

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

2017

Sylva Nováková



Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce: Sylva Nováková  
Studijní program: Krajinářství  
Obor: Územní technická a správní služba

Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.  
Garantující pracoviště: Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování  
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Studie změn kvality vody v Kunratickém potoce v letech 2001-2016**

Název anglicky: **The study of water quality changes in Kunratice stream in the years 2001-2016**

Cíle práce: Práce se zabývá kvalitou vody v Kunratickém potoce. Kvalita vody bude hodnocena podle fyzikálně-chemických ukazatelů, daných normou ČSN 75 7221- Klasifikace povrchových vod. Hlavní zdroje znečištění Kunratického potoka jsou:

- a) zemědělství v horních částech toků (zdroj sloučenin dusíku a fosforu),
- b) odpadní vody (zdroj organických látek, sloučenin dusíku a fosforu)
- c) dešťové vody (zdroj těžkých kovů a chloridů).

Metodika: Práce bude zaměřena na vlastní sledování v 4-5 profilech Kunratického potoka , pravidelných odběrech vody jednou měsíčně v období duben-září 2016. Další částí práce bude získat výsledky z let 2001-2016 jednak z dříve provedených prací, jednak z pravidelného monitoringu podniku Lesy hl. m. Prahy.

Doporučený rozsah práce: 35 stran textu

Klíčová slova: kvalita vody, Kunratický potok, zdroje znečištění

Doporučené zdroje informací:

1. Halász, G., et al. (2007): Application of EU Water Framework Directive for monitoring of small water catchment areas in Hungary, II. Preliminary study for establishment of surveillance monitoring system for moderately loaded (rural) and heavily loaded (urban) catchment areas, *Microchemical Journal*, 85, 72 –79
2. Jánošková, G. (2004): Sledování kvality vody v povodí Kunratického potoka, ÚŽP PŘF UK, Praha, 96s.
3. Pitter P. *Hydrochemie, VŠCHT Praha (4. Vydání) 2009*

Elektronicky schváleno: 29. 3. 2016  
prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Elektronicky schváleno: 29. 3. 2016  
prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.  
Děkan

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně. Uvedla jsem všechny literární prameny a zdroje, ze kterých jsem čerpala informace k tématu práce.

V Praze 23. dubna 2017

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěla bych poděkovat svému školiteli, doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D., za vedení bakalářské práce. Rovněž děkuji své rodině za podporu během zpracovávání této práce.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá hodnocením současného stavu kvality vody v Kunratickém potoce. Kunratický potok se nachází jihovýchodně od hlavního města Prahy a jeho délka činí 11,8 km. Potok pramení ve Vestci v nadmořské výšce 320 metrů a u Barrandovského mostu ústí zprava do Vltavy.

Úvodní část obsahuje literární rešerši zabývající se kvalitou vody a jejím sledováním. K úvodním kapitolám patří také stručný popis sledovaného území a údaje o hlavních zdrojích znečištění, především ze septiků, žump a zemědělství.

Experimentální část práce obsahuje hodnocení kvality vody na základě fyzikálně-chemických rozborů vody, analýzu obsahu dusičnanů, dusitanů, amonných iontů a fosforečnanů. Mezi kritické ukazatele jakosti vody v Kunratickém potoce patří amoniakální dusík ( $\text{N-NH}_4$ ) a biochemická spotřeba kyslíku za pět dní ( $\text{BSK}_5$ ).

Poslední dvě kapitoly – diskuse a závěr – obsahují souhrn získaných výsledků a navrhovaná opatření ke zlepšení stávající situace.

klíčová slova: kvalita vody, Kunratický potok, zdroje znečištění, dusík, fosfor

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the evaluation of the current state of water quality in the creek Kunratický. Kunratický creek is located southeast of Prague, and its length is 11.8 km. The stream rises in Vestec at an altitude of 320 meters and by the Barrandov Bridge, it empties to the Moldau River from the right side.

The introduction contains a literature review concerning water quality and its monitoring. The introductory chapters include also a brief description of the monitored area and information about major sources of pollution, mainly from septic tanks and agriculture.

The experimental part of the work includes evaluation of water quality based on physical-chemical analysis of water, analysis of nitrates, nitrites, ammonium, and phosphates. Among the critical indicators of water quality in the Kunratický creek, there are ammonia nitrogen ( $\text{N-NH}_4$ ) and biochemical oxygen demand in five days ( $\text{BOD}_5$ ).

The last two chapters – discussion and conclusion – present a summary of the results and proposed measures to improve the current situation.

keywords: Water quality, kunraticky creek, sources of pollution, nitrogen, phosphorus

SEZNAM ZKRATEK:

OM - ODBĚROVÉ MÍSTO

MŽP - MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

ČHMÚ-ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV

Hg -RTUŤ

CHSK -CHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU

ČR -ČESKÁ REPUBLIKA

BSK - BIOCHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU

ČOV - ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD

NV - NOVÁ VYHLÁŠKA

PP - PŘÍRODNÍ PARK

# OBSAH

ABSTRAKT

ABSTRACT

SEZNAM ZKRATEK

1. ÚVOD .....	8
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	10
3. KUNRATICKÝ POTOK .....	16
3.1.1. Popis toku .....	16
3.1.2. Využití a funkce toku .....	17
3.1.3. Charakteristika ukazatelů kvalit a jejich hodnocení .....	19
4. ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ .....	20..
4.1. Zemědělství .....	20
4.2. Odpadní vody .....	20
5. METODIKA PRÁCE .....	21
5.1. Hodnocené chemické parametry .....	22
5.2. Vlastní odběry vzorků .....	23
5.3. Charakteristika odběrových míst .....	24
6. VÝSLEDKY .....	25
..... 6.1. Vlastní analýzy .....	26
7. HODNOCENÍ KVALITY VOD .....	27
7.1. Hodnocení kvality vody podle ČSN 75 722127 .....	27
7.2. Pět tříd jakosti vody .....	27
7.3. Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. ....	28
8. DISKUSE .....	29
9. ZÁVĚR .....	31
10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	32
11. PŘÍLOHY .....	35



## 1. ÚVOD

Voda je nejdůležitější složka životního prostředí, bez které by neexistoval život. Sledování kvality povrchové i podzemní vody má v České republice dlouholetou tradici. Státní systém hodnocení vody byl v České republice zaveden Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) již v roce 1963. V této době byla prováděna pouze základní chemická stanovení ve 150 profilech 4x ročně. V roce 1966 byly sledované parametry doplněny o radiologické ukazatele, v 80. letech minulého století byly přidány toxické kovy a v polovině 90. let specifické organické látky. V současné době je kvalita vody sledována ČHMÚ ve 263 profilech 12x až 24x ročně. Výsledky jsou k dispozici ve formě ročenek nebo online na adrese [www.chemi.cz/ojr](http://www.chemi.cz/ojr).

Kromě ČHMÚ sleduje kvalitu povrchových i podzemních vod řada dalších institucí jako Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, podniky povodí, vysoké školy, nevládní organizace apod.

Jakost povrchových vod je velmi důležitá, protože Česká republika, na rozdíl od mnoha jiných zemí Evropské unie, musí upravovat více než polovinu celkového množství pitné vody z povrchových zdrojů. V roce 2001 byl přijat nový vodní zákon (č. 254/2001 Sb.), který do našeho zákonodárství poprvé přináší principy a požadavky ochrany vod platné pro státy Evropské unie včetně zásad vyplývajících z Rámcové směrnice Evropské unie pro vodní politiku (RSV).

Rámcová směrnice vodní politiky Evropské unie, uveřejněná ve věstníku Evropského společenství Official Journal dne 22. prosince 2000, představuje pravděpodobně nejvýznamnější legislativní nástroj pro oblast vody, který bude v mezinárodním měřítku zaváděn v průběhu mnoha let. Důvodem jejího vzniku bylo znepokojení členských států Evropské unie, pokud jde o různé způsoby stávající ochrany vod uvnitř Společenství, a odklon směrem k integrované péči o životní prostředí nastíněné v environmentálních akčních programech Společenství. Dva z hlavních cílů Rámcové směrnice o vodě jsou ochrana a zlepšení vodního prostředí a přispění k trvale udržitelnému, vyrovnanému a umírněnému využívání vody. Směrnice by měla také přispět k dosažení cílů relevantních mezinárodních dohod. To je důležité, protože některé z cílů, stanovených těmito mezinárodními dohodami, jsou dalekosáhlé a mohly by vyžadovat přísnější opatření, než jsou v současné době vyžadována podle RSV. Do vodohospodářské politiky Evropské unie jsou zavedeny nové nástroje pro ochranu a zlepšení všech evropských vod: přístup ekologického a holistického hodnocení stavu vod, plánování říčních povodí, strategie pro eliminaci znečišťování některými nebezpečnými látkami, informovanost a konzultace s veřejností a finanční nástroje.

Přijetím nového vodního zákona (č. 254/2001 Sb.) v roce 2001 navázala Česká republika mezinárodní spolupráci v oblasti ochrany vod. Česká republika má v oblasti hospodaření s vodou výsadní postavení, protože prakticky všechny vody odtékají z našeho území do sousedních států. To činí Českou republiku zodpovědnou i za ochranu Severního, Baltského a Černého moře (MŽP).

Sledování kvality povrchové vody v Kunratickém potoce je jen velmi malou částí rozsáhlého systému sledování kvality vod ve smyslu Rámcové směrnice. Přesto je důležitým podkladem, protože kvalita odtékajících vod je sice závislá na přírodních podmínkách, ale především závisí na míře znečištění produkovaných lidskou činností.

Moje bakalářská práce se věnuje sledování kvality povrchové vody Kunratického potoka, který pramení jižně za hranicemi Prahy a do Vltavy se vlévá v Braníku před Barrandovským mostem. Ve své střední části potok protéká Kunratickým lesem. Tok Kunratického potoka na území Kunratického lesa je přírodní rezervací nazývanou Údolí Kunratického potoka.

Cílem práce bylo sledovat kvalitu vody Kunratického potoka na různých odběrových místech, a navázat tím na dlouhodobý monitoring kvality vody v dané oblasti.

## 2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

Kvalita povrchových vod je sledována prakticky ve všech státech světa. Např. ve Velké Británii byly publikovány výsledky studie, zabývající se rozdíly v kvalitě vody a jejím zatížení polutanty v případě vypuštění britských řek do Severního moře (Robson a Neal, 1997). Tyto změny jsou vztaheny k regionálním rozdílům v geologii, klimatu, využívání půdy a rozložení obyvatelstva. Studie využívá údajů o jakosti vod shromážděných podle harmonizovaného monitorovacího systému. K prezentaci dat je použito regionálních map, průměrných koncentrací a tabulek zatížení na jednotku plochy.

Značné zvýšení koncentrací všech zkoumaných parametrů v řekách způsobují domovní odpadní vody i odpadní vody z průmyslových zdrojů. Pro některé parametry, jako např. nikl, amonné ionty, orthofosforečnany, průmyslové, eventuelně domácí vstupy převyšují všechny ostatní zdroje. V ostatních parametrech jsou srovnatelné vstupy z rozptýlených zdrojů, a to buď z kontaminovaných usazenin (např. zinek, olovo a měď na severu) nebo ze zvětrávání skalního podloží (např. vápník na jihu, díky dominanci vápenců a vápnatých jílů). Dokonce i pro ukazatele, jako jsou dusičnany, které se vyskytují téměř ve všech oblastech, protože mají charakter rozptýlených zdrojů, mohou být průmyslové vstupy velmi významné.

Pro mnoho látek je asi 60 až 80 % z celkového zatížení řek, ústících do Severního moře (měřeno při slapových mezích mezi Tweed a Yare), odvozeno od řeky Humber, přestože tato oblast představuje pouze polovinu toku. Řeky Aire a Don přispívají zejména vysokým zatížením vztaheným k jejich spádové oblasti. Řeky severního pobřeží přispívají obecně nízkým zatížením většinou polutantů, výjimkou jsou kovy jako železo, olovo a zinek, které tvoří více než třetinu celkového příkonu Severního moře z Velké Británie.

Systém Harmonised Monitoring Scheme (HMS) byl zahájen v roce 1974 a představuje nejlépe organizovaný zdroj časových a prostorových dat popisujících kvalitu vody v řekách Skotska, Anglie a Walesu (Ferrier a kol., 2001). Tento dokument představuje první podrobnou analýzu dat pro Skotsko a identifikuje časové změny v kvalitě vody od roku 1974 do roku 1995. Vyhodnoceny byly parametry, které jsou ovlivňovány jak bodovými, tak difúzními zdroji ynečištění. Výsledky ukazují, že koncentrace dusičnanů úzce korelují s množstvím orné půdy a že existují vztahy mezi travními porosty a koncentrací fosforu – ortofosfátů. Podobně v městských povodích silně vzájemně korelují hodnoty množství amonného dusíku, ortofosforečnanového fosforu a suspendovaných látek.

Záznamy kvality vody ze dvou celostátních sítí pro odběr vzorků nyní dovolují vyhodnocení dlouhodobých trendů kvality vody na více než 300 místech na hlavních amerických řekách (Smith a

kol., 1987). Pozorované trendy ve 24 měřeních kvality vody pro období od roku 1974 do roku 1981 poskytují nový pohled na změny v kvalitě vod, k nimž došlo díky velkým změnám povětrnostních vlivů. Zvláště pozoruhodný je zvýšený pokles fekálních bakterií a koncentrace olova a podstatné zvýšení koncentrace dusičnanů, chloridů, arsenu a kadmia. Městské čistírny odpadních vod zaznamenaly používání soli na dálnicích a aplikace dusíkatého hnojiva, spolu s poklesem spotřeby olovnatého benzínu.

Hunsaker a Levine (1995) se zabývali kvalitou povrchových vod v závislosti na charakteru krajiny. Ve studii se ukázalo, že různé způsoby využívání krajiny mohou podstatně ovlivnit kvalitu povrchové vody.

V posledních letech bylo prokázáno, že metody založené na fuzzy logice dovolují řešit problematiku nejistot a subjektivit ekologických problémů (Ocampo-Duque a kol., 2006). V této studii jsou metodiky založené na fuzzy inference systémech (FIS) navrhovány k posouzení kvality vody. Byl vyvinut index kvality vody, počítaný fuzzy metodou. Potenciální aplikace fuzzy indexu byla testována v případové studii. Souborné údaje byly shromážděny z rozborů vody v řece Ebro (Španělsko) dvěma různými agenturami na ochranu životního prostředí. Dosavadní výsledky, zpracované v rámci geografického informačního systému, jednoznačně souhlasí s oficiálními zprávami a znaleckými posudky o problémech znečištění ve studované oblasti.

V Československu a poté i České republice byla problematika kvality povrchových vod řešena dlouhodobě. První rozborů vod z pražských potoků pocházejí z let 1958 – 1966 (Říha, 1958; Zapletal, 1960; Maštalíř, 1966).

V průběhu let byla kvalitě povrchových vod věnována stále větší pozornost a kromě obecných rozborů, ve kterých byly stanovovány základní ukazatele chemického složení vody (jako např. kyslíkové ukazatele, CHSK, BSK, pH, obsah rozpuštěných a nerozpuštěných látek, dusičnanů, dusitanů, amoniakálního dusíku, fosforečnanů a základních kationtů), byly sledovány ukazatele specifické jako např. toxické kovy, specifické organické látky a kvalita sedimentů. Jedinou celoplošnou pozorovací sítí povrchových a podzemních vod na území České republiky provozuje Český hydrometeorologický ústav. Počet stanovovaných parametrů se postupně zvyšoval, a to následovně ([www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)):

od r. 1963 – základní chemické a fyzikální ukazatele;

od r. 1966 – radiologické ukazatele;

od r. 1993 – 5 profilů v rámci sítě MKOL (4x Labe, 1x Vltava);

od 80. let – těžké kovy;

od poloviny 90. let – specifické organické látky;

od r. 1996 – těžké kovy v sedimentovaných plaveninách;

od r. 1999 – specifické organické látky v sedimentovaných plaveninách.

Kvalita vody v potocích je bezesporu závislá na způsobu využití vody. Problematické jsou jednak zaústěné domovní odpadní vody, dále vody průmyslové, zemědělské a další odpadní vody.

Kromě kvality vody je v pražských potocích sledována i kvalita sedimentů. Ty jsou nazývány „paměť toků“, protože znečištění v povrchových vodách se ukládá do sedimentů. Sedimenty tak vlastně zachycují historii kvality vody. Kvalitou sedimentů v pražských potocích se zabývají např. práce Komínkové a Nábělkové (2009), Benešové a kol. (2003) a Benešové a kol. (2009). Z výsledků vyplývá, že většina pražských potoků je silně zatížena toxickými kovy a vybranými organickými látkami. Toxické kovy se do toků dostávají převážně ze starých průmyslových výroby a částečně ze zemědělství (Hg), organické látky se objevují jednak v horních tocích – ze zemědělsky využívaných ploch, dále z nečištěných domovních odpadních vod a z průmyslových výroby.

Pokud jde o Kunratický potok, jsou hlavními zdroji znečištění zemědělství (zdroj sloučenin dusíku a fosforu), odpadní vody (zdroj organických látek, sloučenin dusíku a fosforu) a dešťové vody (zdroj těžkých kovů a chloridů). Z výsledků je zřejmé, že tyto zdroje mají vliv na kvalitu vody v pražských potocích. Mezi nejhorší ukazatele kvality vody v Kunratickém potoce patří hlavně celkový fosfor, CHSK a BSK<sub>5</sub>. V ostatních pražských potocích je to podobné. Pražské potoky jsou také významně zatíženy těžkými kovy.

Kvalitou vody v pražských potocích se zabývalo i několik bakalářských a diplomových prací, například práce Čermákové (2000), Buchala (2001), Jánoškové (2004) a Hřebíkové (2007).

Pravidelně jsou pražské potoky sledovány podnikem Lesy hl. m. Prahy (<http://lesyprahasweb.webmium.com/prazske-potoky>).

Územím Prahy protéká 99 potoků, což činí celkem téměř 374 km. Z této délky je ve správě Odboru ochrany prostředí MŽP téměř 226 km a přibližně 120 ha zeleně podél těchto vodotečí. Údržbu pražských potoků zajišťuje organizace Lesy hl. m. Prahy (<http://lesyprahasweb.webmium.com/prazske-potoky>).

V roce 2005 byl zahájen projekt „Potoky pro život“, jehož cílem je zlepšení kvality vody v pražských potocích a zvýšení zájmu občanů o tuto problematiku. Do poloviny roku 2009 bylo v rámci tohoto projektu zrevitalizováno 3,58 km a upraveno 1,47 km vodních toků. Dále bylo zbudováno 1,6 km nových koryt.

V rámci projektu (2009) byly provedeny tyto revitalizační akce:  
revitalizace koryta Botiče, ulice U Prádelny;  
revitalizace koryta Botiče v rámci protipovodňových opatření u Kozinova náměstí;  
revitalizace koryta Rokytky, Svěpravického a Hostivického potoka v prostorách suchého poldru Čihadla;

revitalizace Košíkovského potoka;  
revitalizace Krůteckého potoka;  
obnova Čimického potoka;  
revitalizace Baňského potoka – obnova přehrážek;  
revitalizace Koryta Botiče před Fidlovačkou;  
revitalizace Dalejského potoka v Hlubočepích.

Kvalita povrchové vody je hodnocena na základě normy ČSN 75 7221: Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod, novelizované v říjnu 1998. Podle uvedené normy „se jednotlivé ukazatele zatřídí podle charakteristické hodnoty, tj. hodnoty s 90% pravděpodobností nepřekročení, u rozpuštěného kyslíku překročení“. Norma vyžaduje, aby počet měření za sledované období byl větší než 11. Protože v některých případech je hodnot méně (odběry na malých vodních tocích), hodnotí se průměr ze tří nejhorších. Ukazatele jsou členěny do pěti skupin, kde rozhoduje ukazatel s nejnepříznivější hodnotou klasifikace. O zařazení toku do třídy pak rozhoduje nejhorší klasifikace z jednotlivých skupin. Novela normy ČSN 75 7221 přinesla změny v zařazení jednotlivých ukazatelů do skupin a ve vzniku nových ukazatelů. Přibyla celá skupina organických látek, které se doposud systematicky nestanovovaly nebo nebyly rozhodující pro klasifikaci tříd.

Z provedených sledování je možno udělat následující závěry:

Kvalita vody v pražských potocích je výrazně ovlivněna

- odtokem z odlehčovačů kanalizačních stok při dešti. Odlehčovači se do toků dostává fekální znečištění, kterým se zvyšuje obsah všech forem dusíkatého znečištění. Rovněž výskyt koliformních bakterií je způsoben nedostatkem kyslíku v důsledku kvality těchto vod;
- zemědělstvím – především znečištěním toxickými kovy a specifickými organickými látkami. Sloučeniny dusíku a fosforu se do potoků dostávají s odtokem dešťových vod (Carpenter, 1998). Vlivem používání různých pesticidů a fungicidů se do vod mohou také dostávat různé toxické látky a hlavně toxické kovy, které jsou součástí těchto přípravků;
- zaústěním nečištěných odpadních vod, které je i důvodem úmrtí ryb (Almeida a kol., 1999). Příkladem je Kunratický potok, kde byly bez povolení zaústěny výpusti od obyvatel;
- splachy ze zpevněných ploch, hlavně v zimních měsících, vodami z posypu silnic solí;
- haváriemi, které nejsou nejpodstatnějším znečištěním, ale nelze je ze seznamu problémů vyloučit. V roce 1999 byly například zaznamenány dvě větší ropné havárie na Rokytce v oblasti Kyjského rybníka. V období 1994 – 2003 došlo na Kunratickém potoce k sedmi haváriím, jak ukazuje Tab. 1, u čtyř z nich nebyl zjištěn původce.

U některých potoků je nutné použít speciální metody ke stanovení kvality vody. Příkladem jsou Štěrboholský potok, kde byly zjištěny xyleny, pravděpodobně ze zbytků barev, a Libušský potok, kde se občas vytvoří nápadná pěna s vyššími obsahy polyaromatických uhlovodíků pocházejících pravděpodobně z uzení masa. V Dalejském potoce je možné prokázat znečištění polychlorovanými bifenyly, v Motolském potoce byl v roce 1999 několikrát zaznamenán výskyt zdravotnického materiálu.

Porovnáme-li výsledky zahraničních autorů s našimi, můžeme konstatovat, že problémy kvality vody jsou velmi podobné. Obecně hlavními zdroji znečištění povrchových toků jsou nečištěné odpadní vody, používání ochranných látek v zemědělství a splachy z pevných povrchů.

Tab. 1. Havárie na Kunratickém potoce.

Zdroj: <http://lhmp.cz/vt/prazske-potoky-2/kunraticky-potok/>.

<b>Datum</b>	<b>Původce, příčina a charakter znečištění</b>	<b>Místo znečištění</b>
30.8.1994*	nezjištěn, vylití ropné látky do vpusti dešťové kanalizace	Praha 4, Krč, Kunratický potok
29.8.1994*	Thomayerova nemocnice, prasklá hadice chladicího systému, únik ropných látek a čpavku	Praha 4, Krč, Kunratický potok
29.5.1998**	objekt č. 166/8, fekální znečištění vypouštěné z objektu	Praha 4, Kunratice, K Verneráku 166/8
24.5.2000*	Raab Karcher t. č. s., při přečerpávání dešťových vod ze vstupních šachet nádrží na ČS OMV došlo omylem k vypuštění do dešťové kanalizace místo do sběrné jímky na úkapy	Praha 4, Krč, Kunratický potok
19.7.2000*	nezjištěn, úhyn ryb z neznámých důvodů, cca 500 kg	Praha 4, rybník Labuť a Zámecký rybník
30.10.2003 ***	nezjištěn, fekální znečištění, tuky	Praha 4, Kunratice, DUN – Vernerák
5.11.2003 ***	nezjištěn, tukový produkt krémové barvy	Praha 4, Kunratice, DUN – Vernerák



### 3. KUNRATICKÝ POTOK

#### 3.1. POPIS TOKU

K vypracování bakalářské práce byl vybrán Kunratický potok, který je pravostranným přítokem Vltavy. Vzhledem k charakteru potoka je jasné, že kvalita vody v Kunratickém potoce ovlivňuje kvalitu vody ve Vltavě.

Údolí Kunratického potoka je přírodní památkou. Důvodem je meandrující část potoka v lesních porostech. Turisticky významná je zřícenina Nového hradu. V této lokalitě je řada turistických tras a cyklotras, které pochopitelně ovlivňují kvalitu vody v potoce.

Kunratický potok pramení jižně za hranicemi Prahy v obci Vestec. Délka toku je 11 km, plocha povodí 31,6 km<sup>2</sup>. Povodí má protáhlý tvar s podélnou osou přibližně ve směru SZ-JV.

Povodí lze podle charakteru rozdělit do dvou částí. První je horní část odvodňovaná levostranným přítokem, Olšanským potokem, která se nachází mimo území hlavního města Prahy. V tomto horním úseku potok není výrazně ovlivněn zástavbou, není souvisle upraven, v některých částech je zachován jeho přírodní charakter. V pramenné oblasti protékají koryta loukami a přitéká do nich řada stružek a odvodňovacích příkopů. Leží zde chráněné území Hrnčířské louky. V ostatních částech horní části povodí protéká koryto potoka plochým územím z větší části zemědělsky obdělávaným (Anonym, 2000).

Druhá část toku tvoří pramennou oblast několika přítoků. Pravou pramennou větev tvoří Kunratický potok s plochou povodí 6,65 km<sup>2</sup> s přítokem od Hrnčířů o ploše povodí 4,18 km<sup>2</sup> a s přítokem od Kateřinek, Kateřinským potokem, s plochou povodí 1,76 km<sup>2</sup>.

Pro povodí Kunratického potoka je charakteristická řada rybníků. V horní části povodí po rybník Šeberák protéká Kunratický potok postupně Hrnčířský rybník, rybník Brůdek, Šeberovský rybník a Nový rybník (retenční nádrž). Od Hrnčířského rybníku zaústíuje přítok z obce Hrnčíře, na němž je zaústěn rybník Šmatlík. Mezi Hrnčířským rybníkem a rybníkem Brůdek přijímá Kunratický potok zprava přítok s rybníky Sladkovský a Jordán a přítok z rybníku Jordánek. Do Šeberovského – Mlýnského rybníka zaústíuje Kateřinský potok na 11,6 km toku. Na něm jsou situovány Kovářský rybník a rybník Šmejkal. Do rybníka Šeberák zaústíuje též Olšanský potok, který protéká Vestecký rybník a Olšanský rybník. V malé vzdálenosti pod Olšanským rybníkem přijímá Olšanský potok zleva přítok, který je někdy označován jako druhá větev Olšanského potoka, na něm je situován rybník Rezerva (retenční nádrž) a jeho přítokem je Hodkovický potok. Dále po toku Kunratického potoka pod rybníkem Šeberák jsou rybníky Hornomlýnský – Vernerák, Dolnomlýnský – Bartůněk

(do něj je přes dešťovou usazovací nádrž Kunratice zaústěn rybník Ohrada), Labuť, Pivovarský, Sýkorka a pod ústím Roztylského potoka Zámecký a Podzámecký rybník (Musil a kol., 2002).

Oblast od rybníka Šeberák v Kunraticích až po rybník Labuť v Krči tvoří výrazné údolí s úzkou údolní nivou, zahloubené místy až 30 m pod okolním terénem. Mezi Hornomlýnským a Dolnomlýnským rybníkem protéká potok zahrádkami a zástavbou rodinných domů a vil, koryto je upraveno a opevněno (Anonym, 2000). Potok pokračuje chráněným územím Kunratického lesa, kde je charakter toku technickou a ekologickou stabilitou drobných městských toků s častými meandry (Pollert a kol., 2004).

V dolní části toku pod rybníkem Labuť, od křížení s ulicí Vídeňskou, je potok až k ústí regulován, posledních 400 m je zatrubněn. Jediným pravostranným přítokem je v této části toku Roztylský potok, do kterého je odkanalizována rozsáhlá oblast depa Kačerov a je zde vybudován Roztylský poldr (Musil a kol., 2002).

### 3.2. VYUŽITÍ A FUNKCE TOKU

Možností, jak využívat sledovaný tok, je několik:

- Odvodnění oblasti – do potoka je dešťovou kanalizací odvodněno zhruba 15,5 km<sup>2</sup> a vzhledem k probíhající výstavbě a záměrům dle územního plánu bude těchto ploch přibývat, hlavně v horní části toku.
- Rekreační využití oblasti – z tohoto hlediska je dominantní chráněné území Krčský les, jako vycházková oblast. Pro letní rekreační koupání se využívají především rybníky.
- Většina nádrží slouží k chovu ryb, ale pouze u vybraných rybníků je tato funkce označována jako hlavní.
- Retenční funkce – transformace přívalových průtoků: všechny nádrže mají určitý retenční účinek, u většiny z nich to není jejich hlavní účel (Musil a kol., 2002).
- Významný krajinný prvek (Musil a kol. 2002).

**Šeberák** je rozlohou největší rybník v Kunraticích na jižním okraji Prahy 4. Slouží k rekreačním účelům, na západο-jížním okraji se nachází Restaurace Šeberák se sportovním areálem, zpoplatněným koupalištěm, hřištěm a pláží. Šeberák sloužil také k rybaření, v zimě k bruslení, pomáhá zadržovat vodu při povodních a je útočištěm k hnízdění některých druhů vodního ptactva.

V roce 2009 odkoupila rybník Šeberák firma Ogopogo, a. s., od společnosti Líšno za 12,5 milionů Kč. Záměrem bylo postavit 10 luxusních hausbótů a rybník ze tří čtvrtin oplotit. V roce 2012 byl Šeberák částečně vypuštěn pod záminkou „revitalizace“. V roce 2014 společnost rybník vypouštěla kvůli odbahnění a revitalizaci. Příprava na výstavbu znamenala opakované napouštění opět za účelem revitalizace, což způsobilo úhyn živočichů (včetně chráněných druhů) a vypouštěná voda zaplavila zahradu a objekt policie ČR. Při vypouštění se v okolí rybníka nahromadily odpady, které nikdo neodklízel. Do kauzy se zapojilo Občanské sdružení „Pro Kunratice“, které oslovilo MŽP. Sdružení připravilo také petici, kterou podepsalo přes 800 lidí. Vznikla také online petice, kterou podepsalo přes 1500 lidí. Proti hausbótům se vyhradila i radnice, své rozhodnutí odůvodnila tak, že Šeberák je biokoridor a jakákoliv stavba zde není možná. Developerům byl v roce 2011 schválen projekt na rekonstrukci rybníku, čekali pouze na povolení vodoprávního úřadu. Firma nyní nabízí městu odkup rybníku Šeberák za 48,5 milionu Kč. V současnosti jedná firma Ogopogo, a. s., o prodeji s magistrátem hlavního města Prahy. Cena byla stanovena soudním znalcem na 50 236 000 Kč a s transakcí v říjnu letošního roku souhlasila i Majetková komise Rady hl. m. Prahy. Nyní o ní bude ještě rozhodovat Zastupitelstvo hl. m. Prahy (Zpráva ze 43. jednání Rady hl. m. Prahy 20. 12. 2016). Pokud jde o využití rybníku Šeberák, byl v době vlastnictví firmy Ogopogo, a. s., střídavě nepřístupný zájemcům o koupání. Kvalita vody pak byla dlouhodobě na špatné úrovni, letos pak dokonce samotný areál koupaliště před zhoršenou kvalitou vody varuje. Koupání je zde nyní na vlastní nebezpečí, podle pražských hygieniků je voda v Šeberáku dokonce na nejhorší úrovni v celé Praze.

### 3. 3. CHARAKTERISTIKA UKAZATELŮ KVALIT A JEJICH HODNOCENÍ

#### **Amoniakální dusík**

Amoniakální dusík je vodě zastoupen v disociované formě jako  $\text{NH}_4^+$  a nedisociované formě jako  $\text{NH}_3, \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  v závislosti na teplotě a hodnotě pH. Dále se může vyskytovat jako aminokomplex. Koncentrace amoniakálního dusíku v povrchových vodách nepřesahuje hodnotu  $1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (Pitter, 2009). Za aerobních podmínek je oxidován nitrifikačními bakteriemi na dusitany a dusičnany (Grünwald, 1993). Je velice toxický pro ryby a zooplankton – toxicita je ovlivněna pH vody, protože toxické účinky má nedisociovaná molekula  $\text{NH}_3$  (Pitter, 2009).

#### **Dusičnany**

Dusičnany vznikají nitrifikací amoniaku a jsou odvozeny od kyseliny dusičné. Za určitých podmínek podléhají chemické redukci na dusík a oxid dusný a v určitých případech vznikají dusitany a amoniakální dusík (Grünwald, 1993). Ve vyšších koncentracích jsou dusičnany toxické pro vodní organismy. Toxicita u ryb se projevuje mírně a zvyšuje se až při vysokých koncentracích dusičnanů ve vodě (Camargo, 2005).

#### **Dusitany**

Ve vodě se dusitany vyskytují ve formě jednoduchého aniontu  $\text{NO}_2^-$  a jsou odvozeny od kyseliny dusité ( $\text{HNO}_2$ ). Koncentrace bývají velmi nízké, jelikož jsou nestálé a v aerobních podmínkách jsou nitrifikovány na dusičnany. Dusitany mohou působit velice toxicky jak na ryby, tak i jiné vodní organismy. Toxicitu ovlivňuje především chemické složení vod (Grünwald, 1993).

#### **Sloučeniny fosforu**

Ve vodách dělíme fosfor na nerozpuštěný a rozpuštěný a dále se tyto formy dělí na organicky a anorganicky vázaný fosfor. V povrchových vodách jsou koncentrace fosforečnanů nízké. Přírodním zdrojem fosforu je vyluhování půd, její rozpouštění a uvolňování fosforu z minerálů a zvětralých hornin. Mezi antropogenní zdroje patří fosforečná hnojiva, která se používají v zemědělství, živočišný odpad a hlavně splaškové odpadní vody obsahující fosforečnany z prostředků, které se používají v domácnostech (Edwards, 2008).

## **4. ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ**

### **4.1. ZEMĚDĚLSTVÍ**

Vlivem intenzifikace zemědělství a velkého množství používaných hnojiv dochází ke znečišťování potoků a do vod se s odtokem dešťových vod dostávají sloučeniny fosforu a dusíku (Carpenter, 1998).

Do vod se mohou dostat také různé toxické látky, hlavně těžké kovy, vlivem používání pesticidů a fungicidů (Hřebíková, 2007). Při vysokých koncentracích dusíku a fosforu dochází k eutrofizaci, kdy se nadměrně rozvíjí fytoplanktonní organismy – sinice a řasy. Zvýšená biomasa fytoplanktonu má vliv na kyslíkový režim ve vodách a na toxicitu vody. Pokud dojde k vyčerpání kyslíku ve spodních vrstvách, uvolňuje se fosfor ze sedimentu do vody a zvyšuje se eutrofizace (Lellák, 1991). Eutrofizace má vliv na změnu druhového složení a může způsobit úmrtí ryb a jiných vodních organismů.

### **4. 2. ODPADNÍ VODY**

Odpadní vody lze dělit na splaškové a průmyslové odpadní vody. Ve splaškových odpadních vodách je obsaženo vysoké množství nerozpuštěných látek, organických látek, sloučenin dusíku i fosforu. Průmyslové odpadní vody kromě znečišťujících látek mohou obsahovat i organické látky, těžké kovy, sloučeniny síry, fosforu i dusíku podle oboru průmyslového odvětví.

Velký vliv na kvalitu vody v Kunratickém potoce může mít ČOV Vestec. Do ČOV Vestec je napojen průmyslový areál Safina Vestec, kde se zpracovávají kovy, což ovlivňuje koncentraci těchto kovů v potoce. Na řešeném území jsou čtyři kanalizační sběrače kmenové stoky, které ústí na Císařském ostrově (Musil a kol., 2002).

V některých částech Kunratic a Šeberova stále chybí splašková kanalizace a likvidace odpadních vod je řešena pře žumpy, septiky a ve výjimečných případech i domovními čistírnami vod. Několik samostatných stok a otevřených příkopů ústí do Kunratického potoka.

## 5. METODIKA PRÁCE

### 5.1.ZÁKLADNÍ CHEMICKÉ PARAMETRY

#### **Amoniakální dusík ( $\text{NH}_4^+$ )**

Amoniakální dusík byl stanovován spektrofotometricky. Ke vzorku vody bylo přidáno vybarvovací činidlo a roztok dichlorisokyanuratanu sodného a vzorek byl měřen proti slepému vzorku připravenému z deionizované vody v 1cm křemenných kyvetách při vlnové délce 655 nm podle normy ISO 7150-1 a 2.

Pro účely NV 61/2003 Sb. a ČSN 75 7221 bylo nutné přepočítat hodnoty amonných iontů podle vztahu:

amoniakální dusík N- $\text{NH}_4$  ..... 1 mg  $\text{NH}_4^+$  odpovídá 0,7765 mg N.

#### **Dusitany ( $\text{NO}_2^-$ )**

Dusitany byly stanovovány jako amoniakální dusík spektrofotometricky. Ke vzorku byla přidána 0,6% kyselina sulfanilová a 0,6% a-naftylamin, čímž došlo k vybarvení vzorku, kdy intenzita vzniklého zabarvení je úměrná koncentraci dusitanů ve vzorku – to umožňuje využití kolorimetrické metody. Měří se proti slepému pokusu připravenému z destilované vody ve 4-cm křemenných kyvetách při vlnové délce 520 nm.

Pro účely NV 61/2003 Sb. a ČSN 75 7221 bylo nutné přepočítat hodnoty dusitanových iontů podle vztahu:

dusitanový dusík N- $\text{NO}_2$  ..... 1 mg  $\text{NO}_2^-$  odpovídá 0,3045 mg N.

#### **Dusičnany ( $\text{NO}_3^-$ )**

Spektrofotometrické stanovení dusičnanů bylo prováděno měřením většinou naředěného vzorku vody destilovanou vodou proti slepému pokusu, kterým je destilovaná voda, v 1-cm křemenných kyvetách se zapnutou UV-lampou spektrofotometru při vlnové délce 214 nm.

Pro účely NV 61/2003 Sb. a ČSN 75 7221 bylo nutné přepočítat hodnoty dusičnanových iontů podle vztahu:

dusičnanový dusík N- $\text{NO}_3$  ..... 1 mg  $\text{NO}_3^-$  odpovídá 0,226 mg N.

Ukazatele anorganického dusíku byly vybrány, protože znečištění vod dusičnany je závažný problém ohrožující nejen člověka (především děti), ale i přírodu a krajinu. Rozhodující měrou se na něm podílí zemědělství.

Jako opatření na snížení uvolňování dusičnanů vstoupila v platnost tzv. nitrátová směrnice. Jde o evropský předpis, zakotvený v českém právu v rámci vodního zákona (č. 254/2001 Sb). V roce 2003 byly v České republice vyhlášeny **zranitelné oblasti**, a to asi na 45 % výměry zemědělské půdy. Jedná se o území, kde jsou povrchové a podzemní vody využívány jako důležité zdroje pitné vody. Dále byla definována opatření týkající se používání a skladování statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření ve zranitelných oblastech. Vzhledem k tomu, že povodí Kunratického potoka je z velké části ovlivněno zemědělstvím, jsou tyto ukazatele velmi podstatné pro hodnocení kvality povrchové vody.

### **Fosforečnany ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Stanovování fosforečnanů bylo prováděno také spektrofotometricky. Ke vzorku vody byl přidán kyselý roztok molybdenanu amonného a roztok chloridu cínatého, vzorek se pak vybarví modře. Měří se intenzita zabarvení ve 4cm křemenných kyvetách proti slepému pokusu připravenému z destilované vody při vlnové délce 700 nm.

Pro účely výpočtu látkového odnosu byly hodnoty fosforečnanových iontů přepočítány podle vztahu:

fosforečnanový fosfor P- $\text{PO}_4$  ..... 1 mg  $\text{PO}_4^{3-}$  odpovídá 0,32 mg P

## **5. 2. ODBĚRY VZORKŮ**

Na Kunratickém potoce bylo vytipováno 6 odběrových míst, ve kterých byly v období od června do října 2016 provedeny pravidelné měsíční odběry vody. Vzorky jsem odebírala do PET lahví a analyzovala v Laboratoři ochrany vod Ústavu pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.

## **5. 3. CHARAKTERISTIKA ODBĚROVÝCH MÍST**

### **OM č. 1: U KRÁLE VÁCLAVA**

- říční kilometr 6,7
- odběr byl prováděn v ohybu Kunratického potoka z levého břehu
- odběrové místo leží v chráněném území PP Údolí Kunratického lesa při jeho západním okraji
- koryto je velmi mělké, přirozeného charakteru, kamenité
- předpokládala jsem, že na zde odebraných vzorcích by se mohla projevit samočisticí schopnost toku, který má na území Kunratického lesa výrazně přírodní charakter

### **OM č. 2: NA TÝ LOUCE ZELENÝ**

- říční kilometr 5,6
- odběr byl prováděn poblíž silničního mostu (neprůjezdného) z pravého břehu
- odběrové místo leží také v chráněném území PP Údolí Kunratického lesa na jeho západním okraji
- koryto je velmi mělké, přirozeného charakteru, spíše kamenité

### **OM č. 3: NAD LABUTÍ**

- říční kilometr 4,35
- voda byla odebírána v malé vzdálenosti nad nápuštěným objektem rybníka Labuť
- odběrové místo leží těsně za hranicemi PP Údolí Kunratického lesa
- koryto má přírodní charakter, je hlubší a více bahnité

### **OM č. 4: LABUŤ**

- říční kilometr 4,3
- voda odebírána přímo z rybníka Labuť, který má funkci rybochovnou a retenční



### **OM č. 5: POD LABUTÍ**

- říční kilometr 4,2
- voda odebírána přímo pod ocelovou lávkou, poté co se spojí tok Kunratického potoka, který teče kolem rybníka Labuť, s vodou vytékající z rybníka, těsně před křížením potoka s ulicí Vídeňskou
- koryto je hlubší, zpevněný pravý břeh

### **OM č. 6: MEZI SKLADY**

- říční kilometr 2,3
- voda odebírána přímo pod ocelovou lávkou, na konci ulice Mezi sklady
- koryto je regulováno, spolu s břehy zpevněno dlažbou

V úseku mezi OM-5 a OM-6 zaústíuje hned několik dešťových výustí.

## 6. VÝSLEDKY

Výsledky vlastních rozborů vody z Kunratického potoka v období červen – říjen 2016 jsou uvedeny v Tab. 2. Souhrnný chemismus Kunratického potoka z období let 2001 – 2014 (měsíční odběry v ústí potoka, před zaústěním do zaklenutí) z podniku Lesy hlavního města Prahy je uveden v Přílohách.

Výsledky chemických rozborů z roku 2015 nejsou v tabulce č. 3 k dispozici, jelikož mi nebyly poskytnuty.

V práci jsem dále vycházela z výsledků základních chemických parametrů Kunratického potoka v období mezi listopadem 2002 a prosincem 2003 Jánoškové (2004), které také uvádím v Přílohách.

Z mých měření (Tab. 2) vyplývá, že sledované hodnoty chemismu (dusitany, amonné ionty a fosforečnany) se po dobu vegetační sezóny téměř neměnily, a to ani v čase, ani mezi jednotlivými odběrovými místy.

Z dat monitoringu Kunratického potoku je patrné, že v určitých letech jsou zaznamenány zvýšené koncentrace dusičnanů ve vodě. Dusičnany jsou látky bohaté na dusík a tak se nejčastěji používají jako hnojiva pro zemědělské plodiny. Vlivem dešťů dochází k tomu, že se ve zvýšené míře objevují ve vodním toku, což je patrné i ve výsledcích, které jsou uvedeny v přílohách v podobě grafu.

Tab. 2. Hodnoty dusitanů, dusičnanů, amonných iontů a fosforečnanů ve vodě Kunratického potoka v červnu – říjnu 2016. Odběrová místa 1 – 6 jsou popsána v kap. Metodika.

Datum / parametr	17. 6.	17. 7.	18. 8.	17. 9.	18. 10.
<b>OM 1</b>					
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,24	0,24	0,26	0,25	0,24
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1,53	1,82	1,39	2,69	5,59
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,06	0,06	0,14	0,05	0,05
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	0,16	0,15	0,15	0,16	0,14
<b>OM 2</b>					
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,22	0,23	0,25	0,24	0,25
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1,52	1,62	2,02	1,85	4,48
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,05	0,07	0,12	0,06	0,04
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	0,15	0,14	0,15	0,16	0,15
<b>OM 3</b>					
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,25	0,24	0,24	0,23	0,24
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1,61	1,62	1,70	1,65	4,59
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,07	0,10	0,08	0,09	0,06
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	0,16	0,15	0,16	0,14	0,14
<b>OM 4</b>					
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,25	0,24	0,24	0,23	0,24
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1,58	1,60	1,71	1,70	4,49
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,09	0,07	0,08	0,09	0,07
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	0,16	0,14	0,15	0,14	0,14
<b>OM 5</b>					
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,25	0,24	0,23	0,23	0,24
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1,60	1,58	1,68	2,20	4,95
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14
<b>OM 6</b>					
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1,58	1,75	1,69	2,18	4,39
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,35	0,36	0,34	0,34	0,35
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14

## 7. HODNOCENÍ KVALITY VOD

### 7.1. HODNOCENÍ KVALITY VODY PODLE ČSN 75 722127

Hodnocení kvality vod se v České republice řídí normou ČSN 75 7221 Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod, a Nařízením vlády č. 229/2007 Sb. Norma slouží k porovnání jakosti povrchových vod na různých místech a v různém časovém horizontu. Upřesněna byla novelizacemi, aby se blížila klasifikaci jakosti povrchových vod, která se používá v členských státech Evropské unie.

### 7.2.

Tab. 3. Klasifikace jakosti povrchových vod podle novely normy ČSN 75 7221 s uvedením tříd I – V.

Číslo třídy	Klasifikace	Popis
I	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	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	znečištěná voda	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému
IV	silně znečištěná voda	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému
V	velmi silně znečištěná voda	stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému

### 7. 3. NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 229/2007 SB.

Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. je novelou nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých místech. Toto nařízení je důležité, protože obsahuje imisní standardy přípustného znečištění povrchových vod. Hodnoty, které jsou uváděny v nařízení by neměly být překračovány.

Tabulka 3.1-2: Mezní hodnoty tříd jakosti vody

ukazatel	jednotka	třída				
		I	II	III	IV	V
t	°C	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	-	-	-
vodiv.	mS/m	<40	<70	<110	<160	≥160
NL	mg/l	<20	<40	<60	<100	≥100
rozp. O <sub>2</sub>	mg/l	>7.5	>6.5	>5	>3	≤3
BSK <sub>5</sub>	mg/l	<2	<4	<8	<15	≥15
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	<15	<25	<45	<60	≥60
TOC	mg/l	<7	<10	<16	<20	≥20
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	<0.3	<0.7	<2	<4	≥4
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	<3	<6	<10	<13	≥13
P <sub>c</sub>	mg/l	<0.05	<0.15	<0.4	<1	≥1
Cl	mg/l	<100	<200	<300	<450	≥450
SO <sub>4</sub>	mg/l	<80	<150	<250	<400	≥400
Mn	mg/l	<0.1	<0.3	<0.5	<0.8	≥0.8
Fe	mg/l	<0.5	<1	<2	<3	≥3
Cu	µg/l	<5	<20	<50	<100	≥100
Zn	µg/l	<15	<50	<100	<200	≥200
Ca	mg/l	<150	<200	<300	<400	≥400
Mg	mg/l	<50	<100	<200	<300	≥300
F <sub>COU</sub>	KTJ/ml	<40	<100	<500	<1000	≥1000

## DISKUZE

Zadání bakalářské práce vycházelo z dlouhodobého výzkumu chemismu pražských potoků včetně Kunratického potoka, který probíhal v Laboratoři ochrany vod Ústavu pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze od roku 2001 v návaznosti na přijetí nového vodního zákona (č. 254/2001 Sb.). Cílem rozsáhlého monitoringu bylo sledování kvality povrchových vod a případného znečištění. Zaměřila jsem se na základní formy dusíku a fosforu ve vodě Kunratického potoka v průběhu vegetační sezóny roku 2016 (s odběry v měsíčních intervalech), a to na šesti odběrových místech, která odpovídají místům odběrů studie Jánoškové (2004). Naměřená data jsem porovnávala s ostatními dostupnými údaji – s výsledky uváděnými Jánoškovou (2004), Krejčovou (2013) a internetovým portálem Hlavního města Prahy zastoupeného organizací Lesy hl. m. Prahy (<http://www.lhmp.cz/>).

Na kvalitu vod ve sledovaném toku má vliv znečištění pocházející z různých zdrojů, které je obtížné určit. Kvalitu vody v Kunratickém potoce sledují Lesy hl. m. Prahy už od roku 2001. Voda v tomto toku je ovlivněna vypouštěním vod z přilehlých obcí a zemědělskou činností, v zimních měsících chemickou údržbou silnic.

Do povrchových vod se mohou živiny (zejména sloučeniny dusíku a fosforu) dostávat jednak z výpustí přečištěných odpadních vod, ale také při silných deštích splachy z přehnojených polí. Pokud se jedná o silně reaktivní sloučeniny, jako je například právě amoniak (čpavek) obsažený v kejďě, dochází ve vodních tocích vlivem samočisticích procesů k jeho postupné přeměně na dusičnany. Zmineralizované formy dusíku a fosforu (dusičnany a fosforečnany) ve vodě již dlouhodobě zůstávají.

Velmi špatnou kvalitu vod měl Kunratický potok v roce 2010, kdy se objevily i zvýšené koncentrace celkového fosforu a jiných ukazatelů. V roce 2012 byly na území Prahy v letních měsících povodně, které na určitou dobu ovlivnily kvalitu vody nejen v Kunratickém potoce. Na Kunratickém potoce je situováno několik rybníků, které se mohou na kvalitě vody v Kunratickém potoce podílet. Zvláštní pozornost patří rybníku Labuť, který byl vytvořen na okraji Kunratického lesa a zmínky o jeho existenci sahají až do 18. století.

Kromě kvality vod se v pražských potocích sleduje i kvalita sedimentů. Případné znečištění se právě ukládá do sedimentů, které tímto zachycují po historické stránce kvalitu vody.

Z vlastních rozborů a dat, které jsem měla k dispozici a z diplomových a bakalářských prací z Ústavu životního prostředí Přírodovědecké fakulty UK spolu s daty z podniku Lesy hlavního města Prahy vyplývá, že problematické jsou sloučeniny fosforu, což svědčí o možném vlivu

biologické produktivity vod.

K výraznému zhoršení koncentrací fosforu mohou přispívat rybníky v okolí, které jsou značně eutrofizované a mohou Kunratický potok ovlivňovat zvýšeným množstvím organických látek.

Tyto rybníky v nemalé míře mohou být zdrojem fosforu, který se uvolňuje ze sedimentů u dna rybníků.

Oproti výsledkům z let minulých je zřejmé, že kvalita vody v Kunratickém potoce se postupně vylepšuje, jedním z uváděných důvodů je zazdění staré kanalizační výpusti v Kunraticích.

## 9. ZÁVĚR

Znečištění vody patří v současné době mezi největší problémy světa, je hlavní příčinou onemocnění, část populace má omezen přístup k pitné vodě. Kvalita vody v České republice se pravidelně sleduje od 60. let. Postupem času se zvyšovaly počty monitorovacích míst kvůli zvýšeným požadavkům na kvalitu vody. U malých toků je velice důležitá podpora jejich samočisticí schopnosti a preventivní opatření.

Ze získaných laboratorních výsledků jednotlivých chemických ukazatelů je patrné mírné znečištění Kunratického potoka.

V blízkosti daného toku ale i jeho přítoků se nachází více zdrojů znečištění, kvality vody je ovlivněna pěstírnou jahod v Kunraticích.

Dále se na znečištění podílejí septiky nebo žumpy v nedalekých obcích, které nemají funkční kanalizaci a vlivem těchto skutečností dochází k zatížení vod některými formami dusíku a také fosforečnany.

Vzhledem k zemědělské činnosti v blízkosti toku se ve vodách objevují zvýšené koncentrace kovů vyskytující se v pesticidech anebo v hnojivech používaná v zemědělství.

V době pravidelných odběrů vzorků od května do října z jednotlivých lokalit Kunratického potoka se zjistilo, že na zlepšení kvality toku se podílejí pravděpodobně přítomné nádrže a hlavně střední část toku, která má přirozený charakter a kde jsou zachovány samočisticí schopnosti toku.

Opatření ke zlepšení kvality vody na toku:

Provádět pravidelné monitoringy a analýzy fyzikálně a hlavně chemických ukazatelů

Zjišťovat původce znečištění a jednat s Inspekcí životního prostředí na udělování vysokých pokut

Omezit vypouštění komunálních vod do toku

Pravidelně provádět rozborů těžkých kovů v sedimentech a sledovat změny koncentrací, aby se zamezilo ohrožení zdraví obyvatel.

Sledování chemické údržby komunikací v zimních a jarních měsících a zjišťovat, jaký dopad má tato údržba na kvalitu vody v potoce.

Revitalizace koryt



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

**Anonym,(2000):**Povodňový plán městské části Praha-Kunratice. Praha,23s.

**Almeida, M. C., Butler, D., Friedler, E. (1999):** At-source domestic wastewater quality. Urban Water 1: 49-55.

**Benešová, L., Komínková, D., Pivokonský, M. (2003):** Organické látky a těžké kovy v sedimentech potoků a nádrží pražské aglomerace. In: Voříšek, K., ed.. Zborník prednášok z konferencie Sedimenty vodních tokov a nádrží. Vydavateľství SVHS ZSVTS: 171-182.

**Benešová, L., Hnat'uková, P., Komínková, D. (2009):** Impact of urban drainage on metal distribution in sediment of urban streams. Water Science & Technology 59: 1237-1246.

**Buchal, R. (2001):** Hodnocení kvality Dalejského potoka. Diplomová práce, ÚŽP PřF UK Praha. 108 st.

**Camargo, J.,A.,Alonso, A., Salamanca, A.( 2005):** Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates,Chemosphere,58,1255-1267s.

**Carpenter.,S.,R.,Caraco,N.,F.,Corell,D.,L.,Howarth,R.,W,Sharpley,A.,N.,Smith, V.,H.( 1998):** Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen,Ecological applications,8,559-568s.

**Čermáková, Z. (2000):** Sledování kvality vody v Rokytcce. Diplomová práce ÚŽP PřF UK Praha. 91 s.

**Ecohazard 2003.** Institute of Water and Waste Management Aachen University. Aachen. Germany. 81/1-81/7st.

**Edwards,A.,C., Withers P., J., A.,( 2008):** Transport and delivery of suspended solids, nitrogen and phosphorus from various sources to freshwaters in the UK, Journal of Hydrology 350,144-153s.

**Ferrier, R. C. at all (2001):** Science of The Total Environment Volume 265, Issues 1–3, 29 January 2001, Pages 327–342

**Grünwald, A. (1993):** Hydrochemie. Vydavatelství ČVUT. Praha. 176s.

**Stumm, W., Morgan, J., J. (1981):** Aquatic chemistry: An introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters. John Wiley and sons. New York. 323-401s.

- Hřebíková, M. (2007):** Kvalita vody ve vybraných malých povodích: Litovicko-Šárecký potok, Bakalářská práce. ÚŽP PřF UK, Praha
- Hunsaker C., T., Levine D., A., (1995):** Hierarchical Approaches to the Study of Water Quality in Rivers, Vol. 45, No. 3, Ecology of Large Rivers (Mar., 1995), pp. 193-203
- Jánošková, G. (2004):** Sledování kvality vody v povodí Kunratického potoka, Diplomová práce. ÚŽP PřF UK, Praha, 96s.
- Komínková, D., Nábělková, J. (2009):** Těžké kovy v drobných městských tocích a jejich význam, Vodní hospodářství 59, 217 – 220s
- Krejčová, L. (2013):** Sledování kvality vod v pražských potocích, Bakalářská práce. ÚŽP PřF UK, Praha, 46s.
- Lellák, J., Kubíček, F., (1991):** Hydrobiologie, vydavatelství Karolinum, Praha, 257s.
- Maštalíř, M., (1966):** Kvalita vody v koupalištích – přehled chemických ukazatelů – průběžná zpráva, Hydroprojekt, Praha
- Musil, J. a kol. (2002):** Generel odvodnění Kunratic a Šeberova-situační zpráva o povodí, o vodních tocích a o kanalizaci. Hydroprojekt CZ, a.s. Praha.
- Ocampo-Duque W., Ferré-Huguet H., Domingo J., L., (2006) Assessing water quality in rivers with fuzzy inference systems: A case study 2006 Elsevier**
- Pitter, P. (2009):** Hydrochemie. Vydavatelství VŠCHT Praha. 568 s.
- Pollert, J. a kol. (2004):** Závěrečná zpráva projektu GAČR-Dopad povodní na ekologických rizik městského odvodnění ČVUT. Praha. 84s.
- Robson A. J., Neal C. (1997):** A summary of regional water quality for Eastern UK rivers, Science of The Total Environment, Volumes 194–195, February 1997, Pages 15-37
- Říha, J., (1958):** Ochrana životního prostředí při realizaci projektů odvodnění . Edice VÚV, Praha
- Smith A., Alexandr B., Wolman G., (1987):** Water-Quality Trends in the Nation's Rivers, *Science* Mar 1987: Vol. 235, Issue 4796, pp. 1607-1615
- Soldán, P. (1996):** Toxické riziko znečištění povrchových vod. Zpravodaj pro hydroanalytické laboratoře č. 21. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka. Praha. 12-16s.
- Šťastná, G. (2000):** Hodnocení kvality povrchových vod v povodí Mladotického potoka. Diplomová práce. ÚŽP PřF UK Praha. 167s.
- Zapletal, Z., (1960):** Kvalita vody v potocích pražské aglomerace – závěrečná zpráva, Hydroprojekt, Praha

**Zelenková, V.** (2001): Hodnocení vybraných parametrů jakosti vody v povodí Unětického potoka. Diplomová práce. ÚŽP PřF UK Praha. 47s.

**Legislativa:**

**ČSN 75 7221:** Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod  
vodní zákon (č. 254/2001 Sb.).

**Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.,** kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod.

Zpráva ze 43. jednání Rady hl. m. Prahy 20. 12. 2016

**Internetové stránky:**

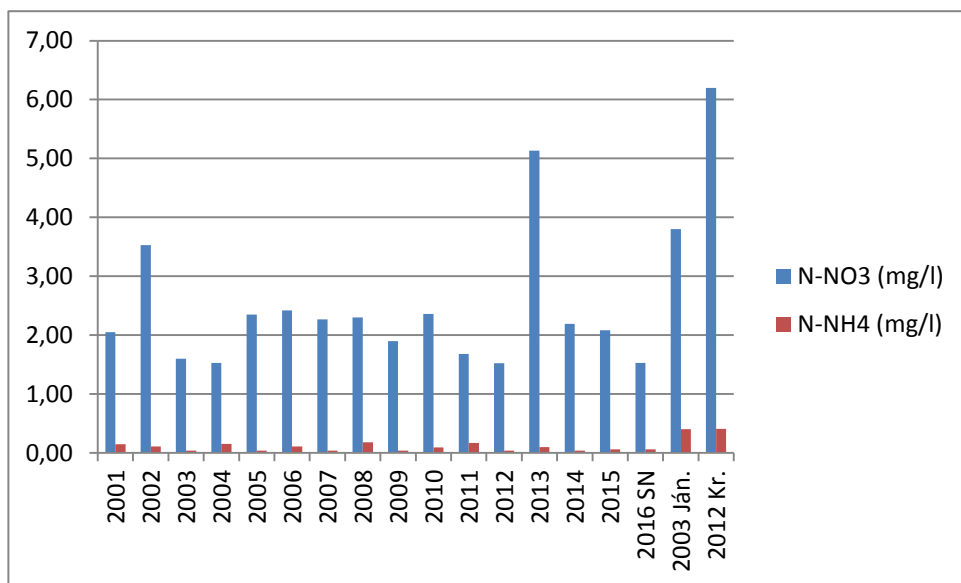
<http://lesyprahasweb.webmium.com/prazske-potoky>

[www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)

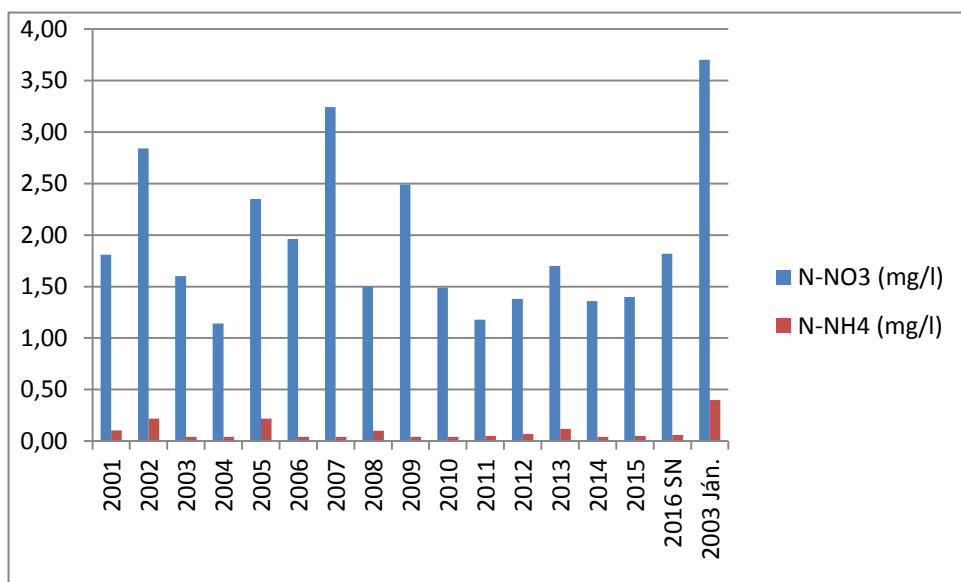
<http://lhmp.cz/vt/prazske-potoky-2/kunraticky-potok/>

<http://www.praha-priroda.cz/odborna-verejnost/kvalita-vody/>

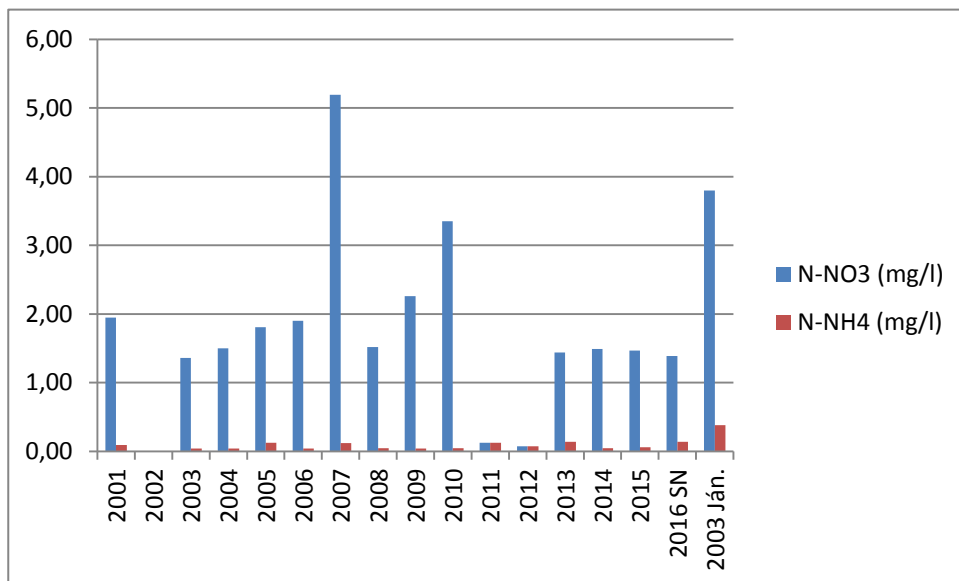
## 11. PŘÍLOHY



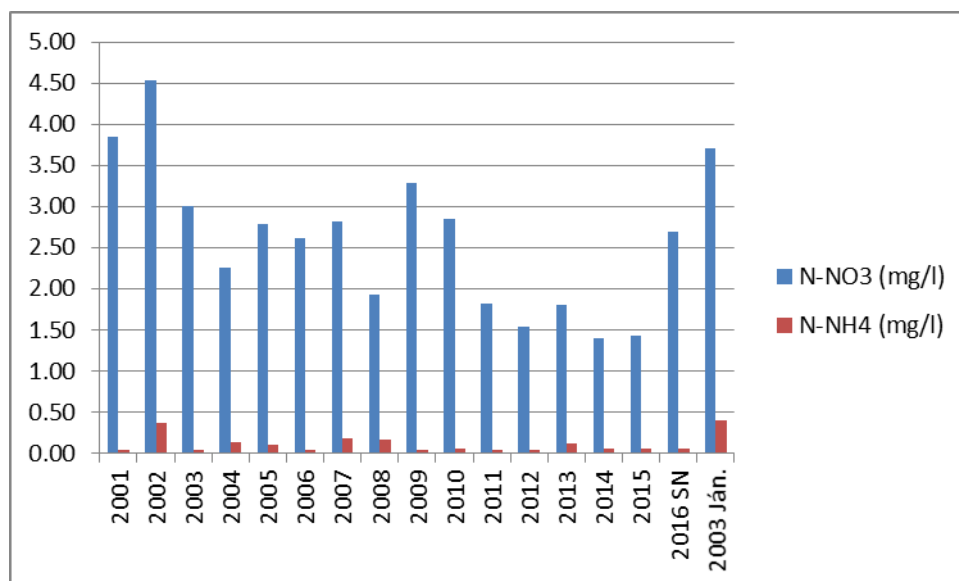
graf č. 1. Průměrné koncentrace amonných a dusičnanových iontů v Kunratickém potoce v měsíci červnu let 2001 – 2016. 2003 Ján. – výsledky Jánoškové (2004), 2012 Kr. – výsledky Krejčové (2013), 2016 SN – vlastní výsledky pro r. 2016.



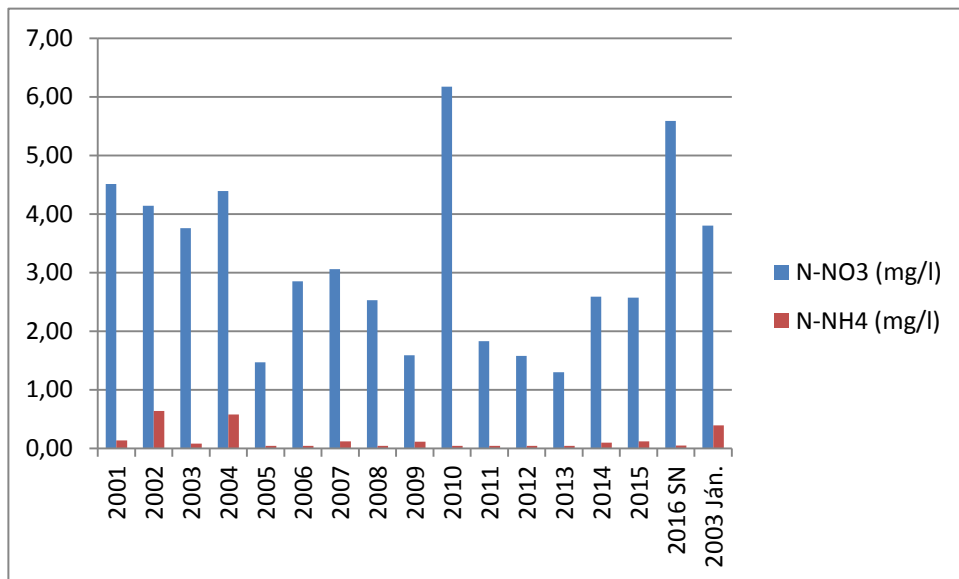
graf č. 2. Průměrné koncentrace amonných a dusičnanových iontů v Kunratickém potoce v měsíci červenci let 2001 – 2016. 2003 Ján. – výsledky Jánoškové (2004), 2016 SN – vlastní výsledky pro r. 2016.



graf č.3. Průměrné koncentrace amonných a dusičnanových iontů v Kunratickém potoce v měsíci srpnu let 2001 – 2016. 2003 Ján. – výsledky Jánoškové (2004), 2016 SN – vlastní výsledky pro r. 2016.



graf č. 4. Průměrné koncentrace amonných a dusičnanových iontů v Kunratickém potoce v měsíci září let 2001 – 2016. 2003 Ján. – výsledky Jánoškové (2004), 2016 SN – vlastní výsledky pro r. 2016.

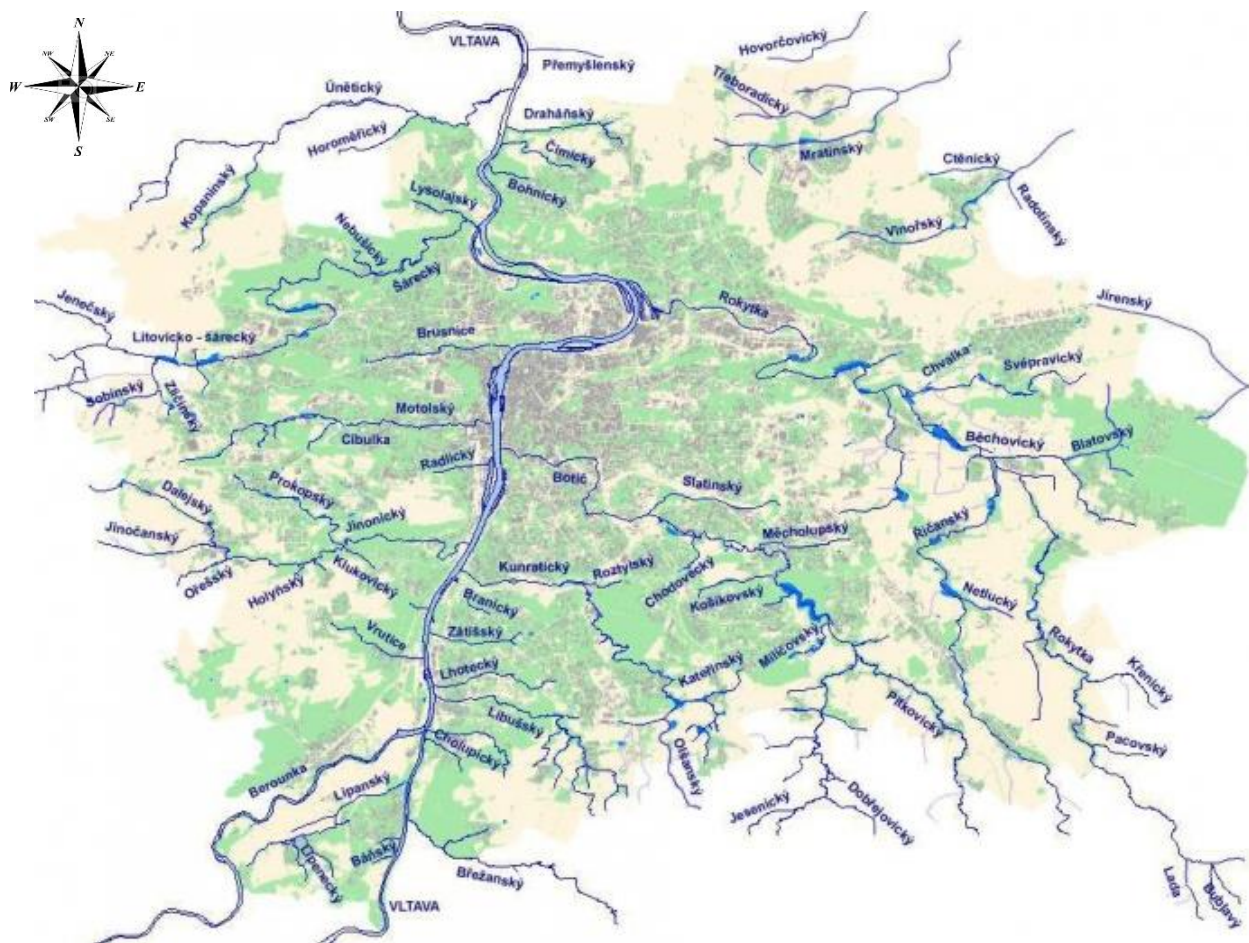


graf č.5. Průměrné koncentrace amonných a dusičnanových iontů v Kunratickém potoce v říjnu let 2001 – 2016. 2003 Ján. – výsledky Jánoškové (2004), 2016 SN – vlastní výsledky pro r. 2016.

Tab. 3. Průměrné roční hodnoty fyzikálně-chemických a chemických parametrů Kunratického potoka (v ústí, před zaústěním do zaklenutí) stanovených na základě měsíčních měření. Data byla převzata z internetového portálu Hlavního města Prahy zastoupeného organizací Lesy hl. m. Prahy (<http://www.lhmp.cz/>). TOC – celkový organický uhlík, P<sub>C</sub> – celkový fosfor.

<b>Datum</b>		<b>pH</b>	<b>vodivost</b> (mS/m)	<b>O<sub>2</sub></b> (mg/l)	<b>TOC</b> (mg/l)	<b>N-NH<sub>4</sub></b> (mg/l)	<b>N-NO<sub>3</sub></b> (mg/l)	<b>P<sub>C</sub></b> (mg/l)	<b>Cl</b> (mg/l)	<b>SO<sub>4</sub></b> (mg/l)	<b>Mn</b> (mg/l)	<b>Fe</b> (mg/l)	<b>Ca</b> (mg/l)
<b>2001</b>	11,60	8,42	96	10,9	10,4	0,17	4,52	0,209	115	156	0,14	0,352	88
<b>2002</b>	10,95	8,18	87	11,2	16,9	0,21	5,10	0,209	83	163	0,17	0,515	89
<b>2003</b>	11,43	8,09	104	11,5	12,6	0,18	3,84	0,154	111	197	0,13	0,254	110
<b>2004</b>	11,00	8,00	131	38,0	11,1	0,22	3,03	0,238	232	171	0,16	0,444	106
<b>2005</b>	11,23	7,99	95	10,7	11,9	0,64	3,78	0,309	106	165	0,16	0,608	98
<b>2006</b>	11,80	8,03	142	11,6	8,9	0,25	3,02	0,160	266	179	0,09	0,236	116
<b>2007</b>	13,04	8,13	99	10,3	10,4	0,10	2,99	0,149	127	173	0,09	0,287	95
<b>2008</b>	11,22	8,21	90	11,0	9,2	0,11	2,68	0,147	99	158	0,10	0,320	92
<b>2009</b>	12,07	8,28	109	10,7	6,2	0,10	3,56	0,151	131	195	0,08	0,188	111
<b>2010</b>	10,97	8,13	108	9,7	7,9	0,19	4,73	0,219	139	155	0,14	0,457	100
<b>2011</b>	12,30	8,26	99	10,3	6,9	0,07	3,36	0,176	111	168	0,10	0,231	106
<b>2012</b>	11,35	8,35	94	8,9	9,2	0,05	1,82	0,207	124	147	0,11	0,223	97
<b>2013</b>	11,26	8,13	100	8,4	9,8	0,20	3,47	0,145	125	151	0,15	0,415	103
<b>2014</b>	12,10	8,26	87	10,6	7,6	0,09	2,06	0,210	89	132	0,14	0,404	90

## Mapové přílohy



Obr. 1. Pražské potoky (zdroj: <http://www.lhmp.cz/>).





Obr. 2. Kunratický potok , měřítko 1:50 000. (Zdroj: Jánošková, 2004.)