

Oponentský posudek

disertace „Analysis of matter and energy fluxes within the montane forest and grassland ecosystems based on spectral characteristics of vegetation.“,
kterou předložil Mgr. Alexander Ač

Předložená disertace se tématicky řadí k těm, které se věnují vědecky velmi živé a citlivé oblasti mapující toky uhlíku a energie na povrchu naší planety. Je s podivem, že tato doslova životně důležitá problematika tak dlouho unikala pozornosti těch, kteří rozdělují toky financí určené pro vědecký výzkum. Zároveň je to oblast, které nepochybně již brzy bude i laická veřejnost rozumět mnohem více, než je tomu dosud. Ta nezbytnost porozumění vyplývá z významu těchto vědeckých poznatků pro praktická politická a ekonomická opatření. A konečně připomínám, že tato disertace je pokračováním úspěšné řady vědeckých prací, které dosud vznikly, vznikají a určitě i nadále budou vznikat v laboratořích Ústavu systémové biologie a ekologie AV ČR. Toto připomenutí není mým zdvořilostním oceněním, ale připomenutím, že Mgr. Ač měl ve svých studiích vynikající vědecké zázemí, které mu usnadnilo úspěšně zvládat teorii i praxi vlastního výzkumu.

Vedle tématické aktuálnosti a potřeby studia toků látek a energie vyniká tato disertace také aktuálností metodickou. Svým způsobem je to také nezbytnost. Toky uhlíku v ekosystémech cílené i na postupné zobecnění v rámci biomů a celé planety nelze studovat jinak, než s využitím dálkového průzkumu. Samozřejmě, mnohé dílčí otázky se stále dají a musí řešit v laboratorních podmínkách. Ale postižení základních vlastností ekosystémů je možné jen v přírodě a doslova z nadhledu. Připomenutím této nezbytnosti ovšem vůbec nechci bagatelizovat samotný přístup a úsilí, které svým měřením musel věnovat autor disertace. Separáty obsažené v disertaci dokládají jeho obsáhlou a hlubokou znalost literatury i vynikající porozumění jak teoretické podstatě, tak i správným postupům hodnocení naměřených dat a jejich interpretaci. A konečně autorské týmy příložených publikací naznačují, že Mgr. Ač je dobrým členem i mezinárodních tvůrčích týmů. Také po stránce formální je disertace velmi pečlivě připravena. Seznamy zkratk, grafů atd. usnadňují orientaci potenciálních zájemců.

Úvodní zařazení vlastních témat do širších souvislostí je velmi pěkné a prokazuje, že Mgr. Ač je schopen se zahluobit nejen do podrobností svých měření, ale dobře vnímá i jejich obecnější přesah. Naproti tomu mě zaskočilo formulování otázek (str. 17) místo kvalifikované formulace hypotéz. Není to jen formální záležitost, jestli věta končí tečkou či otazníkem. Všechny 4 otázky se sice vztahují k řešené tématice, ale v podstatě jen málo naznačují teoretická východiska a prakticky vůbec nezdůvodňují právě zvolené metodické postupy. Domnívám se, že autor měl dostatek literárních znalostí i prvních metodických zkušeností, aby formuloval dobře

zdůvodněné hypotézy. Jejich experimentální potvrzení nebo popření by možná umožnilo i lepší zobecnění závěrů.

Podle mého názoru je škoda, že Mgr. Ač napsal do disertace jen asi 10 původních stran, a to pod názvem „Teoretický základ“. Poté už následují přepisy publikovaných prací nebo rukopisu odeslaného k uveřejnění. Doktorské disertace jsou sice většinou tvořeny několika experimentálními jednotkami, ale obecně se vyznačují jistou sevřeností a vzájemnou propojeností. A právě „průvodce“ shrnující celou sekvenci myšlenek a závěrů dílčích publikací zde postrádám. Neuvádím tuto svou námitku jen proto, že „to tak většinou bývá“. Například odpovědi na otázky formulované v úvodu šlo jistě řešit mnoha jinými postupy a metodami. Například hned první otázka o vztahu mezi měřením fluorescence a asimilací uhlíku má nepochybně řadu variantních metodických řešení. Rád bych si přečetl, proč byly zvoleny právě ty postupy, které autor použil.

V literárním přehledu autor uvádí – celkem pochopitelně – někdy i protichůdné či nejednoznačné výsledky různých autorů (např. str. 25 při hodnocení vztahu mezi parametry PRI a LUE). Ale autor by v příslušné části měl uvést také svůj názor nebo odmítnout řešení tímto způsobem či jinak tuto nejasnost čtenáři presentovat. Právě třeba tato kapitola 2.2.2.1 vlastně končí konkrétní citací vztahující se k olivovníku, ale sám bych ještě potřeboval určité shrnutí, které bylo jedním z podkladů jeho vlastních pokusů nebo naopak, kde jeho pokusy část neshod v dosud publikovaných výsledcích vysvětlují. Stejně tak bych mohl upozornit na závěrečný odstavec kapitoly 2.2.2.2, kde opět postrádám kvalifikovaný názor autora disertace. A nakonec ve stejném duchu mi chybí hodnotící odstavec za celým teoretickým úvodem.

Také považuji za potřebné, aby se doktorand v disertaci alespoň u jednoho tématu vrátil k celé časové sekvenci studia od těch, kteří danou metodu či myšlenku popsali poprvé až k současnosti. Jistě to nejde uvést pro všechna témata. Ale na jednom příkladu je vhodné dokumentovat, že si doktorand uvědomuje význam těch, kteří byli před námi, i význam porozumění historickému vývoji vědeckého poznání. V tomto konkrétním příkladu by bylo vynikající, kdyby Mgr. Ač stručně popsal historii využívání fluorescence od původní práce Kautcky a Hirsch v roce 1931 až po současnost.

Detekce stresu patří rovněž mezi velmi aktuální témata experimentální biologie rostlin. V tab. 2.1 Mgr. Ač uvádí několik indexů, jimiž lze měřit „vegetation stress“. Nejsem si jist, jestli je ještě v současnosti vhodné mluvit zcela obecně o stresu, tedy bez jeho specifikace. Domnívám se, že dnes už přeci jen je k dispozici hodně poznatků o kausálních řetězcích a časových sekvencích, které vedou od prvotního vlivu stresoru k měřitelné reakci. Nemohu však vyloučit svou neznalost uváděných indexů a jejich stanovení. Proto bych v diskusi uvítal podrobnější objasnění, jak dané fluorescenční parametry postihují tak odlišné stresy, jako jsou důsledky nedostatku vody, vlivu těžkých kovů či zasolení, účinky slabých dávek herbicidů apod.

Hodnocení uveřejněných prací se celkem logicky musím vyhnout. Jednak jejich spoluautory jsou specialisté s mnohem většími znalostmi i zkušenostmi v dané oblasti a jednak byly tyto práce hodnoceny neméně kvalifikovanými oponenty.

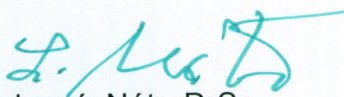
Dovolím si jen několik poznámek k rukopisu uvedenému jako kapitola 5. První věta závěru: „We conclude that under steady-state conditions „process-related“ VIs (PRI; R_{686}/R_{630} ; R_{740}/R_{800}) did not reveal any statistically significant relation to the carbon assimilation rate“. Omlouvám se, že jsem patrně celý rukopis nečetl dost podrobně, takže i tím mohou být moje následující dotazy vyvolány.

1. Jak jsou definovány uvedené „steady-state“ podmínky?
2. V tomto rukopise i v dalších pracích mě trochu zaskočil velký důraz kladený na statistické korelace. Uvědomuji si, že takto nalezené vztahy jsou velmi často prvním indikátorem i vztahů funkčních. Ale právě alespoň hypotetické naznačení možných kausálních vztahů v řadě uvedených regresí postrádám. Proto se alespoň ve vztahu k uvedené citované větě ptám: Jak lze hypoteticky zdůvodnit očekávání naznačeného vztahu mezi uvedenými vegetačními indexy a rychlostí fotosyntézy? A rychlostí fotosyntézy měřené jakým způsobem a za jakých podmínek? Nemám, samozřejmě, na mysli obecné konstatování, že způsoby využití dopadajícího slunečního záření jsou prostě ve vztahu k rychlosti fotosyntézy. Jedná se mi o podrobnější rozbor souvislostí kausálních. Stejně tak by se možná mohlo již vysvětlit či zdůvodnit další konstatování v uvedené větě, podle něhož „More significant correlations were found for forest rather than grassland canopy“. Proč?

Závěrem rád shrnuji: Jak jednoznačně vyplývá z první části mého posudku, považuji doktorskou disertaci Mgr. Alexandra Ače za velmi dobrou. Potřebně aktuální a metodicky moderní. Autor prokázal schopnost tvůrčí vědecké práce, zapojení v týmu a zkušenosti ze zahraničních pracovišť. Moje druhá část posudku ukazuje některé aspekty, které považuji pro doktorskou disertaci za obecně neméně důležité a které by možná význam této práce i pro samotného disertanta ještě zvýšily.

Doporučuji proto, aby po úspěšném obhájení disertace „Analysis of matter and energy fluxes within the montane forest and grassland ecosystems based on spectral characteristics of vegetation.“ bylo jejímu autorovi, Mgr. Alexanderovi Ačemu, navrženo udělení akademického titulu Ph. D.

V Praze 25. listopadu 2009.


Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc.

Oponentský posudek disertační práce

Autor: Mgr. Alexander Ač

Název: Analysis of matter and energy fluxes within the montane forest and grassland ecosystems based on spectral characteristics of vegetation.

Disertační práce je psána anglicky. Přestože se v některých pasážích autor nevyhnul drobným jazykovým nepřesnostem a některé věty jsou kostrbaté, je text srozumitelný. Celkově lze úroveň angličtiny hodnotit jako velmi dobrou.

Význam tématu disertace v kontextu rozvoje oboru

Práce je zaměřena na použití spektrálních charakteristik vegetace k dálkovému průzkumu fyziologických charakteristik porostů. Téma je vysoce aktuální. Možnost sledování fotosyntetické aktivity porostu (respektive některých dalších souvisejících charakteristik) pomocí hyperspektrálních snímků vegetace z letadel nebo satelitů je jednou z největších výzev současné ekofyziologie rostlin. Spolehlivý dálkový průzkum funkčního stavu porostu by přinesl naprosto zásadní posun ve výzkumu vlivu klimatických změn na rostlinné ekosystémy, jak z hlediska ocenění aktuální schopnosti poutat atmosferický uhlík, tak z hlediska analýzy vývoje funkčního stavu porostu a predikce dopadů klimatické změny.

Teoretická část

V poměrně krátké teoretické části (kapitola 2) autor shrnul: 1, základy zobrazovací spektroskopie; 2 informace o úloze xantofylového cyklu v regulaci fotosyntetických procesů, o možnostech využití PRI k detekci deepoxidačního stavu pigmentů xantofylového cyklu a dalších fotosyntetických charakteristik; 3, základní znalosti o fluorescenci chlorofylu a, souvislostech parametrů fluorescence s fotosyntetickou aktivitou, a možnostech detekce fluorescence ze spekter reflektance. Pozornost je věnována především dosavadním výsledkům použití odpovídajících reflektančních poměrů ke stanovení fotosyntetické aktivity na úrovni listu, menších částí porostů i celých porostů. Rešerše je aktuální, cituje značné množství publikací. Zaměření rešerše velmi dobře odpovídá tématu disertace a stanoveným cílům.

Konkrétní připomínky k teoretické části:

Str. 24, ř. 12-17: Věty „Up-regulation of photoprotection during the winter does not occur in the case of shaded leaves, but to a lesser extent in case of sun leaves (e.g. Adams et al. 2001; Stecher et al. 1999). Similarly, a recent study by Zarter et al. (2006a) on evergreen *Arctostaphylos uva-ursi* found sustained increase in Z content during the winter, which was most significant for shaded leaves.“ si informačně odporují. Nepatří v první větě spíše „Up-regulation of photoprotection during the winter occurs in the case of shaded leaves,” ?

Str. 25, ř. 18-20: Uvádíte, že „PRI tracked seasonal changes in the amount of de-epoxidised xanthophyll cycle pigments defined as $(0.5 \cdot V + Z + A)$ normalized to chl“. Opravdu odráží uvedený vztah množství deepoxidovaných pigmentů xantofylového cyklu?

Experimentální část

Experimentální část práce se skládá ze čtyř kapitol (3-6), které obsahují 3 publikované práce (Plant Physiology and Biochemistry (IF₂₀₀₈ = 1,905), Functional Plant Biology (IF₂₀₀₈ = 2,248), a ve sborníku 5th EARSeL Workshop on Imaging Spectroscopy) a 1 práci v recenzním řízení v časopise Oecologia (IF₂₀₀₈ = 3,008).

Tyto práce jednoznačně dokumentují naplnění cílů práce uvedených v závěru 1. kapitoly. Konkrétní problémy řešené v uvedených statích (příčiny rozdílné korelace mezi spektrálními poměry a odpovídajícími fyziologickými charakteristikami u rozdílných druhů rostlin a typů porostů; problematika zobecnění informací z úrovně listu, malého porostu s vysokým prostorovým rozlišením, nižším prostorovým rozlišením, až na úroveň klasického dálkového průzkumu využívajícího satelitní data) i design experimentů použitých k jejich řešení svědčí o koncepčním a tvůrčím přístupu. Nicméně přivítal bych souhrnné zhodnocení experimentálních výsledků a nastínění dalšího směřování výzkumu.

Konkrétní připomínky k diskuzi výsledků:

Jelikož nemá smysl vznášet připomínky k již publikovaným pracím, zaměřil jsem se na kapitolu 5 (Are simple reflectance ratios related to chlorophyll fluorescence able to track changes in carbon fluxes of grassland and forest ecosystems?)

Hlavním výsledkem práce je bezpochyby zjištění, že parametry odvozené z fluorescence Chl a jsou lepším indikátorem denních změn čisté produkce CO₂ v porostu (NEE) než tolik „glorifikovaný“ PRI, a že míra korelace R686/R630 s NEE je výrazně lepší pro monokulturní smrkový porost než pro druhově bohatou louku. Jako částečné vysvětlení tohoto rozdílu uvádí vyšší obsah chlorofylu v jehlicích (zřejmě je zde míněn obsah vztažený na plochu) a menší míru stresu ze sucha, která souvisí s větší vodivostí průduchů.

1, Tato tvrzení by bylo vhodné konkrétněji doložit a diskutovat.

2, Kromě vyššího obsahu chlorofylů by k lepší míře korelace R686/R630 s NEE u smrkového porostu mohla přispívat i menší variabilita jeho obsahu (vztaženo na plochu, respektive suchou či čerstvou hmotnost) ve srovnání s obsahem pigmentů jednotlivých druhů rostlin horské louky. Tento faktor bych doporučoval rovněž podrobněji doložit a diskutovat. Podle mého mínění detekovaná reflektance při obou dvou vlnových délkách použitých pro výpočet „fluorescenčního parametru“ závisí rovněž na obsahu chlorofylů (nikoliv však stejně – R686 pravděpodobně více než R630) a tudíž i výsledná hodnota R686/R630 není úměrná pouze fotosyntetické aktivitě, ale také obsahu chlorofylů. Výrazná variabilita obsahu pigmentů, by tedy mohla být další příčinou, která zkreslí závislost R686/R630 na NEE u horské louky.

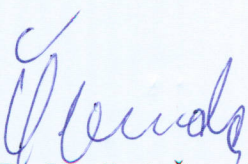
3, Z výše uvedeného vyplývá, že pro optimalizaci závislosti „fluorescenčního indikátoru“ na fotosyntetické aktivitě by možná bylo vhodné: a, vytvořit takový poměr(parametr), který nebude záviset na obsahu chlorofylů; b, výsledný poměr „normovat“ na stejnou koncentraci pigmentů. Jaký je Váš názor?

Závěrečné hodnocení

Předložená práce jednoznačně přispívá k lepšímu pochopení vztahů mezi fyziologickými charakteristikami na úrovni listů a porostů a spektrálními charakteristikami vegetace. Ještě bych chtěl zdůraznit, že téma disertační práce pokládám za velmi náročné. Doktorand se musel orientovat v poměrně široké oblasti fotosyntézy (od fotochemických reakcí PS II a úlohy pigmentů xantofylového cyklu v jejich regulaci, až po toky CO₂ a H₂O v porostech), zvládnout metodiky měření a interpretace spektrálně-optických vlastností listů a porostů, a v neposlední řadě poměrně náročné zpracování dat zobrazovací fluorescence a hyperspektrálních snímků. To že se mu podařilo již během doktorského studia zvládnout vše na takové úrovni, která vedla k publikacím výsledků v kvalitních impaktovaných časopisech zaslouží uznání. Je samozřejmé, že ke kvalitním výsledkům přispěli i vedoucí práce, oba konzultanti a další kolegové z Laboratoře ekologické fyziologie rostlin ÚSBE AV ČR, nicméně výrazný podíl Mgr. Ače na získaných výsledcích je zřejmý i ze skutečnosti, že u dvou ze čtyř přiložených publikací je prvním autorem a u zbývajících dvou pak druhým autorem.

Uvedené připomínky nesnižují hodnotu předkládané práce, která je velmi dobrá. Kvalita i kvantita publikací jednoznačně splňuje standardní nároky kladené na obhajobu disertační práce v přírodovědných oborech. Proto doporučuji po úspěšné obhajobě práce udělit Mgr. Alexandru Ačovi titul Ph.D.

V Ostravě 20.11. 2009


Doc. RNDr. Vladimír Špunda, CSc.
Katedra fyziky
PřF OU v Ostravě



A review on the Ph. D. thesis titled:

“Analysis of matter and energy fluxes within the montane forest and grassland based on spectral characteristics of vegetation”

presented by: Mgr. Alexander Ač

The present thesis covers the highly important topic on matter and energy fluxes within montane forests and grasslands monitored by spectral analyses of vegetation. In current period of changing climate knowledge on vegetation reactions to changing climate has a crucial importance for predictions of ecosystem evolution in future and for policy measures. Ever-increasing CO₂ concentration during the last century brings vegetation and its properties into a center of climate change science. The variation of annual carbon fluxes poses an important challenge in our ability to determine whether an ecosystem is a source, a sink, or is neutral in regard to CO₂ at longer timescales. At this moment, models dealing with prediction of climate change are dependent on good quality estimates of sink capacity of vegetation, in which forests play a key role, for carbon storage well balancing climate-vegetation feedback on processes of photosynthesis and respiration. Montane ecosystems belong to the most endangered by climate change and their response to climate change is, thus, currently intensively studied.

Since the 1970's, when the first satellites were launched, spectral properties of vegetation have been widely explored as a potential tool for large-scale monitoring of vegetation properties. Recently, attention is devoted to development of optical methods capable to monitor accurately photosynthetic performance in time-series data and thus to follow matter (particularly carbon) and energy fluxes in ecosystems including vegetation. The present thesis contributes to this research.

The thesis is composed of 6 chapters. Now I will gradually analyze them.

The **Chapter 1** titled General Introduction brings one and half page motivation of the thesis research. In the end of the chapter 4 research objectives are stated in a form of questions. However, throughout the thesis I have not found answers to those nicely laid questions and I hope that during presentation in a defence these will be clearly answered. I also think, more recent references could have been incorporated, since climate change, the role of vegetation and forests in particular in it, are currently so hot topic, that every month there are new papers, a lot even in the most prestigious ones, like Nature and Science. Unfortunately, in the present chapter 1 only 1 reference is from 2009, 3 from 2008, 2 from 2007 out of 17 references in total. I would expect more focused motivation of the thesis, where could be regarded ecosystem services of montane ecosystems, and current opinion on capability of different forests and montane ecosystems to sequester carbon. In that context, I wonder what is author's opinion, for example, about results of the study of Sierra et al. (2009, Ecology, 90(2): 2711-2723).

The **Chapter 2** titled Theory Background is focused on two topics - Basics of imaging spectroscopy and on remote sensing of chlorophyll fluorescence, given on 11 pages, altogether with 104 references (if counted well) on additional 8 pages. Again, in my opinion I am missing background into 1) energy and matter fluxes, 2) role of vegetation in carbon

cycle and carbon sequestration 3) current sink/source relationships and investigation in montane ecosystems.

Another problem I see in selection of references used – the chapter does not contain any reference from 2009, 1 from 2008, 2 from 2007, 8 of 2006, altogether out of 101 references cited (approximately – I could have done mistake in counting and if so I apologize). I wonder if author concluded that no progress has been made in the field during the last 3.5 years, what I doubt. I found in Web of Science 115 references only for keyword combination “chlorophyll fluorescence AND remote sensing”. What author thinks about review of Meroni et al., 2009, *Rem.Sensing Environ.* 113: 2037-2051? Why you decided not to include review of your consulting supervisor Malenovsky et al. 2009, *Journal of Experimental Botany*, 60: 2987-3004 issued in July 2009? It seems to me very useful.

The **Chapters 3 and 4** are already published, very nice papers, which have been already cited and constitute an important part of the thesis – I do not have comments on them.

Chapter 3: Lichtenthaler, HK; Ac, A; Marek, MV; Kalina, J; Urban, O 2007: Differences in pigment composition, photosynthetic rates and chlorophyll fluorescence images of sun and shade leaves of four tree species. *PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY*, 45 (8): 577-588., Times Cited: 8

Chapter 4: Ac, A et al. 2009: Near-distance imaging spectroscopy investigating chlorophyll fluorescence and photosynthetic activity of grassland in the daily course. *FUNCTIONAL PLANT BIOLOGY*, 36 (10-11): 1006-1015 Sp. Iss. SI 2009
Times Cited: 1

Chapter 5 is a manuscript intended to be published in *Oecologia*, where the presenter is the first author. It focuses on relationship of simple reflectance ratios to chlorophyll fluorescence and their ability to track changes in carbon fluxes of grassland and forest ecosystems. In my opinion this is a core output of the thesis and brings very original finding about possibility to use simple reflectance ratios for tracking variations in carbon fluxes in grassland and forest ecosystems. In my opinion this finding has high application potential. However, before it is going to be submitted I again recommend to check with recent literature and a current state of the art - there is no reference, for example, from 2009. If I counted well, out of 61 references, there are only 5 references from 2008, 6 references from 2007, 1 from 2006 and 5 from 2005. All remaining references are older than 2005. In that context I would like to know what does the presenter think about conclusions of Inoue et al. (2008, *REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT* 112: 156-172) about PRI use in ecosystem CO₂ flux monitoring. Another question - what do you think about use of off-nadir vs. nadir measurements in relation to the efficiency parameters - radiation use efficiency and photosynthetic capacity?

Chapter 6 is a paper published in *Proceedings 5th EARSeL Workshop on Imaging Spectroscopy* held in Belgium April 23-25, 2007. The paper is missing discussion, what is unfortunate, only conclusions are included. My question is what could be an answer of the presenter to a statement in the conclusions of the paper about a need of further research on the behavior of the indices tested in the paper – PRI, gNDVI, TCARI/OSAVI and SIPI. What is current opinion about their use from the perspective of 2 following years after publishing and current findings?

After the chapter 6 I did not find a section of global discussion, or some conclusions trying to summarize input of the research presented in the thesis. That is a pity, I think. Generally, I found the volume of the text presented in the thesis out of the papers constituting individual chapters, as quite short. In fact, only chapter 1 and chapter 2 were written for the purpose of the thesis, altogether representing only 12.5 of text pages (excluding references) (See Table below), and it gives only little insight why different aspects have been included in the study and how they fit together and what is overall contribution of the thesis to the research field. I hope that the presenter will give us better insight during his defence presentation.

	TEXT PAGES %	REF PAGES	
CHAPTER 1	1,5	2	1,5
CHAPTER 2	11	14	8
CHAPTER 3	18	23	5
CHAPTER 4	17	22	5
CHAPTER 5	16	20	5,5
CHAPTER 6	15	19	2
TOTAL	78,5	100	27

My final questions about findings presented in the thesis are:

What do you think about future use of applications of the measured fluorescent signal at the three scales of observation (ground, aircraft and satellite)? How far are we from upscaling to RS satellite monitoring of photosynthetic capacity and efficiency? How your thesis contributes to the application of fluorescence signal to monitoring matter and energy fluxes in the ecosystems? What is your opinion about the functioning of forest and grassland montane ecosystems investigated in the thesis in regard to CO₂ sequestration?

Generally, I found the thesis based on a great volume of research. The Presenter showed capability to work in a team and to collaborate with researchers from other field and to evaluate critically his findings. Also I highly value publication activity of the presenter, when the thesis contain one first-author publication and 2 co-authored publications already published and one first-author manuscript intended for publication. In addition, the presenter co-authors another paper Urban et al. (2007, PHOTOSYNTHETICA, 45 : 392-399), already 5 times cited.

As a weak point of the present thesis I see two issues:

- 1) the thesis lacks general discussion where the findings of the author presented in individual chapters would be discussed from global point of view and would try to place the present findings in the current state of the art.
- 2) The thesis almost lacks any references from 2009, and has only few from 2008, though it was handed in in the middle of a year 2009. And because of the lack of the global discussion, it lacks current references almost at all, since several papers were published year or two ago.

In spite of my critical comments, which I mentioned in believe for aiming for the best of possible I have to say that the present thesis bring a large portion of new information to the field, shows capability of the presenter to conduct, present and discuss scientific work. Let me ask the members of the Committee as well as Alexander Ač himself not to negatively correlate the number of my comments with my assessment of the present thesis. And since I

missed some discussion in the present thesis, I used this opportunity to stimulate an inventive discussion during defence.

In summary, the thesis entitled "Analysis of matter and energy fluxes within the montane forest and grassland based on spectral characteristics of vegetation" and presented by Mgr. Alexander Ač fulfils the official requirements. The thesis can be considered as a prove that its author acquired sufficient knowledge to an independent and creative research. When Mgr. Alexander successfully defends his thesis, I recommend to confer on his the university degree "Doctor", Ph. D.

Jana Albrechtová
Reviewer of the Thesis

TEXT PAGE	REF PAGE
CHAPTER 1	1,2
CHAPTER 2	11
CHAPTER 3	18
CHAPTER 4	23
CHAPTER 5	17
CHAPTER 6	25
CHAPTER 7	18
CHAPTER 8	18
TOTAL	78,5

My first questions about findings presented in the thesis are:
What do you think about future use of applications of the measured fluorescent signal at the three scales of observation (ground, aircraft, and satellite)? How far grows from upscaling to RS satellite monitoring of photosynthetic capacity and efficiency? How your thesis contribute to the application of fluorescence signal to monitoring water and energy fluxes in the ecosystems? What is your opinion about the functioning of forest and grassland montane ecosystems investigated in the thesis in regard to CO₂ sequestration?

Generally, I found the thesis based on a great volume of material. The Presenter showed capability to work in a team and to collaborate with researchers from other field and to evaluate critically the findings. Also I highly value publication activity of the presenter, when the thesis contain one first-author publication and 2 co-authored publications already published and one first-author manuscript intended for publication. In addition, the presenter co-authored another paper (Jana et al. (2007), PHOTOSYNTHETICA, 45: 592-598), already 5 times cited.

As a weak point of the present thesis I see two issues:
(1) The thesis lacks general discussion where the findings of the author presented in individual chapters would be discussed from global point of view and would try to place the present findings in the current state of the art.
(2) The thesis almost lacks any references from 2008, and has only few from 2008, though it was handed in in the middle of a year 2008. And because of the lack of the global discussion, I lack current references almost at all, since several papers were published year of the sign.

In spite of my critical comment, which I mentioned in believe for signing for the best of possible I have to say that the present thesis bring a large portion of new information to the field, shows capability of the presenter to conduct present and discuss scientific work. Let me ask the members of the Committee as well as Alexander Ač himself, not to negatively consider the number of my comments with my assessment of the present thesis. And since I