

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Studijní program: B4131- Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv zemědělské činnosti na fyzikálně chemické parametry
povrchových vod na Novohradsku

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lubomír Bodlák Ph.D.

Autor: Lucie Slavíková

České Budějovice, duben 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 13.4.2012

.....

Lucie Slavíková

Poděkování

Tímto bych chtěla vyjádřit poděkování svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Lubomíru Bodlákovi Ph.D. za poskytnutí odborné pomoci, rad a připomínek k této bakalářské práci. Zároveň bych mu chtěla poděkovat za umožnění přístupu do laboratoře, kde jsem prováděla analýzu vzorků. Děkuji také svým rodičům za trpělivost a důvěru, kterou do mě vkládali.

Abstrakt

Zemědělství je činnost, která ovlivňuje krajinu. Obsahem práce bylo sledování změn ve složení povrchových vod v modelovém území povodí řeky Stropnice na Novohradsku. Byly sledovány následující parametry: pH, vodivost, dusičnany, fosforečnany, sírany, chloridy, bazické kationty (Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Na^+). Změny těchto parametrů byly monitorovány v období let 2005 – 2010. Hodnoty vodivosti na horním profilu řeky Stropnice přesahují hodnotu $50 \mu S.cm^{-1}$. Na dolním profilu řeky Stropnice hodnoty vodivosti nepřesahovaly $175 \mu S.cm^{-1}$. Na základě výsledků lze konstatovat, že povrchové vody v zájmovém území jsou ovlivňovány zemědělskou činností - nejedná se však o intenzivní formu zemědělské činnosti.

Klíčová slova: povrchová voda, znečištění povrchových vod, řeka Stropnice, anionty, kationty.

Abstrakt

Agriculture is an activity that affects the landscape. The aim of this work was to observe the quality of water in the Novohradsko area. The following water quality parameters were measured: pH, conductivity, nitrates, phosphates, sulphates, chlorides and alkaline cations. The parameter changes were analysed for the years 2005 - 2010. The values of conductivity on the upper profile Stropnice River exceed the value of $50 \mu S.cm^{-1}$. The values of conductivity in the lower profile of the Stropnice River do not exceed $175 \mu S.cm^{-1}$. The results confirmed that the farming has a significant influence on the water quality in the Stropnice River although it is an extensive farming.

Key words: surface water, pollution of surface water, the Stropnice River, anions, cations

Obsah

1. Úvod	7
2. Literární rešerše	8
2.1 Voda	8
2.2 Fyzikálně chemické vlastnosti vody	9
2.3 Povrchové vody	9
2.4 Složení povrchových vod	10
2.5 Znečišťování povrchových vod	11
2.6 Klasifikace tekoucích vod podle čistoty	14
2.7 Zemědělská činnost	15
2.8 Nejvýznamnější znečišťující látky v zemědělství	16
2.8.1 Hnojiva	16
2.8.1.1 Rozdělení hnojiv	16
2.9 Hlavní parametry určující jakost vody v zemědělské krajině	18
2.9.1 Konduktivita	18
2.9.2 pH	18
2.9.3 Dusičnany	19
2.9.4 Fosforečnany	19
2.9.5 Sírany	19
2.9.6 Chloridy	20
2.9.7 Bazické kationy	20
3. Zájmové území	21
3.1 Historický vývoj krajiny v zájmovém území	22
3.2 Povodí Stropnice	23
4. Metodika	26
4.1 Odběry	26
4.2 Příprava vzorku a vlastní analýza	26
5. Výsledky	27
6. Diskuse	32
7. Závěr	34
8. Literatura	35
9. Příloh	39

1. Úvod

Člověk svojí činností ovlivňuje okolní ekosystémy. Přetváří krajinu dle svých představ, potřeb a možností. Tato skutečnost vede k poškozování či dokonce k ničení životního prostředí. Důsledky takového nezodpovědného chování se projevují stále více na kvalitě prostředí a zdrojů. Je důležité uvědomit si zodpovědnost člověka za ničení a poškozování všech složek životního prostředí. Řešit tyto problémy, protože i člověk je součástí přírody a pokud chce udržet kvalitu zdrojů i pro budoucí generace, musí změnit postoj svého chování.

Zemědělská činnost je jedna z nejvýznamnějších hospodářských činností, která významně ovlivňuje naši kulturní krajinu. Jednotlivé typy hospodaření v povodí Stropnice se odrážejí v charakteru složení povrchových vod.

Hlavním cílem práce bylo sledování měnících se fyzikálně chemických parametrů povrchových vod v zájmovém území.

Určení hodnoty hlavních parametrů (vodivost, pH, dusičnany, fosforečnany, sírany, chloridy a bazické kationy: Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Na^+), které určují kvalitu vody v zemědělské krajině se stalo dílčím cílem v této práci.

Na základě výsledků rozborů vod se určila změna fyzikálně - chemického složení povrchových vod.

2. Literární rešerše

2.1 Voda

Voda je jedna ze základních složek životního prostředí, je také podmínkou života na naší planetě (Synáčková, 1994). Tvoří největší část těl živých organismů. Je zdrojem kyslíku a vodíku (Kender et.al., 2000). Voda je výjimečná v tom, že se vyskytuje na Zemi ve všech fyzikálních skupenstvích (Krešl, 2001).

Voda v oceánech tvoří přibližně 97% celkové hmotnosti vody, sladká voda tvoří jen asi 3% (Van Loon, Duffy, 2011). Veškeré vodní plochy vytváření v krajině výrazné ekosystémy, které svým projevem zasahují do dynamiky krajiny. Zároveň jsou výraznými kompozičními prvky v krajinné scénérii (Wittlingerová, Jonáš, 2002).

Srážková voda dopadající na zemský povrch se vsakuje, obohacuje vláhou půdní profil, rozhojňuje zásoby podzemních vod, doplňuje objemy v jezerech, řekách a rybnících (Chapin et.al., 2002) a opět se vypařuje do atmosféry (Synáčková, 1994).

Koloběh vody v přírodě je velice důležitý. Nepřiměřeným zásahem člověka do vodního cyklu může člověk způsobit nedozírné škody týkající se změn mikroklimatu. Rozhodujícím zdrojem vody v ČR jsou atmosférické srážky (Krešl, 2001).

Člověk v minulosti velmi často zasahoval účelově do říčních systémů. Tímto necitlivým chováním napáchal nedozírné škody, které se v závislosti na lokálních ekologických podmínkách mohou v daném území projevit buď okamžitě nebo v delších časových úsecích, stejně jako zcela neočekávaně (Kender et.al., 2000).

Člověk využívá vodu v zemědělství a v průmyslu (Tlapák et.al., 1992). Odum (1993) doplňuje využití vody na závlahu a jako pitnou vodu. Voda tedy hraje významnou roli v každodenním životě. Z hlediska jejího využití je významná i její kvalita (jakost).

2.2 Fyzikálně chemické vlastnosti vody

Molekula vody se skládá ze dvou atomů vodíku vázaných na atom kyslíku. Molekuly vody vytvářejí vodíkové vazby, které mají vliv na množství fyzikálních i chemických vlastností vody (Smol, 2008). Voda má vyšší povrchové napětí než je tomu u jiných kapalin, větší propustnost pro viditelné světlo, maximální hustotu v kapalném stavu, vyšší výparné teplo, vyšší krystalizační teplo i vyšší skupenské teplo (Manahan, 1994). Pitter (2009) považuje za jednu z nejdůležitějších vlastností molekuly vody její dipólový charakter. Voda je proto výborné polární rozpouštědlo. Tlapák et.al. (1992) říká, že z fyzikálních vlastností vody je nejdůležitější obsah nerozpuštěných látek.

2.3 Povrchové vody

Nejvýstižněji charakterizuje povrchové vody zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, kde povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu, tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních. Útvar povrchové vody je vymezené soustředění povrchové vody v určitém prostředí, například v jezeru, ve vodní nádrži, v korytě vodního toku.

Složení kontinentálních povrchových vod je ovlivněno:

- a) geografickou skladbou podloží a složením drnového sedimentu,
- b) hydrologicko – klimatickými poměry (srážkovými a teplotními poměry, ročním obdobím, dálkovým transportem závadných látek),
- c) půdně – botanickými poměry (zalesněním, druhem půd),
- d) antropogenní činností (průmyslem, zemědělstvím, komunálními odpady),
- e) příronem podzemních vod

Kontinentální povrchové vody vznikají z vody podzemní a atmosférické. Na dalším formování jejího složení se podílejí vlivy uvedené pod body a) až d). Takto vzniklé vody podléhají chemickým a biochemickým přeměnám (oxidaci, redukci, sorpci, komplectaci, nitrifikaci, denitrifikaci aj.) (Pitter, 2009).

2.4 Složení povrchových vod

Z fyzikálního hlediska lze veškeré látky ve vodě dělit na látky rozpuštěné a látky nerozpuštěné. Koncentrace rozpuštěných i nerozpuštěných látek ve vodě je jedním z důležitých chemických ukazatelů jakosti vody (Horáková et.al., 1986).

Ve vodě jsou zastoupeny látky anorganického i organického původu. Iontově rozpuštěné látky jsou především hydrogenuhličitan, sírany, chloridy, dusitany, dusičnany, fosforečnany, ionty vápníku, hořčíku, sodíku, draslíku a dalších. Mezi neiontově rozpuštěné látky se řadí sloučeniny křemíku, rozpuštěné plyny i některé organické látky (Wittlingerová, Jonáš, 2002).

2.5 Znečišťování povrchových vod

Tekoucí voda disponuje kinetickou energií. Kinetická energie toku se částečně spotřebuje třením o podloží, částečně je různou měrou využívána k transportu materiálu (Kender et.al., 2000). Voda může přenášet minerální živiny, semena, hmyz, odpady, hnojiva i toxické látky (Forman, Godron, 1993). Odnášený materiál může být v rozpuštěné nebo nerozpuštěné formě (Kender et.al., 2000). Vodní prostředí se mění po proudu řeky, zvláště v zemědělské a urbanizované krajině. Toky vyššího řádu jsou kalné, což způsobuje eroze z obdělávaných polí. V tocích ještě vyššího řádu je voda více znečišťována usazeninami, pesticidy ze zemědělství a městskými odpady (Forman, Godron, 1993).

Švehla et.al. (2007) definuje znečištění vody jako změnu fyzikálních, chemických a biologických vlastností vody. Znečištění povrchových vod může být způsobeno příčinami povahy přírodní, které jsou vyvolávány klimatickými, geomorfologickými, půdními a jinými vlivy. Ze zemědělství se z přírodních příčin uplatňuje především eroze půdy. Antropogenní znečištění souvisí s lidskou činností, např. s osídlením, průmyslem či se zemědělstvím. Další příčinou znečištění vod může být kombinace předchozích (Tlapák et.al.,1992). Švehla et.al. (2007) považuje z hlediska ochrany životního prostředí za znečištěnou veškerou vodu pocházející z přírodního zdroje, jejíž vlastnosti byly během jejího využití změněny. Příčiny i důsledky tohoto znečišťování jsou různé, vždy však zhoršují čistotu a jakost vody. Následkem je omezená možnost využití vody. Nejvýznamnější projev znečištění je změna fyzikálně - chemických vlastností vody (Pitter, 2009).

Problém čistoty povrchových vod je velmi složitý. Povrchové vody jsou využívány jako vodní zdroj, zároveň jsou i recipientem (Synáčková, 1994). Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, řeší tento problém vymezením citlivých a zranitelných oblastí. Citlivé oblasti jsou vodní útvary povrchových vod, v nichž dochází nebo v blízké budoucnosti může dojít v důsledku vysoké koncentrace živin k nežádoucímu stavu jakosti vod, které jsou využívány nebo se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody, v níž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l (ČSN 75 7221), nebo u nichž je z hlediska zájmů chráněných tímto zákonem nutný vyšší stupeň čištění odpadních vod. Pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu, jakost vody v citlivých oblastech stanoví vláda nařízením ukazatele přípustného znečištění odpadních vod a jejich hodnoty.

Zranitelné oblasti jsou povrchové nebo podzemní vody, zejména využívané nebo určené jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l nebo mohou této hodnoty dosáhnout nebo jsou to povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody.

Zdroje znečišťování povrchových vod jsou trojího druhu: bodové, plošné a difúzní (Pitter, 2009). Plošné zdroje znečištění jsou odpovědné za přísun znečišťujících látek, které přicházejí do vodního toku z různých ploch, vyskytujících se v okolí vodního toku. Znečišťující látky se do vody dostávají zpravidla v poměrně nízkých koncentracích. Plošné zdroje znečištění je velice obtížné monitorovat a opatření vedoucí k minimalizaci jejich vlivu na životní prostředí bývají velice složitá (Švehla et.al., 2007). Bulíček et.al. (1977) uvádí příklad plošného znečištění pocházející ze zemědělské činnosti, kterými jsou splachy nebo nekontrolovatelné úniky látek používané jako hnojiva. Mánek (1998) rozděluje vodní toky podle míry zatížení na příkladu vodních toků v horním Pootaví, hodnoty parametrů jsou v tabulce č.1.

Tabulka č.1: Ukázkové průměry vybraných hodnot fyzikálně - chemických parametrů v různých lokalitách horního Pootaví

Lokalita	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Ca ²⁺	pH	vodivost
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹		μ S.cm ⁻¹
Modravský potok - Březník	0,79	0,00	2,85	5,89	18,71
Modravský potok - Modrava	0,51	0,01	4,00	6,35	19,28
Vydra - Modrava	0,47	0,01	4,22	6,32	23,83
Otava začátek	0,43	0,02	4,59	6,53	29,90
Otava - Rejštejn	0,46	0,01	9,53	6,57	31,52
Otava pod Rejštejnem	0,49	0,02	6,61	6,71	37,48
Filipohuťský potok	0,21	0,02	2,51	5,42	16,93
Filipohuťský potok - Modrava	0,49	0,02	3,91	6,21	23,14
Roklanský potok - horní	0,46	0,01	1,79	6,07	23,41
Roklanský potok - Morava	0,51	0,01	4,02	6,37	23,07
Javoří potok	0,50	0,02	5,02	6,66	28,04
Hamerský potok nadH. K.	0,26	0,02	1,92	5,72	23,85
Hamerský potok pod H.K.	0,16	0,02	4,19	6,09	24,73
Losenice - Zlatá Studna	0,18	0,02	1,61	5,18	24,44
Losenice - sout.se Zlatým p.	1,29	0,04	8,33	6,96	86,00
Prášílský potok - horní	0,86	0,01	3,90	6,50	23,70
Jezerní potok z Prášílského jez.	0,73	0,02	5,90	6,84	40,18
Křemelná- horní tok	0,49	0,01	6,23	6,64	46,10
Křemelná - pod. sout.s Prášil.p.	0,49	0,01	7,78	6,69	40,69
Drozdí potok	0,96	0,03	6,97	6,85	40,34
Slatinný potok	0,79	0,02	6,34	7,14	48,20
Zlatý potok - pramen	0,40	0,02	3,17	4,85	73,36
Zlatý p. nad stokou K.H.	2,58	0,02	12,66	7,16	122,46
Stoka s OV K.Hor.- pod ČOV	4,95	0,28	28,69	7,41	293,00
Odpadní voda - Kašp. H.	56,60	3,46	41,00	6,84	488,65

(upraveno dle: Mánka, 1998)

2.6 Klasifikace tekoucích vod podle čistoty

Podle ČSN 75 7221 zařazujeme jakost vody do pěti tříd :

I. třída - neznečištěná voda

II. třída - mírně znečištěná voda

III. třída - znečištěná voda

IV. třída - silně znečištěná voda

V. třída - velmi silně znečištěná voda

ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod

Tabulka č. 2: Klasifikace jakosti povrchových vod

I.třída	Voda je obvykle vhodná pro všechna použití, pro - vodárenské účely, potravinářský průmysl - koupání, chov lososovitých ryb Voda má velkou krajínovornou hodnotu.
II. třída	Voda je obvykle vhodná pro většinu použití, pro - vodárenské účely, chov ryb - vodní sporty, zásobování průmyslu vodou Voda má krajínovornou hodnotu.
III. třída	Voda obvykle vhodná jen pro zásobování průmyslu Pro vodárenské účely je voda použitelná jen podmíněně, pokud není k dispozici zdroj lepší jakosti, při vícestupňové úpravě. Voda má malou krajínovornou hodnotu.
IV. třída	Voda je obvykle vhodná jen pro omezené účely.
V. třída	Voda se obvykle nehodí pro žádný účel.

(Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách)

2.7 Zemědělská činnost

Zemědělství nelze zaměňovat za pouhou sklizeň produkce. Zemědělství zahrnuje v sobě také výběr určitých druhů a zavádění nových druhů do vybraných ekosystémů krajiny (Forman, Godron, 1993). Ochrana povrchových a podzemních vod související s vlivem zemědělské činnosti je jednou z nejdůležitějších environmentálních priorit, protože jakákoliv kontaminace vod může způsobit riziko pro člověka, zvířata, dále může poškodit vodní biocenózy (Šarapatka et.al., 2006).

Zdroje znečištění ze zemědělské výroby

Tabulka č. 3: Zdroje znečištění ze zemědělské výroby

zdroje znečištění z živočišné výroby	odpady ze silážování odpady z velkochovů úniky při skladování a používání kejdy a močůvky jako hnojiva
zdroje znečištění z rostlinné výroby	aplikace průmyslových hnojiv
další zdroje znečištění	úniky ropných látek při: skladování a manipulaci

(upraveno dle: Synáčkové, 1994)

Látky ze zemědělské činnosti, které se dostávají do povrchové vody a způsobují její změny ve složení dělí (Forman, Godron, 1993) na: hnojiva (fosfor a dusík), pesticid, dusíkaté látky z hnojišť a jímek i půdní částice z polí.

2.8 Nejvýznamnější znečišťující látky v zemědělství

2.8.1 Hnojiva

Pojem hnojivo je vymezen v zákonu č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd, kde za hnojiva jsou považovány látky obsahující živiny pro výživu kulturních rostlin a lesních dřevin, pro udržení nebo zlepšení půdní úrodnosti a pro příznivé ovlivnění výnosu či kvality produkce.

2.8.1.1 Rozdělení hnojiv

Hnojiva rozdělujeme podle tří základních hledisek

Tabulka č.4: Rozdělení hnojiv podle tří základních hledisek

Podle účinnosti	Podle původu	Podle skupenství
hnojiva přímá	hnojiva minerální	hnojiva tuhá
pomocné látky	hnojiva statková	hnojiva kapalná

(upraveno dle: Hluška, 2004)

Minerální hnojiva jsou většinou výrobky, které pocházejí z chemického průmyslu (Vaněk et.al., 2002). Baier et.al. (1969) uvádí, např. výrobky z báňského, stavebního a hutního průmyslu, které mají větší obsah rostlinných živin a jsou použitelné k hnojařským účelům. Minerální hnojiva se často vyznačují vyšším obsahem živin (Vaněk et.al., 2002). Hlavními zástupci této skupiny jsou koncentrovaná minerální hnojiva, např. jednosložková - obsahující jednu hlavní živinu. Tyto hnojiva lze rozdělit na: dusíkatá, fosforečná, draselná, vápenatá a hořečnatá. Vicesložková hnojiva obsahují minimálně dvě živiny. Mohou obsahovat také doprovodné ionty (např. Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^-), popř. mikroelementy (Hlušek, 2004).

Statková hnojiva reprezentují univerzální hnojiva. Tyto hnojiva pocházejí většinou přímo ze zemědělského podniku. Působení statkových hnojiv je pozvolnější a často i dlouhodobější (Vaněk et.al., 2002). Příkladem statkových hnojiv je hnůj, močůvka, kejda (Šarapatka et.al., 2006). Jeden z negativních vlivů hnojiv na kvalitu vody je eutrofizace.

Pitter (2009) vysvětluje pojem eutrofizace jako růst obsahu minerálních živin, především sloučenin fosforu a dusíku, ve vodách.

Ve většině půd je rozhodující část dusíku vázaná v organických formách, které pocházejí z odumřelých organismů a z hnojiv. (Kalač, Tříška, 1998). Rostliny mohou dusík přijímat z půdy v amoniakální formě či v dusičnanové formě. Při mineralizaci organické hmoty se prvotně do půdy uvolňuje amoniak (NH_3), který ve vodním prostředí přechází na amonný kationt (NH_4^+). Tento kationt je v našich typech půd dobře poután. V půdním prostředí dochází k odčerpávání amonných iontů z půdy komplexem bakterií, které je oxidují - nitrifikují až na dusičnanový dusík (Šarapatka et.al., 2006). Dusičnanový dusík je v půdě málo poután a je ve značné míře vyplavován do spodních horizontů půdy i do podzemních vod (Kalač, Tříška, 1998). Dusičnany jsou hlavními zdroji plošného znečištění vod. Nepříznivé půdní a povětrnostní podmínky zvyšují riziko vyplavení a povrchového odtoku dusíkatých látek (Dostál et.al., 2003). Koncentrace dusičnanů v různých řekách je přímo úměrné podílu zemědělsky obhospodařované půdy v jejich povodí (Heteša, Kočková, 1997).

Pro ochranu vod před znečištěním dusičnany je nutné zabránit přímému vniknutí hnojiv do povrchových vod. Dále je důležité předejít smyvu hnojiv povrchovým odtokem. Z důvodu zvýšené ochrany vody je dále potřeba uchovat v šíři nejméně 1m od břehové „čáry“ původní porost. Dalším opatřením, které vede k minimalizaci vlivu hnojiv na povrchové vody je přizpůsobení směrného odstupu aplikační techniky při hnojení - povětrnostním podmínkám, typu zařízení, druhu a skupenství hnojiva, vlastnostem statkových hnojiv, charakteru břehu a hnojenému porostu (Dostál et.al., 2003).

2.9 Hlavní parametry určující jakost vody v zemědělské krajině

2.9.1 Konduktivita

Nepřímým vyjádřením množství znečišťujících rozpuštěných látek je hodnota elektrické konduktivity (vodivosti). Konduktivita závisí na obsahu iontů, které jsou v roztoku, dále na jejich pohyblivosti v elektrickém poli a na teplotě roztoku. Jednotka konduktivity se nejčastěji vyjadřuje v $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$, nebo v odvozených jednotkách. Konduktivita je značně závislá na teplotě a měří se při teplotě 20°C. Ke stanovení vodivosti se používají přístroje tj. konduktometry (Heteša Kočková, 1997). Konduktivita slouží k odhadu stupně mineralizace vody, porovnáním s naměřenou konduktivitou lze provést kontrolu výsledků chemického rozboru vody. Stanovení konduktivity je výhodné i při dlouhodobém sledování daného druhu vody, protože konduktivita prokáže změny v koncentraci rozpuštěných látek (Horáková et.al., 1986).

2.9.2 pH

pH znamená koncentraci (aktivitu) vodíkových iontů v roztoku. Je vyjádřeno jako záporný dekadický logaritmus vodíkových iontů. Aktivní reakce pH vody má velký vliv na fyzikálně – chemický režim vody. Ovlivňuje rozpustnost celé řady látek, které mají značný význam ve fyziologických procesech vodních organismů (Heteša, Kočková, 1997). Měření hodnoty pH se provádí prakticky u všech druhů vod a má často klíčový význam pro další posuzování vlastností analyzované vody. Nejčastěji se dnes hodnota pH stanovuje potenciometricky (Horáková et.al., 2007). Hodnota pH neznečištěných povrchových vod se pohybuje v rozmezí od 6,0 do 8,5 a je dána uhličitanovým systémem (Pitter, 2009).

2.9.3 Dusičnany

Dusičnany patří mezi čtyři hlavní anionty vod (Horáková et.al., 2007). Obsah dusičnanů ve vodách se udává zpravidla hmotnostní koncentraci, a to jako NO_3^- nebo jako N- NO_3^- v $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$. V čistých povrchových vodách jsou jeho koncentrace obvykle nízké (obvykle pod 1 mg l^{-1}), ve znečištěných vodách mohou přesahovat i $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Pitter, 2009). Největší skupinu v praxi používaných metod pro stanovení dusičnanů ve vodách jsou absorpční spektrofotometrické metody (Horáková et.al., 2007).

2.9.4 Fosforečnany

Přírodním zdrojem fosforu ve vodách je rozpouštění a vyluhování některých půd, minerálů a zvětrávání hornin. Významným bodovým zdrojem mohou být velkochovy hospodářských zvířat. Sloučeniny fosforu se dostávají do povrchových vod i z atmosférických depozic (Pitter, 2009). Antropogenním zdrojem anorganického fosforu je aplikace fosforečných hnojiv. Sloučeniny fosforu mají významnou úlohu v přírodním koloběhu látek. Koncentrace fosforečnanů v povrchových vodách je nežádoucí, protože podporují nadměrný rozvoj řas a sinic. Jsou příčinou tzv. eutrofizace (Synáčková, 1994). Vzhledem k eutrofizaci je celkový fosfor uveden jako ukazatel přípustného znečištění povrchových vod. Obecný imisní standard pro celkový fosfor je $0,2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Pitter, 2009). Fosforečnany se stanovují nejčastěji spektrofotometricky (Horáková et.al., 1986).

2.9.5 Sířany

Sířany se vyskytují téměř ve všech vodách, a to zejména ve formě jednoduchého aniontu SO_4^{2-} . Vedle hydrogenuhličitanů a chloridů tvoří hlavní podíl anionů zastoupených v přírodních vodách. V prostých podzemních a povrchových vodách se jejich obsah pohybuje v desítkách až stovkách miligramů v litru (Horáková et.al., 1986). Zdrojem síranů v přírodních vodách jsou většinou sedimenty. Z lidské činnosti je to průmysl (Heteša, Kočková, 1997). Oxid siřičitý, který se dostává do atmosféry ze spalování siřnatého hnědého uhlí v atmosféře oxiduje a vzniká kyselina sírová, která je nejvýznamnější složkou kyselých dešťů. Kyselá dešť pronikají do půd, kde poškozují půdní prostředí (Hruška, Majer, 1996).

Ke kvalitativnímu stanovení síranů se používají metody chromatografie iontů, gravimetrické metody a metody odměrné analýzy. Mohou se využívat i metody spektrofotometrické. (Horáková et.al., 2007). Ve vodních tocích se připouští malá koncentrace: ve vodárenství 200 mg.l^{-1} , v ostatních tocích 300 mg.l^{-1} (Synáčková, 1994). Pro jakost pitné vody v ČR platí mezní hodnota síranů 250 mg.l^{-1} (Pitter, 2009).

2.9.6 Chloridy

Chloridy jsou nejrozšířenější formou chloru ve vodách. Patří mezi základní anionty přírodních vod, proto je také stanovení chloridů pravidelnou složkou základního rozboru vody (Horáková et.al., 2007). Jsou přítomné převážně jako jednoduchý ion Cl^- , protože mají jen slabé kompletační schopnosti. Rozpustnost chloru závisí na hodnotě pH (Pitter, 2009). Významným zdrojem chloridů v podzemních a povrchových vodách jsou atmosférické vody, splaškové vody, močůvka. Významným zdrojem je posyp vozovek v zimním období (Synáčková, 1994). Ke stanovení chloridů se nejčastěji používají odměrné stanovení. Imisní standard přípustného znečištění povrchových vod je pro chloridy 250 mg.l^{-1} , pro vody užívané pro vodárenské účely jen 50 mg.l^{-1} (Pitter, 2009).

2.9.7 Bazické kationty

Obsahy Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ a Na^+ vyskytující se v povrchových vodách a podzemních vodách jsou z hygienického hlediska nevýznamné. Chuťově nejlepší jsou vody obsahující převážně vápník a hydrogenuhličitaný (Heteša, Kočková, 1997). Vápník a hořčík jsou v přírodě značně rozšířené. Kationy Ca^{2+} , Mg^{2+} se dostávají do vody rozkladem hydrogenuhličitanů a hlinitokřemičitanů vápenatých a hořečnatých. Antropogenním zdrojem vápníku a hořčíku mohou být některé průmyslové odpadní vody (Pitter 2009). Pro stanovení hořčíku a vápníku lze použít metody AAS (atomová absorpční spektrofotometrie), nebo se často obsah hořčíku počítá z rozdílu mezi stanovenou látkovou koncentrací sumy vápníku a hořčíku a stanovenou látkovou koncentrací samotného vápníku (v obou případech se používá komplexometrická titrace Chelatonem 3) (Horáková et.al., 2007).

3. Zájmové území

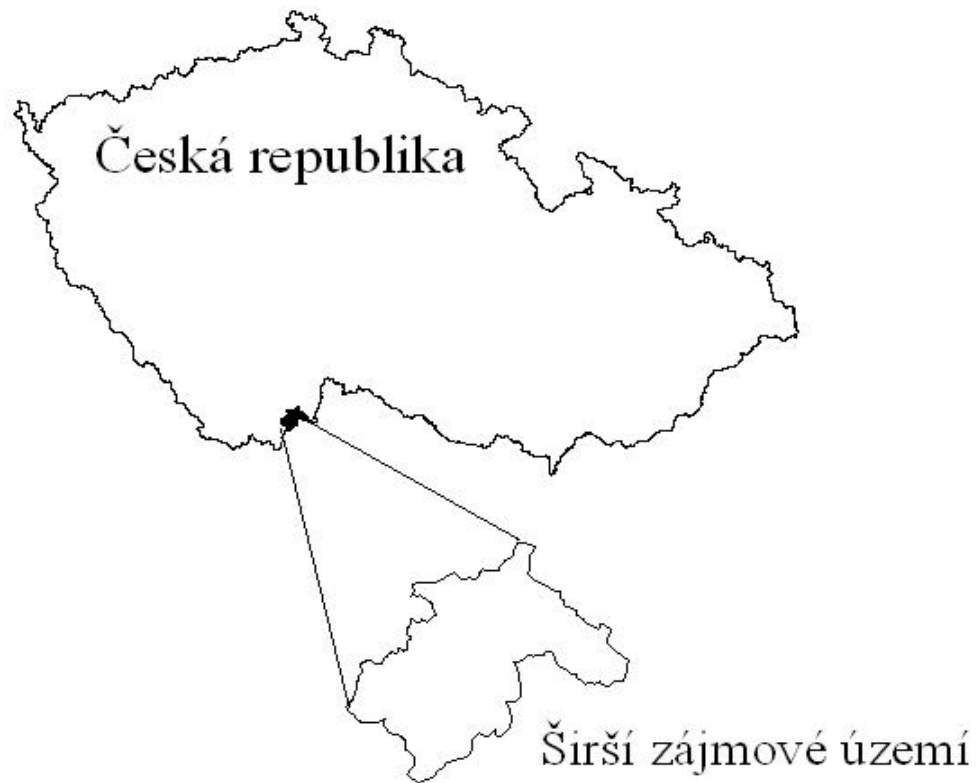
Podle Papáčka (2003) jsou Novohradské hory součástí Šumavské subprovincie, která se rozkládá na jihozápadě provincie Česká vysočina. Šumavská subprovincie se dělí na dvě oblasti, a to na Šumavskou a Novohradskou. V rámci Novohradské oblasti se rozděluje na dva celky, Novohradské podhůří a Novohradské hory. Novohradské hory jsou součástí rozsáhlého horského orografického útvaru, jehož větší část leží na rakouském území (Freiwald nebo Weinsberger Wald), kde zasahuje až k Dunaji. Novohradské hory vznikly vlivem tektonických pohybů na přelomu křídy a paleogenu.

Novohradské hory jsou významnou pramennou oblastí významných jihočeských řek – Malše, Stropnice, Černé a Lužnice. Na Novohradsku se v hlubinách sedimentů nachází kvalitní pitná voda.

Zájmové území leží v Jihočeském kraji v podhůří Novohradských hor. Nejvyšší místo zájmového území leží ve výšce 1034 m n. m. (Vysoká), nejnižší místo 470 m n. m. (niva Stropnice u Tomkova mlýna). Ze zemědělského hlediska náleží území do oblasti bramborářské. Podle klimatické klasifikace náleží území k mírně teplé oblasti, průměrné teploty se pohybují kolem 7,0 °C. Dlouhodobé průměrné úhrny srážek v daném území jsou 750 mm. Pedologicky se zájmové území pohybuje v oblasti od kyselých hnědých půd až po typ oglejených půd (Bodlák et.al., 2008).

Lesy řešeného území zabírají plochu 61,67 %. V současné dřevinné skladbě jednoznačně převažuje smrk ztepilý (74,58%) na úkor jedle a buku (tj. dalších dvou převládajících dřevin původní dřevinné skladby) (Mikulová et.al., 2000) .

Obr. č.1: Vymezení zájmového území



3.1 Historický vývoj krajiny v zájmovém území

Papáček (2003) uvádí vzájemný vztah mezi vývojem krajiny a historicko – společenskými událostmi, resp. jejich dopadem na krajinu. Odsun původního německy mluvícího obyvatelstva pohraničí, špatná osidlovací politika, zřízení tzv. zakázaného pásma a přísný režim pobytu osob při státní hranici jsou skutečnosti, které vedly k odlivu obyvatel z oblasti a zániku některých sídel. Cílené zalesnění příhraniční zóny, uplatňování forem socialistické zemědělské velkovýroby, extenzifikace socialistického zemědělství v horských a podhorských regionech v minulosti, ale i dosud nevyřešené majetkové vlastnické vztahy k půdě, restituční nároky, jednoduché a komplexní pozemkové úpravy jsou příčinami, které způsobily markantní zmenšení zemědělsky obdělávaných ploch, jejich postupné zarůstání a přeměnu po linii orná půda – louka nebo pastvina - luční lado – les.

Obr. č.2: Pohled na krajinu Stropnicka, autor: Lucie Slavíková

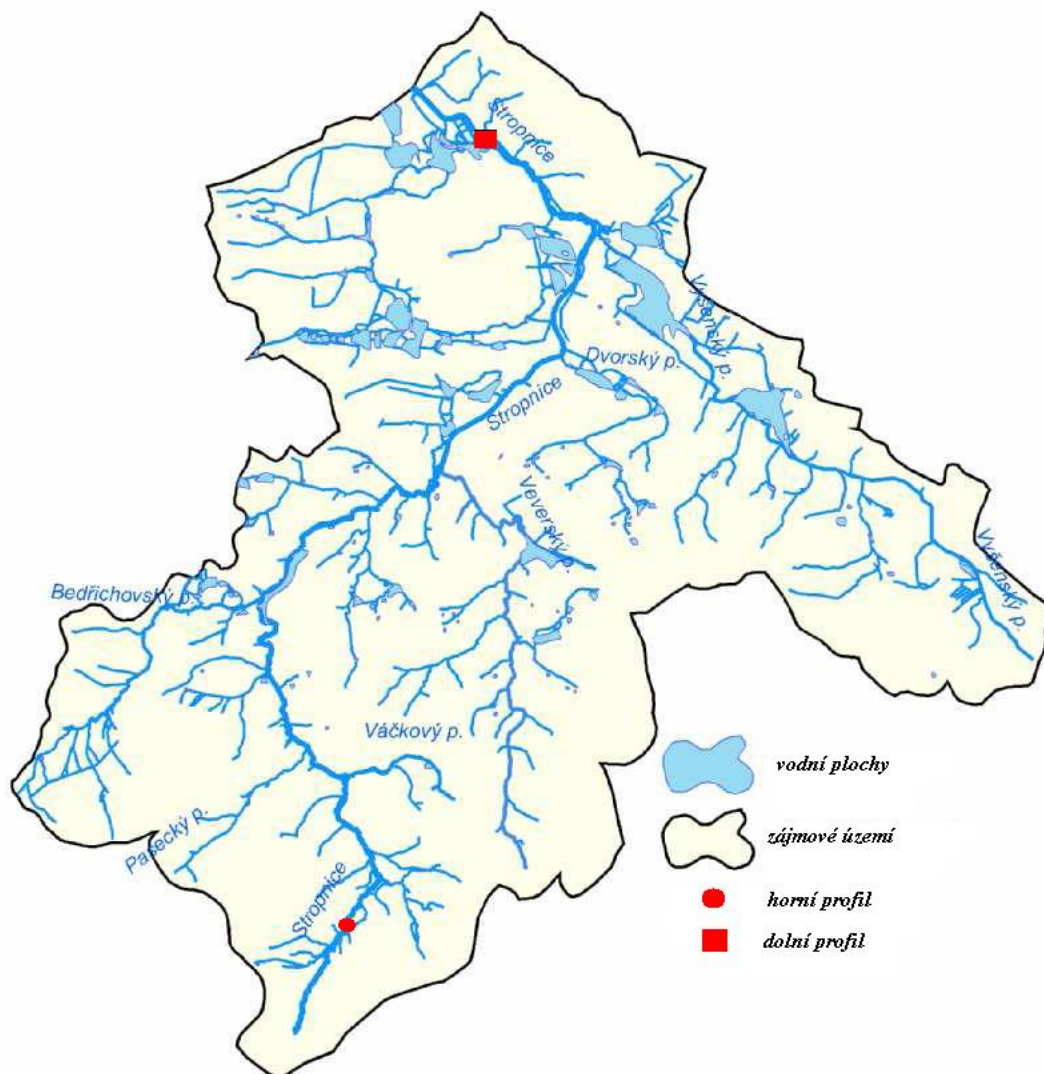


3.2 Povodí Stropnice

Řeka Stropnice pramení ve výšce 813 m. n.m. v Rakousku, jižně od kóty Vysoká a ústí zprava do Malše u Dolní Stropnice (408 m n.m.). Délka toku je 54 km, z toho asi 0,7 km na rakouském území. Celková plocha povodí je 400,43 km² (z toho v Rakousku asi jen 11 km²). Říční síť je asymetrická, hlavní přítoky jsou: P - Veverský potok (20,75 km², s rybníky), P - Vyšenský potok (27,24 km², je spíše rybniční stokou- velké rybníky Byňovský a Nakolický), L- Žárský potok (29,31 km² se Žárským rybníkem, je navíc připojeno přes rozvodnici další povodí – Bedřichovský potok), L- Bukvický potok, L- Svinenský potok (128,9 km², asi 0,83 m³.s⁻¹), L – Pašínovický potok. Na obr. č.3. jsou zobrazeny vodní útvary v širším zájmovém území, na samotné řece Stropnici jsou vyznačeny horní a spodní odběrový profil.

Charakteristika horního a dolního profilu řeky Stropnice: vzorek vody z horního profilu řeky byl odebrán v oblasti horní části řeky Stropnice. Tok protéká lesním ekosystémem. Lidská činnost je zde omezena na lokální těžbu dřeva. Nad tokem řeky je vedena stezka. Koryto v místě odběru je poměrně hluboké. Byl zde spatřen Pstruh obecný (potoční) - *Salmo trutta*. (horní odběrový profil řeky Stropnice je v příloze č.7). Vzorek na dolním profilu řeky Stropnice byl odebrán ve spodní části toku. Řeka Stropnice protéká zemědělsky obdělávanou krajinou, do toku se vlévají i její přítoky, které odvodňují také určitý typ území a vnášejí do Stropnice další látky. Voda v místě odběru byla kalná, břeh vysoký a poměrně nepřístupný. Kolem toku rostlo mnoho druhů trav např. Bojínek luční (*Phleum pretense*) (dolní odběrový profil řeky Stropnice je v příloze č.8).

Obr. 3: Vodní toky a plochy v širším zájmovém území (upraveno dle: Hellebrandové, 2006)



4. Metodika

4.1 Odběry

Od roku 2001 se v zájmovém území Novohradská v povodí Stropnice prováděly odběry povrchových vod. Pro práci byla vybrána odběrová místa na horním a spodním profilu na řece Stropnici mezi lety 2005 a 2010. Historická data byla poskytnuta Laboratoří aplikovanou ekologie v ČB. V roce 2010 jsem se podílela na odběrech vod a na analýzách vzorků, které byly prováděny převážně v Laboratoří aplikované ekologie v ČB a ve specializované laboratoři ENKI o.p.s. v Třeboni. Vzorky se odebíraly na řece Stropnici i na jednotlivých přítocích do 2 litrových PET lahví. Lahve byly označeny dle míst odběrů. Vzorky se ihned po odběrech převezly do laboratoře, kde se před vlastní analýzou uchovávaly v chladu, aby se zabránilo biochemickým procesům.

4.2 Příprava vzorku a vlastní analýza

V nefiltrovaném vzorku byla měřena vodivost a pH pomocí přístroje WTW Multi Lab P5, P4 720. Vzorek byl přefiltrován přes GF/C filtr o průměru 0,46 μm. Koncentrace kationů Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ a Na^+ byla stanovena za pomoci absorpční atomové spektrometrie na přístroji Varian Spectr AA- 640. Anionty NO_3^- - N, PO_4^{3-} - P, Cl^- a SO_4^{2-} byly stanoveny pomocí metody průtokové injekční analýzy a využitím automatického analyzátoru FIAstar^{MT} 5000 FIAstar^{MT} 5012 (FOSS Analytical AB Sweden, 2008) .

Data byla upravena v programu Microsoft Office Excel. Výsledné iontové bilance byly vypočítány s pomocí programu AqQA.1.1.5.1.

5. Výsledky

Průměrné hodnoty sledovaných parametrů na horním odběrovém profilu řeky Stropnice ukazuje tabulka č.5.

pH se pohybovalo v rozmezí hodnot 6,16 a 7,01. Mezi rokem 2005 a 2007 došlo ke zvýšení pH téměř o jednu jednotku z 6,19 na 7,01, poté byl zaznamenán opětovný pokles. Se zvyšujícím se pH klesal obsah síranů v povrchové vodě. V roce 2005 obsah síranů byl 14,34 mg.l⁻¹, v roce 2007 12,26 mg.l⁻¹.

Hodnota vodivosti se ve sledovaných letech pohybovala v rozmezí 53,20 μS.cm⁻¹ až 54,90 μS.cm⁻¹. Koncentrace vápníku byla mezi 3,29 mg.l⁻¹ a 5,30 mg.l⁻¹, hořčíku od 0,96 mg.l⁻¹ do 2,21 mg.l⁻¹. Hodnota dusičnanů oscillovala v rozmezí 5,25 mg.l⁻¹ a 15,48 mg.l⁻¹. Fosforečnany se pohybovaly mezi 0,03 mg.l⁻¹ a 0,12 mg.l⁻¹, sírany pak mezi 8,92 mg.l⁻¹ a 17,28 mg.l⁻¹.

Tabulka č.5. Průměrné hodnoty parametrů v letech – horní profil

	pH	vodivost μS.cm ⁻¹	KNK mmol.l ⁻¹	Na ⁺ mg.l ⁻¹	K ⁺ mg.l ⁻¹	Ca ²⁺ mg.l ⁻¹	Mg ²⁺ mg.l ⁻¹	NO ₃ ⁻ mg.l ⁻¹	PO ₄ ³⁻ mg.l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg.l ⁻¹	Cl ⁻ mg.l ⁻¹
2005	6,19	53,73	0,09	3,93	1,06	5,30	1,49	5,25	0,04	14,34	1,35
2006	6,90	53,80	0,12	3,62	0,60	4,37	0,96	6,03	0,12	14,77	0,72
2007	7,01	53,36	0,14	4,06	1,19	3,86	1,02	6,94	0,04	12,26	2,00
2008	6,44	54,90	0,14	4,04	0,74	3,76	1,00	15,48	0,10	17,28	1,28
2009	6,16	53,20	0,13	3,66	0,68	3,80	0,97	7,58	0,03	14,94	1,97
2010	6,27	53,17	0,12	4,21	1,12	3,29	2,21	7,22	0,03	8,92	2,41

Průměrné hodnoty sledovaných parametrů na spodním odběrovém profilu řeky Stropnice ukazuje tabulka č.6.

pH se pohybovalo v rozmezí hodnot mezi 6,54 a 7,06. Hodnota vodivosti se ve sledovaných letech pohybovala v rozmezí 162,70 μS.cm⁻¹ až 174,30 μS.cm⁻¹. Koncentrace vápníku byla mezi 11,81 mg.l⁻¹ a 16,89 mg.l⁻¹, hořčíku od 3,51 mg.l⁻¹ do 4,91 mg.l⁻¹. Hodnota dusičnanů oscillovala v rozmezí 17,16mg.l⁻¹ a 30,62 mg.l⁻¹. Fosforečnany se pohybovaly mezi 0,08 mg.l⁻¹ a 1,07 mg.l⁻¹, sírany pak mezi 12,89 mg.l⁻¹ a 25,43 mg.l⁻¹.

Tabulka č. 6. Průměrné hodnoty parametrů v letech – spodní profil

	pH	vodivost $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	KNK $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$	Na^+ $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	K^+ $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Ca^{2+} $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Mg^{2+} $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	NO_3^- $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	PO_4^{3-} $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	SO_4^{2-} $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Cl^- $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$
2005	6,81	162,70	0,73	7,07	4,00	16,89	4,10	23,35	0,12	18,44	7,36
2006	7,06	156,00	0,78	6,48	3,63	15,01	3,53	21,76	0,10	19,95	6,46
2007	6,94	174,30	0,79	8,56	4,47	15,28	3,70	20,04	1,07	18,98	7,95
2008	6,61	166,30	0,79	7,83	3,98	14,69	3,63	17,16	0,08	25,43	7,80
2009	6,54	166,00	0,80	6,77	3,84	16,37	3,51	30,62	0,08	14,82	10,60
2010	6,77	166,20	0,73	7,57	3,47	11,81	4,91	24,66	0,10	12,89	6,94

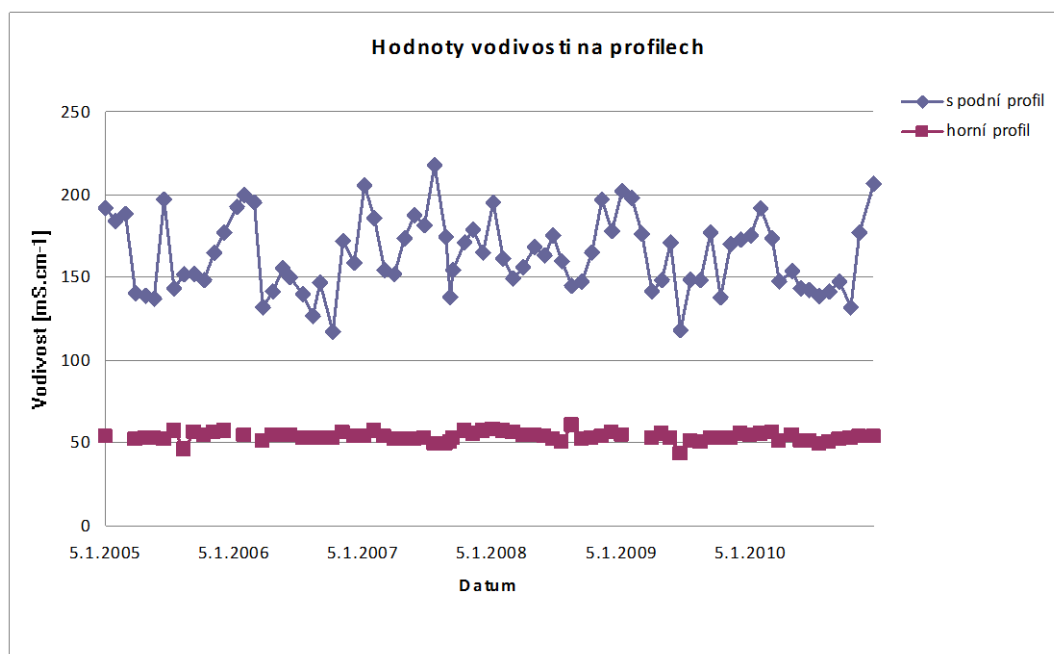
Při srovnání parametrů na horním a spodním odběrovém profilu řeky Stropnice byl rozdíl v obsahu rozpuštěných látek (vodivosti). Vyšší hodnoty byly na spodním profilu řeky Stropnice.

Průběh vodivosti na horním a spodním odběrovém profilu řeky Stropnice je zobrazen na grafu č.1. Vodivosti na horním profilu kolísala od $43,7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do $60,9 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. K výraznějším výkyvům během roku ani sezóny nedocházelo.

Vodivost na spodním profilu kolísala od $117,59 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do $218 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Z grafu byly patrné oscilace během roku i v rámci sezóny.

Na spodním profilu řeky Stropnice byly hodnoty vodivosti 3 až 4 násobně vyšší než na horním profilu řeky Stropnice.

Graf. č.1: Hodnoty vodivosti na horním a spodním odběrovém profilu Stropnice

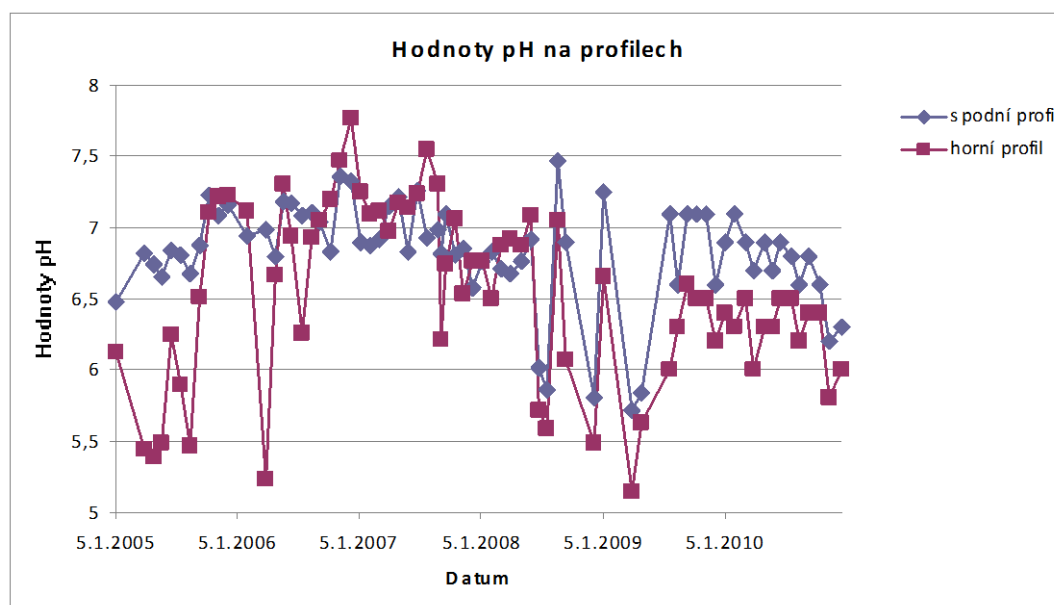


Průběh pH na horním a spodním odběrovém profilu řeky Stropnice zobrazuje grafu č.2. pH na horním profilu kolísalo mezi hodnotami 5,14 a 7,77. V letech 2005 a 2006 docházelo k výrazným výkyvům hodnot pH. Dalším obdobím vyššího kolísání pH byly části roku 2008 a 2009.

Na spodním profilu bylo pH mezi hodnotami 5,72 a 7,47. K nejvýraznějším oscilacím docházelo v roce 2008 a v části roku 2009. Další roky nevykazovaly výraznější změny ve výkyvech.

Průběh hodnot pH na horním profilu byl v roce 2005 a 2006 výraznější než na dolním profilu. Od roku 2008 docházelo k sjednocení průběhů hodnot pH na obou profilech.

Graf. č.2. Hodnoty pH na horním a dolním odběrovém profilu Stropnice

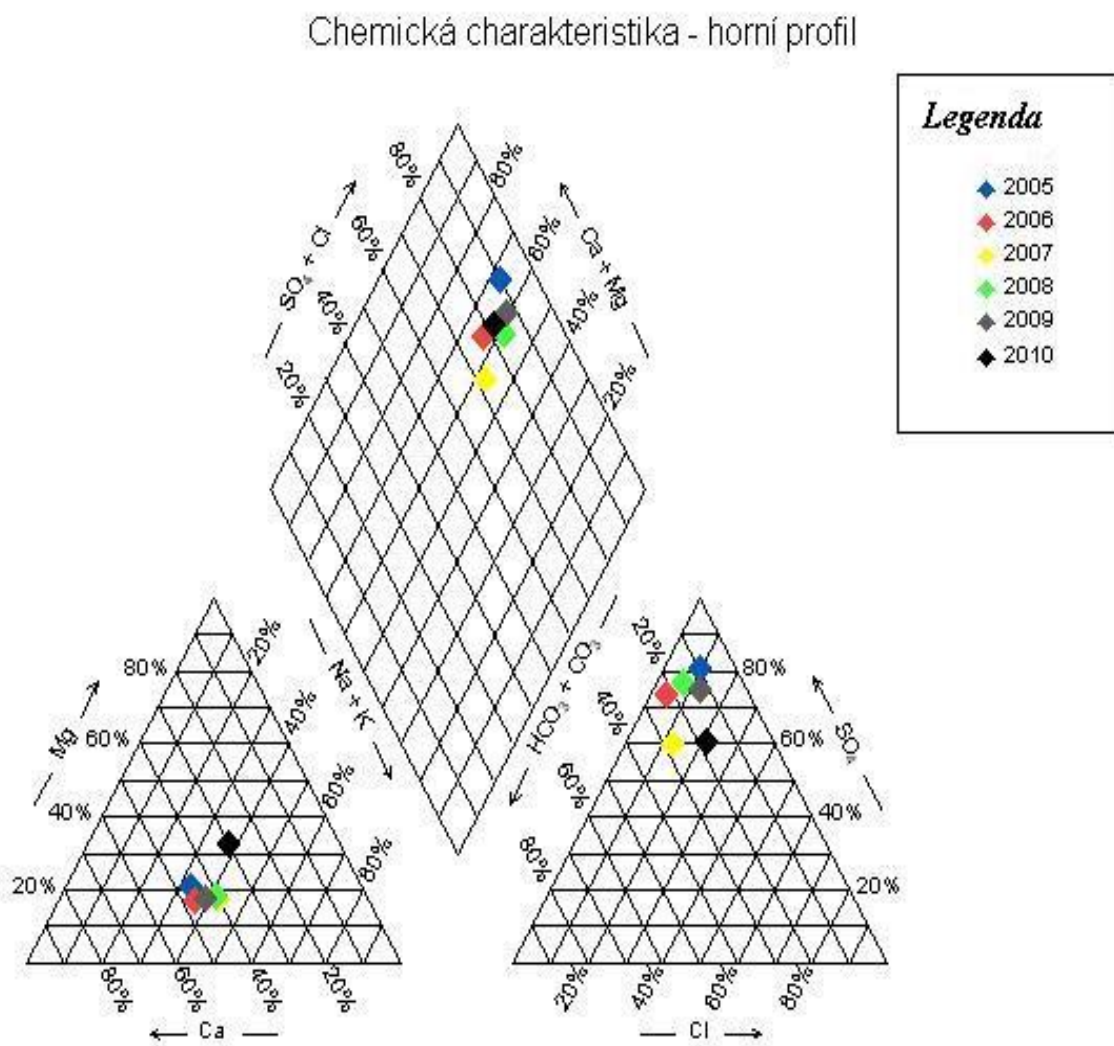


Iontové složení rozpuštěných látek v jednotlivých letech na horním odběrovém profilu řeky Stropnice je zobrazeno na grafu č.3.

Převládajícím aniontem na horním profilu řeky Stropnice byly sírany. Během let se měnilo procentuální zastoupení síranů ve vodě. V roce 2006 docházelo k poklesu síranů téměř o 15% a naopak nárůstu hydrogenuhličitanů. V roce 2007 obsah síranů ve vodě dále klesal na 70%. V roce 2008 se obsah síranů zvýšil oproti roku 2007 o 10%. V dalších letech bylo procentuální zastoupení síranů přibližně

stejně jako v roce 2008. Meziroční změny obsahu iontů ve vodě byly doprovázeny změnou průměrných hodnot pH, které jsou v tabulce č.5.

Graf. č.3: Chemická charakteristika – horní profil

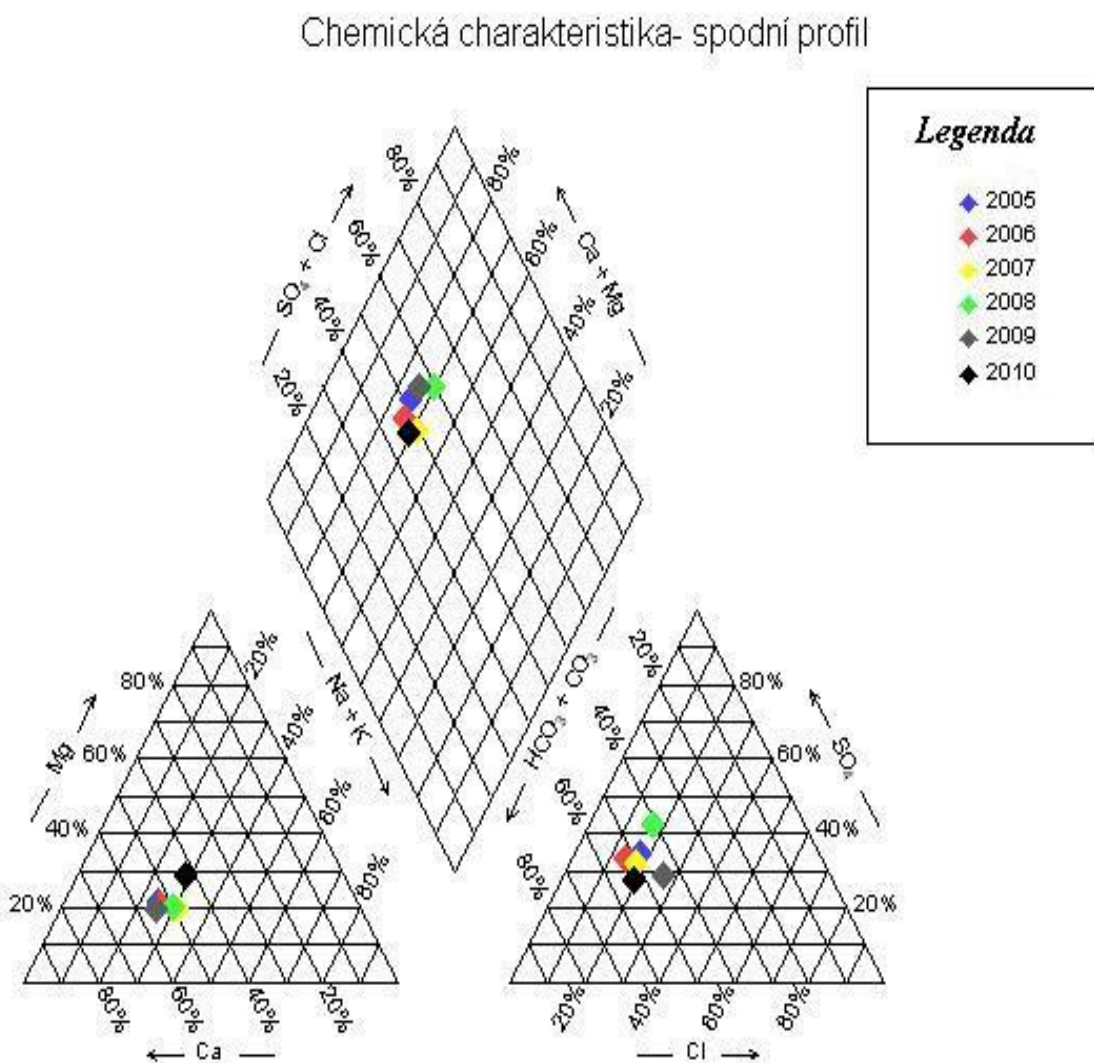


Protější strany kosočtverce vyjadřují reverzní vztah dvojmocných kationtů k jednomocným kationtům a hydrogenuhličitanových aniontů k síranům s chloridy. Trojúhelníkové grafy potom doplňují poměry řídicích iontů (Ca ku Mg a Cl ku SO_4).

Iontové složení rozpuštěných látek v jednotlivých letech na spodním odběrovém profilu řeky Stropnice je zobrazeno na grafu č.4.

Převládajícím aniontem byly hydrogenuhličitan. Výraznější změny byly mezi rokem 2007 a 2008 a mezi roky 2009 a 2010. Iontové složení hlavního aniontu v roce 2007 se shodovalo s rokem 2010. Iontové složení v roce 2008 se shodovalo s rokem 2009, procentuální změny se pohybovaly v necelých 10%.

Graf. č.4: Chemická charakteristika – spodní profil



Protější strany kosočtverce vyjadřují reverzní vztah dvojmocných kationtů k jednomocným kationtům a hydrogenuhličitanových aniontů k síranům s chloridy. Trojúhelníkové grafy potom doplňují poměry řídicích iontů (Ca ku Mg a Cl ku SO_4).

6. Diskuse

Před zásahy člověka v krajině se hodnoty vodivosti v povrchové vodě předpokládají mezi 10-30 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, což odpovídá kvalitě dešťové vody odtékající z povrchu území s neporušenými ekosystémy, včetně neporušeného půdního prostředí, schopnými zadržovat vodu a rozpuštěné látky (Ripl et al, 1996).

Voda na horním odběrovém profilu řeky Stropnice vytéká z lesního povodí. Vodivost na tomto odběrovém profilu přesahovala 50 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a byla tvořena převážně kationy Ca^{2+} , Na^+ . Hlavním řídícím aniontem byl SO_4^{2-} . Studie od Procházky et al. (2001a, 2001b, 2003, 2006) porovnávaly obhospodařované a neobhospodařované plochy v různých typech v povodí. Ze studií vyplývalo, že celkově nižší hodnoty vodivosti odpovídají lesnímu povodí nebo málo zemědělsky obhospodařovaným plochám. Dále ukazují na dobrou schopnost těchto povodí zadržovat látky (živiny) v krajině a na nízkou mineralizaci v půdním horizontu a tudíž i na minimální vymývání iontů z půdy do povrchových vod. Studie z roku 2006 uvádí na méně zatížených plochách hodnoty vodivosti v rozmezí 36 až 45 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Na dolním odběrovém profilu řeky Stropnice hodnoty vodivosti nepřesahovaly 175 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Vodivost na spodním odběrovém profilu byla tvořena kationy, převážně Ca^{2+} . Hlavním aniontem byly hydrogenuhličitan. Procházka et.al. (2003) uvádí hodnoty vodivosti u polointenzivně obhospodařovaných pastvin okolo 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Zvýšená vodivost odpovídá plošnému znečištění (tj. zemědělskému zatížení v povodí). U intenzivně obhospodařovaných ploch hodnota vodivosti byla mnohonásobně vyšší. Např. Mánek (1998) sledoval hodnoty vodivosti na příkladu toků v horním Pootaví. Hodnoty vodivosti ukazuje tabulka č.1. Dukes, Evans (2006) konstatovali, že na intenzivně obhospodařovaných plochách dosahovaly obsahy dusičnanů v odtokových vodách hodnoty přesahující v extrému 100 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Na spodním profilu řeky Stropnice hodnoty dusičnanů přesáhly hodnotu 20 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, výjimečně 30 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Obsahy dusičnanů ve sledovaném zájmovém území odpovídaly méně zatíženému území.

Vody na horním odběrovém profilu řeky Stropnice byly podle iontových bilancí tvořeny převážně aniontem SO_4^{2-} a to až z 85%. Např. Procházka et.al. (2001) uvádí, že ve vodném výluhu půd byly nejvíce zastoupeným aniontem SO_4^{2-} v

povodí, které bylo tvořeno z většiny sekundárním lesem s převahou smrku. Vyšší obsah SO_4^{2-} může být způsoben kyselou depozicí. Hruška et.al. (2006) vysledoval, že jedna z nejdůležitějších vlastností, které mohou dlouhodobě oddálit účinek kyselých dešťů na povrchové vody, je schopnost některých půd adsorbovat velké množství síranů na povrchu půdních částic. Nejvyšší síranovou adsorpční kapacitu mají oxidy železa a hliníku vzniklé při pedogenezi oxidací původní matečné horniny (Cosby et al., 1986). Síraný z atmosférické depozice se navážou na jejich povrch a nepostupují dále do podzemních a povrchových vod dokud se adsorpční kapacita nevyčerpá. Velký vliv na koncentraci síranů má lesní porost. V místech kde je smrkový porost, je zachycení síry výrazně vyšší než v lokalitách s listnáči. V jehličnatých lesích je záchyt zhruba 2x až 3x vyšší než v lesích listnatých (Hruška, Cienciala, 2001).

Z hlediska ochrany půd a vod je žádoucí nahradit smrkové monokultury porosty, které jsou blízké přirozené skladbě lesa oblasti a výrazně preferovat listnáče před jehličnany – tyto porosty jsou odolnější vůči kyselým dešťům a nemají tak vysokou schopnost záchytu suché depozice síry a dusíku (Hruška et.al., 2006).

7. Závěr

Práce se zabývala vlivem zemědělské činnosti na fyzikálně chemické parametry povrchových vod na Novohradsku. Modelové území povodí Stropnice ohraničovaly horní a dolní odběrový profil. Na základě výsledků rozborů vody bylo zjištěno, že se liší obsah řídících aniontů na horním a dolním profilu řeky Stropnice. Hodnoty vodivosti na horním odběrovém profilu přesahovala $50 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Řídícími kationy byly převážně Ca^{2+} a Na^+ . Hlavním řídícím aniontem byl SO_4^{2-} . Na dolním profilu řeky Stropnice hodnoty vodivosti nepřesahovaly $175 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Vodivost na dolním profilu byla tvořena kationty, převážně Ca^{2+} . Hlavními anionty byly hydrogenuhličitan. Na základě výsledků lze konstatovat, že povrchové vody v zájmovém území jsou ovlivňovány zemědělskou činností - nejedná se však o intenzivní formu zemědělské činnosti.

Na horním profilu řeky Stropnice se výrazně měnilo procentuální zastoupení hlavního řídícího aniontu SO_4^{2-} , meziroční snížení obsahu těchto iontů v povrchové vodě bylo doprovázeno zvýšením průměrných hodnot pH. Možnou příčinou je snížená kyselá depozice.

8. Literatura

Baier J. et. al. (1969): Abeceda výživy a hnojení rostlin. SZN, Praha, 409 s.

Bodlák L., Hais M., Sýkorová Z., Havelka L. (2008): Metody a aplikace mapování land use v zájmovém území povodí Stropnice. Sborník příspěvků z konference 2008, Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR, v.v.i., Třeboň, 7-10 pp

Bulíček J. et.al. (1977): Voda v zemědělství. SZN, Praha, 291s.

Cosby B.J. et.al. (1986): Modelling the effects of acid deposition: control of long-term sulphate dynamics by soil sulphate adsorption. – Water Resources Research, 22/8: 1283–1291s.

ČSN 75 7221

Dostál J. et al. (2003): Zásady správné zemědělské praxe zaměřené na ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů. ÚZPI, Praha, 44s.

Dukes M.D., Evans R.O. (2006): Impact of agriculture on water quality in the North Carolina Middle Coastal Plain. Journal of Irrigation and Drainage Engineering-ASCE 132:250-262.

Forman R.T.T., Godron M. (1993): Krajinná ekologie. Academia, Praha, 583s.

Hellebrandová K. (2006): Vztah mezi krajinnou strukturou, způsobem využívání krajiny a pohybem látek v krajině na příkladu modelového území povodí horní Stropnice. Disertační práce. ZF JCU ČB. 123 s.

Heteša J., Kočková E. (1997): Hydrochemie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 95s.

Hlušek J. Hnojiva. z: Multimediální učební texty z výživy rostlin [online]. Brno: MZLU Brno, 2004 [cit. 2011-12-05]. staženo z www: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/a_index_hnojiva.htm

Horáková M. et.al. (2007) : Analytika vody. VŠCHT, Praha, 335s.

Horáková M. et al. (1986): Chemické a fyzikální metody analýzy vod. SNTL, Praha, 392s.

Hruška J., Cienciala E. (2001): Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví. MŽP, Praha, 159 pp.

Hruška J., Majer V. & Fottová D. (2006): Vliv kyselé depozice na chemismus povrchových vod v Krkonoších. – Opera Corcontica, 43: 95–110.

Hruška J., Majer V. (1996): Retence antropogenní síry v půdách: faktor bránící okyselení šumavských povrchových vod, Český geologický ústav, Silva Gabreta, Praha, vol.1. p.143 – 149s.

Chapin F. S. III., Matson P. A., Mooney H. A. (2002): Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology.: Springer – Verlag, New York, 436s.

Kalač P., Tříška J. (1998): Chemie životního prostředí. JU ZF, České Budějovice, 147s.

Kender J. et al. (2000) : Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. MŽP ČR, Enigma s.r.o., Praha, 220s.

Krešl J.(2001): Hydrologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 125s.

Mánek J.(1998): Vegetace a chemismus tekoucích vod horního Pootaví jako indikátory antropogenního zatížení, Silva Gabreta, Vimperk, vol.2 p.117 – 140s.

Manahan S.E. (1994) :Environmental chemistry. Lewis Publishers, Boca Raton, 811 s.

Mikulová L., Votřelová I., Leifrová V., Hom P. (2000): Regionální oborový dokument ochrany přírody a krajiny pro území. LesInfo ®, České Budějovice, 125s.

Odum E.P. (1993): Ecology and our endangered life - support systems. Sinauer Associates, Sunderland, 301s.

Papáček M. et al. (2003) :Biodiverzita a přírodní podmínky Novohradských hor II. Jihočeská univerzita, Entomologický ústav AV ČR, České Budějovice, 221s.

Pitter P. (2009): Hydrochemie. VŠCHT, Praha, 592s.

Procházka J., Pokorný J., Hakrová P., Kučera Z., Wotavová K., Pechar L., Vymazal J. (2003): Annual cation and biomass budgets in three small mountain catchments. In: Vymazal, J (ed.): Wetlands- nutrients, metals and mass cycling., Leiden, Backhuys Publishers, 281- 291p.

Procházka J., Hakrová P., Pokorný J., Pecharová E., Hezina T., Šíma M., Pechar L. (2001a): Effect of Different Management Practices on Vegetation Development, Losses of Soluble Matter and Solar Energy Dissipation in Three Small Sub-Mountain Catchments. In: Vymazal, J. (ed.): Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands. Leiden, Backhuys Publishers, 143 – 175 p.

Procházka J., Hakrová P., Pokorný J., Pecharová E., Hezina T., Wotavová K., Šíma M., Pechar L. (2001b): Vliv hospodaření na vegetaci a toky energie, vody a látek v malých povodích na Šumavě. Silva Gabreta, 6, 199 – 224 s.

Procházka J., Pechar L., Hakrová P., Brom J., Pokorný J. (2006): Holistic Approach to Landscape Evaluation and Monitoring of Small Catchments. Život. Prostr., Vol., 40, No. 2, 88 – 95s.

Ripl W. et. al. (1996) :Holistický přístup ke struktuře a funkci mokřadů a jejich degradaci. – in.: Obnova jezerních ekosystémů-holistický přístup. Wetlands International publ, č. 32. 16-35 s.

Smol J. P.(2008) : Pollution of lakes and rivers. Blackwell Publishing, Malden, 383s.

Synáčková M. (1994) :Čistota vod. ČVUT, Praha, 208s.

Šarapatka B., Urban J. et.al. (2006): Ekologické zemědělství v praxi, PRO-BIO, Šumperk, 502 s.

Švehla P. Tlustoš P. Balík J.(2007): Odpadní vody.ČZU, Praha, 142s.

Tlapák V. Šálek J. Legát V.(1992) :Voda v zemědělské krajině. Nakladatelství Brázda, Praha, 318s.

Vaněk V. et.al. (2002): Výživa a hnojení polních a zahradních plodin. ČZU, Praha,132s.

VanLoon G.W., Duffy S. J.(2011): Environmental chemistry: a global perspective. Oxford University Press, Oxford, 545s.

Wittlingerová Z., Jonáš F. (2002):Ochrana životního prostředí. Credit, Praha, 131s.

Zákon 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd

Zákon 254/2001 Sb., o vodách

9. Přílohy

Obr. 4: Charakter krajiny v zájmovém území

Obr. 5: Pohled na extenzivně obhospodařované plochy v povodí řeky Stropnice

Obr. 6: Intenzivně obhospodařované plochy v dolní části povodí Stropnice

Obr. 7: Horní odběrový profil řeky Stropnice

Obr. 8: Dolní odběrový profil řeky Stropnice

Obr. 4: Charakter krajiny v zájmovém území, autor: Lubomír Bodlák



Obr. 5: Pohled na extenzivně obhospodařované plochy v povodí řeky Stropnice, autor: Lubomír Bodlák



Obr. 6: Intenzivně obhospodařované plochy v dolní části povodí Stropnice, autor: Lubomír Bodlák



Obr. 7: Horní odběrový profil řeky Stropnice, autor: Lucie Slavíková



Obr.8: Dolní odběrový profil řeky Stropnice, autor: Lucie Slavíková

