

## **Vyhodnocení koncentrací dusičnanů v drobných tocích povodí Želivky a analýza povodí těchto toků**

Disertant: Mgr. Martin L E X A

Školitel: RNDr. Luděk Šefrna, CSc.  
PřF UK v Praze, katedra fyzické geografie a geoekologie

Oponent: doc. Ing. Josef Hejzlar, CSc.  
Biologické centrum AV ČR, Hydrobiologický ústav, České Budějovice

Předkládaná disertační práce je věnována problematice znečištění vodních toků v povodí Želivky dusičnany. U tohoto povodí se jedná o poměrně specifickou situaci v rámci ČR, protože zde po poklesu hnojení zemědělské půdy minerálními i organickými hnojivy začátkem 90. let minulého století nezačala koncentrace dusičnanů v tocích klesat, což je rozdíl proti většině toků v ČR, kde k většímu či menšímu poklesu dochází. Rozpoznání příčin tohoto jevu je důležité nejen z hlediska obecného poznání, ale mohlo by také dojít významného praktického uplatnění v plánu opatření pro naplnění platné legislativy EU o ochraně vod před znečištěním dusičnany, tzv. "nitratové směrnice". Práce Mgr. Martina Lexy představuje ucelenou studii, jež se touto problematikou systematicky zabývá. Práce patří do mezioborové oblasti na pomezí fyzické geografie a geochemie vod.

Cílem práce, který si autor disertace vytkl, bylo pokusit se najít příčiny neklesajících koncentrací dusičnanů v tocích povodí Želivky. Za tímto účelem shromáždil dostupná data o vývoji kvality vody v drobných tocích v povodí z měření Zemědělské vodohospodářské správy, resp. dříve Státní meliorační správy, podniku Povodí Vltavy a Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. M., doplnil je geografickými, demografickými a zemědělskými charakteristikami povodí a provedl jejich analýzu statistickými metodami.

Disertace je napsána na 175 stranách textu, který obsahuje 35 obrázků, 31 tabulku, 53 grafů a 171 citací literatury. Textová část je rozčleněna do 17 kapitol, z nichž první dvě jsou věnovány obecnému literárnímu přehledu hygienického významu dusičnanů v pitné vodě a koloběhu dusíku, zejména v zemědělské krajině, další dvě uvádějí popisné údaje o vodním zdroji Želivka a geografické charakteristiky povodí Želivka, samostatná kapitola uvádí cíl práce, dále jsou v osmi kapitolách popsány provedené analýzy vztahu mezi koncentracemi dusičnanů a charakteristikami povodí a v dalších kapitolách je diskuse výsledků, závěry, přehled literatury a anglický souhrn.

Hodnocení práce:

*Literární přehled* je rozsáhlý a obsažný. Rešerše zahrnuje všechny podstatné aspekty problematiky, a to jak z hlediska teoretických základů obecných procesů koloběhu dusíku v půdách a zdrojů dusíku v povodí, tak z hlediska možností a příkladů příčin zvýšeného vyplavování z půdy do povrchových vod. Jako dílčí nedostatek této části práce vidím v ne zcela logickém uspořádání a členění textu. Např. jednotlivé podkapitoly v 2. kapitole pojednávající o vlivu zemědělského hospodaření nemají srovnatelnou úroveň zpracovanosti, např. podkapitola 2.2. "Vliv hnojení a atmosférické depozice na půdu" je tvořen pouze jedním odstavcem s grafem a působí dosti nedopracovaně; lépe bylo bývalo tento odstavec včlenit např. do podkapitol 2.1. nebo 2.5. Popisy jednotlivých procesů koloběhu dusíku se částečně opakují, např. poměrně podrobný popis nitrifikace a denitrifikace v podkapitole 2.1. se víceméně opakuje v podkapitole 2.4. Orientaci čtenáře v textu by pomohlo, kdyby na konci jednotlivých oddílů obsahujících výčty poznatků z jednotlivých publikovaných prací bylo provedeno shrnutí a zobecnění, popř. upozornění na rozpory mezi názory různých autorů.

Konkrétní připomínky k literárnímu přehledu:

K výroku z úvodní části oddílu 2.1. "Biogeochemický cyklus dusíku" (s. 12, 13. ř.) *cit.*: "... největší zásoba dusíku na Zemi je vzdušný  $N_2$  a jeho přestup do biogeochemického cyklu dusíku je možný jen procesem fixace ..." je třeba uvést, že takto striktní formulace není přesná – nezanedbatelné množství dusíku vstupuje do koloběhu také v důsledku elektrických výbojů v atmosféře a ze spalovacích procesů. V dalším textu autor přitom atmosférickou depozici jako významný zdroj dusíku pro půdu uvádí.

s. 15, graf 3 – Křivka závislosti výnosu pšenice na dávce aplikovaného dusíku v hnojivech má do hodnoty ca 90 kg/ha rostoucí charakter, ale při vyšších dávkách výnos klesá. Nezdá se mi pravděpodobné, že by tento průběh měl obecnou platnost. V textu práce k tomu chybí vysvětlení. Prosím o komentář a rozbor možných příčin.

Na s. 21-22 je uveden model závislosti rychlosti denitrifikace na vstupu dusíku na základě nepublikovaných výsledků autorů SVEDRUP a INESON (1993). Model je popisován poměrně detailně, včetně rovnic a hodnot parametrů. Chtěl bych však upozornit, že pro čtenáře a zájemce o použití má uvedený model jen malou cenu, protože v popisu chybí hodnoty dvou klíčových kalibrovaných parametrů ( $K$  – saturační koeficient a  $K_0$  – rychlostní konstanta).

*Metodická část* v kapitolách 3 a 4 uvádí popisné a technické údaje o vodním díle Želivka a geografické údaje o povodí Želivky. Tento přehled je cenným shrnutím dostupných informací zejména z hlediska přírodních poměrů a vodohospodářských aspektů povodí. Z pohledu zaměření a cíle práce však v této části postrádám informace o zemědělském hospodaření a o demografii včetně odkanalizování a čištění odpadních vod, což jsou faktory, které mohou

koncentrace dusíku v povrchových vodách výrazně ovlivňovat. Tyto informace jsou pak ale v dalším textu uvedeny pro dílčí subpovodí a používány v analýzách dat.

*Výsledková část* v kapitolách 6 až 13 je dobře logicky vystavěna. V jednotlivých kapitolách autor postupně popisuje a rozpracovává interpretaci vztahu mezi koncentracemi dusičnanů a charakteristikami povodí včetně historického vývoje. Začíná faktorovou analýzou, pomocí níž byly vytestovány hlavní veličiny ovlivňující koncentrace dusičnanů v tocích a jejich roční amplitudu pro poslední období od 90. let do současnosti. Navazující regresní analýzou se mu pak podařilo vybrat nejprůkaznější korelované veličiny; jednoznačně byly doloženy pozitivní závislost na zastoupení orné půdy v povodí a negativní závislost na velikosti vodních ploch, tj. byl identifikován hlavní zdroj dusičnanů v tocích a hlavní faktor jejich snižování. V dalších kapitolách pak autor prokázal srovnáním současných koncentrací dusičnanů se situací v 50. letech a vyhodnocením vývoje koncentrací dusičnanů v malém zemědělském povodí po provedených melioračních úpravách vliv dalších faktorů, zejména drenážního odvodnění svahových poloh a údolních niv.

Připomínky a otázky k výsledkové části:

U faktorové analýzy i regresních analýz vidím jako problematické použití sumárních veličin vztahených k celému povodí, tj. počet VDJ a počet obyvatel. Ostatní faktory prostředí (podíly zornění, vodních, infiltračních a odvodněných ploch) byly použity jako relativní veličiny. V důsledku řádových rozdílů v plochách jednotlivých povodí se "počet VDJ" a "počet obyvatel" ve výsledcích analýz vyčlenily jako veličiny bez dopadů na koncentrace dusičnanů, což nemusí neodpovídat realitě. Aby byl jejich vliv v analýze srovnatelný s ostatními veličinami, měly být použity relativní hodnoty, tj. hustota VDJ či obyvatel na km<sup>2</sup>.

V metodice ke kapitolám 7 a 13 postrádám uvedení konkrétních vstupních dat pro regresní analýzy. Protože se jedná o původní, nepublikované výsledky, měla by zde být všechna data vstupující do analýz uvedena jako konkrétní hodnoty.

Jak faktorová, tak lineární regresní analýza jsou velmi citlivé z hlediska normality rozdělení dat v použitých datových souborech. Nenormální, sešikmená rozdělení s odlehlými body lze zejména u koncentrací a u sumárních veličin (plocha povodí, VDJ, obyvatelstvo) očekávat. V popisu metodiky údaje o testování normality dat vstupujících do analýz, popř. o jejich transformaci, chybí. Prosím o komentář a vyjádření.

V *diskusi* autor porovnal výsledky analýzy dat z povodí Želivky jednak s hodnoceními zpracovanými pro toto povodí jinými autory a jednak s obecnými poznatky získanými z literatury. Rovněž je diskutován vliv průtoku vody nádržemi a rybníky a uvedeny jsou možnosti technických opatření pro eliminaci dusičnanů v odtoku z povodí, jako je vytváření příbřežních zamokřených oblastí v nivě kolem koryta toku a regulace denitrifikace prostřednictvím řízení hladiny podzemní vody. Kapitola 15 věnovaná *závěrům* shrnuje

výsledky práce a v návaznosti uvádí principy možných opatření ke snížení koncentrací dusičnanů v odtoku z povodí. K těmto částem nemám žádné připomínky.

Z hlediska formálního lze konstatovat, že práce je velmi zdařilá, pohledná, s minimem překlepů a nesrovnalostí. Na s. 16, 9. řádek, jsou u rozmezí atmosférické depozice dusíku chybně jednotky (správně má být g na m<sup>2</sup> za rok). Na několika místech chybějí údaje v citacích – na s. 166 a 170 v odkazech HUANG *et al.* 1998 a SUMMERS *et* CHANG 1993 chybějí názvy článků a na s. 167 u práce KOPÁČEK *et al.* chybí rok.

Závěr:

Přes uvedené dílčí připomínky lze konstatovat, že vytčeného cíle disertace bylo dosaženo. Předložené výsledky Mgr. Martina Lexy jsou na dobré odborné a vědecké úrovni a jsou hodnotné i z hlediska praktického využití. Mgr. Martina Lexa prokázal schopnost dobře se orientovat ve studované problematice, kriticky hodnotit výsledky publikované v literatuře i výsledky vlastních analýz a jeho práce přinesla nové poznatky.

**Disertační práci Mgr. Martina Lexy proto doporučuji přijmout k obhajobě.**



České Budějovice, 16. 2. 2007

doc. Ing. Josef Hejzlar, CSc.