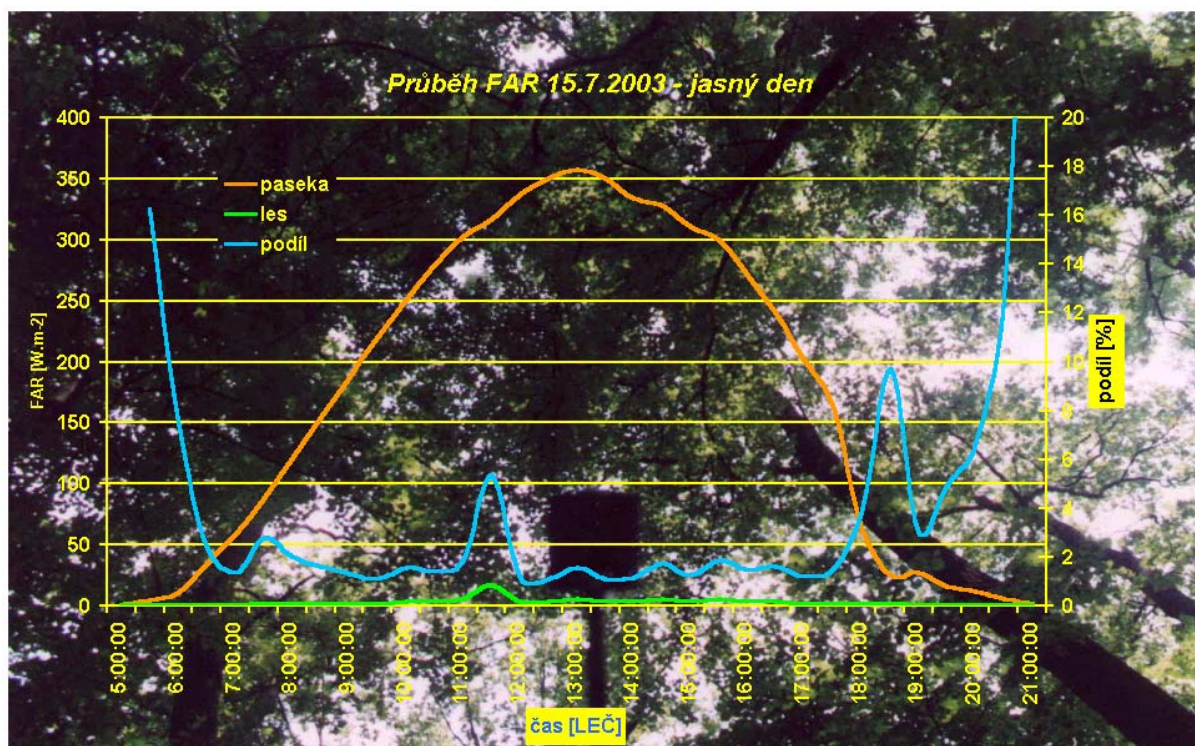
Obr. 6



Obr. 7 a,b,c

V červenci, který reprezentuje období s plně vyvinutým olistěním stromů, je tato závislost poměrně těsná a při nízké intenzitě FAR (zatažené dny, vysoký podíl difúzního záření) jeho podíl pod korunami dosahuje přibližně 6 %, zatímco během jasných dnů klesá na 2 %. V říjnu, během něž docházelo k opadu listů, je tato závislost méně těsná v důsledku měnící se listové plochy v průběhu měsíce. Ve dnech s nízkou intenzitou FAR tento podíl vzrůstal na 20 – 35 %, při jasných dnech klesal na hodnoty kolem 5 %. Nejtěsnější závislosti bylo dosaženo v prosinci, v němž již stromy byly bez listů a podíl FAR v lese oproti pasece se pohyboval od 30 do 65 %.

Obr. 8



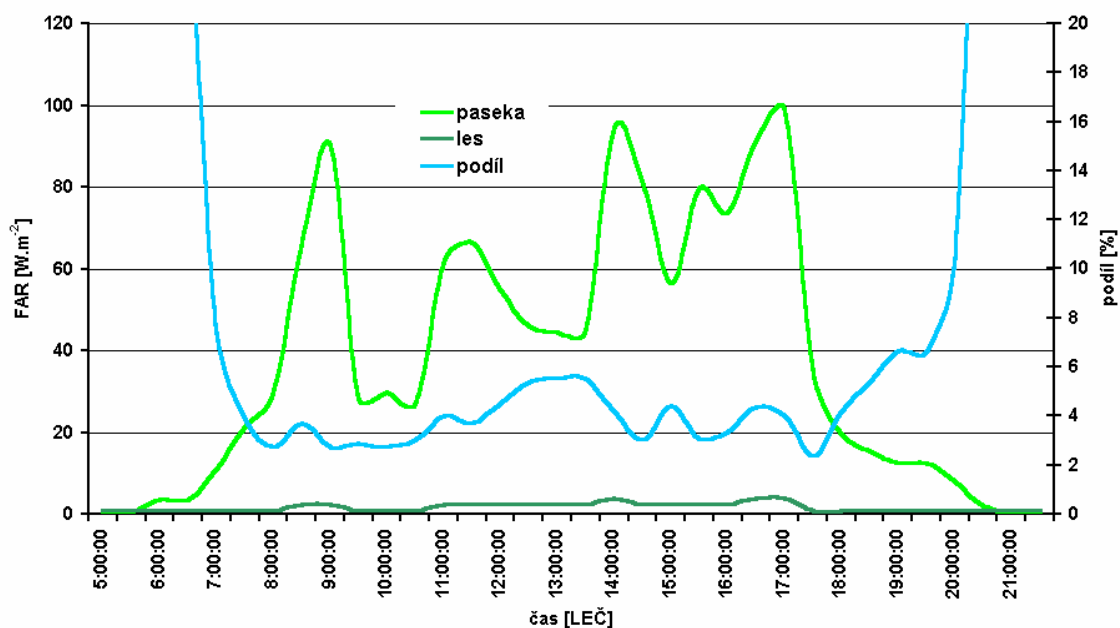
Denní chody

Na obrázcích 8 a 9 jsou znázorněny denní chody FAR v červenci během jasného a zataženého dne v lese a na pasece a jejich podíly vyjádřené v %. V obou případech nízký podíl fotosynteticky aktivního záření se vyskytuje již hodinu po východu Slunce a trvá až do jedné hodiny před jeho západem, rostoucí podíl před a po tomto okamžiku je způsoben velmi nízkými hodnotami záření těsně po východu a před západem Slunce. Mírně zvýšené hodnoty podílu záření během jasného dne v určitých časových okamžicích jsou způsobeny pronikáním záření mezerami v listové ploše při určité pozici Slunce. Během zataženého dne se tato zvýšení neprojevují, podíl záření v lese je poměrně konstantní a nezávisí příliš na intenzitě záření na pasece. Jak již bylo uvedeno výše, s nárůstem podílu difúzního záření vzrůstá i podíl FAR.

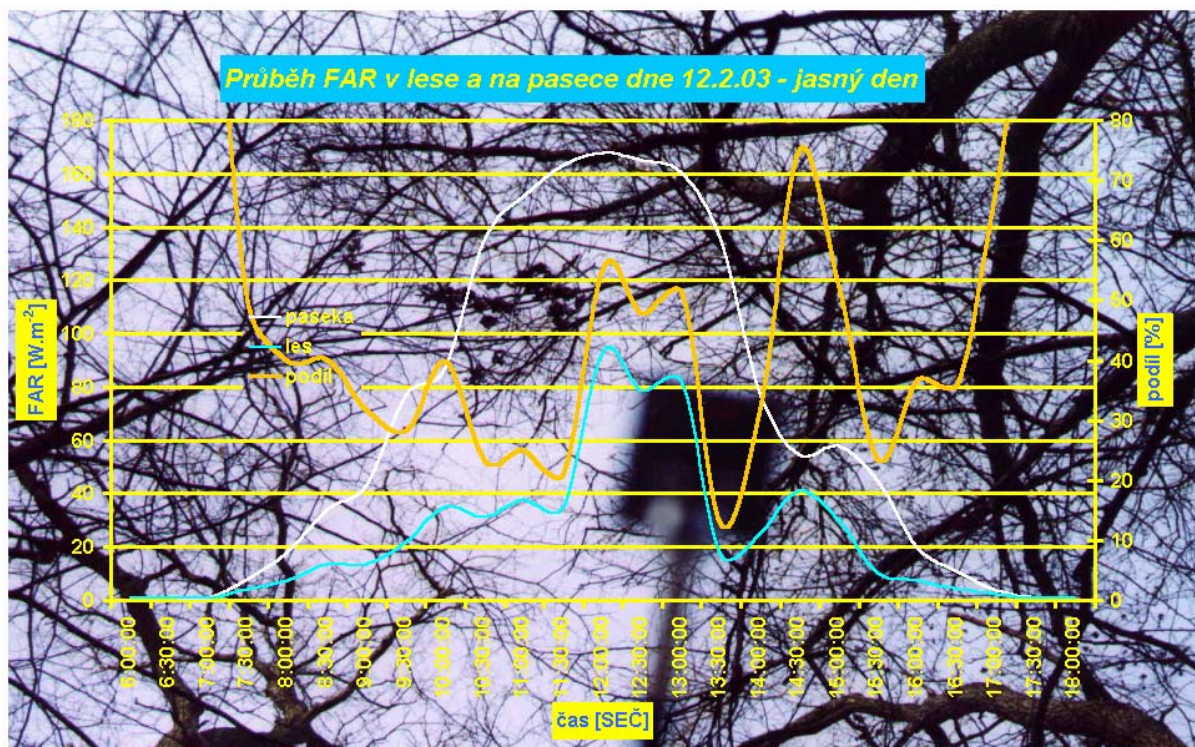
V mimovegetačním období, kdy je výška Slunce nad obzorem nízká, je množství FAR v lesním porostu během jasného dne určováno do značné míry vzájemným postavením kmenů a větví jednotlivých stromů, které vytvářejí zastínění měřícího prvku (viz obr. 10). Objevují se proto poměrně ostře ohraničená maxima, během nichž vzrůstá jak intenzita záření, tak i jeho podíl.

V případě zataženého dne se tato maxima neprojevují (obr. 11) a jeho podíl je v lese téměř konstantní. Křivka průběhu FAR na pasece má analogický průběh jako v lese, kde je však cca o 45 % nižší.

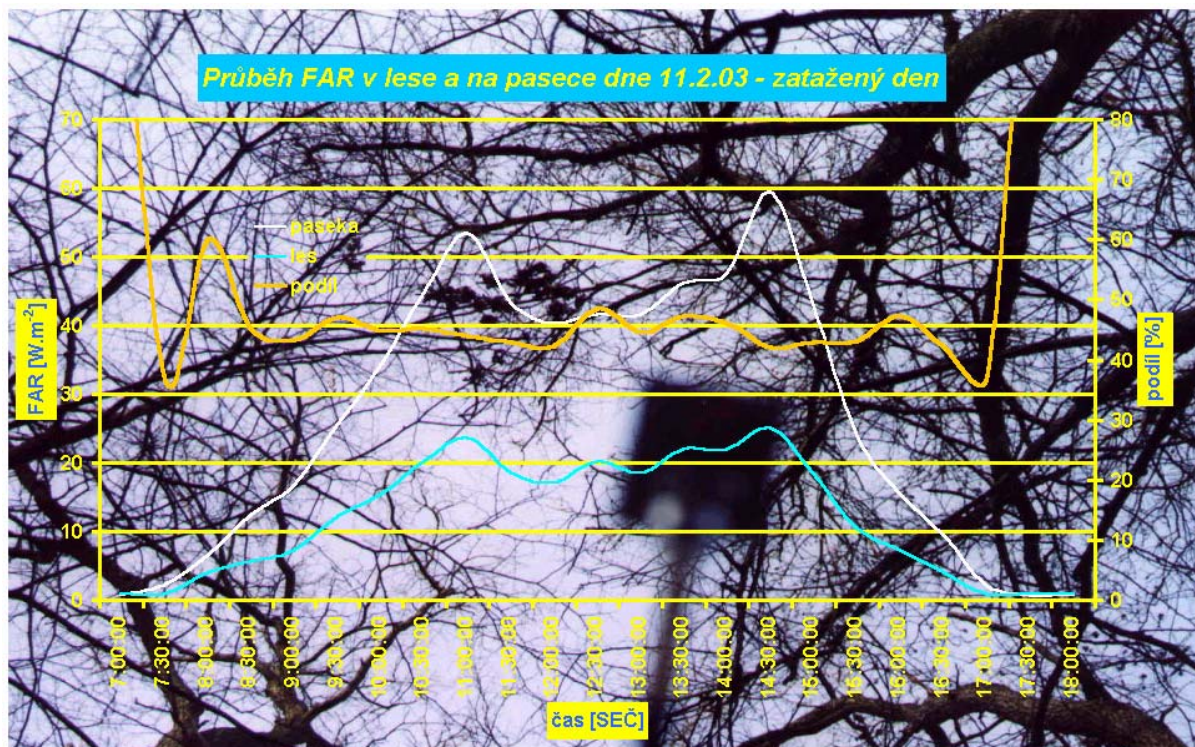
Průběh FAR 30.7.2003 - zatažený den



Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11

Plošná variabilita

Za účelem poznání plošné variability intenzity FAR daného porostu bylo dne 8.6.2004 při plném slunečním svitu provedeno ambulantní měření zařízením SunScan SST1 (obr. 12). Toto přenosné zařízení má v liniovém uspořádání umístěno 64 fotodiód, přičemž je možno přenosným počítačem zaznamenávat hodnoty FAR naměřené každou z nich. Vzorkovací interval byl zvolen 1 s, procházen byl porost v okolí několika desítek metrů v okolí měřicího stanoviště HERDY3. Uprostřed měření byly zaregistrovány hodnoty na volném prostranství, které byly použity ke stanovení podílu FAR v lese. Během celého experimentu nedošlo ke změně intenzity záření na volném prostranství.

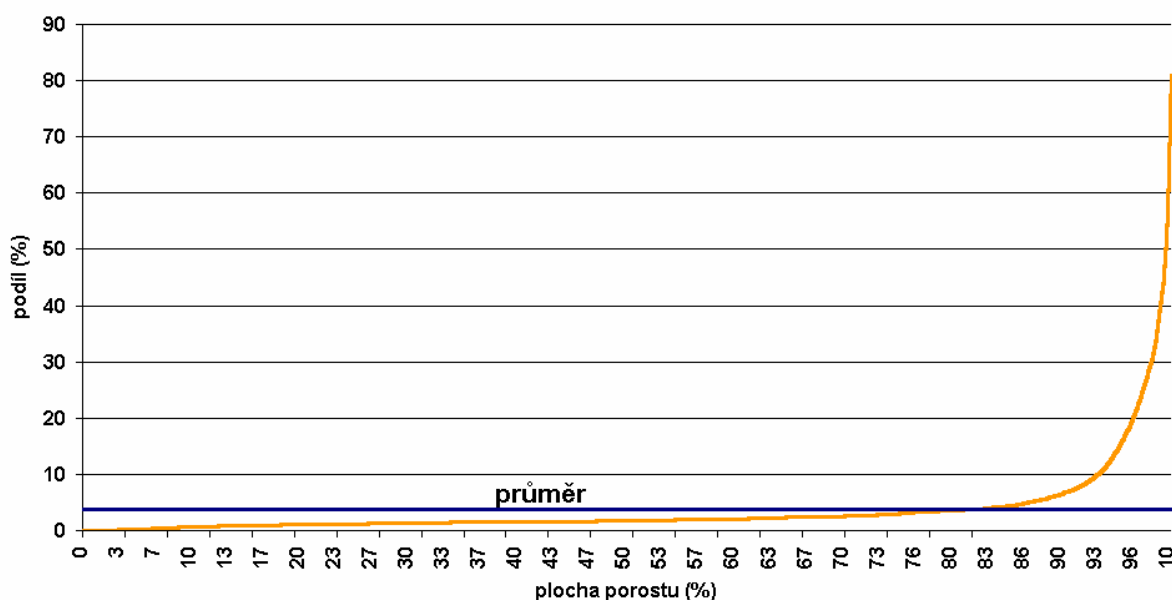


Obr. 12 – zařízení SunScan SST1 k ambulantnímu měření intenzity FAR

Celkem bylo proměřeno 19520 bodů, rozdělení naměřených hodnot je znázorněno na obr. 12a. Je zřejmé, že se jedná o výrazně asymetrické a špičaté rozdělení, průměrná hodnota je 3,7 %, medián 1,8 % a modus 1,4 %. Téměř 80 % plochy proměřeného území má hodnoty nižší než průměr, zvýšené

hodnoty podílu odpovídají mezerám v korunách stromů, kterými proniká sluneční záření přímo k povrchu. Tyto mezery představují pouze několik procent z celkové rozlohy studovaného území.

**Kumulativní křivka podílů FAR v lese a na pasece - okolí stanice
měření dne 8.6.2004**



Obr. 12a

Závěr

V předložené práci bylo provedeno vyhodnocení časové a částečně i plošné variability FAR v lužním lese. V období vegetačního klidu proniká k povrchu 30 – 40 % záření na volné ploše, ve vegetačním období je to 3 – 4 %. Podíl dopadajícího záření vykazuje poměrně těsnou závislost na intenzitě záření na volné ploše, s nárůstem difúzního záření vzrůstá i procento podílu v porostu.

Provedené ambulantní měření podílu FAR na větší ploše v okolí stanice ukazuje, že hodnoty z této stanice jsou reprezentativní pro okolní porost. Pouze na cca 10 – 15 % výměry tohoto porostu, v místech, kde přímé sluneční záření dopadá na povrch mezerami v korunách stromů, jsou hodnoty podílu výrazně vyšší. Se změnou pozice Slunce v průběhu dne na obloze se mění i velikost a poloha těchto ploch, což do jisté míry přispívá k homogenizaci pole FAR v lužním lese.

Lze se domnívat, že získané absolutní hodnoty podílu FAR jsou poplatné danému stanovišti a jeho okolí, které je tvořeno určitou druhovou skladbou, věkovou strukturou, výchovnými zásahy apod., předpokládáme však, že základní rysy dynamiky FAR, závisející na rozvoji listové plochy stromů, jsou reprezentativní pro větší část opadavých lužních lesů.

Literatura:

- Brown, P.L., Doley, D., R.J. Keenan, R.J.: Estimating tree crown dimensions using digital analysis of vertical photographs. *Agricultural and Forest Meteorology* 100 (2000) 199–212
- Englund, S.R., O'Brien J.J., Clark D.B.: Evaluation of digital and film hemispherical photography and spherical densitometry for measuring forest light environments. *Can. J. For. Res.* 30: 1999–2005 (2000)
- Janouš D., Marková I.: Radiační režim smrkového porostu lokality Bílý Kříž, Moravskoslezské Beskydy. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): *Seminář „Mikroklima porostů“*, Brno, 26. března 2003, ISBN 80-86690_05-9, str. 80-93

Kamlerová, K.: Distribuce fotosynteticky aktivního záření ve smrkovém porostu. Bioklimatologické pracovní dny: Funkcia energetickej a vodnej bilancie v bioklimatologických systémoch, Račková dolina, 2.-4. september 2003, SPU Nitra, ISBN 80-8069-244-0

Song C., Band L.E.: MVP: A Model to Simulate the Spatial Patterns of Photosynthetically Active Radiation Under Discrete Forest Canopies. Canadian Journal of Forest Research, 2003, 35 s.

Střelcová, K., Jankovič, J.: Výškový přírastok sadenic jedle bielej v oblasti Poľana – Hukavský grúň v závislosti od fotosynteticky aktívneho žiarenia. In.: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed.): XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konferencie, Lednice na Moravě 2.-4. září 2002, ISBN 80-85813-99-8

Špánik F. a kol.: Aplikovaná agrometeorológia. SPU Nitra, 1997, 194 s., ISBN 80-7137-421-0

Vaníček a kol.: Sluneční záření na území ČSSR. MLVH ČSR, Praha 1985, 54 s.

Shrnutí:

V prezentované práci je provedeno shrnutí výsledků měření fotosynteticky aktivního záření v průběhu jednoho roku v lužním lese v oblasti Lednice na Moravě. Je zpracována dynamika průběhu FAR a jeho podílu v lese oproti volnému prostranství jak v průběhu roku, tak i ve vybraných dnech vegetačního a mimovegetačního období. Získané výsledky z bodových měření byly doplněny plošným měřením v širším okruhu stanice. Bylo zjištěno, že podíl FAR dopadající pod koruny stromů závisí jak na rozvoji listové plochy okolních stromů, tak i na poměru přímého a difúzního záření v jednotlivých obdobích.

Klíčová slova: lužní lesy, fotosynteticky aktivní záření

Adresy autorů:

RNDr. Tomáš Litschmann
Moravský Žižkov 53, 691 01, Česká republika
E-mail: amet@bva.sol.cz
Tel: 519 346 252

RNDr. Pavel Hadaš
MZLU v Brně, LDF, Ústav ekologie lesa, Zemědělská 1a, 613 00 Brno
E-mail: hadas@mendelu.cz
Tel: 545134188