

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká Fakulta

Ústav pro životní prostředí

Sezonní změny kvality vody v nádržích

Litovicko-Šárecké kaskády

**Seasonal changes of water quality in the reservoirs from Litovicko-
Šárecké cascade**

Diplomová práce

Bc. Rodica Stegarescu

Srpen 2013

Vedoucí práce: prof. RNDr. Dana Komínková, Ph. D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně s využitím uvedené literatury a informací, na něž odkazuji. Svoluji k jejímu zapůjčení s tím, že veškeré (i přejaté) informace budou řádně citovány. Rovněž prohlašuji, že předložená diplomová práce je totožná s elektronickou verzí vloženou do SIS.

V Praze dne

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce prof. RNDr. Dany Komínkové, Ph. D., za odborný dohled a pomoc při psaní této diplomové práce. Zároveň chtěla bych poděkovat panu doc. Jiřímu Popovskému za odbornou pomoc při biologickém stanovení, laborantkám z Laboratoři Ochrany vod PřF UK, pani Sylvě Novakové a Blance Popělkové za pomoc v laboratoři. A také mému manželovi za praktickou pomoc při odběru vzorku a za morální podporu.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá sledováním kvality vody v nádržích tvoricích Litovecko-Sarecke kaskádu. Litovecko-Šárecká kaskáda je soustava rybníků, vodních děl a retenčních nádrží, umístěná na Litovecko-Šáreckém potoce a se skládá z 9 významných nádrží a několika menších. Tyto nádrže plní různé funkce, od krajínotvorné, retenční, biologické a také rekreační: rybolov a koupání. Mnoha z těchto nádrží protékají přes lidská sídla, jsou ovlivněné lidskou činností, která negativně ovlivňuje kvalitu vody v celé kaskádě. Cílem této práce je sledovat fyzikálně-chemické ukazatele vody a také určit složení fytoplanktonních společenstev, hodnotit stav vody v závislosti na antropogenních aktivitách v povodí a také sledovat jak se změnila kvalita vody časem a jaké jsou hlavní zdroje znečištění.

Kvalita vody byla hodnocená na základě 11 vzorků odebíraných v měsíčním intervalu v období od března 2012 do květen 2013. Odebíralo se ze všech nádrží vždy na přítoku, ze středu a na odtoku z nádrže pro sledování fyzikálně-chemických ukazatelů a jenom ze středu nádrže pro biologické stanovení. Byly stanovené následující ukazatele: teplota, pH, konduktivita, rozpuštěný kyslík ukazatele neutralizační kapacity ($ZNK_{8,3}$ a $KNK_{4,5}$), tvrdost, $CHSK_{Mn}$, koncentrace amoniakálního, dusičnanového, dusitanového dusíku, fosforečnany, koncentrace vápníku a chloridu. Naměřené výsledky z chemického rozboru byly porovnané s hodnotami uvedenými v Nařízení Vlády 61/2011 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod a dle hodnot uvedených ČSN 757221 – Klasifikace jakosti povrchových vod. Bylo také sledované složení fytoplanktonních společenstev.

Zjistilo se, že ve všech odebraných místech je nevyhovující kvalita vody dle koncentrace amoniakálního dusíku, a skoro na všechna místa pro rozpuštěný kyslík. Klasifikace odběrových míst do tříd kvality ukazuje, že 3,7% míst patří do V třídy kvality, 7,7% do IV třídy, 59,23% do III třídy a 29,6% do II třídy. dle koncentrace $N-NH_4$. Kaskáda je také dost zatížená všemi formami dusíku a také fosforem. Největší vliv na kvalitu vody v celé kaskádě mají dvě ČOV v obcích Chyně a Hostivice a také splachy ze zemědělské krajiny. Zatížení živinami se projevuje výskytem vodního květu v teplých měsících. Byly zde nalezené především zástupci sinic rodu *Planktothrix agardhii*, *Anabaena flos-aquae* a *Anabaena spp. affinis*. Vodní květ se vyskytoval výhradně v nádržích na středním toku, jako odpověď na podmínky prostředí. Tyto nádrže jsou zdrojem inokula sinic pro celou kaskádu. Celkem na Litovicko-Šáreckém potoce je voda nepříjatelně znečištěná a na území Prahy je jedna z nejhorších.

Abstract

This diploma thesis deals with monitoring of water quality in the reservoirs which form the Litovicko-Šárecká cascade. It is a cascade of ponds, waterworks and retention reservoirs situated on the Litovicko-Šárecký stream and is composed of 9 major reservoirs. These reservoirs have different functions: from landscaping, retention, biological as well as recreation: fishing and swimming. Many of these reservoirs flow through human settlements, which have a negative impact on the quality of water within the whole cascade. The goal of this thesis is to monitor physical and chemical indicators of water as well as to determine the composition of phytoplankton populations, assess the state of water depending on the human activities in the basin and also to monitor how has the water quality changed in time and what are the main pollution sources.

The water quality was determined from 11 samples collected with monthly intervals during March 2012 to May 2013. Samples were collected on all the reservoirs from the inflow, in the middle and at the outflow for chemical analysis and only from the middle for biological analysis. The following indicators were monitored: temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, indicators of neutralization capacity (ZNK_{8.3} a KNK_{4.5}), hardness, COD_{Mn}, the concentration of ammonia, nitrate and nitrite nitrogen, phosphates, concentration of calcium and chloride. Gained results were compared with the values given in the Government Regulation 61/2011 Sb. about the indicators and accepted pollution of surface and underground waters and with the values given in the ČSN 75 7221 – Quality classification of surface waters. The composition of phytoplankton communities was also determined focusing on cyanobacteria occurrence.

It has been found that at all sampling points the quality is unsatisfactory according to the ammonia nitrate concentration, and at almost all sampling places for dissolved oxygen. Classification of water quality from the sampling places showed that 3,75% points belong to the 5th class, 7,7% to the 4th class, 59.23% to the 3rd class and 29.6% to the 2nd class, according to the concentration of ammonia nitrate. The cascade is quite loaded with all forms of nitrate and with phosphorus. The biggest impacts on the water quality have the two WWTP in Chyně and Hostivice towns as well as the runoff from agricultural lands. The big load of nutrients manifests in occurrence of algae blooms in the warm time of the year. There have been determined mainly cyanobacteria *Planktothrix agardhii*, *Anabaena flos-aquae* and *Anabaena spp. affinis*. Algal bloom has been noticed mainly on the lakes from the middle flow and it is a response to the environmental conditions. These reservoirs are source of cyanobacteria inocula for the entire cascade. Generally the water in the Litovicko-Šárecký stream is unsatisfactorily polluted and it is one of the worst in Prague.

Obsah

1. ÚVOD	8
1.1 Motivace	9
1.2. Cíle	9
2. LITERÁRNÍ REŠERSE	10
3. CHARAKTERISTIKA ZAJMOVÉHO ÚZEMÍ	15
3.1. Obecná charakteristika povodí Litovicko-Šáreckého potoka.....	15
3.1.1. Geomorfologická charakteristika	15
3.1.2. Geologické poměry.....	16
3.1.3. Hydrogeologické poměry.....	16
3.1.4. Pedologické poměry	17
3.1.5. Klimatické poměry	17
3.1.6. Fytogeografické a biologické členění	18
3.2. Hydrografické poměry a odtokový režim	18
3.3. Ochrana přírody	20
3.3.1. PP Hostivické rybníky	20
3.3.2. PP a EVL Obora Hvězda	21
3.4. Socioekonomická charakteristika	21
3.4.1. Chyně.....	21
3.4.2. Hostivice	22
3.4.3. Praha	23
3.5. Možné zdroje znečištění v povodí.....	23
3.6. Popis zkoumaných nádrží	24
3.6.1. Rybník Bašta	25
3.6.2. Strahovský rybník.....	25
3.6.3. Břevský rybník	26
3.6.4. Rybník Kala	26
3.6.5. Litovický rybník	26
3.6.6. Vodní dílo Strnad	28
3.6.7. Retenční nádrž Jiviny.....	28
3.6.8. Libocký rybník	29
3.6.9. Vodní dílo Džbán	30
3.7. Revitalizované území v povodí.....	30

4. METODIKA.....	33
4.1. Přehled odběrových lokalit	34
4.2. Odběr vzorků.....	38
4.3. Analýza fyzikálně-chemických ukazatelů vody.....	40
4.4. Analýza fytoplanktonních společenstev	45
4.5. Metody zpracování dat a hodnocení kvality vody.....	45
5. VYSLEDKY.....	48
5.1. Vyhodnocení jakosti vod v jednotlivých nádržích	48
5.2. Základní chemické ukazatele	51
5.2.1 Teplota, pH, elektrolytická vodivost.....	51
5.2.2. Ukazatele kyslíkového režimu	53
5.3. Sloučeniny dusíku a fosforu.....	54
5.3.1 Amoniakální dusík.....	55
5.3.2. Dusičnanový dusík	57
5.3.3. Ortofosforečnanový fosfor	58
5.4. Vápník a chloridy	60
5.5. Fytoplanktonní společenstva v teplém období.....	61
6. SHRNU TÍ VYSLEDKŮ A DISKUZE	64
7. ZÁVĚR	68
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:	69
9. POUŽITÁ LITERATURA	70
10. PŘÍLOHY.....	77

1. ÚVOD

Člověk se vždy zabýval kvalitou vody, kterou pije. Na začátku existovala snaha mít dost vody a pak aby voda odpovídala určité kvalitě a aby nebyla závadná pro pití. Kvalitou vody se zabývali především tam, kde se už vyskytli, kvůli přírodním podmínkám, problémy s kvalitou pitné vody (slanost nebo výskyt epidemii). Pak od začátku první poloviny 20. století existovala spíše snaha zajistit dostatečné množství vody. Ale od doby, kdy se lidé začali shromažďovat v sídelních útvarech, v období industrializaci, se zvýšil zájem o zajištění vyhovující kvalitu pro zdroje pitné vody a pro nádrže určené k rekreaci. Se zvyšujícím počtem obyvatel v městských a příměstských aglomeraci se kladnou vyšší požadavky na množství a kvalitu vody, a na služby které vodní toky a nádrže poskytují lidem .

V průběhu času člověk si dovilil měnit a upravovat vodní toky podle vlastních potřeb, a většinou se snažil, aby voda co nejrychleji byla odvedená z města a aby zabírala co nejméně místa. Toky a nádrže v urbanizovaných povodí jsou více zatížené především úpravami v korytě toku, zpevnění ploch v povodí a působením různých antropogenních zdrojů znečištění . To se negativně projevuje na kvalitě vody, protože se do toku dostávají více znečišťujících příměsí, než by se to stalo v přírodní krajině. Ekosystémy z městských upravených toku a nádrží jsou obvykle chudší a mají menší resilianci, často jsou eutrofizované a složení společenstev se mění ve prospěch více tolerantních druhů. V poslední době se častěji projevují nežádoucí jevy v nádržích urbanizovaných povodí jako je výskyt vodního květu, který je často způsoben sinicemi, které produkují toxiny, tím pádem silně ovlivňují jiné složky ekosystému, ale hlavně tvoří potíže při využívání této vody pro úpravu na vodu pitnou nebo pro rekreaci. Pro účinný boj s tímto jevem a hlavně pro jeho prevenci se už dlouho sledují faktory, které ovlivňují tento fenomén a také se hledají nové možnosti řešení tohoto jevu. Už se prokázalo, že vodní květ se nejvíce vyskytuje ve vodách eutrofizovaných, kde je velké množství živin, kde je vysoký pH a dost vysoká teplota, tak že pro včasnou a účinnou prevenci je nutné vědět jaké jsou fyzikální a chemické charakteristiky ve vodních útvarech a čím jsou tyto charakteristiky ovlivněné.

1.1 Motivace

Litovicko-Šárecká kaskáda je soustava rybníků, retenčních děl a vodních nádrží na Litovicko-Šáreckém potoce. Jedná se celkem o 9 nádrží s různými funkcemi: Nádrže na Litovicko-Šáreckém potoce jsou většinou dost mělké s maximální hloubkou u posledního sledovaného vodního díla – Džbán, ale většinou májí hloubku kolem 2-3 metrů a ani v rozměrech se moc nevyznačují, maximální rozloha je 18 ha u Litovického rybníka. Mají různé funkce od retence, krajínotvornou, biologickou, rybochovnou a také rekreační (VD Džbán). Vzhledem k tomu, že v posledních letech se kvalita vody zhoršila a častěji se projevuje vodní květ (Komínková a kol., 2012) vznikla potřeba detailnějšího a delšího studia kvality vody v tomto povodí. Na Litovicko-Šáreckém potoce je kvalita vody pravidelně monitorována odborem pro vodní toky a nádrže Lesů hl. m. Prahy, ale jen na 3 profilech (dříve na 5) na středním toku. Hřebíková (2007) sledovala kvalita vody v stejném povodí ale také začínala až na středním toku. Tak že se moc neví o stavu vody na horním toku jestli třeba problémy nezačínají tam a jsou pak přenesené na celou kaskádu nádrží. Detailnější zkoumání od samého začátku je nutné pro zjištění stavu celkového povodí a i stavu těchto nezkoumaných nádrží, které stejné se nacházejí v urbanizované krajině a slouží lidem k různým účelům.

1.2. Cíle

Cílem překládané diplomové práce je sledování fyzikálně chemické změny kvality vody ve vybraném povodí a také hodnocení stavu společenstva fytoplanktonů, se zaměřením na vznik vodního květu v jarním, letním a podzimním období. Získané výsledky májí být hodnocené v závislosti na typu nádrže a antropogenních aktivitách v povodí. Budou také srovnané s už existujícími daty o kvalitě vody povodí s cílem vyhodnotit, zda se kvalita v povodí zlepšila nebo ne, a kde a jaké jsou hlavní zdroje znečištění.

2. LITERÁRNÍ REŠERSE

Je možné hodnotit kvalitu vody na základě fyzikálně-chemických ukazatelů nebo holisticky na základě biologického stanovení pomocí biomonitoringu a biomarkeru, výzkumu společenstev které prožívají ve vodě a jejich stupen tolerantnosti vůči znečištění. U fyzikálně-chemických ukazatelů kvalita vody se hodnotí podle míry koncentrace určitých látek v odebraném vzorku. (Langhammer, 2010)

V České Republice se celostátně a dlouhodobě monitoruje kvalita vody na základě fyzikálně-chemických ukazatelů již od roku 63. Realizuje se to především prostřednictvím celostátní monitorovací sítě ČHMÚ, sítě podniku povodí, u drobných toků je monitoring realizován sítí Lesu ČR a další. Časem se měnil rozsah sledovaných parametrů u monitorovacích stanic od základních fyzikálně-chemických ukazatelů, pak radiologické ukazatele, těžké kovy a dnes se sledují i specifické organické ukazatele. V současnosti se data shromažďují v systému ČHMÚ IS Arrow (Assessment and reference report of water monitoring) který je Národní referenční středisko pro monitoring v rámci činností zajišťovaných pro MŽP. Systém umožňuje uložení a zpracování výsledků programů monitoringu týkající se sledování chemického stavu a ekologického stavu vod dle požadavků Směrnice Rady č. 2000/60/ES, ustavující rámec pro činnosti Společenství v oblasti vodohospodářské politiky (Rámcová směrnice) a jejich zveřejnění pro laickou i odbornou veřejnost. Ukazatele získané z chemických analýz jsou pak vyhodnocené podle několika právních norem o kvalitě vody. Jedna se především o nařízení vlády 23/2011 která stanovuje Normy environmentální kvality (NEK), hodnoty které by neměly být překročené. Dále kvalita vody může být hodnocena podle ČSN 75 7221 do 5 tříd jakosti, neznečištěná, mírně znečištěná voda, znečištěná, silně znečištěná a velmi silně znečištěná voda. A také může kvalita vody z různých zdrojů být hodnocena i na základě toxikologických ukazatelů IC, LC50, EC50 a jiné.

V rámci monitorovací sítě se sleduje i plaveniny, sedimenty, obsah různých organických a anorganických polutantů a se také hodnotí jakost vody, jako prostředí pro vodní organismy na základě různých parametrů.

Pomocí monitorování je možné pak zjistit i případné zdroje znečištění v povodí. V literatuře jsou popsány dvě skupiny zdrojů znečištění: bodové, difúzní a plošné. (Pitter, 2009). U bodových zdrojů je možné zjišťovat kvalitu a kvantitu znečištění protože je do vodního útvaru přivedeno soustředěně. U nich jsou dané imisní limity a v případě překročení je možné různými technickými úpravami pak snížit množství znečišťujících látek, buď instalací filtrů nebo změnou

technologii, jestli se to jedná o průmyslový zdroj. Jako bodové zdroje mohou být odpadní vody z městských čistíren odpadních vod, a především vstupy průmyslových, městských dešťových kanalizací do toku. Kromě výše uvedených bodových zdrojů, Carpenter a kol. (1998) identifikoval i odtok ze skladek i z chovu zvířat. Plošné zdroje (nebo správně řečeno difúzní) jsou především splachy z okolní půdy, zejména zemědělské a městských zastavených ploch, atmosférická depozice a podle Carpenter a kol. (1998).

Vežjak a kol.(1997) stanovil, že v Evropě největší problémy s kvalitou vody jsou patrně především v místech s velkou hustotou zalidnění, soustředěním průmyslových aktivit nebo intenzivního zemědělství. V literatuře se proto využívá pojem urbanizované povodí. Lidé také ovlivňovaly kvalitou vody v městských tocích, nejčastěji prostřednictvím technickými opravami, které měli za úkol co nejrychleji odvádět vodu z městského území. Jsou to především změny hydrologického režimu- změna kvantity odtékající vody, pak morfologické změny: narušení kontinuity toku a zvýšení eroze a také změny kvality vody v důsledku tepelné a chemické znečištění. S růstem urbanizace se také zvyšuje i počet vodních toků ve městech (Meyer a kol., 2005), a tím pádem i narůstá tlak, který je kladen na přírodní ekosystémy. (Komínková, 2007). Tato problematika připoutala pozornost více českých a zahraničních badatelů. Walsh a kol.(2005) zavedli pojem syndrom urbanizovaných povodí, který popisují obecné vlivy urbanizace na vodních ekosystémech. Mezi hlavními syndromy můžeme zmínit, že v toku roste množství živin a přítomnosti chemických znečišťujících příměsí, často toxické, roste teplota vody, hydrologické poměry jsou ovlivněné a často se vyskytují umělé povodně. Jsou také značně ovlivněné vodní společenstva, snížením jejich diverzity a větší zastoupení odolnějších druhů. Autoři zmiňují, že tyto efekty většinou se neprojevují samostatně (Internet 1) ale vždycky se jedná o kombinaci, která posiluje jejich celkový vliv na vodní ekosystémy. Jedná se především o změnách v příjmu živin a jejich retenci, poměrech mezi produkcí a respirací, poměru mezi primární a sekundární produkcí, které silně ovlivňují samočisticí schopnosti toků (Komínková, 2009).

Zvýšení přísunu živin do vodních ploch v důsledku urbanizace a intenzivní lidské činnosti je také dost zkoumaná v odborné literatuře. Růst obsahu minerálních živin (nutrieti) především sloučenin fosforu a dusíku ve vodách (a v některých případech i křemík, který je základním pro růst rozsivek), jejichž následkem dochází ke zvětšenému rozvoji fotosyntetizujících organismů, především cyanobakterií a řas, a tím ke zhoršení jakosti vody (Pitter, 2009). Mezinárodně je akceptovaná definice daná mezinárodní organizací pro obchod v roce 1982, která definuje eutrofizaci jako „proces zvyšování produkce organické hmoty ve vodě, která dochází především

la základě zvýšeného přísunu živin“ (OECD, 1982). Rozlišuje se ale eutrofizace přirozená a antropogenní. Poslední je výsledkem civilizačního procesu a je způsobená následujícími faktory:

- Splachy anorganických hnojiv (nitráty a fosfáty)
- Přírodní výluhy (nitráty a fosfáty)
- Přísun nitrátu, fosfátů a amoniaku z odpadu živočišné produkce (močůvka, kejda, chlévská mrva)
- Splachy a eroze v důsledku zemědělské výroby, těžby a stavebnictví
- Přísun detergentu (fosfáty)
- Přísun čištěných odpadních vod (nitráty a fosfáty)
- Přísun nečištěných odpadních vod (nitráty a fosfáty)
- Srážky

Eutrofizace tedy je narušení ekologických procesu následkem přebytku živin v prostředí. Rozlišují se několika stupně eutrofizaci a určení stupně eutrofizaci nádrži se dělá především podle koncentrace celkového fosforu nebo lepe rozpuštěného aktivního fosforu, koncentrace chlorofylu-a, průhledností a koncentraci kyslíku. V Česku (Pitter, 2009) ale i v jiných zemích z mírného pasu (Schindler, 1977, Hecky a Kilham, 1988, Rukhovets a kol., 2002) fosfor je limitujícím prvkem pro nadměrný rozvoj autotrofních organismu. Byl nalezen primy vztah mezi koncentrace fosforu a množství chlorofylu-a a obráceny vztah k transparentci. (Jones a Lee, 1986)

Podle údajů OECD (1982) je možné podle koncentraci fosforečnanového fosforu v $\mu\text{g/l}$ zařadit vody do následujících kategorií trofie:

- Ultraoligotrofní (<4)
- Oligotrofní (4-10)
- Mesotrofní (10-35)
- Eutrofní (35-100)
- Hypereutrofní (>100)
-

Eutrofizace tedy je narušení ekologických procesu následkem přebytku živin v prostředí. Rozlišují se několika stupně eutrofizaci a určení stupně eutrofizaci nádrži se dělá především podle koncentrace celkového fosforu nebo lepe rozpuštěného aktivního fosforu, koncentrace chlorofylu-a, průhledností a koncentraci kyslíku. V Česku (Pitter, 2009) ale i v jiných zemích z mírného pasu (Schindler, 1977, Hecky a Kilham, 1988, Rukhovets a kol., 2002) fosfor je

limitujícím prvkem pro nadměrný rozvoj autotrofních organismu. Byl nalezen primy vztah mezi koncentrací fosforu a množstvím chlorofylu-a a obrácený vztah k transparentnosti. (Jones a Lee, 1986)

Hlavním zdrojem fosforu celkově jsou komunální odpadní vody (75-90 %) a další faktor je eroze ze zemědělské půdy (5-14 %) a jen malá část z přirozeného odnosu z povodí a z atmosférické depozice. Tyto hodnoty se ale liší v závislosti na úrovni civilizace v různé zemi. Například v Norsku, díky zvýšení účinnosti čistíren odpadních vod, je hlavním zdrojem fosforu zemědělská výroba (Bechmann a kol., 2004). Naopak v Švýcarsku ČOV výrazně ovlivňuje kvalitu vody v Ženevském jezeře vypouštěním značného množství fosforu do recipientu. (Thevenon a kol., 2011). Jiným případem je sub-saharská Afrika, kde jsou vodní toky, a nádrže zásobené fosforem z přímých vyústí splaškových vod, protože jen 30 procent populace je připojena k ČOV. (Nyenje a kol., 2010). Omezení přísunu fosforu byl základním krokem ve většině pokusů o revitalizaci nádrží a vracení ze stavu eutrofizace (Dillon a Rigler, 1975, Edmondson, 1991, Smith 1998, Kagalou a kol., 2007, Jeppsen a kol., 2000, Lau a Lane, 2002). V některých případech snížení externího přísunu fosforu bylo úspěšné a podařilo se snížit trofii nádrže (Jeppsen a kol., 2000), ale efekt byl krátkodobý, pár let jenom (Kagalou a kol., 2007) a Lau a Lane (2002) shrnuli, že je dost složité obnovit eutrofní nádrž jenom omezením přísunu fosforu. Kagalou a kol (2002) předpokládají, že eutrofizace silně závisí i na vnitřní zásobě fosforu, intenzitě předchozího zatížení a také na dobu zdržení vody.

Se zvyšující se eutrofizací klesá průhlednost vody, druhová diverzita řas a fauny u dna, ale zároveň roste koncentrace živin, koncentrace chlorofylu-a, elektrická vodivost, množství rozpuštěných látek, epilimnetická kyslíková supersaturace, a kyslíkový deficit u dna. Z biologických efektů jsou patrnější: četnost výskytu vodních květů, zvýšení biomasy fytoplanktonu, růst litorální vegetace, a primární produkci, množství ryb a zooplanktonu a fauna dna.

Prvotním signálem počínající eutrofizaci na vodním biotopu je nárůst planktonních sinic, řas a makrofyt. Masový rozvoj mění průhlednost vody a propustnost vody pro světlo, zakalí, barvu, opalescenci, snižuje tvrdost vody, mění pH, ovlivňuje množství rozpuštěného kyslíku atd. Pro nadměrný rozvoj fytoplanktonu jsou v odborné literatuře používány dva termíny: „vegetační zbarvení“ a „vodní květ“. (Štěpánek a Červenka, 1974)

vegetační zbarvení představuje zvýšenou produkci fytoplanktonu rovnoměrně rozšířeného v celém vodním sloupci. Vodní květ ale se tvoří výhradně u vodní hladiny a je způsoben masovým rozvojem a produkcí sinic a tvoří se povlaky na hladině. Vodní květ je pozorován při

obsahu 10 000 jedinců v 1 ml vody a nevytváří se u vod s pH nižším než 6.5. Součástí vodního květu jsou sinice rodu *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* a *Oscillatoria* (*Planktothrix*). (Ambrožova, 2003). Marsálek a kol (2001) dokázali, že dominující zástupce Cyanobakterií v českých nádržích a jezerech jsou *Microcystis* spp., *Planktothrix agardhii* a *Aphanizomenon flos-aquae*. V Německu byla zjištěna dominance stejných rodu ale navíc byla tam i značné množství *Anabaena* (Hummert a kol., 2001, Wiedner a kol., 2001, Frank, 2002). Jedna z nejrozšířenějších sinic v jezerech mírného pásma je *Planktothrix* (Ernst et al. 2001) a vyskytuje se od nádržích horských mesotrofních (*P. rubescens*) do eutrofních umělých nádrží (*P. agardhii*). (Catherine a kol., 2008). Mischke (2003) dokázal, že se společenstva sinic v mělkých nádržích se v průběhu léta mění od zástupce rodu *Nostocales* (rody *Anabaena* a *Aphanizomenon*) do společenstva *Oscillatoriales* (rod *Planktothrix*), hlavní kvůli změně dostupnosti světla a teplotě.

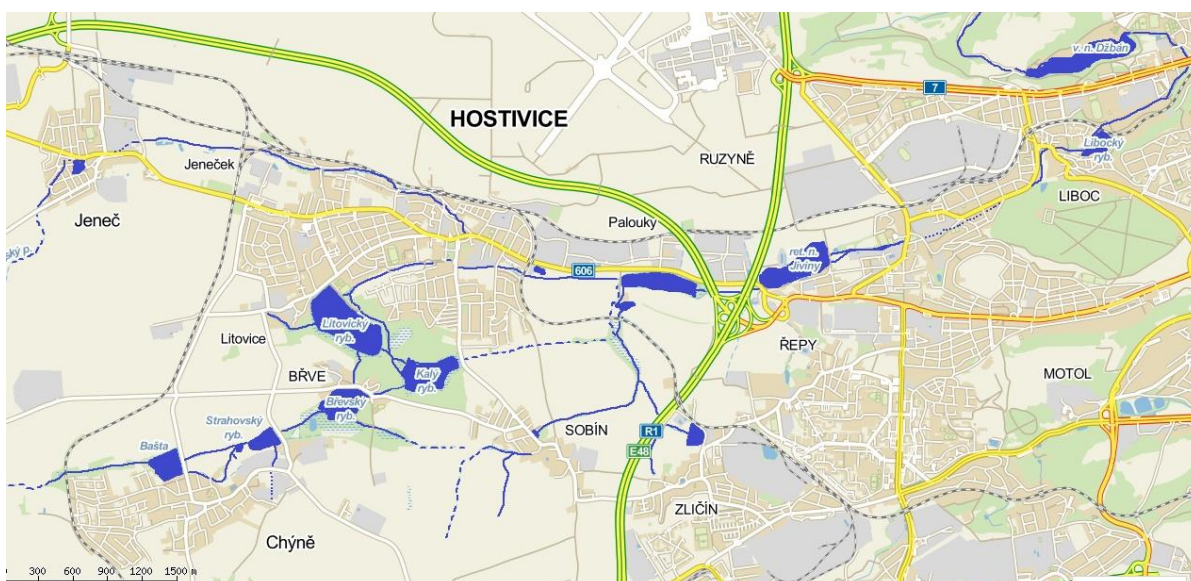
Vodní květ tvořen sinicemi je nežádoucí hlavně protože většina zástupců produkuje toxiny, především druhu microcystin: *Planktothrix* produkuje MC-LR- nejběžnější identifikovaný microcystin v povrchových vodách (Zurawell a kol., 2005) a *Anabaena* a *Aphanizomenon* produkuje spíše MC-RR (de Figueiredo a kol., 2004), který je méně toxický. Microcystin je silným hepatotoxinem, působí toxicky na vodní organismy: perloočky, mušle, makrofyty a ryby (v játrech exponovaných ryb byly zjištěné stopy oxidativního stresu, narušení metabolismu lipidů a také byla vyvolané změny endokrinní disrupci (Marie a kol., 2012)), a má tendence se akumulovat a při konzumaci postižených ryb může člověku způsobit silné akutní otrávení (Marsalek a kol., 2001).

Kromě vnějšího přísunu fosforu, je rozvoj vodního květu připisán i vnitřní zásobě nádrže. Fenomény jarní a podzimní míchaní, při kterých se uvolňuje více fosforu ze dna nádrže a dost často i větrné počasí podporuje rozvoj těchto společenstev zejména v mělké nádrži. Nádrže v urbanizovaných oblastech mají nízkou resilianci ve srovnání s velkými a hlubokými nádržemi. (Naselli-Flores a kol., 2007). A proto pod tlakem antropogenních činností, vodní ekosystémy mohou být lehčí změněné ve prospěch tolerantních, často nežádoucích společenstev (třeba sinicemi). Doležalová a Komínková (2013) shrnuli, že nádrže v Praze jsou přirozeně malé, ale většina přítékající vody je odtok z mnohem větších nezpevněných ploch, a jsou ovlivněny různými lidskými činnostmi, což se projevuje na kvalitě jejich vod a také na obsahu toxických kovů v sedimentech. V jejich studiu se zjistilo, že většina nádrží, u kterých jsou překročené hodnoty NEK, jsou eutrofizované a jsou zatížené organickými látkami, a to se týká i dvou nádrží v Litovicko-Šárecké soustavě.

3. CHARAKTERISTIKA ZAJMOVÉHO ÚZEMÍ

3.1. Obecná charakteristika povodí Litovicko-Šáreckého potoka

Litovicko-Šárecký potok pramení u obce Chyně, v západní části Středočeského kraje a má délku toku 21.28 km a jeho plocha činí 62.9 km². Do Vltavy se vlévá v Praze – Sedlci, v místech, kde končí Císařský ostrov. K nejvýznamnějším přítokům patří Jenečský, Zličínský, Nebušický a Lysolajský potok. Litovicko-Šárecký pramení v malém lesíku na území obce Chyně v Středočeském Kraji, protéká pak rybníkem Strahovský ve stejné obci a pokračuje přes soustavu rybníků (Litovický, Kala, Břve, Strnad) v Hostivicích a za hranicemi Prahy retenční nádrží Jiviny. Pod Ruzyňskou věžnicí je tok v délce asi jednoho kilometru zatrubněn. Vytéká až u rybníka Libocký a pak pokračuje k vodnímu dílu Džbán, který je významným rekreačním místem pro obyvatelstvo Prahy. Potom velká část toku protéká Šáreckým údolím, kde je vodní tok zaříznut do tvrdých buližnickových hornin, v nichž vyrývá kaňonovitě údolí a vytváří řadu kouzelných scenerií. Složený název Litovicko-Šárecký upozorňuje na dvě části potoka. Litovickém potokem bývá nazývána jeho horní část, která vtéká do nádrže Džbán. Šáreckým potokem pak bývá označován dolní úsek toku pod nádrží.



Obr. 1. Mapa Litovicko-Šáreckého potoka

Zdroj: www.mapy.cz

3.1.1. Geomorfologická charakteristika

Z hlediska geomorfologického členění leží povodí Litovicko-Šáreckého potoka na severozápadě Pražské plošiny na tzv. Kladenské tabuli, resp. na jednom z jejích čtyř geomorfologických okrsků - Hostivické tabuli. Hostivická tabule se v oblasti souvislého rozšíření svrchnokřídových hornin a je charakterizována rozsáhlými zarovnanými povrchy (strukturními plošinami), od

jihozápadu k severovýchodu velmi mírně ukloněnými. Na horninách proterozoika, méně staršího paleozoika a jejich pokryvu permokarbonu a svrchní křídly vznikla členitá pahorkatina se dvěma úrovněmi zarovnaného povrchu. Na odolných buližnicích a bazaltech se vytvořily místy suky a strukturní hřbety. Na území městské zástavby odkrývá široká údolní deprese křídové podloží ordovických hornin.

Hluboce zaříznuté sevřené údolí středního a dolního toku Šáreckého potoka (v proterozoických břidlicích a buližnicích) je epigenetického původu. Okraje údolí Šáreckého potoka jsou lemovány buližnikovými sukami, které tvoří součást exhumovaného předkřídového povrchu. (Atlas krajiny České Republiky, 2009)

3.1.2. Geologické poměry

Na území Prahy v průběhu geologické historie byla zatopena třemi moři, a teď je geologické podloží tvořené usazeninami z těchto moří. (Němec, Ložek a kol., 1997). Nejstarším útvarem na této území je svrchní proterozoikum, a je tu charakteristické střídání drob a břidlic, jako v cele kralupsko-zbraslavské skupině. Na severozápadě Prahy v údolí Vltavy, Šáreckého a Únětického potoka se zbraslavská jednotka vyznačuje čočkovitými vložkami odolných silicitu – buližníku. Z paleozoických uloženin jsou zde hlavně horniny z ordoviku, střídající se břidlice a pískovce, a jen ojediněle karbonátové horniny. Charakteristické pro této území jsou takzvané Šárecké souvrství (Kovanda, 2001) s mocností 30 až 150 m, které jsou vyvinuté ve dvou fázích: břidličně a vulkanické.

Byly zde nalezené i horniny z období svrchní křídly a jedna se především o jílovce, prachovce, pískovce, vápence a opuk, s mocností až několik desítek metru. Nejmladšími uloženinami jsou písčité štěrky a písky říčních teras, sprašové hlíny a spraše, naváté písky, splachové a fluviální písčitohlinité sedimenty z kvartéru. (Kovanda, 2001)

3.1.3. Hydrogeologické poměry

Pestrá geologická stavba ovlivňuje i hydrogeologické poměry. Tím pádem v dotčeném území hlavním zdrojem podzemní vody jsou atmosférické srážky, ale jsou zde přítomné i několika podzemních pramenu, zejména na území Prahy 6. Zde z křídových hornin Pražské plošiny vytékají vydatné prameny a v údolí potoku prořezávají tyto křídové sedimenty až do podloží ordovických či proterozoických hornin. V povodí Litovického povodí, mezi Libockým rybníkem a nádrží Džbán, vyvěrá celkem 15-26 l/s podzemní vody, a nejvydatnějšími prameny v tomto úseku jsou Veleslavínka, Zední, Překvapení a Teplárna. V povodí Šáreckého potoka vytéká až 16-28 l/s pramenité vody, nejvýznamnější prameny jsou v Houslích a Zlodějka a Šárecká Habrovka která napájí koupaliště Šárka (Kovanda, 2001).

3.1.4. Pedologické poměry

V povodí Litovicko-Šáreckého povodí jsou zastoupené různé typy pud. Nejvíce zde převládají hnědozemě, kambizemě ale jsou také ostrůvky černozezí a luvizemí a luvických hnědozezí. V sníženině z okolí Hostivic se vyvinuli hydromorfní černozezí. Hnědozemě se vytvořily hlavně v rovinatém či mírně zvlněném reliéfu ze spraší prachovic a polygenetických hlín pod původními doubravami a habrovými doubravami. V dotčeném území se vyskytují hnědozemě subtypu modální, které se vyvinuli ze spraší, prachovic, polygenetických hlín, a jsou charakterizované zrnitosti 3 a jsou také hnědozemě luvické. Na hostivické tabuli, hnědozemě postupně procházejí do luvických zemi, pudy s vybělením aluviálním orientem. A dále směrem k Vltavě jsou více zastoupené kambizemě vyvinutým převážně v hlavním souvrství svahovin magmatických, metamorfních a zpevněných sedimentárních hornin Vznik těchto půd z tak pestrého spektra substrátů podmiňuje jejich velkou rozmanitost z hlediska trofismu, zrnitosti a skeletovitosti, při uplatnění více či méně výrazného profilového zvrstvení zrnitosti, skeletovitosti, jakož i chemických (biogenní prvky, stopové potenciálně rizikové prvky) a fyzikálních vlastností (ulehlost bazálního souvrství, ovlivňující laterální pohyb vody v krajině). V hlavním souvrství dochází obecně k posunu zrnitostního složení do střední kategorie v relaci k bazálnímu souvrství, k čemuž přispívá i jejich obohacení prachem. Jsou zde především zastoupené kambizemě modální ze středně těžkých a lehčích středních substrátů. Pudy v povodí Litovicko-Šáreckého povodí jsou charakterizované střední a vysokou přirozenou retenční schopností a mohou zachytit od 100-600 l na m² a více než 320 litru respektive. U zemědělských půd je ale tato hodnota nižší skoro o polovinu. (Atlas krajiny České Republiky, 2009)

3.1.5. Klimatické poměry

Povodí Litovicko-Šáreckého potoka se nachází v teple a mírně teple klimatické oblasti s průměrnou roční teplotou vzduchu 7-9°C průměrné měsíční teploty zde se pochybují mezi -2-0 °C v lednu, v dubnu a říjnu mezi 8-10°C a červenci - nejteplejší měsíc, je průměrná teplota mezi 18 a 22 °C. Průměrný roční úhrn srážek činí 500-550 mm s maximálními hodnoty v letních měsících červen-srpen (250-300 mm) a s nejmenším v zimních měsících 0-100mm. (ČHMÚ). Podle Quitt (2009) (v Atlasu krajiny České Republiky) klima v této území je typická pro urbanizované povrchy s hustou a středně hustou zástavbou s zněčištěním ovzduší.

V povodí Litovicko-Šáreckého potoka se nachází jedna klimatologická stanice českého hydrometeorologického ústavu, Praha Ruzyně. V roce 2012 na této stanici byla zaznamenána průměrná roční teplota 9-10°C (ČHMÚ), největší teplota vzduchu byla v srpnu, kolem 26.5 °C (ČHMÚ). Také v srpnu byla i největší průměrná teplota, o pár stupňů větší než průměrná teplota v letech 1961-1990. Také můžeme říct, že od dubna 2012 do září 2012 teplota byla

nadprůměrná. Nejstudenějším měsícem na této stanici byl únor s minimální teplotou -8°C . V srpnu byly nejvíce letních a tropických dní s celou období. Roční úhrn srážek pro rok 2012 činil 500-600 mm (ČHMÚ), s maximální hodnotou 115 mm v červenci a minimálním v únoru cca 10 mm. V roce 2013 průměrná teplota v měsících leden-květen činila 3.58°C a úhrn srážek byl 46.42 mm (ČHMÚ).

3.1.6. Fytogeografické a biologické členění

Podle členění provedené Skalickým a kol (1988), patří dotčené území k českému termofytiku: středočeská tabule: bělohorská tabule s potenciální přirozenou vegetací černýsovou dubohabřinou a lipovou doubravou. Přirozené kultury se zachovaly jen ojedinělé, ale většinou byly nahrazené nepůvodními druhy a pudy byla většinou využita pro zemědělství a městskou zástavbu. Z biogeografického pohledu se jedná o biochory vápnitých stanovišť s 2. a 3. vegetačním stupněm.

3.2. Hydrografické poměry a odtokový režim

Litovický potok vzniká převážně v meliorovaných polnostech nad obcí Chyně. Hned pokračuje rybníkem Bašta na okraji obce a pak do rybníku Strahovský. Po vstupu do přírodní památky Hostovických rybníků, protéká mokřadní nivou a vtéká do Břevského rybníka. V této nivě se nachází také menší vodní nádrž vzniklá po těžbě rašeliny, která je však napájena především podzemní vodou. Břevský rybník má ještě jeden drobnější přítok z jihovýchodu. Z rybníka může voda odtékat dvěma směry. Výpustní objekt umožňuje odtok struhou do Litovického rybníka, popřípadě do jeho pravostrannému obtoku. Druhou možností je odtok přelivem ve východním okraji hráze širokým kanálem do rybníka Kaly. Dělení běžných průtoků mezi výpustní objekt a přeliv se děje regulací výpustního objektu. Vypouštění Břevského rybníka je možné do rybníka Litovického. Do rybníka Kala spadají převážně přívalové průtoky.

Rybník Kala je kromě vody z Břevského rybníka napájen také několika pramennými potůčky, odvodňující lesní pozemky na jeho jižním okraji. Většina rybníka není protékána. Odtok z výpustního objektu a bezpečnostního přelivu se spojuje s odtokovou struhou z Břevského rybníka a směřuje k rozpadlému rozdělovacímu objektu umožňujícímu rozdělit vodu do Litovického rybníka a obtokové strouhy, která však v současné době není funkční. Potrubní výpusť s jednoduchým stavítkem na pravé straně hráze rybníka Kaly umožňuje odpouštět vodu také do mokřadu Chobot. Odtud voda povrchově přetéká do obtokové strouhy kolem Litovického rybníka. Za průměrného průtoku vykazuje rybník Kala průtokový deficit 0,7 l/s, neboť rybník odpařuje z hladiny víc vody, než přitéká z jeho dílčího povodí. Znamená to, že dlouhodobě závislý na přítoku z Břevského rybníka. Litovický rybník vedle hlavního přítoku přijímá několik drobných přítoků směrem od Litovic. (ZCHÚ)

Za Litovickým rybníkem tok Litovicko-Šáreckého potoka pokračuje obcí Hostivice, kde je většinou napřímen a koryto je upravené a následně do retenční nádrže Strnad. Z retenční nádrže potok vtéká na území hl. m. Praha pod dálnici R1. Přibližně 400 m za nádrží Strnad, již v katastru hl. m. Prahy, se nachází retenční nádrž Jiviny. Z Jivin potok pokračuje východním směrem do Ruzyně, kde je u Ruzyňské věznice zatrubněn. Zatrůnění potoka končí u severního cípu Obory Hvězda. Odsud potok pokračuje Ruzyní v otevřeném korytě protéká i Libockým rybníkem, který je bočně napájen, a pak pokračuje do Veleslavína a následně do údolní nádrže Džbán v Šáreckém údolí. Po výtoku z nádrže Džbán potok protéká údolím Divoké Šárky do Tiché Šárky. Střední část se rozkládá na území přírodního parku Šárka – Lysolaje. Severovýchodní část protéká středně urbanizovaným údolím Dolní Šárky. Přes Jenerálku pokračuje do Dolní Šárky a Lysolaj. Za Lysolaji se vlévá do Vltavy.

Tabulka 1. Základní hydrologické údaje o Litovicko-Šáreckém potoce

Celková plocha povodí	62,93 km ²
Číslo hydrologického pořadí	1-12-01-002, 1-12-01-004, 1-12-01-006
Hlavní recipient	Litovicko-Šárecký potok
Rád toku	III
Celková délka toku	23,43 km
Celkový počet hlavních přítoku	4
Levostranné přítoky	3
Pravostranné přítoky	1

Zdroj: Lesy hl.m. Praha 1

M-denní průtoky naměřené u Libockého rybníka a u ústí do Vltavy jsou představené v tabulce 2 a N-létě průtoky charakteristické pro lokality pod Břevským rybníce a v Hostivicích nad a pod soutokem s Jenečským potokem a u ústí do Vltavy jsou představené v tabulce 3.

Tabulka 2. M-denní průtoky na vybraných profilech Litovicko-Šáreckého potoka, $l\ s^{-1}$

Název profilu	M-denní průtoky ($l\ s^{-1}$)													
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	Qa
Litovicko-Šárecký potok, Libocký rybník	288	207	164	135	112	94	79	66	53	41	28	14	3	128
Litovicko-Šárecký potok, ústí do Vltavy	425	304	240	197	165	139	117	98	80	63	45	26	12	-

Zdroj: Lesy hl. m. Praha

Tabulka 3. N-létě průtoky na vybraných profilech Litovicko-Šáreckého potoka, $m^3\ s^{-1}$

Název profilu	N-létě průtoky ($m^3\ s^{-1}$)						
	1	2	5	10	20	50	100
Litovicko-Šárecký potok - hráz rybníka Břevský	1	2	3,9	5,6	7,5	10,4	12,8
Litovicko-Šárecký potok - nad Jenečským potokem	1,1	2	3,7	5,5	7,7	11,3	14,7
Litovicko-Šárecký potok - pod Jenečským potokem	1,5	2,7	4,9	7,2	10,1	14,9	19,3
Litovicko-Šárecký potok - ústí do Vltavy	2,6	4,3	9,8	14,1	19,2	26,7	33

Zdroj: Lesy hl. M. Praha

3.3. Ochrana přírody

V povodí Litovicko-Šáreckého potoka jsou umístěné několika chráněné území: přírodní památka Hostivické Rybníky, Přírodní památka a evropská významná lokalita Obora Hvězda, přírodní rezervace Divoká Šarka, přírodní památka Vizerka, PP Jeneralka, PP Zlatnice, PP Nad Mlýnem, PP Dolní Šarka, PP Baba a několika památných stromů.

3.3.1. PP Hostivické rybníky

Přírodní památka Hostivické rybníky se nachází u města Hostivice, v okrese Praha - západ a Středočeském kraji. Byla založena v roce 1996 na rozlohy 113 ha. Území zahrnuje část hostivické rybníční soustavy – rybníky Břevský, Kalu a Litovický, mokřad Chobot a přiléhající mokřady a převážně druhotné lesy. Rovinaté území v nadmořské výšce 345 – 358 m n. m. tvoří oblast přírodě blízkých ekosystémů uprostřed silně urbanizovaného a zemědělsky intenzivně využívaného prostředí. Lokalita je významná z hlediska ornitologického jako hnízdiště, shromaždiště a zimoviště ptáků. Cenné jsou také mokřadní biotopy a hodnotné je toto území i z mykologického hlediska. V této přírodní památce jsou zvláště chráněné následující druhy rostlin:

Kalichovka půvabná (*Haasiella venustissima*), Pečárka bělovlná (*Agaricus leucotrichus*), Kornatec přejemný (*Aleurodiscus delicatus*), Krtičník stinný (*Scrophularia umbrosa*), Potočník vzpřímený (*Berula erecta*), Ostřice trsnatá (*Carex caespitosa*), Ostřice latnatá (*Carex paniculata*), Ostřice nedošáchor (*Carex pseudocyperus*), Ostřice říční (*Carex riparia*) a druhy živočichů: chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), Žluva hajní (*Oriolus oriolus*), Moták pochop (*Circus aeruginosus*), Potápka černokrká (*Podiceps nigricollis*), Potápka malá (*Podiceps ruficollis*), Potápka roháč (*Podiceps cristatus*). (ZCHÚ)

3.3.2. PP a EVL Obora Hvězda

Se nachází na území hl. m. Prahy v Liboci. Celková plocha zvláště chráněného území činí 78,8493 ha. Předmětem ochrany ZCHÚ tvoří Lesní porosty přirozeného charakteru (habrové doubravy, bukové doubravy, bíkové bučiny), významná ornitologická lokalita. Na této území hnízdí Datel černý (*Dryocopus martius*), lejsek bělokrký (*Ficedula albicollis*), kavka obecná (*Corvus monedula*), lejsek šedý (*Muscicapa striga*), strakapoud prostřední (*Dendrocopos medius*). Také se na této území vyskytují 8 druhů netopýru (1 druh je kriticky ohrožený a ostatní 7 silně ohrožené).

Na stejné území se nachází Evropská významná lokalita EVL CZ0113001 Obora Hvězda. Konkrétně se jedná o mokřinu a navazující podmáčenou olšinu a vrbinu na severozapadním okraji PP Obora Hvězda, na břehu Litovického (Šáreckého) potoka. Předmětem ochrany je výskyt vrkoče útlého (*Vertigo angustior*), velmi malého plže o délce ulity nepřesahující 1,8 mm, který obývá zejména více otevřené bazické vlhké údolní louky, mokřadní biotopy a pěnovková luční prameniště, kde žije v trávě, rozkládající se vegetaci v opadavé vrstvě, nebo ve vlhkém mechu (Plan péče o PP Obora Hvězda, 2012)

Litovicko – Šárecký potok na jeho dolním toku je součástí největšího pražského přírodního parku Šárka – Lysolaje, který v sobě zahrnuje osm maloplošných chráněných území: Baba, Divoká Šárka, Dolní Šárka, Housle, Jenerálka, Nad mlýnem, Vizerka a Zlatnice.

3.4. Socioekonomická charakteristika

Litovicko-Šárecký pramení v malém lesíku u obce Chyně, okres Praha-Západ v Středočeském Kráji. Dále potok protéká obcím Hostivice a dostane se na území hlavního města Prahy, kde teče výhradně přes městskou část Praha 6.

3.4.1. Chyně

Obec Chyně se nachází v okrese Praha-Západ v Středočeském Kráji. Má celkovou rozlohu 500 ha, ze kterých 394 představuje zemědělská půda. Na její území se nachází rybníky Bašta a

Strahovský. I přesto se obec nachází nedaleko od Prahy, do roku 1990 se nacházela v neutěšeném stavu: neexistovaly žádné inženýrské sítě vyjma rozvod elektřiny a dešťové kanalizace vybudované v padesátých letech. Od roku 1996 se postupně vybuďoval, Strahovský rybník, tlaková kanalizace a na ni navazující čistírna odpadních vod a vodovod, zahájena byla i plynofikace obce. (Truksova, 2012)

Počet obyvatel k lednu 2013 představoval 2082. Ve srovnání, v červenci 2011 počet obyvatel nepřesahoval 1850 (Český statistický úřad). Tím pádem se dá odhadnout, že populace mírně roste. V současnosti staví v obci několik developerů i individuální stavebníci, takže se zastavěná část obce více než zdvojnásobí v ploše a několikanásobně naroste počet jejích obyvatel. O bydlení v obci Chyně je veliký zájem. Chyně se nachází ve středu lichoběžníku čtyř dálnic, na každou 3 km daleko. Jedná se o Plzeňskou dálnici a pokračování jihozápadního okruhu, nově budovanou Karlovarskou dálnici a spojkou mezi Plzeňskou a Karlovarskou dálnicí.

V obci jsou registrované několik právnických subjektů, například výrobce plastových nádrží, poskytovatele úklidových a čisticích služby, oprava aut, a jiné činnosti, které mají menší vliv na životní prostředí. A obec má od roku 1999 i svojí čistírnu odpadních vod navržená pro 2000 EO. (Truksova, 2012, Oficiální stránky obce Chyně, 2013, Regionální informační servis Chyně, 2013)

3.4.2. Hostivice

Severovýchodní od Chyni, leží Hostivice - město při západní hranici Prahy, patřící do Středočeského kraje a okresu Praha-západ. Hostivice leží na silnici spojující Prahu a Karlovy Vary, její střed je vzdálen asi 4 km od hranic Prahy. Má 7,5 tisíce obyvatel a rychle roste tempem kolem 300 obyvatel ročně. Celková rozloha obce je 1149 ha a je rozdělena do více částí: Jeneček, Břve a Litovice.

Území Hostivice bylo osídleno od pravěku. První zmínka o městě byla až v roce 1277. Ves tvořil několika dvorců a kostel Sv. Jakuba. V průběhu času se obec pomalu rozšiřoval a v prvních letech 20. Století poznamenal velkou vlnu rozšíření zástavby. Druhá vlna začala po roce 1989 a trvá dodnes. (Oficiální stránky obce Hostivice, 2013)

Podle údajů z Českého statistického úřadu, za posledních 20 let se počet obyvatel zvětšil od 4811 v 2002 do 7613 v 2012. (Český statistický úřad, 2012). Celkový přírůstek byl největší v letech 2006, 2007 ale hlavní příčinou není přirozený přírůstek, či stěhování. Trend stěhování do Hostovic, v menší míře je patrna i v posledních letech.

Na území Hostivice jsou umístěné více právnických subjektů, největším je na okraji města Tulipán park Logistic Center, a také několika opraváren aut, a několik restaurací. Město má svoji čistírnu odpadních vod, s aktuální kapacitou 6900 EO s celodenním průtokem 18.6 l/s. A v nejbližším budoucnu je naplánovaná její rekonstrukce na 14000 EO.

3.4.3. Praha

Litovicko-Šárecký potok protéká dále přes hlavní město Praha, výhradně přes městskou část Praha 6. Rozloha městské části Praha 6 je 41.54 km². Hustota zalidnění činí 2466 obyvatel/ km². Podle dat českého statistického úřadu v roce 2012 žilo v Praze 6 98444 obyvatel (data k 31. 12. 2012). Pro srovnání před 10 lety zde žilo o 28270 obyvatel méně (Český statistický úřad, 2012). Za poslední 20 let činil růst obyvatelstva 70 000 a dodnes je patrný mírný růst obyvatel. Také je velmi intenzivní i zástavba nových sídlišť. V zájmovém území za posledních 10 let vznikly nové bytové domy na levém břehu Libockého rybníka.

3.5. Možné zdroje znečištění v povodí

V povodí Litovicko-Šáreckého potoka byly identifikované několika zdrojů znečištění. Jako hlavní bodové zdroje jsou považované čistírny odpadních vod z obce Chyně, městskou čtvrti Jeneč z Hostivice, ČOV Hostivice a ČOV městské čtvrti Sobín.

ČOV Chyně funguje od roku 1999, je typu BIO CLEANER BC 2000 a byla navržena na maximálně 2000 ekvivalent obyvatel. Technologie této biologické čistírny spojuje do kompaktního celku všechny stupně čištění odpadních vod včetně měření průtoku vyčištěné vody. ČOV je dvoustupňová. V prvním mechanickém stupni jsou odstraněny zejména větší nerozpuštěné nečistoty a ve druhém biologickém stupni je odstraněno zejména rozpuštěné znečištění charakterizované organickými látkami a sloučeninami dusíku a případně fosforu. Biologický stupeň je koncipován jako nízkozatěžovaná aktivace s předřazenou denitrifikací, tzv. D-N proces, který kromě spolehlivého dosažení potřebné kvality odtoku v parametrech organického znečištění umožní i zvýšené odstraňování dusíkatých látek z odpadních vod. Vyčištěná voda je přes odtokový žlab odváděna pryč do Strahovského rybníka. Čistírna je schopná pojmout až 300 m³ znečištěné vody denně při spotřebě asi 155 kWh/den. Zároveň je navržena tak, aby ji bylo možno provozovat i na menší kapacitu (Truksová, 2006).

Dalším bodovým zdrojem v povodí je Čistírna odpadních vod z Hostivice, která je navržena na 6900 EO. Stávající ČOV se skládá z mechanického předčištění, dvou nádrží oxidačních příkopů (2x 2 500 EO), dvou dosazovacích nádrží pro oxidační příkopy, 1 nádrže kompaktní biologické jednotky Simplex a kalového hospodářství. (Informační systém EIA, 2012)

V nejbližším budoucnu je naplánována přestavba již existující Hostivické ČOV se zvýšením kapacity na 1400 EO s dostatečným prostorem pro rekonstrukci s umístěním nových technologií a jejím napojením na kanalizaci města. Potřeba intenzifikace čištění odpadních vod je dána prudkým nárůstem počtu obyvatel Hostivice, se kterým se i nadále počítá, neboť v územním plánu jsou navrženy ještě nevyužité rozvojové plochy pro bydlení. Dosavadní čistírna by proto nepokryla všechny požadavky na vyčištění vody před vypouštěním do povrchového recipientu, retenční nádrž Strnad. Zahájení stavby byla naplánovaná na léto 2011 a mělo by být už dokončena na podzim 2012. Bohužel z důvodu nedostatku finančních prostředků a byrokracie ale to ještě neproběhlo.

Jiný zdroj je čistírna odpadních vod z obce Sobín, která má kapacitu 900 EO (Internet 2).

Na stránkách Lesy hl. m. Praha je identifikován ještě jeden zdroj znečištění v tomto povodí, jedna se o čistírny odpadních průmyslových vod Klio, která se nachází na horním toku Zličinského potoka, na území městské části Praha-Zličín. Základní činností čistírky je čištění všech druhů odpadních vod, a následná úprava a likvidace kapalných odpadů (KLIO, 2013). Na svých stránkách firma garantuje dosažení mimořádně nízkých koncentrací znečištění ve vyčištěné vodě, a to i v případě přítomnosti komplexotvorných látek. Lesy hl. M. Prahy považuje tento zdroj za stále znečišťující ale se na vyřešení situace už pracuje.

Také Komínková et al., (2012) považují za významnými zdroje znečištění nelegální vyústi splaškových vod z sídelných útvarů. Stávající bodové zdroje jsou masivním zdrojem emisí fosforu a lze je považovat za hlavní příčinu hypertrofie nádrže.

Hlavními difúzními zdroje znečištění mohou být zastavba a městské plochy, dešťové kanalizace a další drobné zdroje. (Komínková et al., 2012) Značným zdrojem mohou být i zemědělské plochy nacházející se kolem rybníků a podél toka, zejména na horním toku, kde se převážně pěstují obilí (pšenice, ječmen) a se předpokládá, že jsou intenzivně hnojené. Významným zdrojem jsou považované i samotné nádrže nacházející se v této povodí které jsou obecně v letních měsících nejen zdrojem fosforu, ale také inokula sinic a se pak to přenáší po toku. Velmi záleží na jejich trofickém stavu.

3.6. Popis zkoumaných nádrží

V povodí Litovicko-Šáreckého povodí se nacházejí následující nádrže, které plní různé funkce od krajínotvornou, retenční, biologickou funkci a rekreační. V tabulce 3 je uveden stručný popis využití nádrží.

3.6.1. Rybník Bašta

Rybník Bašta leží na katastrální území obce Chyně. Má celkovou rozlohu kolem 4 ha a maximální hloubka je 2,5 m. Je první nádrž na celé soustavě rybníků a je napájena pramennou částí Litovického potoka. Na jih od rybníka se nachází obec Hostivice s 2000 obyvatel a na severu je zemědělská krajina. Rybník je tu už dost dlouho, na historických mapách z roku 1836-1852 je už přítomný.

3.6.2. Strahovský rybník

Rybník Strahovský leží na území obce Chyně, asi 600 m níže Bašty. Celková plocha je 1,3 ha, a maximální hloubka činí 3,5 m. Tato nádrž je intenzivně využívána k chovu ryb, je pronajata obecní prospěšnou organizací Strahovský rybník o.p.s. která poskytuje rekreační a sportovní služby pro občany obce Chyně a Hostivice. V daném rybníce se vyskytují několika druhů ryb: kapr obecný, lín obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný, úhoř říční, bolen dravý, síh seled, jelec tloušť, cejn velký, sumec velký (Strahovsky rybnik, o.p.s., 2012).

Před rybníkem jsou umístěné 3 menší nádrže, využívané k chovu rybí osádky. Do nádrže teče voda z rybníka Bašty a také z východní části Chyni a do ní je vyústěná i strouha od ČOV Chyně.

Tabulka 4. Charakteristiky nádrží tvořících Litovicko-Šáreckou kaskádu

	Nadrž	ř.km.	Funkce	Plocha, ha	Hloubka, m
1	Bašta	22,60	chov ryb, krajinná	4	2,5
2	Strahovský	21,75	chov ryb, sportovní rybolov, biologická, krajinná	1,3	2,5
3	Břevský	21,00	krajinná, rybochovná	10	3
4	Kala	20,40	krajinná, rybochovná	13	2,5
5	Litovický	19,80	krajinná, rybochovná	18	3,5
6	Strnad	16,70	retenční, biologická, krajinná, rybochovná	8,3	3
7	Jiviny	15,50	retenční , biologická, chov ryb	9	4
8	Libocký	12,50	rybochovná, krajinná, rekreace, sportovní rybolov, odběr vody	2,7	2,5
9	Džbán	10,20	rekreace, retenční, krajinná, sportovní rybolov	18	7,5

Zdroj: Lipták (2006), Lesy hl.m. Praha

3.6.3. Břevský rybník

O 400 m níž se nachází Břevský rybník který je prvním ze třech Hostivických rybníků o rozlohy 10 ha a maximální hloubkou 2,5 m. Litovický potok je napájen od západu. Do něj se ale vlévá ještě jeden malý zdroj z vodní nádrže v Břevské rákosině. Tato malá nádrž vznikla až po těžbě rašeliny a nemá žádný přítok – je napájena jen podzemní vodou. Do Břevského rybníka vtéká ještě jeden malý přítok vznikající v polích na východě oblasti a protékající mokřady Nekejcov. Voda z rybníka může odtékat dvěma směry: přelivem ve východní části hráze do Kalého, ale i strouhou do Litovického rybníka. Vypouštění Břevského rybníka je však možné jen do Litovického rybníka – do Kalého mohou téct jen přílivové průtoky.

Na severním břehu je hraničena městskou zástavbou a silnicí. U odtoku je umístěna lávka a dětské hřiště.

3.6.4. Rybník Kala

Rybník Kala je také součástí přírodní památky Hostivické rybníky, má celkovou rozlohu 13 ha a maximální hloubku 2 m a je bočně napájena Litovickým potokem a také z malých pramenných potůčků, které vznikají v lese po jeho okraji. Nedochází zde však k výraznému proudění. Voda proudící z bezpečnostního profilu směřuje k rozpadlému objektu. Od roku 2009 teče voda jen do Litovického rybníka. Původně mohla téct ještě odvodňovací strouhou podél Litovického rybníka, ta ale už funkční není. Malá výpust na pravé straně hráze Kalého rybníka umožňuje v období sucha zásobovat vodou mokřad Chobot. Z mokřadu Chobot může voda povrchově přetékat do odtokové strouhy kolem Litovického rybníka. Kalý rybník vykazuje za průměrného průtoku průtokový deficit. To je způsobeno tím, že odpar z hladiny je vyšší než podíl přítoků. Aby si udržel svou hladinu, je závislý na přítoku z Břevského rybníka.

3.6.5. Litovický rybník

Litovický rybník je největší součástí PP Hostivické rybníky, a má celkovou rozlohou 18 ha. Litovický rybník přijímá jak vody z Kalého tak z Břevského rybníka, tak i menší potůčky přítékající většinou ve směru od Litovic. V současnosti patří rybníky Českému rybníkářství, s. r. o., Mariánské Lázně. Chová se zde především kapr lysec, dále pak lín obecný (*Tinca tinca*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*), štika obecná (*Esox lucius*), candát obecný (*Sander lucioperca*), sumec velký (*Silurus glanis*) a další malé ryby z čeledi kaprovitých. V rybníce se také může ještě vyskytnout úhoř, který se již nenasazuje, plevelné ryby jako je stěvlička východní (*Pseudorasbora parva*) a karas stříbřitý (*Carassius auratus*). Dnes se již pro zvyšování

úživnosti nepoužívají hnojiva, ryby se přikrmují obilím a voda se dezinfikuje vápněním. Výlovy jsou zpravidla jednou ročně a rybníky se neletní (Kučera a kol., 2006).

Voda v těchto třech rybnících je však silně eutrofizovaná, v důsledku čehož dochází k nárůstu počtu zelených řas, což je viditelné i na zbarvení vody. Nárůst řas je způsoben přítomností vysokého obsahu dusíku a fosforu, který se do vody dostává z okolních polí i z vypouštěných odpadních vod. Této situaci neprospívá ani rybníkářské využití rybníků. V důsledku zhoršené kvality vody došlo v jednom období i k náhlému uhynutí mnoha vodních ptáků. To měl na svědomí neurotoxin botulotoxin, který vzniká za anaerobních podmínek v bahně, kde se dostává do těl prvků, kterým neškodí. Následně se pak hromadí v těle ptáků, kde působí letálně.

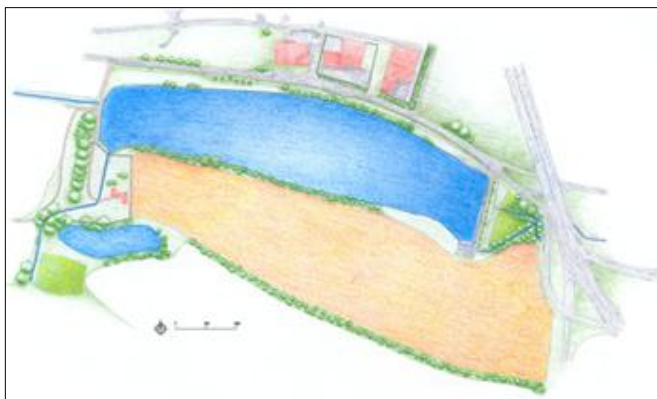
Podle planu péče o PP (ZCHÚ, 2009), u rybníků by bylo potřeba provést průzkum ohledně zabahnění. Při zabahnění větším než 30 % by bylo vhodné odbahnění. V současnosti není znám stav zabahnění.

Z historického hlediska bylo důležité, že tato rybníční soustava sloužila jako zdrojová oblast vody pro vodovod, který zásoboval Pražský hrad v době vlády Rudolfa II. Je jisté, že v této době byla rybníční síť rozsáhlejší, přesná velikost však není známa. Po přesunu moci do Vídně (1620) upadl o tyto lokality zájem, zejména o hradní vodovod. V době před třicetiletou válkou je doložena existence pouze dvou rybníků. Z vojenského mapování z roku 1953 je patrné, že došlo k odlesnění okolí rybníka a následnému vysoušení části mokřadů. Když se po vzniku Československa v roce 1918 stal Pražský hrad sídlem hlavy státu, došlo opět k zvýšení nároků na dodávky vody, a to zejména do nově budovaných zahrad. V této době existovaly z původních sedmi rybníků již jen tři: Kala, Břve a Bašta, z ostatních zbyly pouze hráze. Při následném průzkumu byl zjištěn nevyhovující stav většiny rybníků, v důsledku čehož se muselo přistoupit k jejich rekonstrukci. Před rekonstrukcí rybníků Kala (dnes Kalý rybník) a Břve (dnes Břevský rybník) byl v letech 1924 až 1925 obnoven Litovický rybník, do kterého se napustila voda z těchto dvou rybníků (ty byly odkaleny a k rekonstrukci hrází došlo až roku 1933). S postupným naplňováním Litovického rybníka v lednu 1926 se objevily potíže s hladinou podzemní vody, neboť došlo k zaplavení sklepů blízkých domů. Vodovod se nakonec vzhledem k nastalým problémům nepodařilo dobudovat. Po restituci roku 1989 se stav životního prostředí zhoršil, neboť zde panoval rozkol soukromých majitelů, investorů a obce. Přírodní památka Hostivické rybníky vznikla roku 1996 a od této doby se o její rozvoj stará Český svaz ochránců přírody, konkrétně jeho základní organizace Hostivice.

3.6.6. Vodní dílo Strnad

Leží v katastrálním území Hostivice, Praha-západ na říčních kilometrech 19.5-17. Jedná se o průtočné nádrži s biologickým, retenčním, krajínovorným a rybochovným účelem, celkovou rozlohou 83.447 m², a objemem 114015 m³. Před sypané zemní hrázi dosahuje maximální hloubku 3 m. Nádrž je napájena Litovickým potokem a také z pravé strany se do něj vlévá Zličínský potok.

Výstavbě rybníka předcházelo vybudování suché retenční nádrže, která byla dokončena kolem roku 1958 a sloužila k zmírnění velkých vod při povodních. Po roce 1969 byla původní nádrž přestavěna na rybník a upravena do dnešní podoby. Dnes má rybník nejen



Obr. 2. Náhled retenční nádrže Strnad

Zdroj: Lesy hl. m. Praha

funkci krajínovornou, ale také má význam pro zlepšování kvality vody Litovického potoka nad rekreační nádrží Džbán. Dále je rybník využíván k extenzivnímu chovu ryb, zejména kapra obecního, štiky a lína. Každý podzim je pravidelně prováděn výlov.

V roce 2007 bylo provedeno odbahnění rybníka a oprava opevnění hráze. Z rybníka bylo odvezeno 25 000 m³ sedimentu. V rámci úprav bylo kolem rybníka vysázeno mnoho nových stromů a keřů. Z přírodního hlediska je rybník díky své rozloze velmi zajímavou lokalitou zejména pro vodní ptactvo. Běžně zde je možné spatřit kachnu divokou (*Anas platyrhynchos*), labuť velkou (*Cygnus olor*), lysku černou (*Fulica atra*) nebo poláka chocholačku (*Aythya fuligula*). (Lesy hl.m. Praha, 2011). Velká vodní plocha láká ptáky i k zastavení za potravou, v době tahu nebo zimování a jako napajedlo. Loví zde například volavka popelavá či kormorán velký. V korytech pod hrázi rybníka, která jsou prorostlá bujnou vegetací, jsou ideální podmínky pro skokana zeleného a další obojživelníky. Břehy rybníka jsou porostlé mladými olšemi, topoly a vrbami a jsou silně ovlivněny lidskou činností. Chybí zde také souvislejší pás mokřadního rostlinstva, tzv. litorální pásmo, na které je vázáno mnoho dalších organismů.

3.6.7. Retenční nádrž Jiviny

Retenční nádrž Jiviny byla postavena v letech 1980 - 1984 na Litovickém potoce v Praze 6 za účelem zachycení přívalových vod i v povodňových obdobích z dešťové kanalizace zaústěné do

Litovického potoka nad profilem hráze. Na vyústění dešťové kanalizace jsou umístěny dešťové usazovací nádrže (dále DUN) pro ochranu kvality vody v retenční nádrži a v toku pod hrází. DUN současně vyrovnávají nárazové přítoky dešťových vod z kanalizace do nádrže. Dalším účelem vodního díla Jiviny je zlepšování průtoku v Litovickém potoce. Retenční nádrž Jiviny je také využívána Českým rybářským svazem k chovu ryb. Má celkovou rozlohu 9,0 ha a objem 138000 m³.

Po dokončení výstavby silničního okruhu kolem Prahy se předpokládá další výhledová urbanizace povodí nad retenční nádrží Jiviny. V budoucnu tedy pravděpodobně dojde k dalšímu ovlivnění odtokových poměrů v povodí retenční nádrže (Geocaching, 2013).

3.6.8. Libocký rybník

Libocký rybník se nachází na 12.5 říčním kilometru na Litovicko-Šáreckém potoce, kolem 3 kilometrů od RN Jiviny. Rybník se nachází v Praze 6- Liboc a je bočně napájen. Hlavním účelem nádrže je chov ryb, odběr vody a slouží jako krajínovotvorný prvek, k rekreaci a sportovnímu rybolovu. Nádrž má celkovou rozlohu 2,7 ha a objem 44933 m³. (Lesy hl.m. Praha, 2013).



Obr. 3. Náhled Libockého rybníka

Zdroj: Lesy hl.m. Praha

Založení rybníka se odhaduje zhruba do konce 18. století. Rybník byl postaven jako průtočný na Litovickém potoce. Historicky rybník byl a nadále je, zdrojem vody pro vodovod Pražského hradu, kde je voda využívána zejména k závlahám. Voda je z rybníka odebírána odběrným objektem umístěným v severovýchodní části hráze. V minulosti byla voda na Pražský hrad vedena systémem otevřených příkopů a trub, v současné době je již celý vodovod veden pod zemí. V roce 1963 byl rekonstruován odběrný objekt pro hradní vodovod a jeho dílčí úpravy byly do dnešní podoby provedeny v 2. polovině 90. let minulého století při úpravě rybníka. V roce 1987 byla provedena celková rekonstrukce rybníka. Rybník byl odbahněn a hráz byla opevněna polovegetačními tvárnici. Aby se rybník nezanášel sedimenty z potoka, byl přestavěn z průtočného na boční (tedy napájený zatrubněným náhonem). Úpravám neunikl ani Litovický potok, který byl napřímen, jeho koryto bylo prohloubeno a opevněno. Vegetační doprovod rybníka je velmi strohý a druhově chudý. K významným dřevinám patří pouze

památný strom – dub letní nacházející se na levém břehu rybníka. Za zmínku ještě stojí vzrostlá smuteční vrba na nátoku. V roce 2008 byly v rámci zpřírodnění okolí rybníka provedeny výsadby původních druhů dřevin a keřů. K vodní hladině se vysadily vrby a olše, na břehy pak javory a duby. Aby bylo alespoň z části zakryto nevzhledné opevnění z polovegetačních tvárníc, byly břehy osázeny rohožemi se vzrostlou mokřadní vegetací. Kolem rybníka jsou umístěné mnoha rodinných domů a vil a také v posledních 2-3 letech vznikla na pravém břehu menší sídliště s bytovými domy.

3.6.9. Vodní dílo Džbán

Litovicko-Šárecký potom pak pokračuje 2.5 km přes zahradkarských osad a ústředními garážemi Ministerstva Vnitra, pod Evropskou třídou a se dostává do vodního díla Džbán na 10.7 říčním kilometrem. Vodní dílo Džbán je dlouhé 0.8 km a má celkovou rozlohu 18 ha a objem 0.443



Obr.4. Náhled vodního díla Džbán

Zdroj: Lesy hl.m. Praha

milionu m³ a hloubku 7.5 m, a tím se stává druhou největší přírodní koupaliště v Praze, po Hostivické přehradě. Vodní dílo Džbán bylo postaveno v letech 1966 – 1971 na Litovicko-Šáreckém potoce v Praze 6 za účelem rekreace obyvatel hl. m. Prahy. Jeho další funkcí je

zajištění minimálního průtoku pod hrází (15 l/s) a částečné snížení účinků povodní na Litovicko-Šáreckém potoce. (Lesy hl.m. Praha, 2013). VD Džbán je také významným rybářským revírem pro sportovní rybolov. Teoretická doba zdržení vody je 50-60 dni.

3.7. Revitalizované území v povodí

Ve snaze se vrátit k přirozenému stavu vod se na území Praze od roku 2005 začal projekt „[Obnova a revitalizace pražských nádrží](#)“, který je spolufinancován z Evropského fondu, při kterém se revitalizuje potoku a vrací se jim přirozená koryta, se odstraňují betonové koryta a se snaží otevřít zaklenuté části potoku a obnoveni a odbahnění nádrží které se nachází na území města. V povodí Litovicko-Šáreckého potoka za posledních letch byly provedené několik revitalizačních opatření, jako je odbahnění vodního díla Džbán, revitalizace zaklenuté části potoka pod ruzyňskou věznicí k oboře Hvězda a pak i revitalizace před Ruzyňskou věznicí. Správa obce Hostivice plánuje revitalizaci koryto potoka do retenční nádrže Strnad.

Vodní dílo Džbán byla na začátku minulého desetiletí postihnuta přemnožení sinic zejména v letních měsících, což často vyvolovalo omezení nebo úplný zákaz koupání. Tyto problémy se objevili kvůli nevyhovující kvalitě vody přitékající z Litovicko-Šáreckého potoka a kvůli zabahnění nádrže. Zjistilo se že před rokem 2009 ve Džbánu bylo cca 55 000 m³ sedimentu a bahno bylo vyplaveno dále do potoka až několik kilometru.

V roce 2000 se začali vznikat první studie na odbahnění nádrže, ale kvůli nedostatku finančních prostředků projekt nikdy nebyl realizován. Revitalizace začala na konci října 2007 vypouštěním a vylovením ryb. Práce na odbahnění byly zahájeny v květnu 2008 a za dva měsíce byla odstraňována vrstva bahna s maximální hloubkou 2m. Byly opravené stavidla a technologie u hráze nádrže. Během opravy stavidel v hrázi proběhla i oprava kamenného opevnění břehů a přítoku Litovicko-Šáreckého potoka, který byl značně erodován, na několika místech byly vybudovány kamenné schody do vody. Na levém břehu je vybudována i mělká zóna pro mokřadní vegetaci, která sloužit jako úkryt a hnízdiště pro vodní ptactvo. Po dokončení projektu se očekává dlouhodobé zlepšení kvality vody v této nádrži, zajištění bezpečného provozu koupaliště a zlepšení životních podmínek.

Další revitalizace proběhla na potoce pod ruzyňskou věznicí, až k oboře Hvězda. Tato část potoka od 60. létech minulého století bylo intenzivně zaklenuto a ztratila veškerý biologický život a funkce. Cílem revitalizace bylo otevřít až 280 m potoka, odstranění betonového koryta a vymodelování přirozeného koryta místně stabilizovaná kameny a vegetačním opevněním.

Další revitalizace je úprava Litovického potoka v úseku od mostu pod ulicí Drnovská po most před ruzyňskou věznicí v území Ruzyně, Praha 6. Je to přibližně 125 m vodního toku, který protéká mezi vedlejší komunikací a malým parkem. Koryto potoka je opevněno betonovými panely. Teto betonové panely v Šáreckém potoce přispívají k degradaci tohoto významného pražského potoka, omezují život a estetické a ekologické funkce. (Lesy hl. m. Praha, 2013). Staré betonové opevnění byla v celé délce potoka odstraněna a nově upravené koryto byla predello na přírodní podobu. Koryto byla ve dně a v březích stabilizováno stejně jako je u Obory Hvězda. Při propojení potoka s okolním parkem bylo také provedeno rozšíření koryta tak, aby vzniknul pohodlný přístup k vodě. Teto revitalizace máji za cíl propojení vodního potoka s okolím a navrátí Litovicko-Šáreckému potoku v tomto úseku život.

Další revitalizace je naplňováno na území Hostivic. Jedna se o změně 1942 m koryta, odstranění betonových březích a vraceni technické upraveného koryta toku do přirozenější podoby, tím pádem se usek toku prodlouží na 2361 m. Uvažuje se o vzniku zeleného pasu napříč města,

zvýšení protipovodňové opatření a čím vznikne lokální propojeny koridor. U revitalizace tohoto území se uvazuje již od roku 1993, ale pro zatím se čeká na dotace. (Kučera, 2011).

4. METODIKA

Celkem bylo uskutečněno 11 odběrů, v měsíčních intervalech. Odebíralo se pouze za bezledové období, v druhé polovině měsíce, jak je doporučeno v literatuře (Komárková J., 2006). Dopoledne ve stejnou hodinu.

Byly sledované 27 lokality, 9 nádrží s jejími přítoky a odtoky. Na obr. 2 jsou červeně označené místa odběru. Metodicky se rozhodlo ze se u každého rybníka bude odebírat na přítoku, ve středu a na odtoku z nádrže, když vzdálenosti mezi nimi nebyly tak velké, například na horním toku Litovického rybníka jsou nádrže umístěné dost blízko, maximálně 700 m mezi nimi, na dolním toku se jedna už o významné vzdálenosti: od odtoku z Litovického rybníka do přítoku do strnadu, protéká potok antropogenní krajinou až 2,5 km, pak pokračuje k Jivinám, podél komunikaci 1,4 km, a od jivin do Libockého protéká přes průmyslovou, obytnou a lesní krajinu, někde otevřeným a někde v zaklenutém korytě až 3,4 km. Od Libockého do Džbánů je říční vzdálenost 2.3 km a potok také protéká přes zahrádkářskou osadu a městskou zeleni a prochází pod Evropskou třídou.



Obr.5. Mapa Litovicko-Šíreckého potoka s označenými odběrnými místy

Zdroj: www.mapy.cz

Tento aspekt měl ucel prozkoumat rozdíly mezi kvalitou vody přitékající do nádrže s možností identifikaci zdrojů podél toka, zjistit jako je samočisticí schopnost uvnitř nádrže, zejména u retenční nádrže Strnad která slouží jako dočišťovací stupeň po ČOV z Hostivice. V tabulce 5 jsou představené odběrná místa vzorku pro chemické a biologické stanovení a také říční kilometr.

4.1. Přehled odběrových lokalit

Lokalita č. 1 – Nátok do rybníka Bašta

Lokalita je umístěna v malém lesíku u obce Chyně, asi 300 m od pramenu na říčním kilometru 22.7. V studenějších zimních měsících průtok zamrzá, v letních vysychá. V srpnu 2012 nebylo možné odebrat vzorek, protože na místě nic neteklo, byla sotva vlhka půda. Kolem lesíku jsou domy a zemědělska krajina vysazena pšenici a ječmenem. Malý průtok. Foto č.1 v příloze 13.

Tabulka 5. Odběrová místa 1

Číslo vzorku	ř. km*	Název lokality	Chemická stanovení	Biologická stanovení
1	22,70	Nátok do rybníku Bašta	ano	Ne
2	22,60	Rybník Bašta	ano	Ano
3	22,40	Odtok z rybníku Bašta	ano	Ne
4	21,90	Nátok do rybníku Strahovský	ano	Ne
5	21,75	Rybník Strahovský	ano	Ano
6	21,65	Odtok z rybníku Strahovský	ano	Ne
7	21,20	Nátok do rybníku Břevský	ano	Ne
8	21,00	Rybník Břevský	ano	Ano
9	20,80	Odtok z rybníku Břevský	ano	Ne
10	20,50	Nátok do rybníku Kala	ano	Ne
11	20,40	Rybník Kala	ano	Ano
12	20,30	Odtok z rybníku Kala	ano	ne
13	20,10	Nátok do rybníku Litovický	ano	ne
14	19,80	Rybník Litovický	ano	ano
15	19,50	Odtok z rybníku Litovický	ano	ne
16	17,00	Nátok do rybníku Strnad	ano	ne
17	16,70	Rybník Strnad	ano	ano
18	16,40	Odtok z rybníku Strnad	ano	ne
19	15,80	Nátok do retenční nádrže Jiviny	ano	ne
20	15,50	Retenční nádrž Jiviny	ano	ano
21	15,20	Odtok z retenční nádrže Jiviny	ano	ne
22	12,60	Nátok do rybníku Libocký	ano	ne
23	12,50	Rybník Libocký	ano	ano
24	12,40	Odtok z rybníku Libocký	ano	ne
25	10,70	Nátok do vodního díla Džbán	ano	ne
26	10,20	Vodní dílo Džbán	ano	ano
27	9,70	Odtok z VD Džbán	ano	ne

*Zdroj: Lesy hl. m. Praha

Lokalita č. 2 – rybník Bašta.

Vzorky vody byly odebírány z levého břehu, u lavice. Odběrné místo je obklopeno stromy a lesní cestičkou málo využívanou, vjezd je zakázán, za cestičkou je zemědělské využívaná krajina s pšenicí. Na druhé straně jsou rodinné domy. Na podzim v listopadu a prosinci byla nadrž vypouštěna a v březnu 2013 ještě byla nadrž zamrzlá. Foto č.2 v příloze 13.

Lokalita č. 3 – Odtok z rybníka Bašta

Odebíralo se u výpustního objektu, který se nachází před hrází, na kterou vede silnice. Odtok byl skoro vždy, kromě dvou měsíců kdy byla nadrž vypouštěná. Foto č.3 v příloze 13.

Lokalita č. 4 – Nátok do Strahovského rybníka

Odebíralo se s dřevěného můstku na přítoku do rybníka na říčním kilometru 21.90. Mezi rybníkem Baštou a nátokem do Strahovského jsou umístěné ještě několika menších nádrží kde jsou chované sádky ryb. Koryto je umělé upravené a má kamenitý podklad. Kolem na březích roste ruderalní vegetace, především kopřivy a rákos. Foto č.4 v příloze 13.

Lokalita č. 5 – Strahovský rybník.

Odebíralo se u lavičky na pravém břehu. Výše nad nádrží jsou umístěné skladové prostory. Rybník je intenzivně obhospodařen, je tam rybářský revír a v těsné blízkosti se provádí i prodej živých ryb. Do rybníka teče ještě jedna strouha, za odběrným místem. Voda v tomto přítoku na začátku sledovaného období byla velmi znečištěná, pěnila a zapáchala. V této studii ale se nezahrnovalo hodnocení kvality z tohoto zdroje. Jedná se o výustí z ČOV Chyně Foto č.5 v příloze 13.

Lokalita č. 6 – Odtok ze Strahovského rybníka

Odebíralo se u výpustní jímky, před hráz. Často tam zapáchalo, často se tam vyskytovaly mrtvé ryby. Kolem roste ruderalní vegetace, zejména kopřivy. V březnu 2013 kolem odběrného místa byla voda zmrzlá a neodebíralo se. Foto č.6 v příloze 13.

Lokalita č.7 - Nátok do Břevského rybníka

Odebíralo se na přítoku do rybníka, říční kilometr 21.2. Koryto je napřímené a zpevněné, kolem jsou stromy, které stíní celý úsek. Blíže k rybníku je malý mokřad ale kolem je zemědělská půda

na které se pěstuje obilí. V březnu 2013 byl přítok zamrzlý, nebylo možné odebírat. Foto č.7 v příloze 13

Lokalita č. 8 – rybník Břevský

Odebíralo se na levém břehu za autobusovou zastávkou, u krmicího objektu pro ryby. Lokalita je dominovaná rákosinou vegetací. Při prvním odběru byl rybník zcela vypouštěn. V březnu 2013 byl rybník ještě zamrzlý, nebylo možné odebrat vzorek. Foto č.8 v příloze 13.

Lokalita č. 9 – Odtok z rybníka Břevský

Odběrné místo bylo před mostem. Kolem se nacházejí rodinné domy, bývalý dětský tábor, nyní kemp. V letních měsících tam často zapáchalo. U prvního odběru v březnu 2012 byl rybník vypouštěn a proto nebyl ani odtok, v následujících dvou měsících se rybník pomalu naplňoval, ale odtok stále ještě nebyl. Foto č.9 v příloze 13.

Lokalita č. 10 – nátok do rybníka Kala

Lokalita se nachází v lese, na říčním kilometru 20.50. Přítok je dost široký, vzhledem k tomu že přitéká před mokřad. Foto č.10 v příloze 13.

Lokalita č. 11 – rybník Kala

Odběr se prováděl na břehu nedaleko krmicího objektu. Břeh je nezpevněný. Lokalita se nachází v lese. Foto č.11 v příloze 13.

Lokalita č. 12 - Odtok z rybníka Kala

Kamenný podklad u odtoku, před mostem, občas za mostem, zalezelo na množství vody. Průtok byl vždy malý a v listopadu 2012 zcela chyběl, nebylo možné odebírat vzorek vody. Foto č.12 v příloze 13.

Lokalita č. 13 – Nátok do Litovického rybníka

Odběr v lese, za můstkem. Lokalita je zastíněná vysokými stromy. Podklad koryta je přirozený, možná bylo napřímené. Kolem lesní cesta. Foto č.13 v příloze 13.

Lokalita č. 14 – Rybník Litovický

Odebíralo se u krmicího objektu na pravém břehu, u zastávky MHD, kolem rostlé rákosina, a jsou tam několik rodinných domů.

V prosinci 2012 a březnu 2013 byla nadrž zamrzlá a nebylo možné odebírat vzorek. Foto č.14 v příloze 13.

Lokalita č. 15 – Odtok z Litovického rybníka

Odebíralo se z potoka za hrází, pod železné trůby. Z důvodu zarůstání ve vegetačním období se odebíralo hned u vyústí trubky, proto mohli být data o obsahu rozpuštěného kyslíku větší než dále po toku. Kolem rosté ruderalní vegetace. Foto č.15 v příloze 13.

Lokalita č. 16 – Nátok do rybníka Strnad

Odběr se prováděl pod kamenným mostem. Lokalita se nachází 300 m od ČOV Hostivice. Kolem je málo vegetace, větší výskyt vodního ptactva. Foto č.16 v příloze 13.

Lokalita č. 17 – Rybník Strnad.

Odebíralo se na pravém břehu nádrže, pod vrbou. Kolem roste vegetace: rákosy a ruderalní rostliny a často tam hnízdili ptáci. Na pravém břehu se nachází kosená louka a pak silnice, na levém břehu pole s obilí Foto č.17 v příloze 13.

Lokalita č. 18 – odtok z rybníka Strnad

U přílivového objektu. Často tam byly mrtvé ryby a v září 2012, o odtoku byly nalezené více než 40 těl mrtvých ryb, přesný důvod nebyl zjištěn ale nejpravděpodobnějším důvodem může být ovlivnění provozem areálu Klio, a souvisejícími problémy s jejich ČOV. Kolem je zemědělské využívaná krajina. Foto č.18 v příloze 13.

Lokalita č. 19 – přítok do DUN Jiviny

Odebíralo se pod magistrálou. Potok teče pod magistrálou, na balvanitém podkladu. Lokalita je silně antropogenní znečištěna, často využívaná řidiči jako improvizovaný záchod. Foto č.19 v příloze 13.

Lokalita č. 20 – DUN Jiviny

Odebíralo se na levém břehu, nedaleko stanici Lesy Hl. M. Prahy. Břeh zarostlý travou a několika stromy. V prosinci 2012 a v březnu 2013 byla nadrž zamrzlá a neodebíralo se. Foto č.20 v příloze 13.

Lokalita č. 21 – Jiviny odtok

Odebíralo se pod betonové hrází. Kolem velké betonové zdi. Foto č.21 v příloze 13.

Lokalita č. 22 – Příklad do Libockého rybníka

Odběr byl prováděn za příčným prahem před bočním přítokem do nádrže. Kolem tráva. Před tím potok protékal přes Oboru Hvězda a před lidská sídla v napřímeném korytě. Foto č.22 v příloze 13.

Lokalita č. 23 – Libocký rybník

Odebíralo se na pravém břehu u památného stromu. Kolem rákosy, mnoho vodních patku. Kolem celého rybníka lidská sídla, na pravém břehu nové bytové domy, par let staré, nad hrází je železniční trať. Břeh odkud se odebíralo je z děrovaného betonu. V prosinci 2012 a v březnu 2013 byl rybník zamrzlý a nebylo možné odebírat. Foto č.23 v příloze 13.

Lokalita č. 24 – Odtok z Libockého rybníka

Odebíralo se u výpustního objektu. Kolem emerzní vegetace. V březnu 2013 voda kolem výpustního objektu byla zamrzlá, nebylo možné odebírat. Foto č.24 v příloze 13.

Lokalita č. 25 – Nátok do VD Džbán

Odebíralo se před přítokem do VD Džbán, za česlemi. Kolem stromy, před tím tekla potok přes lidská sídla. Rybářská lokalita. V létě zapáchalo.

Lokalita č. 26 – VD Džbán

Odebíralo se na pravém břehu. Travnatý břeh, kolem stromy. V prosinci 2012 a v březnu 2013 nádrž byla zamrznutá. V srpnu 2012 všude na březích bylo hodně lidí. Foto č.26 v příloze 13.

Lokalita č. 27 – odtok z VD Džbán

Odebíralo se za betonovou hrází, před vstupem do PR Divoká Šarka. Koryto mývá balvanitý podklad. V blízkosti je cestička a cyklotrasa. Foto č.27 v příloze 13.

4.2. Odběr vzorků

Celkem bylo uskutečněno 11 odběrů, ve více méně měsíčních intervalech. Odebíralo se vždy v první polovině dne, od 8 hodin ráno. V tabulce 6 je přehled dat kdy byly provedené odběry se souvisejícími poznámkami.

Tabulka6. Přehled provedených odběrů

Č.	Datum odběru	Označení	Poznámka
1	21. 03. 2012	Březen 12	Těsně po tání sněhů, Břevský rybník vypouštěn, chybí sonda na měření rozpustného kyslíku ve vodě
2	3. 05. 2012	Duben 12	Po dešti a teplé počasí, Břevský rybník už se naplnil, ale ještě neměl odtok
3	23. 05. 2012	Květen 12	
4	18. 07. 2012	Červenec 12	Po dvou týdnů dešti
5	20. 08. 2012	Srpen 12	Přítok do Bašty sotva teče, nebylo možné odebrat
6	24. 09. 2012	Září 12	
7	18. 10. 2012	Říjen 12	Měření pH v laboratoři
8	22. 11. 2012	Listopad 12	Rybník Bašta byl vypouštěný. U rybníku Kala chyběl odtok.
9	17. 12. 2012	Prosinec 12	Rybník Bašta stále vypouštěný, rybníky Litovický, Jiviny, Libocký a Džbán byly zamrzlé, nebylo možné odebírat vzorky ze středů nádrže.
10	6. 03. 2013	Březen 13	Po dvou měsících zimy a mrazu. Odběrné lokality Bašta přítok, Bašta střed, Strahovský odtok, Břevský přítok, Břevský přítok a střed, kala odtok, Litovický střed, Jiviny střed, Libocký střed a odtok a Džbán střed byly zamrzlé.
11	29. 05. 2013	Květen 13	Rybníky Kala a Litovický se právě vápnili. Před povodněmi 2013.

Vzorky pro chemickou analýzu byly odebíraný do 1.5 l PET lahvi, které byli předem vymyté. Odebíralo se z hladiny pomocí kýblu na šňůrce. Vzorky byly uchované v chladu a temnu a hned po skončení odběrů byli přepravené do Laboratoře ochrany vod PřF UK.

V terénu pomoci multimetru Hach byly odečteny: teplota vody, pH, specifická vodivost a koncentrace rozpuštěného kyslíku.

Vzorky pro biologické hodnocení stavu společenstev byly odebírané do 100 ml PE lahvi, z hladiny. Vzorky byly konzervované na místě pomocí Lugolovým roztokem (1ml/100ml) podle návodů (Ambrožova, 2002), a byly uchované v temnu a chladu do analýzy. Pro biologické

stanovení vzorky byly odebíraný jenom ze středu nádrže a jenom v průběhu teplých měsíců: květen, červenec, srpen, září a říjen.

4.3. Analýza fyzikálně-chemických ukazatelů vody

Vzorky vody byly analyzované v Laboratoři Ochrany Vod Přírodovědecké Fakulty Univerzity Karlové.

Byly hodnocené následující ukazatele: teplota, reakce vody (pH), vodivost, celková acidita ZNK_{8,3} a celková alkalita KNK_{4,5}, koncentrace rozpuštěného kyslíků, chemická spotřeba kyslíku manganistanem draselným podle Kubela (CHSK_{Mn}), tvrdost vody, vápník, chloridy, dusitanový, dusičnanový a amoniakální dusík a ortofosforečnany.

Teplota

Teplota byla naměřena v terénu pomocí multimetru Hach.

Reakce vody (pH)

pH byl naměřen v terénu pomocí multimetru Hach. U říjnového odběru, kvůli poruchy terenní sondy byl pH naměřen až v laboratoři ve stejný den pomocí laboratorního potenciometru Hach.

Vodivost

Vodivost byla naměřena v terénu pomocí multimetru Hach.

Rozpuštěný kyslík

Rozpuštěný kyslík byl naměřen v terénu pomocí multimetru Hach.

Stanovení CHSK manganistanem draselným podle Kubela (CHSK_{Mn})

K 100 ml vzorku (nebo menší množství upravené ředící vodou na 100 ml) v titrační banky s varnými kamínky, se přidává 5 ml H₂SO₄ zředěné v poměru 1:2 a 20 ml 0.01 M odměrného roztoku manganistanu draselného, přivádí se do varu se vaří na dobu 10 minut. K horkému roztoku se ihned přidá 20 ml standardního odměrného roztoku 0.01 M kyseliny šťavelové a ihned se titruje odměrným roztokem 0.01 M KMnO₄ do slabě růžového zbarvení. Chemická spotřeba kyslíku se vypočítá podle vzorce:

$$\text{CHSK} = \frac{V_e * 80}{V_o}$$

CHSK_{Mn} – chemická spotřeba kyslíku (mg/l)

V_e – spotřeba KMnO₄ při titraci (ml)

V₀ – objem vzorku použitého při stanovení (ml)

80 – konstanta pro přepočet organických látek na kyslík (Horáková a kol., 2003)

Celková acidita ZNK_{8,3}

Celková acidita byla určena pomocí titraci 100 ml vzorku odměrným roztokem NaOH o koncentraci 0.1 mol/l, po přidání 3 kapek fenolftaleinu, za stálého míchání až do změny barvy do slabě růžové. Vypočet hodnoty ZNK_{8.3} se byl proveden podle vzorce:

$$\text{ZNK}_{8.3} = \frac{V_e * f(\text{NaOH}) * c(\text{NaOH}) * 10^3}{V_0}$$

ZNK_{8,3} – celková acidita (mmol/l)

V_e – spotřeba odměrného roztoku NaOH (ml)

f(NaOH) – faktor NaOH

c(NaOH) – koncentrace odměrného roztoku NaOH (ml)

V₀ – původní objem titrovaného vzorků (ml) (Horáková a kol., 2003)

Celková alkalita KNK_{4,5}

Celková alkalita se stanovuje titrací vzorku odměrným roztokem 0.1 M HCL na směsný indikátor, za stálého míchání do odstínu cibulové barvy. Vypočet KNK_{4.5} se provádí podle vzorce

$$\text{KNK}_{4.5} = \frac{V_e * f(\text{HCl}) * c(\text{HCl}) * 10^3}{V_0}$$

KNK_{4,5} – celková acidita (mmol/l)

V_e – spotřeba odměrného roztoku NaOH (ml)

f(NaOH) – faktor NaOH

c(NaOH) – koncentrace odměrného roztoku NaOH (ml)

V₀ – původní objem titrovaného vzorků (ml) (Horáková a kol., 2003)

Tvrđost vody

Tvrđost se stanovuje hned po stanovení celkové alkality, tím způsobem že do 100 ml vzorku po stanovení celkové alkality se přidá 5 ml tlumivého roztoku. Po důkladné promíchání se přidává směs tuhého indikátoru eriochromové černi T aby se roztok zbarvil do vínově červeně. Odměrným roztokem 0.05 M chelatonu III se titruje do jasně modrého zbarvení. Tvrđost se vypočítá podle vzorce:

$$T = \frac{V_e * f(\text{chelatonIII}) * c(\text{chelatonIII}) * 10^3}{V_0}$$

T – tvrđost (mmol/l)

V_e -spotřeba odměrného roztoku chelatonu III (ml)

V_0 - původní objem titrovaného vzorku (ml)

$c(\text{chelatonIII})$ – koncentrace odměrného roztoku (mol/l) (Horáková a kol., 2003)

Vápník

Do titrační banky se 100 ml vzorku přidáme 2 ml 1 M NaOH, roztok promícháme, přidáme indikátor murexid a titruje se odměrným roztokem chelatonu III z růžového do jasně fialového zbarvení. Koncentrace vápníku se vypočítá podle vzorce:

$$c(\text{Ca}) = \frac{V_e * f(\text{chelaton III}) * c(\text{chelatonIII}) * 40.08 * 10^3}{V_0}$$

$c(\text{Ca})$ – koncentrace vápníku (mg/l)

V_e - spotřeba odměrného roztoku chelatonu III (ml)

V_0 - původní objem titrovaného vzorku (ml)

$c(\text{chelatonu III})$ –koncentrace chelatonu III (mol/l)

40.08 – molekulová hmotnost vápníku (Horáková a kol., 2003)

Argentometrické stanovení chloridů (podle Mohra)

Do titrační banky se 100 ml vzorku (nebo menší množství vzorku doplněné redestilovanou vodou na 100 ml), přidá se 1 ml roztoku chromanu draselného a za stálého míchání se titruje odměrným roztokem dusičnanu stříbrného do prvního trvalého přechodu barvy ze světlé žluté do

oranžově hnědé. Po stejném principu se provádí slepé stanovení. Koncentrace chloridu se vypočítá podle vzorce:

$$c(Cl) = \frac{(V_e - V_s) * f(AgNO_3) * c(AgNO_3) * 35.45 * 10^3}{V_0}$$

Nebo při pipetaci 100 ml vzorku $c(Cl) = (V_e - V_s) * f(AgNO_3) * 7.09$

$c(Cl)$ - látková koncentrace chloridů ve vzorku

V_e – spotřeba odměrného roztoku $AgNO_3$ při titraci vzorku (ml)

V_s – spotřeba odměrného roztoku $AgNO_3$ při slepém stanovení (ml)

V_0 – původní objem vzorku při titraci (ml)

$c(AgNO_3)$ – koncentrace odměrného roztoku $AgNO_3$

35.45 –molekulová hmotnost Cl

V_0 – objem vzorku použitého při stanovení (ml) (Horáková a kol., 2003)

Stanovení dusitanů

Do 50 ml odměrných baněk se napipetovalo 50 ml vzorku (nebo menší množství a ředit destilovanou vodou do 50 ml). Přidalo se 1 ml kyseliny sulfanilové a se promíchalo. Po 5 minutách se přidalo ještě 1 ml α -naftylaminu a znovu se promíchalo. Stanovovalo se kolorimetrické na spektrofotometru druhu UNICAM SP 1800. Proti slepému pokusu při 520 nm ve 4 cm kyvetách. Koncentrace dusitanů byla vypočtena na základě existující v laboratoři kalibrační křivky podle vzorce:

$$c(NO_2^-) = \frac{50 * c}{V}$$

$c(NO_2^-)$ - koncentrace NO_2^- ve vzorku (mg/l)

c - koncentrace vzorku odečtená z kalibrační křivky (mg/l)

V - objem vzorku vzatého do práce (ml)

50- konečný objem pro měření na spektrofotometru (ml)

Dusitany byly pak přepočtené na dusitanový dusík podle vztahu:

1 mg NO_2^- = 0.3045 mg N- NO_2^- (Horáková a kol., 2003)

Stanovení dusičnanů:

Do 50 ml odměrných baněk se nepipetovalo 50 ml filtrovaného vzorku nebo méně a ředilo se destilované do 50 ml, a kolorimetrovalo na spektrofotometru UNICAM SP 1800 proti destilované vody při 214 nm (UV záření) v 1 cm kyvetách. Koncentrace dusičnanu ve vzorcích (mg/l) se odečetlo z kalibrační křivky přítomné v laboratoři a případně se násobilo zředěním vzorku.

Dusičnany pak byl přepočtené na dusičnanový dusík podle vztahu:

$$1 \text{ mg NO}_3 = 0.226 \text{ mg N-NO}_3 \text{ (Horáková a kol., 2003)}$$

Stanovení amonných iontu

Do 50 ml odběrných baněk bylo rozpipetováno 40 ml filtrovaného vzorku (nebo menší množství zředěné destilovanou vodou do 40 ml). Následně se přidalo 4 ml vybarvovacího činidla a se důkladně promíchalo, pak se přidávali ještě 4 ml dichlorisokyanuratanu sodného a se znovu zamíchalo. Doplnilo se destilovanou vodou do rysky. Po hodině se měřila absorbance na spektrofotometru typu UNICAM SP 1800 při 655 nm v 1 cm kyvetách, proti slepému stanovení. Koncentrace amonných iontu byla vypočtená podle vzorku:

$$c(\text{NH}_4) = \frac{c * 40}{V}$$

$c(\text{NH}_4^+)$ – koncentrace amonných iontu ve vzorku (mg/l)

c- koncentrace NH_4^+ odečtena z kalibrační křivky (mg/l)

40 – objem, na který je spočtena koncentrace standardů

V-objem vzorků (ml)

Amonné ionty byly pak přepočítány do amoniakálního dusíku podle vztahu:

$$1 \text{ mg NH}_4^+ = 0.7765 \text{ mg N-NH}_4^+ \text{ (Horáková a kol., 2003)}$$

Stanovení fosforečnanů

Orthofosforečnany PO_4^{3-}

Pro určení koncentrace ortofosforečnanů byl do přefiltrovaných vzorků přimíchán 1 ml

kyselého roztoku molybdenanu amonného. Po 5 minutách bylo přidáno 0,1 ml chloridu cínatého a opět promícháno. Následně byly vzorky v intervalu od 10 do 20 minut měřeny na spektrofotometru proti slepému pokusu při vlnové délce 700 nm ve 4 cm kyvetách. Koncentrace ortofosforečnanů byla odvozena z kalibrační křivky.

Vzorec :

$$c(\text{PO}_4) = 50 * c / V_0$$

c - koncentrace PO_4^{3-} odečtená z kalibrační křivky (mg/l)

V_0 - původní objem vzorku (ml)

50 - konečný objem (ml)

$c(\text{PO}_4)$...koncentrace PO_4^{3-} ve vzorku (mg/l) (Horáková a kol., 2003)

4.4. Analýza fytoplanktonních společenstev

Vzorky fixované v Lugolovém roztoku byly do zpracování zachované v temnu a chladu. Před analýzou byl obsah odborných lahví zhomogenizován a do zkoumavek kalibrovaných pro centrifugaci (s konickým hrotem) se nalivalo přesně 10 ml. Vzorky byly centrifugované při 3000 otáček po dobu 3 minut. Po slití vzorku v zkoumavce musí zůstat přesně 0.2 ml zahuštěného materiálu, který je pak převeden na počítací komůrku typu Cyrus I, na které je vyryta mřížka složená ze základních čtverců o velikosti 250x250 μm . Plocha komůrky odpovídá 100 mm^2 , hloubka je 0.1 mm a objem je 10 mm^3 . Takový vzorek byl analyzován pod světelným mikroskopem se zvětšením 16x10. Počet spočítaných organismů byl pak vynásoben souvisejícím faktorem uvedeným v Ambrožova (2002).

Organismy byly rozříděné podle taxonomických skupin s hlavním ohledem na sinice.

4.5. Metody zpracování dat a hodnocení kvality vody

Výsledné data z chemické analýzy byly hodnocené pomocí softwarového programu Microsoft Excel.

Data byly hodnocené podle nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ukazatele vyjadřující stav vody ve vodním toku, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod, bod A: povrchové vody. Byly posouzené následující ukazatele: teplota vody, reakce vody, rozpuštěný kyslík, celkový dusík, amoniakální dusík, dusitanový dusík, dusičnanový dusík, chloridy. Přesné hodnoty jsou uvedené v tabulce 7. Byl také hodnocený ortofosforečnanový fosfor ale s velké aproximací. V nařízení vlády je uvedena hodnota pro celkový fosfor, v této práci ale

z technických důvodů nebylo možné stanovit celkový fosfor, ale jenom ortofosforečnanový fosfor. Srovnávala se hodnota ortofosforečnanového fosforu s hodnotou celkového fosforu a v případě překročení byla posouzeno, že norma není splněna. Může se to stát, že by norma nebyla splněna i pokud je koncentrace P-PO₄ menší než hodnota uvedená v normě, kvůli kumulaci s jinými formami fosforu které nebyly možné stanovit.

Získaná data byla také hodnocená na základě ČSN 757221 pro stanovení jakosti povrchových vod. První varianta této normy byla platná od roku 1989 ale v roce 1998 ona byla znovelizovaná, přidaly se nové ukazatele, které předtím nebyly systematicky stanovené nebo nebyly rozhodující pro klasifikace tříd. Došlo také k výraznému snížení mezních hodnot pro zaražení do jednotlivých tříd především u kovů a kyslíkových ukazatelů, naopak u některých ukazatelů (např. Vápníku, hořčíku, chloridů ale i manganu) došlo k zvýšení daných limitů. Tato norma platí pro jednotné určení třídy jakosti tekoucích povrchových vod - klasifikaci, která slouží k porovnání jejich jakosti na různých místech a v různém čase. Rozdělení do tříd kvality musí být považována jako orientační protože, na základě této normy, musí být více než 11 měření, ale v této studii máme jich přesně 11.

Povrchové vody se podle této normy zařazují do pěti tříd:

I. třída – neznečištěná voda – stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích.

II. třída – mírně znečištěná voda – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému.

III. třída – znečištěná voda – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vod dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého vyváženého a udržitelného ekosystému.

IV. třída – silně znečištěná voda – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vod dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existence pouze nevyváženého ekosystému.

V. třída – velmi silně znečištěná voda – stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vod dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existence pouze silně nevyváženého ekosystému. (ČSN 75 7221, 1998).

Podle normy byly hodnocené následující ukazatele: rozpuštěný kyslík (mg/l), chemická spotřeba kyslíku manganistanem draselným (mg/l), reakce vody (pH), teplota vody (°C), vodivost

(mS/m), amoniakální dusík (mg/l), dusitanový dusík (mg/l), dusičnanový dusík (mg/l), chloridy (mg/l) a vápník (mg/l). Rozdělení do tříd bylo provedeno na základě následujících hodnot..

Tabulka 7. Třídy kvality a ukazatele NEK

	Rozpuštěný kyslík, mg/l	Konduktivita, uS/l	CHSK Mn, mg/l	N-NO ₃ , mg/l	N-NH ₄ , mg/l	P-PO ₄ , mg/l	Ca ²⁺ , mg/l	Cl ⁻ , mg/l
I třída	>7,5	<400	0-5	<3	<0,3	<0,05	<150	<100
II třída	7,5-6,5	400-700	5-10	3-6	0,3-0,7	0,05-0,15	150-200	100-200
III třída	6,5-5	70-1100	10-15	6-10	0,7-2	0,15-0,4	200-300	200-300
IV třída	5-3	1100-1600	15-25	10-13	2-4	0,4-1	300-400	300-450
V třída	<3	>1600	>25	>13	>4	>1	>400	>450
Hodnota NEK	>9			5,4	0,23	0,15	190	150

U biologických vzorků byla provedena kvalitativní a kvantitativní stanovení. U sinic se posuzovalo, že nad 10000 organismu se už jedná o vodní květ. (Ambrožova, 2002)

5. VYSLEDKY

5.1. Vyhodnocení jakosti vod v jednotlivých nádržích

Získané fyzikální a chemické výsledky byly hodnocené podle normy environmentální kvality (NEK) uvedené v nařízení vlády 63/2003 a podle ČSN 75 7221. V tabulce 7 jsou uvedené průměrné hodnoty vybraných ukazatelů ze všech odběrných míst. Rozdělení do tříd kvality a hodnocení vyhovění NEK v tomto případě bylo provedeno podle průměrných ukazatelů. Vysvětlivky barev jakostních tříd a rozdělovací hodnoty jsou uvedené v tabulce 7.

Tabulka 8. Průměrné hodnoty vybraných ukazatelů a rozdělení dle tříd kvality a NEK

	Rozpuštěný kyslík mg/l	Konduktivita, uS/cm	CHSK, mg/l	N-NO ₃ , mg/l	N-NH ₄ , mg/l	P-PO ₄ , mg/l	Ca, mg/l	Cl, mg/l
Bašta přítok	7,82	1181,00	6,80	4,40	0,49	0,01	277,07	48,65
Bašta střed	9,81	818,00	7,70	1,56	0,40	0,01	153,85	38,54
Bašta odtok	9,20	815,22	7,30	2,04	0,38	0,01	152,09	40,53
Strahovský přítok	9,19	1035,00	5,80	7,80	0,48	0,03	185,31	52,01
Strahovský střed	9,72	1036,64	12,79	3,67	1,25	0,16	141,42	89,15
Strahovský odtok	9,65	948,10	13,79	3,19	1,37	0,27	143,02	71,55
Břevský přítok	11,07	949,67	16,16	2,30	0,94	0,21	143,86	74,31
Břevský střed	10,88	926,89	21,16	1,82	0,95	0,18	138,07	82,84
Břevský odtok	9,55	935,63	20,20	1,85	0,85	0,18	149,97	80,16
Kala přítok	7,76	897,73	19,88	1,59	0,74	0,10	131,08	84,42
Kala střed	10,00	854,18	21,16	1,45	0,78	0,09	114,84	82,88
Kala odtok	6,93	902,56	19,88	1,54	0,93	0,11	117,85	88,85
Litovický přítok	6,94	941,45	15,56	1,66	2,02	0,16	135,78	89,83
Litovický střed	10,96	857,89	14,08	1,45	0,62	0,18	115,52	94,26
Litovický odtok	7,72	942,36	15,47	1,50	2,46	0,36	139,80	90,06
Strnad přítok	8,31	1166,27	12,70	5,10	4,09	0,14	146,71	111,12
Strnad střed	10,31	1048,09	15,74	5,16	1,94	0,10	140,15	104,19
Strnad odtok	9,31	1088,36	13,93	5,67	1,75	0,10	141,66	114,02
Jiviny přítok	8,97	1057,00	15,21	6,15	1,70	0,09	140,03	105,21
Jiviny střed	11,30	940,89	13,41	3,34	0,93	0,07	112,03	107,41
Jiviny odtok	9,10	1013,91	11,49	4,19	1,15	0,09	125,69	123,74
Libocký přítok	9,57	941,82	10,49	4,71	0,66	0,07	118,37	99,27
Libocký střed	7,71	904,22	8,72	2,22	0,73	0,05	97,88	109,18
Libocký odtok	9,96	883,30	8,56	2,29	0,61	0,06	101,12	115,91
Džbán přítok	9,35	944,00	10,35	3,99	0,71	0,07	117,43	119,11
Džbán střed	11,73	868,22	10,41	2,02	0,47	0,02	92,68	113,81
Džbán odtok	8,82	950,18	10,70	2,29	0,84	0,06	107,66	115,31

Hodnoty které nevyhověli normy environmentální kvality jsou uvedené tmavě červenou barvou, tučně a kurzivou. Jak vidíme z tabulky na všechna odběrná místa je nevyhovující kvalita vody pro amoniakální dusík, a skoro na všechna místa pro rozpuštěný kyslík. U amoniakálního dusíku dokonce máme V. třídu kvality na průtoku do Strnadu a na přítoku a odtoku z Litovického rybníka. Velmi silně znečištěná voda je u Břevského a Kalného rybníka podle obsahu organické hmoty stanovené manganistanem draselným. V nařízení vlády je NEK pro obsah organické hmoty uvedené při stanovení celkového organického uhlíku a proto není možné tvrdit zda vyhovuje normě nebo ne. Nejlepší ukazatele jsou pro chloridy a vápník: skoro na všechna odběrná místa vyhověli NEK a vidíme, že je pro nich uvedena I a II. třída jakosti. Detailnější informace o splnění normy a zařazení do tříd kvality pro jednotlivé neдрže v jednotlivých měsících jsou představené v příloze 1-11. Shrnutí těchto údajů je v tabulce 9 a 10.

Tabulka 9. Procent lokalit s nevyhovující hodnotou NEK v jednotlivých měsících, %

	Březen 2012	Duben 2012	Květen 2012	Červenec 2012	Srpen 2012	Září 2012	Říjen 2012	Listopad 2012	Prosinec 2012	Březen 2013	Květen 2013
pH	0	0	23	15	38	8	0	4	0	0	22
Rozp. Kyslík	-	50	42	59	46	38	33	9	20	0	44
Ca ²⁺	25	8	4	4	0	8	4	4	35	19	4
Cl ⁻	33	0	0	0	0	0	0	0	25	19	0
N-NO ₃	4	0	8	19	4	4	4	0	0	50	7
N-NH ₄	100	88	77	100	46	100	100	100	100	100	100
P-PO ₄	0	12	4	41	35	31	30	17	40	0	33
Celkový počet vzorku	24	26	27	26	26	27	23	27	20	16	27

V tabulce 9 jsou ukázané procentuální zastoupení odběrných míst, kde byla zjištěna nevyhovující hodnota NEK. Byly zkoumané ukazatele pH, které musí být mezi 6-9, rozpuštěného kyslíku, či koncentrace musí být větší než 9 mg/l, koncentrace vápníku a chloridu, či koncentrace měli být menší než 150 a 190 mg/l respektive. NEK pro N-NO₃ je 5,4 mg/l a pro N-NH₄ je 0,23 mg/l. Pro P-PO₄ se použila hodnota celkového fosforu, proto se musí vzít tato čísla s aproximací.

Hodnoty amoniakálního dusíku byly v roce 2012 v měsících březen, červenec, září, říjen, listopad, prosinec, a březen a květen v roce 2013, sto procentně překročené. Nižší hodnoty se však vyskytovali v dubnu, květnu 2012 a nejlepší ukazatele amoniakálního dusíku byly v červenci 2012. U dusičnanového dusíku je situace mnohem lepší, ve třech měsících norma byla splněná, v ostatních případech nebylo zjištěno více než 20 procentní překročení, výjimkou byl březen 2013 kdy byla NEK překročena až na 50 procent lokalit. To ale může být důsledkem toho že v tomto měsíce, kvůli mrazům byly hodnocena voda jen z 16 profilu, ne z 27 jak je obvykle.

Dost nevyhovující byly i koncentrace rozpuštěného kyslíku, která vyhověla jenom v březnu 2013, ostatní měsíce měli maximální překročení o 50 procent, ale vzhledem k tomu že rozpuštěný kyslík ovlivňuje veškeré chemické reakce ve vodě, je to důležitý ukazatel.

V sledovaném období byly hodnoty pH na zkoumaných lokalitách dost vyrovnané a se vešli v rozsahu uvedené v nařízení vlády: 6-9. Ale v letních měsících na 8 až 38 procent lokalit byly hodnoty vyšší nebo nižší. V květnu 2012 byly naměřené i hodnoty kolem 5, což pravděpodobně může být chyba přístrojů.

Tabulka 10. Vysledná třída kvality na všech lokalitách podle ČSN 72 7221, určena na základě nejhoršího výsledku

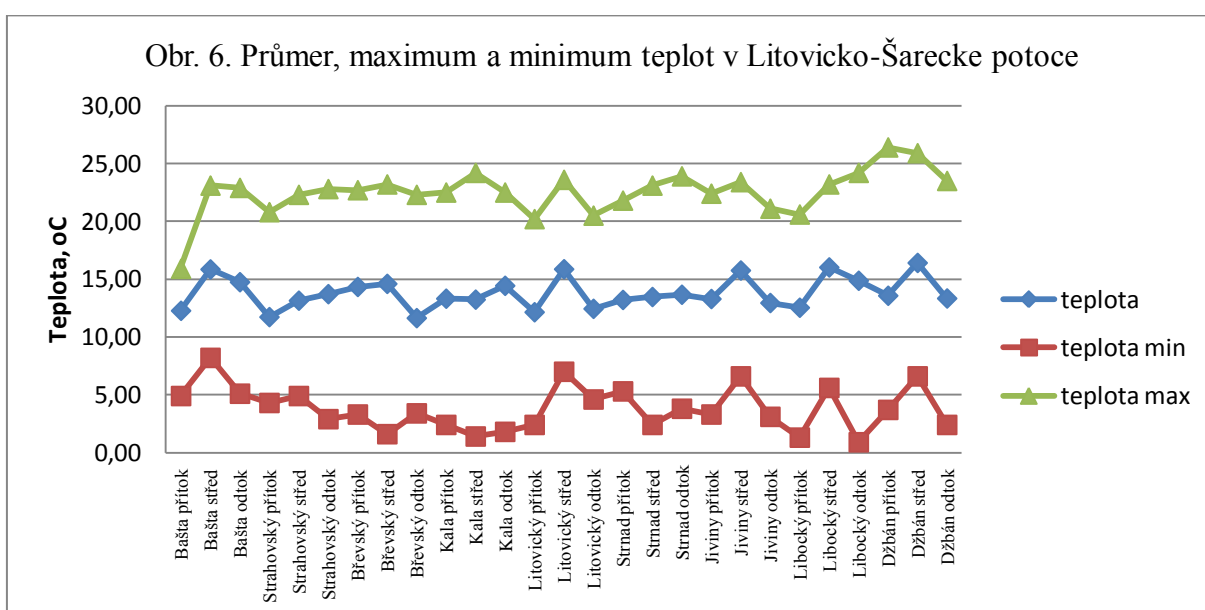
	Vodivost	O2	CHSK	Ca	Cl	N-NO3	N-NH4	P-PO4
Bašta přítok	IV	I	III	IV	II	III	V	II
Bašta střed	IV	I	III	III	II	III	V	I
Bašta odtok	III	II	III	III	II	II	III	I
Strahovský přítok	III	I	III	III	III	III	V	I
Strahovský střed	V	IV	V	II	I	II	V	III
Strahovský odtok	III	IV	V	II	II	II	V	III
Břevský přítok	III	IV	V	III	II	I	IV	III
Břevský střed	III	IV	V	II	II	I	IV	III
Břevský odtok	III	V	V	III	I	I	III	III
Kala přítok	III	IV	V	II	II	I	V	III
Kala střed	III	IV	V	II	II	I	V	III
Kala odtok	III	IV	V	II	II	I	V	III
Litovický přítok	III	V	V	II	II	I	V	IV
Litovický střed	III	I	V	II	II	I	V	IV
Litovický odtok	III	IV	V	III	II	II	V	V
Strnad přítok	IV	V	V	III	II	III	V	III
Strnad střed	IV	V	V	II	II	III	V	III
Strnad odtok	V	V	V	III	III	IV	V	III
Jiviny přítok	IV	II	V	III	II	IV	V	II
Jiviny střed	IV	I	V	I	II	II	V	II
Jiviny odtok	IV	V	V	II	II	III	V	III
Libocký přítok	IV	II	IV	II	II	III	V	II
Libocký střed	IV	II	III	II	II	II	V	II
Libocký odtok	IV	II	III	II	II	I	V	II
Džbán přítok	IV	II	IV	II	II	III	V	II
Džbán střed	IV	I	IV	I	II	II	V	II
Džbán odtok	IV	V	V	II	II	II	V	II

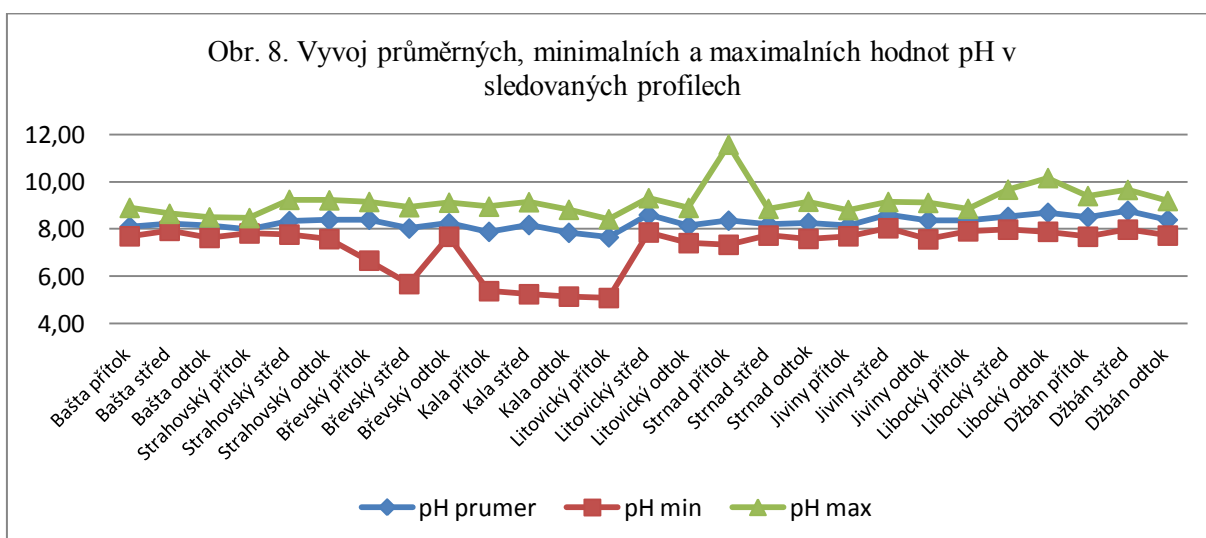
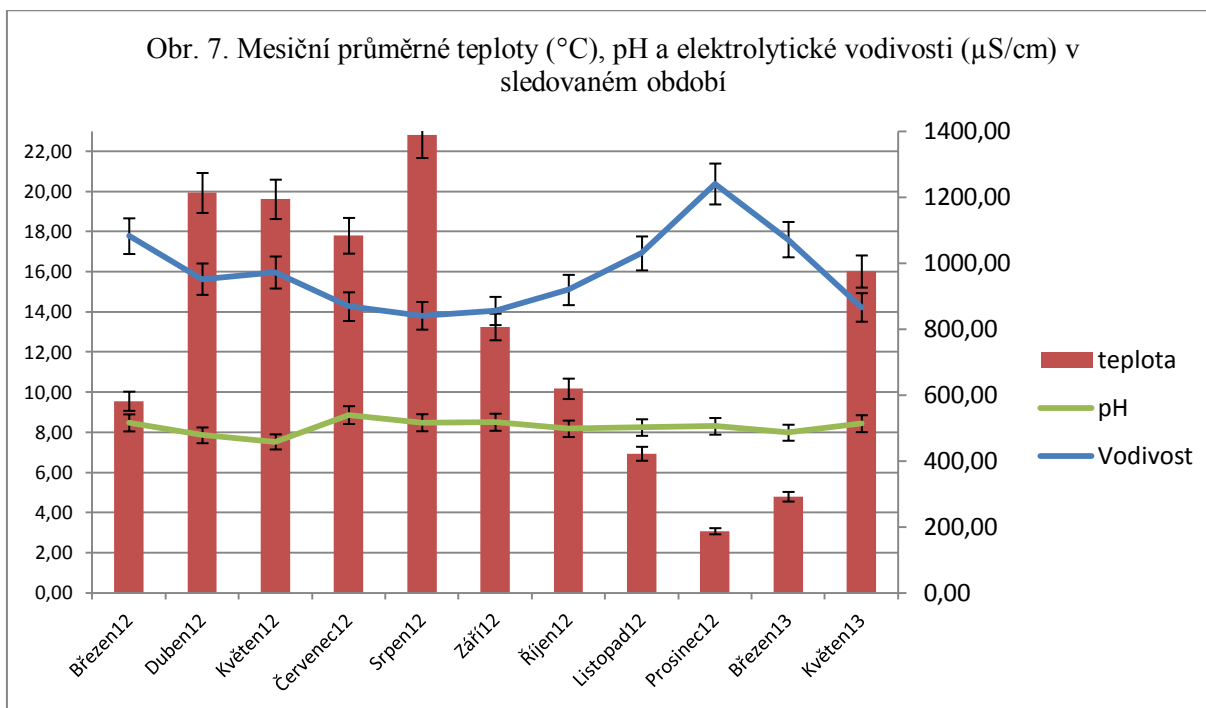
Byla také zkoumána jakost vody v odběrných místech a rozděleno dle tříd kvality podle nejhoršího ukazatele. Ani tady není překvapující V. třída na skoro všechna místa pro ukazatel N-NH4, ale toto rozdělení umožňuje alespoň ujistit kde ještě ta jakost není až tak špatná. Je to odtok z Baštya celý Břevsky rybník s přítokem a odtokem. Na odtoku z bašty a Břevského rybníka byla dokonce voda jenom znečištěná (III třída). Rozdělení dle nejhorších ukazatelů také upozorňuje na obrovské množství organické hmoty ve vodách na celém středním toku, vyčerpání kyslíku, a také ze na středním toku jsou i horší ukazatele pro fosforečnanový fosfor.

5.2. Základní chemické ukazatele

5.2.1 Teplota, pH, elektrolytická vodivost

Průměrná teplota, pH a elektrolytické vodivost pro všechna odběrná místa jsou uvedené v obr. 7. Z obrázku 6 vidíme, že průměrný chod teplot byl více méně vyrovnaný. Nejmenší teplota byla naměřena v prosinci 2012 na přítoku do Libockého rybníka a maximální teplota v srpnu na přítoku do Džbánu. V jarních a letních měsících byla zaznamenána největší teplota na všech lokalitách. U prvního a posledních 5 nádrží je pozorovatelně že na nátoku a odtoku je teplota nižší než uprostřed nádrže, což ale není tak patrné u rybníků Hostivické soustavy. Největší amplitudy teplot byly zaznamenány u rybníka Kala a Břevsky, které se v zimě ochlazovaly nejvíce (obr. 6). To musí být spojeno s jejich malou hloubkou.

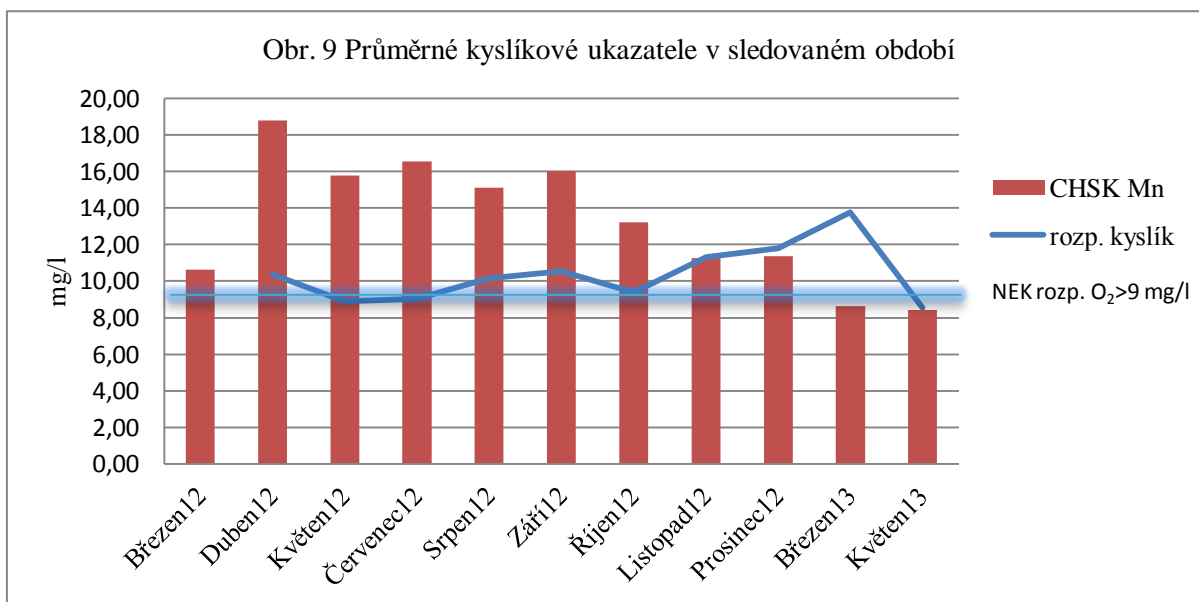




V časovém měřítku je u sledovaných lokalit chod pH rovnoměrný, a průměrné hodnoty se pohybují mezi 7-9. Nejvyšší hodnota (11,57) byla zaznamenána u nátoku do nádrže Strnad v červenci 2012. Musím zmínit, že se teta lokalita nachází 300 m pod ČOV Hostivice a určité ona se podílí na tento růst. Ale nejnižší průměrná hodnota (7,34) byla zaznamenána na stejné lokalitě v březnu 2013. Dost nízké hodnoty reakci vody byly zaznamenány u rybníků Hostivické soustavy zejména v dubnu a v květnu, u Kaly například. V květnu bylo pH 5,15 a u nátoku do Litovického - 5,09. To může být způsobeno buď přirozenými faktory, nebo nějakou chybou přístrojů.

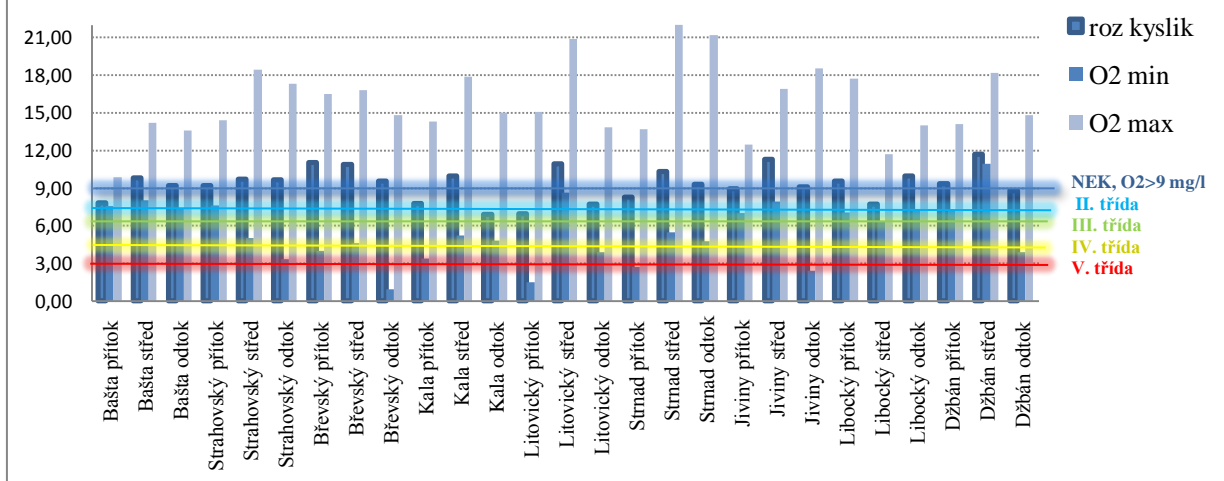
5.2.2. Ukazatele kyslíkového režimu

Průměrné měsíční ukazatele rozpuštěného kyslíku pro celou kaskádu ve většině případu vyhovuje NEK, jak je patrné z obr. 6. Pro $CHSK_{Mn}$ nejsou definované žádné limity v nařízení vlády, ale je možné pak rozdělit do tříd kvality dle ČSN 75 7221. S časového pohledu je ale patrné, že od poloviny jara do poloviny podzimu jsou hodnoty chemické spotřeby kyslíku větší než v ostatních měsících, ale trend růstu nebo klesání není jednotný, kolísá od měsíce k měsíci.



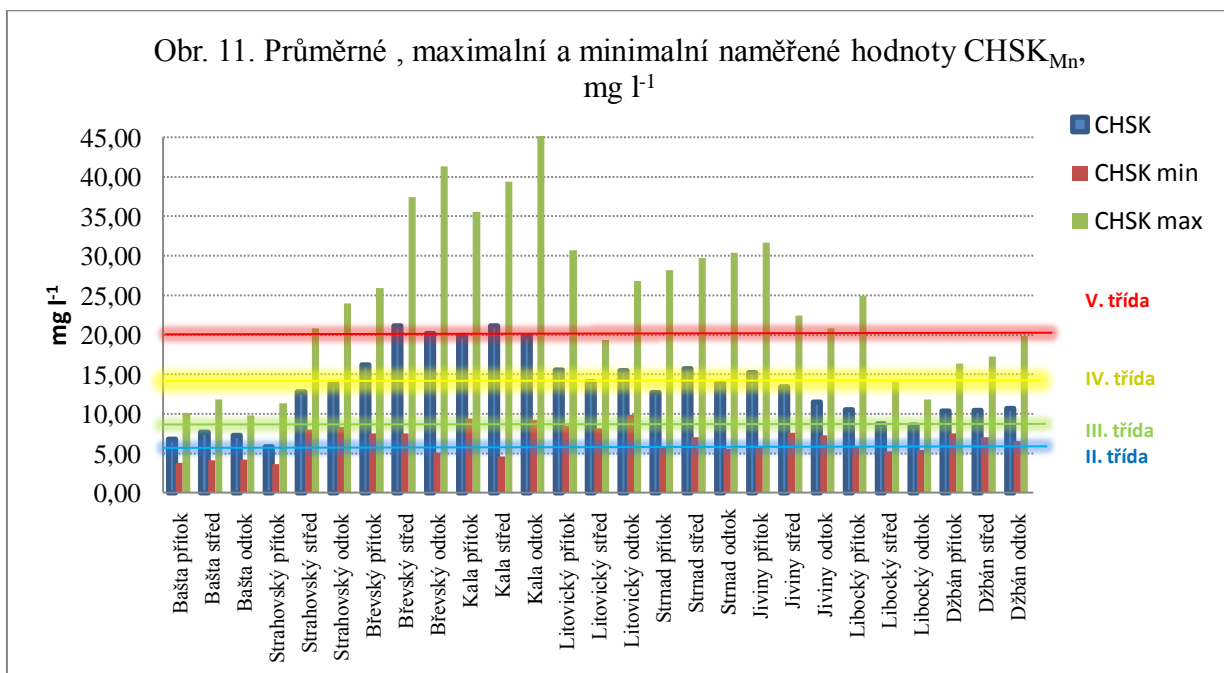
V obr. 10 ale vidíme, že pro sledované profily, průměrně na 8 lokalit byly zaznamenány menší koncentrace rozpuštěného kyslíku, než stanovuje norma. Jedná se zase především o středním toku, kolem rybníků Hostivické soustavy. Nejnížší hodnoty jsou obvykle zaznamenány na odtoky z nádrží (Strahovský, Břevský, Jiviny, Džbán) ale dost často přitéká i voda s malým nasycením (Litovický, Strnad). U Litovického to může být způsobeno tím, že v letních měsících je průtok velmi málo. Jinak je patrný trend, že v létě je obsah kyslíku menší, než v zimě což je způsobeno snížením difúze kvůli zvýšení teploty. Podle nejhorších (v tomto případě nejnižších) hodnot můžeme rozdělit do tříd kvalit na základě normy ČSN 75 7221, jak je vidět v obr. 10. Čary nakreslené v obrázku definují horní hranice třídy, tj. pod červenou čarou je už V. třída.

Obr. 10. Průměrné, maximální a minimální naměřené hodnoty rozpuštěného kyslíku



V obr. 11 vidíme, že zase profily ze středního toku průměrně obsahují nejvíce organické hmoty, jedná se především o rybnících Břevský a Kala, které zařazují tyto profily do V třídy, velmi silně znečištěná voda, podle nejhorší tj. maximální hodnoty. Maximální hodnoty ale byly dosaženy až na odtoku z těchto nádrží (45,6 mg l⁻¹ na odtoku z Litovického r.). Celkově podle tohoto ukazatele můžeme říct, že je voda na cele kaskádě znečištěná, tj. patří do III. třídy kvality.

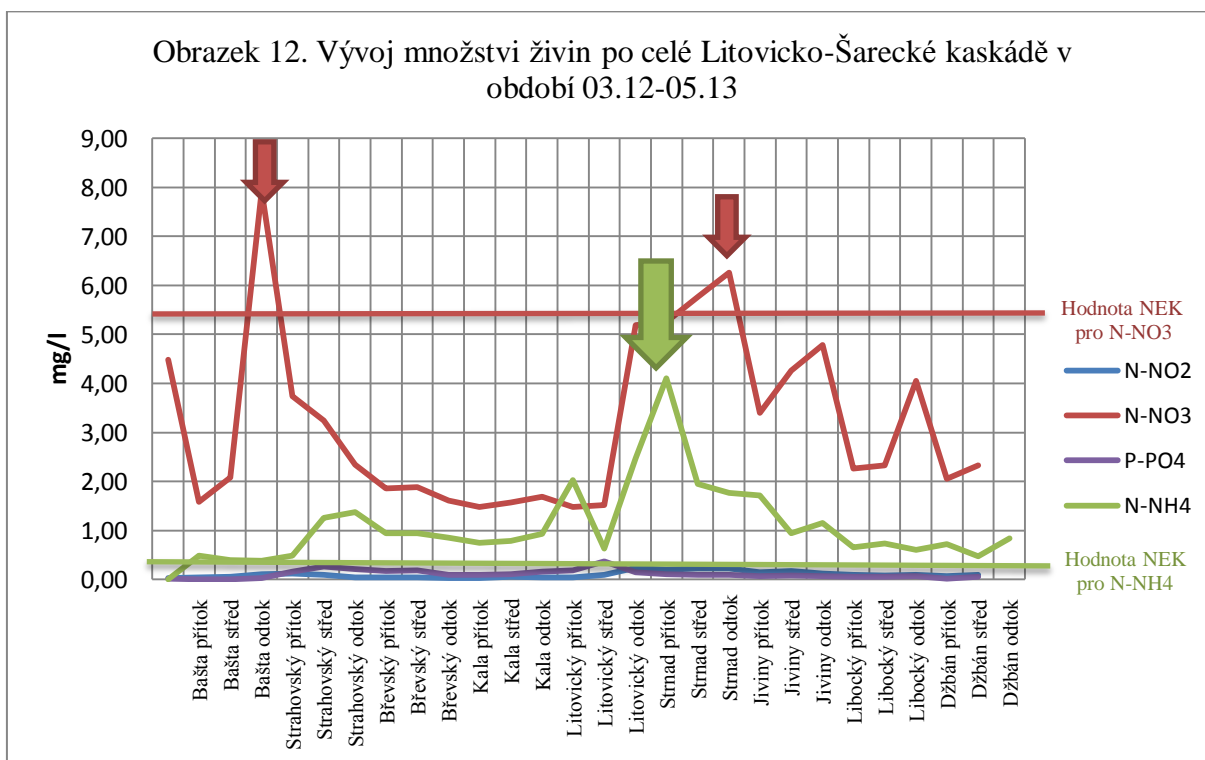
Obr. 11. Průměrné, maximální a minimální naměřené hodnoty CHSK_{Mn}, mg l⁻¹



5.3. Sloučeniny dusíku a fosforu

Sloučeniny dusíku a fosforu jsou hlavními faktory, které ovlivňují trofie nádrže. V této studii byly studovány následující formy dusíku: amoniakální dusík, dusičnanový dusík a dusitanový dusík. Na obrázku 12 je nakreslen vývoj množství živin v celé kaskádě. Šípky na obrázku

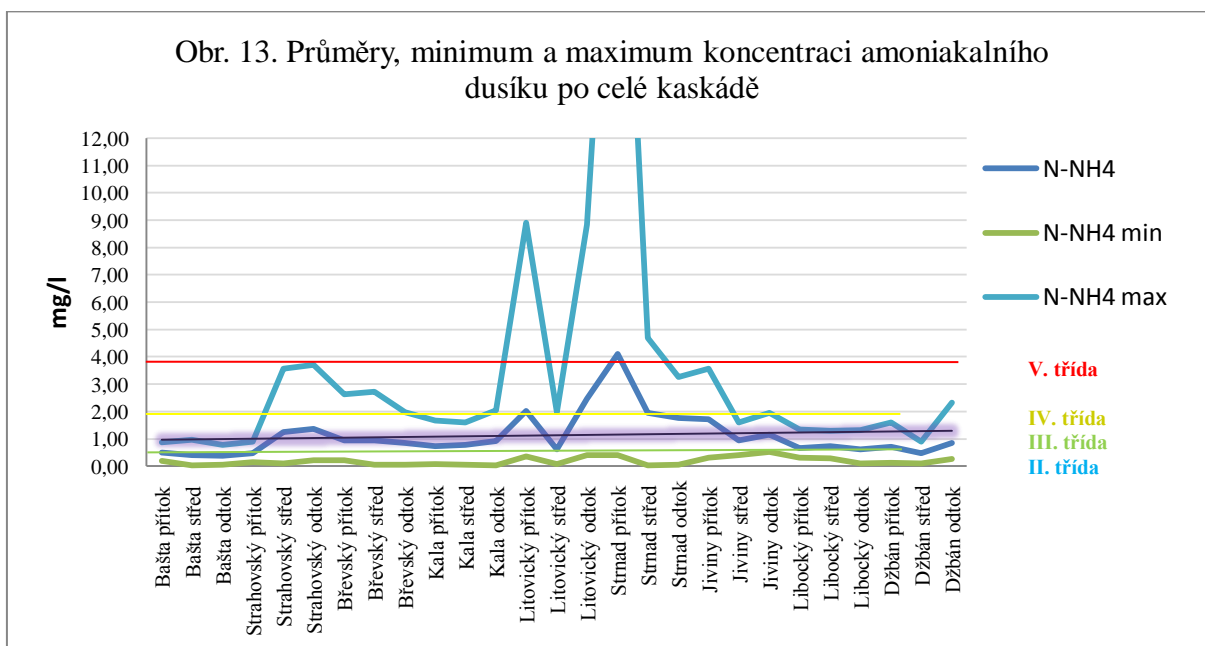
ukazují na bodové zdroje znečištění zaležené v povodí. Jedná se především o ČOV z Chyně a Hostivic a nejspíše odtok z areálu Klio, kde je také ČOV pro nebezpečné vody.



5.3.1 Amoniakální dusík

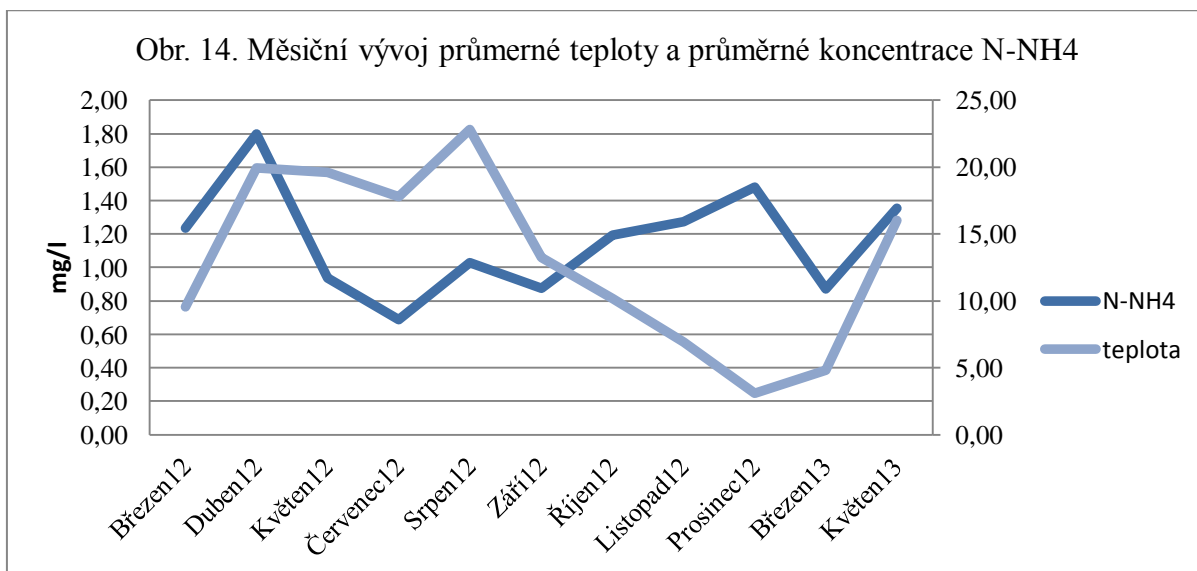
Z obrázku 12 je patrné, že koncentrace amoniakálního dusíku na všechny lokality překračuje Normu environmentální kvality uvedené v zákoně 23/2003 Sb. Amoniak je ukazatelem fekálního znečištění, může také pocházet ze zemědělské živočišné výroby, mohou také přispět i dusíkatá hnojiva. (Pitter, 2009). Z obrázku 10 je patrné, že koncentrace amoniakálního dusíku začíná růst až na přítoku do druhého rybníků s kaskádou - Strahovský. V této lokalitě je možný zdroj znečištění průmyslový areál, který se nachází v západní části obce Chyně. Potom se koncentrace amoniakálního dusíku více méně udržuje na stejné úrovni do odtoku z rybníku Kala. Jeden pik je zaznamenán na přítoku do Litovického rybníka, hned při první měření v březnu 2012. Tato lokalita se nachází v lese, u lesní cestičky takže antropogenní činností v těsné blízkosti je vyloučena. Bud se to jedná o nějaké chybě v měření nebo přírůstek je z přirozeného zdroje, a to je rozkladem organických dusíkatých látek rostlin. Následující globální maximum se nachází na přítoku do nádrže Strnad, který se nachází 300 m pod ČOV obce Hostovice, a lze předpokládat, že právě čistírna odpadních vod je hlavním zdrojem amoniakálního dusíku v této oblasti. Je ale dále vidět, že koncentrace na odtoku ze Strnada prudce klesá, což znamená, že Strnad, jako dočišťovací nádrž plynule plní svoji funkci, co se týče odstranění N-NH₄. Do konce

kaskády koncentrace amoniakálního dusíku klesá, ale už nedosahuje úrovní, které byly na začátku kaskády, tj. u rybníka Bašta.



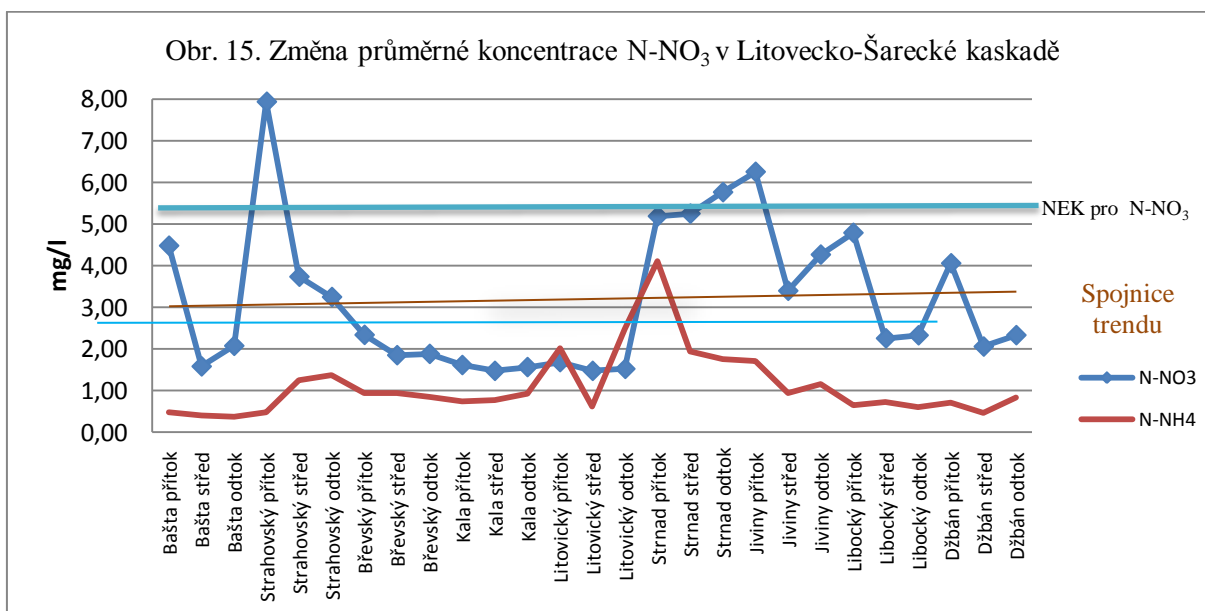
Z trendu představeného v obrázku č. 14 se dá shrnout, že koncentrace amoniakálního dusíku poznává určitou sezonalita, tj. v letních měsících kdy je větší teplota, je koncentrace amoniakálního dusíku menší a pak s ohlazením mírně roste, což může být důsledkem toho že se zvyšující se teplotou je intenzivnější disociace NH_4^+ na NH_3 a H^+ . (Pitter, 2009). V dubnu 12 je průměrná koncentrace N-NH₄ největší kvůli značné koncentraci zaznamenané u přítoků do Strnada, tj. 300 m pod ČOV Hostivice, a tato hodnota která je více než 100x větší než přípustná hodnota NEK ($c(\text{N-NH}_4)=26,63 \text{ mg/l}$) značně ovlivňuje průměr pro celou kaskádu.

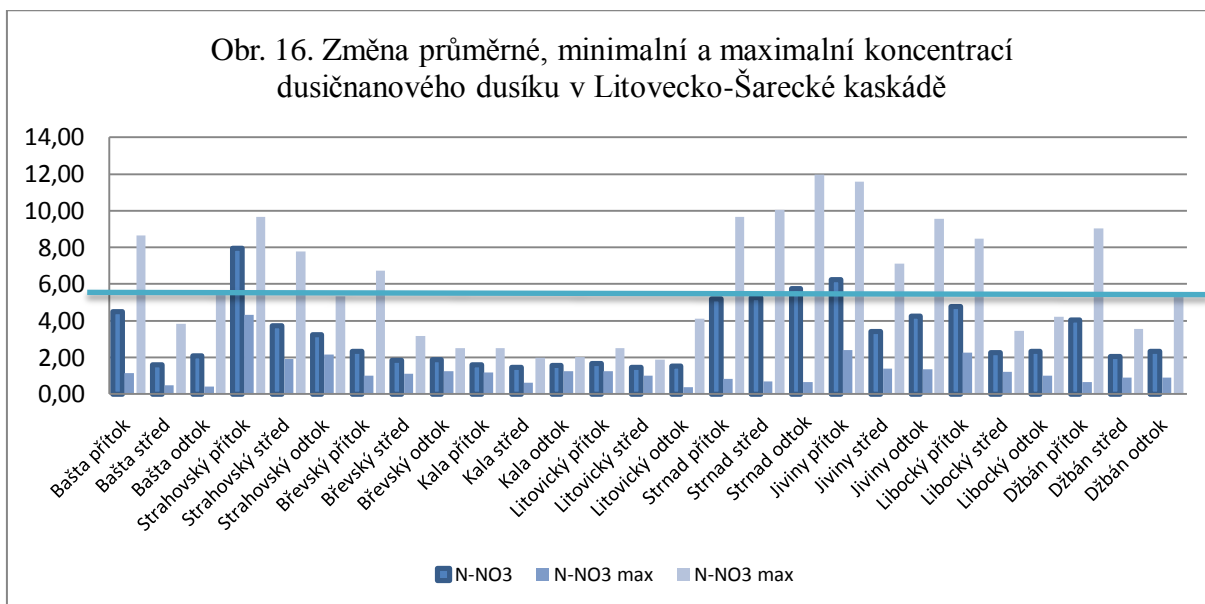
Tak ze můžeme shrnout, že co se týče amoniakálního dusíku, je celá kaskáda přetížena touto formou dusíku, a zdroje znečištění nacházející se v sledovaném povodí značně negativně ovlivňují kvalitu v celém toku. Jak vidíme i v obr. 13, spojnice trendu je rostoucí (na obrázku vyznačena fialově).



5.3.2. Dusičnanový dusík

Dusičnany ve vodách přirozeně vznikají hlavně sekundárně při nitrifikaci amoniakálního dusíku nebo z antropogenních zdrojů při aplikaci dusíkatých hnojiv. (Pitter, 2009). U dusičnanu je velmi patrná sezonalita protože podle stejného autora ve vegetační období je z vody odčerpán vegetací autotrofní a mimo vegetační období je vyluhován z půdy, protože je velmi slabě zadržován půdním sorpčním komplexem.





Jak bylo vidět i v tab. 8, dusičnanový dusík, skoro na všech profilech splňuje normu environmentální kvality ($c(\text{N-NO}_3)=5,4 \text{ mg/l}$), a jenom na třech lokalitách je tato norma překročena. Nejvyšší průměrné koncentrace byly shledané na stejných problematických místech: přítok do Strahovského rybníka a u Strnada. Jak je vidět s obrázkem 15, je pozoruhodný trend zvyšující se koncentrace N-NO₃ po proudu. Ale, na rozdíl od ukazatele N-NH₄, je u N-NO₃ patrná větší koncentrace hned na začátku kaskády u nátoky do rybníku Bašty. Možným vysvětlením je, že se tato lokalita nachází v těsné blízkosti se zemědělskou plochou, kde se intenzivně pěstují obilí a je přípustný splach dusíkatých hnojiv do níže položeného potůčku.

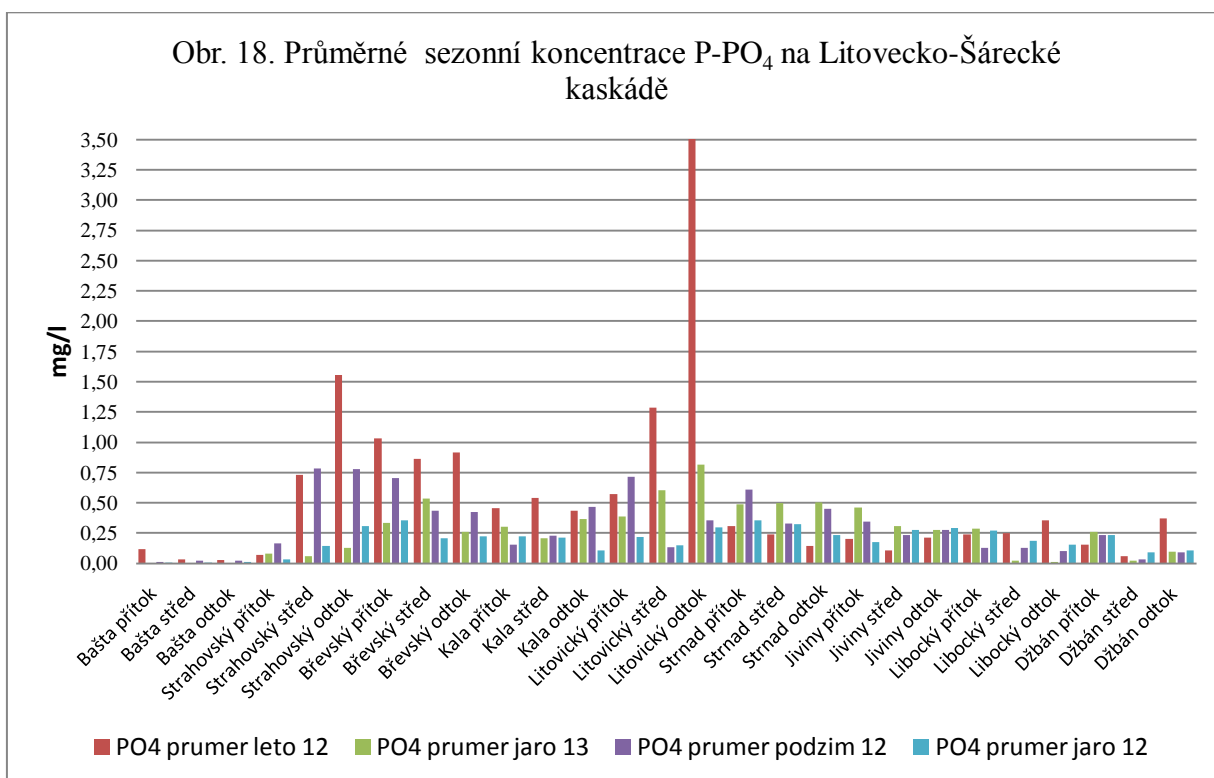
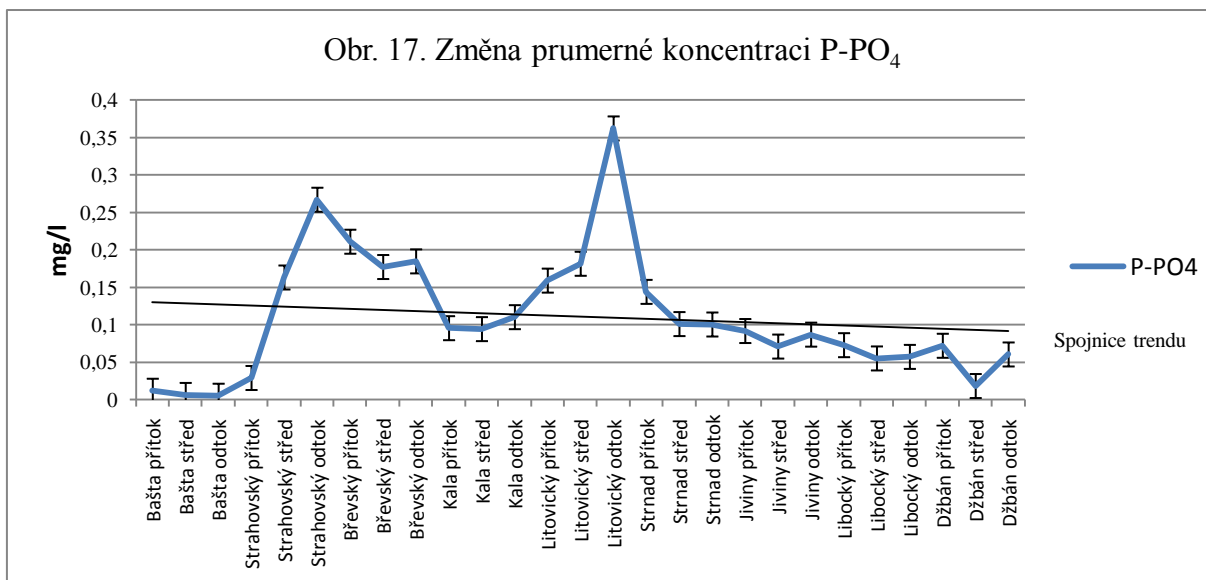
Je značná také koncentrace v přítoku do Strnada. Jak i u přítoku do Chyně se tady může projevit splachy dusíkatých hnojiv ze zemědělských ploch, přes které potok protéká. Na zvýšení koncentrace N-NO₃ před Strnadem se spíše podílí ČOV, ale můžeme také počítat se splachy ze zemědělské pudy, která také obklopuje touto nádrž a ten další přítok z průmyslového areálu Klio, který vtéká jižně od nádrže přes Peterkův mlýn.

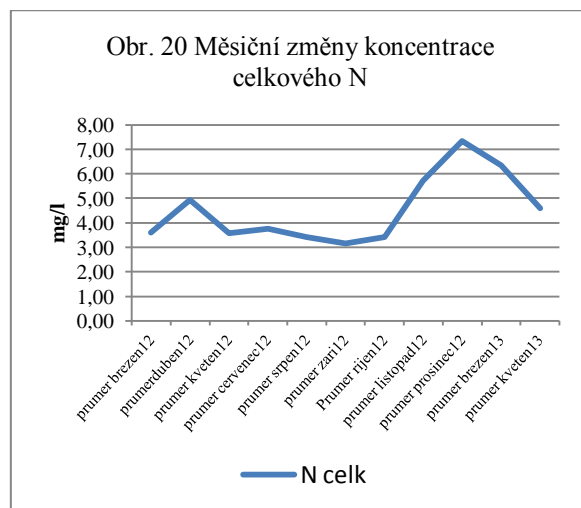
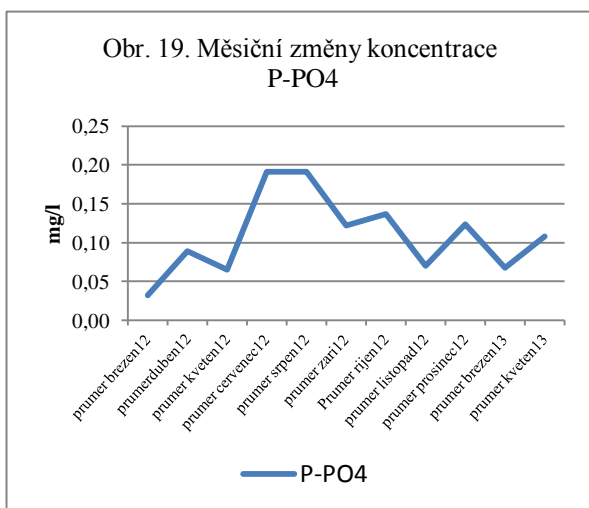
Sezonalita se projevuje tak, že v letních měsících je ve vodách menší koncentrace N-NO₃ než v zimních měsících, v důsledku odčerpávání vegetaci. Tento aspekt může také vysvětlit proč ve středu nádrží na nižším toku je menší koncentrace než na přítoku.

5.3.3. Ortofosforečnanový fosfor

Ortofosforečnany jsou nejdostupnější formou fosforu pro fytoplankton a ve vodách v České Republice je to limitujícím prvkem pro růst vodních organismů. V přírodních vodách se vyskytuje ve velmi malých koncentracích ale antropogenní činnosti je významným zdrojem, zejména splaškové vody, které obsahuje fekálie i prací prostředky.

Na Litovicko-Šáreckém potoce, v sledovaném období je pozorovaný mírný trend snížení koncentraci ortofosforečnanového fosforu, ale za velmi problematické jsou považované nádrže z hostivické soustavy (Strahovský, Břevský, Kala a Litovický). U nich bylo celoročně pozorované největší hodnoty s výrazným zvýšením v létě 2012, a úplně nejhůř byl na tom Litovický rybník a druhý nejhorší byl Břevský.

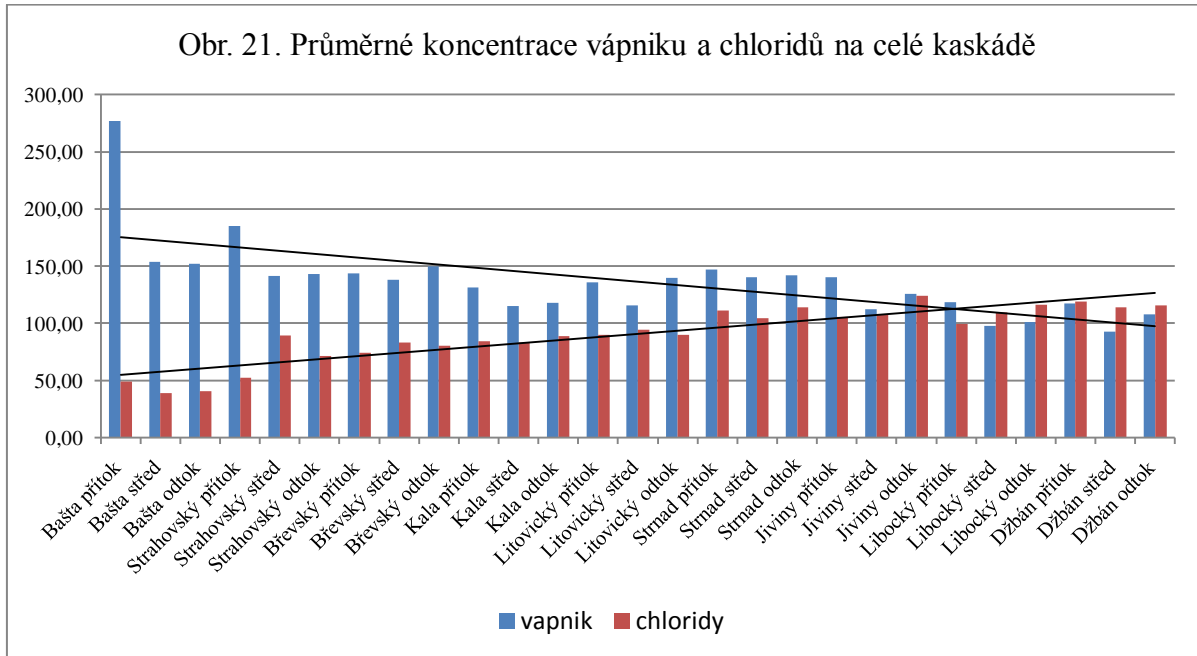




V létě koncentrace fosforu roste a ve studenějších měsících klesá. Opačný trend je ale u koncentraci celkového dusíku, která klesá, protože organismy organizmy spotřebovávají dusík z vody.

5.4. Vápník a chloridy

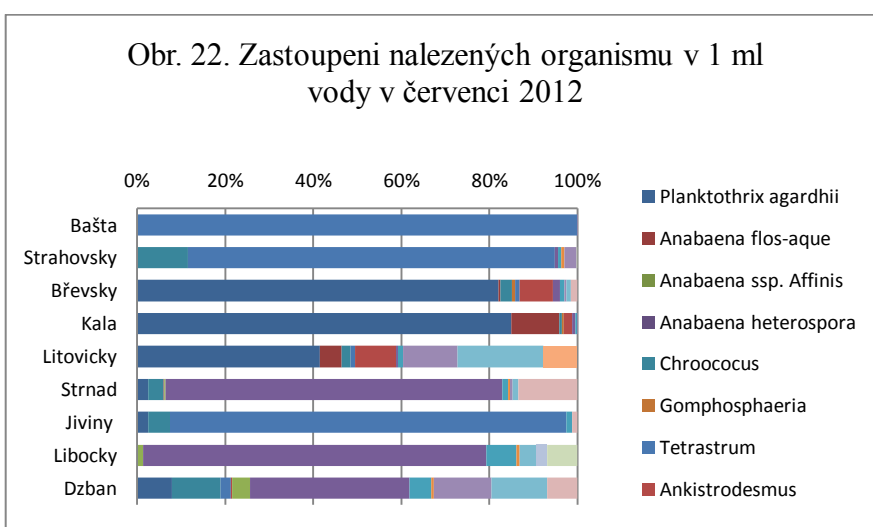
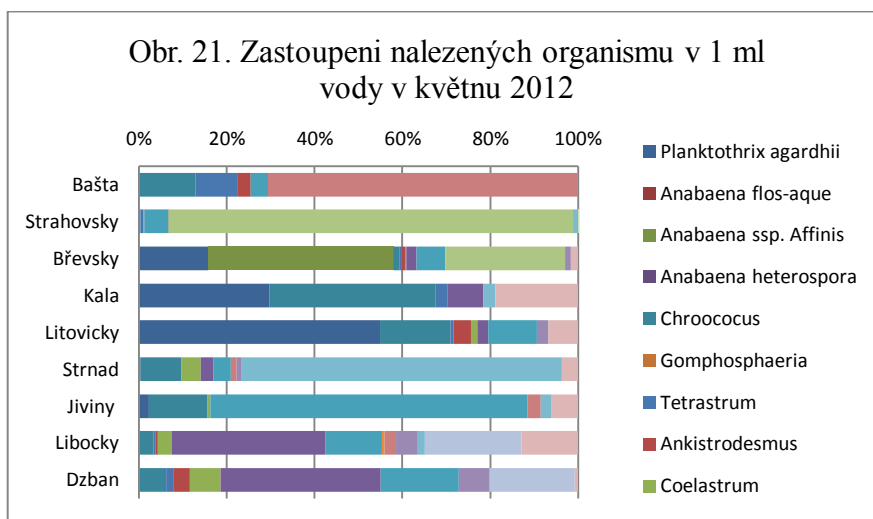
Průměrná koncentrace vápníku byla zaznamenána hned na začátku kaskády u nátok do Bašty v květnu. Postupně pak tento ukazatel mírně klesá po toku. U chloridu je patrný opačný trend, že se koncentrace po toku zvětšuje.

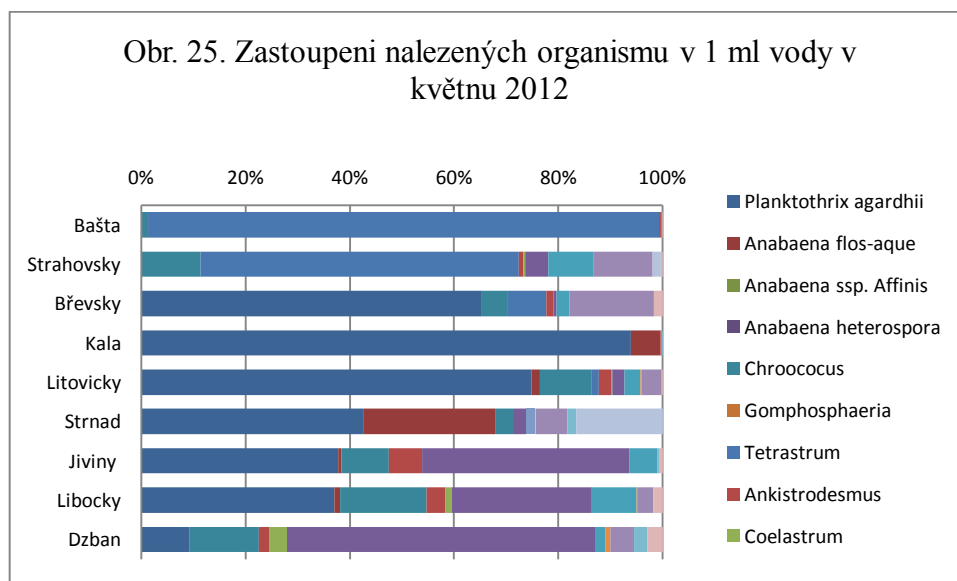
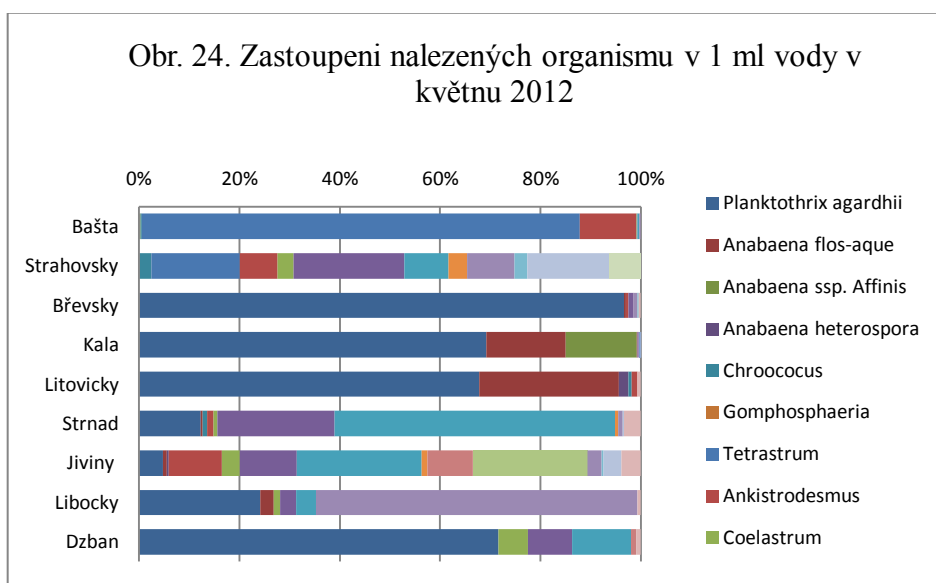
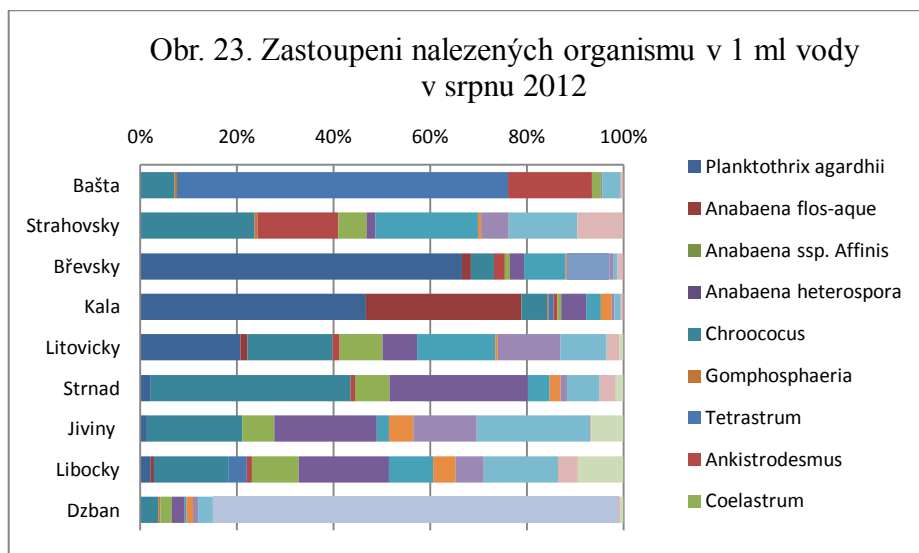


5.5. Fytoplanktonní společenstva v teplém období

U odebraných vzorků byla provedena kvalitativní a kvantitativní stanovení druhů fytoplanktonních organismů, které jsou zásadní pro tvorbu vodního květu nebo vegetačního zbarvení. Při kvantitativním stanovení byly nalezené následující druhy: sinice druhu *Planktothrix agardhii*, *Anabaena flos-aquae* a *spp. Affinis*, *Chroococcus*, *Gomphosphaeria*, *Merismopedia*; Euglenophyceae rodu *Trachelomonas*, *Phacus* a *Euglena*; Cryptophyceae rodu *Cryptomonas*, z řádu Bacillariales *Nitzschia* a jiné rozsivky *Stephanodiscus*. Z rostlin řádu Desmidiiales byly shledané rody *Closterium*, *Cosmarium* a *Staurostrum* a ze zelených řas tady byly *Tetrastrum*, *Ankistrodesmus*, *Coelastrum*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Actinastrum*, *Crucigenia*, *Dyctiosphaeria* a *Oocystis*. Přehlednější taxonomické zařazení nalezených druhů je v příloze 14. Počet organismů byl vždy stanoven v 1 ml vzorku vody.

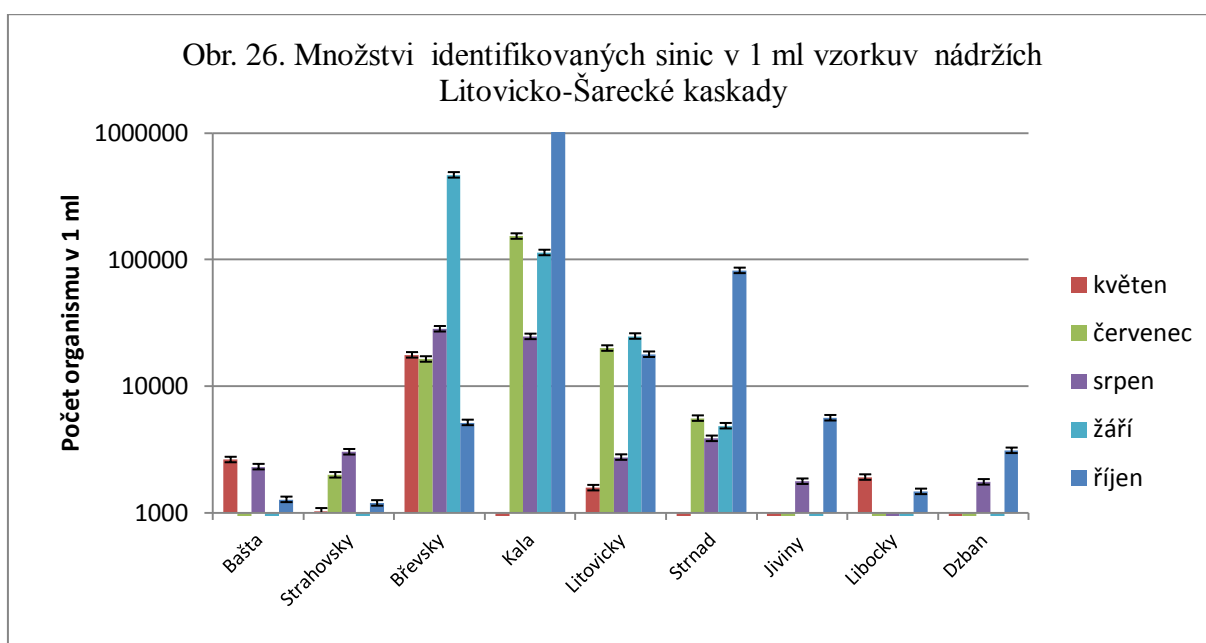
V obr. 21-25 jsou uvedené procentuální zastoupení druhů v nádržích z Litovicko-Šarecké kaskády.





Detailnější přehled nalezených druhů v jednotlivé nádrži a jejich počty naleznete v příloze č. 12. Rybník Bašta je ve všech měsících dominován společenstvem zelené řasy Tetrastrum, doplněné

Crucigenií a také je tu málo početně přítomen rod sinice *Chroococcus*. Druhové složení v rybníce Strahovský je velmi různorodá. Ve všech měsících nejpočetnější jsou zelené řasy rodu *Tetrastrum*, *Oocystis* a *Dictyosphaeria*, pak dost zastoupené jsou chrookokální řasy rodu *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Actinastrum* a jiné. Ze sinic jsou tady zástupce rodu *Chroococcus* a *Gomphosphaeria* ale málo početné. V rybnících Hostivické soustavy (Břevský, Kala a Litovický) společenstva fytoplanktonu jsou dominované sinicemi druhu *Planktothrix agarthii*, *Anabaena flos-aquae* a *anabaena* spp. *Affinis* a jsou tam významně zastoupené i zelené řasy, nejvíce *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Actinastrum* a *Oocystis*. Počet organismu je velmi významný, jak vidíme z obr. 26, a ve většině případů přesahuje hodnotu 10 000 a můžeme tvrdit, že se už jedná o vodní květ. U zelených řas počet jedinců v 1 ml nikdy nepřekračoval hodnotu 10 000 ve srovnání se sinicemi, a proto se dá shrnout, že v těchto 3 rybníku je vodní květ tvořen výrazně sinicemi (viz tabulku 10). Skupiny organismu jsou v tabulce barevně oddělené: růžově jsou označené sinice, a u vzorku kde se vyskytli více než 10 000 organismu se ještě znázorněno červeně. Zeleně jsou označené chrookokální řasy, oranžově kryptomonády, fialově krasnookčka, modré – rozsivky a tmavě zelené jsou označené krásivky.



Na obr. 26 jsou znázorněné počty druhu cyanobakterií nalezených ve všech nádržích od května do října. Z obrázku je patrné, že u 4 ze sledovaných nádrží byly zjištěné více než 10 000 jedinců v 1 ml, což už je považováno za vodní květ. Jedná se o nádržích z Hostivické soustavy (Břevský, Kala a Litovický) a také v Strnadu, ale jen v jednom ze sledovaných měsíců byla tato hodnota překročena sinicemi, jinak od začátku období počet jedinců *Planktothrix*, *Anabaena* a *Chroococcus* kolísá. Byly tu také hojné zelené řasy rodu *Scenedesmus* a *Oocystis* (které po jednou převlačovali hranici 10 000 jedinců/ml), *Pediastrum*, *Coelastrum* a také *Cryptomonady* a

Trachelomonady. V Jivínách už nebyl zaznamenán vodní květ, a celkem bylo společenství chudší. Nejvíce zde byly nalezené Scenedesmus, Tetrastrum, Oocystis a Planktothrix. V Libockém rybníce dominovali společenstva zelených řas rodu Scenedesmus a pak Oocystis a Coelastrum a dost zastoupené byli i rozsivky. Ve vodním díle Džbán sinice druhu Planktothrix a Chroococcus jsou stále přítomné ale málo početné, nikdy nepřekračovali 2000 jedinců v 1 ml. Jinak nejvíce bylo rozsivek a zelené chrookokální řasa Scenedesmus, také dost zastoupené byly Cryptomonady a Trachelomonas. Takže v roce 2012, co se týče fytoplanktonních společenstev v nádrži Džbán, který je využíván populací Prahy k rekreaci, byla kvalita vody velmi dobrá..

Tabulka 10. Počet naměřených organismů v 1 ml vzorku odebraných z nádrže Břevsky, Kala, Litovicky a Strnad

	Břevsky					Kala					Litovicky					Strnad
	květen	červenec	srpen	září	říjen	květen	červenec	srpen	září	říjen	květen	červenec	srpen	září	říjen	říjen
Planktothrix agardhii	4720	15680	25840	463000	4800	220	134000	13680	79120	1260000	1224	17120	1440	17200	15480	49000
Anabaena flos-aquae		80	720	2000			17400	9440	18080	76000		2000	100	7040	320	29000
Anabaena ssp. Affinis	12560								16320							
Chroococcus	400	520	1840		380	280	800	1520			360	880	1220	160	2080	4000
Gomphosphaeria		120					800	80								
Tetrastrum	160	200			540	20		320			16	400				280
Ankistrodesmus	240	1440	880	2000	100		2800	240	160	4000	88	3840	100	320	480	
Coelastrum	80		400					240			32		620		40	
Scenedesmus	720	320	1120	5000	40	60	1200	1520	240		56	160	500		480	3000
Oocystis	1920	200	3360		180		600	880			248	480	1120		640	
Pediastrum			160					640					40		40	
Actinastrum			3360						400							2000
Crucigena																
Dictyosphaeria	8160															
Cryptomonas	400	80	320	4000	1200		200	160			56	5120	900		800	7000
Trachelomonas		200	320	1000		20		400		2000		8000	660			2000
Phacus												3200				
Rozsivka									80							19000
Nitzschia	480		480	2000	120	140		160			152		180	160	40	
Closterium		280											60			

6. SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ A DISKUZE

Ze získaných výsledku se dá shrnout, že kvality vody v nádržích Litovicko-Šárecké kaskádě není příliš uspokojivá. Jak bylo už napsáno na skoro 100 % z lokalit, ve všech sledovaných měsících byla překročena norma environmentální kvality pro amoniakální dusík. Zátěž začíná hned u druhého rybníka - Strahovského a přetrvává až do odtoku ze Džbánů, a vykazuje mírný rostoucí trend. Největší přísun N-NH₄ byl celoročně zaznamenán u nátoků do retenční nádrže Strnad. Stojí za připomínku, že do obě nádrže (Strnad a Strahovský) jsou vypouštěné vody z čistíren odpadních vod z obcí Chyně a Hostivice. ČOV s nedostačující účinností představují velký problém na celém světě. Thevenon a kol. (2011) zjistil, že místní ČOV výrazně ovlivňuje kvalitu vody v Ženevském jezeře a že se kvůli němu pak snižuje i kvalita sedimentu, které pak budou sloužit jako vnitřní zásob živin, jejichž vliv bude patrným ještě dlouhou dobu, i když vnější zdroje budou odstraněny. Výsledky získané v této práci potvrzují výsledky z 10 letního monitoringu provedeným odborem vodné toky a nádrže Lesy hl.m. Prahy. Tam se sleduje méně profilů, monitorování začíná až před Strnadem, pokračuje pod Jivinami, před Džbánem a pod Džbánem. V roce 2011 byly vůbec sledované jen profily před Strnadem a pod Džbánem. V tabulce 11 jsou představené procentuální hodnoty překročení NEK, upravené z dat zveřejněných na stránkách podniku. Jejich analýzy se provádějí 6 krát ročně, jednou za dva měsíce.

Tabulka 11. Výsledky Lesy hl. m. Praha (Zdroj: vlastní úprava podle výsledku Lesy hl. M. Prahy)

profil	ukazatel	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
pred Strnadem	rozp. O ₂	50%	83%	83%	83%	33%	50%	50%	67%	33%	17%	50%
	TOC	33%	50%	83%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	67%
	N-NH ₄	83%	100%	100%	50%	100%	100%	50%	67%	100%	67%	100%
	N-NO ₃	67%	50%	33%	67%	50%	33%	50%	17%	83%	33%	33%
	Pcelk	100%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	100%	100%	100%	100%
	Cl	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%
	Ca	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
pod Jivinami	rozp. O ₂	-	50%	50%	50%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
	TOC	-	83%	83%	100%	100%	83%	100%	83%	100%	100%	67%
	N-NH ₄	-	83%	83%	100%	83%	83%	83%	50%	17%	67%	83%
	N-NO ₃	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	33%	0%	0%
	Pcelk	-	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Cl	-	17%	17%	17%	0%	17%	0%	17%	0%	17%	17%
	Ca	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
pred Džbanem	rozp. O ₂	-	17%	17%	33%	33%	50%	17%	17%	33%	17%	17%
	TOC	-	83%	83%	33%	100%	67%	100%	83%	100%	83%	67%
	N-NH ₄	-	50%	50%	17%	67%	67%	50%	50%	33%	33%	67%
	N-NO ₃	-	17%	17%	17%	17%	17%	0%	17%	33%	17%	0%
	Pcelk	-	83%	100%	50%	100%	100%	83%	100%	100%	100%	83%
	Cl	-	17%	17%	0%	0%	33%	17%	17%	0%	17%	17%
	Ca	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	17%
pod Džbanem	rozp. O ₂	50%	67%	50%	33%	17%	50%	33%	17%	33%	33%	0%
	TOC	50%	33%	17%	17%	50%	33%	67%	83%	83%	83%	67%
	N-NH ₄	83%	67%	0%	17%	17%	33%	17%	33%	17%	0%	0%
	N-NO ₃	50%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	33%	17%	0%
	Pcelk	83%	100%	50%	67%	67%	50%	83%	100%	67%	33%	33%
	Cl	17%	17%	17%	0%	0%	33%	17%	0%	0%	0%	0%
	Ca	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Z tabulky vidíme že jenom koncentrace vápníku splňují normu environmentální kvality na všech lokalitách skoro ve všech letech. Také docela dobré jsou i hodnoty koncentrace chloridů, které na prvních dvou profilech jen občas překračovaly normu. Z dlouhodobého hlediska nejproblematictější ukazatelem je celkový fosfor. Na rozdíl od vlastních výsledků ve kterých byl stanoven jen ortofosforečnanový fosfor, tady se stanovoval celkový fosfor a, jak i bylo možné očekávat, jeho koncentrace byla větší a na prvních třech monitorovacích profilech byla skoro při každé měření 100% překročen. Překvapující bylo to, že absolutně při každé měření hodnota NEK pro celkový fosfor byla na lokalitě „pod Jivinami“ překročena. Podle výsledků, nadrž Jiviny nikdy se takovými hodnoty nevyznačovala a celkem tam byla voda hodnocená jako znečištěna a mírně znečištěna na základě průměrné koncentraci. Při hodnocení dle nejhoršího ukazatele vždy tu byla lepší kvalita u Strnada. Jenom ukazatele kyslíkového režimu (rozpuštěný kyslík a chemická spotřeba kyslíku a samozřejmě i $N-NH_4$) přiřazovali vodu k V. třídě jakosti. Před Strnadem, při každém měření, byla hodnota NEK překročena pro koncentrace všech sledovaných forem dusíku a celkového fosforu a celkového uhlíku. Tak se da shrnout, že přísun organické hmoty je také významným problémem. Tento údaj je potvrzen i Komínkovou a kol. (2012), které také sledovali Litovecko-Šárecký potok na stejném úseku jako autorka této práci a zjistili, že skoro na všechna místa koncentrace celkového uhlíku je nevyhovující. U celkového fosforu výsledek byl stejný: od nátoky do Strahovského rybníka už koncentrace nevyhovuje normě environmentální kvality. Ve srovnání s jinými pražskými potoky, je Litovicko-Šárecký potok jeden z nejvíce zatížených potoků, a podle koncentraci fosforu může být srovnán jen s Komořanským potokem nebo s Dalejským. Na odběrových místech na těchto potocích byla v roce 2009 zjištěna největší koncentrace celkového fosforu a jen u těchto 3 lokalitách voda patřila do V. třídě jakostí. Do IV třídy, podle tohoto ukazatele, jsou zařazené i jednotlivé lokality na Radontinském, Kunratickém a Dražanském potokách. Podle stejného zdroje, přítok do Strnada byl v roce 2009 lídrem podle obsahu amoniakálního dusíku. Takové množství dusíku, podle kterého se voda zařazuje do V. třídy kvality byly nalezené jenom na Dražanském potoce na severu Prahy a na Komořanském potoce na jihu.

Významným zdrojem znečištění v Litovecko-Šáreckém potoce jsou ČOVky z obcí Chyně a z Hostovic. Ony významně ovlivňují koncentrace amoniakálního ale také dusičnanového dusíku. Ve většině případů koncentrace $N-NO_3$ vyhovuje normě environmentální kvality a průměrně zařazuje vodu z Litovicko-Šárecké kaskády do I a II třídě jakostí: neznečištěná a mírně neznečištěná voda, a jen ojediněle (u Strnada a přítoku do Jivin) do IV třídě jakostí a také trochu horší ukazatele byly zaznamenány na přítoku do prvního rybníka, Bašty. Zdroj těchto koncentrací musí být hledán ve splachu z okolních polí (Komínková a kol. 2012). Ostatní formy

živin bývají také vyplavené ze intenzivně obhospodařené zemědělských půd, které tvoří převážnou částí povodí zejména na horním toku. Fosfor se také značně uvolňuje ze sedimentu, zejména při jarním a podzimním mícháním a malá hloubka nádrží přispívá k tomuto jevu. U nádržích z Hostivické soustavy vůbec není známo stav a množství sedimentu uložené v nich. Jsou vůbec málo sledované ale jedná se o dost problematické lokality. Tady se v letních měsících objevil vodní květ, tvořen především jedinci *Planktothrix agardhii*, doprovázený dvou druhu *Anabaena* a menší množství *Chroococcus*. Teto nádrže jsou zdrojem sinic pro celou kaskádu. *Planktothrix agardhii* je jedna z nejrozšířenějších sinic v jezerech mírného pasu (Ernst a kol., 2001) a je značným producentem hepatotoxinu microcystin LR. Toxický působí na ryby a další vodní organismy a při konzumaci může ohrožovat i lidské zdraví (de Figueiredo a kol., 2004). Nádrže z Hostivické soustavy jsou využívány k chovu ryb a tím pádem je velmi pravděpodobně, že se někomu dostane na stůl ryba s vysokým obsahem toxinu.

Vodní nádrž Džbán, jako nejnižší položená nádrž s největším zájmem o rekreaci pražské populaci, má relativně kvalitní vodu. V této studii byla podle průměrných hodnot sledovaných ukazatelů zařazena do I, II a III třídy kvality a nejhorší ukazatele byli u amoniakálního dusíku a u chemické spotřeby kyslíku. Společenstvo fytoplntonu je betamezosaprobni (Kominkova a kol., 2012) a je tvořena více chrookokalnimi řasy a rozsivkami. V sledovaném období na této nádrží se vodní květ netvořil, ikdyz zástupce sinic tam byly, ale jejich množství bylo zanedbatelné.

7. ZÁVĚR

Na základě získaných poznatku o kvalitě vody a stavu společenstev fytoplanktonu v Litovecko-Šáreckem povodí je celkový stav potoka a nádrží považován za nevyhovující. Nejproblematictějšími ukazateli jsou sloučeniny dusíku a fosforu a také organické látky, které výrazně ovlivňují kyslíkový režim. Ze sloučenin dusíku, je koncentrace amoniakálního dusíku příliš vysoká a skoro ve všech lokalitách je překročena norma environmentální kvality která pro N-NH₄ činí 0,23 mg/l. Významným zdrojem znečištění v povodí jsou čistírny odpadních vod, které patrně ovlivňují růst koncentraci amoniakálního a dusičnanového dusíku a bylo prokázáno že se koncentrace po toce mírně zvyšuje. Spachy ze zemědělských ploch také přispívají k zvýšení koncentraci živin v povodí.

Zátěž živinami se projevuje tvorbou většího květu, který byl spatřen v nádržích středního toku, zejména rybníku z Hostivické soustavy (Brevsky, Kala a Litovicky), které nejsou nějak monitorované, ale mohou činit vysokému nebezpečí pro celou kaskádu, poskytováním inokul sinic a nemůže se vyloučit situace z předchozích let, kdy se do Dzbánu dostali sinice a negativně ovlivnili rekreační využití této lokality.

Proto bych doporučila:

- Rozšíření monitoringu sledování kvality vody i na nádrže z horního toku Litovického potoka
- Provedení analýzy sedimentu a odhad jeho mocnosti v nádržích Hostivické soustavy a při obsahu větší než 30% provádění odbahnění, jak je zmíněno v planu péče o tuto přírodní památku.
- Zvýšit účinnosti čistíren odpadních vod z vesnici Chyně a obci Hostivice, vzhledem k rostoucímu počtu obyvatel.
- Provedení oprav v povodí, revitalizace napřímených a zatrubněných koryt, aplikace protierozních opatření
- Změny v hospodaření půdy, omezení hnojení

Stav v povodí Litovicko-Šáreckého potoka se může zlepšit především díky zlepšení kvality vody ve vodních nádržích a na přítocích. K tomu by mohlo přispět plánované navýšení kapacity ČOV Hostivice a revitalizaci koryta toku, omezení eroze a splachu ze zemědělské půdy.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:

ČHMÚ – Český Hydrometeorologický ústav

ČOV – čistirna odpadních vod

ČR – Česká Republika

ČSN – Česká statní norma

EC – efektní koncentrace

EVL- Evropská významná lokalita

CHSK_{Mn} – chemická spotřeba kyslíku

IC- inhibiční koncentrace

LC – letální koncentrace

MC – LR – variace microcystinu

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

NEK – Normy environmentalní kvality

OECD – organization for economic co-operation and development

PP – přírodní památka

TOC – celkový organický uhlík

VD – vodní dílo

9. POUŽITÁ LITERATURA

AMBROŽOVA J. (2003) Aplikovaná a technická hydrobiologie. 2. Vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, ISBN 80-7080-521-8

BECHMANN M., BERGE D., EGGESTAD H., VANDSEMB S. (2005) Phosphorus transfer from agricultural areas and its impact on the eutrophication of lakes—two long-term integrated studies from Norway, *Journal of Hydrology* 304: 238–250 pp.

CARPENTER S., CARACO N.F., CORRELL D.L., HOWARTH R.W., SMITH V.H. (1998) Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications* 8, 559-568 pp.

CATHERINE A., QUIBLIER C., YEPREMIAM C., GOT P., GROLEAU A., VINC B., BERNARD C., TROUSSELIER M. (2008) Collapse of *Planktothrix agardhii* perennial bloom and microcystin dynamics in response to reduce phosphate concentrations in a temperate lake. *FEMS Microbiol. Ecol.* 65, 61–73 pp.

Český statistický úřad (2013) Počet obyvatel k lednu 2013, vol.4, 3-5 str.

Český statistický úřad. Demografická Rocenka mest. Dostupné: <http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/p/4018-12>. , Posledni aktualizace 30.07.2013 (cit.4.08.2013).

Český statistický úřad. Obyvatelstvo dle městských částí v letech 1991 – 2012. Dostupné: [http://www.czso.cz/xa/redakce.nsf/i/obyvatelstvo_prahy_podle_mestskych_casti_1991_2012/\\$File/CR_L3_MC_1992.xls](http://www.czso.cz/xa/redakce.nsf/i/obyvatelstvo_prahy_podle_mestskych_casti_1991_2012/$File/CR_L3_MC_1992.xls). , Posledni aktualizace 30.07.2013 (cit.4.08.2013).

Český svaz ochránců přírody Hostivice. (1998) Sborník o přírodě, památkách a historii města. 1: 5-7 str.

ČHMÚ (2013) Průmerná roční teplota vzduchu v roce 2012. Dostupné: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/t12.gif> . Posledni aktualizace 1.08.2013 (cit. 5.08.2013).

ČHMÚ (2013) Roci uhrn srážek v roce 2012. Dostupné: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/sra12.gif>, Posledni aktualizace 6.07.2013 (cit.29.07.2013).

DANIELA R. de FIGUEIREDO, ULISSES M., SONIA M. ESTEVES, FERNANDO J.M. GONSALVES (2004) Microcystin-producing blooms—a serious global public health issue. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 59: 151–163 pp.

DILLON P.J., RIGLER F.H. (1975) A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic state. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 31: 1518-1531 pp.

DOLEZALOVA L, KOMINKOVA D. (2013) Výskyt toxických kovů v ekosystémech vybraných pražských nádrží. *Vodní hospodářství* 6: 18-23 str.

EDMONDSON W.T. (1991) *The uses of ecology: Lake Washington and beyond*. University of Washington Press, Seattle, WA.

ERNST B., HITZFELD B., DEITRICH D.R. (2001) Presence of *Planktothrix* sp. and cyanobacterial toxins in lake Ammersee, Germany and their impact on whitefish (*Coregonus lavaretus* L.). *Environ. Toxicol.* 16, 483–488 pp.

FRANK C.A. (2002) Microcystin-producing cyanobacteria in recreational waters in southwestern Germany. *Environ. Toxicol.* 17 (4), 361–366 pp.

Geocaching, Jiviny, Dostupne:
http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?guid=fe261532-0f5f-4798-ab0f-88d536bf0591. , Posledni aktualizace 30.07.2013 (cit.4.08.2013).

HECKY R., KILHAM P. (1988) Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: A review of recent evidence on the effects of enrichment. *Limnol. Oceanogr.*, 33(4): 196-822 pp.

HINDÁK F. (1978) *Sladkovodné riasy*. Bratislava.

HINDÁK F.(2001) *Atlas siníc*. SAV Bratislava.

Hlavní mesto Praha: Plán péče o přírodní památku Obora Hvězda a evropsky významnou lokalitu Obora Hvězda. Dostupne: http://zp.praha-mesto.cz/planypece_ozchu/PP_OboraHvezda_2012_2021/Plan_pece_PP_Obora%20Hvezda_2012_2021.pdf. Posledni aktualizace 19.07.2013 (cit.5.08.2013).

HORÁKOVA a kol. (2003): *Analytika vody*, VŠCHT Praha.

HREBIKOVA M. (2007) Kvalita vody ve vybraných malých povodích: Litovicko-Šárecký potok. Diplomová práce, Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova, 34-71 str.

HRNCIAROVA T., MACKOVCIN P., ZVARA I. (2009) Atlas krajiny České republiky. Praha: Ministerstvo životního prostředí České Republiky, Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.I., 332 str. ISBN 978-80-85116-59-5

<http://ekologie.upol.cz/ku/ahdo/Eutrofizace.pdf>

HUMMERT C., REICHEL T., WEISS J., LIEBERT H.P., LUCKAS B. (2001) Identification of microcystins in cyanobacteria from the bleiloch former drinking-water reservoir (Thuringia, Germany). *Chemosphere* 44 (7): 1581–1588 str.

Informační systém EIA, Záměry na území ČR. Dostupne: http://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_STC1397. , Posledni aktualizace 30.07.2013 (cit.4.08.2013).

JEPPESEN E., JENSEN P., SONDEGAARD M., LAURIDSEN T., LANDKILDEHUS F. (2000) Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biology* 45, 201–218 pp.

JONES R. A., LEE G. (1986) Eutrophication modeling for water quality management: an update of the Vollenweider-OECD model., *World Health Organ. Wat. Qual. Bull.* 11(2):67-74, 118 str.

JUDY L., MICHAEL J. (2005) *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 24, no. 3. 602 – 612 pp.

KAGALOU I., PAPASTERGIADOU E., LEONARDOS I. (2008) Long term changes in the eutrophication process in a shallow Mediterranean lake ecosystem of W. Greece: Response after the reduction of external load. *Journal of Environmental Management* 87: 497–506 pp.

KHEKO, Cistirny odpadnich vod. Dostupne: <http://www.kheko.cz/Cistirna-obecni.html>, Posledni aktualizace 18.07.2013 (cit.30.07.2013).

KLIO, Čistírna průmyslových odpadních vod. Dostupne: <http://www.klio.cz/likvidace-kapalných-odpadu.html>. , Posledni aktualizace 30.07.2013 (cit.4.08.2013).

KOMARKOVA J. (2006) VÚV TGM, Metodika odběru a zpracování vzorku fytoplanktonu stojatých vod 12-17 str.

KOMÍNKOVA D. (2007) Směrnice EU a hodnocení městského odvodnění. Praha: ČVÚT v Praze, 22-23 str.

KOMÍNKOVA D. (2010) Ekologie urbanizovaných povodí. Elektronické přednášky z předmětu Ekologie urbanizovaných povodí vyučované na PřF UK. č. 2. 6 – 11 str.

KOMÍNKOVA, D., BENEŠOVÁ, L., POPOVSKÝ, J., STEGARESCU R., DOLEZALOVA L., BENES R. (2012) Kvalita vody a výskyt sinic v Litovecko-Sarecké kaskádě.

KOVANDA J. (2001) Neživá příroda Prahy a jejího okolí. Český geologický ústav, 45-58 str.

KUČERA J. (2011) Revitalizace Litovickeho potoka v Hostivicích. 22 str.

KUČERA J., VOJTOVÁ J., VOJTA J. (2006) Přírodní památka Hostivické rybníky. Hostivice : Český svaz ochránců přírody. 72 s. [ISBN 80-239-7554-4](https://www.isbn-international.org/product/9788023975544).

LANGHAMMER J. (2010) Kvalita povrchových vod. Elektronické přednášky z předmětu Kvalita povrchových vod vyučované na PřF UK 7-8: 5-9, 11-13 str.

LAUA S., LANE S. (2002) Biological and chemical factors influencing shallow lake eutrophication: a long-term study, *The Science of the Total Environment* 288 Ž2002. 167181

Lesy hl.m.Prahy, Rybník Stnad. Dostupne: <http://www.lesypraha.cz/index.php?cat=3050201&aid=135>. , Poslední aktualizace 30.07.2013 (cit.4.08.2013).

MARIE B., HUETA H., MARIE A., DJEDIAT C., PUISEUX-DAO S., CATHERINE A., TRINCHET I., EDERY M. (2012) Effects of a toxic cyanobacterial bloom (*Planktothrix agardhii*) on fish: Insights from histopathological and quantitative proteomic assessments following the oral exposure of medaka fish (*Oryzias latipes*). *Aquatic Toxicology* 114– 115, 39– 48 pp.

MARSALEK B., BLAHA L., TURANEK J., NECA J. (2001) Microcystin-LR and total microcystins in cyanobacterial blooms in the Czech Republic 1993–1998. In: Chorus, I. (Ed.), *Cyanotoxins—Occurrence, Causes, Consequences*. Berlin, 56–62 str.

MEYER J. L., PAUL M. J., TAULBEE W. K. (2005) Stream ecosystem function in urbanizing landscapes.

MISCHKE U., (2003) Cyanobacteria associations in shallow polytrophic lakes: influence of environmental factors. *Acta Oecologica* 24: 11–23 pp.

NAŘÍZENÍ VLÁDY 23/ 2011 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, 2010

NASELLI-FLORES L., BARONE R., CHORUS I., KURMAYER R. (2007) Toxic cyanobacterial blooms in reservoirs under a semiarid Mediterranean climate: The magnification of a problem. *Environmental Toxicology* Volume 22, Issue 4, 2007, Pages 399-404 pp.

NĚMEC J., LOŽEK V., a kolektiv autorů (1996): Chráněná území ČR 1 – Střední Čechy.

NYENJE P, FOPPEN J , UHLENBROOK S., KULABAKO R , MUWANGA A.(2010) Eutrophication and nutrient release in urban areas of sub-Saharan Africa — A review. *Science of the Total Environment* 408: 447–455 pp.

OECD (1982) Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control. Organisation for Economic and Cooperative Development, Paris, France.

Oficiální internetové stránky Hostivice: Přírodní památka Hostevické rybníky. Dostupné: <http://www.hostivice.eu/priroda/d-409947/p1=4555>, Poslední aktualizace 9.07.2013 (cit.18.07.2013).

Oficiální stránky obce Chyne, Něco málo o obci Chýně. Dostupné: <http://www.chyne.cz/ou/index.php/oobci/historieasoucasnostobce>, Poslední aktualizace 8.07.2013 (cit.30.07.2013).

PITTER P. (2009) Hydrochemie. 4, vydání 17-28 str.

Regionální Informační Servis, Chyně. Dostupné: <http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/detail?Zuj=539309>, Poslední aktualizace 30.07.2013 (cit.3.08.2013).

RUKHOVETS L., ASTRAKHANTSEV G., MENSHTUKIN V , Minina T., Petrova N., POLOSKOV V.(2003)Development of Lake Ladoga ecosystem models: modeling of the phytoplankton succession in the eutrophication process. I, *Ecological Modelling* 165 : 49–77 pp.

SCHINDLER D.W. (1977) Evolution of phosphorus limitation in lakes. *Science* 195: 260–262 pp

Strahovský Rybník o.p.s. Podmínky pro provedení regulačního odlovu ryb na Strahovském rybníku. Dostupné: <http://www.strahovnik.cz/stanovy.html> , Poslední aktualizace 18.07.2013 (cit.1.08.2013).

ŠTEPANEK M., ČERVENKA R. (1971) Problemy eutrofizaci v praxi. Avicenum, Praha, 1:33-39 str.

THEVENON F., GRAHAM N., HERBEZ A., WILDI W., POTE J. (2011) Spatio-temporal distribution of organic and inorganic pollutants from Lake Geneva (Switzerland) reveals strong interacting effects of sewage treatment plant and eutrophication on microbial abundance. *Chemosphere* 84: 609–617 pp.

TRUKSOVA S. (2012) Čistírna odpadních vod a kanalizace. Dostupne: <http://chynoviny.chyne.info/CHYNO6/node13.html>, Posledni aktualizace 8.07.2013 (cit.30.07.2013).

United States Environmental Protection Agency, The urban stream syndrome. Dostupne: http://www.epa.gov/caddis/ssr_urb_urb2.html, Posledni aktualizace 8.07.2013 (cit.30.07.2013).

VEZJAK M, SAVCEK T., STUHLER E. (1998) System dynamics of eutrophication processes in lakes, *European Journal of Operational Research*, 109: 442-451 pp.

WALSH C. J. et al. (2005) The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *roč. 24, č. 3. 706 – 723 pp.*

WIEDNER C., CHORUS I., FASTNER J. (2001) The waterbodies surveyed for cyanotoxins in Germany. In: Chorus, I. (Ed.), *Cyanotoxins—Occurrence, Causes, Consequences*. Springer, Berlin, pp. 6–21 pp.

ZCHÚ, Plán péce o Přírodní památku Hostivické rybníky na období 2009 – 2016. Dostupne: http://www.csophostivice.cz/hostivickerybniky/planpece/Plan_pece_PPHR.pdf, Posledni aktualizace 6.07.2013 (cit.30.07.2013).

ZURAWELL R., CHEN H., BURKE J.M., PREPAS E. (2005) Hepatotoxic cyanobacteria: a review of the biological importance of microcystins in freshwater environments. *J. Toxicol. Environ. Health B Crit. Rev.* 8: 1–37 pp.

10. PŘÍLOHY