

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie – Péče o krajinu

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Změny chemicko-fyzikálních parametrů vybraných  
přítoků údolní nádrže Orlík**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Procházka, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Kamila Zelenková

České Budějovice, duben 2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kamila ZELENKOVÁ**  
Osobní číslo: **Z14383**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**  
Název tématu: **Změny chemicko-fyzikálních parametrů vybraných přítoků údolní nádrže Orlík**  
Zadávající katedra: **Katedra krajinného managementu**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Diplomová práce se bude zabývat fyzikálně-chemickými parametry vybraných přítoků údolní nádrže Orlík. Práce bude zaměřena na podchycení změn těchto parametrů, především změny koncentrací fosforečnanů a dusičnanů, v průběhu roku. Cílem práce bude zjistit, jaký vliv má antropogenní faktor využívání krajiny, zejména jakým způsobem může ovlivnit kvalitu vody soustava nádrží. DP navazuje na předchozí bakalářskou práci.

1. Seznámení s problematikou hydrochemie povrchových vod.
2. Vypracování literární rešerše.
3. Odběry a zpracování vzorků.
4. Analýza dat.

Rozsah grafických prací: 5 - 10 str. grafů a tabulek

Rozsah pracovní zprávy: 45 - 60 stran textu

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Forman R. T. T. 1993: Krajinná ekologie, Academia, Praha.

Chapin F. S. III., Matson P. A., Mooney H. A. 2002: Principles of terrestrial ecosystem ecology. Springer Science and Business Media, New York.

Schlesinger W. H. 1997: Biogeochemistry - an analysis of global change. Academic Press, San Diego, California.

Pitter P: Hydrochemie. VŠCHT Praha, 2009 Praha

Horáková M., Lischke P., Grünwald A.: Chemické a fyzikální metody analýzy vod. 1989, Praha

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Procházka, Ph.D.

Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: 16. března 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2016

V. z.

prof. Ing. Miloslav Soch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení J. S.  
Flakentské 1998, 370 05 České Budějovice

doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. března 2016

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb., zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

.....  
Bc. Kamila Zelenková

V Českých Budějovicích dne

### **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat své rodině za podporu, trpělivost a vytvoření vhodných podmínek k práci.

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Procházkovi, Ph.D. (Katedra krajinného managementu ZF JCU České Budějovice) a také Ing. Lubomíru Bodlákovi, Ph.D., za poskytnutí odborného vedení, cenných rad a připomínek k této diplomové práci. Dále kolektivu Laboratoře aplikované ekologie ZF JU za poskytnutí přístrojového vybavení, vedení při analýze vzorků a za celkovou podporu v průběhu řešení diplomové práce, zejména za cenné rady při statistickém hodnocení dat děkuji Ing. Kateřině Novotné, Ph.D.

V neposlední řadě patří také poděkování Ing. Janu Potužákovi, Ph.D., z podniku Povodí Vltavy, státní podnik v Českých Budějovicích, za poskytnutí dat a cenných informací.

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce se zabývá zjištěním koncentrací rozpuštěných látek ve vodě a sezónními změnami chemismu povrchových vod vybraných přítoků do vodní nádrže Orlík. V průběhu jedné sezóny (listopad 2014 - listopad 2015) byly odebírány v pravidelných měsíčních intervalech vzorky vody a analyzovány v laboratoři. Práce se zaměřuje především na podchycení změn koncentrací fosforečnanů a dusičnanů.

Z vyhodnocených výsledků vyplývá, že naměřené koncentrace látek na sledovaných lokalitách odpovídají běžně měřeným údajům v oblasti. Koncentrace  $\text{NO}_3^-$ -N zde mají své vrcholy v zimním až časně jarním období, dochází tedy k sezónním změnám, rozdíly mezi lokalitami nebyly statisticky prokázány.

U parametru  $\text{PO}_4^{3-}$ -P na lokalitách pod rybníční soustavou žádné významné rozdíly nebyly statisticky prokázány. Hodnoty koncentrací  $\text{PO}_4^{3-}$ -P nejsou primárně spojovány se zemědělskou činností, ale spíše s bodovými zdroji vyskytujícími se v povodí. Testováním rozdílnosti kvality vody nad a pod rybníky se došlo k závěru, že na sledovaných lokalitách nemělo rybníční hospodaření v sezóně 2015 vliv na kvalitu vody, resp. zatížení vodní nádrže Orlík dusíkem a fosforem.

**Klíčová slova:** vodní nádrž Orlík, dusičnany, fosforečnany, antropogenní faktor, povrchová voda, eutrofizace, rybníční hospodaření.

## **Abstract**

The topic of the thesis is determination of concentration of dissolved solids in water and seasonal changes in surface water chemistry for specific affluents of Orlik water reservoir. Water samples were collected on regular basis and analysed in a laboratory during one season (November 2014 - November 2015). The thesis is focused on monitoring of changes in phosphate and nitrate concentrations, in particular.

The results of analysis indicate that measured concentrations of substances at monitored locations reflect generally measured data within the region. Concentrations of  $\text{NO}_3^-$ -N peak in winter to early spring seasons, therefore seasonal changes do occur; differences between locations have not been proven statistically. As for the parameter  $\text{PO}_4^{3-}$ -P within locations downstream pond systems no significant statistic differences were identified. Values of  $\text{PO}_4^{3-}$ -P concentration are not primarily associated with agricultural activities but rather with local sources existing within the catch basin. It has been concluded from testing water quality upstream and downstream fish ponds that pond management had no impact on quality of water within the monitored locations in 2015; respectively no additional phosphor and nitrogen load was imposed on Orlik water reservoir.

**Key words:** Orlik water reservoir, nitrates, phosphates, anthropogenic factor, surface waters, eutrophication, pond management.

## OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2. LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>12</b>
2.1 KRAJINA A VODA POD VLIVEM ČLOVĚKA .....	12
2.1.1 Voda v krajině.....	13
2.1.2 Koloběh vody .....	13
2.1.3 Toky látek a energií v krajině .....	16
2.1.4 Ekologická stabilita krajiny.....	17
2.1.5 Vliv zemědělské činnosti na povodí .....	18
2.1.6 Význam rybníků.....	20
2.2 CHARAKTERISTIKA POVRCHOVÝCH VOD V ČR.....	21
2.2.1 Povrchové vody a příčiny jejich znečištění.....	21
2.2.2 Typizace vod dle trofie.....	22
2.2.3 Fyzikálně - chemické parametry povrchových vod.....	25
2.2.4 Dusičnany .....	27
2.2.5 Fosforečnany .....	28
2.3 ÚDOLNÍ NÁDRŽ NA VLTAVĚ - ORLÍK .....	29
2.3.1 Popis a fakta o údolní nádrži Orlík .....	29
2.3.2 Problémy vodní nádrže Orlík.....	31
<b>3. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE</b> .....	<b>34</b>
<b>4. METODIKA</b> .....	<b>35</b>
4.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ .....	35
4.2 VYMEZENÍ SLEDOVANÝCH LOKALIT A JEJICH CHARAKTERISTIKA .....	36
4.2.1 Chřešřovice rybník, lokalita č. 3.....	37
4.2.2 Květov - Hrejkovický potok, lokalita č. 5.....	38
4.2.3 Odtok z rybníka Chřešřovice, lokalita č. 7 .....	39
4.2.4 Březí, lokalita č. 8.....	40
4.2.5 Hrejkovice – obec, lokalita č. 9 .....	41
4.3 KLIMATICKÉ PODMÍNKY VE SLEDOVANÉM OBDOBÍ.....	43
4.4 ODBĚRY VZORKŮ VOD, JEJICH IDENTIFIKACE A PŘEDZPRACOVÁNÍ .....	48
4.5 LABORATORNÍ ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ A JEJICH ANALÝZA .....	48
4.6 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ.....	50
<b>5. VÝSLEDKY</b> .....	<b>51</b>
5.1 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ PARAMETRY VYBRANÝCH PŘÍTOKŮ DO V. N. ORLÍK .....	51
5.2 SEZÓNÍ PRŮBĚHY PARAMETRŮ NA SLEDOVANÝCH LOKALITÁCH .....	54
5.2.1 Květov – Hrejkovický potok .....	54
5.2.2 Odtok z rybníka Chřešřovice .....	56
5.2.3 Březí.....	57
5.2.4 Hrejkovice obec .....	59



5.2.5 Chřešřovice rybník.....	60
5.3 TESTOVÁNÍ ROZDÍLNOSTI HODNOCENÝCH PARAMETRŮ MEZI LOKALITAMI .....	62
5.3.1 Rozdílnost parametrů u přítoků pod rybniční soustavou.....	62
5.3.2 Rozdílnost parametrů kvality vody nad a pod rybniční soustavou .....	67
5.4 HODNOCENÍ ZÁVISLOSTI VYBRANÝCH PARAMETRŮ.....	72
<b>6. DISKUSE .....</b>	<b>74</b>
<b>7. ZÁVĚR.....</b>	<b>78</b>
<b>8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>80</b>
<b>9. PŘÍLOHY .....</b>	<b>89</b>

## 1. ÚVOD

Antropogenní činnost působí na okolní ekosystémy krajiny, a to jak přímo, tak nepřímo. Mezi nejrozsáhlejší způsoby využívání krajiny člověkem patří zemědělství. Tato lidská činnost významně ovlivňuje odtokové poměry v krajině. Jedním z nejzávažnějších negativních projevů zemědělství je vodní eroze, která má často za následek zhoršení kvality (jakosti) vody ve vodotečích a recipientech. Podobně oblast rybníků se významně a dlouhodobě podílí na způsobu využívání krajiny se všemi svými pozitivními i negativními projevy. Člověk tak svou činností mění charakter krajiny, ovlivňuje vodní a látkový režim. Mezi negativní vlivy z hlediska ovlivnění kvality vodního prostředí se významně řadí rychlý nárůst zastavěných území, např. masivní suburbanizace, či budování nových průmyslových a obchodních zón, intenzivní výstavba dopravní infrastruktury (zejména silnic a dálnic), a obecně průmysl a používání chemických prostředků v rámci zvyšování životní úrovně člověka.

Všechny negativní vlivy tzv. antropogenního faktoru se ve vodním prostředí projevují látkovým znečištěním, které se určuje hodnotami hydrochemických prvků ve vodě. V případě nadměrného „znečištění“ živinami dochází k nežádoucí eutrofizaci. Přílišná eutrofizace vody je problémem zejména druhé poloviny 20. století. Je způsobena hromaděním a následným uvolňováním látek (především dusíku a fosforu) ve vodním prostředí, což se kromě zhoršení kvality vody projevuje nadměrným rozvojem fytoplanktonu, tedy zelených řas a sinic (vodní květ). Zvláště negativně se projevuje ve vodárenských nádržích, kde se zejména fosfor hromadí v sedimentech na dně nádrže. To vše následně ovlivňuje vodohospodářský, energetický a v neposlední řadě i rekreační účel vodní nádrže. V České republice se nachází několik vodních ploch, které se s tímto problémem často potýkají. Mezi diskutovanější patří naše nejobjemnější vodní nádrž Orlík.

Pro chemismus údolních nádrží je důležitá jakost přítokové vody. Voda má v různých místech toku rozdílné vlastnosti a složení. Pokud jde o vody stojaté (jezera, nádrže, rybníky), musíme si uvědomit, že voda po přítoku do nádrže mění své fyzikální, chemické i biologické vlastnosti. Důležitá je koncentrace biogenů N, P a Ca. Tyto prvky rozhodují o tzv. trofii čili úživnosti vod, která vyjadřuje jejich předpoklady produkovat organické látky ve formě těl organismů (Heteša, 1997).

Diplomová práce se zabývá fyzikálně-chemickými parametry povrchové vody vybraných přítoků údolní nádrže Orlík. Zaměřuje se především na stanovení vybraných parametrů na sledovaných lokalitách, podchycení změn těchto parametrů během sezóny, zejména změny koncentrací fosforečnanů a dusičnanů. Práce navazuje na bakalářskou práci - Eutrofní zatížení VN Orlík - (Zelenková, 2014), která se zabývala chemismem vody v nádrži Orlík a srovnání chemismu povrchové vody některých přítoků. Vzhledem k tomu, že o výsledky projevil zájem v průběhu řešení jak na pracovišti Povodí Vltavy, státní podnik v Českých Budějovicích tak obecní úřad Hrejkovice, jsou zde uvedeny podrobnější výsledky a diplomová práce o něco málo rozsáhlejší, než předpokládalo její zadání.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Krajina a voda pod vlivem člověka

Krajina je část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky (zák. č. 114/1992 Sb.). Jůva (1981) uvádí, že pod pojmem krajina se rozumí část zemského povrchu se svéráznou přírodou, specifickými přírodními zdroji a způsobem života jejího obyvatelstva.

Krajina není neměnným objektem, ale neustále se v čase vyvíjí. Člověk postupně měnil přírodní krajinu na krajinu kulturní, přizpůsoboval ji svým potřebám a záměrům. V současné době na Zemi v podstatě již neexistuje krajina, do jejíhož charakteru by nějakým způsobem nezasáhl člověk. Pouze v oblastech, které jsou pro lidský život velmi nepříznivé (polární oblasti, vysoká pohoří, odlehlé pouštní oblasti) si ještě v převládající formě zachovaly původní přírodní znaky. Stále rostoucí intenzita využívání krajiny jako zdroje vede v mnoha případech k jejímu znehodnocování (markantní je to u atmosféry a hydrosféry), resp. k trvalému kvantitativnímu úbytku, a tím i částečnému omezení nebo ztrátě některého nezbytného přírodního zdroje, např. půdy, jak uvádí Buzek (1998a,b, 2000).

Krajina, především její půdní, hydrologická a biotická složka, je negativně ovlivňována chemizací, např. používáním průmyslových hnojiv a prostředků proti škůdcům. Zemědělství může krajinu negativně ovlivnit a pozměnit tím, že ovlivní reliéf a vztah mezi pedogenetickými a odnosovými procesy natolik, že půda může být degradována; poruší koloběh vody nebo prostřednictvím vody ovlivní změny geochemického oběhu látek; v některých případech může také ovlivnit kvalitu atmosféry (producent významného skleníkového plynu, oxidu dusného a metanu). Tlapák (1992) a Buzek (1998) popisují vztahy mezi zemědělskou výrobou a krajinou se všemi ostatními funkcemi za velmi složité, protože člověk na jedné straně potřebuje potraviny, na druhé straně však zemědělství nesmí ohrozit ostatní fyzické a psychické potřeby člověka. Manahan (2010) říká, že zemědělství je naprosto nezbytné pro zachování obrovské lidské populace na Zemi.

### **2.1.1 Voda v krajině**

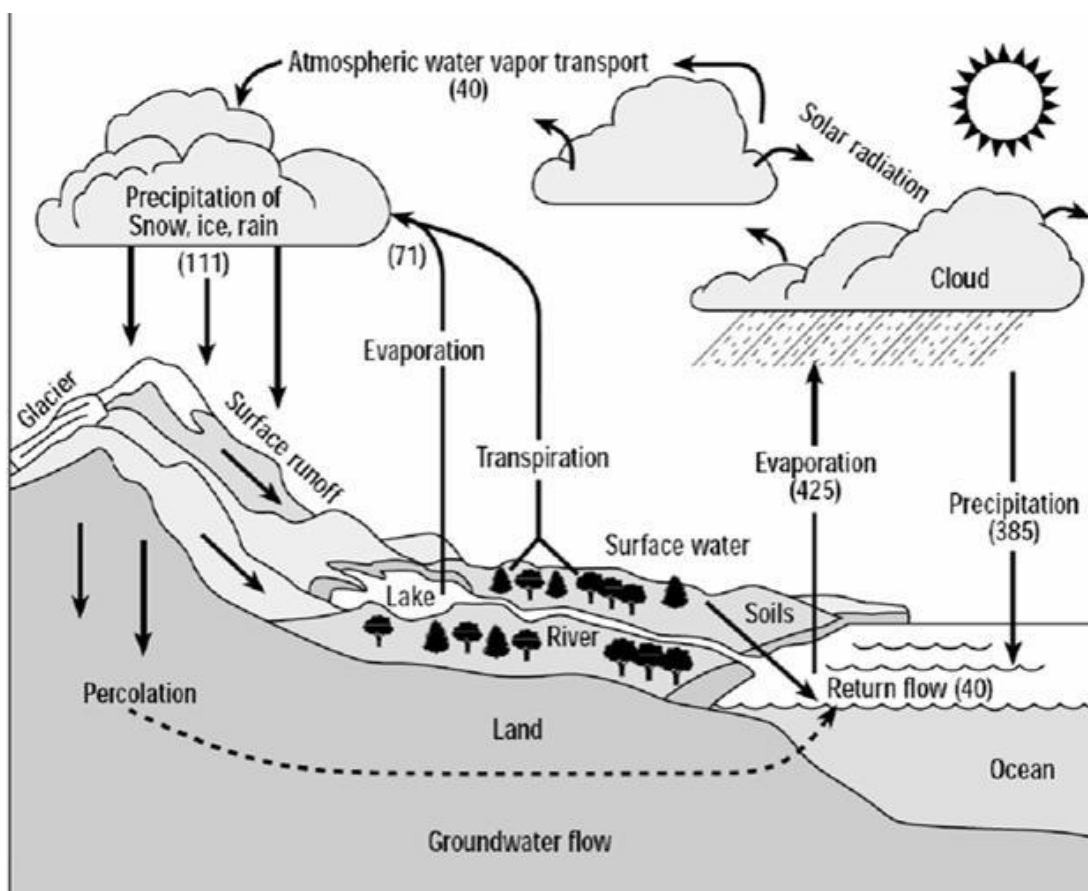
Hlavínek a Říha (2004) a Kvítek (2005) uvádí že, voda v krajině se účastní všech podstatných biologických procesů, fyzikálních a chemických pochodů a tvorby klimatu a představuje základní informační systém o všech dějích, které probíhají v území. Jako základní funkce vody v krajině považujeme funkci biologickou, zdravotní, kulturní, estetickou, ale i hospodářskou či politickou (Kaličinská, 2006).

Voda jako součást krajiny je jeden z významných krajino tvorných činitelů. Tlapák a kol. (1992) říká, že voda obdobně jako půda a vzduch je nenahraditelná a existenčně naprosto nezbytná složka pro život všech organismů a samozřejmě také pro člověka. Představuje nejrozšířenější látku na Zemi a zároveň naprosto nezbytnou podmínku života. Manahan (2010) uvádí, že voda pokrývá asi 70% zemského povrchu. Více než 97% vody je v oceánech a zbývající sladkovodní voda (3%) je ve formě ledu. Zdaleka již není považována jen za surovinu, ale je chápána jako základní součást životního prostředí, kterou je nutno zachovat pro příští generace v co největším množství a nejlepší kvalitě (Červený a Bohm, 1984). Voda je v krajině a tedy i v zemědělském ekosystému prakticky všudypřítomná (Gergel a kol., 2004). Proto má péče o vodní zdroje zásadní význam.

.

### **2.1.2 Koloběh vody**

Život vznikl ve vodě a je na ní závislý (Barták, 2002). Voda a sluneční energie jsou základem fungování všech systémů na Zemi. Podmínkou vyrovnaného stavu vody v přírodě je její oběh (Tlapák, 1992). Koloběh vody (hydrologický cyklus) je stálý oběh povrchové a podzemní vody na Zemi (Obr. 1), doprovázený změnami skupenství ([www.enviwiki.cz](http://www.enviwiki.cz)). Hydrologický cyklus je základem fungování všech biogeochemických cyklů. 3 základní fáze hydrologického cyklu – srážky, odpar a odtok. Zahrnují transport, dočasné „uložení“ a změnu fyzikálního stavu vody ([www.ekologie-v-kostce.cz](http://www.ekologie-v-kostce.cz)). Celý hydrologický cyklus je poháněn srážkami, proto jsou považovány za jeho hlavní komponentu (Brutsaert, 2005).

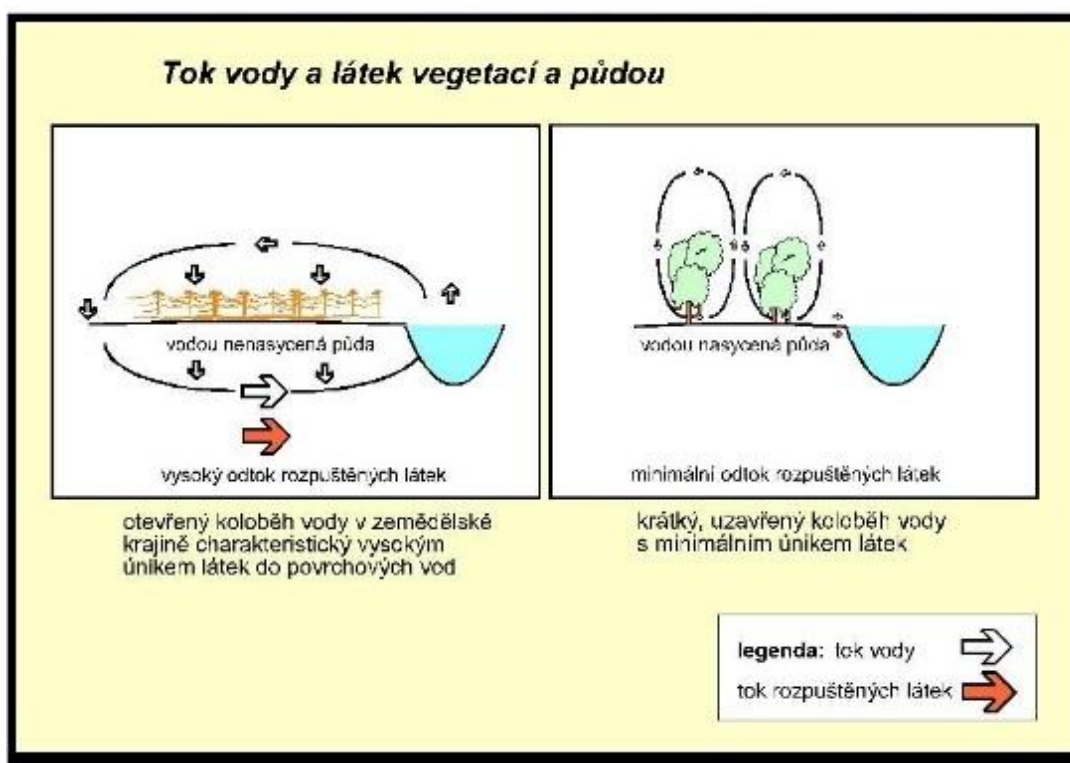


Obrázek 1: Obecné schéma koloběhu vody (staženo z: <http://ekologie-v-kostce.blogspot.cz>)

Vodní páry a drobkové kapičky vody v oblacích se pak v ovzduší pohybem vzduchových mas způsobených nestejným zahříváním vzduchu nad pevninou a oceány i zemskou rotací neustále přemísťují (cirkulace atmosféry). Po kondenzaci páry z ovzduší dopadá voda ve formě srážek na zemský povrch, zejména ve formě deště a sněhu (www.wikipedia.cz). Voda se vypařuje z oceánů, vodních toků a nádrží, půdy (evaporace) a z rostlin (transpirace) dohromady se používá pojem evapotranspirace. Část vody je zachyceno vegetací, část odtéká jako povrchová voda a část proniká do půdy a vytváří podzemní vodu (infiltrace). Podzemní voda po určité době znovu vystupuje na povrch ve formě pozvolného podzemního odtoku pramenů (Serrano, 1997).

Koloběh vody dělíme na dva základní typy – krátký (uzavřený) a dlouhý (otevřený) – viz. schematické znázornění na obrázku (Obr. 2), jak popisují Pokorný (2014), Sklenička (2003) a dále Ripl a kol., (1996). Krátký koloběh vody probíhá nad hladinou oceánu, nebo pouze nad pevninou, kde se voda odpařuje, dále kondenzuje

(tvoří se oblaky) a padá zpět do oceánu, popř. na pevninu. Dlouhý koloběh vody zahrnuje výměnu vody mezi oceánem a souší. Voda se odpařuje, kondenzuje do srážek a díky gravitaci padá na zemský povrch. Odtud se potoky a řekami dostává opět do oceánů (www.ekologie-v-kostce.cz). Dlouhý koloběh vody je charakteristický pro současnou zemědělskou krajinu i pro aridní (suché) oblasti. Naproti tomu krátký koloběh vody je charakteristický pro krajinu s dostatkem vody a vegetace (Pokorný, 2014).



Obrázek 2: Schéma krátkého (uzavřeného) a dlouhého (otevřeného) koloběhu vody (Ripl, 1995, Ripl a kol., 1996)

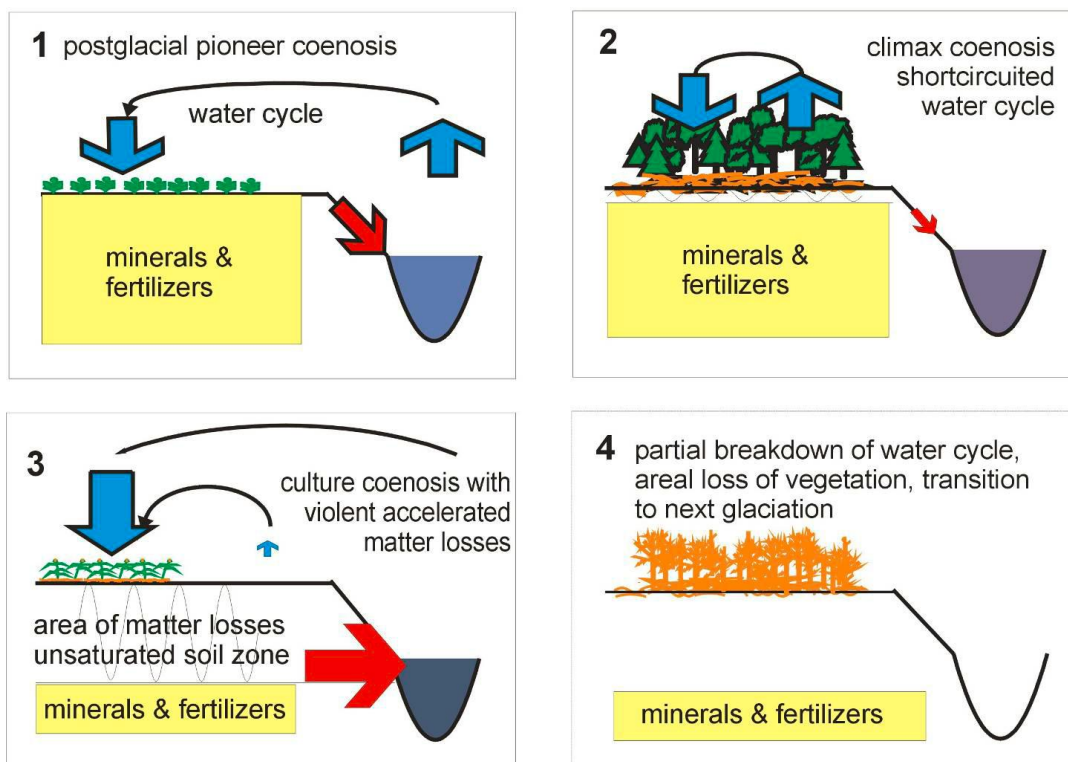
### 2.1.3 Toky látek a energií v krajině

Funkce krajiny definujeme v termínech toků sluneční energie a způsobu jejího využití, toku (cyklu) vody a toků látek. Tyto toky jsou neoddělitelně spojeny a činnost člověka by měla být v souladu s těmito funkcemi (Pecharová a kol., 2004).

Toky látek v povodí se hodnotí pomocí zkoumání stavu vody v tocích na konci (závěrném profilu) povodí. Hodnotí se atributy kvality vody jako je průhlednost, teplota a vodivost, a dále biotické atributy jako vodní bezobratlí, řasy, cévnaté rostliny, index biotické integrity (Karr, 1991). Metoda Jonese se omezuje na charakteristiky odtoku a obsahu látek v toku, zejména živin (dusíku a fosforu), pevných částic a těžkých kovů (Jones a kol., 2001).

Poznatky o vývoji koloběhu vody, látek a energie v naší krajině pod vlivem člověka znázornil v ikonickém modelu Rippl (1995) (Obr. 3).

#### Water cycle and losses of matter in various stages of landscape development since the last glaciation period



Obrázek 3: Koloběh vody a odtok látek v různých stádiích vývoje krajiny od posledního zalednění (Ripl, 1995)



Tyto poznatky dále zohlednila v našich podmínkách celá řada autorů, kdy vyzdvihují význam distribuce a stavu vegetačního krytu pro účinnou disipaci sluneční energie a příznivý vliv na vodní cyklus při tvorbě místního klimatu a snižování odnosů látek z krajiny (Procházka a kol. 2001 a 2006, Pechar a kol. 2004, Pokorný 2009; Pokorný a Hesslerová 2011; Ripl a Eiseltová, 2009; Kravčík a kol., 2007, aj.).

#### **2.1.4 Ekologická stabilita krajiny**

Ekologická stabilita krajiny je schopnost ekosystémů vyrovnávat změny způsobené vnějšími i vnitřními činiteli a zachovávat své přirozené vlastnosti a funkce (zák. č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, zák. č. 114/1992 Sb., o ochraně krajiny a přírody). Míchal (1994) popisuje definici ekologické stability jako schopnost ekologického systému přetrvávat i za působení rušivého vlivu a reprodukovat své podstatné charakteristiky v podmínkách narušování zvenčí. Rozeznáváme ekologickou stabilitu vnitřní (endogenní) a vnější (exogenní) (Sklenička, 2003). Hodnocení ekologické stability krajiny je jedním ze základních procesů výzkumu využívání půdy (Ivanová, 2013).

Maděra a kol. (2004) a Sklenička (2003) popisují, že hlavním projevem ekologické stability je ekologická rovnováha. Ekologická rovnováha je dynamický stav ekologického systému, který se trvale udržuje jen s malým kolísáním nebo do něhož se systém po případné změně opět spontánně vrací.

Toky mohou být ve stavu statické rovnováhy (parametry se téměř nemění), stabilní rovnováhy (oscilace kolem konstantní úrovně parametrů), dynamické rovnováhy (časté oscilace sledují celkový trend nebo cyklické změny) nebo dynamické netabilní rovnováhy (rychlá změna po překročení prahových podmínek). Zároveň jsou vymežovány i typy nerovnovážných stavů, například nerovnováha s chaotickým projevem, nerovnováha s častým překračováním prahových hodnot apod. (Kopp, 2007).

### 2.1.5 Vliv zemědělské činnosti na povodí

Stejně jako složky životního prostředí i krajinu můžeme přehledně rozdělit podle činností člověka, která v ní převládá. V ČR tvoří více než polovinu rozlohy státního území zemědělská půda (54%). Na třetině území ČR se rozkládá lesohospodářská krajina, dále těžební krajina. A v neposlední řadě i lidská sídla jsou krajinou, a to sídelně-průmyslovou (Cílek a kol., 2004). Moss (1998) uvádí, že jakost vody ovlivňuje také využívání půdy v povodí, zejména pak lesnictví, zemědělství, zahradnictví, ochrana přírody, průmysl a osídlené plochy.

Kvalita povrchových vod se zlepšuje velmi pozvolna, a to i přesto, že meziročně v roce 2014 kleslo množství znečištění vypouštěné z bodových zdrojů. Na znečištění vodních zdrojů se významně podílí plošné zdroje, především zemědělská činnost. Spotřeba minerálních hnojiv meziročně mírně vzrostla o 3,9 %, v budoucnu bude proto klíčové omezení používání a správná aplikace dusíkatých hnojiv a pesticidů ([www.lcenia.cz](http://www.lcenia.cz)). Průmyslová hnojiva a jiné agrochemikálie znečišťují povrchové a podzemní vody infiltrací a povrchovým splachem (Barták, 2002). Podle Tlapáka (1992) hospodářské a přírodní funkce vodních zdrojů sice nejsou v zásadním protikladu, přesto však budou vodní zdroje optimálně plnit tyto funkce za předpokladu, že se jejich přírodní charakter nebude příliš měnit, tzn. že voda zůstane čistá, s dobrým kyslíkovým i tepelným režimem, vodní toky nebudou upravovány bez ohledu na ekologická hlediska a stav okolní krajiny, vodní režim krajiny nebude poškozován nesprávnou delimitací půdního fondu, odlesňováním svahových poloh, špatným hospodařením v lesích, nesprávným rozmísťováním zemědělských kultur, špatným zpracováním půdy, znečišťováním vod zemědělskými odpady, nesprávnou aplikací pesticidů aj. Z toho vyplývá, že voda se musí velmi racionálně využívat a přísně chránit.

V utváření jakosti vody v povodí hraje roli svažitost povodí, srážky, teplota vzduchu, eroze, vegetace a půdní pokryv (Pačes, 1982a), (Schindler, 1997). Voda z povodí odtéká povrchovým a podpovrchovým odtokem. Při povrchovém odtoku se projevuje vodní eroze. Podpovrchový odtok s sebou z území odnáší rozpuštěné živiny (Forman a Godron, 1993). Všechny přítoky z povodí jsou nositeli celé řady iontů, které ovlivňují významně jakost vody (Kvítek, 2005). Zdroje znečišťování toků jsou dvojího druhu. Je to jednak srážkový odtok, znečištěný smyvem z povrchu polí, zastavěných území nebo jinak využívaných ploch, jednak jsou to odpadní vody,

vypouštěné ze sídlišť a z průmyslových nebo zemědělských podniků a provozů. Silně znečištěné odtoky vznikají zejména na svahových polích, oraných po svahu a obhospodařovaných protierozně málo odolnými plodinami (zvl. širokořádkové kultury), takže voda snadno smývá ornici a vyluhuje živiny. Naproti tomu plodiny ve vhodně volených osevních postupech, vytrvalé pícniny či trvalé travní porosty, a zejména pak lesní porosty vykazují odtok vody neporovnatelně čistší, s nízkým obsahem smyté zeminy a živin. Závažnějším zdrojem znečišťování toků jsou však zpravidla odpadní vody, pokud jsou vypouštěny v surovém stavu ze sídlišť a z průmyslových nebo zemědělských provozů. Do našich toků se ročně vypouští asi 2,24 miliard m<sup>3</sup> těchto vod z 3 300 zdrojů, přičemž se zatím čistí jenom asi 28 % uvedeného množství. Pro posuzování jejich závadnosti je rozhodující, jde-li o odpadní vody ze sídlišť nebo z průmyslu (Tlapák, 1992).

Největším a nejčastějším problémem kvality vody bývá její eutrofizace, způsobená nadměrným přísunem živin z okolí (Příkryl a Faina, 1999). Vysoký přísun živin z povodí způsobující eutrofizaci a zhoršování jakosti vody je akutním či latentním problémem mnoha našich nádrží, včetně nádrží vodárenských (Hejzlar a kol., 2008). Úživnost vody neboli trofie charakterizuje množství živin, které jsou využitelné. Trofie vod je ovlivňována především dusíkem a fosforem. Jako zdroj dusíku jsou zejména uváděny látky, které pocházejí ze zemědělství a zdrojem fosforu jsou hlavně odpadní látky (Pouličková, 2011). Nejkoncentrovanější odpady ze zemědělské produkce jsou exkrementy živočichů (výkaly, moč, kejda) a silážní šťávy, nejnebezpečnější pak ropné produkty a čisticí prostředky (výsledek mycích procesů). Zemědělské odpady obsahují minerální látky, organické látky, rezidua agrochemikálií, aditiva krmiv apod. Intenzivní živočišná produkce vytváří potenciální nebezpečí bodového znečištění.

Úkolem ochrany a organizace povodí je cílevědomá ochrana vody a půdy před působením nepříznivých vlivů při současném zlepšování přírodních, výrobních i životních poměrů a celkové ochraně a tvorbě životního prostředí (Tlapák, 1992). Metody ochrany vody spočívají v ochraně a organizaci povodí a čištění odpadních vod (Barták, 2002).

Plány opatření v povodí, které se v současnosti zpracovávají pro naplnění Rámcové vodní směrnice (2000/60/ES), by měly proti eutrofizaci povrchových vod účinně postupovat. Kritické koncentrace živin vyplývají z legislativy (např. NV ČR č. 61/2003 Sb., o ukazatelích přípustného znečištění vod), popř. z obecných

požadavků na jakost vody ve vodních zdrojích (např. průměrná roční koncentrace Pcelk 0,035 mg l<sup>-1</sup> jako hraniční hodnota pro mezotrofii jezer a nádrží využívaných vodárensky OECD (1982) (Hejzlar a kol., 2008).

### 2.1.6 Význam rybníků

Rybníky tvoří neodmyslitelnou součást české krajiny. Mají velmi důležitou roli v hydrologickém systému rybničních oblastí a celkově představují nejčastější typ stojatých vod v České republice (Pechar, 2006). V dnešní době neplní zdaleka jen funkci produkční, ale jsou využívány k rekreaci, popř. jako přírodní rezervace, a na jejich přítomnost je vázána celá řada chráněných živočichů (Adámek a kol., 2012). Jejich počet je odhadován na 20 000. S celkovou rozlohou více než 52 000 ha.

O mimořádném významu rybníků, jak z hydrologického hlediska, tak z hlediska jejich úlohy v krajině není pochyb. Povědomí o důležitosti rybníků se odráží i v definici rybníka jako významného krajinného prvku podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Stejně tak je právně upraven hlavní účel rybníků, chov ryb, zákonem č. 99/2004 Sb., o rybářství (Potužák, 2015).

Změny v kvalitě rybniční vody záleží nejen na způsobu hospodaření (Duras a Potužák, 2012), ale také, jak se ukázalo, na kvalitě vody v přítoku, která může být ovlivněna v negativním smyslu mnoha způsoby. Hladina trofie přítokové vody je zvyšována např. průmyslovými a komunálními čistírnami odpadních vod, které způsobují silně živinové znečištění, a splachy z polí, které rybníky často obklopují (White a kol. 2010). Hlavní chemické prvky způsobující eutrofizaci vody jsou fosfor (P) a dusík (N). Oba tyto prvky jsou rybníky schopny zachytit a kumulovat (Knosche a kol. 2000). Také Potužák a Duras (2015) uvádějí, že rybníky jsou multifunkční nádrže, které kromě chovu ryb plní řadu dalších celospolečensky významných funkcí. Jednou z nich je i retence živin (zejména fosforu a dusíku), které do nich vstupují z bodových, plošných a difúzních zdrojů a případně i z rybářského hospodaření. Tuto funkci by bylo dobré dále využívat např. v procesu recyklace živin a látek v povodích. Živiny, které jsou vázány v rybničním sedimentu, nám mohou pomoci znovu zúrodnit naše pole (Hejzlar a kol., 2010). Pokud se tedy nebudeme problematikou recyklace živin, zejména fosforu, v budoucnu intenzivněji zabývat, nelze zvládnout nadměrnou eutrofizaci povrchových vod.

## 2.2 Charakteristika povrchových vod v ČR

### 2.2.1 Povrchové vody a příčiny jejich znečištění

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 (zákon 254/2001 Sb., o vodách).

Povrchové vody na pevnině se uplatňují v korytech vodních toků, jezerech a umělých nádržích, v ledovcích a sněhové pokrývce (Sklenička, 2003). Povrchová voda se přirozeně vyskytuje na zemském povrchu. Dělí se na kontinentální vody a mořskou vodu. Zvláštním druhem je voda brakická, která vzniká mísením mořské a říční vody. Pro Českou republiku představuje velkou část vodních zdrojů.

V porovnání s podzemními vodami obsahuje vyšší koncentraci rozpuštěného kyslíku, fosforu, dusíku a organických látek. Hodnota pH je slabě alkalická (Pitter, 1999). Mezi nejdůležitější prvky ovlivňující jakost vody patří sloučeniny dusíku a fosforu (Pitter, 2009).

Chemismus vod je řízen přírodními a antropogenními faktory (Ahearn a kol., 2005). Grúnwald (1999), Pitter (2009) rozdělují látky ve vodě podle původu na anorganické a organické. Látky rozpuštěné a nerozpuštěné se z fyzikálního hlediska mohou dělit na iontově rozpuštěné látky, tzn. elektrolyty, neiontově rozpuštěné látky, tzn. neelektrolyty, nebo nerozpuštěné (usaditelné, neusaditelné, vzplývavé). Kalač (2010) uvádí, že mezi iontově rozpuštěné látky řadíme hydrogenuhličitan ( $\text{HCO}_3^-$ ), sírany ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), chloridy ( $\text{Cl}^-$ ), dusitany, dusičnany ( $\text{NO}_3^-$ ), fosforečnany ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), ionty vápníku (Ca), hořčíku (Mg), sodíku (Na), draslíku (K) aj. Mezi neiontově rozpuštěné látky se řadí sloučeniny křemíku (Si), rozpuštěné plyny a některé organické látky.

Dle Pittera (2009) znečišťující látky porušují biologickou rovnováhu a schopnost samočištění vody. Vliv nečistot na povrchové vody se posuzuje podle chemických, biologických a estetických změn vody.

Největšími znečišťovateli povrchových vod jsou průmysl, zemědělství, aglomerace, doprava, těžební průmysl apod. (Tlapák a kol., 1992). Podle Grahama (1995) zvýšená přítomnost dusíku a fosforu ve vodě je dána častým nesprávným použitím minerálních hnojiv a vypouštěním odpadních vod z domácností a provozů.

Znečištění povrchových vod můžeme rozdělit na primární a sekundární:

- ✓ znečištění organickými látkami přirozeného nebo antropogenního původu
- ✓ znečištění interními materiály (např. půdou)
- ✓ znečištění anorganickými látkami
- ✓ znečištění radioaktivní
- ✓ znečištění způsobené mikroorganismy

Do sekundárního znečištění se řadí především eutrofizace vodních nádrží. Jedná se o nadměrný rozvoj organismů vyvolaný přítomností určitých vhodných látek. Eutrofizaci způsobuje nadměrný přísun živin v podobě dusičnanů a fosforečnanů, který vyvolává zarůstání nádrží řasami, sinicemi a rozsivkami (Popl a Fähnrich, 1999).

Další rozdělení zdrojů znečištění popisuje Peters a kol. (1997), který rozděluje zdroje znečištění na dvě základní skupiny: přírodní a antropogenní (způsobené člověkem). Tyto zdroje znečištění se dále dělí na bodové nebo difúzní (plošné) zdroje znečištění (Volaufová a Langhammer, 2007).

### **2.2.2 Typizace vod dle trofie**

Rozsáhlejší koncepci typizace vod (Tab. 1) podle jejich úživnosti (trofie), tj. obsahu chemických látek a charakteru jejich fyzikálně chemických parametrů zavedl E. Naumann. Nejméně úživné vody s nízkou produkcí fytoplanktonu jsou označovány jako vody oligotrofní. Vody eutrofní jsou vysoce úživné a produktivní. V praxi se ujalo označení typu vod oligotrofní, eutrofní a dystrofní (Říhová Ambrožová, 2007). Vody dystrofní jsou nejčastěji zbarveny od žluté do hnědé barvy. Zbarvení je ovlivňováno vysokým obsahem humínových látek. V dystrofních vodách je nízký výskyt fytoplanktonu, ale je zde velká diverzita zooplanktonu (Ambrožová, 2007). Dystrofní vody jsou typické např. pro rašeliniště (Hartman a kol., 2005).

Tabulka 1: Typizace vod podle jejich úživnosti (trofie)

Typizace vod podle jejich úživnosti (trofie)		
Typ vody	Charakteristika biotopu	
<b>alkalitrofní</b>	specifikace:	čirá voda s malým obsahem planktonu charakteristická pro krasové oblasti
	reakce vody:	pH > 7
	v polytypu:	vápník
	v oligotypu:	železo, dusík, fosfor
<b>acidotrofní</b>	reakce vody:	pH < 5,5
	v oligotypu:	vápník
<b>argilotrofní</b>	specifikace:	koloidní hlinité látky, sedimenty hlinité a jílovité
<b>siderotrofní</b>	specifikace:	na dně hydroxidy železa
	v polytypu:	železo
<b>eutrofní</b>	specifikace:	žlutá voda, na dně hnilobné bahno, ve vodě hojný výskyt planktonu a sinic, pobřežní vegetace
	reakce vody:	pH > 7
	v mezo- až polytypu:	dusík, fosfor
<b>oligotrofní</b>	specifikace:	průhledná voda, dostatek O <sub>2</sub> u dna, charakteristická vysokohorská jezera
	reakce vody:	pH ≈ 7
	v polytypu:	dusík, fosfor
	v oligotypu:	vápník
<b>dystrofní</b>	specifikace:	na dně deficit O <sub>2</sub> , nepáchnoucí bahno, málo fyto- hojně zooplanktonu
	reakce vody:	pH < 7
	v polytypu:	huminy
	v oligotypu:	vápník, dusík, fosfor

(převzato Adámek, 2010)

Metod, jak stanovit trofii vod, je několik. Lze je rozdělit na chemické, fyzikální a biologické (Žáková, 2001). Tabulka 2 ukazuje hned několik metod pro zjištění stoupající eutrofizace (Adámek, 2010).

Tabulka 2: Metody používané ke zjištění eutrofizace a určení stupně trofie

<b>FYZIKÁLNÍ</b>	<b>CHEMICKÉ</b>	<b>BIOLOGICKÉ</b>
Transparence (Secchiho deska)	<b>koncentrace živin (fosfor a dusík)</b>	<b>četnost výskytu vodního květu</b>
<b>suspendované látky</b>	<b>chlorofyl <i>a</i></b>	druhová diverzita řas
	<b>elektrická vodivost</b>	<b>biomasa fytoplanktonu</b>
	<b>rozpuštěné látky</b>	<b>litorální vegetace</b>
	<b>hypolimnetický kyslíkový deficit</b>	<b>zooplankton</b>
	<b>epilimnetická kyslíková supersaturace</b>	<b>ryby</b>
		<b>fauna dna</b>
		diverzita fauny dna
		<b>primární produkce</b>

**Hodnota daného parametru všeobecně vzrůstá se stoupající eutrofizací.**

Hodnota daného parametru všeobecně klesá se vzrůstající eutrofizací.

(upraveno dle Adámek, 2010)

Vysoký přísun živin z povodí způsobující eutrofizaci a zhoršování jakosti vody je akutním či latentním problémem mnoha našich nádrží, včetně nádrže vodárenských (Hejzlar a kol., 2008). Pro eutrofizaci je důležitá teplota vody a množství rozpuštěného kyslíku. Teplota i obsah rozpuštěného kyslíku jsou ovlivňovány tzv. teplotní vertikální stratifikací. Teplotní stratifikace v nádržích je dána rozdílnými teplotami v různých hloubkách. Jejich hodnoty se mění v průběhu ročních období, a tím vzniká cyklus, který se opakuje každý rok (Říhová Ambrožová 2003, Hartman, 2005).



### 2.2.3 Fyzikálně - chemické parametry povrchových vod

Z fyzikálních vlastností vody jsou nejdůležitější teplota, obsah nerozpuštěných látek, barva a pach (Tlapák, 1992). Teplota vody je jeden z nejvíce významných sledovaných parametrů vody. Hartman (1998) popisuje, že teplota povrchových vod ovlivňuje koncentraci rozpuštěného kyslíku, rychlost biochemických pochodů, a tím i celý proces samočištění. Lellák a Kubíček (1991) popisují u povrchových vod podstatněji kolísání teploty nejenom během roku, ale i během dne.

Kvítek (2005) popisuje pach jako častý indikátor porušení technologické kázně v povodí a signalizuje únik vodě cizorodých látek. U povrchových vod se jako zdroj pachu uplatňují některé organismy (aktinomycety, sinice a řasy), městské odpadní vody a odpadní vody z průmyslu a ze zemědělství (Kalavská, 1989). ČSN 1622 (757330) specifikuje kvantitativní metody stanovení prahového čísla pachu (TON).

Pitter (2009) uvádí že, barva vody může být přírodního nebo antropogenního původu. Heteša a Kočková (1997) popisují, že barva vody může být způsobena látkami rozpuštěnými, ale i nerozpuštěnými a dále uvádí barevné odstíny vody.

U povrchových vod se na zbarvení podílejí zejména humínové látky a sloučeniny železa (zbarvení žluté až červenohnědé). Voda z přehradních nádrží a z rybníků má někdy tzv. vegetační zbarvení (nazelenalé, nahnědlé) způsobené fytoplanktonem.

Zákal vody je způsoben suspendovanými nerozpuštěnými nebo koloidně rozpuštěnými anorganickými a organickými látkami. U povrchových vod jde o jílové částice, hydratované oxidy železa a hliníku, organické koloidní látky, plankton a bakterie. (Horáková, 1986).

Veškeré látky obsažené ve vodě lze z fyzikálního hlediska rozdělit na látky rozpuštěné a látky nerozpuštěné. Obsah těchto jednotlivých typů látek se vyjadřuje jako hmotnostní koncentrace, obvykle v mg.l. Koncentrace těchto látek ve vodě je důležitým chemickým ukazatelem jakosti vody (Kalavská, 1989). U povrchových vod patří obsah rozpuštěných i nerozpuštěných látek mezi ukazatele základního chemického složení, podle nichž se povrchové vody řadí do tříd čistoty. Stanoví se vážením po vysušení při 105°C (Kvítek, 2005).

Drbal, Křížek (1999) uvádí, že konduktivita vyjadřuje schopnost roztoku vést elektrický proud a slouží k posuzování tzv. *chemické čistoty vody*. Jednotkou vodivosti (konduktance) je siemens (S) a jednotkou konduktivity je  $S.m^{-1}$ , v hydrochemii a analytice chemii jsou hodnoty konduktivity zpravidla malé, proto

údaje bývají běžně v  $\text{mS m}^{-1}$  nebo  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Vodivost (konduktivita) závisí na množství rozpuštěných látek disociovaných v ionty. Vodivost vody tedy odpovídá koncentraci látek v roztoku (Lellák a Kubíček, 1991). Sukop (2006) ukazuje na to, že vodivost závisí na objemu vody v dané lokalitě, rychlosti toku, zda se lokalita nachází v obhospodařovaných lokalitách a také je vodivost ovlivněna podložím.

Parametr pH je definován jako záporný logaritmus koncentrace vodíkových iontů (Pitter, 1999). Hodnota pH má mimořádný význam, protože ovlivňuje většinu fyzikálně chemických, chemických a biologických procesů probíhající ve vodách. Podle množství iontů je pH rozdělováno na kyselé, neutrální a zásadité. Neutrální pH je v chemicky čisté vodě, kde je obsah iontů rovnoměrný. Pokud se pH pohybuje pod hodnotou 7, je označováno jako kyselé. Kvítek (2005) říká, že náhlé zvýšení kyselosti (nižší pH) může být vyvoláno např. únikem silážních šťáv. Jako zásadité jsou označovány hodnoty pH, které se pohybují nad hranicí 7. V přírodě je hodnota pH v rozmezí od 3 do 10 (Hartman a kol., 1998). Hodnota pH se zpravidla zvyšuje po průtoku vodní nádrží, což je však přirozený důsledek biologických funkcí v nádrži (Kvítek, 2005).

Kyslík je nejvýznamnější z rozpuštěných plynů ve vodě (Heteša, 1997). U povrchových vod patří stanovení kyslíku k nejdůležitějším stanovením. Kyslíkový režim je důležitým kritériem při hodnocení kvality vody. Vodní nádrže a toky s velkým organickým znečištěním mají nedostatek rozpuštěného  $\text{O}_2$ . Proces samočištění ve vodách je však závislý na dostatku rozpuštěného  $\text{O}_2$  ve vodě, nehledě na sedimentaci, podílející se rovněž na samočisticích procesech, ale nezávisle na kyslíkovém režimu ve vodě. Je-li při rozkladných procesech ve vodním systému spotřebován veškerý rozpuštěný kyslík, pokračuje rozklad organických látek anaerobní cestou (Lellák a Kubíček, 1991). Koncentrace rozpuštěného kyslíku patří mezi ukazatele, podle nichž se povrchové vody řadí do tříd čistoty (Horáková, 1986).

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

#### 2.2.4 Dusičnany

Dusičnany se vyskytují ve všech typech vod. V čistých přírodních vodách (podzemních i povrchových) jsou obvykle v malých koncentracích (řádově jednotky  $\text{mg l}^{-1}$  jako ionty  $\text{NO}^{-3}$ ), v přírodních vodách ze zemědělských oblastí jsou v dnešní době ve větších koncentracích (řádově desítky  $\text{mg l}^{-1}$  jako ionty  $\text{NO}^{-3}$ ). Jak uvádí Heathwaite (1991), koncentrace dusičnanového dusíku v povrchových vodách vzrostla. Maybec a kol. (1989) popisuje, že je to v důsledku vzrůstajícího počtu obyvatel a intenzifikace zemědělské činnosti.

Na koncentraci dusičnanů v přírodních vodách má vliv vegetační období. Maximální koncentrace jsou v zimním (mimovegetačním) období, kdy se vyluhují z půdy (jsou slabě zadržovány v půdním sorpčním komplexu). V letním období jsou z vody odčerpány vegetací. Nízké koncentrace dusičnanového dusíku se vyskytují v horních tocích řek v řádu setin  $\text{mg}$  (Gergel, 2004).

Dusičnany, vzhledem k jejich vysoké rozpustnosti ve vodě, jsou možná nejrozšířenějším podzemním kontaminantem ve světě a způsobují vážnou hrozbu pro lidské zdraví a přispívají k eutrofizaci (Bhatnagar, 2011).

Problematiku snižování znečištění vod dusičnany ze zemědělských zdrojů upravuje nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech. Uvedené nařízení naplňuje nitrátovou směrnicí Rady 676/1991/EHS, jde o předpis Evropské unie vytvořený pro ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělství. U nás je nitrátová směrnice uplatněna v § 33 vodního zákona (zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon). Prováděcím předpisem je nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem ([www.nitrat.cz](http://www.nitrat.cz), [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)). Směrnice zahrnuje následující

požadavky: vymezit zranitelné oblasti, přijmout zásady správné zemědělské praxe a sestavit akční programy pro vymezené zranitelné oblasti.

Snižováním a sledováním znečištění se dále zabývá zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů.

### **2.2.5 Fosforečnany**

Globální cyklus fosforu je jedinečný mezi cykly hlavních biochemických prvků, které nemají významnou plynnou složku (Schlesinger, 1997). Cyklus fosforu je velmi důležitý, protože fosfor je obvykle limitující živina v ekosystémech (Manahan, 2010). Fosfor má klíčový význam pro eutrofizaci povrchových vod (Correll, 1999).

Přírodním zdrojem fosforu ve vodách je rozpouštění a vyluhování některých minerálů a zvětralých hornin. Hlavním primárním minerálem obsahující fosfor je apatit, z dalších minerálů přichází v úvahu fosforit (Hejzlar, 2004). Do vod se fosfor dostává ve formě orthofosforečnanů a polyfosforečnanů z hnojiv, pracích, mycích a čistících prostředků a jiných (Lellák, 1991). Fosfor ve formě fosforečnanů podléhá především chemickým přeměnám. Pitter (2009) uvádí, že většina fosforečnanů je ve vodě málo rozpustná, včetně sloučenin vápníku a hořčíku, jejichž fosforečnany jsou dominující. Rozpustnost fosforečnanů a uvolňování fosforu do vodního prostředí ovlivňuje hodnota pH vody a množství rozpuštěného kyslíku ve vodě.

V zimním období je množství fosforu ve vodě nejvyšší, protože v této době probíhá v sedimentech dna mineralizace těl odumřelých organismů, odkud se fosfor uvolňuje do vody, aniž se jinými organismy spotřebovává (Heteša, 1997). Minimální koncentrace fosforu jsou na jaře a v letním období (Brezonik, 2011). Nadměrná koncentrace fosforu je nejčastější příčinou eutrofizace ve sladkovodních jezerech, nádržích a potoků (Correll, 1999). V přírodních vodách a v odpadních vodách se fosfor vyskytuje převážně ve formě různých fosforečnanů. Významné je rozlišení na rozpuštěný a nerozpuštěný fosfor (Horáková, 1986). Hygienický význam fosforečnanů ve vodách je malý.

V důsledku chemických, biochemických a sorpčních procesů dochází v jezerech a nádržích k vertikální stratifikaci fosforu s periodickými změnami během roku. Fosforečnany se významně sorbují na dnových sedimentech, avšak za určitých podmínek může naopak dojít k uvolnění sloučenin fosforu zpět do kapalné fáze. V takových případech lze zjistit ve vrstvě vody nad dnovými sedimenty poměrně vysoké koncentrace fosforu i nad  $1 \text{ mg l}^{-1}$  (Pitter, 2009).

## **2.3 Údolní nádrž na Vltavě - Orlík**

Vltava je nejdelší naše řeka. Od pramene na Šumavě až po soutok s Labem v Mělníku je dlouhá 433 km. Díky Vltavské kaskádě a jejím přehradám vznikla rozsáhlá jezera, jako je např. Lipno, Slapy nebo Orlík.

### **2.3.1 Popis a fakta o údolní nádrži Orlík**

Údolní nádrž Orlík je nejobjemnější a po údolní nádrži Lipno také druhou největší vodní nádrž v České republice. Nachází se na území Středočeského a Jihočeského kraje cca 70 km jižně od Prahy, mezi městy Příbram, Písek a Týn nad Vltavou. Přehrada Orlík byla vystavěna v letech 1954 až 1961 přehrazením údolí řeky Vltavy u obce Solenice. Nádrž byla vytvořena vybudováním hráze o výšce 90,5 m a délce koruny 450 m. Maximální zatápná plocha nádrže je 2732 ha. Délka vzdutí na Vltavě činí 68 km, na Lužnici 7 km a největším přítoku Otavě 23 km. Celková délka břehů je přes 300 km. Přehrada zadržuje 716 milionů  $\text{m}^3$  vody. Další technické údaje o nádrži Orlík popisuje Tab. 3 (Povodí Vltavy, [www.pisecko.cz](http://www.pisecko.cz)).

Při extrémní povodni v srpnu 2002 byl Orlík zatížen vodou podstatně větší, než na jakou je dimenzován. Při nástupu povodně dílo beze zbytku plnilo svůj účel a akumulární schopností vytvořilo časový prostor pro provedení zabezpečovacích a evakuačních prací v obcích na toku pod ním, včetně Prahy. Přítoku do nádrže, který výrazně překročil hodnotu  $Q_{100}$ , Orlík odolal, utrpěl však značné škody převážně na objektech přiléhajících k hrázi, které byly v následujících letech beze zbytku opraveny (Povodí Vltavy).

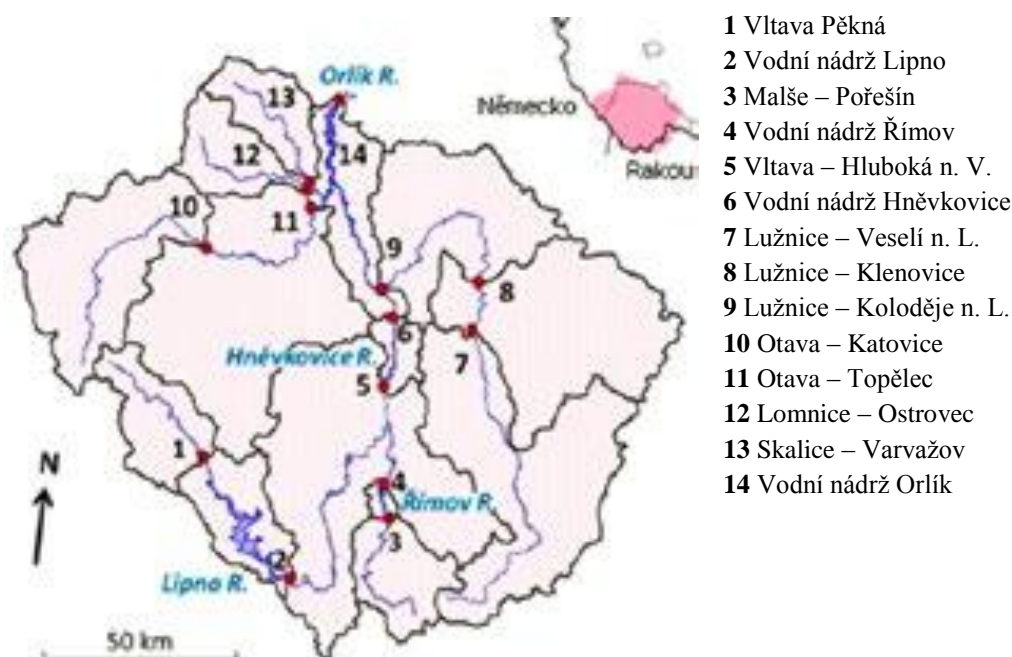
Tabulka 3: Technické údaje o nádrži Orlík

<b>HYDROLOGICKÉ ÚDAJE:</b>	plocha povodí: 12 106,0 (km <sup>2</sup> ),	prům. dlouhodobý roční průtok Q <sub>a</sub> : 83,5 (m <sup>3</sup> /s), N-letý průtok Q <sub>100</sub> : 2 180 (m <sup>3</sup> /s)		
<b>TECHNICKÉ ÚDAJE :</b>	Nádrž: celkový objem: 716,5 (mil. m <sup>3</sup> )	zatopená plocha: 2 732, (ha)		
<b>HRÁZ:</b>	tok: Vltava ř. km 144,650	kóta koruny hráze (vozovky): 361,10 (m.n.m.)	výška hráze nade dnem: 81,50m	délka koruny hráze: 450 m
<b>SPODNÍ VÝPUSTI:</b>	počet: 2, typ uzávěru: Johnson (vzdušní), tabule (návodní)	průměr D: 4 000 (mm), max. kapacita: 371 (m <sup>3</sup> /s)		
<b>BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV:</b>	typ: korunový, počet: 3, typ uzávěru: segmenty	šířka pole: 3 x 15 (m)	max. kapacita: 2 183 (m <sup>3</sup> /s)	
<b>ELEKTRÁRNA:</b>	typ turbiny: Kaplan, počet soustrojí: 4	instalovaný výkon: 364 (MW)	max. hlučnost: 4 x 150 (m <sup>3</sup> /s), rozsah spádu: 45,0 – 71,5 (m)	
<b>PLAVEBNÍ ZAŘÍZENÍ:</b>	VELKÁ PLAVBA DO VÝTLAKU 300T	typ: lodní zdvihadlo - pouze stavební část, v šikmá délka: 191 (m)	MALÁ PLAVBA DO VÝTLAKU 3,5 T	typ: plošinový vůz tažený navijákem, pro max. rozměr lodi: 8,5 x 2,6 (m)

(upraveno podle Povodí Vltavy s.p., staženo z: <http://www.pvl.cz>)

### 2.3.2 Problémy vodní nádrže Orlík

Z hlediska správního členění se povodí vodní nádrže Orlík rozkládá na území třech států (92,2 % v České republice, 7,1 % v Rakousku a 0,7 % v Německu – (Obr. 4). V České republice leží převážná část plochy povodí na území Jihočeského kraje (76,1 %), zbývající část plochy leží v Plzeňském kraji (9,4 %), Středočeském kraji (3,2 %) a kraji Vysočina (2,6 %) (Biologické centrum AV ČR, 2010).



Obrázek 4: Mapa povodí vodní nádrže Orlík (upraveno dle Hejzlara, 2014)

Celosvětově je postiženo nadměrnou eutrofizací vody téměř 90 % veškeré sladkovodní stojaté vody. Česká republika není výjimkou. Jak popisují Slavíková a Krása (2013), nachází se zde řada vodních ploch, které čelí nadměrné eutrofizaci vody a v důsledku toho i nadměrnému výskytu sinic (tzv. vodního květu) a vnosem erozního materiálu (v některých případech toxického). Jednou z nejznámějších oblastí je vodní nádrž Orlík. Odtok z povodí do nádrže Orlík se vyznačuje v posledních desetiletích mimořádně vysokými koncentracemi živin, zejména fosforu. Fosforové zatížení, které je do nádrže vnášeno hlavními přítoky, Vltavou, Lužnicí, Otavou a Lomnicí, je hlavní příčinou eutrofizace a klíčovým faktorem pro vznik masového vodního květu v nádrži (Duras 2009, Hejzlar a kol., 2009a).

Hydrobiologický ústav AV ČR v Českých Budějovicích uskutečnil v období let 2007–2009 měření koncentrací fosforu ve vodní nádrži, na jehož základě vznikl bilanční model zahrnující bodové i plošné zdroje fosforu. Hlavními zdroji fosforu jsou podle něj komunální odpadní vody vypouštěné do toků z evidovaných i neevidovaných zdrojů, intenzivní chov ryb v rybnících a nezanedbatelný je však rovněž odnos ze zemědělských půd (Fiala a Rosendorf 2009, Richtr a kol., 2009, Slavíková a kol., 2014) (Tab. 4).

Na základě údajů Českého statistického úřadu (ČSÚ) pro Jihočeský kraj z období 2006-2008 byla zemědělská půda obhospodařována z 67 % jako půda orná a na 33 % plochy se nacházely hlavně trvalé travní porosty, popř. sady aj. Na orné půdě se pěstovaly hlavně obiloviny (celkem 60 % plochy - 29 % pšenice, 18 % ječmen, 5 % oves, 3 % tritikale, 2 % žito), technické plodiny (celkem 18 % - 14,5 % řepka, 0,9 % mák), brambory (1,3 %) a pícniny (celkem 21 % - 10,7 % kukuřice, 3,9 % jetel, 1,3 % vojtěška). V Jihočeském kraji bylo ve stejném období v průměru 210 tis. ks skotu, 300 tis. ks prasat, 3700 tis. ks drůbeže a 25 tis. ks ovcí, což představuje plošnou intenzitu chovu 0,68 VDJ na hektar (VDJ = velká dobytčí jednotka rovnající se ekvivalentu 500 kg živé hmotnosti, tj. 1 ks skotu, 6 ks prasat, 250 ks slepic a 8 ks ovcí) (Biologické centrum AV ČR, 2010).

Tabulka 4: Zdroje fosforu v povodí vodní nádrže Orlický (2007–2009) průměr v t<sup>-1</sup>/rok

Zdroje fosforu v povodí vodní nádrže Orlický (2007–2009) průměr v t<sup>-1</sup>/rok

Zdroj/proces	povodí n. Orlický	
	t <sup>-1</sup> /rok	% zdrojů znečištění
Komunální odpadní vody	143,0	55
Rybářství	58,3	22
Zemědělství	31,4	12
Neidentifikované zdroje	26	10
Sídla	0,6	0,2
Atmosférická depozice na vodní plochy	1,1	0,4
Přírodní pozadí	94,7	-
Znečištění v povodí celkem	260,4	-
Zdroje v povodí celkem	355,1	-
Retence P v říční síti	66,9	-
Vstup P do n. Orlický	288,2	-

(upraveno dle Hejzlar, 2010)



V současné době přitéká ročně do nádrže 288 t fosforu. Toto množství zapříčiňuje výše popsanou eutrofizaci. K jejímu výraznějšímu potlačení je třeba snížit koncentraci fosforu ve vodě přibližně na polovinu, k čemuž se doporučuje redukovat vnos fosforu na 136 t ročně. V současné době jsou realizovaná opatření, která povedou k snížení fosforu o 22 t ročně. V dalším období je tak zapotřebí snížit vnos o 114 ročně (Slavíková a kol., 2013).

Evropský výzkumný projekt REFRESH ([www.refresh.cz](http://www.refresh.cz)), kterého se účastní partneři z třinácti evropských a dvou mimoevropských zemí, se zabývá vývojem systému, který by měl manažerům ve vodním hospodářství a v ochraně životního prostředí umožnit navrhování nákladově efektivních programů a opatření pro zlepšování kvality vody a obnovu sladkovodních ekosystémů. V České republice je řešení projektu zaměřeno na případovou studii v povodí Vltavy, která se zabývá hlavně problematikou eutrofizace nádrže Orlík, zejména teoretickými možnostmi opatření, jak snížit přísun fosforu do nádrže z různých zdrojů v povodí a jaké socio-ekonomické důsledky tato opatření mohou mít.

### **3. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Hlavním cílem diplomové práce bylo podchytit a vyhodnotit změny chemismu povrchových vod vybraných přítoků do nádrže Orlík a zároveň posoudit možný vliv hospodaření člověka (antropogenní faktor) v povodí s výskytem vodních nádrží – rybníků na kvalitu vody, resp. zatížení přítoků především koncentracemi rozpuštěného dusíku a fosforu.

Tomu mělo dle zadání práce předcházet:

- seznámení se s problematikou hydrochemie povrchových vod,
- vypracování literární rešerše,
- odběry a zpracování vzorků vod,
- analýza dat.

## 4. METODIKA

### 4.1 Obecná charakteristika zájmového území

Větší část vlastní přehradní nádrže Orlík i se všemi monitorovanými přítoky administrativně náleží do okresu Písek, na jehož úrovni lze celé zájmové území obecně charakterizovat.

Geomorfologicky spadá většina okresu Písek do celku Táborské pahorkatiny, jež je součástí nejrozsáhlejší české pahorkatiny – Středočeské pahorkatiny. Od toho se odvíjí mírně členitý povrch okresu s výraznými liniemi tvořenými řekami Vltavou a Otavou. Většinu jižní části Písecká zaujímá geomorfologický podcelek Písecká pahorkatina s výrazným okrskem Mehelnická vrchovina, známou spíše jako Písecké hory s nejvyššími vrcholy Velký Mehelník (633 m n. m.) a Vysoký Kamýk (627 m n. m.). Nejvyšším bodem okresu je však na severu vrch Kozlov (708 m n. m.), který už je součástí geomorfologického celku Vlašimská pahorkatina. Naopak nejniže položeným místem okresu a celého Jihočeského kraje je hladina Orlické přehrady (cca 330 m n. m.) ([www.czso.cz](http://www.czso.cz)).

Převážná část území okresu patří do mírně teplé klimatické oblasti, do klimatických jednotek s dlouhým, teplým létem a krátkou, mírně teplou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu se v převážné části okresu pohybuje mezi 7 a 7,5 °C. Velké vegetační období trvá na většině území okresu 210 až 220 dnů, od posledních dnů března do prvních dnů listopadu (Albrecht, 2003).

Z geologického hlediska jsou na území okresu zastoupeny převážně horniny žulového charakteru. Nerostné bohatství okresu není příliš výrazné. Jsou zde pouze ložiska šterkopísku, lomového kamene, živce, kaolínu a cihlářských jíílů a technicky nevyužitelná ložiska lignitu.

Z celkové výměry okresu zaujímá zemědělská půda 56 %, lesní půda 33 %, 7 % tvoří zastavěné a ostatní plochy. Lesy převážně jehličnaté se rozkládají podél řek. Rozsáhlý je rovněž masiv Píseckých hor. Značný význam má v okrese 46 km<sup>2</sup> vodních ploch (4 % celkové plochy okresu). Hlavním vodním tokem na území okresu je řeka Vltava, která jím protéká od jihu k severu a řeka Otava se svými přítoky Blanicí a Lomnicí se sdruženým přítokem řeky Skalice. Soutok obou hlavních řek je pod hradem Zvíkov. Tok Vltavy zde tvoří 68 km dlouhé Orlické přehradní jezero, které zasahuje i do dolního toku Otavy a Lomnice. Celková vodní plocha představuje 2 640 ha. Vodní nádrž téměř v celé své délce nabízí své vody

a břehy ke koupání, provozování vodních sportů, rybolovu a rekreaci. Na území okresu je kolem 300 rybníků, z nichž je nejznámější Tálínský, nazvaný podle obce, u které se nachází ([www.czso.cz](http://www.czso.cz)).

#### 4.2 Vymezení sledovaných lokalit a jejich charakteristika

Sledované lokality odběru (Chřešťovice rybník, Květov-Hrejkovický potok, Odtok z rybníka Chřešťovice, Březí, Hrejkovice obec) leží v okrese Písek v povodí Vltavy a od vodní nádrže Orlik v rozsahu cca 15 – 40 km (Obr. 5, Tab. 5).

Tabulka 5: Přehledová tabulka sledovaných lokalit a jejich označení

pořadí lokality pro hodnocení	Č. lokality	Název lokality
1	3.	Chřešťovice rybník
2	5.	Květov-Hrejkovický potok
3	7.	Odtok z rybníka Chřešťovice
4	8.	Březí
5	9.	Hrejkovice obec

Předběžně, již před řešením bakalářské práce, bylo vtipováno 10 lokalit, ze kterých bylo pro sledování následně zvoleno těchto pět lokalit: - č. 3 Chřešťovice rybník, č. 5 Květov - Hrejkovický potok, č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice, č. 8 Březí, č. 9 Hrejkovice obec (Tab. 5).



Obrázek 5: Hydrologická mapa se zákresem odběrových lokalit (upraveno a staženo z: [www.hydro.chmi.cz](http://www.hydro.chmi.cz))

#### 4.2.1 Chřešřovice rybník, lokalita č. 3

Lokalita č. 3 reprezentuje povodí Velkého Chřešřovického rybníka (Obr. 6), který plní funkci živinového sinku. Jde o průtokový rybník o velikosti 24,3 ha ve vlastnictví města Písek a hospodaří na něm podnik Blatenská ryba s r. o. Rybník je na Chřešřovickém potoce, který je levostranným přítokem Vltavy. Celé povodí má kromě Velkého Chřešřovického rybníka ještě soustavu minimálně šesti, ale podstatně menších rybníků. Odběrové místo je jižně od obce Chřešřovice a vzdáleno necelé 2 km od soutoku s Vltavou (Orlíkem). Jedná se o tok 4. řádu s plochou povodí

15,11 km<sup>2</sup> s ČHP 1-07-05-0100-0-00 (ČHMÚ). Charakter území v povodí je převážně zemědělský s převahou orné půdy, menší část povodí zasahuje do přírodního parku Písecké hory tvořené většinou lesem.



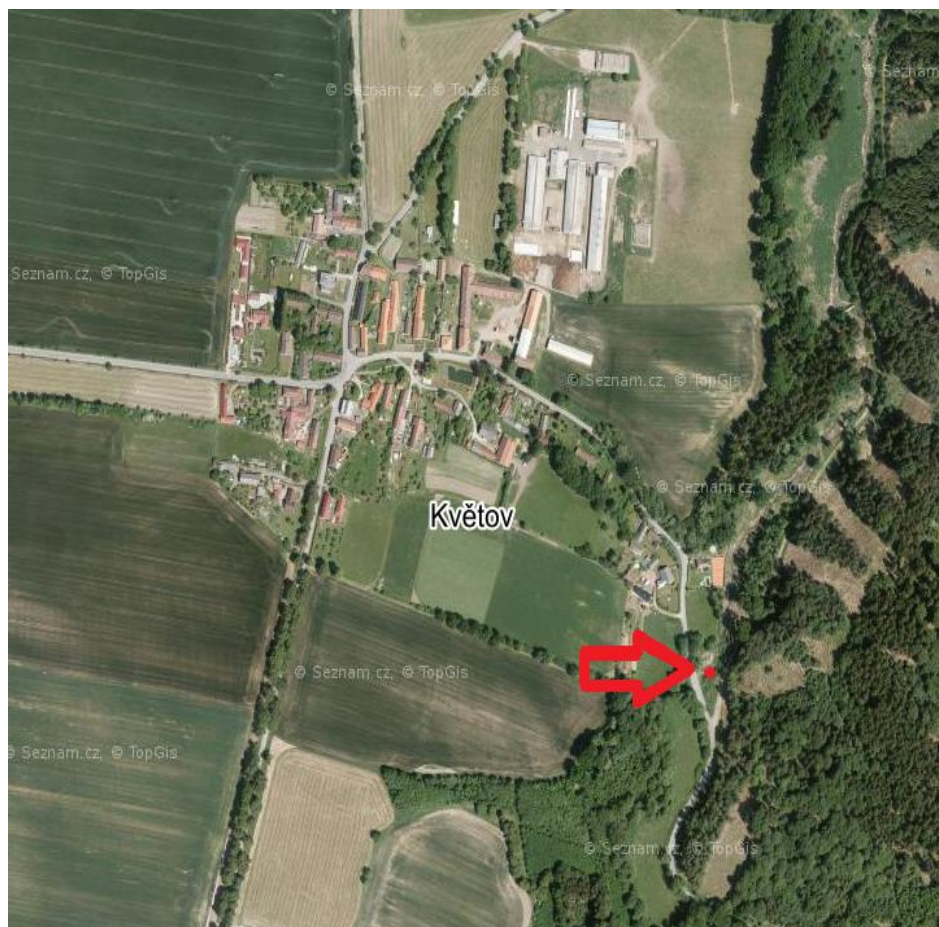
Obrázek 6: Lokalizace odběrového místa Chřešťovice rybník na leteckém snímku (staženo z:www.mapy.cz)

#### 4.2.2 Květov - Hrejkovický potok, lokalita č. 5

Dalším odběrovým místem byla lokalita Květov – Hrejkovický potok. Hrejkovický potok je pravostranným přítokem Vltavy a lokalita se nachází přibližně 6 km JZ od Milevska a necelé 4 km od soutoku s Vltavou. Povodí Hrejkovického potoka má charakter zemědělsky využívaného území, plocha povodí je 70,75 km<sup>2</sup>, ČHP 1-07-05-0210-0-00, jde o tok 4. řádu (ČHMÚ). Na obrázku (Obr. 7) je vidět



odběrové místo a nejbližší okolí, kde se objevují zemědělsky využívané plochy i les (Květovská obora).



Obrázek 7: Lokalizace odběrového místa Květov – Hrejkovický potok na leteckém snímku (staženo z: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

#### 4.2.3 Odtok z rybníka Chřešťovice, lokalita č. 7

Lokalita č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice je polohově velmi podobné lokalitě č. 3, reprezentuje téměř stejné povodí, jen se jedná o odběrové místo, které se nachází pod rybníční soustavou (Obr. 8). Jak vyplývá z názvu lokality, voda v potoce by měla svou kvalitou charakterizovat vody poté, co protečou rybníční soustavou. Jedná se taktéž o tok 4. řádu o ploše povodí 15,11 km<sup>2</sup> s ČHP 1-07-05-0100-0-00 (ČHMÚ).

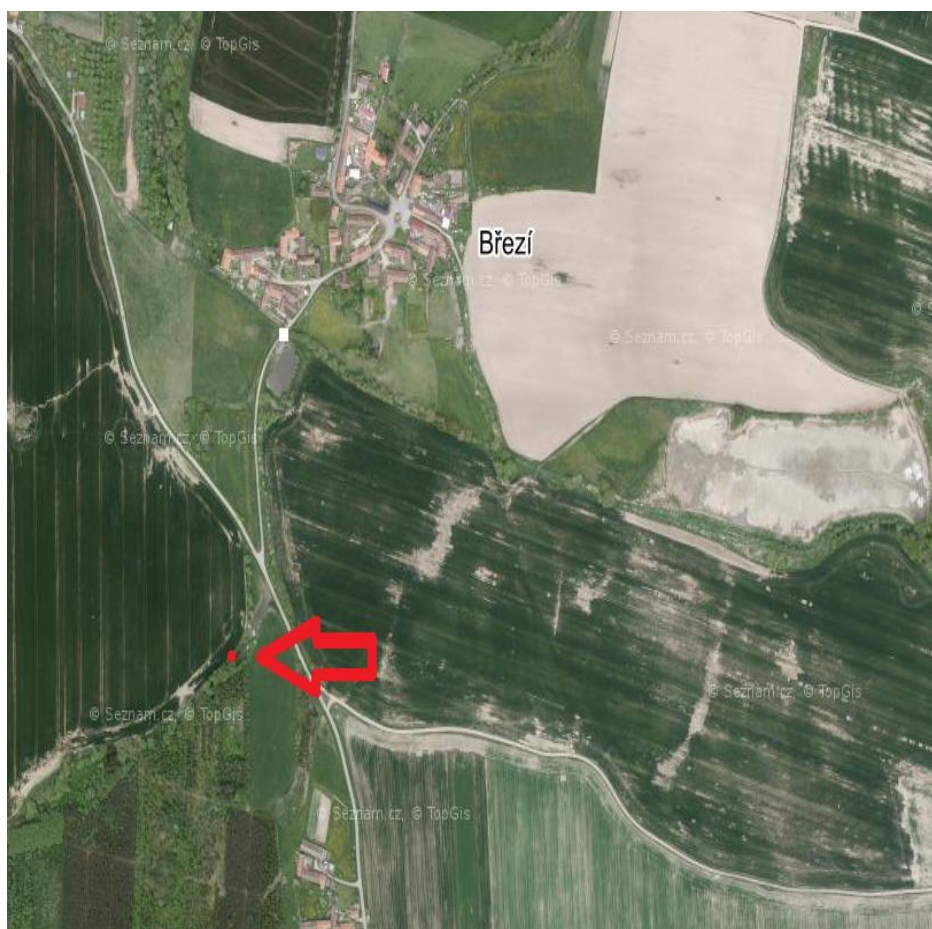


Obrázek 8: Lokalizace odběrového místa Odtok z rybníka Chřešřovice na leteckém snímku (staženo z: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

#### 4.2.4 Březí, lokalita č. 8

Lokalita u obce Březí se nachází asi 7 km V od Písku, vodní tok reprezentuje malé zemědělské povodí s drobnými lesíky (Obr. 9). Zemědělská půda je z větší části tvořena ornou půdou, z menší části TTP. Celé povodí se nachází nad rybníční soustavou a potok tedy není ovlivněn rybníčním hospodařením. Jedná se o levostranný přítok Vltavy, od jejíhož soutoku je vzdálen přibližně 5 km. Hydrologicky jde o tok 4. řádu s plochou povodí 15,11 km<sup>2</sup> s ČHP 1-07-05-0100-0-00 (ČHMÚ).





Obrázek 9: Lokalizace odběrového místa Břeží na leteckém snímku (staženo: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

#### 4.2.5 Hrejkovice – obec, lokalita č. 9

Odběrové místo Hrejkovice- obec (Obr. 10) reprezentuje vodní tok – Hrejkovický potok, který se nachází pod rybníční soustavou. Největší Hrejkovický rybník má rozlohu 23 ha a slouží k rybochovným účelům. Hrejkovický potok náleží k povodí Vltavy, jde o její pravostranný přítok ještě před soutokem s Otavou. Hydrologicky se jedná o tok 4. řádu, ČHP 1-07-05-0190-0-00, plocha povodí 38,20 km<sup>2</sup> (ČHMÚ). Plochy v povodí jsou tvořeny z většiny zemědělskou půdou, z toho dvě třetiny orná a třetina TTP. Obec Hrejkovice leží na zmíněném toku asi 5 km SZ od Milevska.



Obrázek 10: Lokalizace odběrového místa Hrejkovice obec na leteckém snímku (staženo z: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

### 4.3 Klimatické podmínky ve sledovaném období

Vzhledem k období, kdy byl prováděn monitoring, je pro specifikaci konkrétních podmínek předložena klimatická charakteristika volně dostupných údajů v letech 2014 a 2015. Jedná se o územní srážky a průměrné teploty pro ČR a Jihočeský kraj za jednotlivé měsíce. V tabulce (Tab. 6) jsou měsíční srážkové úhrny (v mm), jejich dlouhodobý normál (z let 1961 – 1990) a jejich odchylka od normálu. Z údajů je patrné, že zatímco rok 2014 byl jako celek srážkově normální, tak rok 2015 byl srážkově podnormální, a to zejména v období vegetační sezóny (Tab. 7).

Tabulka 6: Územní srážky v roce 2014

Kraj		Měsíc												Rok
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Česká republika	S	27	10	32	39	111	38	102	91	96	49	23	39	657
	N	42	38	40	47	74	84	79	78	52	42	49	48	674
	%	64	26	80	82	150	45	129	117	185	116	46	80	97
Jihočeský	S	26	7	30	35	126	33	120	104	93	53	17	32	676
	N	34	33	39	49	75	94	83	82	51	37	43	39	659
	%	76	21	77	71	168	35	145	127	182	143	40	82	103

Vysvětlivky:

S=úhrn srážek (mm)

N= dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 (mm)

%=úhrn srážek v % normálu 1961-1990 (mm)

(Zdroj: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>)

Tabulka 7: Územní srážky v roce 2015

Kraj		Měsíc												Rok
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Česká republika	S	53	12	48	30	49	58	36	67	32	52	74	20	532
	N	42	38	40	47	74	84	79	78	52	42	49	48	674
	%	126	32	120	64	66	69	46	86	62	124	151	42	79
Jihočeský	S	46	8	46	28	64	68	30	42	42	64	74	20	531
	N	34	33	39	49	75	94	83	82	51	37	43	39	659
	%	135	24	118	57	85	72	36	51	82	173	172	51	81

Vysvětlivky:

S=úhrn srážek (mm)

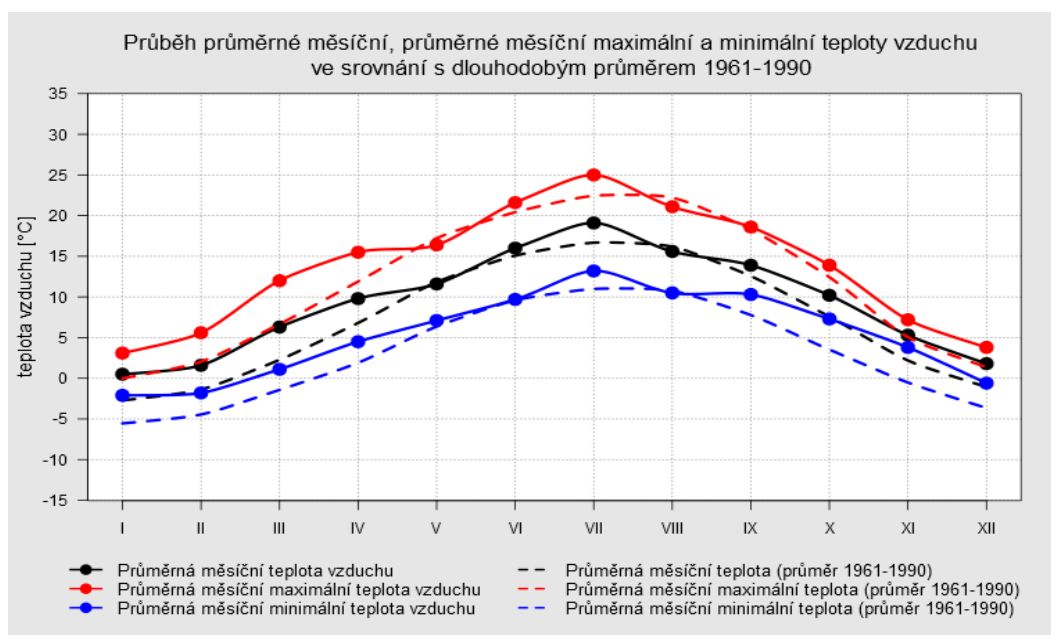
N=dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 (mm)

%=úhrn srážek v % normálu 1961 – 1990 (mm)

(Zdroj: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>)

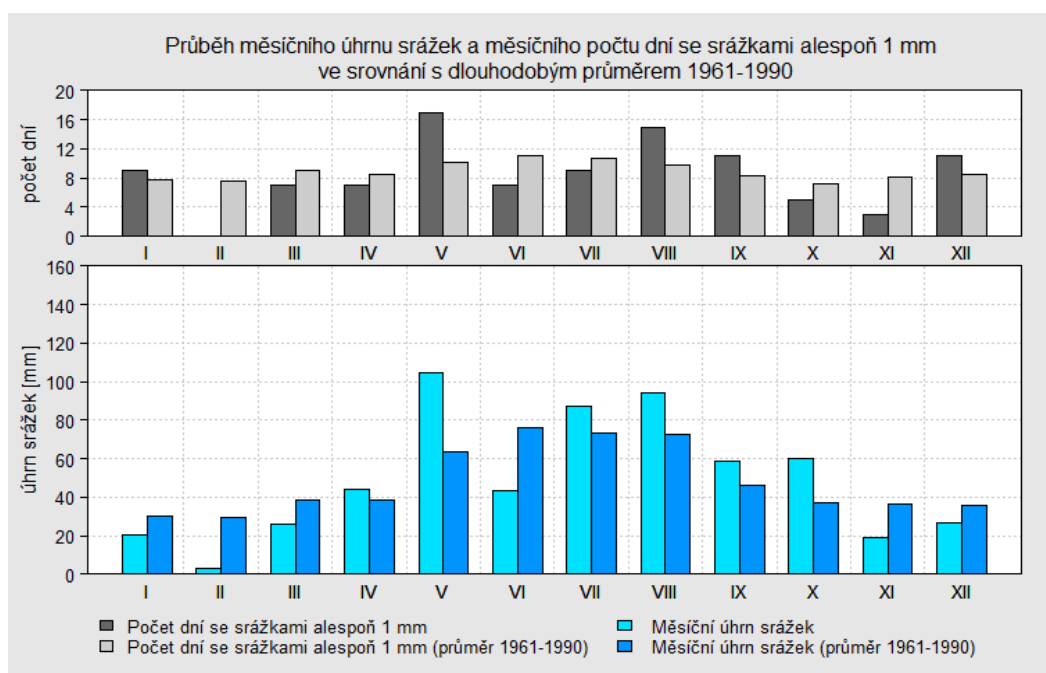
Podrobnější přehled o teplotních a srážkových poměrech během let 2014 a 2015 je k dispozici z blízké stanice ČHMÚ Kocelovice (nejbližší pro sledovanou oblast u nádrže Orlík), kdy je možné zmíněné charakteristiky hodnotit prostřednictvím měsíčních hodnot (Graf- 1 až 4).

Průměrné měsíční, maximální a minimální teploty vzduchu v roce 2014 v porovnání s dlouhodobým normálem jsou prezentované graficky (Graf. 1). Nejvyšší průměrná teplota byla v červenci (19°C). Nejnižší průměrná teplota byla zaznamenána v lednu (0°C). Maximální průměrná teplota byla zaznamenána během července 2014 (25°C), minimální průměrná teplota byla nepatrně pod 0°C, a to v měsíci leden a únor. Ve srovnání s dlouhodobým průměrem 1961 – 1990 se nejvíce liší průměrné měsíční maximální i minimální teploty, a to v měsících leden, únor, březen a duben 2014.



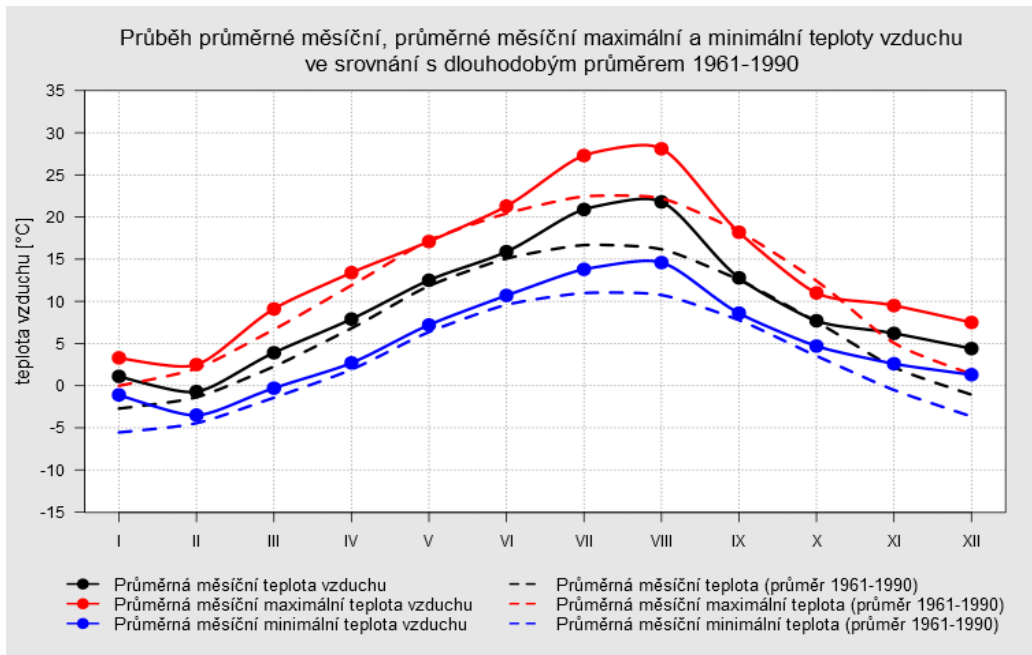
Graf 1: Průměrné měsíční, průměrné měsíční maximální a minimální teploty ve srovnání s dlouhodobým průměrem 1961 – 1990. Stanice Kocelovice 2014. (zdroj: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data>)

Nejvyšší měsíční úhrn srážek byl na stanici v Kocelovicích v roce 2014 zaznamenán v měsících květen (126 mm), červenec (120 mm) a srpen (104 mm). Oproti tomu nejnižší měsíční úhrn srážek byl v únoru, listopadu, lednu 2014. Ve srovnání s dlouhodobým průměrem úhrnu srážek byl největší rozdíl v měsíci únor, květen, červen a listopad (Graf. 2).



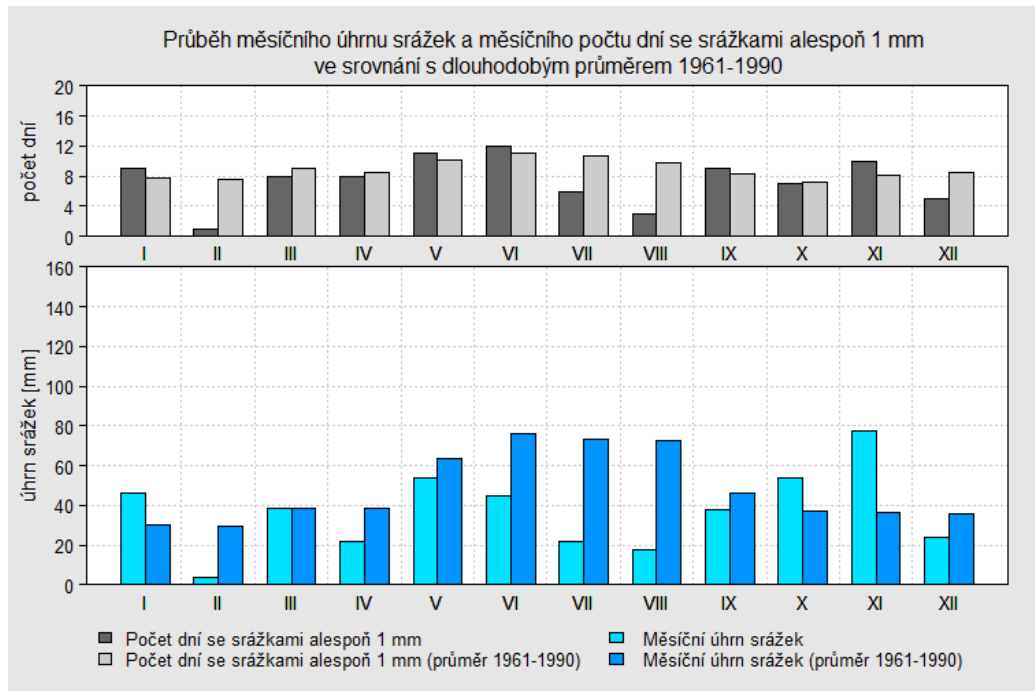
Graf 2: Počet dní se srážkami alespoň 1mm a srážkové úhrny za jednotlivé měsíce roku 2014 ve srovnání s dlouhodobým průměrem (1961-1990). Stanice Kocelovice 2014. (zdroj:<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data>)

Sledované průměrné měsíční maximální teploty byly v roce 2015 zaznamenány v měsíci červenec a zejména v měsíci srpnu. Naopak průměrné měsíční minimální teploty byly v měsíci únor. Průměrná měsíční teplota vzduchu byla zaznamenána v měsících červenec (21°C) a srpen (23°C), což ve srovnání s dlouhodobým průměrem teplot vzduchu ukazuje na teplotně výrazně nadprůměrné letní měsíce. Podobně nadprůměrnými měsíci ve srovnání s průměrem byly i listopad a prosinec (Graf. 3).



Graf 3: Průběh průměrné měsíční maximální a minimální teploty vzduchu ve srovnání s dlouhodobým průměrem 1961 – 1990. Stanice Kocelovice 2015.  
(zdroj:<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data>)

Průměrné měsíční hodnoty srážek pro rok 2015 vykazují oproti průměru z let 1961 – 1990 znatelné odlišnosti (Graf. 4). Výrazně nadprůměrné srážky byly zaznamenány během měsíce listopad (74 mm), naopak - zcela nejnižší úhrn srážek byl v měsíci únor (8 mm). Srážkově výrazně podprůměrné byly v roce 2015 především měsíce červenec a srpen. Podobně tomu bylo i v počtu dní se srážkami alespoň 1mm.



Graf 4: Počet dní se srážkami alespoň 1mm a srážkové úhrny za jednotlivé měsíce roku 2015 ve srovnání s dlouhodobým průměrem 1961 – 1990. Stanice Kocelovice 2015.  
(zdroj:<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data>)



#### 4.4 Odběry vzorků vod, jejich identifikace a předzpracování

V období 11/2014 – 11/2015 byl proveden odběr povrchových vod na pěti vytipovaných místech, které jsou přítoky vodní nádrže Orlík. Snahou bylo vzorky odebírat v průběhu celého období v pravidelných intervalech, pro účely přesné identifikace a popisu stavu byl veden pracovní deník. Vzorky byly odebírány v těchto termínech: 15. 11. 2014, 14. 12. 2014, 31. 1. 2015, 28. 2. 2015, 29. 3. 2015, 30. 4. 2015, 31. 5. 2015, 8. 7. 2015, 16. 7. 2015, 31. 8. 2015, 17. 9. 2015, 25. 10. 2015, 17. 11. 2015 (Příloha I). Přimo v terénu bylo měřeno pH, teplota a vodivost přístrojem HACH HQ40d multi Field Case.

Vzorky vody pro následné fyzikálně-chemické analýzy v laboratoři byly odebírány do litrových PET lahví. Lahve byly pro další jasnou identifikaci označeny dle termínu a místa odběru. Byl veden pracovní deník, kde byly zaznamenány povětrnostní podmínky, datum, čas odběru (Příloha I, Obr. 22). Vzorky byly ihned po odběrech převezeny do Laboratoře aplikované ekologie Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (Laboratoř ZF JU), kde se před vlastní analýzou uchovávaly v chladu, aby se zabránilo biochemickým procesům.

#### 4.5 Laboratorní zpracování vzorků a jejich analýza

V Laboratoři (LAE ZF JU) byly v nefiltrovaných vzorcích vody měřeny parametry pH,  $\text{KNK}_{4,5}$  (alkalita), vodivost. K měření byl použit přístroj Multi Lab P4 720 firmy WTW. Nerozpuštěné látky byly stanoveny jako sušina (při 105°C) materiálu zachyceného na filtru Whatman GF/C (Juranová a Hanslík, 2014).

Vzorky zbavené mechanických nečistot byly 1x měsíčně stanoveny pomocí filtrace anionty  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  a kationt  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  byly stanoveny spektrofotometricky pomocí metody průtokové injekční analýzy a s využitím automatického analyzátoru FIAstar<sup>MT</sup> 5000 (FOSS - Tecator).

Ve zpracovaných vzorcích byly měřeny hodnoty celkového uhlíku (TC) a anorganického uhlíku (IC) a celkového organického uhlíku (TOC). Hodnoty byly stanoveny pomocí přístroje FORMACSHT TOC/TN ANALYZER; fa Skalar – CARBON Instruments s.r.o. (Obr. 11).





Obrázek 11: Příklad FORMACSHT TOC/TN ANALYZER; fa Skalar – CARBON Instruments s.r.o. (staženo z: <http://www.skalar.com>)

Stanovení množství celkového uhlíku: vzorek je nastříknutý pomocí integrovaného dávkovače do vysokoteplotního reaktoru. V reaktoru je při 950°C (kobaltový katalyzátor) veškerý organický a anorganický uhlík oxidovaný na plynný CO<sub>2</sub>. Katalyzátor zabezpečuje úplnou oxidaci. Proud vzduchu nese tyto produkty do detektorů, do infračerveného detektoru, kde je stanoven CO<sub>2</sub>.

Stanovení množství anorganického uhlíku: druhý nástřik vzorku se provede do nízkoteplotního kapalinového reaktoru, v kyselém prostředí (2% kyselina fosforečná), při laboratorní teplotě je veškerý anorganický uhlík převedený na CO<sub>2</sub>. Proud vzduchu transportuje oxid uhličitý do detektoru pro měření.

Stanovení množství celkového organického uhlíku: organický uhlík (TOC) je počítán z rozdílů měřených při nízké a vysoké teplotě:  $TOC = TC - IC$ . (ČSN EN 1484). Hodnota TOC přefiltrovaného vzorku ve skutečnosti odpovídá hodnotám DOC (Dissolved organic carbon = rozpuštěný organický uhlík).

Výsledky analýz byly zaznamenány a dále zpracovány v programu Microsoft Office Excel.

#### 4.6 Statistické vyhodnocení

Výsledky z jednotlivých lokalit byly mezi sebou statisticky testovány v případě vodivosti (přímo v terénu jednoduše měřitelný parametr korelující s množstvím rozpuštěných látek ve vodě), dusičnanového dusíku a fosforečnanového fosforu z hlediska jejich významu pro možné živinové zatížení vodních nádrží (eutrofizace). Zjišťována byla proto také korelace mezi vodivostí a dusičnanovým dusíkem a fosforečnanovým fosforem.

Dále byla testována rozdílnost lokalit přivádějících vodu do přehradní nádrže Orlík mezi sebou a dále zda se liší chemismus vody nad rybníční soustavou a pod rybníční soustavou.

Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu Statistica CZ 12 (na ZF JU).

V rámci statistického vyhodnocení byla testována normalita (normální rozdělení) dat Shapiro-Wilk testem.

Sledované lokality byly mezi sebou z hlediska chemismu povrchových vod porovnávány metodou jednocestné Anovy a rozdílnost testována Tukeyovým HSD testem na hladině významnosti  $p \leq 0,05$ .

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Fyzikálně chemické parametry vybraných přítoků do v. n. Orlík

Od listopadu 2014 do listopadu 2015 byly v měsíčních intervalech odebírány vzorky povrchových vod z vybraných menších přítoků vodní nádrže Orlík. Hodnoceny byly výsledky fyzikálně chemických parametrů na čtyřech lokalitách reprezentující přítoky pod rybniční soustavou a jednou lokalitou reprezentující přítoky, resp. povodí, nad rybniční soustavou.

Střední hodnoty elektrické vodivosti povrchové vody odtékající z povodí s rybníky se pohybovaly v rozmezí od  $370 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (lokalita č. 9 Hrejkovice obec) do  $445 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (lokalita č. 5 Květov- Hrejkovický potok), u přítoku nad rybníky v lokalitě č. 8 Březí to bylo  $360 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Tab. 8). Minimální hodnota vodivosti u lokalit povodí s rybníky byla  $313 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (č. 9 Hrejkovice obec), maximální hodnota  $376 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice). U přítoku nad rybníky (č. 8 Březí) byla minimální hodnota vodivosti  $209 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  a maximální  $986 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Příloha II.).

Střední hodnoty pH povrchové vody odtékající z povodí s rybníky se pohybovaly v rozmezí 7,2 (lokalita č. 5 Květov - Hrejkovický potok a č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice) až 7,3 (lokalita č. 9 Hrejkovice obec), u přítoku nad rybníky bylo pH 7 (lokalita č. 8 Březí). Minimální hodnoty pH byly u lokality povodí s rybníky 6,4 (č. 9 Hrejkovice obec), maximální hodnota 6,9 (č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice). U lokality č. 8 Březí bylo minimum pH 6,3 a maximum 8. Střední hodnota pH u lokality č. 3 Chřešťovice rybník byla 7,5, minimum hodnota 7 a maximum 7,9 (Tab. 8 a Příloha II).

Střední hodnoty alkality ( $\text{KNK}_{4,5}$ ) – povrchové vody odtékající z povodí s rybníky kolísaly od  $1,49 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (lokalita č. 5 Květov - Hrejkovický potok) do  $2,41 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (lokalita č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice). U přítoku nad rybníky (lokalita č. 8 Březí) byla střední hodnota alkality  $1,62 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  u lokality č. 3 Chřešťovice rybník  $2,13 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (Tab. 8 a Příloha II).

Střední hodnoty u nerozpuštěných látek (NL 105) v povrchové vodě lokalit povodí s rybníky byly  $5,33 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  (lokalita č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice) až  $9,33 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  (lokalita č. 9 Hrejkovice obec). Lokalita č. 8 Březí je charakterizována střední hodnotou nerozpuštěných látek  $11,68 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Minimální hodnoty nerozpuštěných látek u lokalit povodí s rybníky byly v rozmezí 1 až  $3,33 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$

a maximální hodnoty byly 26,67 až 52 mg.l<sup>-1</sup>. U přítoku nad rybníky byla minimální hodnota 1 a maximální 134 mg.l<sup>-1</sup>. Střední hodnotou 9,17 mg.l<sup>-1</sup> u nerozpuštěných látek je charakterizována lokalita č. 3 - Chřešťovice rybník s minimem 5 a maximem 34,67 mg.l<sup>-1</sup> (Tab. 8 a Příloha II).

Koncentrace fosforečnanového fosforu (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P) u lokalit povodí s rybníky se prostřednictvím mediánu pohybovala v rozmezí 0,085 mg.l<sup>-1</sup> až 0,217 mg.l<sup>-1</sup>. Minimální hodnota byla naměřena u odběrového místa č. 9 Hrejkovice obec a maximální hodnota u odběrového místa č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice. Střední hodnota (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P) u přítoku č. 8 Březí byla 0,028 mg.l<sup>-1</sup>, minimální 0,01 mg.l<sup>-1</sup> a maximální 0,56 mg.l<sup>-1</sup>. Pro lokalitu č. 3 - Chřešťovice rybník byly zjištěny střední hodnoty 0,052 mg.l<sup>-1</sup> a maximální hodnota 0,22 mg.l<sup>-1</sup> (Tab. 8 a Příloha II).

Tabulka 8: Střední hodnoty medián - Me a směrodatná odchylka - (STD) vodivosti, pH, alkality, nerozpuštěných látek (NL 105) a fosforečnanového fosforu (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P) v povrchové vodě na sledovaných lokalitách.

lokality č.	vodivost / μS.cm <sup>-1</sup> Me±STD	pH Me±STD	KNK <sub>4,5</sub> / mmol.l <sup>-1</sup> Me±STD	NL 105 Me±STD	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P / mg.l <sup>-1</sup> Me±STD
3	399±37	7,5±0,3	2,13±0,51	9,17±9,26	0,052±0,061
5	445±60	7,2±0,5	1,49±0,50	6,67±14,87	0,085±0,128
7	431±55	7,2±0,30	2,41±0,64	5,33±7,22	0,101±0,495
8	360±220	7±0,4	1,62±1,10	11,68±36,72	0,028±0,167
9	370±80	7,3±0,3	1,58±0,63	9,33±7,73	0,217±0,157

*Identifikace lokalit: č. 3 Chřešťovice rybník, č. 5 Květov-Hrejkovický potok, č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice, č. 8 Březí, č. 9 Hrejkovice obec.*

Obsah dusičnanového dusíku (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) u lokalit povodí s rybníky kolísal prostřednictvím střední hodnoty od 0,47 mg.l<sup>-1</sup> (lokality č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice) do 3,67 mg.l<sup>-1</sup> (č. 5 Květov - Hrejkovický potok). Maximální hodnota byla naměřena 7,68 mg.l<sup>-1</sup> (č. 5 Květov - Hrejkovický potok). U přítoku č. 8 Březí (nad rybníkem) byla střední hodnota dusičnanového dusíku 1,37 mg.l<sup>-1</sup> - s maximem 2,41 mg.l<sup>-1</sup>. Dusičnanový dusík u lokality č. 3 Chřešťovice rybník vykazoval střední hodnotu koncentrací 0,72 mg.l<sup>-1</sup>, s maximem 3,19 mg.l<sup>-1</sup>. Amoniakální dusík (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N) u lokalit povodí s rybníky kolísal prostřednictvím střední hodnoty v rozmezí od 0,017 mg.l<sup>-1</sup> (č. 5 Květov - Hrejkovice obec) do 0,25 mg.l<sup>-1</sup>

(č. 9 Hrejkovice obec). U lokality nad rybníkem (č. 8 Březí) byla střední hodnota u amoniakálního dusíku  $0,060 \text{ mg.l}^{-1}$ . Střední hodnota amoniakálního dusíku u lokality č. 3 Chřešřovice rybník byla  $0,161 \text{ mg.l}^{-1}$  (Tab. 9 a Příloha II).

Pokud jde o koncentrace jednotlivých forem uhlíku, střední hodnoty celkového uhlíku (TC) u lokalit povodí s rybníky se pohybovaly od  $28,1 \text{ mg.l}^{-1}$  (č. 5 Květov - Hrejkovický potok) do  $31,9 \text{ mg.l}^{-1}$  na lokalitě č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice, kde bylo naměřeno i její maximum  $34,5 \text{ mg.l}^{-1}$ . U přítoku nad rybníkem (č. 8 Březí) byla hodnota u celkového uhlíku (TC)  $27,6 \text{ mg.l}^{-1}$ , s maximem  $36,03 \text{ mg.l}^{-1}$ . U lokality č. 3 Chřešřovice rybník byla střední hodnota (TC)  $31,8 \text{ mg.l}^{-1}$ , maximum  $37,2 \text{ mg.l}^{-1}$ .

Koncentrace anorganického uhlíku (IC) u lokalit povodí s rybníky se pohybovala v rozmezí  $16,0 \text{ mg.l}^{-1}$  (č. 5 Květov – Hrejkovický potok) až  $17,8 \text{ mg.l}^{-1}$  (č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice) – hodnoty medián. Maximální hodnota byla  $20,69 \text{ mg.l}^{-1}$  (č. 9 Hrejkovice obec). Lokalita č. 8 Březí (přítok nad rybníkem) je charakterizován střední hodnotou koncentrace anorganického uhlíku (IC)  $16,1 \text{ mg.l}^{-1}$ , s maximem  $19,84 \text{ mg.l}^{-1}$ , lokalita č. 3 Chřešřovice rybník střední hodnotou  $17,4 \text{ mg.l}^{-1}$  a maximem  $21,93 \text{ mg.l}^{-1}$ .

Střední hodnoty rozpuštěného organického uhlíku (DOC) se na všech lokalitách pohybovaly v rozmezí od  $12,3 \text{ mg.l}^{-1}$  (č. 5 Květov - Hrejkovický potok) do  $14,1 \text{ mg.l}^{-1}$  (č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice), s maximální hodnotou  $17,28 \text{ mg.l}^{-1}$  na lokalitě č. 3 Chřešřovice rybník (Tab. 9 a Příloha II).

Tabulka 9: Střední hodnoty (medián - Me) a směrodatná odchylka (STD) dusičnanového dusíku ( $\text{NO}_3^- \text{-N}$ ), amoniakálního dusíku ( $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ ), celkového uhlíku (TC), anorganického uhlíku (IC) a rozpuštěného uhlíku (DOC) v povrchové vodě na sledovaných lokalitách.

lokality	$\text{NO}_3^- \text{-N} / \text{mg.l}^{-1}$	$\text{NH}_4^+ \text{-N} / \text{mg.l}^{-1}$	TC/ $\text{mg.l}^{-1}$	IC/ $\text{mg.l}^{-1}$	DOC/ $\text{mg.l}^{-1}$
č.	Me±STD	Me±STD	Me±STD	Me±STD	Me±STD
3	$0,72 \pm 1,27$	$0,161 \pm 0,170$	$31,8 \pm 4,1$	$17,4 \pm 2,8$	$14,3 \pm 2,1$
5	$3,67 \pm 2,55$	$0,017 \pm 0,050$	$28,1 \pm 5,5$	$16,0 \pm 3,4$	$12,3 \pm 2,4$
7	$0,47 \pm 1,11$	$0,142 \pm 0,257$	$31,9 \pm 3,5$	$17,8 \pm 2,1$	$14,1 \pm 1,9$
8	$1,37 \pm 0,49$	$0,060 \pm 0,124$	$27,6 \pm 6,3$	$16,1 \pm 3,6$	$12,7 \pm 3,2$
9	$1,80 \pm 2,37$	$0,250 \pm 0,317$	$29,9 \pm 5,6$	$16,1 \pm 3,7$	$12,6 \pm 2,6$

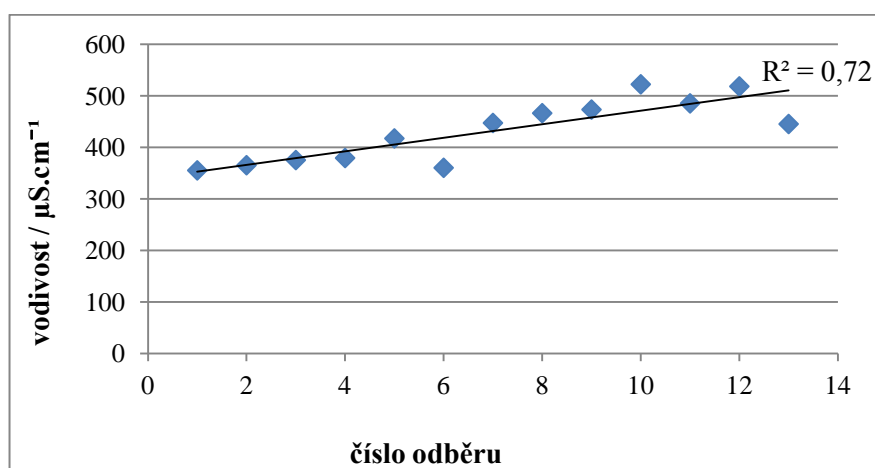
Identifikace lokalit: č. 3 Chřešřovice rybník, č. 5 Květov-Hrejkovický potok, č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice, č. 8 Březí, č. 9 Hrejkovice obec.

## 5.2 Sezónní průběhy parametrů na sledovaných lokalitách

Na sledovaných lokalitách byly hodnoceny měsíční vzorky povrchových vod od listopadu 2014 do listopadu 2015 (13 vzorků v průběhu jednoho roku viz. Příloha III). Kromě konkrétních hodnot fyzikálně chemických parametrů byla pozornost zaměřena na podchycení možného trendu hodnot v průběhu jedné sezóny.

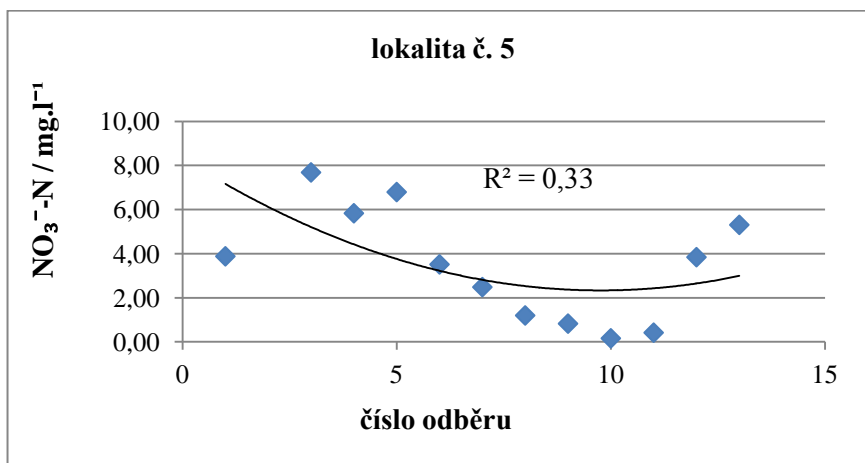
### 5.2.1 Květov – Hrejkovický potok

Hodnoty vodivosti byly na této lokalitě zaznamenány v rozmezí od 355 do 522  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Vyšší hodnoty byly naměřeny v druhé polovině sezóny a vykazují vzrůstající trend na hladině spolehlivosti  $R^2=0,72$ . Na lokalitě č. 5 Květov-Hrejkovický potok byl v průběhu sledovaného období s poměrně dobrou spolehlivostí prokázán vzestup hodnot vodivosti odtékající vody (Graf. 5).



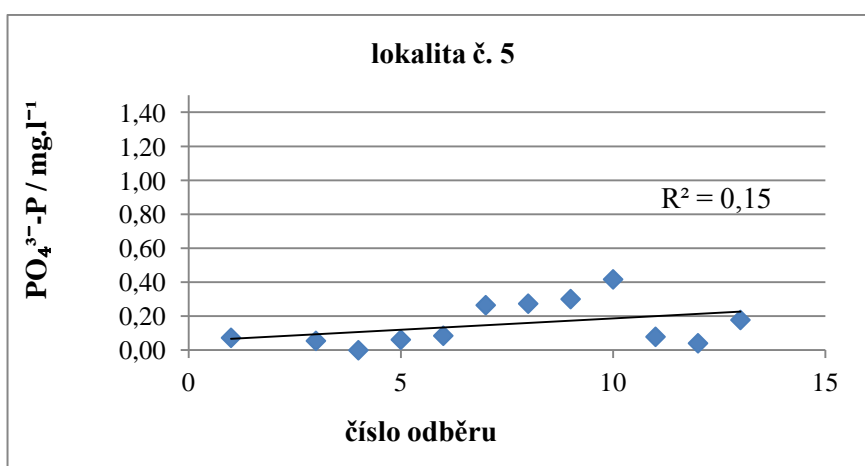
Graf 5: Hodnoty a sezónní trend vodivosti v lokalitě č. 5 Květov - Hrejkovický potok

Hodnoty  $\text{NO}_3^-$ -N se pohybovaly od  $0,16 \text{ mg.l}^{-1}$  do  $7,68 \text{ mg.l}^{-1}$ . V průběhu sezóny se neprojevil spolehlivý trend změny koncentrací, spojnice trendu s klesající tendencí vykazuje velmi nízkou hodnotu spolehlivosti  $R^2=0,33$  (Graf. 6).



Graf 6 : Hodnoty a sezónní trend  $\text{NO}_3^-$ -N v lokalitě č. 5 Květov – Hrejkovický potok

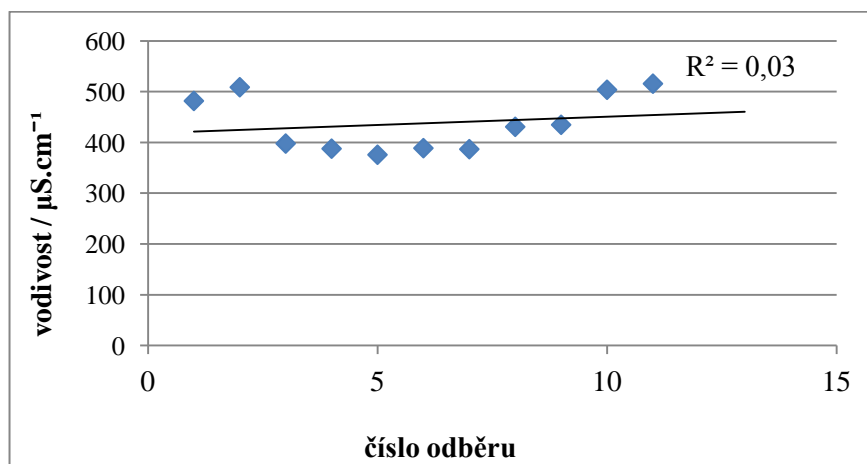
Hodnoty  $\text{PO}_4^{3-}$ -P se pohybovaly od  $0,04 \text{ mg.l}^{-1}$  do  $0,42 \text{ mg.l}^{-1}$ . V průběhu sezóny se neprojevil spolehlivý trend změny koncentrací, spojnice trendu s mírně rostoucí tendencí vykazuje nízkou hodnotu spolehlivosti  $R^2=0,15$  (Graf. 7).



Graf 7 : Hodnoty a sezónní trend  $\text{PO}_4^{3-}$ -P v lokalitě č. 5 Květov – Hrejkovický potok

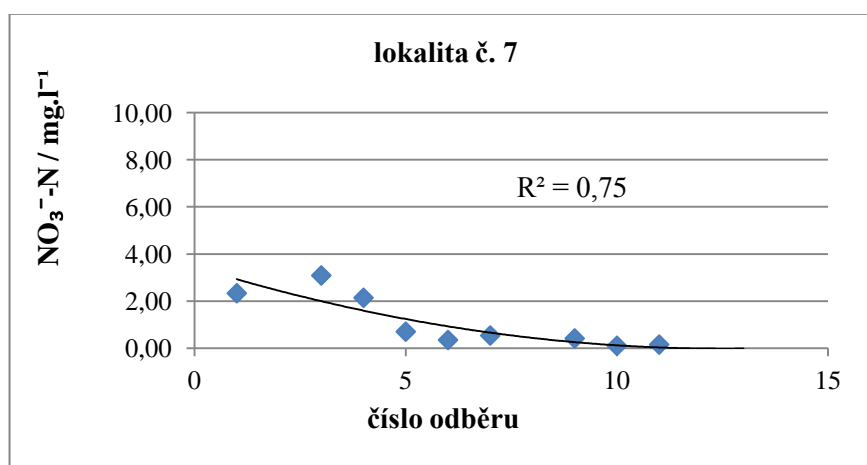
### 5.2.2 Odtok z rybníka Chřešřovice

Hodnoty vodivosti u lokality č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice se pohybovaly v rozmezí od 376 do 516  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Velmi mírně vzrůstající trend na nízké hladině spolehlivosti  $R^2=0,03$ (Graf. 8).



Graf 8: Hodnoty a sezónní trend vodivosti v lokalitě č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice

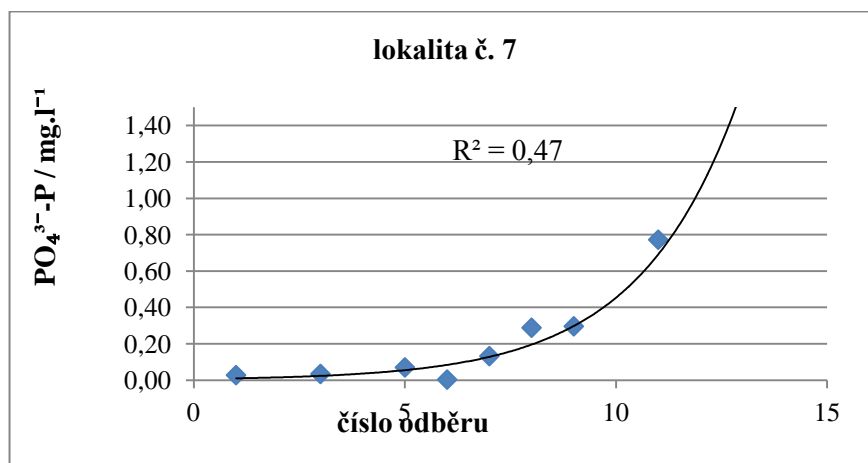
Hodnoty  $\text{NO}_3^-$ -N byly v rozmezí od 0,14  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  do 3,08  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v měsících listopad, leden a únor, nízké naopak v letních měsících, což potvrzuje obecný trend koncentrace dusičnanů v povrchových vodách během roku. Spojnice trendu vynesená z grafu hodnot (Graf. 9) zřejmě i proto vykazuje klesající tendenci na hladině spolehlivosti  $R^2=0,75$ .



Graf 9: Hodnoty a sezónní trend  $\text{NO}_3^-$ -N v lokalitě č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice



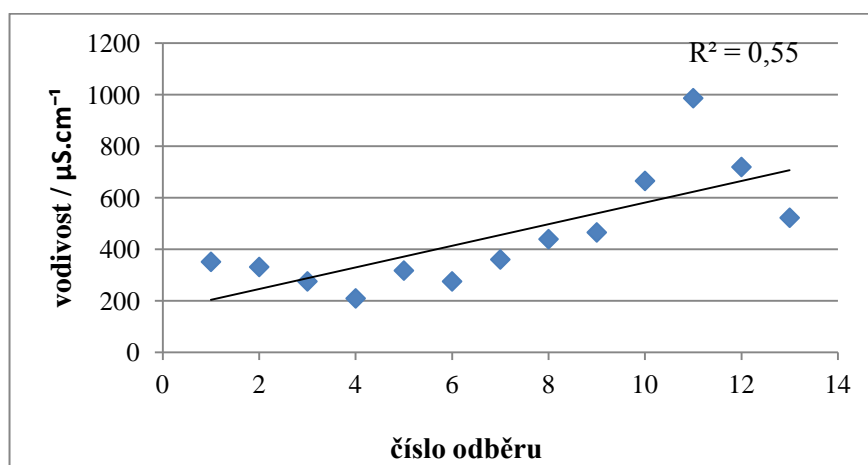
Hodnoty  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  byly od 0,03 do 1,56  $\text{mg.l}^{-1}$ . Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v měsících srpen a září. Spojnice trendu se vzrůstající tendencí na nízké hladině spolehlivosti  $R^2=0,47$  (Graf. 10).



Graf 10: Hodnoty a sezónní trend  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  v lokalitě č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice

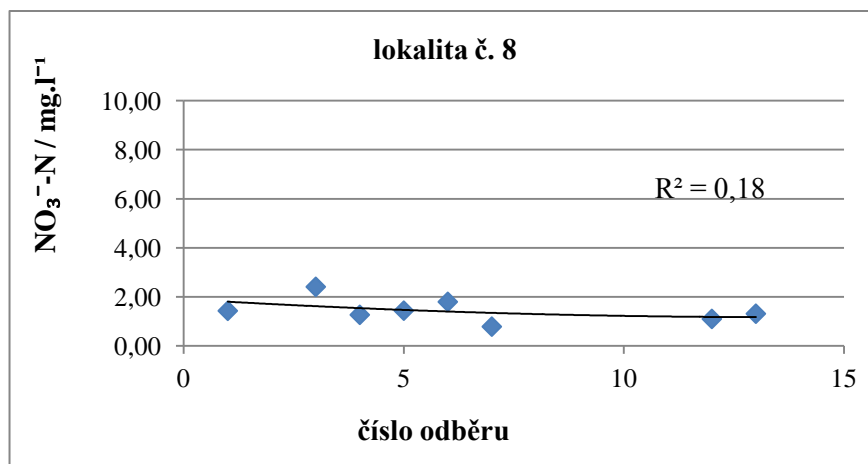
### 5.2.3 Březí

Hodnoty vodivosti byly na lokalitě č. 8 Březí zaznamenány od 209 do 986  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ . Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v měsících červenec až říjen. Spojnice trendu ukazuje vzrůstající tendenci na hladině významnosti  $R^2=0,55$  (Graf. 11).



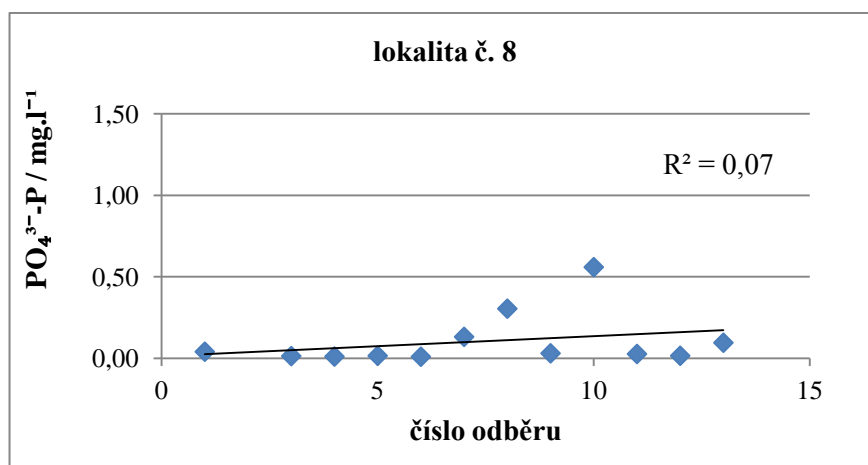
Graf 11: Hodnoty a sezónní trend vodivosti v lokalitě č. 8 Březí

Hodnoty  $\text{NO}_3^-$ -N byly v rozmezí od  $0,78 \text{ mg.l}^{-1}$  do  $2,41 \text{ mg.l}^{-1}$ . Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v měsících leden, březen a duben, nízké naopak v letních měsících, což potvrzuje obecný trend koncentrace dusičnanů v povrchových vodách během roku. Spojnice trendu vykazuje klesající tendenci na velmi nízké hladině významnosti  $R^2=0,18$  (Graf. 12).



Graf 12: Hodnoty a sezónní trend  $\text{NO}_3^-$ -N v lokalitě č. 8 Břeží

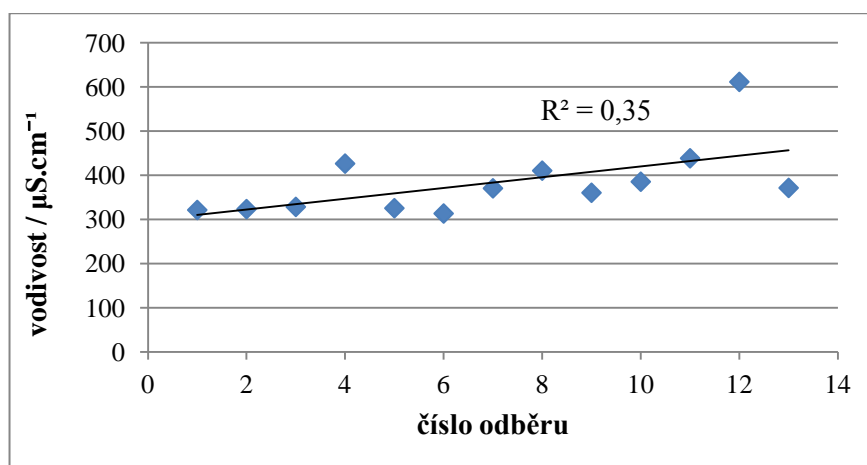
Hodnoty  $\text{PO}_4^{3-}$ -P byly od  $0,01$  do  $0,56 \text{ mg.l}^{-1}$ . Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v měsících srpen a nejnižší v dubnu. V průběhu sezóny se neprojevil spolehlivý trend změny koncentrací, mírně vzrůstající spojnice trendu na nízké hladině významnosti  $R^2=0,07$  (Graf. 13).



Graf 13: Hodnoty a sezónní trend  $\text{PO}_4^{3-}$ -P v lokalitě č. 8 Břeží

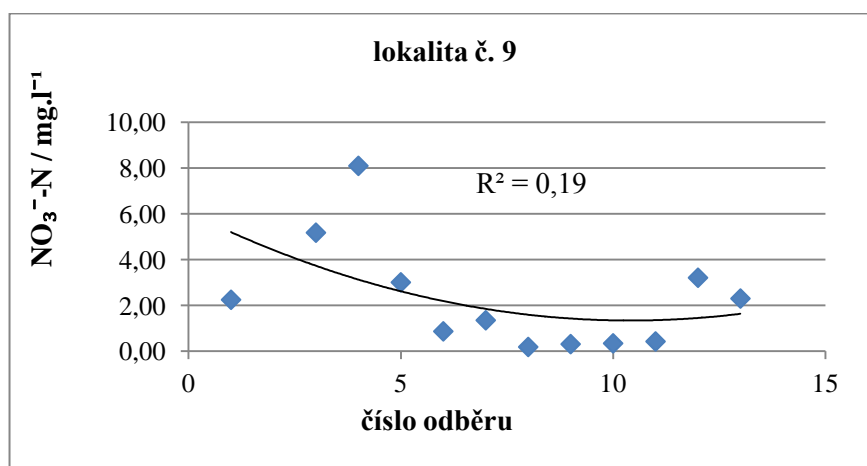
### 5.2.4 Hrejkovice obec

Hodnota vodivosti se pohybovala od 313 do 611  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Nejvyšší hodnota naměřena v měsíci říjen. Lehce vzrůstající spojnice trendu na hladině významnosti  $R^2=0,35$  (Graf. 14).



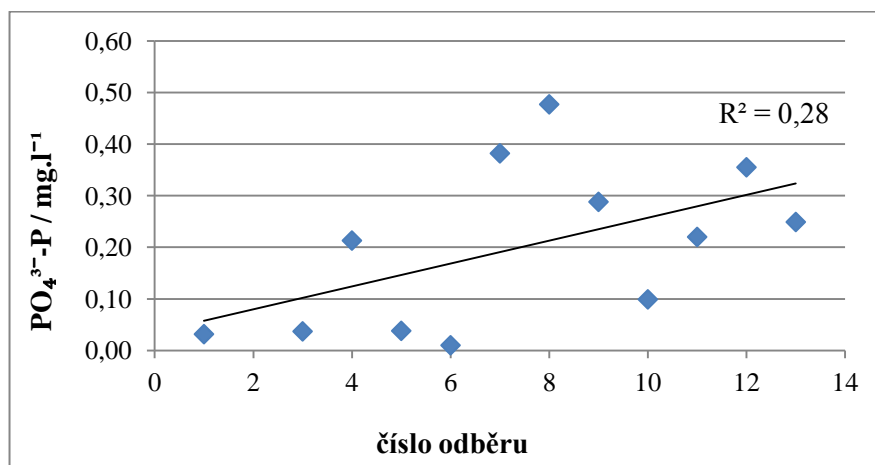
Graf 14: Hodnoty a sezónní trend vodivosti v lokalitě č. 9 Hrejkovice obec

Hodnoty  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  se pohybovaly od 313 do 8,10  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Nejvyšší hodnoty naměřeny v zimních měsících, naopak nejnižší v letních měsících vykazují klesající spojnicí trendu na nízké hladině spolehlivosti  $R^2=0,19$  (Graf. 15).



Graf 15: Hodnoty a sezónní trend  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  v lokalitě č. 9 Hrejkovice obec

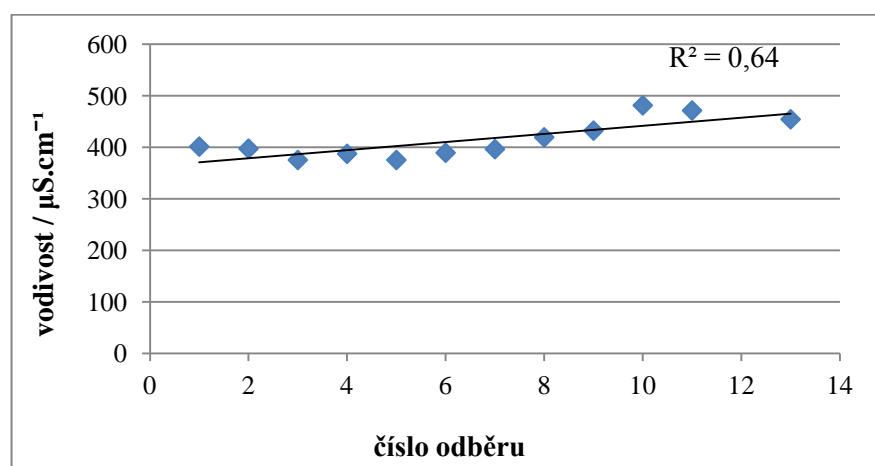
Hodnoty  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  se pohybovaly od 0,01 do 0,48  $\text{mg.l}^{-1}$ . Nejvyšší v měsíci červenec, nejnižší v dubnu. Spojnice trendu má vzrůstající charakter na hladině spolehlivosti  $R^2=0,28$  (Graf. 16).



Graf 16: Hodnoty a sezónní trend  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  v lokalitě č. 9 Hrejkovice obec

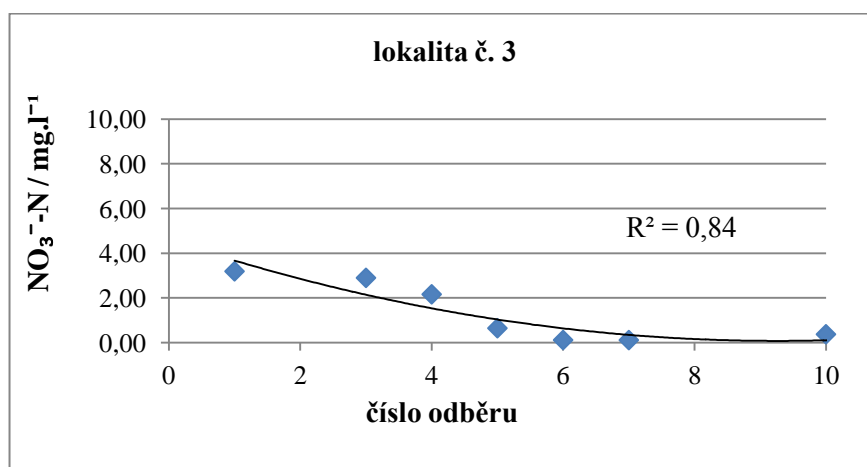
### 5.2.5 Chřešřovice rybník

Hodnoty vodivosti byly na této lokalitě zaznamenány v rozmezí od 375 do 481  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ . Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v druhé polovině roku – vykazují poměrně dobrou spolehlivost vzrůstající spojnice trendu na hladině spolehlivosti  $R^2=0,64$  (Graf. 17).



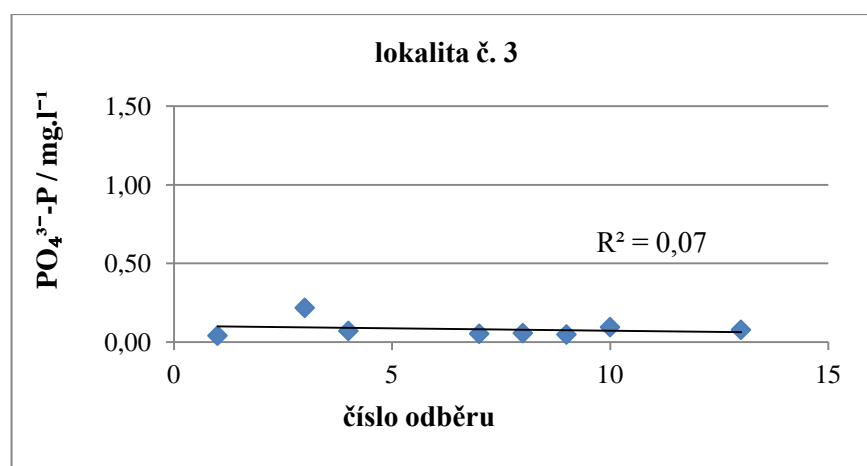
Graf 17: Hodnoty a sezónní trend vodivosti v lokalitě č. 3 Chřešřovice rybník

Hodnoty  $\text{NO}_3^-$ -N v rozmezí od 0,11 do 3,19  $\text{mg.l}^{-1}$ . Nejvyšší naměřené hodnoty byly v měsících leden, březen a duben. Spojnice trendu vynesena na grafu ukazuje velmi dobrou klesající tendenci na hladině spolehlivosti  $R^2=0,84$  (Graf. 18).



Graf 18: Hodnoty a sezónní trend  $\text{NO}_3^-$ -N v lokalitě č. 3 Chřešťovice rybník

Hodnoty  $\text{PO}_4^{3-}$ -P v rozmezí od 0,04 do 0,22  $\text{mg.l}^{-1}$ . Nejvyšší naměřené hodnoty byly v měsících leden. Spojnice trendu s klesající tendencí na hladině významnosti  $R^2=0,07$  (Graf. 19).



Graf 19: Hodnoty a sezónní trend  $\text{PO}_4^{3-}$ -P v lokalitě č. 3 Chřešťovice rybník

Trendy dalších sledovaných parametrů (pH,  $\text{KNK}_{4,5}$ , NL105,  $\text{NH}_4^+$ -N) jsou uvedeny v přílohách (Příloha IV).

### 5.3 Testování rozdílnosti hodnocených parametrů mezi lokalitami

Pomocí statistických metod byla prostřednictvím fyzikálně chemických parametrů povrchových vod hodnocena rozdílnost sledovaných lokalit. Porovnávány byly lokality přítoků z povodí s rybníční soustavou a následně lokality nad a pod rybníční soustavou.

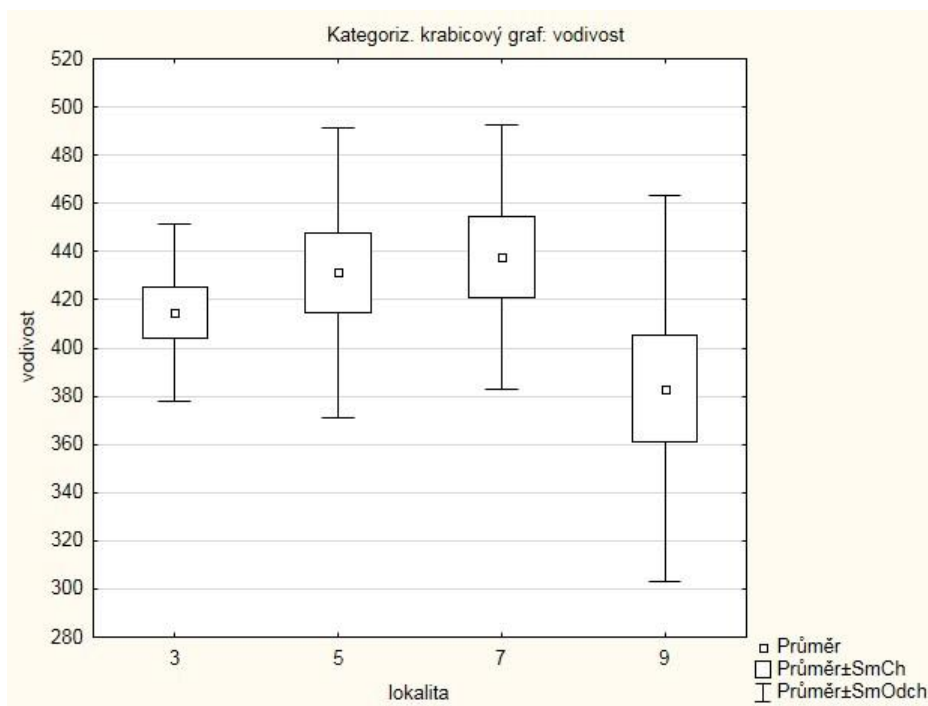
#### 5.3.1 Rozdílnost parametrů u přítoků pod rybníční soustavou

Testování rozdílnosti kvality vody přitékající do nádrže Orlík mezi lokalitami pod rybníky pomocí statistických metod proběhlo u sledovaných parametrů: vodivost, pH,  $\text{KNK}_{4,5}$  a NL 105,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ,  $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$  a  $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$  (Tab. 10). Významné rozdíly jsou v tabulce zvýrazněny červeně, vždy na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Tabulka 10: Testování rozdílnosti kvality vody přitékající do nádrže Orlík mezi lokalitami pod rybníky pomocí statistických metod proběhlo u sledovaných parametrů: vodivost, pH,  $\text{KNK}_{4,5}$  ( $\text{mmol.l}^{-1}$ ) a NL 105,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ,  $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$  a  $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$  ( $\text{mg.l}^{-1}$ ).

Proměnná	Analýza rozptylu							
	Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ (efekt)	SV (efekt)	PČ (efekt)	SČ (chyba)	SV (chyba)	PČ (chyba)	F	p
vodivost	22282,78	3	7427,593	165858,9	45	3685,753	2,015217	0,125272
pH	0,50	3	0,166	6,6	45	0,147	1,132936	0,345917
KNK	4,57	3	1,522	14,8	45	0,328	4,638765	0,006556
NL 105	365,50	3	121,834	4837,6	45	107,502	1,133318	0,345768
PO4-P	0,36	3	0,121	2,7	41	0,066	1,834514	0,155984
NO3-N	50,66	3	16,888	159,2	41	3,884	4,348210	0,009485
NH4-N	0,55	3	0,184	2,0	41	0,049	3,736152	0,018348

U sledovaného parametru vodivost byly porovnávány ve sledovaném období lokality pod rybníční soustavou (Tab. 11). Žádné významné rozdíly nebyly prokázány, jen lokalita č. 9 Hrejkovice obec má hodnoty dle grafického vyjádření vůči lokalitám č. 3, č. 5 a č. 7 poněkud posunuty (Obr. 12).



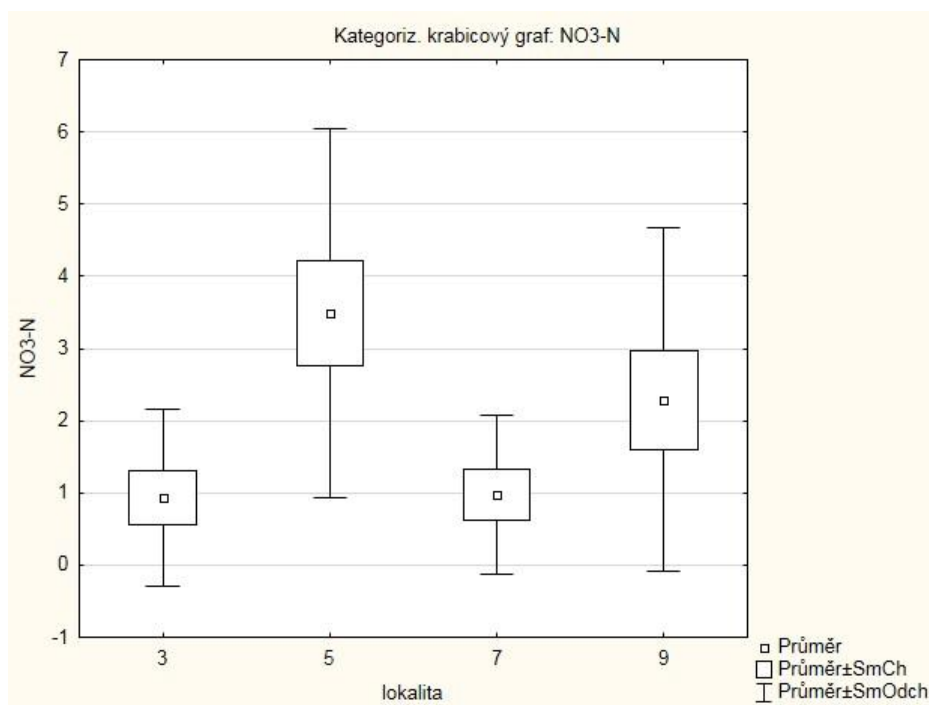
Obrázek 12: Porovnávání lokalit pod rybníční soustavou prostřednictvím koncentrací vodivosti (průměr, směrodatná odchylka,  $\text{mg.l}^{-1}$ )

Tabulka 11: Statistická průkaznost mezi lokalitami pod rybníční soustavou u parametru vodivost.

č. lokality	označení souboru	Tukeyův HSD test; proměn.: vodivost Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
		{1} (M=414,75)	{2} (M=431,31)	{3} (M=437,73)	{4} (M=383,15)
3	{1}		0,903752	0,801417	0,567780
5	{2}	0,903752		0,993954	0,195233
7	{3}	0,801417	0,993954		0,140499
9	{4}	0,567780	0,195233	0,140499	

Porovnávány byly ve sledovaném období lokality pod rybníční soustavou u parametru  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  ze všech odběrů (Obr. 13). Bylo prokázáno na hladině významnosti  $p < 0,05$ , že lokalita č. 5 Květov – Hrejkovický potok se v případě

koncentrací  $\text{NO}_3^-$ -N odlišuje od lokality č. 3 Chřešřovice rybník a od lokality č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice (Tab. 12).



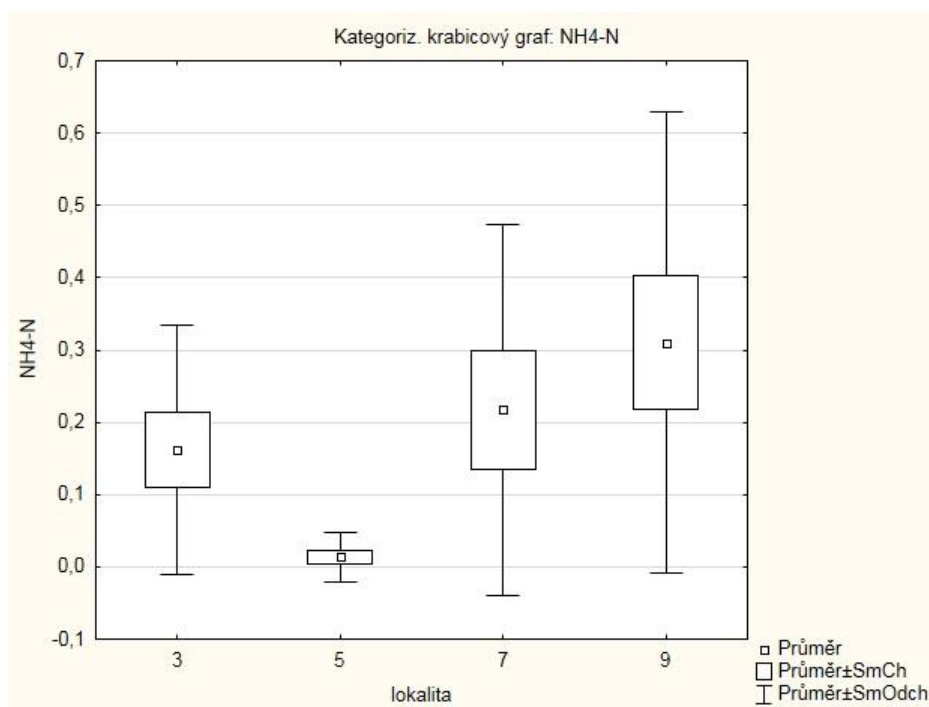
Obrázek 13: Porovnávání lokalit pod rybníční soustavou prostřednictvím koncentrací  $\text{NO}_3^-$ -N (průměr, směrodatná odchylka,  $\text{mg.l}^{-1}$ )

Tabulka 12: Statistická průkaznost rozdílnosti mezi lokalitami pod rybníční soustavou u parametru  $\text{NO}_3^-$ -N. Červené hodnoty jsou statisticky průkazné.

		Tukeyův HSD test; proměn.:NO3-N Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
č. lokality	označení soubor	{1} (M=,93545)	{2} (M=3,4907)	{3} (M=,97470)	{4} (M=2,2926)
3	{1}		0,017464	0,999969	0,363077
5	{2}	0,017464		0,023973	0,453247
7	{3}	0,999969	0,023973		0,411314
9	{4}	0,363077	0,453247	0,411314	



Porovnávány byly ve sledovaném období lokality pod rybníční soustavou u parametru  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  (Obr. 14). Bylo prokázáno na hladině významnosti  $p < 0,05$ , že lokalita č. 5 Květov – Hrejkovický potok se odlišuje od lokality č. 9 Hrejkovice obec (Tab. 13).

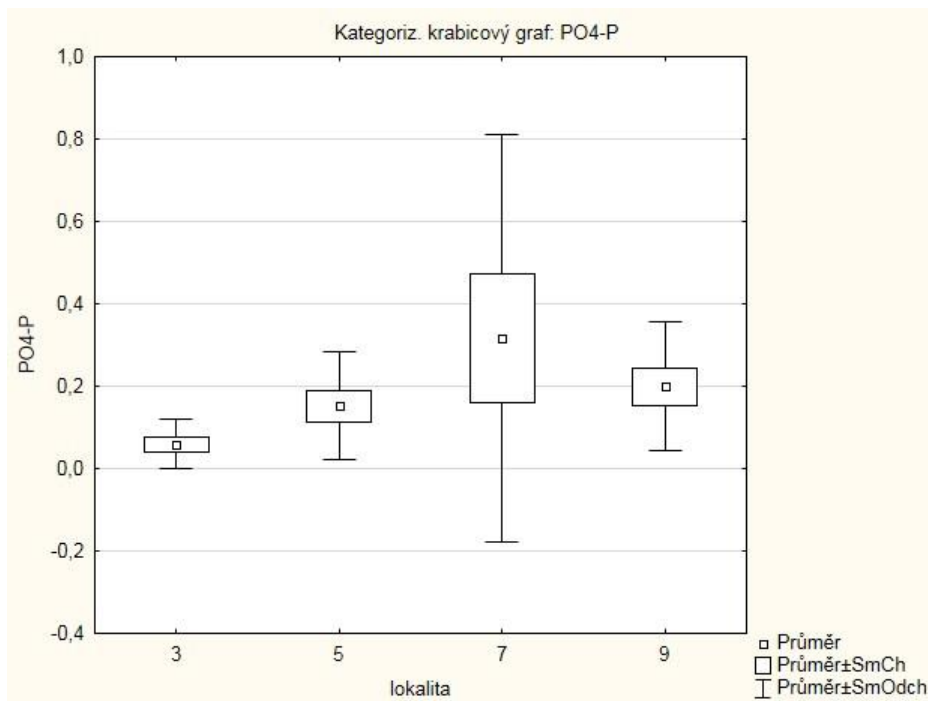


Obrázek 14: Porovnávání lokalit pod rybníční soustavou prostřednictvím koncentrací  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  (průměr, směrodatná odchylka,  $\text{mg.l}^{-1}$ )

Tabulka 13: Statistická průkaznost mezi lokalitami pod rybníční soustavou u parametru  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ . Hodnoty červeně jsou statisticky průkazné.

č. lokality	Označení souboru	Tukeyův HSD test; proměnn.: $\text{NH}_4\text{-N}$ Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
		{1} (M=,16155)	{2} (M=,01390)	{3} (M=,21721)	{4} (M=,31043)
3	{1}		0,392847	0,939243	0,385468
5	{2}	0,392847		0,157513	<b>0,011221</b>
7	{3}	0,939243	0,157513		0,760644
9	{4}	0,385468	<b>0,011221</b>	0,760644	

Porovnávány byly ve sledovaném období lokality pod rybníční soustavou u parametru  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  (Obr. 15). Žádné významné rozdíly nebyly prokázány, ale lokalita č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice se odlišuje od lokalit č. 3, č. 5 a č. 9 (Tab. 14).



Obrázek 15: Porovnávání lokalit pod rybníční soustavou prostřednictvím koncentrací  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  (průměr, směrodatná odchylka,  $\text{mg.l}^{-1}$ )

Tabulka 14: Statistická průkaznost mezi lokalitami pod rybníční soustavou u parametru  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ .

č. lokality	Označení souboru	Tukeyův HSD test; proměn.:PO4-P Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
		{1} (M=,05991)	{2} (M=,15251)	{3} (M=,31796)	{4} (M=,19997)
3	{1}		0,823298	0,114701	0,564044
5	{2}	0,823298		0,443952	0,968776
7	{3}	0,114701	0,443952		0,707598
9	{4}	0,564044	0,968776	0,707598	

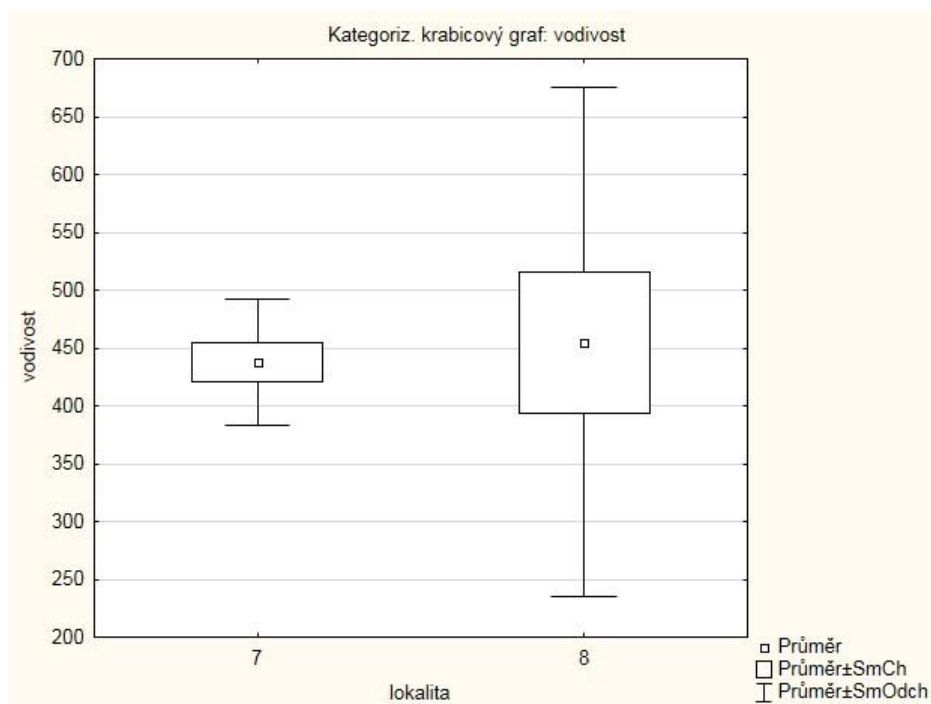
### 5.3.2 Rozdílnost parametrů kvality vody nad a pod rybniční soustavou

Testování rozdílnosti kvality vody nad a pod rybniční soustavou na přítoku do nádrže Orlík pomocí statistických metod proběhlo u sledovaných parametrů: vodivost, pH, KNK<sub>4,5</sub> a NL 105 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N a NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N (Tab. 15). Na hladině významnosti  $p < 0,05$  nebyly rozdíly v hodnocených parametrech mezi přítokem a odtokem z rybniční soustavy prokázány.

Tabulka 15: Hodnocení rozdílnosti přítoků nad a pod rybniční soustavou

Proměnná	Analýza rozptylu							
	Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ (efekt)	SV (efekt)	PČ (efekt)	SČ (chyba)	SV (chyba)	PČ (chyba)	F	p
vodivost	1761,853	1	1761,853	610599,1	22	27754,50	0,063480	0,803417
ph	0,270	1	0,270	2,7	22	0,12	2,189449	0,153137
KNK	1,280	1	1,280	18,6	22	0,84	1,515675	0,231275
NL 105	1333,335	1	1333,335	16698,3	22	759,01	1,756669	0,198641
PO4-P	0,250	1	0,250	2,5	20	0,13	1,991868	0,173514
NO3-N	0,001	1	0,001	18,2	20	0,91	0,001431	0,970199
NH4-N	0,102	1	0,102	0,7	20	0,04	2,740375	0,113450

U sledovaného parametru vodivost byly porovnávány ve sledovaném období lokality pod a nad rybníční soustavou (Tab. 16). Žádné významné rozdíly nebyly prokázány, jen lokalita č. 8 Březí má hodnoty dle grafického vyjádření vůči lokalitě č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice poněkud posunuty (Obr. 16).

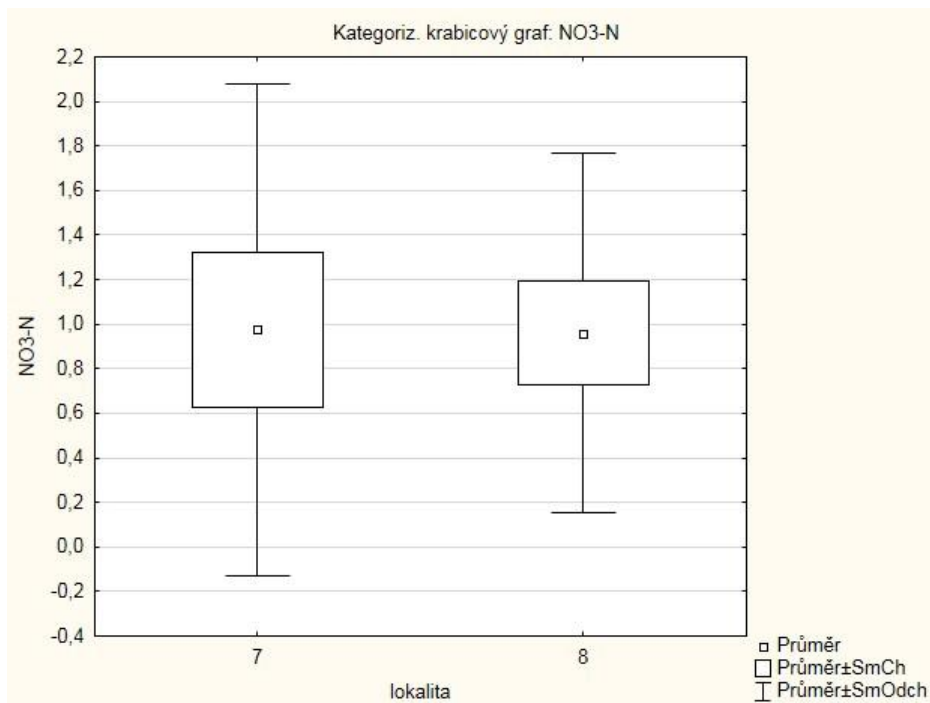


Obrázek 16: Porovnávání lokalit nad a pod rybníční soustavou prostřednictvím koncentrací vodivosti (průměr, směrodatná odchylka,  $\text{mg.l}^{-1}$ )

Tabulka 16: Statistická průkaznost rozdílnosti mezi lokalitami pod a nad rybníční soustavou u parametru vodivosti.

		Tukeyův HSD test; proměn.:vodivost Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$	
	Označení souboru	{1} (M=437,73)	{2} (M=454,92)
č. lokality			
7	{1}		0,803532
8	{2}	0,803532	

Porovnávány byly ve sledovaném období lokality pod a nad rybníční soustavou u parametru  $\text{NO}_3^-$ -N ze všech odběrů (Obr. 17). Nebyly prokázány žádné významné rozdíly. Lokality č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice se liší od lokality č. 8 Břeží (Tab. 17).

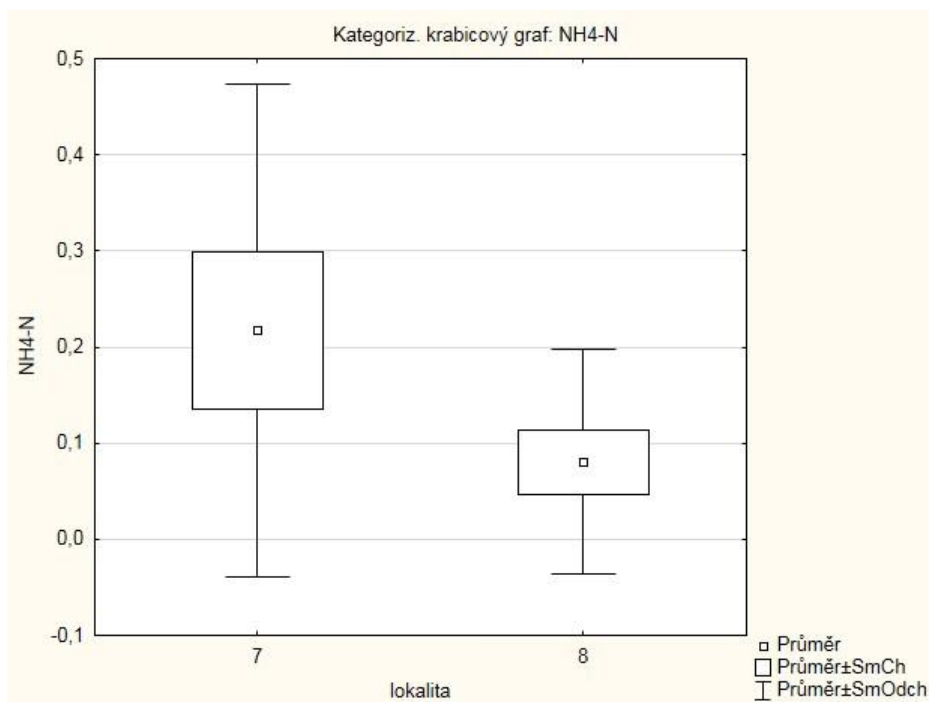


Obrázek 17: Porovnávání lokalit nad a pod rybníční soustavou prostřednictvím koncentrací  $\text{NO}_3^-$ -N (průměr, směrodatná odchylka,  $\text{mg.l}^{-1}$ )

Tabulka 17: Statistická průkaznost rozdílnosti mezi lokalitami pod a nad rybníční soustavou u parametru  $\text{NO}_3^-$ -N.

		Tukeyův HSD test; proměn.: $\text{NO}_3$ -N Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$	
		{1} (M=,97470)	{2} (M=,95925)
č.lokality	označení souboru		
7	{1}	0,970328	
8	{2}		

Porovnávány byly ve sledovaném období lokality pod a nad rybníční soustavou u parametru  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  (Obr. 18). Nebyly prokázány významné rozdíly z grafického znázornění, je patrná odlišnost lokality č. 7 od lokality č. 8 (Tab. 18).

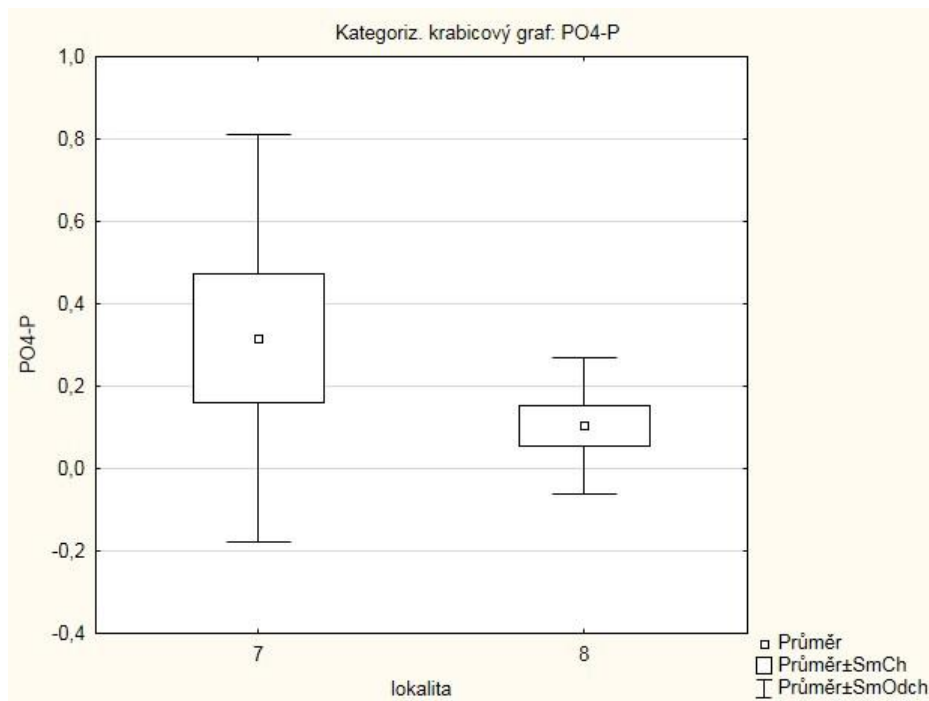


Obrázek 18: Porovnávání lokalit pod a nad rybníční soustavou prostřednictvím koncentrací  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  (průměr, směrodatná odchylka,  $\text{mg.l}^{-1}$ )

Tabulka 18: Statistická průkaznost rozdílnosti mezi lokalitami pod a nad rybníční soustavou u parametru  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ .

		Tukeyův HSD test; proměn.:NH4-N Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$	
č.lokality	označení souboru	{1} (M=,21721)	{2} (M=,08048)
7	{1}		0,113609
8	{2}	0,113609	

Porovnávány byly ve sledovaném období lokality pod rybníční soustavou u parametru  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  (Obr. 19). Žádné významné rozdíly nebyly prokázány, ale lokalita č. 7 Odtok z rybníka Chřešřovice se odlišuje od lokality č. 8 Břeží (Tab. 19).



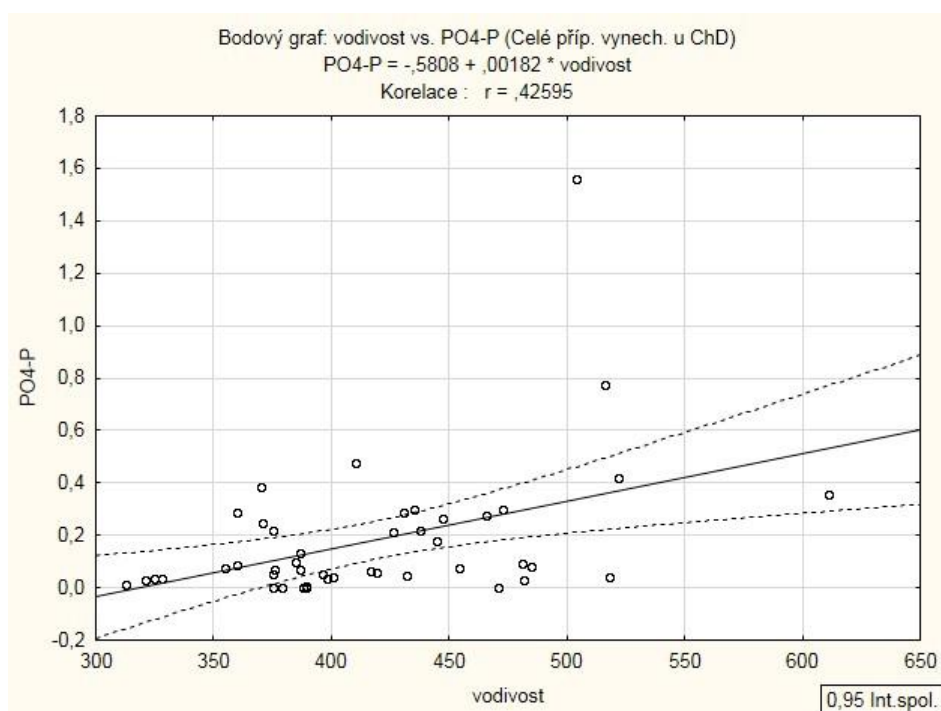
Obrázek 19: Porovnávání lokalit pod a nad rybníční soustavou prostřednictvím koncentrací  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  (průměr, směrodatná odchylka,  $\text{mg.l}^{-1}$ )

Tabulka 19: Statistická průkaznost rozdílnosti mezi lokalitami pod a nad rybníční soustavou u parametru  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ .

		Tukeyův HSD test; proměn.: $\text{PO}_4\text{-P}$ Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$	
		{1} (M=,31796)	{2} (M=,10390)
č. lokality	označení souboru		
7	{1}		0,173652
8	{2}	0,173652	

## 5.4 Hodnocení závislosti vybraných parametrů

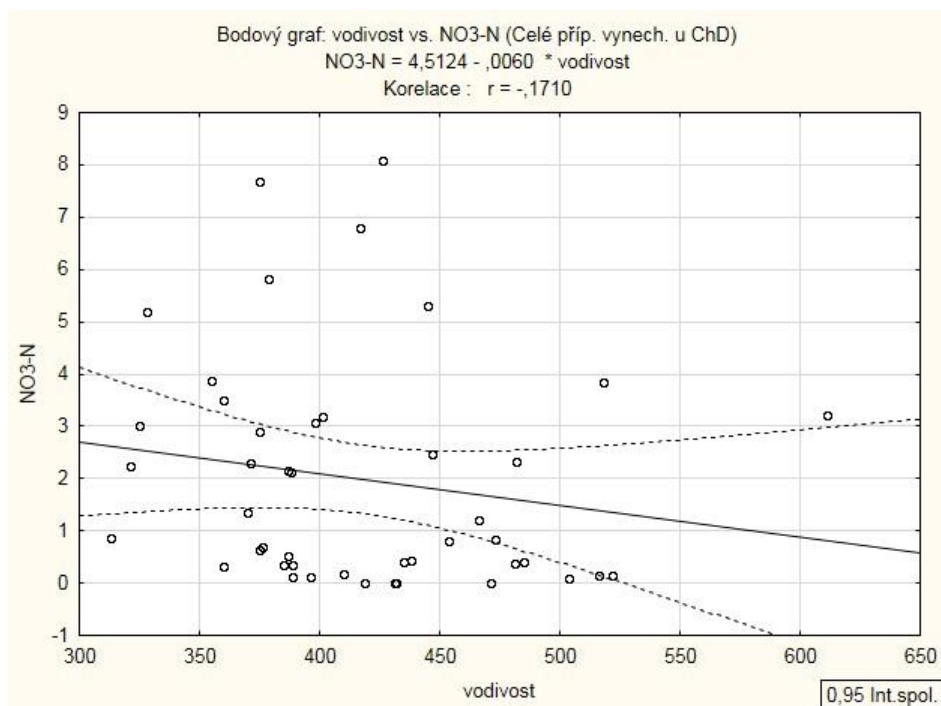
Vzhledem k možnostem měření a problematice eutrofizace vodních útvarů byla hodnocena možná závislost koncentrace  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  a  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  na hodnotách vodivosti. Vodivost je snadno měřitelný parametr přímo v terénu, je tedy možné operativně vyhodnotit více lokalit v krátkém časovém horizontu. Analýzy koncentrací  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  a  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  již zpravidla předpokládají odběry vzorků, převoz a zpracování v laboratoři. Hodnoceny byly všechny analyzované vzorky bez ohledu na lokalitu. Předpokladem bylo, že s vyššími hodnotami vodivosti budou stoupat i koncentrace  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  a  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ . Výsledky statistické analýzy ukázaly, že koncentrace  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  se vzrůstající vodivostí mírně stoupají, ale s  $r=0,46$ , což je závislost velmi slabá (Obr. 20).



Obrázek 20: Závislost koncentrace  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  na vodivosti



Výsledky statistické analýzy ukázaly, že koncentrace  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  mírně klesají se stoupající vodivostí, ale s  $r = -0,17$ , což je velice slabé (Obr. 21).



Obrázek č 21: Závislost koncentrace  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  na vodivosti

## 6. DISKUSE

Vysoký přísun živin z povodí způsobující eutrofizaci a zhoršování jakosti vody je akutním či latentním problémem mnoha našich nádrží, včetně nádrží vodárenských (Hejzlar 2008). Odtok z povodí do nádrže Orlik se vyznačuje v posledních desetiletích mimořádně vysokými koncentracemi živin, zejména fosforu. Fosforové zatížení, které je do nádrže vnášeno hlavními přítoky, Vltavou, Lužnicí, Otavou a Lomnicí, je hlavní příčinou eutrofizace a klíčovým faktorem pro vznik masového vodního květu v nádrži (Duras 2009, Hejzlar a kol., 2009a). Zemědělství a městské činnosti jsou hlavními zdroji fosforu a dusíku do vodních ekosystémů (Carpenter, 1998).

Hlavní chemické prvky způsobující eutrofizaci vody jsou fosfor (P) a dusík (N). Oba tyto prvky jsou rybníky schopny zachytit a kumulovat (Knösche a kol., 2000). Rybníky jsou důležité ekosystémy nezastupitelné v naší krajině, která je jejich hydrologickým režimem ovlivňována (Heteša a kol., 2002). Z pohledu koloběhu látek je důležitá schopnost rybníků zadržovat fosfor - klíčovou živinu vodních ekosystémů. Ze studia látkových bilancí vyplývá, že množství fosforu zadrženého v rybnících může být tak velké, že nás opravňuje k úvahám o jeho recyklaci v rámci malých povodí jednotlivých rybníků (Duras a Potužák, 2012). Rybníky přirozeně disponují velkým potenciálem v retenci fosforu a dusíku, který do nich vstupuje z bodových, plošných a difúzních zdrojů a případně i z rybářského hospodaření. V průběhu let 2010–2014 bylo sledováno 9 velkých jihočeských rybníků (60 – 449 ha). Cílem bylo zjistit jejich živinovou bilanci, resp. retenci sloučenin fosforu a dusíku. Výsledky ukázaly velkou heterogenitu sledovaných rybníků. Retence celkového fosforu se za hospodářský cyklus pohybovala v rozpětí od –52 do +66 % a retence celkového dusíku od –2% do +78 %. V průměru nejvyšší průměrná retence byla zaznamenána u dusičnanového dusíku (až 90 %). To je důkaz efektivní denitrifikace, která v rybnících probíhá (Potužák, 2013).

Z vlastního měření byly koncentrace fosforečnanového fosforu ( $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ) během sledovaného roku na lokalitě č. 3 Chřešřovice rybník v rozmezí nejvyšší hodnota  $0,22 \text{ mg.l}^{-1}$  (leden) a nejnižší  $0,04 \text{ mg.l}^{-1}$ . Získanými výsledky se nepovedlo přímo prokázat vliv rybníků na kvalitu vody. Hodnoty dalšího parametru, a to vodivosti byly od 375 do  $481 \mu\text{S.cm}^{-1}$ . Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v druhé polovině roku. Pokorný a kol., (2003) uvádí v současnosti v zemědělských oblastech hodnotu

vodivosti okolo 400 až 1000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Procházka a kol. (2001a, 2001b, 2003, 2006) porovnával 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.

Jak dále uvádí Duras a Potužák (2012), změny v kvalitě rybníční vody záleží nejen na způsobu hospodaření, ale také, jak se ukázalo, na kvalitě vody v přítoku, která může být ovlivněna v negativním smyslu mnoha způsoby. Fosforečnanový fosfor ( $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ) na lokalitě č. 8 Březí (tok nad rybníční soustavou) byl v rozmezí od 0,01  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  (únor) do 0,56  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  (srpen). Hodnoty vodivosti byly naměřeny od 209 do 986  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , kdy nejvyšších hodnot bylo dosaženo v měsících červenec až říjen. V diplomové práci byla statisticky testována i možná závislost koncentrací  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  a  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  na elektrické vodivosti vody. Slabá rostoucí závislost byla analyzována v případě fosforečnanu, u dusičnanu se závislost na vodivosti nepodařilo prokázat žádnou. Jak uvádí White (2010), hladina trojité přítokové vody je zvyšována např. průmyslovými a komunálními čistírnami odpadních vod, které způsobují silné živinové znečištění, a splachy z polí, které rybníky často obklopují. Dalším zdrojem zvýšeného obsahu dusičnanů ve vodách mohou být i splaškové odpadní vody, v menší míře i atmosférické vody a nitrifikační pochody (Tůma, 2004). Podle Durase (2010) výsledky sledování jakosti vody v přítocích do VN Orlík se oproti minulým letům významněji nezměnily. Fosforem nejzatíženější toky (Lomnice, Skalice, Lužnice) vykazují maxima koncentrací v letních měsících, což je typické pro bodové zdroje znečištění včetně vlivu rybníků. Tento rytmus je zároveň značně nepříznivý z pohledu nádrže.

Vrcholy koncentrací  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  se typicky odehrávají v zimním až časně jarním období, čímž demonstrují, že bodové zdroje zde nehrají žádnou roli (Duras, 2010). Podobné trendy jsem zaznamenala na sledovaných lokalitách, kdy v zimním období se koncentrace  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  pohybovaly od 1,26 do 8,10  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , kdežto v letním období to bylo jen kolem 0,09  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Podle Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) srážkově byl uplynulý rok 2014 na území ČR normální. V průběhu roku se vyskytlo několik srážkově normálních měsíců (duben, červenec, srpen), které se

střídaly s několika suchými (leden, březen, červen) a 2 vlhkými měsíci (květen, září). Oproti tomu rok 2015 byl srážkově silně podnormální, a to zejména v období vegetační sezóny (průměrný srážkový úhrn 531 mm představuje 79 % normálu 1961-1990). Srážkově podnormální byl pouze únor, červen, červenec a prosinec. Naopak srážkově nadnormální byly leden a listopad. Nejvíce srážek ve srovnání s normálem napadlo v listopadu (156 % normálu 1961–1990), nejméně pak v únoru (32 % normálu 1961-1990) (<http://portal.chmi.cz>). Jak demonstruje Tůma (2004), u dusičnanů byla prokázána závislost mezi jejich obsahem a intenzitou srážek. Tato skutečnost ovšem může být potlačena vlivem tzv. „zřed'ovacího efektu“. Vyšší koncentrace dusičnanů byly naměřeny ve vegetačním období a v době vyšších průtoků, nižší naopak v období mimovegetačním, obecně vyšší odnos látek, nejen dusičnanů, způsobují vyšší průtoky. Ty vlivem srážkově výrazně podnormálního období, kdy probíhalo sledování, se zpravidla nevyskytovaly, tudíž i zatížení vodní nádrže Orlik bylo v sezóně 2015 o poznání nižší. Tomu odpovídaly i slabší projevy eutrofizace v nádrži Orlik, než by se při tak teplém létě, co bylo v roce 2015, dalo předpokládat.

Dostupnost dusíku, a tedy také jeho přísun z povodí, nemá pro rozvoj biomasy ve VN Orlik význam. Za zdůraznění stojí, že nedostatek dusičnanů v letním období výrazně snižuje retenční kapacitu rybníků v povodí pro fosfor. Přestože se jakost vody ve všech přítocích VN Orlik (s výjimkou říček Lomnice a Skalice) v posledních cca 20 letech zlepšila, což platí i o koncentracích fosforu, jejichž průměrné roční hodnoty poklesly o třetinu až polovinu. Výsledky monitoringu kvality vody (prováděn státním podnikem Povodí Vltavy) však ukázaly obecně zásadní vliv bodových zdrojů fosforu a na Lužnici také rybníků, především Rožmberka (Duras, 2008).

Na vyšší obsah dusičnanů ve vodě má zřejmě vliv i skutečnost, že se téměř nevážou na půdní sorpční komplex a v půdě nejsou zadržovány. Bulíček (1977) uvádí, že vztah mezi obsahem dusičnanů ve vodě a množstvím hnojiv aplikovaných do půdy je zcela průkazný. V poslední době se ovšem množství dávek průmyslových hnojiv částečně snížilo. Hrejkovický potok se nachází v oblasti, kterou převážně obklopuje půda obhospodařovaná zemědělci. Mohlo by zde docházet k povrchovým splachům ze zemědělsky obhospodařovaných ploch a tím i k většímu přísunu těchto živin do vody. Nedaleko odběrové lokality č. 5 Květov-Hrejkovický potok hospodaří zemědělské družstvo, kdy jedním z možných zdrojů zvýšených koncentrací mohou

být úložiště hnoje. Důležitá je vzdálenost od vodního toku a správné zachycování vytékající tekutiny (úložiště zpevněné). To pak může následně vést ke snížení kvality vody v daném povodí. Na rozdíl od dusičnanů hodnoty obsahu fosforečnanů ve vodách příliš nesouvisí se zemědělskou činností, ale především s odpadními vodami z domácností a průmyslu (Dinnes, 2002). Porovnávány byly ve sledované období lokality nad a pod rybníční soustavou u parametru  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ , žádné významné rozdíly nebyly prokázány, ale lokalita č. 7 Odtok z rybníka Chřešťovice ( $1,557 \text{ mg.l}^{-1}$ ) se odlišuje od lokalit č. 3 Chřešťovice rybník ( $0,217 \text{ mg.l}^{-1}$ ), č. 5 Květov – Hrejkovický potok ( $0,417 \text{ mg.l}^{-1}$ ) a č. 9 ( $0,48 \text{ mg.l}^{-1}$ ) a č. 8 Březí ( $0,559 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Z výsledků vyplývá, že se neprokázal přímý vliv rybníčního hospodaření na zhoršení kvality vody.

Zvýšené koncentrace  $\text{PO}_4^{-}\text{-P}$  a  $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$  na lokalitě č. 9 Hrejkovice obec je možné dát do souvislosti s obcí Hrejkovice, která se nachází v povodí nad odběrovým místem a kde prozatím není v provozu čistírna odpadních vod. Obsah amoniakálního dusíku ( $\text{NH}_4^{+}$ ), který se pohyboval téměř u všech lokalit nejnižší hodnoty měřené v letním období naopak nejvyšší v zimním období. Jak Duras (2010) uvádí, obsah  $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$  je ukazatelem organického znečištění s typickými vrcholy v zimě, kdy kvůli nízké teplotě nitrifikace v tocích vázne. Naměřené hodnoty (TC, IC, DOC) (ČSN EN 1484) byly obvyklé a bez rozdílu mezi lokalitami.

Vodní nádrž Orlický náhon je často označována jako „žumpa“ jižních Čech. Podle Nařízení vlády ČR č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod pro  $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$  je přípustné znečištění  $5,4 \text{ mg.l}^{-1}$  a pro  $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$  je to  $0,23 \text{ mg.l}^{-1}$ . U sledovaných lokalit byla naměřena nejvyšší střední hodnota  $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$   $3,67 \text{ mg.l}^{-1}$  (lokalita č. 5. Květov – Hrejkovický potok), u parametru  $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$   $0,250 \text{ mg.l}^{-1}$  (lokalita č. 9 Hrejkovice obec). Z výsledků lze říci, že hodnoty jsou v přípustné míře znečištění.

## 7. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zjistit a vyhodnotit změny chemismu povrchových vod vybraných přítoků do nádrže Orlík. Dále posoudit možný vliv hospodaření člověka (antropogenní faktor) v povodí s výskytem vodních nádrží – rybníků na kvalitu vody, resp. zatížení přítoků především koncentracemi rozpuštěného dusíku a fosforu.

V rámci řešení diplomové práce byla během jedné sezóny (listopad 2014 - listopad 2015) sledována a hodnocena kvalita vody na přítocích do vodní nádrže Orlík, za tímto účelem byly odebírány v pravidelných měsíčních intervalech vzorky vody a analyzovány v laboratoři (LAE, ZF JU v Českých Budějovicích).

Z vyhodnocených výsledků vyplývá, že naměřené koncentrace látek na sledovaných lokalitách odpovídají běžně měřeným údajům v oblasti (Povodí Vltavy, a.s., ČHMÚ, apod.). Koncentrace  $\text{NO}_3^-$ -N zde mají své vrcholy v zimním až časně jarním období, dochází tedy k sezónním změnám, které jsou u povrchových vod obvyklé. Vlivem srážkově výrazně podnormálního období roku 2015, kdy probíhalo sledování, bylo zatížení vodní nádrže Orlík o poznání nižší. Naopak vyšších hodnot bylo dosaženo v zimním období, kdy většinou dochází k aplikaci průmyslových hnojiv a jejich snadnějšímu vyplavování z půdy. Hodnoty koncentrací  $\text{PO}_4^{3-}$ -P nejsou primárně spojovány se zemědělskou činností, ale spíše s bodovými zdroji vyskytujícími se v povodí. U koncentrací  $\text{PO}_4^{3-}$ -P se neprokázal žádný významný sezónní trend, celkově hodnoty koncentrací odpovídají hodnotám uváděným v citovaných zdrojích.

Z testování rozdílnosti mezi lokalitami vyplývá, že u parametru  $\text{NO}_3^-$ -N byly zjištěny rozdílnosti kvality vody u lokalit pod rybníční soustavou, kdy – u lokality Hrejkovický potok je zřejmé její umístění v zemědělském povodí. U parametru  $\text{PO}_4^{3-}$ -P na lokalitách pod rybníční soustavou žádné významné rozdíly nebyly statisticky prokázány, i když byly zaznamenány vyšší koncentrace u lokality č. 7 - Odtok z rybníka Chřešřovice, a lokality pod obcí bez funkční čistírny odpadních vod (č. 9 Hrejkovice obec).

Testováním rozdílnosti kvality vody nad a pod rybníky se došlo k závěru, že na sledovaných lokalitách nemělo rybníční hospodaření v sezóně 2015 vliv na kvalitu vody, resp. zatížení vodní nádrže Orlík dusíkem a fosforem. Podstatnějším zdrojem N a P ve vodě budou plošné (hospodaření na orné půdě) a bodové zdroje v povodí.

Výsledky této práce budou poskytnuty obecnímu úřadu Hrejkovice a pracovišti Povodí Vltavy, státní podnik v Českých Budějovicích, které o ně v průběhu řešení práce projevily zájem.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Adámek, Z.(2010): Aplikovaná hydrobiologie. Vyd. 1. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický. ISBN 978-80-85887-79-2.

Adámek, Z., Linhart O., Kratochvil M., Flajšhans M., Randak T., Polícar T., Kozak P., (2012): Aquaculture in the Czech Republic in 2012: A prosperous and modern sector based on a thousandyear history of pond culture. *World Aquaculture* 43 (2): 20-27.

Ahearn, D.,S., Sheibley, R.,S., Dahlgren, R.,A., Anderson, M., Johnson, J., Tate, K.,W. (2005): Land use and land cover influence on water quality in the last free-flowing river draining the western Sierra Nevada, California. *Journal of Hydrology* 313, 234 - 247 p.

Albrecht, J a kol., (2003): Chráněná území ČR. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno. 808 s. ISBN 80-86064-65-4.

Bhatnagar, A; Sillanpää, M., (2011): A review of emerging adsorbents for nitrate removal from water. *Chemical Engineering Journal*, 168.2: 493-504.

Biologické centrum AV ČR, v. v. i., (2010): Hydrobiologický ústav, České Budějovice, září 2010

Brezonik, P. L a William A Arnold, (2011): *Water chemistry: an introduction to the chemistry of natural and engineered aquatic systems*. New York: Oxford University Press, ISBN 978-0-19-973072-8.

Brutsaert, W., (2005): *Hydrology: an introduction*. New York: Cambridge University Press, ISBN 0521531861.

Bulíček, J.etal.,(1977): *Voda v zemědělství*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha

Buzek, L. (2000): Plaveninový režim v povodí horní Ostravice (Moravskoslezské Beskydy) nad vodárenskou nádrží Šance v letech 1976 - 1998. In: *Journal of Forest Science*, 46, Česká akademie zemědělských věd, Praha, s. 275 – 286

Buzek, L. (1998a): Eroze lesní půdy v Moravskoslezských Beskydech. In: *Veronica*, 12. zvl. číslo „Krajina a povodeň“, XII, Regionální sdružení ČSOP, Brno, s. 40 – 41

Buzek, L. (1998b): Ohrožení půdy vodní erozí. In: *Biologie, chemie, zeměpis*, 7, SPN, Praha, s. 232 – 235

Carpenter, Stephen R., et al., (1998): Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological applications*, 8.3: 559-568.



- Cílek, V., Kender, J. (ed.), (2004): Voda v krajině: kniha o krajinotvorných programech. Praha: Consult pro Ministerstvo životního prostředí a Agenturu ochrany přírody a krajiny ČR, 2004. ISBN 80-902-1327-8.
- Corrrell, D. L., (1999): Phosphorus: a rate limiting nutrient in surface waters. Poultry Science, 78.5: 674-682.
- Červený, J., Bohm, B., (1984): Podnebí a vodní režim ČSSR. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- Dinnes, D. L., et al., (2002): Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Midwestern soils. Agronomy journal, 94.1: 153-171.
- Duras, J., (2008): Monitoring kvality vody nádrže Orlík a vodních toků v jejím povodí, nejdůležitější výsledky. Sborník semináře Revitalizace orlické nádrže, 6. října 2008, Písek)
- Duras, J., (2009). Monitoring kvality vody nádrže Orlík a vodních toků v jejím povodí, nejdůležitější výsledky.-Sborník semináře Revitalizace orlické nádrže, 6.10.2008, Písek. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2009.
- Duras, J., Liška M., Potužák J., (2010) : VN Orlík v roce 2010.- Sborník semináře Revitalizace orlické nádrže 2010, 12.-13.10.2009, Písek.
- Duras, J., Potužák, J., (2012): Látková bilance fosforu v produkčních a rekreačních rybnících. Vodní hospodářství. 6: s. 210-216.
- Fiala, D., Rosendorf P. (2009): Plošné zdroje fosforu v povodí VN Orlík. Sborník konference Revitalizace Orlické nádrže, 6.-7. října 2009, Kulturní dům Písek. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, s. 75-86.
- Gergel, J., Bureš, P. (2004): Anti flood protection Strunkovice nad Blanicí Tichovec. Praha: Consult.
- Gordon, M. a R. T Forman., (1993): Krajinná ekologie. Vyd. 1. Překlad Jan Těšitel. Praha: Academia, ISBN 8020004645.
- Graham, A. L., (1995): The Code of good agricultural practice for the protection of water with particular reference to farm waste management plans. Croatian Waters 3. 309–312.
- Grünwald, A.,(1999): Voda a ovzduší 20. ČVUT, Praha.
- Hartman, P., Příkryl, I. et Štědrovský, E., (2005): Hydrobiologie. – Informatorium, 1-358, Praha.
- Hartman, P., Příkryl I., Štědrovský E., (1998): Hydrobiologie, Praha

- Heathwaite, A. L., Burt, T. P., (1991): Predicting the effect of land use on stream water quality. IAHS Publication 203. 209-218.
- Hejzlar, J., Borovec J., (2004): Fosfor ve vodních ekosystémech – formy, stanovení, koloběhy, Brno
- Hejzlar, J., Duras J., Staňková B., Turek J., Žaloudík J., (2008): Vliv eutrofizace na jakost vody v nádržích: metodika hodnocení přísunu živin z povodí a protieutrofizační odolnosti nádržového ekosystému. Sborník konference Pitná voda 2008, s. 47-52. W&ET Team, Č. Budějovice. ISBN 978-80-254-2034-8
- Hejzlar, J., Matěna J., Šimek K., Turek J., Znachor P., Žaloudík J., Rohlík V., Langhansová M. (2009a): Fosfor jako hlavní příčina současného nepříznivého stavu eutrofizace a jakosti vody v nádrži Orlické. Sborník semináře Revitalizace Orlické nádrže, 6. října 2008, Kulturní dům Písek, Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, str. 84–95.
- Hejzlar, J., Borovec, J., Mošnerov, P., Polívka, J., Turek, J., Volková, A., Žaloudík, J., (2010): Bilanční studie zdrojů živin v povodí nádrže Orlické: 1. principy, metodika, výsledky. In: J. Borovec a I. Očásková (ed.) Sborník konference Revitalizace Orlické nádrže 2010, 12.–13. října 2010, Písek, Svazek obcí regionu Písecko a Biologické centrum AC ČR, v. v. i., Hydrobiologický ústav, České Budějovice, s. 53–66.
- Hejzlar, J. et al., (2014): Deliverable 7.17: Synthesis of work at River Vltava catchment. Výstup z projektu REFRESH.[online] 2014, dostupné na: [http://www.refresh.ucl.ac.uk/webfm\\_send/2374](http://www.refresh.ucl.ac.uk/webfm_send/2374)
- Heteša, J., a E., Kočková, (1997): Hydrochemie. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-289-6.
- Heteša, J., Marvan P., Kupec P., (2002): Uvalsky a Šibenik - rybníky splňující funkci čistíren odpadních vod. In: Spurný P. (ed.) Sborník 5. české ichtyologické konference, Brno.
- Hlavínek, P., Říha, J., (2004): Jakost vody v povodí. Nakladatelství Cerm, Brno.
- Horáková, M., P., Lischke a A., Grünwald, (1986): Chemické a fyzikální metody analýzy vod: celostátní vysokoškolská příručka pro stud. VŠCHT stud. oboru technologie vody. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.
- Ivanová, M., et al., (2013): The analysis of ganges ecological stability of landscape in the contrasting region of the mountain range and a lowland. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & mining Ecology Management, 1: 925.

- Jones, K. B., Neale, A. C., Nash, M. S., Van Remortel, R. D., Wickham, J. D., Riitters, K. H., O'neill, R. V., (2001). Predicting nutrient and sediment loadings to streams from landscape metrics: a multiple watershed study from the United States Mid-Atlantic Region. *Landscape Ecology* 16. 301-312.
- Juranová, E., Hanslík E., (2014): Stanovení distribučního koeficientu radionuklidů v systému sediment-povrchová voda a nerozpuštěné látky-povrchová voda. Praha, [http://vuv.cz/files/pdf/220/224\\_certifikovana\\_metodika\\_stanoveni\\_kd.pdf](http://vuv.cz/files/pdf/220/224_certifikovana_metodika_stanoveni_kd.pdf)
- Jůva, K., (1981): Ochrana krajiny ČSSR z hlediska zemědělství a lesnictví. Praha: Academia. 543 s.
- Kalač, P., (2010): Chemie životního prostředí. 2., dopl. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 171 s. ISBN 9788073942328.
- Kalavská, D., (1989): Analýza vod. Bratislava, Alfa, 264 s.
- Kaličinská, J., (2006): Monitorování životního prostředí. Pavel Kouča. Ostrava. 88 s.
- Karr, JR., (1991): Biological integrity: A long-neglected aspect of water resource management. *Ecol. Appl.* 1:66-84.
- Knösche, R.; Scheckenbach, K.; Pfeifer, M.; Weissenbach, H. (2000): Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. *Fischeries Management and Ecology*, 7: 15–22.
- Kopp, J., (2007): Vliv antropogenních změn na stabilitu fluvialních systémů. Změny v krajině a povodňové riziko. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 143-151.
- Krása, J., (2013): Hodnocení ohroženosti vodních nádrží sedimentem a eutrofizací podmíněnou erozí zemědělské půdy. Vyd. 1. Praha, 2013: ČVUT v Praze, Fakulta stavební. ISBN 978-80-01-05428-4.
- Kravčík, M., Pokorný, J., Kohuťiar, J., Kováč, M., Tóth, E. (2007): Voda pre ozdravenie klímy – Nová vodná paradigma. Košice: Municipalia, a. s., 93 p.
- Kvítek, T., J., Gergel a G., Kvítková, (2005): Využití a ochrana vodních zdrojů. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 80-7040-773-5.
- Lellák, J. et Kubíček, F., (1991). *Hydrobiologie*. – Karolinum, 1-257. Praha.
- Maděra, P., et al., (2004): Metodické postupy projektování lokálního ÚSES. Methodological guidance for developing local TSES). Mendel University of Agriculture and Forestry and Löw a spol. Brno. CD-ROM.
- Manahan, S. E., (2010): Environmental chemistry. Boca Raton, 811 s.

- Meybeck, M., Chapman, D., Helmer R., (1989): Global freshwater quality. First Assessment. Cambridge: Basil Blackwell. 356 s. ISBN 9780631173144.
- Míchal, I., (1994): Ekologická stabilita. Veronica.
- Moss, B., (1998): Ecology of Fresh Waters: man and medium, past to future. Oxford: Blackwell Science. 572 s. ISBN 978-0632035120.
- OECD, (1982): Eutrophication of Waters – Monitoring, Assessment and Control. Final report. OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters. Vollenweider, R. A. and Kerekes, J (eds.). Organisation for Economic Development and Co-operation. Paris. 332 p.
- Pačes, T., (1982a): Basics of water geochemistry. Academia, Praha. 304 s.
- Pechar, L., J. Potužák, (2006): Long-Term Investigation of Ponds for the Ecological Monitoring Život. Prostr., Vol. 40, No. 2, p. 98 – 100.
- Pechar, L., J. Pokorný, J. Procházka, K. Wotavová, E. Pecharová, J. Švehla, (2004): Vliv vegetačního krytu na disipaci energie a vodní režim v krajině - dopady na interakce biotických a abiotických složek v povrchových vodách. – In.: Voženílková, B. (ed.): Coll. of Sci. Pap., Faculty of Agriculture in České Budějovice. Series for Crop Science. Vol. 21., 2-3 Special Issue, 249-255.
- Pecharová, E., J. Procházka, K. Wotavová, Z. Sýkorová, J. Pokorný, (2004): Restoration of Landscape Functions after Termination of the Coal Mining. Život. Prostr., Vol., 38, No. 3, 151 – 155.
- Peters, N. E., Bricker, O. P., Knenedy, M. M. (Eds.) (1997): Water quality trends and geochemical mass balance. Chichester: John Wiley and Sons. 420 s. ISBN 9780471978688.
- Pitter, P., (1999): Hydrochemie. Praha VŠCHT, 568 s.
- Pitter, P., (2009): Hydrochemie. Praha, VŠCHT, 579 s.
- Pokorný, J., Oeřovská, K., Macák, M., Pecharová, E. (2003): Matter losses from large catchment expressed as acidification - how much does acid rain cause? In: Vymazal, J. (ed.): Wetlands: nutrients, metals and mass cycling. Backhuys Publ., Leiden, 293- 306p.
- Pokorný, J., (2014): Hospodaření s vodou v krajině – funkce ekosystémů.
- Potužák, J.; Duras, J.; Borovec, J.; Rucki, J. (2010): Rybníky Dehtář a Hejtman – látkové bilance. Sborník semináře Revitalizace Orlické nádrže, 12.–13.10.2010, Písek. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích.. ISBN 978-80-254-9014-3: pp. 119–136s.

- Potužák, J.; Duras, J. (2013): Rybníky jako účinný nástroj pro snižování živinového zatížení povodí. *Vodárenská biologie 2013*, 6. –7. února 2013, Praha, ČR, Říhová –Ambrožová J. (Edit.), ISBN 978-80-86832-70-8, 32 – 40.
- Potužák, J., Duras J., (2015): Retence živin v rybnících – význam, hodnocení a možnosti jejího využití.
- Popl, M., a J., Fährnich (1999): Analytická chemie životního prostředí. Vyd. 4., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-336-3.
- Pouličková, A., (2011): Základy ekologie sinic a řas. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Procházka, J., Hakrová, P., Pokorný, J., Pecharová, E., Hezina, T., Šíma, M., Pechar, L. (2001a): Effect of Different Management Practices on Vegetation Development, Losse sof 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, vod látek v malých povodích na Šumavě. *Silva Gabreta*, 6, 199 - 224 s.
- Procházka, J., Pokorný, J., Hakrová, P., Kučera, Z., Wotavová, K., Pechar, L., Vymazal, J. (2003): Annual cation and biomass budgets in three small moutain catchments. In: Vymazal, J (ed.): Wetlands- nutrients, metals and mass cycling., Leiden, Backhuys Publishers, 281- 291p.
- 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 - 95p.
- Příkryl, I., Faina, R.,(1999): Hodnocení alternativ zbytkové jámy Medard –Libík v Sokolově z hlediska kvality vod. Třeboň, 44 s. Fafílková, Bc Veronika; Příkryl, RNDr Ivo. Téma: Vodní a mokřadní lokality v povodí jezera Medard.
- Richtr, J., Hejzlar J., Semančíková E. (2009): Koncentrace a formy fosforu v odtoku z malých zemědělských povodí v povodí nádrže Orlík. Sborník konference Revitalizace Orlické nádrže, 6.-7. října 2009, Kulturní dům Písek. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, s. 65-74.
- Ripl, W., (1995): Management of water cycle and energy flow for ecosystem control: the energy.transport.reaction (ETR) model. *Ecological Modelling*

- Ripl, W., Pokorný, J., Eiseltoová, M., Ridgill, S. (1996): Holistický přístup ke struktuře a funkci mokřadů a jejich degradaci. Eiseltoová M ( ed. Obnova jezerních ekosystémů – holistický přístup . Wetlands International Publishing č. 32
- Ripl, W., Eiseltoová, M. (2009): Sustainable land management by restoration of short water cycles and prevention of irreversible matter losses from topsoils. *Plant Soil and Environment*, Vol. 55, Iss. 9, pp. 404–410.
- Říhová Ambrožová, J., (2003): Aplikovaná a technická hydrobiologie. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 80-7080-521-8.
- Říhová Ambrožová, J., (2006): Encyklopedie hydrobiologie, vydavatelství VŠCHT, Elektronická verze
- Říhová Ambrožová, J.: (2005): Aplikovaná a technická hydrobiologie, vydavatelství VŠCHT, Elektronická verze 1.0.
- Serrano, E. S., (1997): *Hydrology for engineers, Geologists and Environmental Professionals*, HydroScience Inc., Lexington, Kentucky.
- Schindler, D. W., (1997): Widespread effects of climatic warming on freshwater ecosystems in North America. *Hydrological Processes* 11. 1043-1067.
- Schlesinger, W. H., (1997): *Biogeochemistry: an analysis of global change*. 2nd ed. San Diego, Calif.: Academic Press, ISBN 012625155X.
- Sklenička, P., (2003): *Základy krajinného plánování*. Praha, Sklenička N., 321 s.
- Slavíková, L., Vojáček, O., Macháč, J., Smejkal, T., (2014): Eutrofizace vodní nádrže Orlík: Jak ji co nejlevněji vyřešit? Analýza nákladů a přínosů opatření ke snížení eutrofizace vodní nádrže.
- Sukop, I., (2006): *Ekologie vodního prostředí*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.
- Soukup, M., Piplná, E., (2003): Vývoj koncentrace dusičnanů ve vodách v zemědělské a lesní části experimentálního povodí Cerhovického potoka. *Soil and Water*, 2. 83–94.
- Tlapák, V., J., Šálek a V., Legát, (1992): *Voda v zemědělské krajině*. 1. vyd. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda.. ISBN 80-209-0232-5.
- Tůma, J, M Kaplanová, (2004): Změny vybraných ukazatelů kvality vody v toku Divoké Orlice, *Changes of the selected indicators of water quality in Divoka Orlice stream*, 25 Vč. sb. přír. - Práce a studie, 25-35 ISBN: 80 - 86046 - 70 – 2
- Volaufová, L., J., Langhammer, (2007): Specifické znečištění povrchových voda a sedimentů v povodí Klabavy. *Vodohosp.Čas.*,55, 2,24lit.,

White, M. J., Storm D. E., Busteed P. R., Smolen M. D., Zhang H. L., Fox G. A., (2010): A quantitative phosphorus loss assessment tool for agricultural fields. *Environmental Modelling & Software* 25 (10): 1121-1129.

Zelenková, K., (2014): Eutrofní zatížení údolní nádrže Orlík. Č. Bud., bakalářská práce (Bc.). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta

Žáková, Z., Mlejnková H., (2001): Porovnání výsledků stanovení trofického potenciálu vody získaných mikrometodou dle TNV 757741 a standardizovanou metodou, Brno.

### **Seznam internetových zdrojů**

Mapový prohlížeč mapy.cz, 2011. [online], Dostupné z <http://www.mapy.cz> [cit. 2016-30-03]

Povodí Vltavy, státní podnik. [online], Dostupné z <http://www.pvl.cz> [cit. 2016-25-03]

<http://pisecko.cz> [cit. 2016-25-03]

Ministerstvo zemědělství. Dostupné z <http://www.eagri.cz/public/web/file/37021-18-pesticidy.pdf> [cit. 2016-30-01]

Uplatnění nitrátové směrnice v ČR. [online], Dostupné z <http://www.nitrat.cz> [cit. 2016-20-03]

Obecné schéma koloběhu vody v krajině. [online], Dostupné z <http://www.ekologie-v-kostce.cz> [cit. 2016-28-02]

Hydrologický cyklus. [online], Dostupné z <http://wikipedia.cz> [cit. 2016-28-02]

Česká informační agentura životního prostředí. [online], Zpráva o životním prostředí. Dostupné z <http://www1.cenia.cz/www/node/663> [cit. 2016-30-03]

Český hydrometeorologický ústav. [online], Dostupné z 2. [http://voda.chmi.cz/opzv/hg\\_rajony/hg\\_rajony\\_2005.htm](http://voda.chmi.cz/opzv/hg_rajony/hg_rajony_2005.htm) [cit. 2016-01-04]

Územní srážky v roce 2014, 2015. dostupné z <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky> [cit. 2016-01-04]

Hydrologická mapa. Dostupná z <http://www.hydro.chmi.cz> [cit. 2016-01-04]

Český hydrometeorologický ústav. Hlásná a předpovědní povodňová služba. [online], Dostupné z [http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_main.php](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_main.php) [cit. 2016-09-04]

Česká asociace hydrologů. [online], Dostupné z [http://www.cah-uga.cz/system/files/Hydrogeologie%20a%20pravo%202012\\_1\\_0.pdf](http://www.cah-uga.cz/system/files/Hydrogeologie%20a%20pravo%202012_1_0.pdf) [cit. 2016-22-03]

Český statistický úřad. Charakteristika okresu Písek. [online], Dostupné z [http://www.czso.cz/x/redakce.nsf/i/charakteristika\\_okresu\\_pi](http://www.czso.cz/x/redakce.nsf/i/charakteristika_okresu_pi). [cit 2016-06-04]

SKALAR. [online], Dostupné z <http://cs.skalar.com/analyzatory/formacs-series-toctn-analyzatory-pro-kapalne-vzorky> [cit 2016-06-04]

Projekt REFRESH. Dostupné z [http://www.refresh.ucl.ac.uk/webfm\\_send/2374](http://www.refresh.ucl.ac.uk/webfm_send/2374) [cit. 2016-06-04]

[www.enwiwiki.cz](http://www.enwiwiki.cz), [cit. 2016-05-03]

[www.pisecko.cz](http://www.pisecko.cz), [cit. 2016-30-03]

### **Seznam právních norem**

zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a o změně některých zákonů

zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí

zákon č. 99/2004 Sb., o rybářství

zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně krajiny a přírody

zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů.

Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu

Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., Metodika hodnocení jakosti vody

Nařízení vlády ČR č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky

Směrnici Rady 676/1991/EHS, o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (nitratová směrnice)

ČSN 75 7221 Jakost vod - Klasifikace jakosti povrchových vod

ČSN EN 1484, ČSN 1222 / 757330 Jakost vod - Stanovení prahového čísla pachu (TON) a prahového čísla chuti (TFN)



## 9. PŘÍLOHY

### Seznam příloh:

**Příloha I** – Pracovní deník z terénních odběrů.

**Příloha II** – Střední hodnoty (medián - Me) a směrodatná odchylka (STD) vodivosti, pH, KNK<sub>4,5</sub>, NL 105, fosforečnanového fosforu ( $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ), dusičnanového dusíku ( $\text{NO}_3^- \text{-N}$ ), amoniakálního dusíku ( $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ ), celkového uhlíku (TC), anorganického uhlíku (IC) a rozpuštěného organického uhlíku (DOC) v povrchové vodě na sledovaných lokalitách.

**Příloha III** - Tabulky základních naměřených data fyzikálně-chemických parametrů na sledovaných lokalitách v průběhu sezóny 2014/2015.

**Příloha IV** – Sezónní trend hodnocených parametrů na sledovaných lokalitách.

**Příloha V** - Obrázkový přehled sledovaných lokalit.

**Příloha I: Pracovní deník z terénních odběrů.**

Datum: 15.11.2014 čas odběru: 10:45 – 14:40 odebrala: Zelenková (odebíráno v terénu)

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Teplota vody °C	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	393	8,6	10,7	polojasno, +10, J vítr	rybník napuštěn
5	Květov-hrejkovický potok	353	8,21	10,9	polojasno, mírný vítr	hloubka 20cm
7	Odtok z ryb.Chřešťovice	486	7,46	11	zataženo, mírný vítr	hloubka 20cm
8	Břeží	349	7,39	10,8	polojasno,vítr	
9	Hrejkovice obec	318	7,88	11	polojasno,mírný vítr	zákal, hloubka do 20cm

Datum: 14.12.2014 čas odběru: 13:10 – 14:25 odebrala: Zelenková (odebíráno v terénu)

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Teplota vody °C	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	390	8,10	3,5	slunečno, +10, bezvětří	Rybník plný,
5	Květov-Hrejkovický potok	359	7,62	4,8	Polojasno,bezvětří	
7	Odtok z ryb.Chřešťovice	508	7,07	6,6	slunečno,bezvětří	
8	Břeží	321	6,65	5,5	polojasno, mírný vítr	
9	Hrejkovice obec	320	6,43	4,9	zataženo, bezvětří	hloubka vody 20cm

**Příloha I: Pracovní deník z terénních odběrů.**

Datum: 31.1.2015 čas odběru: 13:11 – 15:20 odebrala: Zelenková (odebíráno v terénu)

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Teplota vody °C	Počasí	Pozn.
3	Chřešřovice rybník	385	8,70	1,8	Polojasno, mírný vítr	Rybník plný,
5	Květov-Hrejkovický potok	373	7,47	1,2	Slabý vítr, mírně sněží, polojasno	
7	Odtok z ryb.Chřešřovice	395	8,08	1,9	Slabý vítr, polojasno	
8	Březí	271	7,59	1	polojasno, mírný vítr	
9	Hrejkovice obec	576	8,01	2,4	Mírně sněží, slabý vítr	

Datum: 28.2.2015 čas odběru: 13:11 – 15:20 odebrala: Zelenková (odebíráno v terénu)

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Teplota vody °C	Počasí	Pozn.
3	Chřešřovice rybník	374	9,14	5,8	Polojasno,	Rybník plný,
5	Květov-Hrejkovický potok	379	7,07	4,6	Zataženo, mírní déšť bez větru	
7	Odtok z ryb.Chřešřovice	388	7,79	7,1	polojasno	
8	Březí	209	7,45	6,7	Slunečno, lehce zamrznuo, bezvětří	
9	Hrejkovice obec	426	6,59	5,3	Zataženo,mrholí, bez větru	

**Příloha I: Pracovní deník z terénních odběrů.**

Datum: 29.3.2015 čas odběru: 14:05 – 15:45 odebrala: Zelenková (odebíráno v terénu)

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Teplota vody °C	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	363	9,10	9,1	Zataženo, vítr	Rybník plný,
5	Květov-Hrejkovický potok	417	8,48	12,7	Mírný déšť, zataženo, bez větru	
7	Odtok z ryb.Chřešťovice	376	8,71	9,4	Zataženo, vítr, mrholení	
8	Břeží	318	8,01	8,5	Zataženo, bezvětří	
9	Hrejkovice obec	306	9,43	9,7	Mrholení, slabý vítr, zataženo	

Datum: 30.4.2015 čas odběru: 12:00 – 14:00 odebrala: Zelenková (odebíráno v terénu)

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Teplota vody °C	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	391	7,92	16,1	Polojasno, mírný vítr	Rybník plný,
5	Květov-Hrejkovický potok	360	7,80	11,3	mírný vítr, zataženo	
7	Odtok z ryb.Chřešťovice	394	7,80	15,7	mírný vítr, polojasno	
8	Břeží	271	8,32	15,3	polojasno, bezvětří	
9	Hrejkovice obec	314	8,17	13,2	zataženo, slabý vítr	

**Příloha I: Pracovní deník z terénních odběrů.**

Datum: 31.5.2015 čas odběru: 13:00 – 14:35 odebrala: Zelenková

Hodnoty naměřeny v LAE ZF JCU.

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	396	7,2	Zataženo, vítr	Rybník plný,
5	Květov-Hrejkovický potok	447	7,2	slabý vítr, mírný déšť	Málo vody
7	Odtok z ryb.Chřešťovice	387	7,2	slabý vítr,	Málo vody
8	Břeží	360	6,9	polojasno, mírný vítr	
9	Hrejkovice obec	370	7,3	Slabý vítr, mírný déšť	Málo vody, špinavé

Datum: 8.7.2015 čas odběru: 11:00 – 14:30 odebrala: Zelenková

Hodnoty naměřeny v LAE ZF JCU.

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	419	7,5	polojasno, mírný vítr	Rybník plný,
5	Květov-Hrejkovický potok	466	7,6	polojasno, mírný vítr	
7	Odtok z ryb.Chřešťovice	431	7,2	Polojasno, mírný vítr,	
8	Břeží	439	7,1	polojasno, mírný vítr	
9	Hrejkovice obec	410	7,45	polojasno, mírný vítr	

**Příloha I: Pracovní deník z terénních odběrů.**

Datum: 16.7.2015 čas odběru: 14:50 – 16:20 odebrala: Zelenková

Hodnoty naměřeny v LAE ZF JCU.

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	432	7,5	Slunečno, bezvětří	Rybník plný,
5	Květov-Hrejkovický potok	473	8,1	Slunečno, bezvětří	
7	Odtok z ryb.Chřešťovice	435	7,4	Slunečno, bezvětří	Málo vody
8	Březí	465	8,04	slunečno	
9	Hrejkovice obec	360	7,53	Slunečno, bez větru	

Datum: 31.8.2015 čas odběru: odebrala: Zelenková

Hodnoty měřeny v LAE ZF JCU.

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	481	7,1	Velké teplo, slunečno	den předtím prudký déšť
5	Květov-Hrejkovický potok	522	7,1	slunečno	Málo vody
7	Odtok z ryb.Chřešťovice	504	6,9	slunečno	Málo vody
8	Březí	665	6,9	slunečno	Málo vody
9	Hrejkovice obec	385	6,9	slunečno	Málo vody

Datum: 17.9.2015 čas odběru: odebrala: Zelenková

Hodnoty naměřeny v LAE ZF JCU.

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	471	7,5	Rybník plný,
5	Květov-Hrejkovický potok	485	8,8	
7	Odtok z ryb.Chřešťovice	516	7,3	
8	Březí	986	7	
9	Hrejkovice obec	438	7,6	

## Příloha I: Pracovní deník z terénních odběrů.

Datum: 1.10.2015 čas odběru: odebrala: Zelenková

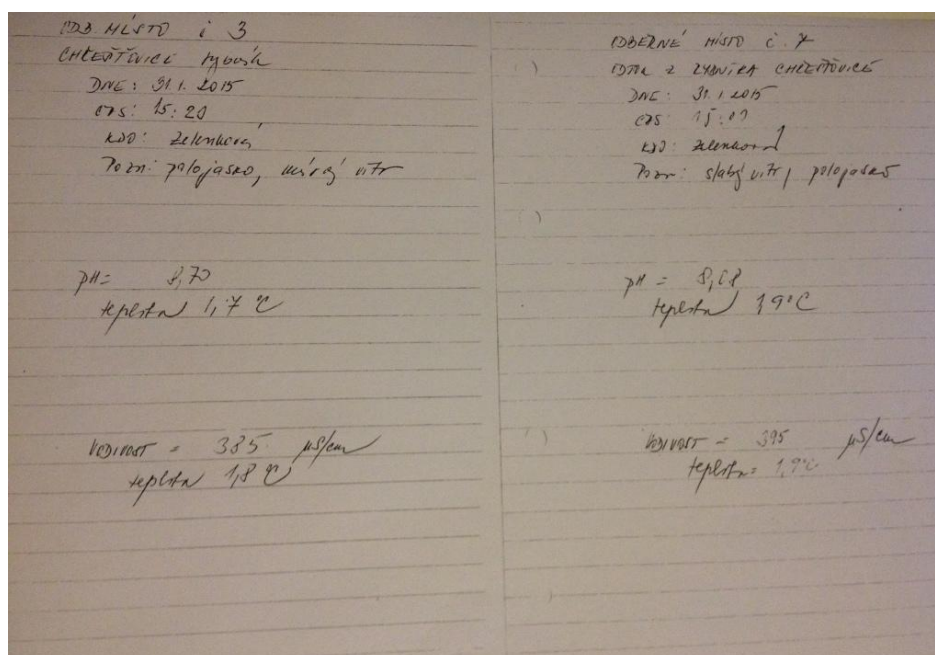
Hodnoty naměřeny v LAE ZF JCU

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník			polojasno	Výlov, neodebráno
5	Květov- Hrejkovický potok	518	7,4	Polojasno, mírný vítr	
7	Odtok z ryb.Chřešťovice			polojasno	neodebráno
8	Břeží	719	6,8	polojasno	
9	Hrejkovice obec	611	7,4	Polojasno,mírný vítr	

Datum: 17.11.2015 čas odběru: odebrala: Zelenková

Hodnoty naměřeny v LAE ZF JCU.

Č.lokality	název	Vodivost uS.cm-1	pH	Počasí	Pozn.
3	Chřešťovice rybník	454	7,5	Silný vítr, zataženo,děšť	Stále není rybník dopuštěn
5	Květov- Hrejkovický potok	445	6,5	Vítr, děšť	
7	Odtok z ryb.Chřešťovice			Zataženo,děšť, vítr	neodebráno
8	Břeží	522	6,3	Zataženo, vítr, děšť	
9	Hrejkovice obec	371	6,4	Děšť, vítr	



Obrázek 22: Ukázka zápisu do pracovního deníku v terénu.

**Příloha II:** Střední hodnoty (medián - Me) a směrodatná odchylka (STD) vodivosti, pH, KNK<sub>4,5</sub>, NL 105, fosforečnanového fosforu (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P), dusičnanového dusíku (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N), amoniakálního dusíku (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N), celkového uhlíku (TC), anorganického uhlíku (IC) a rozpuštěného organického uhlíku (DOC) v povrchové vodě na sledovaných lokalitách.

odb. místo	vodivost / $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$			pH		
	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.
3	399 $\pm$ 37	375	481	7,5 $\pm$ 0,25	7,0	7,9
5	445 $\pm$ 60	355	522	7,2 $\pm$ 0,55	6,5	8,8
7	431 $\pm$ 55	376	516	7,2 $\pm$ 0,30	6,9	7,9
8	360 $\pm$ 220	209	986	7 $\pm$ 0,39	6,3	8,0
9	370 $\pm$ 80	313	611	7,3 $\pm$ 0,33	6,4	7,6
odb. místo	KNK <sub>4,5</sub> / $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$			NL 105 / $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$		
	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.
3	2,13 $\pm$ 0,51	1,41	3,16	9,17 $\pm$ 9,25	5,00	34,67
5	1,49 $\pm$ 0,49	1,18	2,86	6,67 $\pm$ 14,87	1,00	52,00
7	2,41 $\pm$ 0,64	1,86	3,52	5,33 $\pm$ 7,22	2,00	26,67
8	1,62 $\pm$ 1,09	0,85	3,84	11,67 $\pm$ 36,72	1,00	134,00
9	1,58 $\pm$ 0,63	1,28	3,20	9,33 $\pm$ 7,73	3,33	29,67
odb. místo	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P / $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N / $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$		
	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.
3	0,052 $\pm$ 0,06	0,00	0,22	0,72 $\pm$ 1,27	0,11	3,19
5	0,085 $\pm$ 0,13	0,04	0,42	3,67 $\pm$ 2,55	0,16	7,68
7	0,101 $\pm$ 0,49	0,00	1,56	0,47 $\pm$ 1,11	0,00	3,08
8	0,028 $\pm$ 0,17	0,01	0,56	1,37 $\pm$ 0,49	0,78	2,41
9	0,217 $\pm$ 0,16	0,01	0,48	1,80 $\pm$ 2,37	0,18	8,10
odb. místo	NH <sub>4</sub> -N / $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$			TC		
	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.
3	0,161 $\pm$ 0,17	0,02	0,52	31,8 $\pm$ 4,13	24,58	37,16
5	0,017 $\pm$ 0,05	0,00	0,12	28,1 $\pm$ 5,48	14,91	32,27
7	0,142 $\pm$ 0,26	0,00	0,83	31,9 $\pm$ 3,55	24,25	34,54
8	0,060 $\pm$ 0,12	0,00	0,36	27,6 $\pm$ 6,34	18,21	36,03
9	0,25 $\pm$ 0,32	0,01	0,97	29,9 $\pm$ 5,64	15,92	33,95
odb. místo	IC			DOC		
	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.	medián $\pm$ sm.odch.	min.	max.
3	17,4 $\pm$ 2,77586	11,98	21,93	14,3 $\pm$ 2,07	9,45	17,28
5	16,0 $\pm$ 3,38839	7,63	18,06	12,3 $\pm$ 2,44	6,67	14,21
7	17,8 $\pm$ 2,11611	12,97	19,46	14,1 $\pm$ 1,94	10,43	17,18
8	16,1 $\pm$ 3,6255	9,02	19,84	12,7 $\pm$ 3,20	8,05	17,02
9	16,1 $\pm$ 3,70975	8,83	20,69	12,6 $\pm$ 2,57	7,09	15,38



**Příloha III:** Tabulky základních naměřených data fyzikálně-chemických parametrů na sledovaných lokalitách v průběhu sezóny 2014/2015.

lokality	č.odběru	datum	vodivost	pH	KNK	NL 105
			μS.cm <sup>-1</sup>		mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>
3	1	15.11.2014	401	7,0	2,21	10,33
3	2	14.12.2014	397,0	7,6	2,16	7,33
3	3	31.1.2015	375,0	7,50	1,41	6,33
3	4	28.2.2015	387,00	7,9	1,92	7,67
3	5	29.3.2015	375,0	7,4	1,91	8,00
3	6	30.4.2015	389,0	7,7	2,04	5,00
3	7	31.5.2015	396,0	7,2	2,09	7,33
3	8	8.7.2015	419,0	7,5	3,16	22,67
3	9	16.7.2015	432,0	7,5	3,00	11,00
3	10	31.8.2015	481,0	7,1	2,67	18,00
3	11	17.9.2015	471,0	7,5	2,60	34,67
3	12	1.10.2015				
3	13	17.11.2015	454	7,5	1,8	24
5	1	15.11.2014	355	7,2	1,55	1
5	2	14.12.2014	365,0	7,3	1,44	4,33
5	3	31.1.2015	375,0	7,5	1,41	4,00
5	4	28.2.2015	379,00	7,2	1,49	4,67
5	5	29.3.2015	417,0	7,1	1,29	4,33
5	6	30.4.2015	360,0	7,2	1,42	28,33
5	7	31.5.2015	447,0	7,2	1,87	29,67
5	8	8.7.2015	466,0	7,6	2,86	52,00
5	9	16.7.2015	473,0	8,1	1,86	18,50
5	10	31.8.2015	522,0	7,1	2,50	3,33
5	11	17.9.2015	485,0	8,8	2,04	17,33
5	12	1.10.2015	518,0	7,4	1,42	6,67
5	13	17.11.2015	445	6,5	1,18	19,33
7	1	15.11.2014	482	6,9	2,41	3,67
7	2	14.12.2014	509,0	6,9	2,41	3,67
7	3	31.1.2015	398,0	7,2	1,88	14,00
7	4	28.2.2015	388,00	7,9	1,93	7,00
7	5	29.3.2015	376,0	7,4	1,86	7,00
7	6	30.4.2015	389,0	7,5	2,04	2,67
7	7	31.5.2015	387,0	7,2	2,15	5,33
7	8	8.7.2015	431,0	7,2	3,40	7,00
7	9	16.7.2015	435,0	7,4	3,52	2,00
7	10	31.8.2015	504,0	6,9	3,08	2,67
7	11	17.9.2015	516,0	7,3	3,18	26,67
7	12	1.10.2015				
7	13	17.11.2015				
8	1	15.11.2014	351	7,1	1,89	1
8	2	14.12.2014	331	7	1,62	1
8	3	31.1.2015	275	7,1	1,38	13,33
8	4	28.2.2015	209	6,9	0,93	11,67
8	5	29.3.2015	317	7	1,56	7,33
8	6	30.4.2015	275	7,4	1,49	4
8	7	31.5.2015	360	6,9	2,24	6,67
8	8	8.7.2015	439	7,1	3,68	134
8	9	16.7.2015	465	8,04	3,62	58,4
8	10	31.8.2015	665	6,9	2,94	16
8	11	17.9.2015	986	7	3,84	21,6
8	12	1.10.2015	719	6,8	0,85	12,67
8	13	17.11.2015	522	6,3	0,86	3,33
9	1	15.11.2014	321	6,8	1,51	29,67
9	2	14.12.2014	323	7,3	1,45	7
9	3	31.1.2015	328	7,3	1,3	5
9	4	28.2.2015	426	7,4	1,28	7
9	5	29.3.2015	325	7,1	1,36	15,67
9	6	30.4.2015	313	7,2	1,46	24,67
9	7	31.5.2015	370	7,3	2,11	9,67
9	8	8.7.2015	410	7,45	3,2	8,67
9	9	16.7.2015	360	7,53	2,64	8,5
9	10	31.8.2015	385	6,9	2,34	3,33
9	11	17.9.2015	438	7,6	2,4	12
9	12	1.10.2015	611	7,4	2,53	9,33
9	13	17.11.2015	371	6,4	1,58	16,67

**Příloha III:** Tabulky základních naměřených data fyzikálně-chemických parametrů na sledovaných lokalitách v průběhu sezóny 2014/2015.

lokality	č.odběru	datum	ANIONTY, AMMONIUM		
			PO4-P mg.l <sup>-1</sup>	NO3-N mg.l <sup>-1</sup>	NH4-N mg.l <sup>-1</sup>
3	1	15.11.2014	0,04	3,19	0,52
3	2	14.12.2014			
3	3	31.1.2015	0,217	2,898	0,093
3	4	28.2.2015	0,07	2,162	0,199
3	5	29.3.2015	0	0,646	0,415
3	6	30.4.2015	0,004	0,115	0,237
3	7	31.5.2015	0,052	0,113	0,161
3	8	8.7.2015	0,056	0	0,037
3	9	16.7.2015	0,047	0	0,018
3	10	31.8.2015	0,094	0,373	0,097
3	11	17.9.2015	0,002	0	0
3	12	1.10.2015			
3	13	17.11.2015	0,077	0,793	0
5	1	15.11.2014	0,07	3,88	0,02
5	2	14.12.2014			
5	3	31.1.2015	0,055	7,68	0,009
5	4	28.2.2015	0	5,828	0,119
5	5	29.3.2015	0,062	6,789	0
5	6	30.4.2015	0,085	3,509	0
5	7	31.5.2015	0,265	2,479	0,001
5	8	8.7.2015	0,274	1,194	0,021
5	9	16.7.2015	0,301	0,823	0
5	10	31.8.2015	0,417	0,157	0
5	11	17.9.2015	0,079	0,414	0
5	12	1.10.2015	0,041	3,837	0
5	13	17.11.2015	0,178	5,302	0
7	1	15.11.2014	0,03	2,33	0,83
7	2	14.12.2014			
7	3	31.1.2015	0,034	3,081	0,089
7	4	28.2.2015	0	2,132	0,197
7	5	29.3.2015	0,07	0,693	0,354
7	6	30.4.2015	0,003	0,34	0,022
7	7	31.5.2015	0,132	0,53	0,003
7	8	8.7.2015	0,288	0,002	0,024
7	9	16.7.2015	0,296	0,406	0,053
7	10	31.8.2015	1,557	0,093	0,407
7	11	17.9.2015	0,772	0,144	0,194
7	12	1.10.2015			
7	13	17.11.2015			
8	1	15.11.2014	0,04	1,43	0,06
8	2	14.12.2014			
8	3	31.1.2015	0,013	2,406	0,04
8	4	28.2.2015	0,01	1,264	0,25
8	5	29.3.2015	0,015	1,433	0
8	6	30.4.2015	0,009	1,793	0,087
8	7	31.5.2015	0,131	0,782	0,002
8	8	8.7.2015	0,304	0	0
8	9	16.7.2015	0,03	0	0,024
8	10	31.8.2015	0,559	0	0,363
8	11	17.9.2015	0,026	0	0,14
8	12	1.10.2015	0,015	1,097	0
8	13	17.11.2015	0,095	1,309	0
9	1	15.11.2014	0,03	2,25	0,39
9	2	14.12.2014			
9	3	31.1.2015	0,037	5,177	0,284
9	4	28.2.2015	0,213	8,096	0,967
9	5	29.3.2015	0,038	3,007	0,259
9	6	30.4.2015	0,01	0,866	0,199
9	7	31.5.2015	0,382	1,35	0,005
9	8	8.7.2015	0,477	0,184	0,928
9	9	16.7.2015	0,288	0,309	0,108
9	10	31.8.2015	0,099	0,342	0
9	11	17.9.2015	0,22	0,425	0,206
9	12	1.10.2015	0,355	3,209	0,25
9	13	17.11.2015	0,249	2,3	0,13

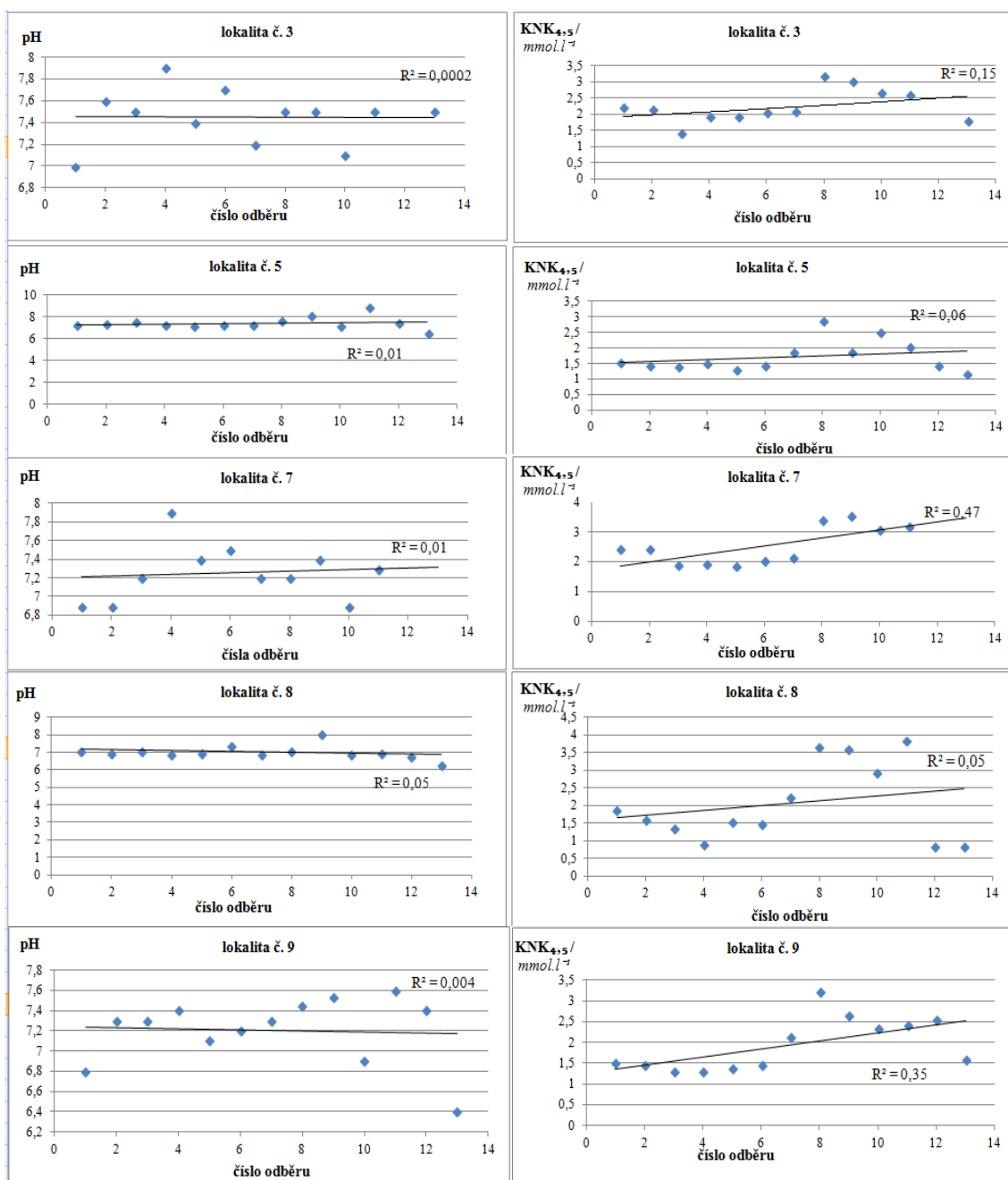
**Příloha III:** Tabulky základních naměřených data fyzikálně-chemických parametrů na sledovaných lokalitách v průběhu sezóny 2014/2015.

lokality	č. odběru	datum	STIO		
			TC mg.l <sup>-1</sup>	IC mg.l <sup>-1</sup>	TOC mg.l <sup>-1</sup>
3	1	15.11.2014	29,55	15,29	14,26
3	2	14.12.2014	23,33	11,86	11,47
3	3	31.1.2015	23,55	12,93	10,62
3	4	28.2.2015	30,85	17,25	13,6
3	5	29.3.2015	31,34	16,93	14,41
3	6	30.4.2015	32,8	17,63	15,17
3	7	31.5.2015	33,12	18,32	14,8
3	8	8.7.2015	31,71	18,69	13,02
3	9	16.7.2015	33,8	18,76	15,04
3	10	31.8.2015	22,57	14,24	8,33
3	11	17.9.2015	27,85	16,48	11,37
3	12	1.10.2015			
3	13	17.11.2015	39,48	22,29	17,19
5	1	15.11.2014	24,06	12,53	11,53
5	2	14.12.2014	16,78	8,45	8,33
5	3	31.1.2015	15,42	7,89	7,53
5	4	28.2.2015	27,57	15,71	11,86
5	5	29.3.2015	26,93	14,99	11,94
5	6	30.4.2015	28,98	15,89	13,09
5	7	31.5.2015	31,84	17,84	14
5	8	8.7.2015	30,34	17,99	12,35
5	9	16.7.2015	31,93	18,32	13,61
5	10	31.8.2015	22,58	14,41	8,17
5	11	17.9.2015	26,41	15,62	10,79
5	12	1.10.2015	27,7	16,78	10,92
5	13	17.11.2015	28,19	15,48	12,71
7	1	15.11.2014	32,02	16,18	15,84
7	2	14.12.2014	25,85	13,72	12,13
7	3	31.1.2015	23,52	12,83	10,69
7	4	28.2.2015	31,84	17,24	14,6
7	5	29.3.2015	32,33	17,32	15,01
7	6	30.4.2015	32,61	17,77	14,84
7	7	31.5.2015	32,74	18,27	14,47
7	8	8.7.2015	34,19	19,27	14,92
7	9	16.7.2015	34,52	19,07	15,45
7	10	31.8.2015	24,55	15,45	9,1
7	11	17.9.2015	29,67	17,79	11,88
7	12	1.10.2015			
7	13	17.11.2015			
8	1	15.11.2014	31,06	14,98	16,08
8	2	14.12.2014	20,08	10,49	9,59
8	3	31.1.2015	18,44	8,96	9,48
8	4	28.2.2015	23,25	12,45	10,8
8	5	29.3.2015	29,85	16,22	13,63
8	6	30.4.2015	31,37	16,01	15,36
8	7	31.5.2015	33,54	18,55	14,99
8	8	8.7.2015	36,51	19,97	16,54
8	9	16.7.2015	37,27	19,95	17,32
8	10	31.8.2015	24,91	15,93	8,98
8	11	17.9.2015	25,41	15,63	9,78
8	12	1.10.2015	20,24	11,79	8,45
8	13	17.11.2015	20,92	11,35	9,57
9	1	15.11.2014	28,02	13,13	14,89
9	2	14.12.2014	19,37	9,65	9,72
9	3	31.1.2015	16,47	8,86	7,61
9	4	28.2.2015	25,56	14,13	11,43
9	5	29.3.2015	28,96	15,11	13,85
9	6	30.4.2015	29,82	15,81	14,01
9	7	31.5.2015	32,67	18,21	14,46
9	8	8.7.2015	34,17	18,95	15,22
9	9	16.7.2015	33,4	18,49	14,91
9	10	31.8.2015	24,18	14,85	9,33
9	11	17.9.2015	28,31	17,21	11,1
9	12	1.10.2015	30,44	19,04	11,4
9	13	17.11.2015	31,09	20,31	10,78

**Příloha III:** Tabulky základních naměřených data fyzikálně-chemických parametrů na sledovaných lokalitách v průběhu sezóny 2014/2015.

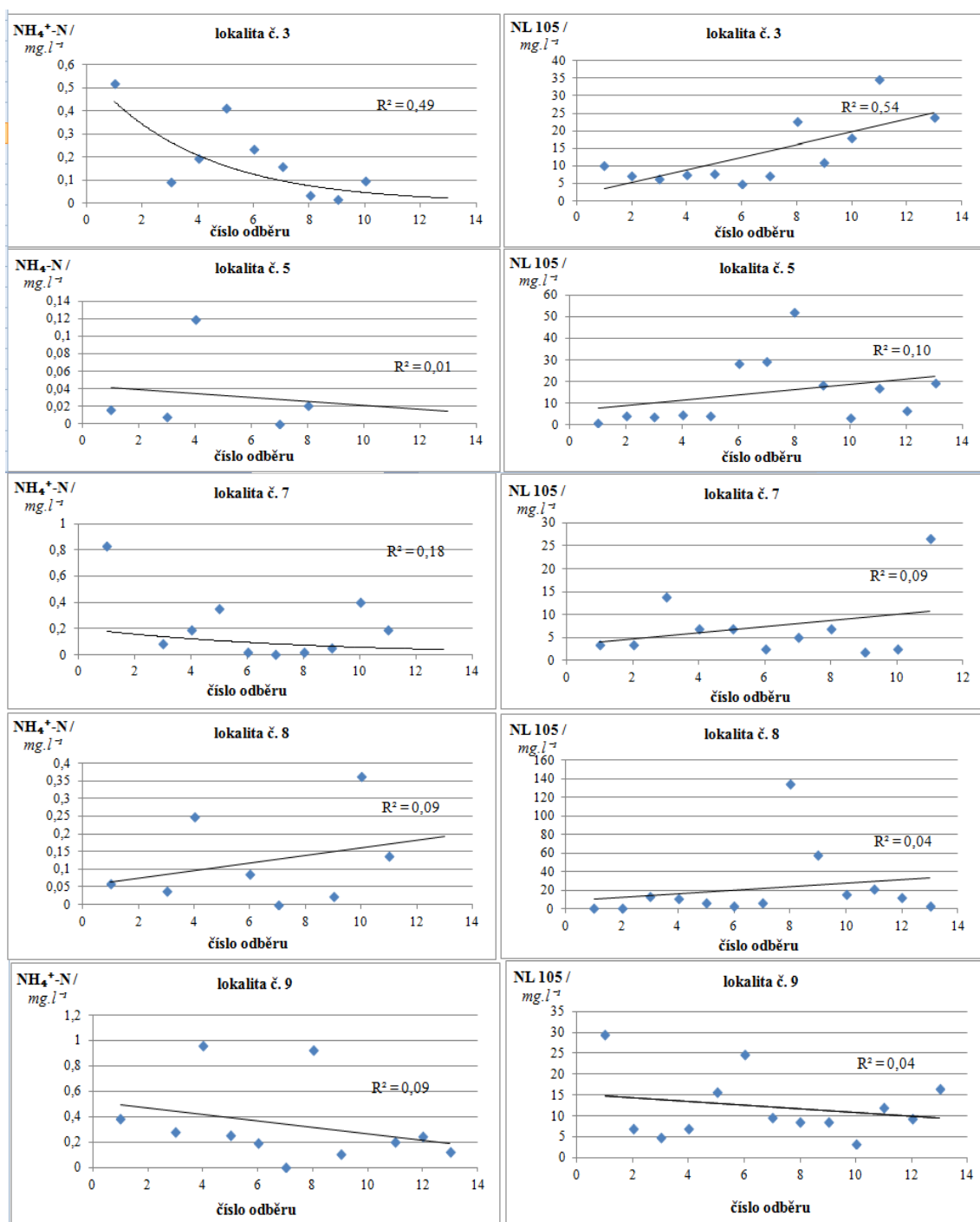
lokality	č.odběru	datum	GF/C		
			TC mg.l <sup>-1</sup>	IC mg.l <sup>-1</sup>	TOC mg.l <sup>-1</sup>
3	1	15.11.2014	32,41	15,13	17,28
3	2	14.12.2014	24,58	11,98	12,6
3	3	31.1.2015	25,06	12,88	12,18
3	4	28.2.2015	31,42	17,1	14,32
3	5	29.3.2015	27,75	14,92	12,83
3	6	30.4.2015	32,24	18	14,24
3	7	31.5.2015	33,16	18,37	14,79
3	8	8.7.2015	34	18,68	15,32
3	9	16.7.2015	34,2	18,66	15,54
3	10	31.8.2015	24,95	15,5	9,45
3	11	17.9.2015	30,04	17,74	12,3
3	12	1.10.2015			
3	13	17.11.2015	37,16	21,93	15,23
5	1	15.11.2014	27,07	12,97	14,1
5	2	14.12.2014	14,91	8,24	6,67
5	3	31.1.2015	15,32	7,63	7,69
5	4	28.2.2015	28,59	15,6	12,99
5	5	29.3.2015	27,29	15,02	12,27
5	6	30.4.2015	29,41	15,99	13,42
5	7	31.5.2015	30,98	17,69	13,29
5	8	8.7.2015	31,39	17,84	13,55
5	9	16.7.2015	32,27	18,06	14,21
5	10	31.8.2015	24,59	15,46	9,13
5	11	17.9.2015	28,21	16,57	11,64
5	12	1.10.2015	27,78	16,87	10,91
5	13	17.11.2015	28,08	16,23	11,85
7	1	15.11.2014	34,03	16,85	17,18
7	2	14.12.2014	26,11	13,58	12,53
7	3	31.1.2015	24,25	12,97	11,28
7	4	28.2.2015	30,67	17,11	13,56
7	5	29.3.2015	31,85	17,77	14,08
7	6	30.4.2015	32,75	17,96	14,79
7	7	31.5.2015	32,88	18,39	14,49
7	8	8.7.2015	34,43	19,46	14,97
7	9	16.7.2015	34,54	19,11	15,43
7	10	31.8.2015	27,08	16,65	10,43
7	11	17.9.2015	31,33	18,72	12,61
7	12	1.10.2015			
7	13	17.11.2015			
8	1	15.11.2014	32,12	15,1	17,02
8	2	14.12.2014	19,41	10,35	9,06
8	3	31.1.2015	18,21	9,02	9,19
8	4	28.2.2015	24,95	12,26	12,69
8	5	29.3.2015	29,98	16,5	13,48
8	6	30.4.2015	31,68	16,05	15,63
8	7	31.5.2015	34,18	18,54	15,64
8	8	8.7.2015	34,92	19,84	15,08
8	9	16.7.2015	36,03	19,83	16,2
8	10	31.8.2015	27,62	17,13	10,49
8	11	17.9.2015	26,51	16,23	10,28
8	12	1.10.2015	19,97	11,92	8,05
8	13	17.11.2015	20,47	11,16	9,31
9	1	15.11.2014	28,51	13,13	15,38
9	2	14.12.2014	18,06	9,53	8,53
9	3	31.1.2015	15,92	8,83	7,09
9	4	28.2.2015	24,84	14,06	10,78
9	5	29.3.2015	27,87	15,32	12,55
9	6	30.4.2015	29,94	16,07	13,87
9	7	31.5.2015	32,55	18,18	14,37
9	8	8.7.2015	33,95	18,99	14,96
9	9	16.7.2015	33,81	18,63	15,18
9	10	31.8.2015	26,63	15,88	10,75
9	11	17.9.2015	30,31	17,73	12,58
9	12	1.10.2015	31,11	19,73	11,38
9	13	17.11.2015	32,08	20,69	11,39

**Příloha IV: Sezónní trend hodnocených parametrů na sledovaných lokalitách.**



Obrázek 23: Sezónní trendy pH a KNK<sub>4,5</sub> na sledovaných lokalitách č.3 Chřešťovice rybník, č. 5 Květov-Hrejkovický potok, č.7 Odtok z rybníka Chřešťovice, č. 8. Březí, č. 9 Hrejkovice obec

**Příloha IV: Sezónní trend hodnocených parametrů na sledovaných lokalitách.**



Obrázek 24: Sezónní trendy  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  a NL 105 na sledovaných lokalitách č.3 Chřešřovice rybník, č. 5 Květov-Hrejkovický potok, č.7 Odtok z rybníka Chřešřovice, č. 8. Břeží, č. 9 Hrejkovice obec



**Příloha V:** Obrázkový přehled sledovaných lokalit.



Obrázek 25: Lokalita č. 3 - Chřešťovice rybník (Foto: Zelenková, 2015)



**Příloha V:** Obrázkový přehled sledovaných lokalit.



Obrázek 26: Lokalita č. 5 - Květov-Hrejkovický potok (Foto: Zelenková, 2015)



**Příloha V:** Obrázkový přehled sledovaných lokalit.



Obrázek 27: Lokalita č. 7 - Odtok z rybníka Chřešřovice (Foto: Zelenková, 2015)



**Příloha V:** Obrázkový přehled sledovaných lokalit.



Obrázek 28: Lokalita č. 8 – Břeží (Foto: Zelenka, 2015)



**Příloha V.:** Obrázkový přehled sledovaných lokalit.



Obrázek 29: Lokalita č. 9 - Hrejkovice obec (Foto: Zelenková, 2015)