

Oponentský posudek na disertační práci **Mgr. Sylvy Rödlové**
„Změna kvality vody v malých povodích po postavení čistírny odpadních vod“
Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta

Předložená práce má 185 stran, obsahuje 231 obr. (většinou grafů), 146 tabulek. V seznamu literatury je uvedeno 117 citací a pramenů a 5 citací právních norem.

Autorka se zabývá problematikou kvality povrchových vod malých toků v malých povodích a řeší jaký efekt má budování čistíren odpadních vod na změny kvality vod těchto malých toků. Nepochybně se jedná o aktuální téma a velmi potřebný pokus o vyhodnocení dopadů opatření, které má vést ke zlepšení jakosti povrchových vod. Současná praxe, většiny programů zaměřených na zlepšení stavu životního prostředí, zpravidla důsledně vyhodnocení efektu a dopadů jednotlivých zásahů nezahrnuje. Proto je třeba tento počín uvítat, stejně jako důkladnou snahu vytěžit informace z rutinního monitoringu kvality drobných vodních toků, který provádí ZVHS.

Práce má standardní členění. V úvodu je stručně zdůvodněné téma práce a formulovány cíle disertace:

1. Zhodnocení kvality vody ve vybraných, velmi malých, navzájem si podobných zemědělských povodích vzhledem k výstavbě a provozu čistírny odpadních vod
2. Nalezení podobností a zhodnocení hlavních změn kvality vody nastalých po uvedení čistírny odpadních vod do provozu.“

Kapitola 2. *Materiál a metody* je rozdělena na dvě části:

2.1 *Aktuální problémy kvality povrchových vod*, které je věnováno 21 stran a

2.2 *Metodika řešení*, 11 stran textu včetně tabulek a obrázků.

V první části, která má charakter dobrého „review“, autorka shrnuje informace o vývoji kvality vod zejména v posledních 20 letech v ČR, porovnává údaje od nás s poměry v ostatních zemích EU. Konstatuje zlepšující se trend v kvalitě povrchové vody a tento trend dává do souvislosti s uplatňováním legislativních opatření EU v oblasti čištění odpadních vod. Tato část je napsána dobře. Autorka dostupné informace logicky uspořádala a evidentně s vlastním přístupem je interpretovala. Ale je třeba konstatovat, že záběr problematiky kvality vody autorka zvolila velmi široce, na úrovni hodnocení trendů pro celé státy a jen málo je tento přehled problematiky zaměřen na vlastní řešené téma drobných toků.

Metodika řešení zahrnuje zdůvodnění výběru sledovaných lokalit (povodí Prušánky – Čejkovice, Černošínský potok - Černošín, Bousovský potok – Dolní Bousov, Třebonínský potok – Dolní Třebonín, Modřejka – Tochovice), výběr indikátorů kvality vody, zdroje dat, popis odběrového režimu. Dále jsou uvedeny analytické metody použité k měření jednotlivých indikátorů. Analytická data autorka převzala. Vlastní metodický přístup autorka popisuje v části *statistické zpracování a hodnocení*. Vlastní výsledek je také hodnocení jednotlivých povodí z hlediska krajinného pokryvu a charakteristiky osídlení a hospodaření.

Kapitola 3. *Výsledky* shrnují na 120 stranách textu s velkým množstvím tabulek a grafů dlouhodobé řady sledování (O_2 , BSK_5 , $CHSK_{Cr}$, TOC, konduktivita, $N-NH_4$, $N-NO_2$, $N-NO_3$, P_C , $P-PO_4$) v časovém rozpětí 7-16 let na pěti hodnocených povodí. Enormní množství dat je zpracováno pečlivě, v logické struktuře, která se důsledně opakuje pro každou lokalitu. Text a data lze dobře sledovat. Autorka postupně hodnotí časové řady pro jednotlivé indikátory, dále rozdílily ve statistických charakteristikách jednotlivých indikátorů v časových periodách před výstavbou ČOV, v průběhu výstavby čističky a po uvedení ČOV do provozu. Zjištěné změny

autorka vyhodnotila jako posun v zařazení vod do tříd jakosti povrchových vod podle ČSN 75 7221. V posledních kapitolách výsledků jsou shrnuty a porovnány trendy změn jednotlivých indikátorů na jednotlivých lokalitách (kap. 3.2) a je provedeno porovnání s údaji o kvalitě vody malých toků v ČR (kap. 3.3.)

Kapitola 4. *Diskuse* je velmi stručná a na 6 stranách jsou zopakovány dosažené výsledky, které autorka komentuje především z hlediska předpokladů jednotlivých lokalit pro správný provoz ČOV. Celkový stav povodí je diskutován jen zběžně a z hydrologického hlediska autorka bere v úvahu poměr mezi průtokem v toku a průtokem na odtoku z ČOV, avšak pouze podle dlouhodobých průměrů.

V kapitole 5. *Závěr* autorka konstatuje, že sledované lokality patří ke značně znečištěným tokům, jak organickým znečištěním, ale také ostatními rozpuštěnými anorganickými látkami, o čemž svědčí vysoké hodnoty vodivosti. Dále uvádí, že pouze v jednom případě se podařilo zaznamenat očekávané zřetelné zlepšení jakosti vod v toku jako důsledek činnosti ČOV (Čejkovice). V dalších dvou lokalitách bylo „snížení koncentrací pozvolnější, pomalejší a nedosahovalo tak výrazných absolutních změn“ (Dolní Nouzov a Tochovice). Na lokalitách Černošínský potok – Černošín a Třebonínský potok – Dolní Třebonín zlepšení jakosti vod nebylo zaznamenáno. Autorka dále zjistila, že v průběhu stavby a před spuštěním ČOV může docházet ke zvýšení zátěže komunálním znečištěním jako důsledek rozšíření kanalizační sítě. Z výsledků, tak jak jsou prezentovány, autorka vyvodila, že na výsledný efekt ČOV pro zlepšení jakosti vod mají největší vliv:

„a) Specifický odtok, počet obyvatel, přítomnost nádrže (nádrží) na toku a jejich velikost, podíl orné půdy, topografie různě využívaných ploch vzhledem k toku, intenzita zemědělské živočišné výroby, vliv místních potravinářských provozů

b) Poměr průtoků toku a čistírny, kvalita obsluhy čistírny, celková úroveň počátečního znečištění v toku“

Takto formulované závěry zůstávají pouze ve velmi obecné rovině a přínos disertační práce pro obor není tudíž příliš zřejmý. Nicméně bych rád vyzdvihl, že práce jasně poukázala na problém, že efekt budovaných ČOV nemusí být vždy a samozřejmě pozitivní, a že je třeba už v projektové fázi zohlednit nejen předpokládané odpadní vody, ale celkovou hydrologickou situaci povodí, land-use atd.

Celkově při hodnocení disertační práce musím konstatovat, že mám pochybnosti o tom, že předkládané výsledky skutečně mohou jednoznačně dokumentovat změny v jakosti vod sledovaných toků, jako důsledek uvedení ČOV do provozu. Autorka vychází z předpokladu, že pokud změna v kvalitě vody nastane časově po uvedení ČOV do provozu, lze tyto změny dát do příčinné souvislosti s provozem ČOV. Jakkoliv je to pravděpodobné, taková interpretace koncentrací na jednom profilu, bez znalosti aktuálních průtoků (alespoň přibližně), je nejistá.

Předpokládám, že autorce tento problém byl znám, ale potom jej měla nějakým způsobem komentovat – skutečnost je taková, že většina terénních studií je kompromis, mezi tím co bychom všechno potřebovali měřit a tím co je možné. Dalším rizikem jsou převzatá data, které autorka neměla nijak pod kontrolou. Jistě, že soubory 7 – 16tiletých časových řad už počtem měření představují robustní datový soubor, ale přesto tato základní úroveň monitoringu může být zatížena značnou náhodnou variabilitou. Autorka mohla zkusit některé korelace, které by mohly potvrdit integritu datových souborů, např. korelace CHSK a TOC, CHSK a BSK, BSK a koncentrace (nebo lépe nasycení) rozpuštěného kyslíku.

Statistické zhodnocení, jak je autorka prezentuje (box-plots grafy) představuje názorný popis a pro demonstraci výsledků je nepochybně zvolen dobře. Ale vlastní porovnání průměrných

hodnot autorka hodnotí jen subjektivně. Proč nebyla použita jednoduchá ANOVA (případně neparametrický test, pokud by ani log-transformace dat nevyhověla normálnímu rozdělení)? Toto jsou základní připomínky k celkové koncepci práce, způsobu vyhodnocení a interpretaci výsledků.

V textu jsem zaznamenal další nepřesnosti a formální nedostatky:

Kapitola 2.1. *Aktuální problémy...*

Na str. 5 s 6 autorka správně zdůrazňuje vliv odnosu látek ze zemědělského povodí, to je nepochybně i problém sledovaných lokalit, ale ve výsledcích není uvažován. Např. dusičnany jsou dávány do souvislosti s nitrifikací během procesu čištění odpadních vod, ale možný vliv splachů z povodí uvažován není. Přičemž např. sezónní pravidelnost koncentrací dusičnanů na lokalitě Černošín by mohla ukazovat na vliv povodí.

S tím souvisí můj dotaz na velmi vysoké hodnoty vodivosti – může autorka říct, jaké jsou hodnoty vodivosti v toku nad vyústěním ČOV nebo zda byla měřena vodivost ve vodě odtékající z ČOV.

Str.9 – 13 nekvalitně reprodukováné převzaté grafy – jejich popisy jsou na hranici čitelnosti – jinak je po grafické stránce práce vypravena velmi dobře.

Celkově by se tato kapitola měla jmenovat Literární přehled problematiky a víc by se měla soustředit na vlastní řešené cíle – tj. malá povodí.

Kapitola 2.2.2.2. *Výběr indikátorů*

Nepřesné formulace u jednotlivých indikátorů:

Str. 27 „Stanovení celkového organického uhlíku představuje množství veškerých organických látek. Je vždy větší než CHSK“ – věta nedává smysl, jedná se o dvě různé metody pro určení koncentrace organických látek – jedna jako mg/L C a druhá jako spotřeba kyslíku mg/L na mineralizaci org. látek (pokud by je jednalo o numerickou hodnotu, tak ze stechiometrie je jasné, že vyšší „číslo“ bude u CHSK)

Konduktivita je mírou disociovaných látek, většinou anorganických – pokud se uvedou soli hlavních kationtů (Na,K,Ca,Mg, případně amonný iont) není třeba uvádět „ a chloridů, síranů ...“

Dusičnany - Konečná forma oxidace dusíkatých látek – není v příčinném vztahu k indikaci úniků hnojiv (celý odstavec není dobře zformulován)

Str.29 „I přes zjevný vliv koncentrací v toku a v čistírně, patrný často z kombinovaného spojnicového grafu, mohou být korelační koeficienty nízké.“ – věta ukazuje na zavádějící subjektivní interpretaci – pokud má vypovídat o tom, že grafy ukazují na závislost, mezi koncentracemi ve vodě z ČOV a ve vodě v toku – použití Spearmanova korelačního koeficientu je sice vhodná metoda, ale jak je z výsledků patrné, výjimečně bylo dosaženo vyšších hodnot. I to oslabuje možnost jednoznačně přiřadit změny v jakosti vody vlivu ČOV.

Pokud se týká grafického vyjádření vztahu mezi koncentracemi v toku a ve vodě z ČOV, možná by bylo výhodnější použít logaritmických os Y – sklony jednotlivých úseků spojnicového grafu by tak umožňovaly vzájemně porovnat relativní změny sledovaných indikátorů.

Kapitola 3. *Výsledky*

Obecně ke všem grafům, je vhodné, aby popis os byl uvnitř grafu i s jednotkami, tak jako je tomu u box-plots grafů, navíc všechny kombinované spojnicové grafy s dvěma osami Y postrádají rozlišení, která proměnná je přiřazena ke které ose Y (např. obr. 47).

Je chybou, jestli chybějící měření jsou v grafech automaticky nahrazena nulovou hodnotou, týká se to všech grafů, kde měření chyběla. Zvláště zavádějící to je v případech, když vypadne

jedno měření (např. obr. 71, TOC bude sotva kdy méně než 0,5 mg/L), nebo když chybí více měření v pravidelných intervalech (např. obr. 125)

V některých tabulkách jsou udávány hodnoty stejného parametru s různým počtem a někdy až nesmyslně velkým počtem desetinných míst (např. tab. 27, konduktivita).

Některé grafy jsou nevhodně barevně řešené – světle fialová, žlutá na šedé výplni plochy grafu (např. obr. 99), obr. 103 chybný popis grafu místo TOC je uvedeno mgO₂/L.

Str. 102 Hodnocení „Zajímavé u fosforu a kyslíku je jejich vztah s vyčištěnou odpadní vodou z ČOV - mezi všemi ostatními sledovanými parametry je nejsilnější.“ (ne příliš přesná formulace) Nicméně tento poznatek by bylo dobré lépe popsat a doložit. Obr. 124 na první pohled toto tvrzení podporuje, ale hodnota korelačního koeficientu je - 0,29, o jaký se jedná koeficient, Spearmanův? Nebylo by možné vztah vyhodnotit ještě jiným způsobem?

Str. 123 chybně uveden nadpis části o fosforu, opakuje se „Dusičnanový dusík (N-NO₃)“, stejně na str. 144

Str. 148 Věta „Kvalita vody se po jejím uvedení do provozu zlepšila jen částečně, koncentrace některých indikátorů poklesly ale i s ročním předstihem, jiné poklesly až v normálním provozu.“ Další příklad nejasné formulace, jak mohly koncentrace poklesnout s předstihem ... pokud příčina změn je provoz ČOV?

Ke kapitole 4. *Diskuse* mám tyto připomínky, dotazy:

Jaké je vysvětlení velmi vysokých hodnot vodivosti a to i v relativně čistších tocích – Černošínský potok a Modřejka – je zdrojem vysoké vodivosti především odpadní voda, byla měřena vodivost vyčištěné odpadní vody (dotaz již jsem zmínil v posudku v souvislosti s koncentrací dusičnanů, připomínka ke str. 5 a 6)

Str. 164 Bylo by možné lépe vyhodnotit vztahy mezi dusičnany, dusitany a amoniakem – tyto změny by opravdu mohly podpořit závěry o vlivu ČOV na jakost vody v toku?

Str. 165 – na základě čeho lze tvrdit, že nádrže na Modřejce snižují vliv zemědělských zdrojů znečištění?

Str. 166 - Podle orientačních výpočtů je čistírna zdrojem amoniakálního dusíku ze 75%. Jedná se o Dolní Třebonín a na základě jakých výpočtů?

Str. 167 – Proč se autorka domnívá, že zrušení chovu slepic nemělo vliv na kvalitu vody?

Velké nedostatky jsem zjistil v práci s literaturou. V textu v kapitolách 2.1., 3.3 a 4. jsem našel tyto citace, které nejsou uvedeny v Seznamu literatury (postupně, jak jsou zařazeny v textu):

Svobodová et. al 1992

Hejzlar 2002

Behmedt, Nesměrák 1996

Kronvang et. al. 2005

Wendland et al. 1993

Sweeting 1994

Herle 1990

Siegl 1998 je pravděpodobně Siegl et al. 1998

Cho et al. 2004

Hefting, Klein 1998

Whitall et al. 2010

Ještě větší počet citací, které jsem nenašel nikde v textu použité, jsem zaznamenal v Seznamu literatury (jen autoři):

Andreadakis	Gerberg	Lam	Pinay
Borah	Graetz	Loehr	Porter 2010
Burt	Haycock	Mander, Jarvett 1998	Reckhow
Buzek	Hill	Marder, Mauring	Schiller
Collinge	Howard-Williams	May	Slavíček
Cooper	Jarvie	McConnell	Straškraba
Crockett	Johnes	McMahon	Whelan
Fleisher	Jordan	Novotný 2003	
Forman, Goudron	Kindler	Parr	
Garric	Kosmala	Petersen	

Celkové zhodnocení:

Předložená práce Mgr. Sylvie Rödlové „Změna kvality vody v malých povodích po postavení čistírny odpadních vod“ je rozsáhlá studie založená na zpracování převzatých dat. Autorka nepochybně vynaložila velké úsilí a prezentovala rozsáhlé výsledky, které se pokusila statisticky zhodnotit a interpretovat. Podle mého názoru, výsledky, tak jak jsou prezentované, nelze jednoznačně interpretovat v souvislosti s vlivem ČOV na recipient. Proto i závěry mohou být jen v poloze obecných konstatování. Práce tak zůstává na popisné úrovni a vzhledem k dalším nedostatkům uvedeným v posudku nemohu disertační práci v této podobě doporučit jako podklad pro udělení titulu PhD.

Nicméně, chci konstatovat, že negativní posudek není ještě překážkou pro konání obhajoby a doporučoval bych práci upravit, nebo doplnit, tak, aby se dodatky nebo opravy staly její nedílnou součástí. Je jasné, že nelze doplnit práci o jiná potřebná data. Přesto si myslím, že by bylo možné i na základě dostupných informací více diskutovat vliv poměru průtoků (tok vs. ČOV), alespoň podle souhrnných dat o srážkách v jednotlivých letech uvažovat o možném rozsahu ředění znečištění v toku, a více posoudit vliv stavu toku a celého povodí na sledované parametry. Doplnit statistické hodnocení rozdílů a odstranit nejvýznamnější formální nedostatky, zejména v literatuře.

V Českých Budějovicích 31.8.2010

doc.RNDr.Libor Pechar, CSc.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta