

Oponentský posudek na práci Jakuba Zeleného „Sukcese fytoplanktonu experimentálních tůní“, předkládané k ohajobě na PřFUK Praha v roce 2013

Práce si klade za cíl na 86 stranách popsat vývoj fytoplanktonu v sérii uměle vytvořených experimentálních tůní na Kokořínsku, v kontextu změn různých faktorů prostředí. Jde o součást většího, víceletého projektu. Experiment spočíval ve sledování vývoje společenstev 20 tvarově shodných, jednorázově vyhloubených nádržek za částečného ovlivnění jejich diverzifikace.

Ambice této diplomové práce jsou poměrně vysoké - na základě série 440 (!) vzorků fytoplanktonu, odebraných v rámci projektu v rozmezí 6 let a podrobených řadě statistických analýz vyhodnotit trendy proměn společenstva v čase. Téma je to velmi nosné, vhodně zvolené a vítané jak pro limnology, tak ekologicky orientované algology, a má v sobě potenciál podhalit řadu dosud nepopsaných zákonitostí.

Po hlubším začtení se do textu se však nelze ubránit dojmu, že práce, po formální stránce velmi přehledně strukturovaná, je co do sdělnosti a věrohodnosti přinejlepším nevyrovnaná. Obrovské množství odvedené práce se bohužel skrývá v pozadí řady závažných věcných nedostatků. Jen po pečlivém a opakovaném čtení lze skrze oblak chyb dekodovat skutečné hodnoty práce. Dovolím si zde nyní postupně probrat jednotlivé části práce a zmínit nejzávažnější nesrovnalosti. Mé otázky následují rovnou za každým z rozebíraných témat.

V **Úvodu** jsou přehledně formulovány výzkumné otázky. Jen formulace nulových hypotéz patří spíše do Metodiky. Pro souvisle postupujícího čtenáře mohou být na tomto místě ne zcela srozumitelné.

Literární přehled je zpracován obstojně, spektrum literatury pokrývá většinu zásadních okruhů témat, a to jak z klasických zdrojů (Odum 1969), tak zcela čerstvých studií. Chybí zde nicméně alespoň zmínka o vertikální heterogenitě fytoplanktonu, jejíž aspekty jsou v práci opomenuty. Občas v rešerši narazíme na formulační nepřesnosti. Např. kategorie C-R-S nebyly poprvé zavedeny Reynoldsem (1984) pro fytoplankton, ale jsou staršího data a původně byly používány pro cévnaté rostliny. V pasáži o typech diverzity by bylo vhodné srozumitelněji popsat podstatu různých způsobů výpočtu β diverzity, protože tou se práce ve velké míře zabývá.

Materiál a metody jsou naopak ze všech kapitol nejméně kvalitní. Celkově je to kapitola velmi kusá. Postrádám zde klíčové informace o tom, ve kterou denní dobu byly odběry prováděny, kdy byly do nádrží nasazeny perloočky, jakou metodou byly odebírány vzorky pro stanovení zooplanktonu, chlorofylu a průhlednosti vody, jakou metodou byl měřen zástin (Odhadem? Za použití čidla?) atd. Chybí zde jakýkoli bližší popis celé série experimentálních tůní (zda a v čem se jednotlivé čtveřice navzájem lišily, vzájemná poloha tůní). Absentuje zde základní myšlenka designu sledování fytoplanktonu: Mělo 20 tůní představovat 20 ekvivalentních vzorků reprezentujících jednotný systém, nebo šlo o např. o 4 různé typy prostředí, reprezentovaných 5 opakováními? Byl alespoň orientačně měřen chemismus tůní?

Chybí zde informace, které konkrétní datové sady byly použity jako vstupní data pro jednotlivé statistické analýzy, což výrazně snižuje možnost posouzení oprávněnosti interpretace jednotlivých analýz ve Výsledcích. Výřez z tabulky zdrojových dat v Přílohách je v tomto ohledu jen málo informativní. Do kterých analýz vstupovaly informace o přítomnosti/nepřítomnosti druhů, do kterých i informace o jejich semikvantitě, a do kterých naopak jen údaje o počtech druhů? Které

hodnoty fyzikálních parametrů byly pro analýzy použity ? Šlo o hodnoty z hladiny, ze dna, či o jakési průměry?

V textu nacházíme řadu nesrozumitelností. Co je např. míněno formulací „*kategorie odběrů od roku 2009 přizpůsobeny tak, aby byla dosažena co nejvyšší míra překryvu dat* (str. 32) ? Také popis výpočtu a použití indexů diverzity α, β, γ , je neúplný. Jak byly přesně získány hodnoty průměrné α diverzity? Byla β diverzita počítána pro každý vzorek odebraný v rámci určitého odběrového data zvlášť ?

Zásadní nesrovnalosti však vidím v použité metodě odběru a následném hodnocení vzorků. Pokud bylo cílem podchytit změny společenstev fytoplanktonu každé z tůní jakožto celku, považuji způsob odběru (5 cm pod hladinou) za nevhodný. Kvantifikace společenstva tůně je na základě takového ryze kvalitativního vzorku značně nespolehlivá. Navíc řada druhů, včetně dominantních, nemusí být v takto získaném vzorku ani zaznamenána. Proč nebylo používáno např. planktonní trubice? Má diplomant představu, z jakých důvodů je faktor hloubky pro odběr fytoplanktonního vzorku podstatný?

Frekvence pouhých odběrů 4x za rok, třebaže prováděných na 20 tůních po dobu několik let, je bezpochyby dostačující vhodná pro analýzy založené na zachycení velkého množství jednorázových stavů tůní a jejich společenstev. Mezi takové analýzy ale nepatří hodnocení mezisezónního vývoje. Určité fenologické fáze (vegetační zákal, clear water), vůbec nemusely být v některých letech podchyceny a v jiných naopak ano, což může vést ke zcela chybné interpretaci směru vývoje společenstev. Mohl by autor specifikovat, pro které typy analýz se taková data naopak hodí ? A když už byl mezisezónní vývoj hodnocen, byly alespoň nějak zohledněny teplotní, popř. srážkové průběhy jednotlivých let?

Tříčlenná početní stupnice 1,2,3, je pro řasy obecně užívaná, nicméně zde použité kategorie „pod 33%, 33-66% a nad 60 %“, nazvané jako druh minoritní, hojný a dominantní, nejsou zvoleny šťastně. Nejde jen o názvy. Druh představovaný jednou třetinou jedinců ve vzorku není rozhodně minoritní a nemůže být ve společenstvu považován za funkčně ekvivalentní druhu zastoupenému např. jedním procentem. Tímto způsobem kvantifikace mohou vzniknout zcela nesourodá a pro další hodnocení zavádějící seskupení druhů. Podobně nevhodná je i kategorizace početnosti perlooček. Má autor představu, jak by správné procentuální stupnice planktonu měly vypadat, a proč? Byli jedinci řas i perlooček ve vzorcích skutečně počítáni (a jak ?), nebo šlo jen o hrubé odhady? Navíc, použitá procentuální stupnice pro fytoplankton je v rozporu s tvrzením autora, že „*společenstvo se obvykle skládalo z jednoho dominantního druhu, několika hojných a obdobného množství málo zastoupených druhů*“. Prostým kupeckým výpočtem zjistíme, že to nevychází. Prosím o vysvětlení.

Na závěr pojednání o Metodice: V práci citovaná DP Daniela Vondráka vychází evidentně ze stejného experimentu a zabývá se zooplanktonem, a to do r. 2010. V této práci se dočteme, že „*Z každé tůně byl pomocí **trubicového odběráku** odebrán vzorek.....Zbytek objemu byl využit pro odebrání vzorku fytoplanktonu (250 ml)*“. Jak lze této nesrovnalosti rozumět? Jedná se o jinou, nezávislou řadu vzorků, o níž diplomant neměl ponětí a nebo se jedná o tytéž vzorky, jejich metodika odběru je popsána pokaždé zcela jinak? První možnost se jeví nepravděpodobnou, druhá pak těžko omluvitelnou. Prosím o objasnění.

Kapitola **Výsledky** je oproti té předchozí naopak až příliš dlouhá, informačně přehruštěná a málo srozumitelná. Ponejvíce se zde dozvídáme o výsledcích statistických analýz, ale jen minimální míře o prvotních výsledcích, z nichž statistika vychází. Tak např. fyzikální a chemické parametry si můžeme pouze nahrubo odečíst z box-plotových grafů, přímé hodnoty nejnajdeme ani v přílohách. Výsledky hodnocení druhového složení planktonu pak nejsou (kromě seznamu nalezených taxonů) uvedeny vůbec. Nedoáváme tak nic o např. tom, kdy a kde určité druhy dominovaly. Jediné informace v tomto směru můžeme získat z ordinačních grafů, jejichž interpretace i výběr a forma do nich použitých dat mohou být předmětem diskuse. Absenci primárních dat, či alespoň jejich souhrnu považují za zásadní nedostatek Výsledků.

V interpretaci výsledků se celkově bohužel vyskytuje řada chyb a nejasností. Opět namátkou: koncentrace chlorofylu lze jen těžko označit za „skutečnou kvantitu“ fotosyntetizujících organismů (str. 38). Na straně 43 je nejasné, o kterou β diverzitu se na obr. 12 vlastně jedná. Jde o β DCA diverzitu, nebo o hodnotu získanou podílem α a γ diverzity?

Statistiky je ve výsledcích použito vskutku hojně, místy se mezi signifikancemi a korelacemi téměř ztrácíme, přitom ale u některých tvrzení zde statistický podklad chybí. Jde o např. časové trendy hodnot abiotických faktorů. Pojem cyklický vývoj konduktivity je použit velmi odvážně – o cykličnosti by se dalo hovořit, pokud by se veličina *opakovaně* vracela to téže oblasti hodnot. Ne vždy je použito vhodné metody. Analýza sezónního vývoje jednotlivých druhů, která zde dává velmi zajímavé výsledky (diverzifikace od r. 2009) by mohla být daleko věrohodnější (a podat přesnější informace), kdyby byla hodnocena jinou metodou. Nebylo by vhodnější přiřadit např. každému odběru konkrétní den v rámci 365 denního cyklu (takových dat by bylo 22)? Klasifikace odběrů podle ročního období (obr. 5) je přinejmenším směšná, vezmeme-li v úvahu, že podle údajů v Metodice byl např. za podzimní vzorek považován jednou 28. srpen, jindy 20. říjen.

Fyzikální faktory vysvětlily jen velmi nízké procento druhové variability. Napadá autora, jaké jiné, zde nehodnocené (?) faktory by mohly variabilitu způsobovat? Graf na str. 56 má diskutabilní výpovědní hodnotu. Je vůbec možno takto sčítat procenta variability vysvětlené jednotlivými faktory spolu s procentem vysvětleným jejich vzájemnou kombinací? Lze skutečně brát koncentraci chlorofylu-*a* jako vysvětlující parametr variability vzorků na úrovni fyz.-chem. parametrů, když on samotný dán je výsledkem kombinace kvality a kvantity fytoplanktonu?

Obrazně lze říci, že autor si ukousl až příliš velké sousto. Ve výsledcích jsou rozebírány i aspekty, o nichž se v úvodním přehledu výzkumných otázek nic nepraví (např. již zmiňovaný vliv ročního období na složení fytoplanktonu). Mnohdy jsou ve výsledcích popisována zajímavá a cenná zjištění, ale jejich vzájemná propojenost je velmi obtížné vysledovatelná. Při detailnějším studiu pak nacházíme rozpory, např. mezi tvrzením v textu a ilustračním obrázkem. Opět jen namátkou: na str. 37 se dočteme, že kyslík signifikantně koreloval s průhledností, údaje v tabulce 4 a na obr. 5 ale ukazují opak. Jak to tedy ve skutečnosti bylo? Jiná nesrovnalost je mezi grafem na obr. 19 a tvrzením o „početných populacích *Daphnia* „ v prosinci 2008, 2009 a 2011 (str.38). Jak tomu lze rozumět?

Ve výsledcích se setkáme i s popisem některých přinejmenším netypických jevů, které by si naopak žádaly širšího komentáře. Např. společný výskyt maxima perlooček a chlorofylu, nebo enormně vysoká hodnota konduktivity v prosinci. Bohužel, jako jedno z možných vysvětlení takovýchto „zajímavých“ pozorování se naskýtají nesrovnalosti v metodice.

Diskuse je věcná a obsažná, i když některé její pasáže patří spíše do literární rešerše, na to konto je možná až příliš rozsáhlá. Přesto jde o čtivý text, kde jsou adekvátním způsobem objasněny a do souvislostí rozvedeny nejzajímavější výsledky práce. Oceňuji zejména a popis třífázového vývoje tůní. Nicméně i v Diskusi se setkáváme s nepřesnostmi a logickými chybami. Tak např. se dočteme, že bičíkaté druhy byly odděleny od krásnooček a zelených řas. I krásnoočka mají bičík, stejně jako např. *Chlamydomonas* sp. Jinde se dozvídáme o koloniálních bičíkovicích rodu *Coelastrum*. Sám jsem bičíkaté stadium této řasy nikdy nepozoroval. Autor ano? Dočteme se, že zelené řasy korelovaly pozitivně s chlorofylem $-a$. Obr.25A ve výsledcích však tomuto tvrzení příliš neodpovídá. Lze to nějak vysvětlit?

V Diskusi jsou rovněž zmiňována některá fakta, která nezazněla ve výsledcích, ani se neopírají o citované literární zdroje – konkrétně jde např. o sledování druhu a kvantity makrofyt ve sledovaných tůních. Tak by tomu být nemělo. Na okraj: Skutečně si autor myslí, že tůně v tropických oblastech jsou vhodnou srovnávací lokalitou?

V **Závěru** i **Abstraktu** se dočteme, že „vliv filtrace *Daphnia curvirostris*“ **nebyl významný**, avšak současně také, že „vysoká hustota perlooček měla **signifikantní negativní vliv** na druhovou bohatost fytoplanktonu“. Kterou z informací si má tedy čtenář vybrat? V Závěru je také ne zcela srozumitelným způsobem podán výsledek statistických analýz variability. („Sledované faktory vysvětlily dohromady: 1,14“. Jedna celá čtrnáct **čeho ?** Nejspíše variability. Sledovanými faktory jsou zde evidentně míněny **všechny** sledované faktory, nejen ty 4 zde uvedené, protože jinak počty procent nevycházejí. I to je třeba v textu zmínit (a také kolik sledovaných faktorů celkem bylo). Závěr by měl být vždy srozumitelný sám za sebe (nebo maximálně v kombinaci Úvodem).

Jisté rezervy jsou i v citacích **Literatury**. Jen namátkou: Položka Sommer et al. 2012 v seznamu literárních zdrojů má následovat až po položce Sommer et al. 2011. Publikace Reynolds (2002), str. 20 by měl být správně citována jako Reynolds et al. (2002). Článek Kylbergerová et al (2020) má v seznamu literatury nepřesně opsaný název. Zdroj Gremberghe et al. 2009 (str. 20) není v seznamu literatury uveden vůbec.

Celkově je na práci vidět její psaní na poslední chvíli. Ve spoustě případů chybí bezpochyby o rychlostní překlep či omyl, nikoliv o autorovu neznalost. Např. okřehek není emersní, nýbrž natantní rostlina (Abstrakt).

Po grafické stránce je třeba práci vytknout špatnou čitelnost obrázků, především ordinačních grafů a jejich legend. Písmo i značky jsou na samé hranici rozlišitelnosti. Popisky k obrázkům je vhodné pro přehlednost psát o stupeň menším písmem, než ostatní text.

Není jasně definován autorův podíl na výsledcích celé zde prezentované práce. Uvítal bych informaci, jakou konkrétní část prací prováděl.

Uvedené nedostatky práce považuji sice za závažné, nicméně:

- 1) Mnohé z nich nejsou chybami samotného diplomanta, neboť vstoupil do již běžícího projektu, některá data přejal a např. na metodice odběru neměl možnost nic změnit.
- 2) Většina z chyb má charakter nepřesných a neúplných informací a nejasného formulování. Pokud autor zmíněné nesrovnalosti spolehlivě objasní, o věrohodnosti výsledků pak není nutno pochybovat.

- 3) Primární data bezpochyby existují a neměl by být problém je dodatečně k práci formou přílohy dodatečně připojit.
- 4) Po odfiltrování nesrozumitelných a diskutabilních částí výsledků zůstává i tak v práci velké množství zajímavých zjištěných faktů, potvrzení výsledků jiných prací, originálních úvah a přínosných myšlenek.
- 5) Zpracovat přes 400 vzorků fytoplanktonu je obdivuhodné. Je třeba ocenit i to, že autor během relativně krátké doby obstojně zvládl na kvalitní úrovni determinaci sinic a řas a zorientoval se v použití řady statistických metod. Z těchto všech důvodů práci doporučuji k obhajobě.

V Praze, dne 11.9.2013

Mgr. Michal Bílý, Ph.D.,

Katedra ekologie FŽP ČZU Praha