

Univerzita Karlova v Praze

**Přírodovědecká fakulta
Ústav pro životní prostředí**

**Ekologie a ochrana prostředí
Ochrana životního prostředí**



**Mapování kvality vody v pražských potocích
s využitím GIS**

Mapping of Water Quality in Prague Creeks with GIS

Bakalářská práce

Tereza Thompsonová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Luboš Matějček, PhD.

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Luboše Matějčka PhD. s použitím uvedených podkladů.

V Praze dne 20. srpna 2012

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala především svému školiteli Ing. Luboši Matějčíkovi PhD. za konzultace, pomoc a rady, které mi věnoval při tvorbě této práce. Dále bych ráda poděkovala své matce - Ing. Blance Thompsonové za poskytnutí standardních operačních postupů z Vodních zdrojů GLS Praha a.s., Ing. Janě Fořtové z URM za její laskavý přístup a poskytnutí ortofotografických dat. V neposlední řadě chci také poděkovat své rodině a blízkým za jejich podporu během studia.

Obsah

Prohlášení	2
Poděkování.....	3
Obsah	4
Abstrakt.....	5
Abstract.....	6
1 Úvod	7
2 Aplikace GIS.....	8
2.2 Definice GIS.....	8
2.3 Databázový systém správy dat	9
2.4 Datové struktury GIS.....	9
2.5 Modelování geografických objektů v prostředí GIS.....	10
2.6 Zdroje údajů pro GIS	13
3 Kvalita povrchových vod v ČR.....	14
3.2 Znečištění povrchových vod	17
3.2.2 Zdroje znečištění	17
4 Charakteristika pražských potoků	19
5 Metodika stanovení ukazatelů jakosti vody.....	22
6 Metodika	29
6.2 Projekt GIS	29
6.3 Statistické zpracování.....	30
6.3.2 Grafické zpracování	30
6.3.3 Korelační analýza.....	30
7 Zhodnocení výsledků	32
8 Diskuse a závěr	35
9 Literatura.....	36
10 Přílohy	39
Použité zkratky	39
Seznamy příloh	40

Abstrakt

Práce je zaměřena na využití Geografických informačních systémů (GIS) při mapování kvality vody v pražských potocích. Teoretická část práce se zabývá charakteristikou GIS a vybraných projektů GIS (SWAT, ZABAGED), ve kterém je zahrnut i popis využívání GIS v zahraničí. V práci jsou vysvětleny pracovní postupy chemických analýz, potřebných ke zjištění kvality vody a zdroje znečištění v okolí urbanizovaných povodí. Praktická část je zaměřená na zpracování získaných dat, a to zejména mapování vybraných potoků a odběrových profilů pomocí GIS. Získaná data jsou zpracovaná v přehledných tabulkách a grafech a jsou využita v korelační analýze. Účelem bylo ukázat možnosti GIS při využívání modelování povodí a jeho parametrů.

Klíčová slova

Geografický informační systém, GIS, modelování, kvalita povrchových vod, Praha, povodí, Botič, Dalejský potok, Kunratický potok, Litovicko-Šárecký potok, Rokytká

Abstract

This thesis is focused in using of Geographic Information Systems (GIS) for mapping water quality in Prague creeks. The theoretical section focuses in a description of GIS and selected GIS projects (SWAT, ZABAGED) including a description of using GIS abroad. Working processes of chemical analyzes required to determine water quality and pollution sources in the area of urbanized basin are explained in the task. The practical section is focused in processing of data, especially mapping of selected creeks and sampling profiles using GIS. Obtained data is processed in tables and charts and used in correlation analysis. A purpose of the project was to demonstrate a possibility of GIS for modelling basin and its parameters.

Key words

Geographical Information System, GIS, modeling, surface water quality, Prague, watershed, Botič, Dalejský stream, Kunratický stream, Litovická-Šárecký stream, Rokytka

1 Úvod

Geografické informační systémy (GIS) jsou v poslední době využívány stále častěji. Systémy, používané dříve jen ve výzkumných laboratořích, se rozšířily do orgánů státní správy, vzdělávacích institucí i soukromých firem (Johnston, 1998). Důvod využívání a rozšíření GIS spočívá v jejich flexibilitě při práci s daty a také jako důsledek rozšíření digitalizace informací všeho druhu. V dnešní době lze GIS uplatnit víceméně v jakémkoliv oboru a sektoru. Mapování kvality vody (i jiných hydrologických poměrů) pomocí GIS může usnadnit vyhodnocování a celkový pohled na povodí.

Naši předci si již v minulosti uvědomovali, že voda je důležitým elementem pro jejich život, a proto také budovali svá sídla v blízkosti potoků a řek. Dlouhou dobu protékala voda vesnicemi a městy v nepozměněném rázu. V pozdější době ale došlo k zásadním změnám a ve městech byly vodní toky spíše překážkou a nahlíželo se na ně jako na nespoutaný živel. To vedlo k rozsáhlému zatrubňování a opevňování přírodních koryt. Tyto nesmyslné kroky měly za následek vysychání a zanikání menších rybníků. V současnosti se na potoky a rybníky nahlíží jakou na důležitou součást města a jeho krajiny. Správci vodních toků zatrubněné části potoků otvírají a jejich koryta revitalizují (Lesy hl. m. Prahy, 2012).

Kvalita vody v potocích, protékajících urbanizovanou oblastí, se sice zlepšuje, nicméně tyto toky jsou stále ohroženy vypouštěním odpadních vod z průmyslu, kanalizačních stok z ČOV a jako velmi nepříznivý faktor se projevuje velké množství nepropustných ploch, které nejsou schopny vsáknout dešťovou vodu.

Sledování a mapování kvality povrchové vody náleží správci vodních toků. V případě pražských potoků je to Odbor ochrany prostředí Magistrátu hl.m. Prahy a Povodí Vltavy s.p. Údržba potoků pak spadá pod organizaci Lesy hl.m. Prahy.

Pražským územím protéká 99 potoků, pravidelně mapováno jich je však 15 na 38 profilech. Lesy hl.m. Prahy provádí odběry zpravidla 1x za 2 měsíce a u ústí významnějších toků se odběry realizují 1x měsíčně (Lesy hl. m. Prahy, 2012)

Teoretická část

2 Aplikace GIS

2.2 Definice GIS

Jednoznačně definovat GIS je velmi obtížné. Některé přístupy a teze jsou založené na funkčních vlastnostech, jiné definice vycházejí z aplikačních oblastí, datových modelů apod. Zásadní příčina problému definování systému souvisí se stanovením hlavního zájmu GIS. Odborníci se neshodli, jestli je ohniskem zájmu hardware a software či zpracování dat, nebo aplikační oblasti. GIS je však všeobecně chápán jako speciální případ informačního systému (Tuček, 1998).

Některé výroky a definice:

Aronoff, 1989:

„Jakýkoliv soubor manuálních nebo počítačových procedur používaných k ukládání a manipulaci geograficky definovaných údajů“.

Dueker, 1979:

„Speciální případ informačního systému, kde databáze obsahuje pozorování (údaje o) prostorově rozmístěných objektů, aktivit nebo událostí, které jsou reprezentovány v prostoru jako body, čáry nebo plochy. GIS manipuluje s údaji o těchto bodech, čárách a plochách tak, aby byly možné ad hoc dotazy a analýzy“.

Burrough, 1986:

„Soubor prostředků pro sběr, ukládání, vyhledávání, transformaci, analyzování a zobrazování prostorových údajů z reálného světa z hlediska:

- 1. jejich polohy vzhledem k definovanému souřadnicovému systému*
- 2. jejich popisných – atributových vlastností,*
- 3. jejich prostorových vztahů k jiným objektům, jejich topologie“.*

2.3 Databázový systém správy dat

Nejdůležitější vlastností GIS je schopnost ukládat a obhospodařovat prostorové údaje s využitím geografické databáze. Databázový přístup je podstatou většiny dat v GIS. Systém řízení báze údajů (DBMS) slouží k organizaci, obhospodařování a manipulaci dat. DBMS funguje jako centrální řízení nad všemi interakcemi mezi databází, daty a aplikačními programy (Tuček, 1998).

2.4 Datové struktury GIS

Existují v podstatě dva základní typy reprezentace dat v GIS, a to vektorové a rastrové modelování prostoru.

Vektorová reprezentace prostorových objektů

Podstatou vektorových dat jsou body, linie a polygony (Johnston, 1998), které představují objekty, jako jsou např. řeky, ulice, hranice ploch nebo jejich segmenty. Základní součástí vektorové struktury je bod, který je vymezen svým vektorem souřadnic ve vektorovém prostoru. Přímka mezi dvěma body se nazývá linie. V topologickém smyslu se body a linie nazývají uzly a hrany. Řetězec linií, který se uzavírá, tvoří v geometrickém chápání plochu a v topologickém polygon (Tuček, 1998).

Ve vektorové reprezentaci je typický vrstvý přístup, který vytváří pokrytí tzv. coverage. Vrstvy jsou tématicky rozřazeny nad sebou a je možné je kombinovat. Samozřejmostí pokrytí je stejný souřadnicový systém, měřítko a stejná plocha, ke které se vrstvy vztahují. Pokrytí zpravidla představuje jednotlivá témata nebo vrstvy, např. vodní toky a půdní povrchy (Tuček, 1998).

Výhodou vektorové reprezentace je kompaktnost struktury, vysoká přesnost, dobrá reprezentace jevové struktury dat, malý objem uložených dat a přesné transformování souřadnicových systémů. Nevýhodou je komplikovanost datové struktury, výpočetní náročnost hardwaru a softwaru a nevhodnost pro souvislé povrchy (Tuček, 1998). Vektorová struktura je všeobecně vhodná pro modelování jednotlivých útvarů a lineárních prvků (Johnston, 1998).

Rastrová reprezentace prostorových objektů

V rastrové reprezentaci objekty jako takové neexistují, definuje se hodnota sledovaných jevů v konkrétních polohách prostoru. Údaje se ukládají do buněk mozaiky (Tuček, 1998), které jsou většinou zobrazovány jako mřížky pravidelných čtvercových buněk (Johnston, 1998). V případě pravidelné čtvercové mřížky, která je nejpoužívanější, se prostorové buňky nazývají buňkami rastru nebo pixely (Tuček, 1998).

Buňky existují pravidelné i nepravidelné. Pravidelné buňky mohou mít tvar čtverce, trojúhelníku či šestiúhelníku, nepravidelné buňky jsou pak různého tvaru a velikosti. Čtvercová mřížka se nejvíce využívá právě proto, že je kompatibilní s mnoha hardwarovými zařízeními a s karteziánskými souřadnicovými systémy. Pro analytické funkce je výhodná hexagonální mřížka, jejíž předností je, že středy sousedních buněk od středu dané buňky jsou stejně vzdálené. Ve čtvercové mřížce je toto nemožné, protože diagonální sousední buňky nejsou stejně vzdálené jako sousední buňky ve čtyřech základních směrech od centrální buňky. Trojúhelníkové mřížky nemají stejnou orientaci. Tato charakteristika je velmi výhodná v reprezentaci terénu a jiných povrchů (modelu terénu). Trojúhelníky nejsou většinou pravidelné, ale mají proměnlivou velikost i tvar, jedná se tedy o nepravidelné trojúhelníkové síť (TIN), (Tuček, 1998).

Výhody rastrové reprezentace dat jsou v jednoduchosti datové struktury, snadné kombinaci s jinými rastrovými údaji a relativní hardwarové a softwarové nenáročnosti. Nevýhodou je však malá kvalita výstupů při velké buňce rastru, nepřesnost při výpočtu délek, vzdáleností a ploch při použití nedostatečně jemného rastru, velký objem uložených dat a jen přibližné modelování geometrie a topologie (Tuček, 1998). Pro zobrazování spojitých dat, u kterých analýza zahrnuje prostorově distribuované modelování (např. nadmořská výška), je rastrová struktura vhodnější než vektorová (Johnston, 1998).

2.5 Modelování geografických objektů v prostředí GIS

V geoinformatice se při modelování nejedná o reálné objekty jako takové, ale o zjednodušené reprezentace modelu reality. Problematika modelování je obsáhlá a složitá, cílem modelování je obsáhnout všechny prvky a zároveň vhodně zjednodušit reálný stav (Tuček, 1998).

Hydrologové, pomocí GIS technologií pro integraci různých dat a aplikací, vytvořili jeden zvládnutelný systém. Sada nástrojů obsažených v ArcHydro usnadňuje tvorbu, zpracování, zobrazení a funkcí vodních objektů v prostředí ArcGIS (ESRI, 2012)

SWAT(Soil and Water Assessment Tool) je program, který se využívá při modelování malých povodí v ArcGIS. Komplexně vyhodnocuje vlivy obhospodařování půdy na povodí. SWAT poskytuje informace o povrchovém odtoku vody, který nastane kdykoliv je rychlost dopadající vody na povrch vyšší než je rychlost a schopnost infiltrace půdy. SWAT aktivně podporuje výzkum v USDA Agricultural Research Service, který mapuje louky, pastviny, půdu a vodu ve výzkumných laboratořích v texaském Templu (SWAT, 2012).

Thomas Usländer z Německa se ve své práci zaměřil na trend využívání informačních systému životního prostředí v rámci Evropské rámcové směrnice o vodách.

V Evropě je rozvoj environmentálních informačních systémů pro vodní doménu silně ovlivněn potřebou podporovat procesy Evropské rámcové směrnice o vodách (WFD). Cílem WFD je zajistit, aby všechny evropské vody (podzemní, povrchové a pobřežní) byly chráněny v souladu se společným standardem. Rámcová směrnice o vodách se skládá ze dvou klíčových komponent: systém řízení životního prostředí přírodních vod, založený na přírodních oblastech povodí (namísto správních a politických oblastí) a zavedení zkoordinovaných programů s konečným cílem dosáhnout (alespoň) "dobrého stavu" pro většinu evropských řek, pobřežních vod a podzemních vod do roku 2015.

Pro realizaci správních prvků v rámcové směrnici o vodách jsou, z hlediska informačně-technologického pohledu, GIS nejvhodnější. Pracovní skupina, zabývající se GIS v rámci WFD, v budoucnu plánuje centralizování databáze a výměnu dat na bázi ESRI.

Aktuální verze metodických pokynů GIS obsahuje definice následujících kategorií pro první přiblížení k centralizované databázi: tematické údaje, GIS data, meta-data, výměna dat. Tematické údaje zahrnují seznam monitorovacích stanic, chráněné oblasti a údaje o objektech souvisejících s vodou, jako např. vodní útvary. GIS data obsahují základní mapy v různých měřítkách, vztahující se k definovanému geodetickému rámci, a tematické mapy pro různé vodní oblasti. V části meta-data jsou kontextová data zahrnující kvalitu dat GIS, která jsou definována v souladu se standardy v ISO 19115. Kategorie výměna dat zahrnuje, jak dochází

k výměně dat mezi orgány životního prostředí, s cílem podpořit hladký přechod dat v rámci určitých typů souborů.

Využití GIS v rámci WFD nabízí globální monitoring životního prostředí, zahrnuje náhled i na jiné složky životního prostředí (např. půda, využití půdy) a je kompatibilní s nastupujícím standardem IT technologií. Vzhledem k obecné povaze je možné přístup WFD využít i pro jiné sjednocené IT systémy, které podporují mezinárodní integrované řízení strategie vodních zdrojů (Usländer, 2005).

Odborníci z japonské univerzity v Yamashi a australské univerzity v Canbeře se zabývají modelováním odhadů znečišťujících látek, které se dostanou do vodních útvarů. Rozsah modelování spočívá v jednoduchém exportu koeficientů a regresních modelech až po komplexní mechanické modely. Studii znázornili na řece Fuji, kde odhadují exportní koeficienty organických látek a živin. Modelování kombinuje rychle a volně dostupná statistická data, použití prostorových a hydrologických nástrojů a vícenásobnou regresivní metodiku. Výsledky tohoto modelování jsou významné zejména z důvodů naléhavé potřeby nalézt vhodné postupy ke zlepšení kvality povodí. Model je schopen konkrétně určit bodové zdroje znečištění, které jsou poměrně snadno identifikovatelné. Plošné zdroje znečištění, které jsou poháněné řadou faktorů, nelze přesně vystopovat k jednomu původu nebo zdroji.

Je třeba identifikovat a kvantifikovat veškeré zdroje v povodí, výsledkem je pak co nejpřesnější odhad možných zdrojů znečištění. Povodí mohou být rozdělena na další dílčí povodí pomocí digitálního modelu terénu (DEM) a údaje jsou pak snadno dostupné v GIS. S využitím GIS lze na každém monitorovacím místě, pomocí prostorových nástrojů vytvořit vrstvu s kanalizační sítí.

Celkovým cílem jejich práce je tedy poskytnout rámec pro odhad znečišťujících exportních koeficientů z dlouhodobé sady monitorovaných údajů kvality vody v potocích. Pro vypracování odhadu je důležitý výběr stanic monitorujících kvalitu vody (obecně platí, že je potřeba asi 30 a více míst pro odběr vzorku).

Tato metodika je snadno použitelná a výsledkem mohou být hrubé odhady zatížení sledovaných sloučenin ze špatně měřitelných nebo neměřitelných povodí. (Shrestha et al., 2008).

Vznik ZABAGED byl vyvolán malou organizací GIS v České republice. Nedostatky byly jak ve tvorbě geografických dat, tak v nejasně vymezených právech a podmínkách pro zúčastněné subjekty (Tuček, 1998). ZABAGED je digitální geografický model území České republiky, který odpovídá Základní mapě ČR v měřítku 1:10 000. Zahrnuje informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu a prvcích terénního reliéfu. Zabaged také obsahuje některé údaje o geodetických, výškových a tíhových bodech na území České republiky a výškopis reprezentovaný prostorovým 3D souborem vrstevnic (ČÚZK, 2012). Zabaged je součástí státního informačního systému, zde vytváří společné geometrické osnovy všech prostorově specializovaných informačních systémů, které mají potřebnou úroveň podrobnosti. Za realizaci tohoto projektu je Český úřad zeměměřičský a katastrální (Tuček, 1998).

2.6 Zdroje údajů pro GIS

GPS - Global Positioning Systems

V současnosti je zjišťování polohy bodů Země výrazně jednodušší, rychlejší a levnější díky technologii GPS (Global Positioning Systems). Tato satelitní technologie vypočítává podle polohy přijímače na jakémkoliv místě na Zemi jeho relativní polohu vůči více satelitům (Tuček, 1998). Systém GPS vybudovala armáda Spojených států Amerických, která ho nadále spravuje a využívá zejména pro své účely (Johnston, 1998).

Fotogrammetrie

Fotogrammetrie je obor řešící rekonstrukci tvaru, velikosti a polohy předmětů a objektů zobrazených na fotogrammetrických snímcích. Základem je měřičský fotogrammetrický snímek zhotovený měřičskou fotogrammetrickou komorou, měření tedy vznikají z toho snímku, nikoliv ze skutečného předmětu. V poslední době se hlavně uplatňují digitální záznamy, které jsou významné právě pro GIS. Snímky (které jsou centrální projekcí) se během zpracování musí numericky nebo analogově transformovat na ortogonální projekci. Základem fotogrammetrie je tedy převedení středového průmětu (měřičský snímek) do ortogonálního (mapa), (Tuček, 1998).

3 Kvalita povrchových vod v ČR

Voda je nepostradatelná látka pro člověka a celou biosféru, zároveň je to také důležitá hospodářská surovina. Je tedy velmi podstatné zabývat se sledováním kvality vody, které patří mezi hlavní činnosti zjišťující stav životního prostředí. Česká republika se nachází na rozhraní tří úmoří, a můžeme ji tedy nazvat jakousi hydrologickou „střechou Evropy“. Kvalita vody, která odtéká z našeho území, je tedy částečně závislá na přírodních podmínkách, ale zejména na zdrojích znečištění vlivem činnosti člověka (Volaufová, 2008).

Na začátku 90. let 20. století bylo znečištění povrchových vod na území České republiky velmi závažné a bylo považováno za jeden z hlavních problémů životního prostředí. Velká část vodních toků spadala do kategorie silně a velmi silně znečištěná voda. Situace se však v poslední době výrazně zlepšila. Vlivů na zlepšení kvality v posledních dvaceti letech bylo více. Pomohl zejména nový zákon o vodách a zákon o vodovodech a kanalizacích, které nabyly účinnosti v roce 2001 a zaměřují se hlavně na omezení vypouštění znečištěných vod do povrchových vod. Ke snížení znečištění dále přispěla modernizace průmyslové výroby, výstavba nových čistíren odpadních vod a modernizace starých ČOV (Volaufová, 2008).

V letech 1990-2007 výrazně poklesl objem znečištění z bodových zdrojů. BSK₅ pokleslo o 94,7 %, CHSK_{Cr} o 88 %, NL poklesly o 90 % a RAS (rozpuštěných anorganických solí) o 14,6 %. V poslední době také dochází ke snížení dusíku a fosforu, protože se začaly využívat nové technologie čištění odpadních vod a využívá se biologického odstraňování dusíku a biologického, nebo chemického odstraňování fosforu.

I když se snižuje znečišťování vodních toků (zejména BSK₅, CHSK_{Cr}, NL), zvyšují se hodnoty látek, které jsou obtížněji odstranitelné (např. RAS, specifické polutanty, PPCP – Pharmaceuticals and Personal Care Products).

Problémem však zůstává znečišťování difúzního a plošného charakteru, tzn. velké množství odpadních vod z rozptýlené zástavby a ze zemědělských firem. Zatížení fosfáty a anorganickým dusíkem není jen důsledek zemědělství, ale zdrojem jsou také domácnosti (používání pracích prášků). Právě odstranění dusíku a fosforu probíhá během třetího stupně čištění odpadních vod, které u některých bodových zdrojů znečištění chybí. Na území ČR byla

z tohoto důvodu zavedena povinnost třetího stupně čištění ve všech obcích nad 2 000 ekvivalentních obyvatel (Volaufová, 2008).

Mezi látky, jejichž hodnoty jsou nejčastěji překračovány, patří dusičnany, sírany a fosfor.

Tekoucí povrchové vody jsou klasifikovány do pěti tříd jakosti podle normy ČSN 75 7221. I. stupeň znamená vodu nejčistší a V. stupeň velmi znečištěnou vodu. Kvalita vody v pražských potocích se pohybuje od II. třídy (např. Lhotecký potok) až po nejhorší V. třídu (Lesy hl. m. Prahy, 2012)

Třídy jakosti podle ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod

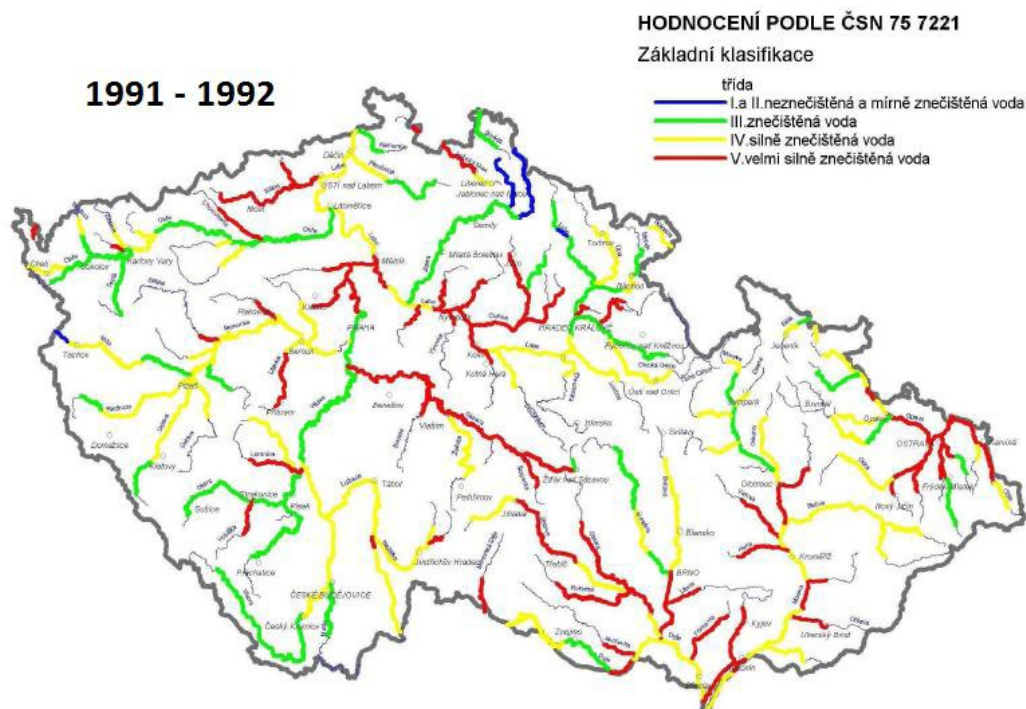
I. neznečištěná voda – ukazatele nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v toku

II. mírně znečištěná voda – dosud umožněna existence bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému

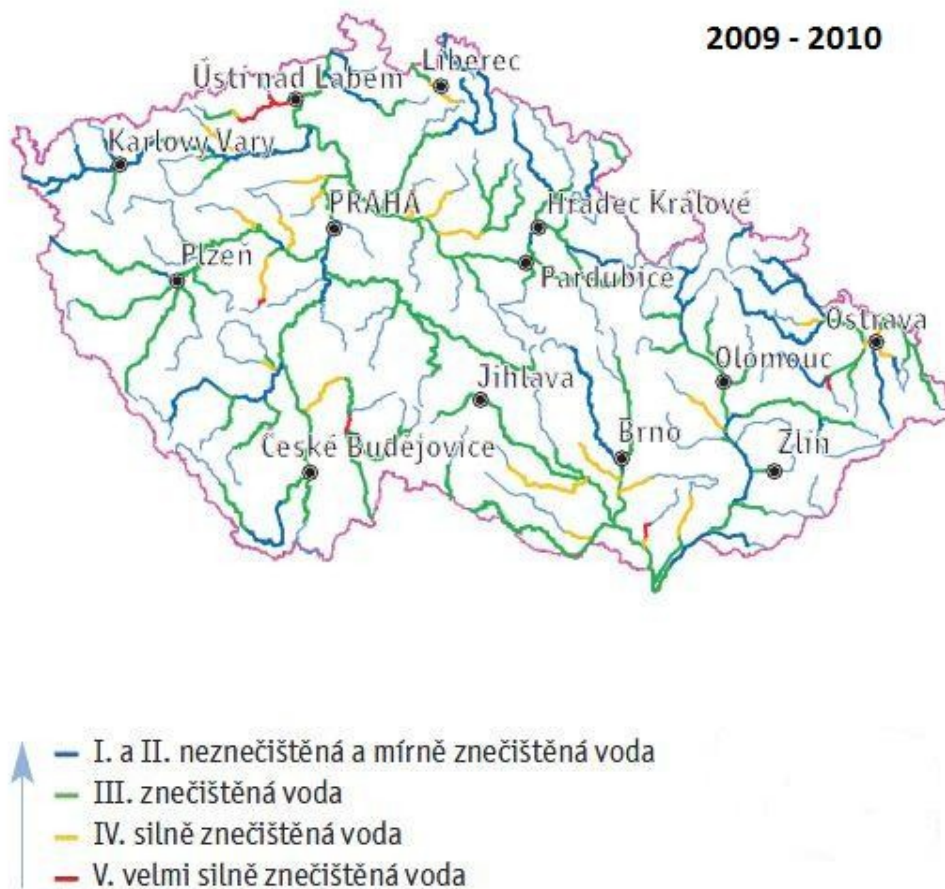
III. znečištěná voda – podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému nemusí být vytvořeny

IV. silně znečištěná voda – podmínky umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému

V. velmi silně znečištěná voda – podmínky umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému.



Obr 1 Jakost vodních toků v České republice v letech 1991 – 1992 (zdroj: Cenia, data VÚV T.G.M., v. v. i.)



Obr 2 Jakost vodních toků v České republice v letech 2009 - 2010 (zdroj: Cenia, data VÚV T.G.M., v. v. i.)

3.2 Znečištění povrchových vod

Znečištění můžeme rozdělit podle mnoha kritérií. Tím nejzákladnějším rozdělením je rozlišení zdrojů znečištění přirozených a antropogenních (vyvolaných lidskou činností).

Přirozené znečištění je přírodní jev, který většinou neohrožuje přírodní pochody životního prostředí. Může být způsobeno např. erozí u dna břehů, spadem listů, úhynem rostlin a živočichů atd. Výsledkem je vyšší přírůstek organických a minerálních látek, které zhoršují kvalitu vody.

V průběhu antropogenního znečištění dochází k zanášení cizorodých látek do vodního prostředí a následnému zhoršování kvality vody. Tento jev je přímým důsledkem lidské činnosti (Svobodová et al, 1992).

Dalším kritériem, podle kterého můžeme rozlišit znečištění je způsob, jakým se znečišťující látky dostávají do vodního prostředí. V tomto případě se jedná o bodové znečištění, plošné znečištění a rozptýlené znečištění.

Bodové znečištění nastává tehdy, když se do recipientů, v úzce vymezeném místě, dostanou odpadní vody (přepad, kanál, strouha apod.).

K plošnému znečištění dochází v důsledku stékání atmosférických srážek po povrchu půdy nebo prosakování do vodního objektu (nádrže, toku) břehy nebo dnem.

Rozptýlené znečištění se dostává do vody na delším úseku břehu z menších zdrojů (např. nelegální odpady, průsaky ze septiků a jímek), (Svobodová et al, 1992).

Znečištění vody lze rozdělit ještě z hlediska časového průběhu na havarijní (akutní), trvalé (chronické) a periodické (kampaňové). Podle původu můžeme rozdělit znečištění do tří hlavních kategorií, a to na komunální znečištění, průmyslové znečištění a zemědělské znečištění (Svobodová et al, 1992).

3.2.2 Zdroje znečištění

Hlavními zdroji kontaminace vody a jeho prostředí jsou převážně plošné zdroje a v neposlední řadě také výustí přepadů odlehčovacích komor jednotné kanalizace a záústění dešťových kanalizací (Hnaťuková, 2007). V urbanizovaných oblastech dochází antropogenní činností k charakteristickým změnám povodí. Změny a degradace toků mají obvykle dopady na

hydrologické poměry, chemické složení vody, morfologii koryta a strukturu vodních organismů (Darmovzalová, 2011).

V urbanizovaných plochách povodí je stále se zvyšující rozsah nepropustných ploch, které odvádějí vodu přímo, nebo je voda odváděná do toku zaústěním kanalizace. Nepochází tak k přirozenému vsaku vody a i během malých dešťových přeháněk hrozí vysoký průtok. Městské potoky jsou samozřejmě ovlivněny dopravou, průmyslem a větším výskytem skládek. Tyto činitelé zvyšují hodnoty dusíku, fosforu a toxických látek. Všechny uvedené faktory mají za následek vyhubení citlivých druhů a naopak podporují růst tolerantních druhů (Darmovzalová, 2011).

Ke znečištění vody v potocích přispívají také kanalizační systémy. V Praze jsou dva systémy kanalizací. Jeden systém nesměšující dešťové a splaškové vody a druhý systém odvádějící dešťovou vodu a splašky společným potrubím. V kanalizační síti se nachází oddělovací komory, které při jistém docílení stanoveného poměru splaškové vody k dešťové, vypustí část směsi do povrchových toků a tím se zmenší profil stoky vedoucí k čistírně (Jánošková, 2004). Během období, kdy neprší, je z urbanizovaných území veškerá odpadní voda odváděna a vyčištěna. V průběhu dešťů značné množství vody neumožňuje úplné odvedení a čištění odpadních vod. Zprovoznit ČOV i během deštivého období by bylo prakticky nemožné a i velmi neekonomické (Hnaťuková, 2007).

4 Charakteristika pražských potoků

Botič

Botič je největším a nejznámějším přítokem Vltavy, jeho délka je 34,5 km. Pramení poblíž obce Čenětice, vlévá se do koryta Vltavy u železničního mostu na Výtoni. Na toku se vyskytuje několik menších rybníků a Hostivařská přehrada. V horním úseku je koryto v původním přírodním stavu (Lesy hl. m. Prahy, 2012), protéká průhonickou oborou a průhonickým parkem. Potok dále protéká Hostivařskou přehradou, která má rozlohu 43,8 ha. Na levém břehu jsou pláže, pravý břeh je zalesněn. Kolem Hostivařské přehrady vede také naučná stezka, která začíná na Jižním Městě a pokračuje až k Meandrům Botiče (Hnaťuková, 2007). Další úsek, pod Hostivařskou přehradou, má ráz přirozeně meandrujícího toku s množstvím tůní, které zde vytvořily mokřadní stanoviště. Tato lokalita je vyhlášena jako přírodní památka Meandry Botiče. Můžeme zde nalézt množství zajímavých vodních živočichů, brouků, motýlů a je to také významné ornitologické území. Na vodní vegetaci je však znát eutrofizace (Lesy hl. m. Prahy, 2012).

Meandrující potok protéká dále přírodním parkem Hostivař – Záběhlice, přírodní památkou Práčské meandry Botiče, podél Hamerského rybníka. Na Výtoni pod železničním mostem se vlévá do Vltavy jako zakrytý tok (Hnaťuková, 2007).

Podle klasifikace jakosti vod je kvalita vody hodnocena jako silně znečištěná (kvalita je sledována na vtoku do Hostivařské přehrady). Na horním toku Botiče jsou do potoka vypouštěny odpadní vody z obcí, které ještě nemají dokončenou kanalizaci. Největší zastoupení znečišťujících látek zde mají proto fosforečnany (Lesy hl. m. Prahy, 2012). Dolní část Botiče je nejvíce ovlivněna zaústěním městského odvodnění, protože se nachází v hustě obydlené oblasti a dopravní zástavbě (Hnaťuková, 2007).

Dalejský potok

Dalejský potok pramení v obci Chrástán, do Vltavy se vlévá na Zlíchově. Jeho délka je 13,5 km. V oblasti od Hlubočep až po Řeporyje (o délce 5,5 km) je potok s přilehlým povodím vyhlášen jako chráněná přírodní rezervace Prokopské údolí. Oblast je velmi zajímavá z geologického hlediska, jsou zde chráněná naleziště trilobitů, hlavonožců a mlžů (Lesy hl. m. Prahy, 2012). Území přírodní rezervace je útočištěm pro mnoho obratlovců, zejména pro ptáky,

kterých zde sídlí asi kolem 60 druhů. Dále zde žije asi 20 druhů savců a značně zastoupeni jsou i obojživelníci. V dolní části toku je koryto vydlážděné, téměř v závěrečné části potok protéká pod tramvajovou tratí a pak pokračuje betonovým korytem až do Vltavy (Buchal, 2001).

K zachycení velkých vod jsou v povodí vystaveny retenční nádrže. Přímo na Dalejském potoku je to retenční nádrž Třebonice, ta slouží především k zachycení dešťové vody z dálnice. V povodí se v současnosti rozvíjí průmyslová stavba a komerční areály. Povodí je tedy zpevňováno a dochází k rychlejšímu odtoku vody (Lesy hl. m. Prahy, 2012).

Kunratický potok

Kunratický potok pramení jižně od Prahy ve Vestci a vlévá se do Vltavy v Braníku před Barrandovským mostem. Jeho celková délka je 11 km (Lesy hl. m. Prahy, 2012). V horní části není potok příliš ovlivněn zástavbou a v některých oblastech je udržován jeho původní přírodní ráz (Jánošková, 2004). Potok protéká Kunratickým lesem a tento úsek je vyhlášen přírodní rezervací – Údolí Kunratického potoka. Rezervaci prochází žlutá turistická značka. Nachází se zde původní rostlinná i živočišná společenstva. V okolí potoka žije hrabošík podzemní, který se v Praze příliš nevyskytuje a na březích potoka také vzácný pavouk plachetnatka. Na potoku je vystavěno několik rybníků – největší Šeberák, dále pak Hornomlýnský, Dolnomlýnský a Labuť (Lesy hl. m. Prahy, 2012).

Litovicko-Šárecký potok

Délka toku je 21,28 km. Pramení u obce Chýně a do Vltavy vtéká v místech, kde končí Císařský ostrov. V horní části potok protéká soustavou rybníků a dále retenční nádrží Jiviny. Potok je zatrubněn v délce jednoho kilometru pod Ruzyňskou věznicí. Jeho značná část protéká Šáreckým údolím, kde vytváří kaňonovité údolí. Horní část potoka, která se vlévá do nádrže Džbán, se nazývá Litovický potok. Dolní část za nádrží pak bývá označena jako Šárecký potok. Na toku je vybudováno vodní dílo Džbán, které slouží hlavně k rekreačním účelům.

Litovicko – Šárecký potok 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. Na výslunných stepích můžeme nalézt řadu měkkýšů a hmyzu. V Šáreckém potoce a jeho okolí žije rozmanitá fauna obratlovců, např. vzácná zmije obecná. Vyskytuje se zde také asi 80 druhů ptáků, hojně je zde viděn ježek západní a i drobné šelmy (Lesy hl. m. Prahy, 2012).

Rokytky

Rokytky pramení jihovýchodně od Říčán mezi obcemi Tehov a Tehovec, ústí do Vltavy v městské části Praha – Libeň. Rokytky má dva prameny, které se po několika stech metrech stékají. Na území Prahy je délka toku 31,5 km, celková délka je však 37,5 km. Potok protéká zajímavými místy (např. Přírodní rezervace Mýto, Velký Počernický Rybník, Rybník v pískovně, suchý poldr Čihadla), která však nejsou na území Prahy (Lesy hl. m. Prahy, 2012). Potok protéká přírodním parkem Rokytky mezi obcemi Nadvězí a Královice (Hnaťuková, 2007). V Praze protéká geologickou přírodní památkou Pražský zlom, což je skalní výchoz, na kterém je postaven hloubětínský zámek. V této oblasti je přirozený odkryv hornin, který umožňuje sledovat pásmo zlomu zemské kůry Českého masivu (Lesy hl. m. Prahy, 2012). Z Hloubětína potok teče přes Vysočany a kolem parku Podvinní míří do Libně. U Libeňského zámku ústí Rokytky do slepého ramene Vltavy u Libeňských přístavů. Zde je vybudována protipovodňová bariéra, která zabezpečuje ochranu Libně (Hnaťuková, 2007). V místech, kde Rokytky ústí do Vltavy, byla vybudována naučná stezka Thomayerovy sady (lesy Praha).

Rokytky je znečišťovaná zejména v průmyslové oblasti Vysočan, kde je mnoho producentů odpadních vod.

5 Metodika stanovení ukazatelů jakosti vody

Ve své práci jsem se zaměřila na tři ukazatele jakosti vody (BSK_5 , $N - NO_3$, P_{celk}) a uvádím zde jejich stanovení. Pro úplnost jsou zde popsány i některá další stanovení ukazatelů jakosti vody.

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)

BSK určuje míru koncentrace biologicky rozložitelných látek. Stanovuje se množství rozpuštěného kyslíku, které je mikroorganismy spotřebováno k biochemické oxidaci látek v aerobním prostředí. BSK za n dní se vyjadřuje jako BSK_n (Pitter, 1990). V České republice a i ve většině evropských států se dnes stanovuje BSK_5 .

Ve vzorku vody reaguje s hydroxidem manganatým $Mn(OH)_2$ rozpuštěný kyslík v alkalickém prostředí za vzniku ekvivalentního množství hydroxidu manganitého ($Mn(OH)_3$) a manganičitého ($(Mn(OH)_4)$). Po okyselení vzorku a po přidání jodidu přechází mangan vyšším oxidačním číslem opět na ion manganatý, přitom jodid oxiduje na ekvivalentní množství jodu. Jod se následně stanovuje titrací odměrným roztokem thiosíranu na indikátor škrob.

Vzorek se v Erlenmayerově baňce fixuje 2 ml srážecího roztoku I., který se vypouští u dna. Následně se přidají 2 ml srážecího roztoku II., který se vypouští těsně pod hladinou. Vzorek se důkladně promíchá a nejméně 12 hodin se nechá stát ve tmě. Vznikne-li rezavě hnědá sraženina $Mn(OH)_3$, vzorek obsahuje kyslík. Pokud vznikne sraženina bílá, tak ve vzorku kyslík není obsažen.

Po dokonalém usazení sraženiny je třeba pryžovou hadičkou odsát čirý roztok nad sraženinou přibližně do poloviny lahve. Přidá se 5 ml zředěné kyseliny sírové (H_2SO_4) v poměru 1:4 a směs se promíchá. Poté se přidají 2 ml 15% roztoku jodidu draselného (KI) a vzorek se opět promíchá.

Po 5 minutách se vyloučený jód titruje v kyslíkové lahvi odměrným roztokem sirnatanu sodného ($Na_2S_2O_3$) do světle žlutého zbarvení. Potom se přidá škrobový indikátor a dotitruje se do odbarvení vzorku. Ze spotřeby odměrného roztoku se vypočítá biologická spotřeba kyslíku podle následujícího vzorce (Benešová, 2011).

$$c_m(O_2) = \frac{V_e + f + c + 8 \cdot 10^2}{V_k - V_r}$$

$c_m(O_2)$ množství rozpuštěného kyslíku ve vzorku (mg/l)

V_e spotřeba $Na_2S_2O_3$ (ml)

$c(Na_2S_2O_3)$ koncentrace $Na_2S_2O_3$

$f(Na_2S_2O_3)$ faktor odměrného roztoku $Na_2S_2O_3$

V_k objem kyslíkové lahve (ml)

V_r celkový objem srážecích činidel přidaných do lahve (4 ml)

8 stechiometrická přepočítávací konstanta na kyslík

Stanovení dusičnanů spektrofotometricky

Stanovení je založeno na reakci dusičnanů se salicylanem sodným v prostředí kyseliny sírové. Po alkalizaci vzniká žlutě zbarvená sůl kyseliny nitrosalicylové. Měření se provádí na spektrometru při vlnové délce 410 nm.

Ke stanovení se pipetuje 10 ml vzorku a lze tak stanovit koncentraci až 25 mg/l. Při vyšších koncentracích se vzorek ředí. Do kádinky na 50 ml se odpipetuje 10 ml vzorku, přidá se dávkovačem 1 ml salicylanu sodného. Vzorek se odpaří do sucha. Po ochlazení odparku se přidá dávkovačem 1 ml koncentrované H_2SO_4 . Nechá se stát 10 minut. Potom se přidá automatickou pipetou asi 20 ml destilované vody a přibližně 10 ml roztoku hydroxidu sodného (NaOH). Roztok se promíchá a kvantitativně se převede do odměrné baňky na 50 ml. Po vytemperování se roztok doplní po značku destilovanou vodou a promíchá se. Zabarvení je stále několik hodin. Pokud po přidavku roztoku NaOH nedojde k vybarvení vzorku, nebo pokud se vzorek po zamíchání odbarví, je třeba překontrolovat pH (indikátorovým papírkem). V případě, že je vzorek kyselý, upraví se dalším přidavkem NaOH. Vybarvené roztoky je možné ředit 3% roztokem hydroxidu sodného (maximálně pětkrát).

Měření absorbance dusičnanů se provádí při vlnové délce 410 nm, s použitím křemenné kyvety s délkou optické dráhy 10 mm. Podmínky stanovení jsou naprogramovány v přístroji,

stačí navolit odpovídající program - Stanovení dusičnanů - sal. Po změření vzorků se z obrazovky přístroje odečtou výsledky v mg/l (SOP Vodní zdroje GLS a.s., 2012).

Stanovení dusičnanů metodou UV

Stanovení je založeno na přímém měření absorbance dusičnanů v ultrafialové oblasti spektra při vlnové délce 220 nm a 254 nm.

Před odměřováním zkoušeného objemu se vzorky, které případně obsahují nerozpuštěné látky, nechají usadit nebo se odstředí, popř. zfiltrují promytým filtračním papírem ze skleněných vláken. Ke stanovení se odlije cca 20 ml vzorku do křemenné kyvety, o délce optické dráhy 10 mm, a bez ředění lze stanovit 1,0 - 50 mg/l dusičnanů. Zkoušený objem se okyselí 1 kapkou kyseliny sírové. Změří se absorbance dvou vlnových délek při 220nm a 254nm a zaznamenává se jejich diference. Po změření vzorků se z obrazovky spektrometru odečtou výsledky v mg/l (SOP Vodní zdroje GLS a.s., 2012).

Stanovení celkového fosforu (spektrofotometricky)

Při stanovení celkového fosforu se nejdříve mineralizací kyselinou dusičnou a kyselinou sírovou převedou všechny sloučeniny obsahující fosfor na orthofosforečnany. Orthofosforečnany reagují v prostředí kyseliny sírové za katalytického účinku antimonitých iontů s molybdenanem amonným za vzniku antimon-fosfomolybdenanového komplexu. Redukcí kyselinou askorbovou přechází žlutý komplex na intenzivně zbarvený komplex molybdenové modři, který je vhodný pro fotometrii.

Vzorky odpadních vod se sedimentem se musí před stanovením zhomogenizovat. Vzorek se homogenizuje ve vzorkovnici 2 min při 9 500 otáčkách/min. Ke zkoušce se pipetuje 50 ml vzorku a bez ředění lze stanovit koncentrace fosforu až 0,7 mg/l. Při vyšších koncentracích se vzorek ředí. K 50 ml vzorku se přidají automatickou pipetou opatrně 2,5 ml roztoku H_2SO_4 a roztok se promíchá. Směs se odpařuje při 180°C na topné desce do zbytku cca 3 ml a do bílých dýmů kyseliny sírové. Po ochlazení se opatrně po kapkách přidá automatickou pipetou 0,6 ml kyseliny dusičné (HNO_3) a směs se zahřívá do hnědých dýmů oxidů dusíku. Postup s kyselinou dusičnou se opakuje tak dlouho, dokud se nezíská bezbarvý roztok. Ten se ochladí, přidá se opatrně za míchání automatickou pipetou 10 ml vody a opět se zahřívá při 150°C do zbytku asi

3 ml a do bílých dýmů. Po ochlazení se za stálého míchání přidá automatickou pipetou 10 ml vody, tři kapky roztoku fenolftaleinu a automatickou pipetou přibližně 10 ml roztoku NaOH do zrudnutí roztoku. Po opětovném ochlazení se pH vzorku upraví roztokem kyseliny sírové H_2SO_4 do odbarvení roztoku. Potom se přidá dávkovačem 5 ml roztoku chloridu železitého ($FeCl_3$), 2 ml roztoku kyseliny askorbové a 4 ml směsného činidla (směs roztoků kyseliny sírové, molybdenanu amonného a vinanu antimonylo-draselného). Vzorek se dá na 15 min do vroucí vodní lázně. Po vychladnutí se doplní vodou na 50 ml a promíchá se.

Měření celkového fosforu se provádí na spektrometru při vlnové délce 710 nm, proti destilované vodě, s použitím kyvety s délkou optické dráhy 10 mm. Podmínky stanovení jsou většinou naprogramovány v přístroji, proto stačí navolit odpovídající program - stanovení fosforu. Po změření vzorků se z obrazovky spektrometru odečtou výsledky v mg/l (SOP Vodní zdroje GLS a.s., 2012).

Stanovení pH

Potenciometrické stanovení pH se zakládá na měření rozdílu potenciálů dvou elektrod ponořených do stanovovaného vzorku. Jedna elektroda je referenční a druhá elektroda je měrná (Benešová, 2011).

Konduktivita

Konduktivita neboli vodivost posuzuje koncentraci elektrolytů ve vodě, tedy schopnost vody vést elektrický proud. Vodivost elektrolytů v roztoku závisí na koncentraci iontů, na teplotě a jejich vodivosti (Pitter, 1990).

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Hodnota CHSK vyjadřuje množství spotřebovaného oxidačního činidla na oxidaci organických látek ve vodě. Výsledek se udává jako hmotnost kyslíku, který je ekvivalentní spotřebě oxidačního činidla na 1 litr vody. Používají se 2 metody: $CHSK_{Mn}$ – manganistanová metoda podle Kubela a $CHSK_{CR}$ – dichromanová metoda (Pitter, 1990).

Manganistanová metoda stanovení CHSK je založena na oxidaci organických látek manganistanem draselným ($KMnO_4$) v prostředí zředěné kyseliny sírové (H_2SO_4). Oxidace

probíhá za varu po dobu 10 minut (Pitter, 1990). Pro zjištění množství manganistanu spotřebovaného k oxidaci, se po ukončení oxidace přidá do reakčního roztoku známý obsah standardního roztoku kyseliny šťavelové ((COOH)₂), která se následně zpětně titruje manganistanem.

Do titrační baňky s varnými kamínky se nalije 100 ml vzorku. Přidá se 5 ml H₂SO₄ ve zředěném poměru 1:2 a 20 ml 0,01 N odměrného roztoku KMnO₄. Roztok se přivede k varu a vaří se přesně 10 minut. Ještě k horkému roztoku se přidá 20 ml standardního odměrného roztoku 0,01 N (COOH)₂. Původně fialový roztok se odbarví a následně se zpětně dotitruje odměrným roztokem KMnO₄ do slabě růžového zbarvení. CHSK_{Mn} se vypočítá ze spotřeb odměrných roztoků (Benešová, 2011).

$$\text{CHSK}_{\text{Mn}} = \frac{V_e \cdot 80}{V_0}$$

CHSK_{Mn} .. chemická spotřeba kyslíku KMnO₄ (mg/l)

80 konstanta pro přepočet organických látek na kyslík

V_e spotřeba roztoku KMnO₄ při titraci (ml)

V₀ objem vzorku (ml)

Princip dichromanové metody je oxidace dichromanem draselným za přítomnosti katalyzátoru (síranu stříbrného) v prostředí 50 % kyseliny sírové během dvouhodinového varu a pod zpětným chladičem. Po oxidaci se nadbytek dichromanu určuje titrací síranem diamonno-železnatým (Mohrova sůl) na feroin jako indikátor (Pitter, 1990), který tvoří s železnatými ionty červeně zbarvený komplex (Benešová, 2011).

Neutralizační kapacita

Schopnost vody vázat hydroxidové nebo vodíkové ionty. Neutralizační kapacitou je myšleno množství jednosytné kyseliny nebo jednosytné zásady uvedené v mmol, které se spotřebuje 1 litr vody na dosažení určité hodnoty pH. U přírodních vod je z analytického hlediska významný uhličitanový systém s nejčastějšími titračními exponenty 4,5 a 8,3 (Pitter, 1990).

Stanovení zásadové neutralizační kapacity (celkové acidity, ZNK_{8,3})

Stanovení celkové acidity se provádí titrací vzorku vody odměrným roztokem NaOH o koncentraci 0,1 mol/l na indikátor fenolftalein.

Do titrační baňky se odměří 100 ml vzorku a přidají se 3 kapky fenolftaleinu. Roztok se titruje 0,1 M roztokem NaOH do stálého slabě růžového zbarvení. Ze spotřeby titračního činidla se následně vypočítá ZNK_{8,3} (Benešová, 2011).

$$\text{ZNK}_{8,3} = \frac{V_e \cdot f_{(\text{NaOH})} \cdot c_{(\text{NaOH})} \cdot 10^3}{V_0}$$

ZNK_{8,3} zásadová neutralizační kapacita (mmol/l)

c_(NaOH) koncentrace odměrného roztoku NaOH (mol/l)

f_(NaOH) faktor odměrného roztoku NaOH

V_e spotřeba odměrného roztoku NaOH (ml)

V₀ objem vzorku (ml)

Stanovení kyselinové neutralizační kapacity (celkové alkality, KNK_{4,5})

Celková kyselinová neutralizační kapacita se stanovuje titrací vzorku odměrným roztokem 0,1 M kyseliny chlorovodíkové (HCl) na směsný indikátor (roztok bromkresolové zeleně a methylenové červeně v ethanolu).

Do titrační baňky se odměří 100 ml vzorku a přidají se 3 kapky směsného indikátoru. Obsah baňky se titruje odměrným roztokem 0,1 M HCl z modrého zbarvení do odstínu cibulové barvy. Ze spotřeby titračního činidla se vypočítá KNK_{4,5} (Benešová, 2011).

$$\text{KNK}_{4,5} = \frac{V_e \cdot f_{(\text{HCl})} \cdot c_{(\text{HCl})} \cdot 10^3}{V_0}$$

KNK_{4,5} zásadová neutralizační kapacita (mmol/l)

c_(HCl) koncentrace odměrného roztoku NaOH (mol/l)

f_(HCl) faktor odměrného roztoku HCl

V_e spotřeba odměrného roztoku HCl (ml)

V_0 objem vzorku (ml)

Tvrdość vody

Pro stanovení tvrdosti vody (koncentrace Ca^{2+} a Mg^{2+} iontů) je možno využít chelatometrickou titraci. K této titraci se používá chelaton 3 (disodná sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové). Chelaton reaguje s kovovými ionty za vzniku komplexních aniontů rozpustných ve vodě a zároveň se uvolňují ionty H^+ (je tedy nutné používat pufr). Bez ohledu na oxidační číslo vždy jedna molekula chelatonu s jedním kovovým iontem. Pro určení bodu ekvivalence titrace se využívá indikátoru eriochromové černi T, který v prostředí vápenatých a hořečnatých kationtů vytvoří vínově červený komplex.

Do vzorku o objemu 100 ml (s celkovým obsahem vápníku a hořčíku do 5 mmol/l po stanovení celkové alkality) se přidá 5 ml tlumivého roztoku. Směs se promíchá a přidá se takové množství indikátoru eriochromové černi T aby se roztok zbarvil do vínově červené. Poté se titruje odměrným roztokem 0,05 M chelatonu až do jasně modrého zbarvení (Benešová, 2011).

$$T = \frac{V_e \cdot f_{(\text{Chelaton III})} \cdot c_{(\text{Chelaton III})} \cdot 10^3}{V_0}$$

T..... tvrdost vody (mmol/l)

$c_{(\text{CH}_3)}$ konc. odm. roztoku Chelatonu 3 (mol/l)

$f_{(\text{CH}_3)}$ faktor odměrného roztoku Chelatonu 3

V_e spotřeba odměrného roztoku v Chelatonu 3 (ml)

V_0 objem vzorku (ml)

Praktická část

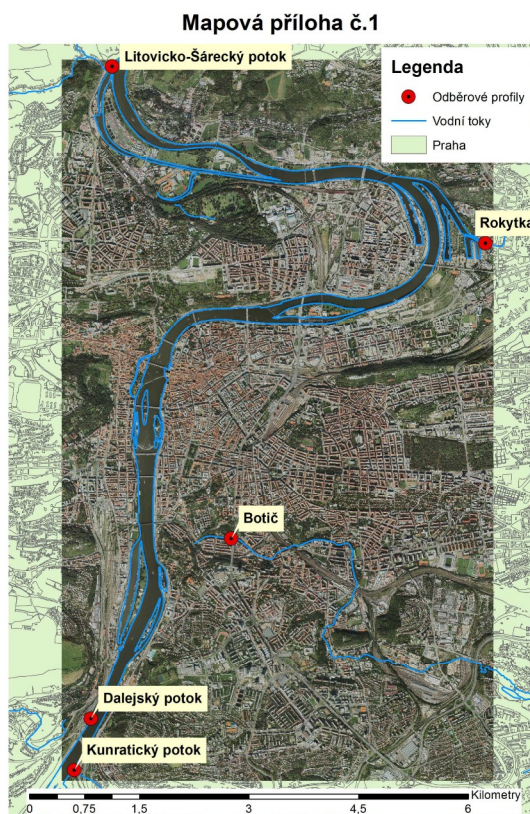
6 Metodika

6.2 Projekt GIS

Projekt GIS jsem zpracovala v souboru počítačových programů ArcGIS 10. Pro tuto práci bylo potřeba získat mapové podklady z Útvaru rozvoje hlavního města Prahy (URM). Získala jsem ortofotografické podklady – kvalitní barevné letecké snímky v rozlišení 1:10 000 v souřadnicovém systému S-JTSK a soubory ve formátu JPEG (.jpg), které se staly základem této práce.

ArcMap

Pro práci s ortografickými podklady jsem použila ArcMap. Na mapový podklad zájmového území jsem přidala vrstvu, která zobrazuje vybrané potoky (Botič, Dalejský potok, Kunratický potok, Litovicko-Šárecký potok a Rokytka) a Vltavu. Dále jsem na vybraných tocích označila vybrané odběrové profily. Celý mapový výstup byl exportován ve formátu .jpg. K vytvořeným obrázkům byla připojena legenda, měřítko a titulek.



Obr 3 Vybrané odběrové profily

6.3 Statistické zpracování

Pro statistické zpracování dat byl využit program Microsoft Excel, ve kterém jsem vytvořila tabulky sledující jednotlivé parametry po dobu 10 let. Z tabulek jsem následně vytvořila grafy a korelační analýzu.

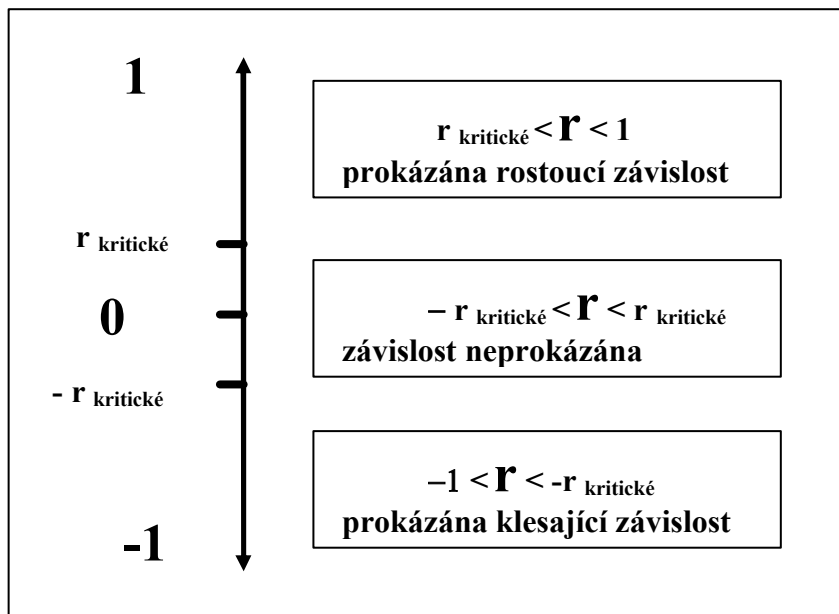
6.3.2 Grafické zpracování

Data, která jsem získala od organizace Lesy hl. m. Prahy jsem zpracovala do přehledných tabulek, ze kterých jsem následně vytvořila grafy. Grafy zobrazují vybraná stanovení jakosti vody (BSK_5 , $N - NO_3$, P_{celk}) za posledních 10 let (v letech 2001 – 2011). Pouze u 5 potoků probíhá, u jejich ústí do Vltavy, pravidelný odběr vzorků 1x za měsíc. Právě tyto potoky a jejich odběrové profily jsem vybrala, z důvodů posloupnosti dat, ke zpracování grafů.

Každý graf zobrazuje jeden odběrový profil a měsíční výsledky vybraného stanovení jakosti vody v letech 2001 – 2011. Je použit spojnicový graf, na kterém je vidět vývoj koncentrací jednotlivých látek. Z důvodu přehlednosti jsem některá data, která měla příliš vysokou hodnotu (ve většině případů se jedná o data zařazena do V. třídy jakosti vody dle normy ČSN 75 7221), do grafu nezařadila, v tabulce jsou však uvedena a zvýrazněna červenou barvou.

6.3.3 Korelační analýza

Pomocí korelačního koeficientu můžeme dostat určitou informaci o závislosti dvou náhodných veličin. Je definován jako poměr kovariance k součtu směrodatných odchylek obou veličin. Hodnota korelačního koeficientu je číslo z intervalu $\langle -1, 1 \rangle$, tj. $-1 \leq \rho_{xy} \leq 1$. Hodnota korelačního koeficientu -1 značí nepřímou závislost (antikorelaci), tedy čím více se zvětší hodnoty v první skupině znaků, tím více se zmenší hodnoty v druhé skupině znaků. Hodnota korelačního koeficientu $+1$ znamená zcela přímou závislost. Pokud je korelační koeficient roven 0 (nekorelovanost), pak mezi veličinami není statisticky zjištělná lineární závislost (Novovičová, 1999).



Obr 4 Obory hodnot výběrového korelačního koeficientu r prokazující nebo neprokazující závislost mezi veličinami x a y ($r_{\text{kritické}}$ nalezneme dle hladiny významnosti α a počtu naměřených bodů n)

$$\rho_{X,Y} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

ρ_{xy} koeficient korelace

cov kovariance (střední hodnota součinu odchylek obou veličin X a Y od jejich středních hodnot)

$\sigma_{x,y}$ směrodatné odchylky veličin X, Y

Korelační analýzu jsem ve své práci využila k prozkoumání vzájemných vztahů mezi jednotlivými odběrovými profily. U každého odběrového profilu jsem aplikovala korelační analýzu k vyšetření vzájemných vztahů mezi jednotlivými odběry.

6 Zhodnocení výsledků

Z důvodu přehlednosti dat a jejich kvantity jsem k hodnocení toků použila data z analýz BSK₅, N - NO₃, P_{celk.}. Data jsem získala od organizace Lesy hl. m. Prahy a zpracovala je do grafů a tabulek v kapitole Přílohy. V datech chybí odběry ze srpna roku 2002 a to ze zřejmého důvodu – povodně v Praze.

Botič

V horní části Botiče, od pramene až k Hostivařské nádrži, dochází ke znečištění zemědělskou činností. Do toku jsou také v této části vypouštěny odpadní vody z obytných míst, které ještě nemají vybudovanou kanalizaci. Voda je proto zatížena dusitanovým a amoniakálním dusíkem a fosforečnany (Špačková, 1999).

Oblast u železniční stanice Hostivař je silně ovlivněna především průmyslovou zónou. Mezi průmyslové producenty odpadních vod patří např. Zentiva a.s., Barvy a laky Praha s.r.o., Tesla Karlín a.s. a Kovošrot a.s. Nedaleko Botiče je zdrojem odpadních vod teplárna Michle (PVS, 2010).

Na grafu lze pozorovat, že hodnoty v roce 2011 jsou vyšší než v roce 2001. Když však porovnáme výsledky s ostatními roky, nelze říci, že by postupem času docházelo k jejich zhoršení. Všechny hodnoty jsou na povodí Botiče velmi rozkolísané. Na koncentracích N-NO₃⁻ je vidět jejich snížení v letních měsících, které může být způsobeno vlivem rostlinných společenstev na celém toku Botiče.

Dalejský potok

V Řeporyjích a Třebonicích dochází ke znečištění vlivem staré povrchové kanalizace, která může vést ke kontaminaci splaškovými vodami. V oblasti nad soutokem Dalejského a Prokopského potoka se znečištění do toku dostává především z odtékajících dešťových vod hlavní komunikace, kde se nachází dešťová kanalizace (Buchal, 2001).

Na grafu můžeme sledovat, že hodnoty N-NO₃⁻ byly nejvyšší v roce 2003, naopak nejnižší v roce 2007. Hodnoty celkového fosforu jsou nejvyšší v roce 2001. Výsledky BSK₅ jsou velmi rozkolísané.

Kunratický potok

Velká část toku protéká Kunratickým lesem, proto je Kunratický potok málo zasažen urbanizovaným odvodněním (Hnaťuková, 2007). Do potoka se, ale i tak dostávají znečišťující látky dešťovou vodou odtékající z hlavní komunikace. V některých obcích zůstává problémem odvod splaškových vody ze žump a septiků, které jsou často napojeny na dešťovou kanalizaci. Kunratický potok také protéká v blízkosti rybníku Šeberák zemědělskými plochami, kde lze předpokládat znečištění typické po zemědělském obhospodařování (Jánošková, 2004). Do Roztylského potoka je odkanalizováno území depa Kačerov, tento potok se pak vlévá do dolní části Kunratického potoka (Hnaťuková, 2007).

Hodnoty BSK₅ jsou opět velmi rozkolísané. U celkového fosforu jsou patrné výkyvy v roce 2001 a 2010.

Litovicko – Šárecký potok

Horní část potoka je relativně nezastižená. V oblasti Liboce je potok ovlivněn hlavní komunikací. Nedaleko vodní nádrže džbán se nachází jeden z producentů odpadních vod teplárna Veleslavín (PVS, 2010).

Za vodní nádrží Džbán potok protéká přírodním parkem Lysolaje, takže zde není zasažen městským odvodněním. V dolní oblasti před vyústěním do Vltavy, potok protéká Šáreckým údolím. Tato oblast není silně urbanizovaná a znečištění zde není nijak výrazné.

Hodnoty N-NO₃⁻ jsou v celkovém výsledku nejvyšší, stejně jako u Dalejského potoka, v roce 2003. Celkový fosfor byl vyšší v roce 2008, zejména v prvních dvou měsících byly výkyvy vysoké.

Rokytky

Počáteční část Rokytky protéká čistou přírodou a potok zde ještě nepodléhá urbanizovanému znečištění. Do horní části je pak přiváděna voda z ČOV Královice, Koloděje a Běchovice (Hnaťuková, 2007). V oblasti Vysočan, zejména v okolí ulic Poděbradská, Pod Harfou a Kolbenova, je kvalita vody ovlivněna průmyslovými producenty odpadních vod: např. Tesla a.s., Hellprint s.r.o. a Barvy Tebas s.r.o. (Hnaťuková, 2007). V Malešicích je producentem odpadních vod malešická teplárna (PVS, 2010).

Koncentrace N-NO_3^- jsou významně nižší v letních měsících, z tohoto lze usuzovat vliv rostlinných společenstev na celém toku Rokytky.

7 Diskuse a závěr

Cílem této práce bylo ukázat možnosti GIS a jeho využití při mapování povodí. Geografické informační systémy mohou být, při správném použití, silným prostředkem pro analýzu přírodních jevů. Už v současnosti jsou GIS využívány nejen v sektoru ochrany prostředí, ale také v krajinném inženýrství, apod.

Pomocí ArcMap jsem zaznamenala na leteckých snímcích, získaných z URM, odběrové profily. Velmi detailní snímky umožňují sledovat faktory ovlivňující kvalitu vody. Tato práce je zatím spíše inventarizací dat, ale v budoucnosti lze toto mapování rozšířit na více potoků a odběrových profilů. GIS mohou také napomoci při identifikaci bodových zdrojů znečištění.

Tabulky obsahující data z chemických analýz mi umožnily vytvořit grafy, na kterých můžeme sledovat vývoj v jednotlivých letech a časté i vysoké výkyvy v koncentracích určitých látek. Z těchto hodnot je vidět, že všechny pražské potoky jsou silně ovlivněny lidskou činností. Výkyvy vždy nemusí souviset se sezónním vývojem povodí a někdy je těžké určit jejich konkrétní příčinu. Na jejich vzniku se mohou podílet průmyslové podniky vypouštějící odpadní vody, dešťové vody z usazovacích nádrží, zbytky znečištění z malých nebo lokálních ČOV a přepady ze septiků.

Kvalita vody v pražských potocích se sice v dlouhodobém časovém úseku zlepšila, ale i tak jsou potoky pořád silně ovlivněny průmyslovou činností, nepropustnými urbanizovanými plochami, městskou zástavbou a dopravou. Některé oblasti (zejména horní část Kunratického potoka) jsou navíc ovlivněny zemědělskou činností. Pro zlepšení kvality vody se dá určitě udělat mnohé, ale většina opatření vyžadují další finanční prostředky. Do budoucna je určitě dobré zachovat pravidelné odběry a u některých toků (zejména u těch, kde neprobíhají odběry každý měsíc) zvýšit jejich četnost. Dále je třeba dobudovat v některých oblastech kanalizaci, aby nedocházelo k vypouštění odpadních vody přímo do toků.

8 Literatura

Aronoff S. (1989): GIS – A management Perspective, WLL Publications, Ottawa, 294 s.

Benešová L. (2011): Laboratorní pracovní postupy turnusového cvičení předmětu
Znečišťování a ochrana vod

Buchal R. (2001): Hodnocení kvality vody Dalejského potoka, Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Ústav pro životní prostředí, 68 s.

Burrough P. A. (1986): Principles of GIS for land resources assesment, Claredon Press, Oxford, 193 s.

Cenia (2009): Zpráva o životním prostředí České republiky v roce 2009, Ministerstvo životního prostředí, Česká informační agentura životního prostředí,
<http://www1.cenia.cz/www/publikace-cenia>, cit. 17. 8 . 2012

ČÚZK (2012): Základní báze geografických dat ZABAGED,
http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:30-ZU_ZABAGED, cit 5. 8. 2012

Darmovzalová M. (2011): Vliv městského odvodnění na obsah těžkých kovů ve vodních ekosystémech, Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Ústav pro životní prostředí, 93 s.

ESRI (2010): Geographic information systems,
http://www.esri.com/industries/water_resources/index.html, cit. 5. 8. 2012

HEIS VÚV (2012): Hydroekologický informační systém VÚV T.G.M., <http://heis.vuv.cz/>

Hnaříková P. (2007): Distribuce těžkých kovů v prostředí drobných urbanizovaných toků, Disertační práce, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Ústav pro životní prostředí, 138 s.

Jánošková G. (2004): Sledování kvality vody v povodí kunratického potoka, Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Ústav pro životní prostředí, 96 s.

Lesy hl. m. Prahy (2012): Lesy hlavního města Prahy <http://www.lesypraha.cz/>, cit. 9.4. 2012

Novovičová J. (1999): Pravděpodobnost a matematická statistika, Vydavatelství ČVUT, 154 s.

Pitter P. (1990): Hydrochemie, SNTL Nakladatelství technické literatury, Praha, 565 str.

PVS (2010): Kanalizační řád 2010, Pražská vodohospodářská společnost a.s., <http://www.pvs.cz/page.php?sid=181&Lang=cs>, cit 17. 8. 2012

Shrestha S., Kazama F. & Newham L.T.H. (2008): A framework for estimating pollutant export coefficients from long-term in-stream water quality monitoring data, Environmental Modelling & Software 23, s. 182-194

Svobodová Z., Máchová J. & Vykusová, B. (1992): Havarijní a dlouhodobé znečištění povrchových vod, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Praha, 180 s.

SWAT (2010): Soil and Water Assessment Tool, <http://swatmodel.tamu.edu/>, cit. 19. 5. 2012

Špačková E (1999): Vyhodnocení kvality vody v Botiči na území Prahy, Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Ústav pro životní prostředí, 76 s.

Tuček, J. (1998): GIS – Geografické informační systémy – Principy a praxe, Computer Press, Praha, 424 s.

Usländer, T. (2005): Trends of environmental information systems in the context of the European Water Framework Directive, *Environmental Modelling & Software* 20, s. 1532-1542

Vodní zdroje GLS Praha a.s. (2012): Standardní operační postupy, ZCH /13 Stanovení dusičnanů, ZCH/14 Stanovení celkového fosoforu

Volaufová, L. (2008): Kvalita povrchových vod v České Republice, *Vesmír* 87, s. 768

9 Přílohy

Použité zkratky

CENIA	Česká informační agentura životního prostředí
ČOV	čistírna odpadních vod
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
ČR	Česká republika
DBMS	<i>Database management systém</i> - Systém řízení báze údajů
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DPZ	dálkový průzkum Země
DTM	Digital Terrain Model – digitální model terénu
ESRI	Environmental Systems Research Institute
NL	Nerozpuštěné látky
PPCP	Pharmaceutics and Personal Care Products
GIS	<i>Geographical Information System</i> – geografický informační systém
GPS	<i>Global Positioning System</i> – globální polohovací systém
RAS	Rozpuštěné anorganické soli
SOP	Standardní operační postupy
SWAT	<i>Soil and Water Assessment Tool</i>
S-JSTK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
TIN	<i>Trianguled Irregular Networks</i> - nepravidelné trojúhelníkové sítě
URM	Útvar rozvoje hlavního města Prahy
VÚV T.G.M.	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
WFD	<i>Water Framework Directive</i> - Evropská rámcová směrnice o vodách
ZABAGED	Základní báze geografických dat

Seznamy příloh

Tabulky

Tab 1	Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Botiči v letech 2001-2011	43
Tab 2	Korelační analýza koncentrací biologické spotřeby kyslíku na Botiči v letech 2001-2011 .	43
Tab 3	Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Botiči v letech 2001-2011	44
Tab 4	Korelační analýza koncentrací dusičnanového dusíku v na Botiči v letech 2001-2011	44
Tab 5	Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Botiči v letech 2001-2011	45
Tab 6	Korelační analýza celkového fosforu na Botiči v letech 2001-2011	45
Tab 7	Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011	46
Tab 8	Korelační analýza biologické spotřeby kyslíku na Dalejském potoce v letech 2001-2011 .	46
Tab 9	Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001- 2011	47
Tab 10	Korelační analýza dusičnanového dusíku na Dalejském potoce v letech 2001-2011.....	47
Tab 11	Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011	48
Tab 12	Korelační analýza celkového fosforu v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011 ..	48
Tab 13	Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011	49
Tab 14	Korelační analýza koncentrací biologické spotřeby kyslíku na Dalejském potoce v letech 2001-2011	49
Tab 15	Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011	50
Tab 16	Korelační analýza dusičnanového dusíku na Kunratickém potoce v letech 2001-2011 ...	50
Tab 17	Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001- 2011	51
Tab 18	Korelační analýza celkového fosforu na Kunratickém potoce v letech 2001-2011.....	51
Tab 19	Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011	52

Tab 20 Korelační analýza biologické spotřeby kyslíku na Litovicko-Šáre. potoce v letech 2001-2011	52
Tab 21 Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011	53
Tab 22 Korelační analýza dusičnanového dusíku na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011.	53
Tab 23 Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011	54
Tab 24 Korelační analýza celkového fosforu na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011	54
Tab 25 Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Rokytcce v letech 2001-2011	55
Tab 26 korelační analýza biologické spotřeby kyslíku na Rokytcce v letech 2001-2011	55
Tab 27 Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Rokytcce v letech 2001-2011.....	56
Tab 28 Korelační analýza dusičnanového dusíku v mg/l na Rokytcce v letech 2001-2011	56
Tab 29 Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Rokytcce v letech 2001-2011	57
Tab 30 Korelační analýza celkového fosforu na Rokytcce v letech 2001-2011.....	57

Grafy

Graf 1 Vývoj koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Botiči v letech 2001-2011	43
Graf 2 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Botiči v letech 2001-2011	44
Graf 3 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Botiči v letech 2001-2011.....	45
Graf 4 Vývoj koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011	46
Graf 5 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011	47
Graf 6 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011...	48
Tab 13 Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011	49
Graf 7 Vývoj koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011	49
Graf 8 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011	50

Graf 9 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011	51
Graf 10 Vývoj koncentrací biolog. spotřeby kyslíku v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011	52
Graf 11 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011	53
Graf 12 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011	54
Graf 13 Vývoj koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011 ..	55
Graf 14 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011	56
Graf 15 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011	57

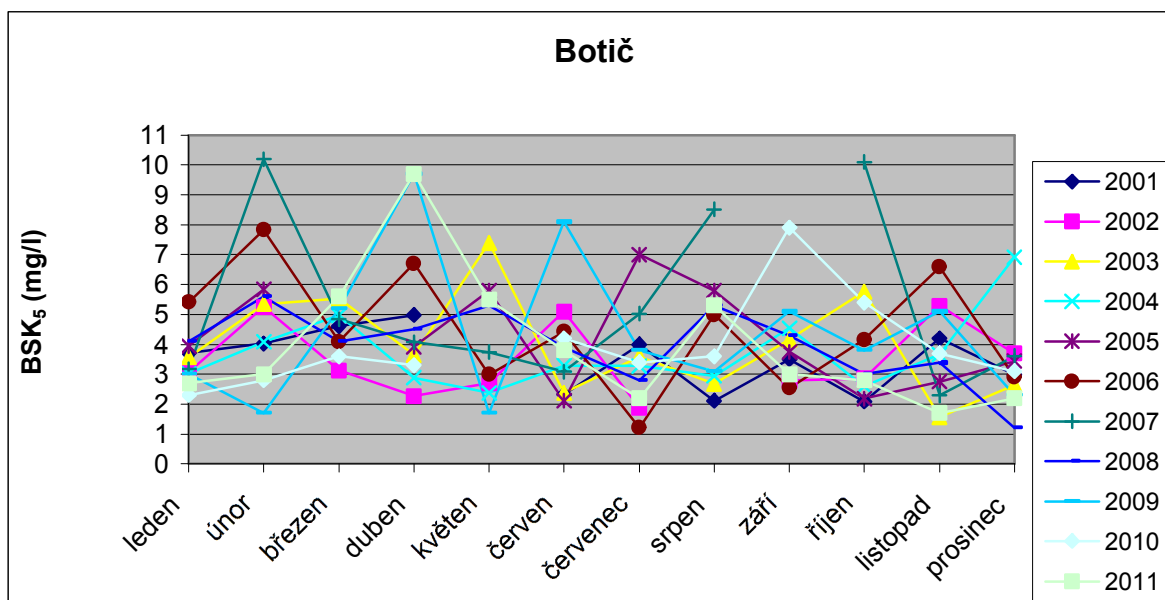
Mapové přílohy

Mapová příloha č.1 – Vybrané odběrové profily	58
Mapová příloha č.2 – Odběrový profil Botič.....	59
Mapová příloha č.3 – Odběrový profil Dalejský potok	60
Mapová příloha č.4 – Odběrový profil Kunratický potok.....	61
Mapová příloha č.5 – Odběrový profil Litovicko-Šárecký potok	62
Mapová příloha č.6 – Odběrový profil Rokytka.....	63

Tab 1 Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Botiči v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	3,71	4,03	4,61	4,98	28,8	2,31	4	2,11	3,5	2,09	4,2	2,98
2002	3,07	5,25	3,13	2,27	2,7	5,1	1,89		2,79	2,86	5,29	3,69
2003	3,57	5,34	5,53	3,64	7,39	2,38	3,59	2,68	4,16	5,76	1,56	2,65
2004	3,02	4,08	4,97	2,88	2,38	3,29	3,28	2,95	4,54	2,6	3,66	6,92
2005	3,94	5,84	96	3,92	5,79	2,11	7,01	5,79	3,75	2,18	2,75	3,44
2006	5,41	7,83	4,09	6,7	2,99	4,42	1,21	4,99	2,54	4,16	6,59	2,9
2007	3,17	10,2	4,84	4,07	3,74	3,09	5,02	8,52	28	10,1	2,29	3,61
2008	4,1	5,6	4,1	4,5	5,3	3,9	2,8	5,3	4,3	3	3,4	1,2
2009	3	1,7	5,2	9,7	1,7	8,1	3,8	3,1	5,1	3,8	5,1	2,3
2010	2,3	2,8	3,6	3,3	18,2	4,2	3,4	3,6	7,9	5,4	3,7	3,1
2011	2,7	3	5,6	9,7	5,5	3,8	2,2	5,3	3	2,8	1,7	2,2

Graf 1 Vývoj koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Botiči v letech 2001-2011



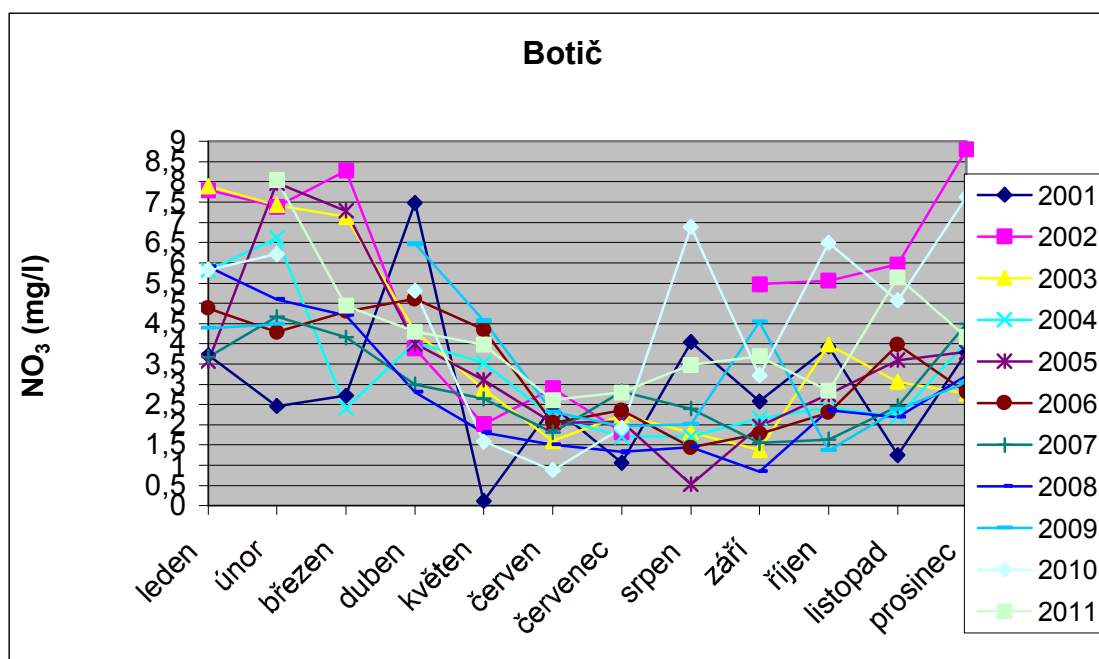
Tab 2 Korelační analýza koncentrací biologické spotřeby kyslíku na Botiči v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	-0,2276	1,0000									
2003	0,6365	-0,3848	1,0000								
2004	-0,3135	0,2041	-0,2395	1,0000							
2005	-0,0223	-0,1098	0,2990	0,3018	1,0000						
2006	-0,2077	0,5800	-0,1526	-0,1899	-0,0756	1,0000					
2007	-0,1709	-0,1628	0,1714	0,1262	-0,1052	-0,2152	1,0000				
2008	0,3564	0,1063	0,3889	-0,5481	0,0589	0,4576	0,1981	1,0000			
2009	-0,3074	-0,0356	-0,3649	-0,1643	0,0767	0,1877	-0,0535	-0,0095	1,0000		
2010	0,9225	-0,2565	0,6418	-0,3080	-0,0982	-0,3626	0,1372	0,3218	-0,2646	1,0000	
2011	0,2571	-0,3703	0,2346	-0,3000	0,2358	0,2526	-0,1399	0,4680	0,5368	0,1651	1,0000

Tab 3 Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Botiči v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	3,72	2,46	2,72	7,48	0,118	2,46	1,06	4,04	2,58	3,93	1,25	3,78
2002	7,8	7,39	8,28	3,88	2,02	2,9	1,82		5,47	5,56	5,96	8,8
2003	7,89	7,43	7,13	4,3	2,89	1,6	2,23	1,81	1,38	3,98	3,06	2,77
2004	5,81	6,62	2,41	4,04	3,53	2,19	1,71	1,71	2,16	2,42	2,21	4,03
2005	3,57	7,97	7,28	4	3,11	2,05	2,08	0,53	1,96	2,75	3,6	3,8
2006	4,88	4,29	4,8	5,11	4,35	2,05	2,36	1,44	1,78	2,3	3,98	2,81
2007	3,68	4,67	4,16	3	2,64	1,81	2,82	2,4	1,55	1,64	2,46	4,5
2008	5,9	5,1	4,7	2,8	1,8	1,5	1,33	1,44	0,85	2,36	2,19	3,21
2009	4,39	4,48	12,7	6,47	4,58	2,31	1,97	2,01	4,54	1,37	2,38	3,04
2010	5,83	6,22	13	5,31	1,58	0,88	1,92	6,89	3,22	6,49	5,07	7,63
2011	10,8	8,05	4,94	4,3	3,98	2,61	2,8	3,48	3,69	2,84	5,65	4,17

Graf 2 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Botiči v letech 2001-2011



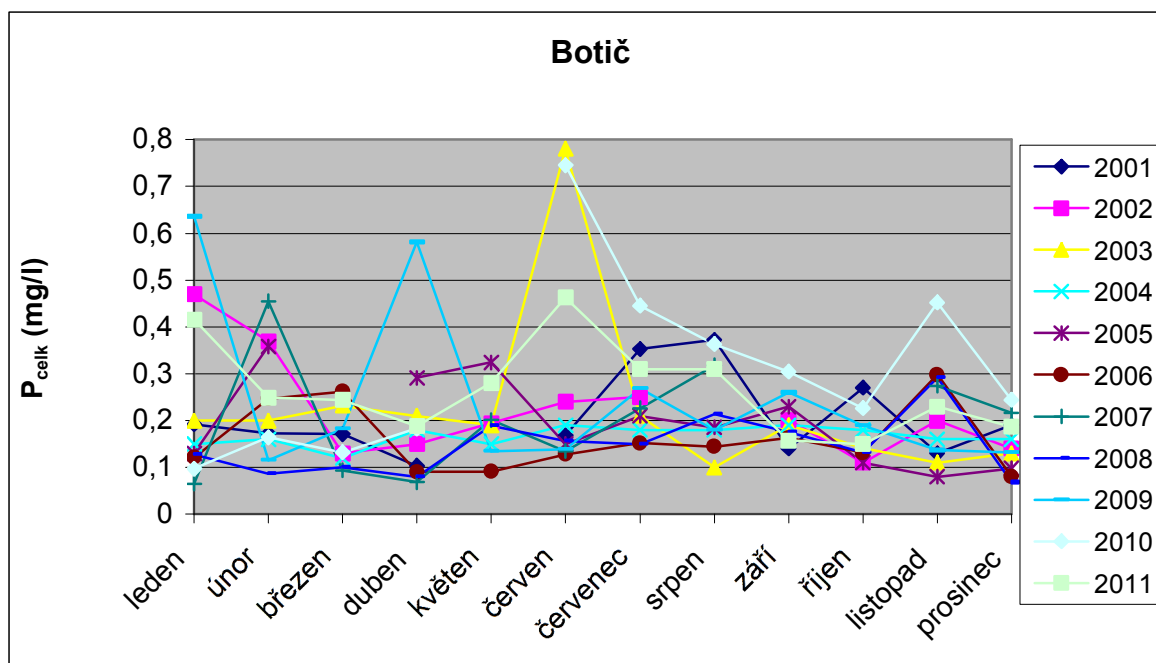
Tab 4 Korelační analýza koncentrací dusičnanového dusíku v na Botiči v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	0,2654	1,0000									
2003	0,1802	0,6049	1,0000								
2004	0,2105	0,4501	0,7255	1,0000							
2005	0,0095	0,5927	0,7969	0,6054	1,0000						
2006	0,1425	0,2717	0,7569	0,6208	0,7026	1,0000					
2007	0,0934	0,6250	0,6867	0,6824	0,7601	0,5804	1,0000				
2008	0,2130	0,7228	0,9607	0,7862	0,7605	0,7102	0,7880	1,0000			
2009	0,1452	0,3559	0,5556	0,1458	0,6605	0,6150	0,4595	0,4848	1,0000		
2010	0,3418	0,8065	0,5809	0,1323	0,5691	0,3241	0,5628	0,5937	0,6343	1,0000	
2011	0,0597	0,5649	0,8045	0,8020	0,5012	0,6351	0,5739	0,8463	0,2160	0,2627	1,0000

Tab 5 Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Botiči v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	0,192	0,172	0,171	0,103	1,21	0,168	0,353	0,372	0,14	0,27	0,13	0,19
2002	0,47	0,369	0,13	0,15	0,194	0,24	0,25		0,201	0,11	0,2	0,14
2003	0,2	0,2	0,232	0,21	0,19	0,78	0,21	0,1	0,19	0,141	0,11	0,13
2004	0,15	0,16	0,12	0,18	0,15	0,19	0,18	0,18	0,19	0,18	0,16	0,16
2005	0,13	0,358	2,36	0,291	0,324	0,15	0,21	0,185	0,23	0,11	0,08	0,098
2006	0,121	0,247	0,262	0,09	0,091	0,128	0,152	0,144	0,163	0,131	0,298	0,081
2007	0,065	0,455	0,094	0,0683	0,201	0,135	0,226	0,318	1,29	2,76	0,274	0,217
2008	0,128	0,086	0,1	0,079	0,189	0,156	0,149	0,213	0,175	0,132	0,291	0,069
2009	0,636	0,115	0,182	0,582	0,135	0,139	0,269	0,18	0,26	0,189	0,137	0,132
2010	0,097	0,164	0,132	0,183	1,11	0,745	0,445	0,363	0,304	0,226	0,452	0,244
2011	0,416	0,249	0,244	0,188	0,28	0,463	0,31	0,31	0,157	0,15	0,23	0,187

Graf 3 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Botiči v letech 2001-2011



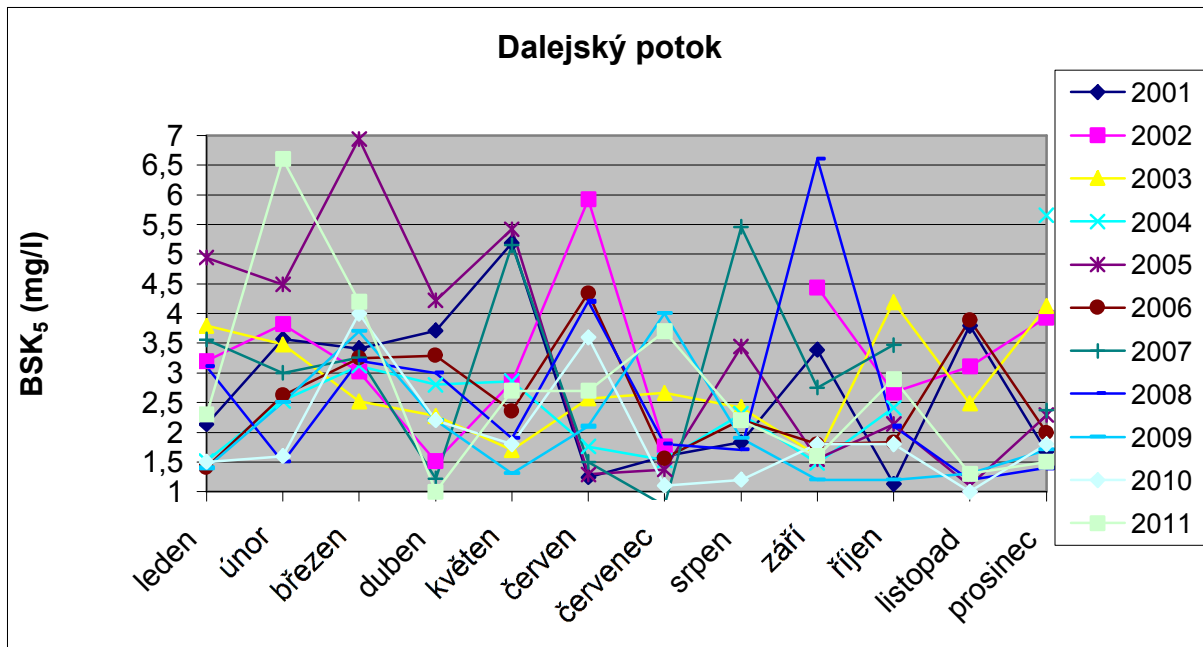
Tab 6 Korelační analýza celkového fosforu na Botiči v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	-0,0762	1,0000									
2003	-0,1151	0,1066	1,0000								
2004	-0,1871	-0,0779	0,2740	1,0000							
2005	-0,0658	-0,2582	0,0099	-0,7121	1,0000						
2006	-0,3396	0,0798	-0,1315	-0,3845	0,4417	1,0000					
2007	-0,0711	-0,3293	-0,2026	0,3558	-0,1940	-0,0528	1,0000				
2008	0,2416	-0,0149	-0,0863	0,1685	-0,2702	0,3508	0,0159	1,0000			
2009	-0,2439	0,3927	-0,0911	0,0418	-0,1087	-0,3518	-0,1748	-0,2798	1,0000		
2010	0,7845	-0,1443	0,3640	0,1306	-0,2261	-0,2446	-0,1710	0,4730	-0,4106	1,0000	
2011	0,0987	0,6269	0,6481	-0,0084	-0,0813	-0,1055	-0,5179	0,1389	0,1549	0,3181	1,0000

Tab 7 Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	2,14	3,57	3,41	3,71	5,19	1,24	1,6	1,83	3,39	1,13	3,79	1,67
2002	3,2	3,82	3,02	1,51	2,85	5,92	1,76		4,44	2,67	3,11	3,93
2003	3,79	3,48	2,52	2,27	1,7	2,57	2,66	2,42	1,61	4,19	2,48	4,12
2004	1,52	2,53	3,12	2,8	2,86	1,76	1,53	2,31	1,48	2,41	15,5	5,65
2005	4,94	4,49	6,94	4,22	5,42	1,29	1,37	3,44	1,55	2,14	1,1	2,29
2006	1,41	2,62	3,25	3,29	2,36	4,34	1,56	2,21	1,8	1,83	3,89	1,99
2007	3,56	3	3,26	1,22	5,15	1,5	0,77	5,46	2,75	3,47	10	2,37
2008	3,1	1,5	3,2	3	1,9	4,2	1,8	1,7	6,6	2,1	1,2	1,4
2009	1,4	2,5	3,7	2,2	1,3	2,1	4	1,9	1,2	1,2	1,3	1,7
2010	1,5	1,6	4	2,2	1,8	3,6	1,1	1,2	1,8	1,8	1	1,8
2011	2,3	6,6	4,2	1	2,7	2,7	3,7	2,2	1,6	2,9	1,3	1,5

Graf 4 Vývoj koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011



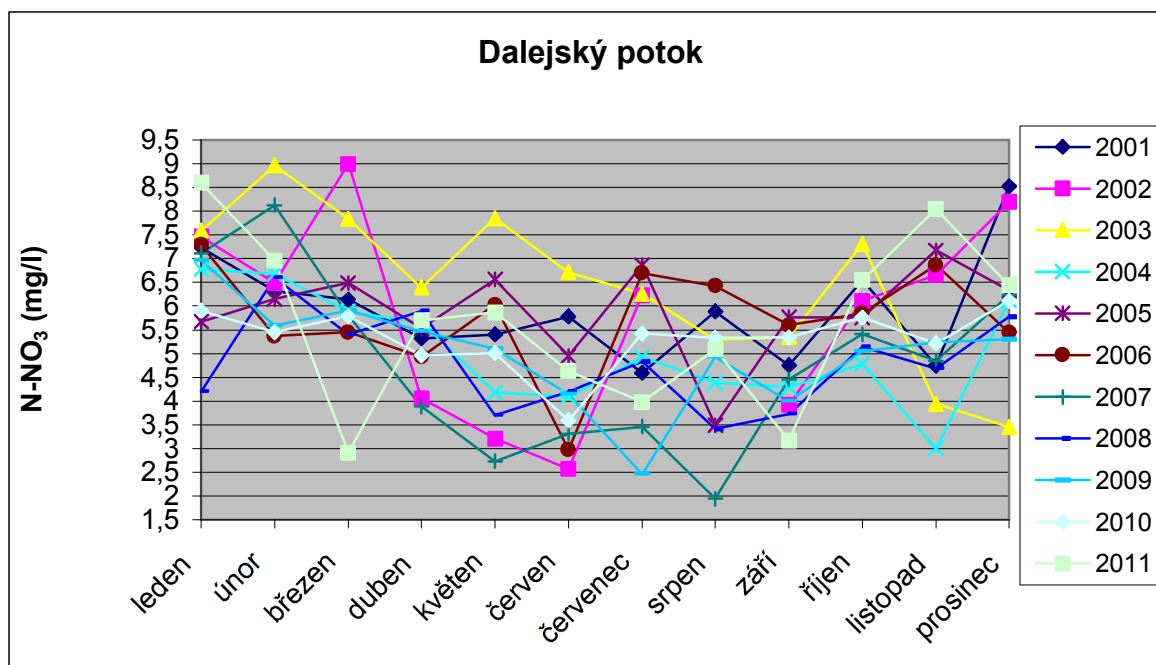
Tab 8 Korelační analýza biologické spotřeby kyslíku na Dalejském potoce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	-0,2369	1,0000									
2003	-0,5944	0,0048	1,0000								
2004	0,2647	-0,0540	-0,0119	1,0000							
2005	0,4831	-0,2799	-0,0474	-0,2947	1,0000						
2006	0,2166	0,3231	-0,3159	0,4409	-0,0465	1,0000					
2007	0,3762	-0,0222	-0,1447	0,7938	-0,0419	0,2367	1,0000				
2008	0,0194	0,4423	-0,4301	-0,4092	-0,1021	0,0201	-0,3609	1,0000			
2009	-0,1184	-0,2846	-0,0736	-0,2515	0,2298	0,0841	-0,4552	-0,1301	1,0000		
2010	-0,0219	0,3909	-0,1252	-0,2788	0,3601	0,5364	-0,3731	0,4155	0,3312	1,0000	
2011	0,0426	0,0647	0,2168	-0,3178	0,3621	-0,0508	-0,2155	-0,2183	0,5259	0,1656	1,0000

Tab 9 Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	7,24	6,32	6,14	5,32	5,4	5,78	4,59	5,89	4,755	6,55	4,75	8,53
2002	7,47	6,49	9	4,06	3,21	2,57	6,23		3,92	6,11	6,66	8,2
2003	7,59	8,97	7,84	6,39	7,85	6,71	6,26	5,29	5,35	7,31	3,94	3,45
2004	6,78	6,68	5,89	5,66	4,18	4,09	4,92	4,38	4,29	4,78	3	6,12
2005	5,67	6,15	6,49	5,53	6,56	4,95	6,87	3,49	5,77	5,76	7,18	6,33
2006	7,29	5,37	5,45	4,93	6,03	2,97	6,7	6,43	5,6	5,85	6,87	5,44
2007	7,12	8,13	5,8	3,88	2,73	3,31	3,46	1,94	4,46	5,41	4,85	6,24
2008	4,2	6,6	5,4	5,9	3,7	4,2	4,83	3,42	3,73	5,14	4,68	5,78
2009	6,97	5,59	5,91	5,47	5,1	4,14	2,46	4,92	3,99	5,05	5,24	5,3
2010	5,9	5,45	5,79	4,96	5,01	3,59	5,42	5,33	5,34	5,76	5,21	6,11
2011	8,6	6,96	2,91	5,7	5,87	4,63	3,98	5,09	3,17	6,55	8,05	6,44

Graf 5 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011



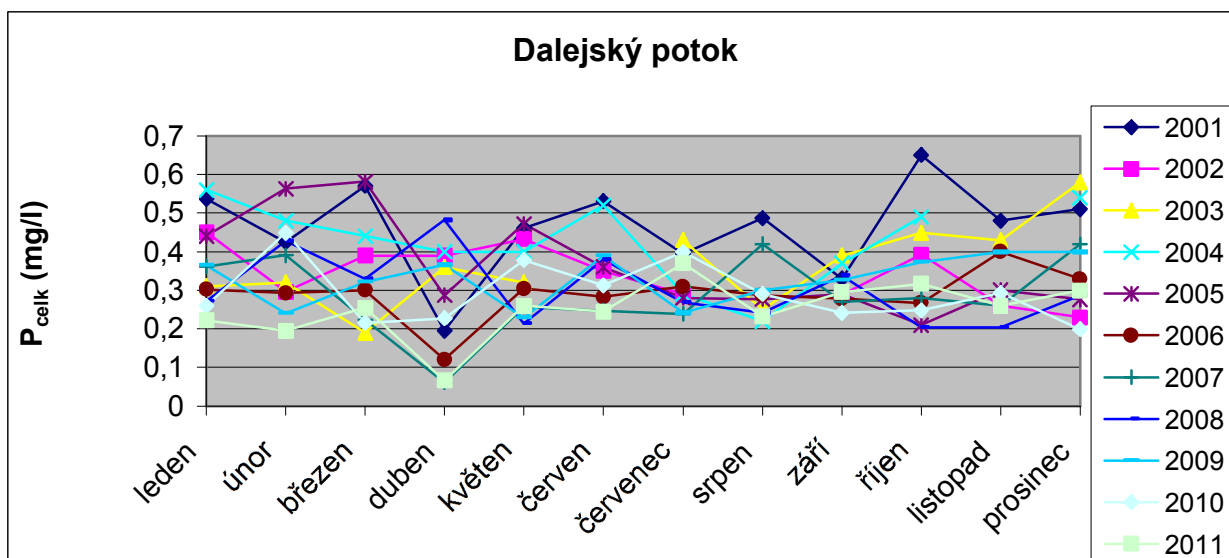
Tab 10 Korelační analýza dusičnanového dusíku na Dalejském potoce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1										
2002	0,5222	1									
2003	-0,033	-0,095	1								
2004	0,6472	0,5205	0,4288	1							
2005	-0,13	0,4694	0,0009	0,0063	1						
2006	-0,044	0,4949	-0,122	0,0418	0,2559	1					
2007	0,554	0,7015	0,2741	0,7035	0,3785	0,1243	1				
2008	0,338	0,4774	0,1847	0,5929	0,3821	-0,202	0,6569	1			
2009	0,5661	0,4105	0,2519	0,5	-0,064	0,1772	0,5553	0,2253	1		
2010	0,4731	0,8071	-0,083	0,5106	0,2798	0,6865	0,5344	0,2896	0,3636	1	
2011	0,3889	0,2004	-0,031	0,1704	0,1275	0,3911	0,439	0,1801	0,5754	0,2189	1

Tab 11 Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	0,537	0,425	0,571	0,195	0,461	0,531	0,395	0,487	0,33	0,65	0,48	0,51
2002	0,45	0,296	0,39	0,39	0,433	0,35	0,29		0,288	0,392	0,26	0,23
2003	0,31	0,32	0,19	0,36	0,32	1,66	0,43	0,25	0,39	0,449	0,43	0,58
2004	0,56	0,48	0,44	0,4	0,4	0,52	0,29	0,22	0,37	0,49	1	0,54
2005	0,44	0,563	0,581	0,287	0,472	0,36	0,28	0,277	0,29	0,21	0,3	0,276
2006	0,302	0,293	0,3	0,12	0,304	0,283	0,309	0,287	0,278	0,267	0,4	0,329
2007	0,362	0,391	0,223	0,0616	0,257	0,247	0,239	0,42	0,27	0,28	0,26	0,419
2008	0,272	0,428	0,33	0,483	0,214	0,379	0,268	0,242	0,338	0,203	0,204	0,286
2009	0,364	0,24	0,321	0,366	0,229	0,389	0,242	0,3	0,327	0,372	0,399	0,399
2010	0,26	0,449	0,216	0,227	0,378	0,313	0,399	0,29	0,241	0,248	0,293	0,199
2011	0,222	0,195	0,255	0,066	0,26	0,245	0,37	0,232	0,295	0,317	0,26	0,299

Graf 6 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011



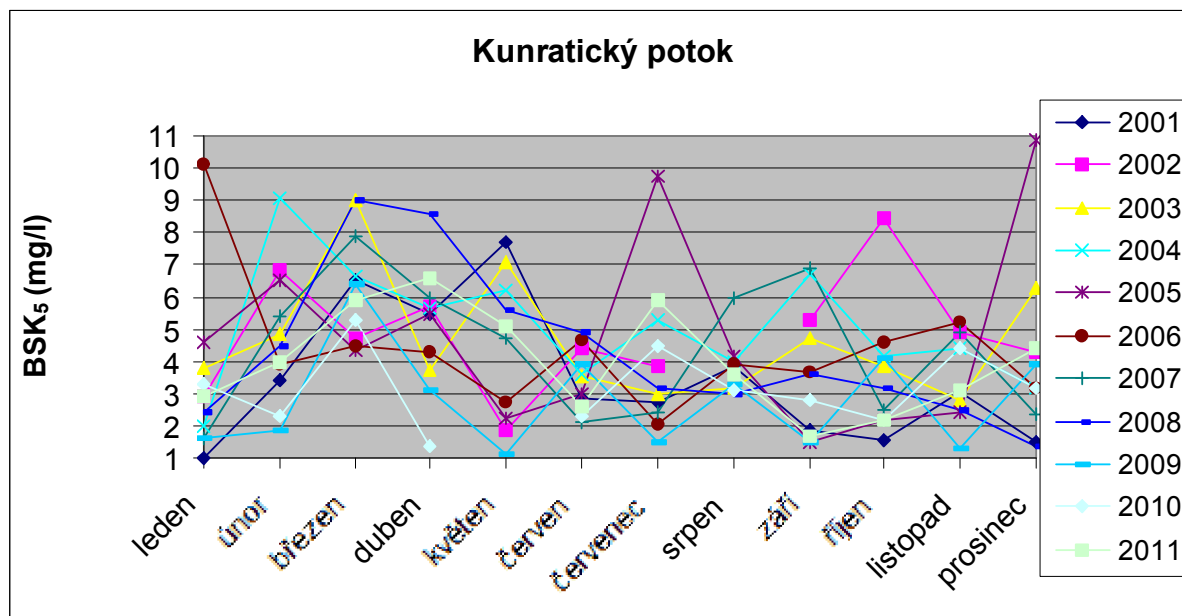
Tab 12 Korelační analýza celkového fosforu v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1										
2002	0,173	1									
2003	0,1638	-0,126	1								
2004	0,2404	-0,274	0,1532	1							
2005	0,1317	0,3386	-0,173	0,0048	1						
2006	0,5627	-0,413	0,0162	0,5234	0,1277	1					
2007	0,4966	-0,325	-0,089	-0,011	0,0854	0,5683	1				
2008	-0,61	-0,026	0,205	-0,222	0,275	-0,672	-0,377	1			
2009	0,2108	-0,127	0,3939	0,562	-0,443	-0,003	-0,092	0,0003	1		
2010	-0,107	-0,068	0,0386	-0,119	0,3427	0,2115	0,1544	0,0163	-0,76	1	
2011	0,5105	-0,345	0,0729	-0,018	-0,236	0,6584	0,3616	-0,678	-0,139	0,1184	1

Tab 13 Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	1,01	3,41	6,54	5,47	7,68	2,87	2,75	3,83	1,85	1,54	3,04	1,51
2002	2,93	6,84	4,73	5,74	1,9	4,39	3,84		5,26	8,46	4,92	4,3
2003	3,8	4,85	9,04	3,72	7,11	3,54	2,96	3,17	4,71	3,88	2,79	6,31
2004	2	9,06	6,65	5,63	6,21	3,59	5,31	3,99	6,7	4,17	4,4	3,15
2005	4,61	6,53	4,38	5,48	2,25	2,97	9,78	4,15	1,49	2,17	2,44	10,9
2006	10,1	3,9	4,5	4,3	2,75	4,66	2,04	3,9	3,66	4,6	5,2	3,2
2007	1,6	5,38	7,9	5,94	4,71	2,12	2,4	5,98	6,9	2,48	4,9	2,35
2008	2,4	4,5	9	8,6	5,6	4,9	3,2	3	3,6	3,2	2,5	1,4
2009	1,6	1,9	6,4	3,1	1,1	3,9	1,5	3,3	1,5	4,1	1,3	3,9
2010	3,3	2,3	5,3	1,4	65,4	2,3	4,5	3,1	2,8	2,2	4,4	3,2
2011	2,9	4	5,9	6,6	5,1	2,6	5,9	3,6	1,7	2,2	3,1	4,4

Graf 7 Vývoj koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Dalejském potoce v letech 2001-2011



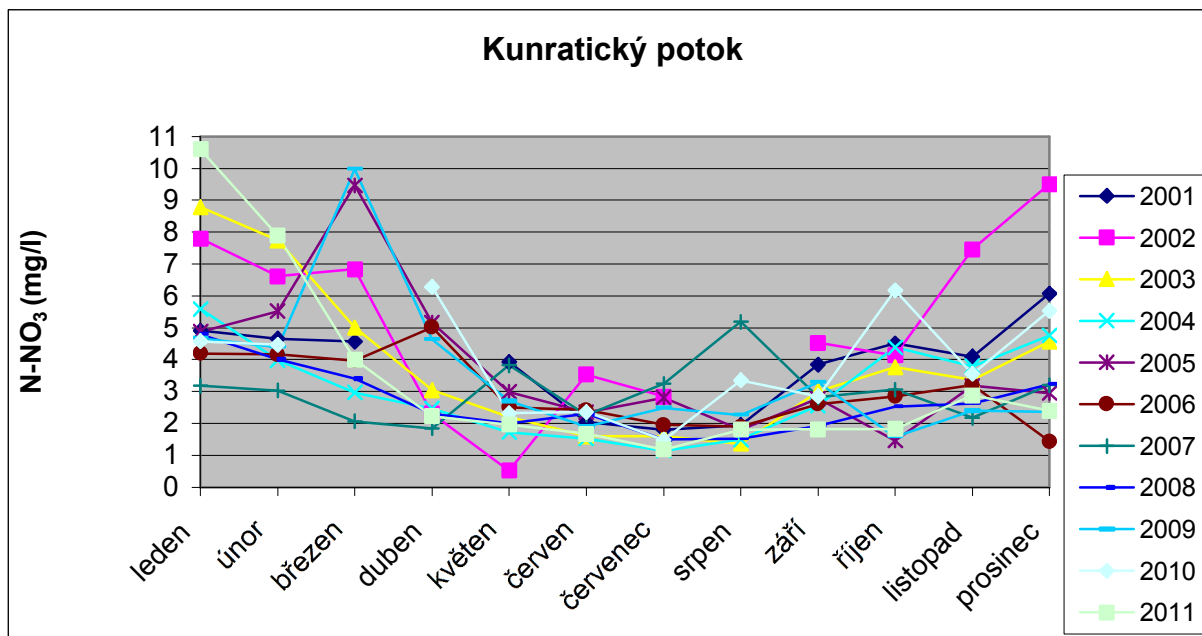
Tab 14 Korelační analýza koncentrací biologické spotřeby kyslíku na Dalejském potoce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	-0,3050	1,0000									
2003	0,5518	-0,2354	1,0000								
2004	0,4861	0,2730	0,3555	1,0000							
2005	-0,1947	-0,1170	0,0425	-0,0671	1,0000						
2006	-0,3599	-0,1010	-0,1836	-0,5046	-0,2576	1,0000					
2007	0,5865	0,1470	0,4070	0,6661	-0,3236	-0,2739	1,0000				
2008	0,7774	0,0347	0,4785	0,4934	-0,1980	-0,1390	0,5958	1,0000			
2009	0,1633	0,3224	0,4750	-0,0848	0,0760	-0,0411	0,1911	0,4415	1,0000		
2010	0,6520	-0,6405	0,4874	0,1734	-0,2066	-0,2572	0,0929	0,1522	-0,2833	1,0000	
2011	0,6640	-0,2699	0,3608	0,2897	0,5224	-0,3604	0,2487	0,6037	0,1886	0,2759	1,0000

Tab 15 Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	4,91	4,66	4,57	11,8	3,92	2,05	1,81	1,95	3,84	4,51	4,09	6,07
2002	7,8	6,61	6,83	2,31	0,52	3,53	2,84		4,53	4,14	7,46	9,5
2003	8,78	7,74	5,01	3,04	2,2	1,6	1,6	1,36	3,01	3,76	3,37	4,57
2004	5,59	3,98	2,97	2,47	1,73	1,53	1,14	1,5	2,56	4,39	3,79	4,76
2005	4,88	5,52	9,46	5,16	2,99	2,35	2,81	1,81	2,78	1,47	3,18	2,95
2006	4,2	4,17	3,97	5,02	2,51	2,42	1,96	1,9	2,61	2,85	3,2	1,44
2007	3,18	3,03	2,07	1,85	3,82	2,27	3,24	5,19	2,82	3,06	2,18	3,2
2008	4,8	4	3,4	2,3	2	2,3	1,5	1,52	1,92	2,53	2,62	3,23
2009	4,68	4,39	9,98	4,64	2,7	1,9	2,49	2,26	3,29	1,59	2,4	2,37
2010	4,58	4,47	13,8	6,28	2,32	2,36	1,49	3,35	2,85	6,17	3,55	5,53
2011	10,6	7,89	4	2,23	1,97	1,68	1,18	1,81	1,82	1,83	2,88	2,4

Graf 8 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011



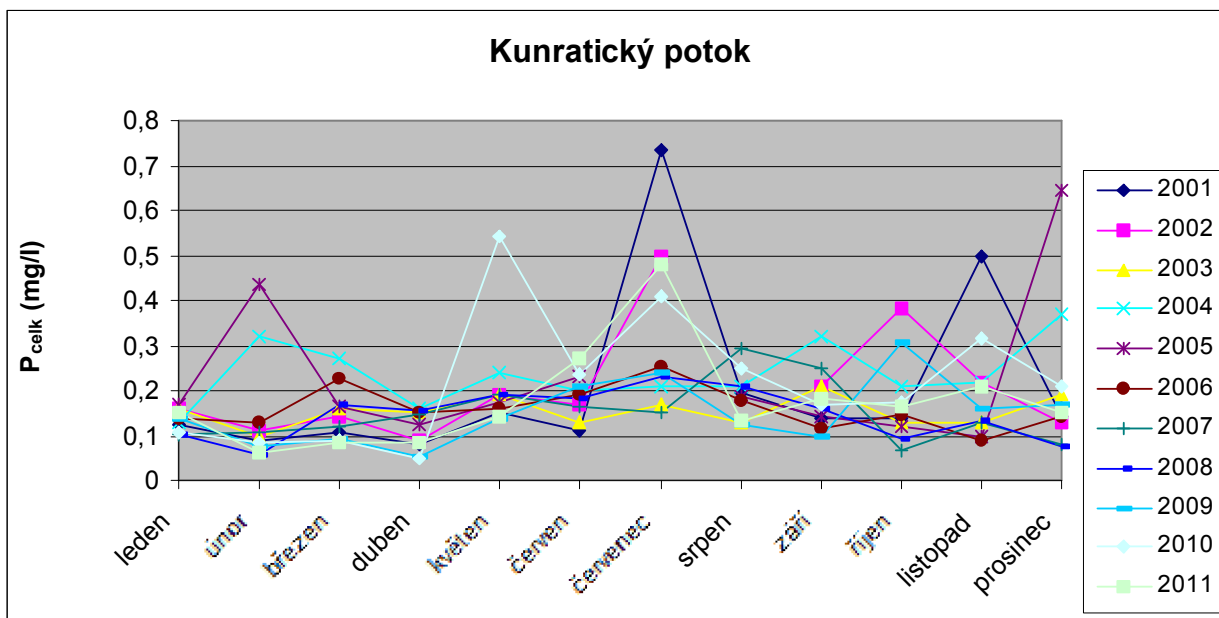
Tab 16 Korelační analýza dusičnanového dusíku na Kunratickém potoce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	0,0000	1,0000									
2003	0,2550	0,6557	1,0000								
2004	0,3138	0,7803	0,8280	1,0000							
2005	0,3502	0,2860	0,5224	0,1935	1,0000						
2006	0,6418	0,0178	0,5661	0,3168	0,6735	1,0000					
2007	-0,4763	-0,1213	-0,1761	-0,1861	-0,4743	-0,5489	1,0000				
2008	0,2464	0,7140	0,9636	0,8300	0,5494	0,5350	-0,2620	1,0000			
2009	0,2783	0,2386	0,4399	0,1312	0,9729	0,6028	-0,3928	0,4580	1,0000		
2010	0,3632	0,3573	0,3552	0,3117	0,7979	0,4551	-0,3935	0,4158	0,8435	1,0000	
2011	0,1179	0,5064	0,9356	0,6658	0,4668	0,5749	-0,0450	0,9058	0,3876	0,1815	1,0000

Tab 17 Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	0,124	0,091	0,108	0,079	0,149	0,11	0,733	0,197	0,139	0,137	0,5	0,14
2002	0,16	0,111	0,14	0,09	0,191	0,17	0,5		0,209	0,383	0,22	0,13
2003	0,16	0,1	0,161	0,15	0,19	0,13	0,17	0,13	0,21	0,128	0,13	0,19
2004	0,13	0,32	0,27	0,16	0,24	0,2	0,21	0,21	0,32	0,21	0,22	0,37
2005	0,17	0,435	0,165	0,125	0,173	0,23	1,22	0,185	0,14	0,12	0,1	0,646
2006	0,138	0,13	0,226	0,15	0,158	0,192	0,253	0,179	0,116	0,145	0,087	0,14
2007	0,101	0,105	0,12	0,146	0,192	0,163	0,15	0,292	0,247	0,066	0,128	0,082
2008	0,104	0,06	0,17	0,156	0,191	0,183	0,233	0,207	0,159	0,095	0,134	0,076
2009	0,139	0,077	0,095	0,055	0,137	0,208	0,242	0,123	0,097	0,305	0,161	0,17
2010	0,108	0,083	0,089	0,05	0,544	0,236	0,409	0,247	0,168	0,173	0,315	0,208
2011	0,15	0,064	0,086	0,083	0,14	0,269	0,48	0,132	0,184	0,166	0,21	0,153

Graf 9 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Kunratickém potoce v letech 2001-2011



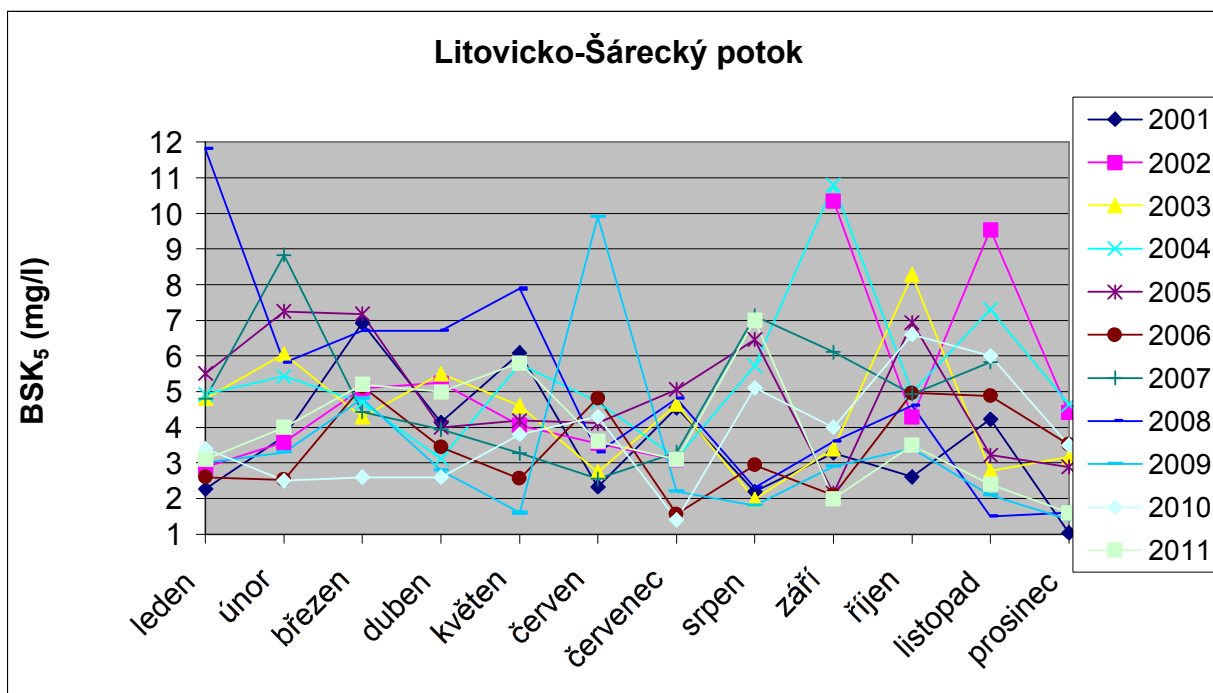
Tab 18 Korelační analýza celkového fosforu na Kunratickém potoce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1										
2002	0,7399	1									
2003	0,0432	0,0562	1								
2004	-0,146	-0,198	0,2896	1							
2005	0,6572	0,5549	0,1658	0,2201	1						
2006	0,2928	0,4115	0,0693	-0,17	0,5402	1					
2007	0,0346	-0,021	0,2297	-0,033	-0,154	0,1017	1				
2008	0,4431	0,4117	0,2605	-0,348	0,1982	0,6427	0,673	1			
2009	0,4128	0,7811	-0,094	-0,17	0,3304	0,2294	-0,33	0,0522	1		
2010	0,5465	0,4787	0,3053	-0,021	0,3158	0,1864	0,295	0,5339	0,3819	1	
2011	0,8253	0,8035	0,1799	-0,182	0,7112	0,478	0,0645	0,5282	0,6236	0,5362	1

Tab 19 Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	2,27	3,74	6,93	4,13	6,08	2,33	4,55	2,19	3,28	2,61	4,22	1,04
2002	2,88	3,58	5,09	5,25	4,05	3,55	3,08		10,35	4,29	9,54	4,41
2003	4,81	6,06	4,29	5,5	4,6	2,74	4,65	1,98	3,4	8,27	2,77	3,16
2004	4,92	5,43	4,69	3,12	5,78	4,72	3,13	5,72	10,8	4,98	7,3	4,64
2005	5,51	7,25	7,18	4	4,19	4,12	5,06	6,46	2,15	6,94	3,22	2,89
2006	2,6	2,53	5,14	3,44	2,56	4,82	1,57	2,94	2,1	4,96	4,88	3,51
2007	4,81	8,83	4,43	3,94	3,27	2,55	3,3	7,12	6,11	4,93	5,83	19
2008	11,8	5,8	6,7	6,7	7,9	3,3	4,8	2,3	3,6	4,6	1,5	1,6
2009	3	3,3	4,8	2,8	1,6	9,9	2,2	1,8	2,9	3,4	2,1	1,4
2010	3,4	2,5	2,6	2,6	3,8	4,3	1,4	5,1	4	6,6	6	3,5
2011	3,1	4	5,2	5	5,8	3,6	3,1	7	2	3,5	2,4	1,6

Graf 10 Vývoj koncentrací biolog. spotřeby kyslíku v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011



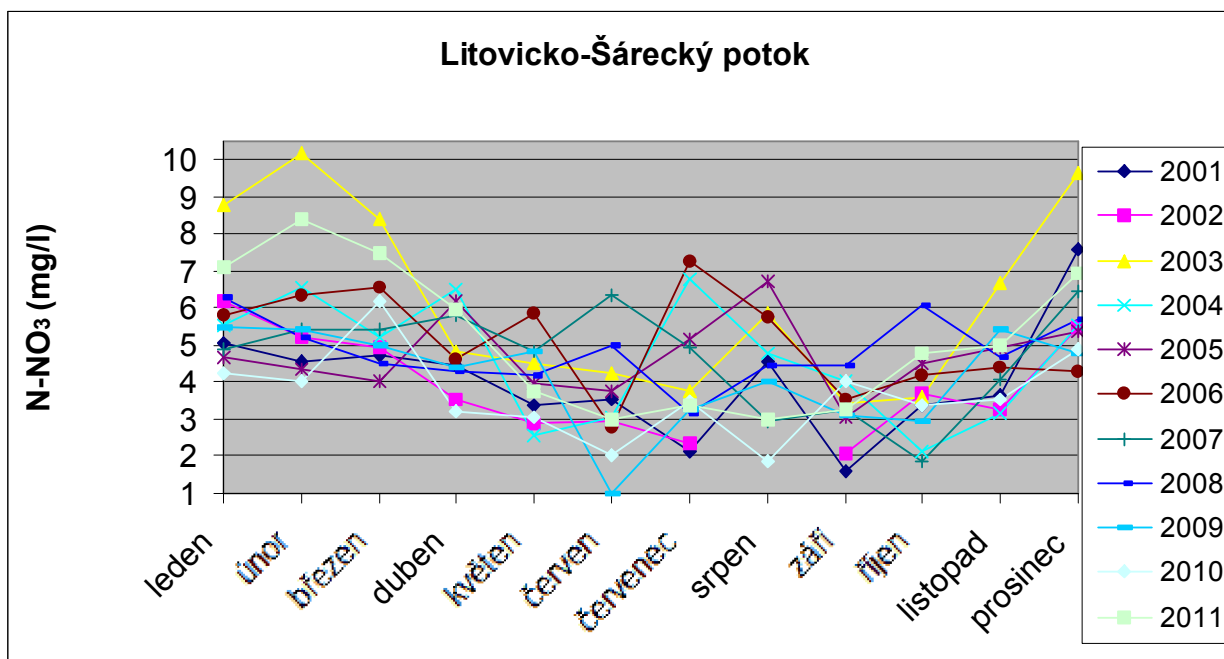
Tab 20 Korelační analýza biologické spotřeby kyslíku na Litovicko-Šáre. potoce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	0,0896	1,0000									
2003	0,1487	-0,3923	1,0000								
2004	-0,0507	0,8148	-0,3071	1,0000							
2005	0,2058	-0,5744	0,4835	-0,4269	1,0000						
2006	0,0552	0,1189	0,0427	-0,1153	0,1629	1,0000					
2007	-0,5244	0,0296	-0,1914	0,0511	-0,2134	-0,0527	1,0000				
2008	0,3230	-0,4838	0,4500	-0,2706	0,3326	-0,2636	-0,4160	1,0000			
2009	-0,0524	-0,2001	-0,0848	-0,1158	0,0987	0,4795	-0,3815	-0,0136	1,0000		
2010	-0,3435	0,4031	-0,0227	0,4013	-0,0558	0,5376	0,0011	-0,4000	0,0274	1,0000	
2011	0,3938	-0,3812	-0,0095	-0,2904	0,5388	0,0117	-0,3942	0,2353	-0,0114	-0,0368	1,0000

Tab 21 Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	5,04	4,56	4,73	4,44	3,37	3,51	2,14	4,55	1,58	3,36	3,67	7,57
2002	6,19	5,23	4,94	3,51	2,91	2,97	2,37		2,08	3,72	3,29	5,5
2003	8,79	10,2	8,38	4,85	4,51	4,24	3,74	5,88	3,44	3,57	6,68	9,64
2004	5,52	6,55	5,23	6,49	2,58	3,07	6,77	4,78	4,04	2,15	3,18	5,52
2005	4,66	4,33	4,03	6,19	3,97	3,73	5,13	6,73	3,05	4,51	4,94	5,39
2006	5,79	6,33	6,56	4,62	5,85	2,79	7,26	5,76	3,52	4,17	4,42	4,31
2007	4,88	5,45	5,44	5,8	4,85	6,37	4,95	2,97	3,25	1,86	4,05	6,46
2008	6,3	5,2	4,5	4,3	4,2	5	3,14	4,45	4,46	6,06	4,68	5,72
2009	5,48	5,4	5,02	4,38	4,84	1,02	3,25	4,01	3,12	2,96	5,43	4,76
2010	4,22	4,02	6,17	3,24	3,07	2	3,47	1,87	4	3,4	3,55	4,89
2011	7,09	8,42	7,5	5,94	3,75	3	3,39	3	3,25	4,79	4,99	6,96

Graf 11 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011



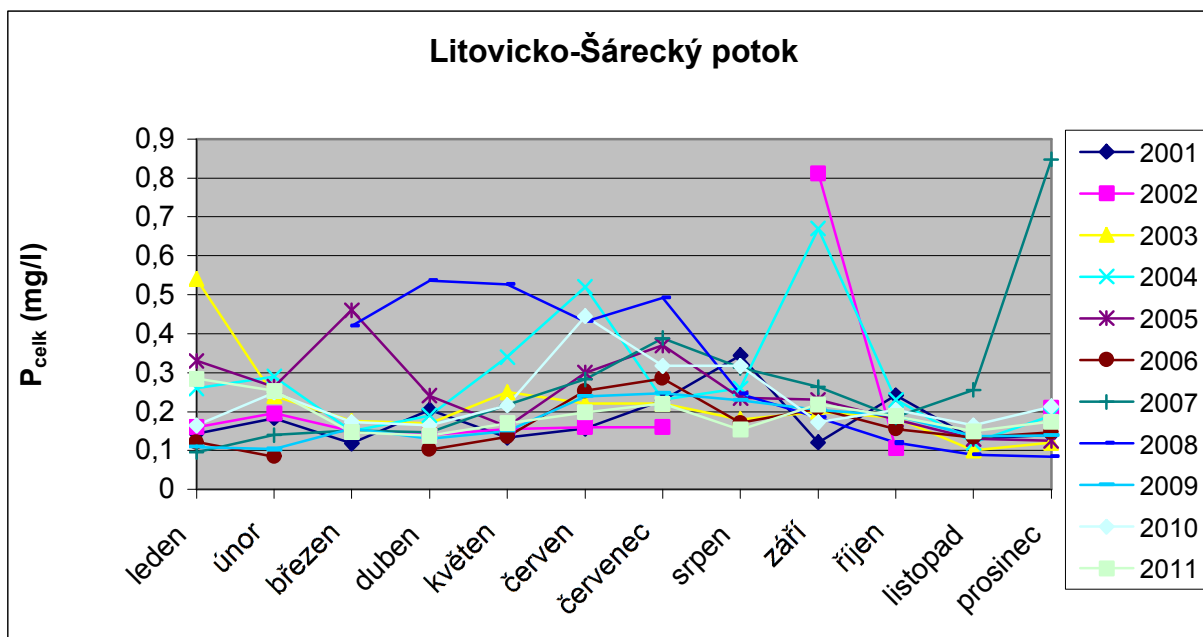
Tab 22 Korelační analýza dusičnanového dusíku na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	0,8301	1,0000									
2003	0,7832	0,8934	1,0000								
2004	0,2966	0,3668	0,4603	1,0000							
2005	0,4390	0,2596	0,1374	0,4081	1,0000						
2006	0,0480	0,2738	0,3265	0,5543	0,2516	1,0000					
2007	0,4698	0,3242	0,4438	0,4713	-0,0176	0,0594	1,0000				
2008	0,5291	0,6972	0,4560	-0,2309	-0,1004	-0,3596	-0,0841	1,0000			
2009	0,4684	0,5943	0,7045	0,3476	0,2458	0,5419	0,1001	0,1449	1,0000		
2010	0,3450	0,5764	0,5657	0,3238	-0,2870	0,3081	0,2450	0,1859	0,5272	1,0000	
2011	0,6489	0,8983	0,8589	0,4844	0,0318	0,3165	0,3945	0,4781	0,6894	0,7223	1,0000

Tab 23 Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	0,143	0,183	0,118	0,205	0,133	0,156	0,229	0,344	0,121	0,242	0,13	0,14
2002	0,16	0,196	0,15	0,14	0,155	0,16	0,16		0,812	0,106	1,01	0,21
2003	0,54	0,24	0,176	0,17	0,25	0,22	0,22	0,18	0,2	0,184	0,1	0,12
2004	0,26	0,29	0,15	0,19	0,34	0,52	0,23	0,26	0,67	0,23	0,12	0,19
2005	0,33	0,2635	0,46	0,241	0,161	0,3	0,37	0,235	0,23	0,18	0,13	0,125
2006	0,122	0,085	0,969	0,103	0,136	0,253	0,285	0,171	0,208	0,155	0,134	0,147
2007	0,096	0,14	0,151	0,146	0,217	0,283	0,389	0,312	0,263	0,186	0,256	0,847
2008	1,35	1,12	0,42	0,536	0,527	0,431	0,492	0,246	0,185	0,121	0,089	0,085
2009	0,109	0,104	0,156	0,13	0,15	0,238	0,247	0,229	0,205	0,189	0,137	0,139
2010	0,164	0,249	0,173	0,164	0,216	0,445	0,317	0,317	0,173	0,204	0,164	0,213
2011	0,284	0,253	0,147	0,138	0,17	0,198	0,22	0,154	0,219	0,188	0,15	0,174

Graf 12 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011



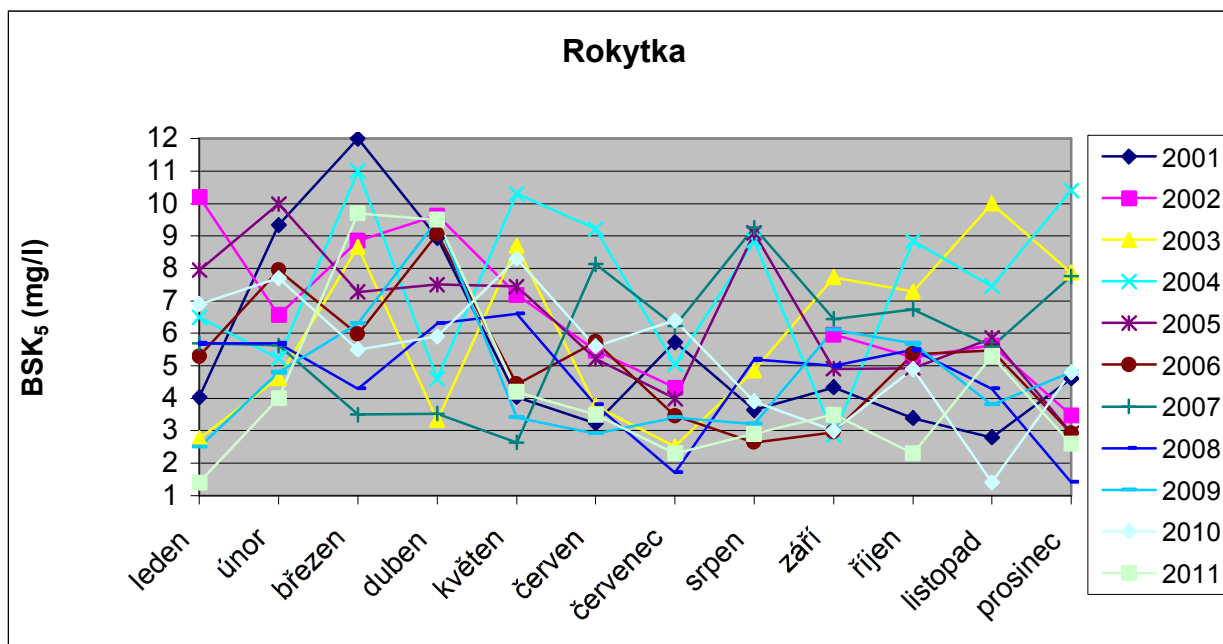
Tab 24 Korelační analýza celkového fosforu na Litovicko-Šár. potoce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	-0,4503	1,0000									
2003	-0,1146	-0,3250	1,0000								
2004	-0,1891	0,2042	0,1501	1,0000							
2005	-0,0255	-0,3822	0,3658	-0,0059	1,0000						
2006	-0,2477	-0,1484	-0,1402	-0,1616	0,7177	1,0000					
2007	-0,0129	0,0243	-0,4229	-0,0766	-0,3866	-0,1244	1,0000				
2008	-0,1145	-0,4034	0,8329	-0,0156	0,4328	-0,1190	-0,4980	1,0000			
2009	0,4492	-0,0010	-0,2522	0,4192	0,1975	0,1402	0,1828	-0,4784	1,0000		
2010	0,3797	-0,3135	-0,0663	0,3336	0,1846	-0,0549	0,1852	-0,0443	0,6919	1,0000	
2011	-0,1430	-0,1332	0,7678	0,3542	0,2481	-0,2832	-0,1863	0,7191	-0,1302	0,0837	1,0000

Tab 25 Hodnoty koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	4,03	9,34	12,0	8,94	4,04	3,23	5,73	3,63	4,33	3,39	2,8	4,61
2002	10,2	6,56	8,85	9,63	7,19	5,47	4,32		5,96	5,26	5,63	3,48
2003	2,76	4,62	8,67	3,33	8,7	3,76	2,51	4,86	7,73	7,28	10	7,87
2004	6,5	5,22	11	4,6	10,3	9,22	5,04	8,85	2,85	8,84	7,45	10,4
2005	7,95	9,99	7,27	7,5	7,44	5,21	3,99	9,09	4,91	4,93	5,85	2,92
2006	5,29	7,95	5,97	9,06	4,43	5,74	3,46	2,64	2,95	5,36	5,47	2,92
2007	5,7	5,63	3,5	3,53	2,64	8,13	6,22	9,26	6,45	6,74	5,59	7,76
2008	5,7	5,7	4,3	6,3	6,6	3,8	1,7	5,2	5	5,5	4,3	1,4
2009	2,5	4,8	6,3	9,5	3,40	2,90	3,40	3,20	6,1	5,70	3,80	4,80
2010	6,9	7,7	5,5	5,9	8,3	5,6	6,4	3,9	3	4,9	1,4	4,8
2011	1,4	4	9,7	9,5	4,2	3,5	2,3	2,9	3,5	2,3	5,3	2,6

Graf 13 Vývoj koncentrací biologické spotřeby kyslíku v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011



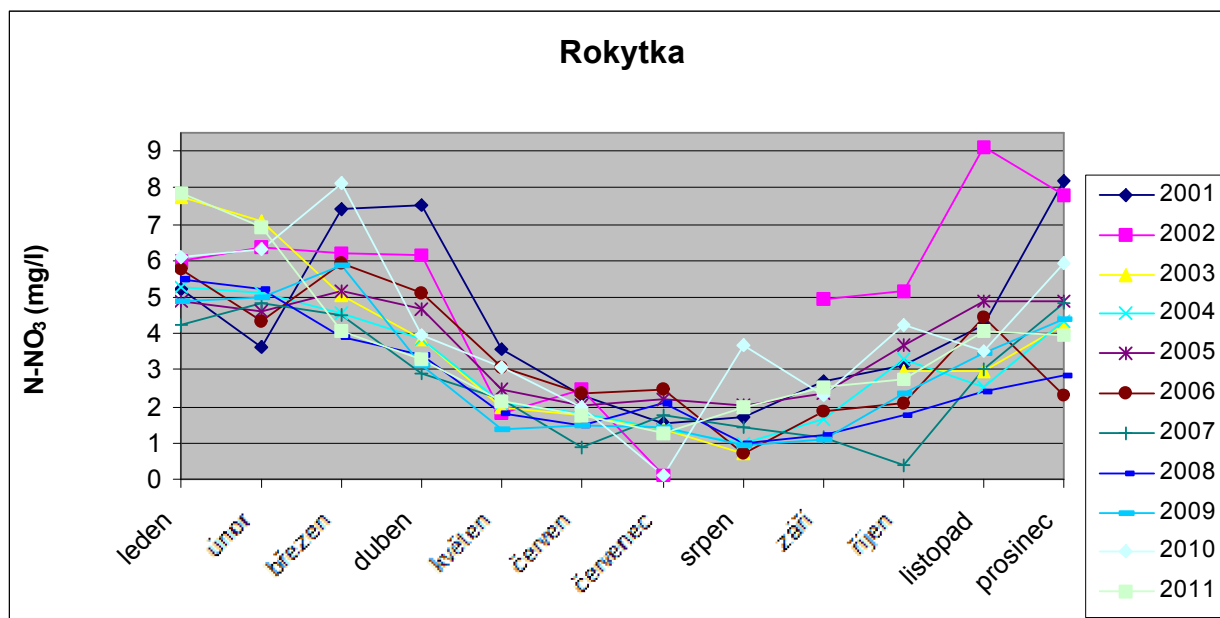
Tab 26 korelační analýza biologické spotřeby kyslíku na Rokytce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1										
2002	0,4533	1									
2003	-0,083	-0,238	1								
2004	-0,063	-0,116	0,4303	1							
2005	0,3769	0,7334	-0,21	-0,074	1						
2006	0,5654	0,5899	-0,233	-0,192	0,4662	1					
2007	-0,534	-0,668	-0,236	0,0297	-0,262	-0,521	1				
2008	0,0913	0,6934	0,018	-0,152	0,7318	0,4816	-0,443	1			
2009	0,5856	0,2927	0,0958	-0,29	0,0022	0,5182	-0,417	0,2357	1		
2010	0,3562	0,3301	-0,449	0,0896	0,3548	0,3271	-0,416	0,2412	-0,094	1	
2011	0,7343	0,5035	0,2216	0,0617	0,2583	0,5995	-0,631	0,2474	0,7166	-0,04	1

Tab 27 Hodnoty koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	5,21	3,62	7,4	7,53	3,57	2,28	1,56	1,7	2,7	3,13	4,21	8,17
2002	5,96	6,37	6,2	6,17	1,83	2,48	0,1		4,92	5,16	9,09	7,8
2003	7,77	7,09	5,07	3,86	1,98	1,75	1,36	0,72	15,5	2,96	2,99	4,25
2004	5,28	5,08	4,57	3,84	2,08	1,82	1,36	0,97	1,62	3,27	2,54	4,36
2005	4,88	4,61	5,18	4,67	2,47	2,05	2,2	2,02	2,35	3,66	4,86	4,91
2006	5,79	4,34	5,91	5,11	3,06	2,36	2,48	0,708	1,87	2,11	4,45	2,31
2007	4,25	4,82	4,51	2,91	2,22	0,886	1,73	1,43	1,15	0,405	3,03	4,84
2008	5,5	5,2	3,9	3,4	1,8	1,5	2,06	0,99	1,19	1,76	2,39	2,83
2009	4,91	5,02	5,85	3,13	1,35	1,51	1,44	0,94	1,08	2,37	3,45	4,39
2010	6,12	6,32	8,15	3,93	3,05	2	0,1	3,69	2,33	4,22	3,51	5,92
2011	7,84	6,94	4,05	3,29	2,14	1,77	1,27	1,97	2,53	2,77	4,08	3,98

Graf 14 Vývoj koncentrací dusičnanového dusíku v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011



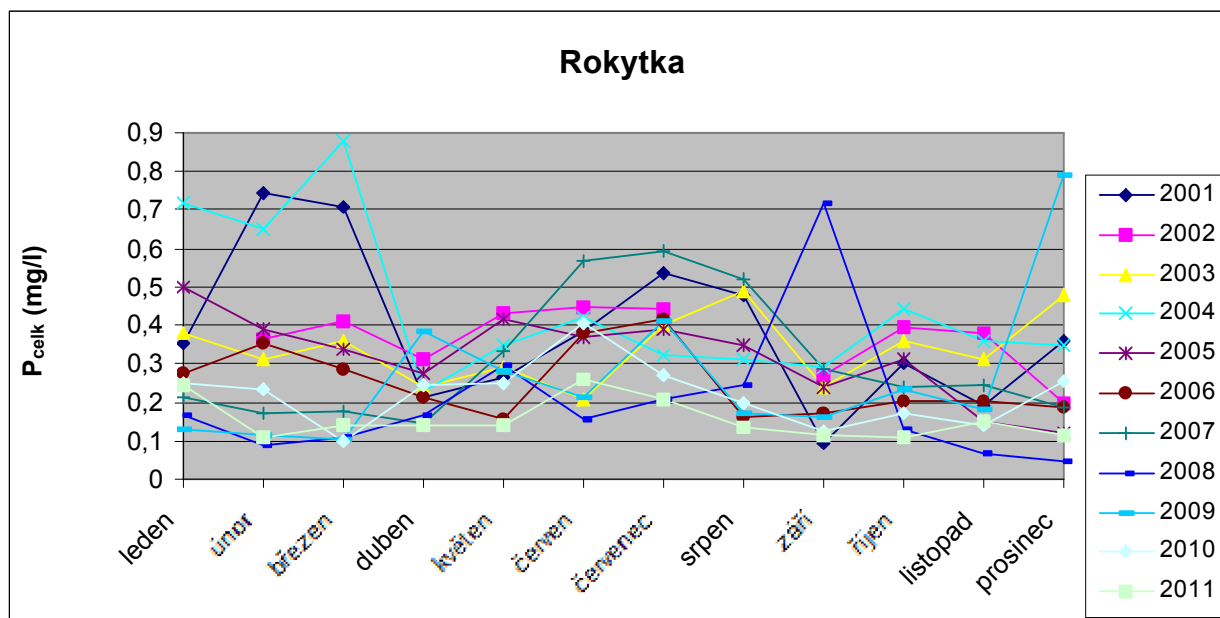
Tab 28 Korelační analýza dusičnanového dusíku v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1										
2002	0,6356	1									
2003	0,0981	0,2633	1								
2004	0,7256	0,6151	0,2378	1							
2005	0,8192	0,8487	0,1411	0,8834	1						
2006	0,6114	0,4342	0,1488	0,7428	0,776	1					
2007	0,7203	0,5656	0,1521	0,8105	0,807	0,6769	1				
2008	0,5258	0,4164	0,2256	0,9075	0,7688	0,8249	0,8254	1			
2009	0,7304	0,6702	0,1641	0,9293	0,9233	0,788	0,8882	0,872	1		
2010	0,6937	0,6604	0,1825	0,8453	0,7938	0,5849	0,7637	0,7003	0,8776	1	
2011	0,4151	0,5914	0,3742	0,8587	0,7431	0,6794	0,7582	0,9138	0,8078	0,7178	1

Tab 29 Hodnoty koncentrací celkového fosforu v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2001	0,353	0,745	0,707	0,214	0,263	0,387	0,537	0,478	0,0945	0,302	0,19	0,36
2002	1,44	0,364	0,41	0,31	0,433	0,45	0,44		0,27	0,396	0,38	0,2
2003	0,38	0,31	0,359	0,24	0,29	0,21	0,4	0,49	0,24	0,359	0,31	0,48
2004	0,72	0,65	0,88	0,23	0,35	0,42	0,32	0,31	0,29	0,44	0,36	0,35
2005	0,5	0,392	0,34	0,277	0,416	0,37	0,39	0,347	0,24	0,31	0,15	0,119
2006	0,275	0,352	0,285	0,214	0,155	0,382	0,417	0,162	0,171	0,201	0,204	0,189
2007	0,213	0,171	0,178	0,148	0,332	0,565	0,592	0,521	0,288	0,24	0,245	0,186
2008	0,169	0,089	0,11	0,167	0,299	0,156	0,207	0,242	0,717	0,132	0,069	0,049
2009	0,130	0,112	0,104	0,384	0,280	0,211	0,411	0,171	0,163	0,233	0,18	0,789
2010	0,251	0,233	0,097	0,245	0,249	0,408	0,268	0,2	0,125	0,173	0,142	0,257
2011	0,244	0,109	0,141	0,14	0,14	0,262	0,21	0,135	0,114	0,107	0,15	0,116

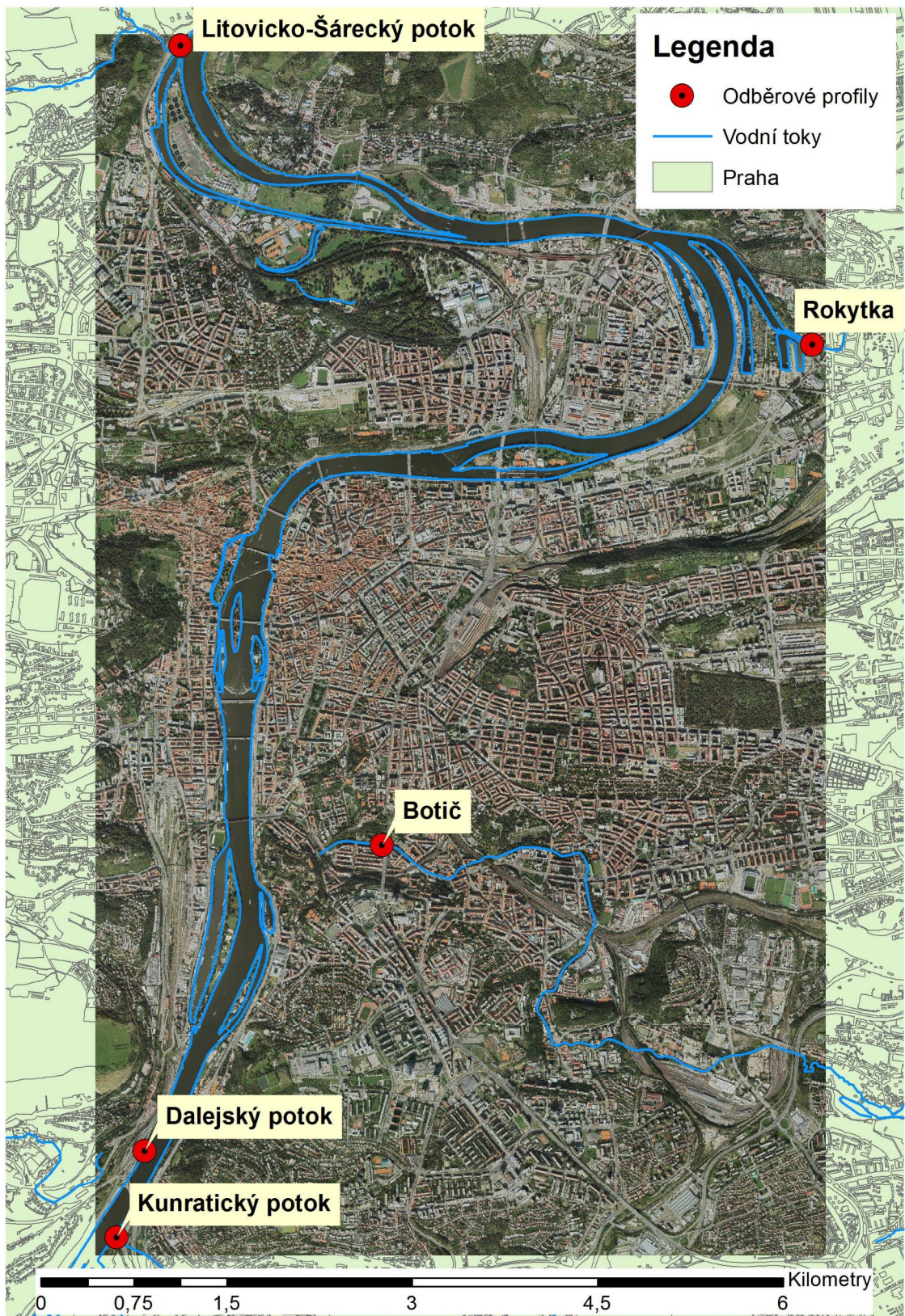
Graf 15 Vývoj koncentrací celkového fosforu v mg/l na Rokytce v letech 2001-2011



Tab 30 Korelační analýza celkového fosforu na Rokytce v letech 2001-2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2001	1,0000										
2002	0,0386	1,0000									
2003	0,3527	0,1566	1,0000								
2004	0,6528	0,4797	0,0988	1,0000							
2005	0,4040	0,6583	-0,0785	0,4375	1,0000						
2006	0,6021	0,1784	-0,1513	0,3512	0,4364	1,0000					
2007	0,0748	-0,0249	0,0858	-0,3643	0,2849	0,3760	1,0000				
2008	-0,4721	-0,0915	-0,3351	-0,3398	0,0321	-0,3054	0,1839	1,0000			
2009	-0,1785	-0,3584	0,3702	-0,4649	-0,5134	-0,1211	-0,0315	-0,2279	1,0000		
2010	0,0434	0,1588	-0,1701	-0,2238	0,3203	0,4867	0,4869	-0,2445	0,3040	1,0000	
2011	0,0430	0,6192	-0,1671	0,1501	0,5092	0,6098	0,5268	-0,1340	-0,1322	0,6511	1,0000

Mapová příloha č.1



Mapová příloha č.2



Mapová příloha č.3



Mapová příloha č.4



Mapová příloha č.5



Mapová příloha č.6

