

**Review of a Ph.D. thesis "Effect of drainage and restoration on the ecology of peatlands in the Sumava Mountains" by Zuzana Urbanova**

**Kari Minkkinen, University of Helsinki, Finland, Nov. 19, 2012.**

This PhD study deals with the carbon dynamics in peatlands under different land uses, pristine, drained and restored. Changes in peat properties, microbial populations, carbon dioxide, methane and nutrient fluxes were studied following drainage and restoration in peatlands in Sumava Mountains, Czech Republic. Biogeochemistry of restored spruce swamps were studied also in Finland.

**General evaluation:**

This thesis provides valuable information about changes in peatland ecology following land use changes, drainage and restoration. Although most of the ecological findings in this thesis are not entirely new, they are, to my knowledge, new for the area, Sumava Mountains, Czech Republic. The findings mostly confirm earlier findings made elsewhere.

The reasons for the observed changes in the field were studied in the laboratory: potential CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> production and microbial population structure and number of microbes were (mostly) in good accordance to the observed changes in fluxes. Thus these findings nicely confirmed the field observations, making this study a well balanced PhD thesis.

**Detailed comments and questions:**

In the following I have formulated some comments and questions (in red) for the candidate about the study in the order of appearance in the thesis:

List of papers:

It is not customary to give the name of a journal, if paper has not been accepted, since it may be rejected, as has apparently taken place with the manuscript IV. Any paper can be submitted to Nature, for example, but no credit should be claimed until it is accepted.

p. 4, chapter 1.3.

AGRICULTURE is the main reason for drainage of peatlands in the world, rather than forestry or mining.

p. 10-12. Description of study sites and methods

It would have been nice to see a bit more detailed information about the study sites in the summary, for example vegetation composition, tree stand structure, peat properties etc. There is empty space in p. 12. for such a table for example. These can of course be found from the articles, but it would serve reader much better to have the essentials also in the summary.

p. 13 row 9.

What do you mean by "sedimentation" here? Perhaps sedimentation (i.e. accumulation of peat?)

p. 15. halfway you state that "drainage caused a decrease in microbial biomass and activity"

Usually drainage increases peat oxidation and decomposition through the increases in microbial activity. Don't you find your finding and this well-known fact controversial? What may be the reason for this? How do you interpret your finding - what would it mean in field conditions?

p. 16 halfway you state that "we found that drainage did not necessarily lead to a negative ecosystem C balance". Seasonal balances are presented also in Table 1 in the summary and in the articles. The positive C balances seem very high. However, as they are only seasonal, not annual, they may not be that high after all. But what would you think the situation would be, if you estimated the annual C balance?

You could use models of P and R to estimate C exchange throughout the year. To me, using seasonal C exchange values only to state something about C balance, is a bit misleading. Especially in your case when the season was only 4-5 months.

p. 18, end "CH<sub>4</sub> emissions varied between 0 and 90 g CH<sub>4</sub>-C m<sup>-2</sup> / season. This 90 g/season is an EXTREMELY high emission from a pristine peatland. You do not, however, emphasize this nor compare to other studies. Why?

It is difficult to understand how fluxes were actually measured. You say (p. 58) "gas samples were taken from the chamber headspace, using a syringe in three replicates; 20 min after the chamber was closed".

So did you take all these three replicates after 20 minutes? If you did, why?

Or did you take them in regular intervals during 20 minutes? If you did, you should say when to make this clear.

Neither do you mention how fluxes were calculated (manuscripts II and III). You just mention (p. 59) "CH<sub>4</sub> flux was calculated assuming a linear change of its concentration during closure of the chamber". What does this mean? Did you use linear regression? How did you use it if all three samples were taken at 20 minutes as you say (hopefully not)?

And finally, how did you handle the variation? If you used only three samples per one measurement, any deviation from linearity makes the calculated flux uncertain, i.e. it is very sensitive to these variations. What if you got bubbles inside chambers, how did you detect them and how did you handle them? Did you delete them from data or not? Does your 90 g flux include bubbles or diffusive flux only? All these are important questions and should be described in each manuscript, rather than citing some earlier study.

p. 31. Is the aim of rewetting really to "reduce soil aeration and decrease N availability for wetland plants". Why would it be? Many wetland plants grow naturally on N rich peat soils, and they do not suffer about high N contents. After drainage they suffer about dryness and they lose competition to plants adapted to drier conditions - not those adapted to higher N content.

p. 33, 46 etc. "degraded, degradation"

What do you mean with these words? You should define them. "Degraded" usually means that the state of the site is somehow worse than the original. In cases of extreme drainage, in agricultural or mined peatlands you could say that the peatland has degraded, because the ecosystem has been seriously damaged or totally removed. But in your case, if the mire ecosystem has been replaced by another kind of peatland ecosystem that still acts as a C sink or is even more productive than the original one (Table 1) - why would you call it degraded? Why not use a neutral word like changed or altered?

In connection to the previous: What is the "advanced successional stage of degradation"??? (p. 33)

p. 34. what kind of water level sensors did you use (pressure or conductivity)?

Same page: "minimally six plastic boreholes" ??What??

p. 34. Table 1.

Bulk density in FENdr is extremely high (920 kg/m<sup>3</sup>). It is very high in all other sites also. The values are also different from those in the MS II Table 1, where they are about one third of these values - and seem more reasonable. Why is there such a big difference and which are the correct ones?

p. 34. HOW did you sample the soils (what kind of soil sampler)? This is relevant question since many samplers are known to compress the soil (see previous question). What was the size of the samples?

p. 39. Anaerobic CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> production rates vary greatly. Why? Do you have any good explanation for this behaviour?

p. 41. No correlation was observed between the number of methanogens and CH<sub>4</sub> production. What do you think: if methanogens are increased in number, they do it since conditions get better for them to live and function (make methane). So why did methanogenesis not increase here?

p. 55. "a mountain slope bog" is a new mire site type for me. Usually sloping mires are fens. Is this similar to the blanket bogs in Britain and Norway, with very high precipitation but poor soil? Please explain and give a citation.

p. 56. You use here "Julian day" in the meaning of ordinal date, i.e. day of year. I know that Julian day is often, although erroneously, used in the same sense. You should avoid using terms incorrectly in scientific literature. Please check the real meaning for Julian day for example from wikipedia.

p. 58. You define  $NEE = P_g - Reco$

Later in table 3, for example, you give Reco negative values, meaning that  $NEE = P_g + Reco$ .

So which one is correct?

This is not a big deal, since it is easy to see how you think, because the equations are simple. HOWEVER, you should always be accurate when writing equations, since when they get more complicated, it is essential that the signs are correct.

So please correct the equation to  $NEE = Pg + Reco$

p. 59 Table 1: check bulk density values vs. MS I

p. 61 Figure 1 text - change "scatter plots" to "dots"

p. 63. up: "net CO<sub>2</sub> exchange ... varied between -600 and 800... I can not see any NEE value as low as -600 in Fig. 2??? The lowest may be around -400.

Table 3. "(C balance = NEE - CH<sub>4</sub>)" should be (C balance = NEE + CH<sub>4</sub>) in case the values and signs in the table are correct. (see the previous comment about equations).

Figure 5. Why do you have unit CO<sub>2</sub> here, when you have C elsewhere? I guess by mistake since values are apparently C not CO<sub>2</sub>??

p. 66-68. C balance. I can not follow your logic. First you state that the drained sites are high C sinks (table 3 and text). Then you state (p. 68) that "our results support the hypothesis that drained sites are net source of C". No they do not! **Your results are in contrast with that hypothesis.** They MIGHT support your hypothesis, had you estimated the ANNUAL C balance, not only seasonal. But since you have not done so, your statement is very strange and not in line with your results! I encourage you to use your models and observations to calculate and estimate respiration and photosynthesis outside your "seasons". Respiration continues while photosynthesis should be very low or zero.

p. 68. You mention about the water table drawdown here (10 cm) but you do not give any data (table or figure) where one could see WT for different plant communities. This would be essential since you have separated these plant communities for functional groups - but you do not tell how they differ from each other by their most important variable affecting C dynamics - water table depth!

p. 84. The gene "mrcA" should be "mcrA".

p. 88. Table 3. Why have you used R instead of r<sup>2</sup>? R is normally used for correlations, r<sup>2</sup> for regressions. If this R is really R, should it not be negative with water table (you used negative values for water table depth, so the deeper WT, the smaller value for WT (more negative), and the higher CH<sub>4</sub> emissions).

Same R/R<sup>2</sup> with Table 4.

p. 90

Why do you state that on FEn methanogens were higher by several orders of magnitude compared to bog? One order of magnitude means "ten times higher". Here (Fig. 6) FEN has about 6 times higher number of methanogens than BOG, in case your figure is correct.

p. 91. Fig. 7 There are no numbers 1-4 in the figure.

p. 94. I think your results about the quantification of methanogen communities are the most valuable parts of your study, since such studies are still quite rare. Yet you do not emphasize your results, nor do you cite any existing studies made in peatlands and compare the results. Why? I think you should do the both.

p. 102, up: rewetted zones have sometimes been extremely high SOURCES for PHOSPHORUS not sinks as mentioned here.

p. 104. Why did you not divide the 30 cm soil sample to thinner layers? It might have helped you to explain the results of higher microbial biomass, and aerobic CO<sub>2</sub> production in the pristine vs. drained sites. Now you have a mixture of peat from very different conditions in terms of soil moisture and root biomass, for example. Same question for the fen and bog sites (MS I).

To the Faculty of Science, University of South Bohemia

I have critically reviewed the Ph.D. thesis "*Effect of drainage and restoration on the ecology of peatlands in the Sumava Mountains*" by Mgr. Zuzana Urbanova, and recommend that the dissertation be accepted.

Helsinki, November 19, 2012



Kari Minkkinen  
Docent, University lecturer  
University of Helsinki, Finland

## Oponentský posudek na disertační práci

### **„Effects of drainage and restoration on the ecology of peatlands in the Šumava Mountains“**

**Mgr. Zuzany Urbanové**

**doktorandky studijního programu Biologie ekosystémů  
na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích**

Předložená disertační práce sestává z 6 úvodních stran s povinnými údaji a poté ze 124 číslovaných stran textu. Byla vydána jako tisk PŘF JU v edici Ph.D. Thesis Series, 2012, No. 10 a je opatřena datem 31.7.2012.

Disertace je **členěna způsobem obvyklým** pro zmíněnou publikační řadu doktorských disertací na PŘF JU a sestává z (1) dvacetišesti-stránkového souhrnu a (2) čtyř článků, respektive v době vydání disertace dvou publikovaných článků (Ecological Engineering, Plant Ecology & Diversity) a dvou rukopisů nabídnutých k publikaci (Ecosystems, Soil Biology & Biochemistry). Uchazečka je první autorkou tří z těchto čtyř prací. Disertace tím naplňuje požadavek zákona (Zákon č. 111/1998 Sb.), kdy podle jeho příslušného ustanovení musí doktorská disertační práce obsahovat publikované výsledky. Disertace také splňuje podmínky definované vnitřními předpisy PŘF JU a JU. Po **formální stránce** působí práce na první dojem úhledně, technické provedení obrázků, tabulek i textu je vzorné, zpracování svědčí o pečlivosti autorky. Vcelku dobrá je i jazyková stránka textu souhrnu, který je až na nemnoho výjimek gramaticky správný a stylisticky zdařilý a čtivý.

**Téma práce** je vysoce aktuální. Problematika ekologie rašelinišť je předmětem zájmu půdních mikrobiologů, chemiků i ekologů již dlouho, nicméně teprve moderní metody, tj. metody prosazující se v půdně biologickém výzkumu v posledních letech, poskytují opravdu účinný nástroj pro mnohem detailnější poznání struktury společenstev půdních mikroorganismů odpovědných za procesy významné v cyklu uhlíku, než tomu bylo donedávna. Využití těchto nových technik pro studium problematiky ekologie rašelinišť, mokřadů a podobných ekosystémů vnáší nový aspekt i do této oblasti výzkumu a je vysoce žádoucí a veskrze moderní v tom nejlepší smyslu.

**Název práce** je možná zbytečně příliš obecný ("...ecology of peatlands..."), vědecké práce tvořící jádro disertace se z velké většiny týkají uhlíkatých procesů, případně konkrétně CO<sub>2</sub> a CH<sub>4</sub>, a s nimi svázaných mikrobiálních společenstev.

**Úvod souhrnu (1 Introduction)** je stručný, poukazuje na nutnost obnovy rašelinišť v ČR, jež byla z většiny v minulosti odvodněna, přibližuje hlavní půdní procesy a dynamiku uhlíku v rašeliništích, všímá si vlivu odvodnění na fungování rašelinišť a konečně uvádí (zatím nevelké) zkušenosti s obnovou rašelinišť.

**Cíle práce (2 Aims of the study)** jsou popsány stručně a výstižně a tvoří ucelený soubor dokládající erudici uchazečky a jejího školitele. Je pravděpodobné, že se na formulaci řešených hypotéz podíleli i finštití kolegové, kteří jsou spoluautory dvou ze čtyř prací. Řešené problémy vyžadují mezinárodní spolupráci a je velmi chvályhodné, že uchazečka se školitelem využili této možnosti. Mají římské číslice I-IV implikovat to, že takto označené cíle byly předmětem zkoumání dále uvedených vědeckých prací (I-IV)? Pokud ano, mohlo to být řečeno, pokud ne, není takové číslování cílů vhodné (protože jsou v celé práci římské číslice vyhrazeny pro jednotlivé články).

**Materiál a metody (3 Description of study sites and methods)** by se snad v názvu obešel bez "Description", ale jinak popisuje standardním způsobem experimentální podmínky práce. Úvítal bych podrobnější informaci o použitých metodách pro půdně mikrobiologické analýzy; naproti tomu se mi zdá nadbytečným detailem uvádět, že v průběhu měření toku plynů byla také měřena teplota... (str. 11); zkratka BOGR (str. 10) asi má být BOGD (str. 10).

**Výsledky a diskuse (4 Results and discussion)** tvoří jádro souhrnu práce. Kapitulu nepovažuji za úplně zdařilou, místo směsi úvah a výsledků by bylo vhodnější nejprve sumarizovat hlavní experimentální data a poté je diskutovat. Možná ale tento přístup nebyl možný s ohledem na poměrně široký experimentální záběr celé práce. Přehlednosti by napomohlo i členění kapitoly na podkapitoly, analogicky např. k Úvodu.

**Závěry (5 Conclusions)** stručně, ale na rozdíl od předchozí kapitoly i poměrně přehledně, shrnují podstatná fakta a výstupy získané analýzou experimentálních výsledků.

**Literatura (References)** je seznamem použité literatury. Množství citovaných pramenů a jejich zaměření svědčí o tom, že uchazečka jednak dobře zvládla teoretickou přípravu na zamýšlené experimenty, jednak shromáždila informace potřebné pro analýzu a diskusi výsledků.

**K jednotlivým článkům** včetně rukopisů nabídnutých pro publikaci nemám zásadní připomínky, představují velmi solidní soubor přinášející nové a originální informace o zkoumaných fenoménech.

Při veřejné obhajobě disertační práce žádám uchazečku o **stručné odpovědi na následující otázky**:

1. V čem by měla spočívat obnova rašelinišť na Šumavě a jak by se asi projevila na cyklu uhlíku obecně a na produkci a emisích uhlíkatých plynů konkrétně?

2. K obrázku č. 1 na straně 6: (a) jsou difuze a transport skrze rostliny jedinými mechanismy pohybu metanu z půdy do atmosféry? (b) existuje i pohyb opačným směrem? (c) je možný i jiný osud metanu v anoxické vrstvě rašeliniště, než na obrázku uvedené toky CH<sub>4</sub> do atmosféry?

3. Ve svých pracích se autorka dotýká i procesů přeměn dusíku. Jaké jsou toky N ze šumavských rašelinišť?

Předložená disertační práce fundovaně a kriticky popisuje vybrané aspekty ekologie rašelinišť na Šumavě. Její silnou stránkou jsou zejména disertaci tvořící 4 vědecké publikace/rukopisy. Tyto práce přinášejí řadu zajímavých a nových poznatků o ekosystému, jenž sice v České republice patří k okrajovým co do výměry, ale k velmi významným pokud jde o řadu rolí a funkcí v krajině. Slabší částí předložené disertace je souhrn, předcházející vlastní publikace. Tato část disertační práce působí místy mírně chaoticky a zasloužila by lépe promyslet, zejména její kapitola Výsledky a diskuse.

**Závěrem konstatuji, že po podrobném prostudování disertační práce jsem nabyl přesvědčení, že předložená disertace splnila vytčené cíle. Uchazečka získala řadu originálních výsledků a osvědčila schopnost samostatné odborné práce. Získané výsledky považuji za přínosné pro další rozvoj poznání v daném oboru. Disertační práci paní Mgr. Zuzany Urbanové hodnotím vcelku jako zdařilou a kvalitní a rád doporučuji, aby byla přijata k obhajobě.**

V Českých Budějovicích, 11.11.2012



**Prof. Ing. Miloslav Šimek, CSc.**  
Biologické centrum AV ČR, v.v.i.  
a Přírodovědecká fakulta JU, České Budějovice



Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká Fakulta  
Branišovská 31  
370 05 České Budějovice



Oponentský posudek disertační práce Mgr. Zuzany Urbanové na téma "*Effect of drainage and restoration on the ecology of peatlands in the Šumava Mountains*"

Ústředním tématem předložené disertační práce je vliv změny hladiny vody v rašeliništích na fyzikální a chemické vlastnosti půdy, složení vegetace, aktivitu a složení mikrobiálních společenstev, emise CO<sub>2</sub> a CH<sub>4</sub>, a následně na celkovou uhlíkovou bilanci. Práce má široký záběr jak z hlediska množství typů zkoumaných lokalit (vrchoviště, slatiniště, rašelinné smrčiny mírného i boreálního pásma) v různých hydrologických podmínkách (původní, odvodněné, revitalizované), tak z hlediska použitých metod (dlouhodobá měření v terénu, různé laboratorní experimenty a analýzy). Výsledky práce jsou prezentovány ve čtyřech vědeckých článcích, které jsou publikovány/připraveny pro publikaci v prestižních mezinárodních vědeckých časopisech.

Zpracované téma této disertační práce je vědecky i prakticky důležité. Původní (neodvodněná) rašeliniště představují významnou skupinou mokřadů nejen z hlediska biodiverzity, retence vody v krajině a krajnotvorby, ale současně fungují jako dlouhodobá úložiště atmosférického uhlíku ve formě organické půdy (rašeliny). Obrovské plochy rašelinišť byly v minulosti odvodněny, hlavně z důvodu zvýšení jejich produkce. V současnosti přichází opačný trend, je snaha o revitalizaci některých rašelinišť nápravou jejich narušeného vodního režimu. Problémem je nedostatek informací o tom, jak odvodněné, degradované rašeliniště zareaguje na zpětné zvýšení hladiny vody, jaké jsou klíčové faktory, na kterých závisí úspěch revitalizace, jaký čas je potřeba k obnovení veškerých ekologických funkcí. Předložená práce poskytuje jak podrobný vědecký rozbor procesů v rašeliništích za měnících se hydrologických podmínek, tak současně odpovídá na některé praktické otázky revitalizace.

Předložená disertační práce tvoří logicky uzavřený celek, s dobře definovanými cíly a jasně prezentovanými výsledky. Je celkově přehledná (s malými výhradami ke kapitole 4 "Results and Discussion" v úvodní souhrnné části), na velmi dobré jazykové úrovni. Autorka prokázala schopnost orientace v nejnovější literatuře, naplánování a koordinace experimentů, výběru a použití vhodných metod výzkumu, vyhodnocení a interpretace výsledků a prezentace výsledků v mezinárodní vědecké komunitě. Složení autorů poslední publikace ukazuje její schopnost vědecké spolupráce na mezinárodní úrovni.

Celkově práci hodnotím jako výbornou a jednoznačně ji doporučuji k obhajobě.

18. listopadu 2012



Dr. Petra Straková

Department of Forest Sciences  
Peatland Ecology Group  
University of Helsinki  
Finland

Otázky k obhajobě:

- 1) Ve výběru zkoumaných typů rašelinišť chybí revitalizované slatiniště (článek II, III). Jaký předpokládáte průběh změn ve fyzikálních a chemických vlastnostech půdy, složení vegetace, aktivitě a složení mikrobiálních společenstev, emisích CO<sub>2</sub> a CH<sub>4</sub>, a následně v celkové uhlíkové bilanci na slatiništi v důsledku revitalizace, v porovnání s revitalizovaným vrchovištěm?
- 2) Hodnoty koncentrace C, N, P a S v půdě vrchoviště rok po revitalizaci (Tabulka 1, článek II) jsou identické s koncentracemi před revitalizací (Tabulka 1, článek I). Jedná se o chybu nebo nebyly naměřeny žádné změny v chemismu půdy v důsledku revitalizace?
- 3) Na odvodněném slatiništi je koncentrace C v půdě podstatně nižší než v půdách ostatních stanovišť, současně je objemová hmotnost několikanásobně vyšší (Tabulka 1, článek II). Čím je to způsobeno? Může nižší koncentrace C a vysoká objemová hmotnost vysvětlit fakt, že půda odvodněného vrchoviště ukázala nejnižší produkci CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, a nejnižší množství metanogenů (článek I-III)?
- 4) Analýzy složení mikrobiálních společenstev jsou založeny na DNA (článek I, III). Proč ne na RNA, zachycující aktivní mikroorganismy?
- 5) Vegetační pokryv rašelinných smrčín na Šumavě a ve Finsku je zřejmě velmi rozdílný (Fig. 1, článek IV). Prezentovaná data ukazují průměry sledovaných lokalit? Bylo by vhodné do grafu doplnit "error bars".

Předpokládám, že v rašelinných smrčínách budou mít výraznou ekologickou funkci stromy (zastínění, produkce nadzemního opadu a kořenů, atd.), ale stromy v prezentovaném pokryvu vegetace bohužel chybí. Jak zareagovaly stromy v rašelinných smrčínách na odvodnění a následnou revitalizaci?

Další komentáře:

- 1) Souhrnná část předložené disertace má pěkný úvod, jasně definované zaměření a cíle studie, kde zvláště oceňuji jejich grafické znázornění (Fig.1, str. 6), jednoduše a jasně shrnuté použité metody výzkumu. Kapitola 4 "Results and Discussion" však působí poněkud nepřehledně, nejvýznamnější výsledky a závěry studie se v textu ztrácejí. Pomohlo by rozčlenění dané kapitoly na několik podkapitol (ne podle článků, ale tematicky) a hierarchické uspořádání textu v rámci jednotlivých podkapitol: od obecných závěrů k zajímavým, nečekaným detailům. Výborné by bylo použití hlavních závěrů ("take home message") jednotlivých podkapitol v jejich nadpisech.
- 2) Osobně bych uvítala, kdyby u ordinačních diagramů byla vždy uvedena vysvětlená variabilita zvláště pro 1. a 2. osu, ne pouze jako jejich součet.
- 3) Fig 2, strana 18, "pristine", "restored" a "drained" by jako kvalitativní proměnné bylo vhodnější označit symboly (centroidy pro skóre vzorků; nominal variables) spíše než šipkami.