

**Universita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta**

Chemie životního prostředí



**Sledování kvality toků v povodí
CHKO Křivoklátsko**

**Monitoring of water quality
in protected area Křivoklátsko**

Diplomová práce

Řešitel DP : Martin Udatný

Vedoucí DP : Ing. Libuše Benešová, CSc.

Praha 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením školitelky Ing. Libuše Benešové, CSc., a že jsem všechny použité prameny řádně citoval.

V Praze dne.....

.....
podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Libuši Benešové, CSc. za zadání zajímavé diplomové práce a za její následné vedení. Dále děkuji paní Blance Popelákové a paní Sylvě Novákové za ochotnou pomoc a příjemné pracovní prostředí při práci v laboratoři a panu Ing. Luboši Matějčkovi, Dr. za námět a pomoc při realizaci projektu GIS; poděkování patří i Zeměměřičskému úřadu v Praze za laskavé poskytnutí mapových podkladů pro tento projekt.

1. Úvod	5
2. Cíl práce	6
3. Vývoj kvality vody v České republice	7
4. Charakteristika sledovaného území [7]:	9
4.1. Rak kamenáč v CHKO Křivoklátsko	11
5. Praktická část	13
5.1 Sledované lokality a parametry	13
5.2. Charakteristika sledovaných parametrů [15]	14
5.3. Metodika stanovení	17
6. Hodnocení výsledků	26
7. Výsledky a diskuse	28
8. Sledování kvality vody v jiných oblastech :	65
8.1. Česká republika	65
8.2. Zahraníčí	66
9. Závěr	71
10. Literatura	73
11. Seznam příloh	74

1. Úvod

Sledování kvality vody patří mezi hlavní činnosti zjišťující stav životního prostředí. Voda má nezastupitelný význam pro člověka a celou biosféru. Zajištění a udržení čisté vody, pátrání po zdrojích znečištění a jejich eliminace jsou hlavní úkoly současné společnosti.

Českou republiku lze označit jako „hydrologickou střechu Evropy“, neboť se nachází na rozhraní tří úmoří. Kvalita vody, která odtéká do okolních evropských států závisí jednak na přírodních podmínkách, ale rozhodně je významně ovlivněna různými zdroji znečištění pramenícími z rozličných oborů lidské činnosti [1].

Na počátku 90. let panovala na území České republiky velice neutěšená situace v oblasti kvality povrchové vody; řada hlavních toků spadala do kategorie nejznečištěnější vody. V posledních letech je zaznamenáváno výrazné zlepšení vlivem několika skutečností, které započaly v 90. letech 20. století a trvají dodnes (snížení znečištění v důsledku omezení a modernizace průmyslové výroby, výstavba nových čistíren odpadních vod a přestavba a modernizace starých) [1],[2]. Svou roli sehrály i nové právní předpisy; zákon o vodách a zákon o vodovodech a kanalizacích, které nabyly platnost v roce 2001. Největší pozornost byla zaměřena na omezení vypouštění silně znečištěných odpadních vod do vod povrchových.

Svou úlohu sehrála i evropská legislativa. Základním právním předpisem je směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. října 2000 [3], která ustavuje rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky členských států.

Významnou skutečností, která podtrhuje důležitost ochrany a hospodaření s vodou je Světový den vody (World Water Day), který v roce 1992 vyhlásilo Valné shromáždění OSN a stanovilo jej na 22. březen.

Nedostatek pitné vody v některých oblastech světa, stále častěji se objevující katastrofální záplavy, znečištění největších řek, ale i menších vodních toků a také redukce biologické diversity vodních ekosystémů jsou hlavní současné problémy spojené s vodou a ukazují na to, že současná společnost musí změnit svůj přístup k vodě [26].

2. Cíl práce

Cílem práce je monitoring povrchových toků v oblasti CHKO Křivoklátsko, který slouží ke sledování stavu povrchových vod. Správa CHKO Křivoklátsko prováděla sice dlouhodobé sledování kvality vybraných toků, ale to bylo v minulých letech nepravidelné a výsledky, získané z různých laboratoří, byly těžko porovnatelné.

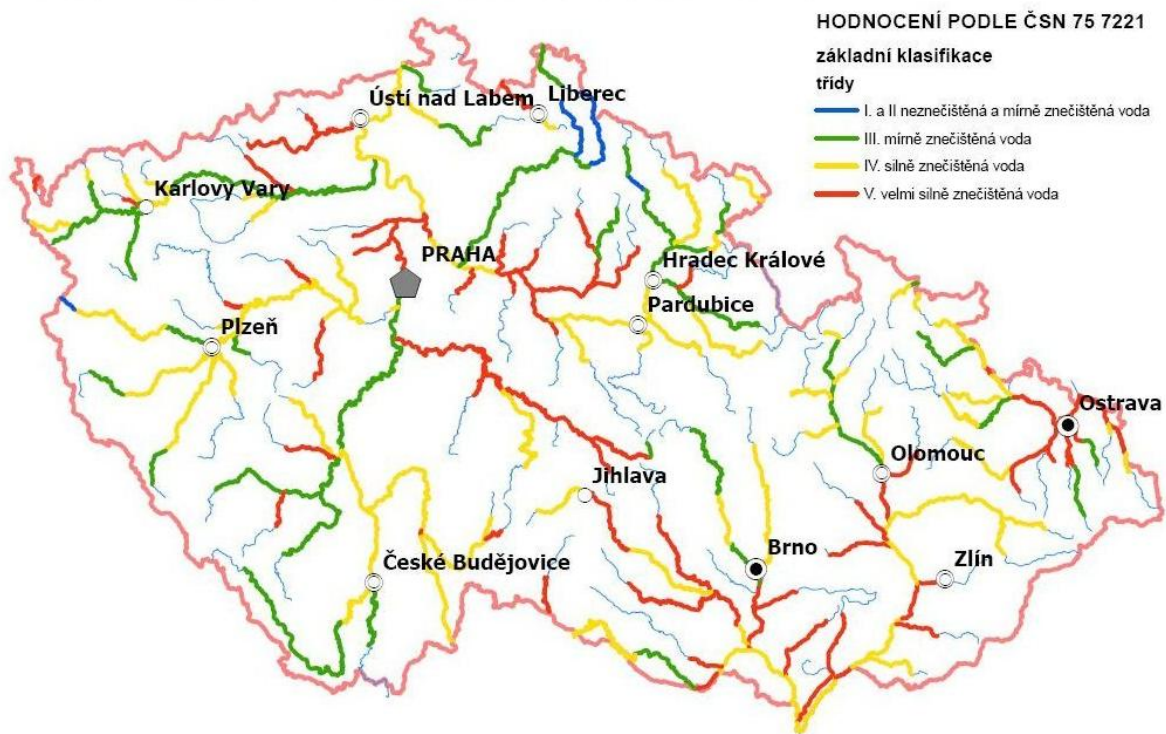
Předkládaná diplomová práce hodnotí vybrané toky jednotným způsobem. Odběry byly prováděny pravidelně po dobu 12 měsíců a chemická stanovení jednotlivých fyzikálně-chemických ukazatelů jsou hodnocena podle ČSN 75 7221 „Klasifikace jakosti povrchových vod „ (novela z října 1998) [4]. U lokalit a období, kde byla dostupná soustavná data z minulých měření je provedeno porovnání se stávajícím stavem, respektive vyhodnocení, zda se stav čistoty vody na dané lokalitě zlepšuje, či zhoršuje.

Na základě zjištěných výsledků a po jejich vyhodnocení budou provedena potřebná opatření s cílem dosáhnout dobrého stavu vod, popř. dobré ekologické stability. Ekologickou stabilitu ekosystémů povrchových vod lze charakterizovat ekologickým stavem těchto ekosystémů. Současná evropská směrnice 2000/60/ES utavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky definuje jako velmi dobrý ekologický stav takový stav, kdy : „ *se nevyskytují žádné nebo jen velmi malé antropogenní změny hodnot fyzikálně-chemických a hydromorfologických složek daného typu útvaru povrchové vody v porovnání s hodnotami spojenými s tímto typem v nenarušených podmínkách. Hodnoty biologických kvalitativních složek daného útvaru povrchových vod odpovídají těm, které se obvykle vyskytují u tohoto typu v nenarušených podmínkách a nevykazují žádné nebo jen malé známky narušení*“. [3]

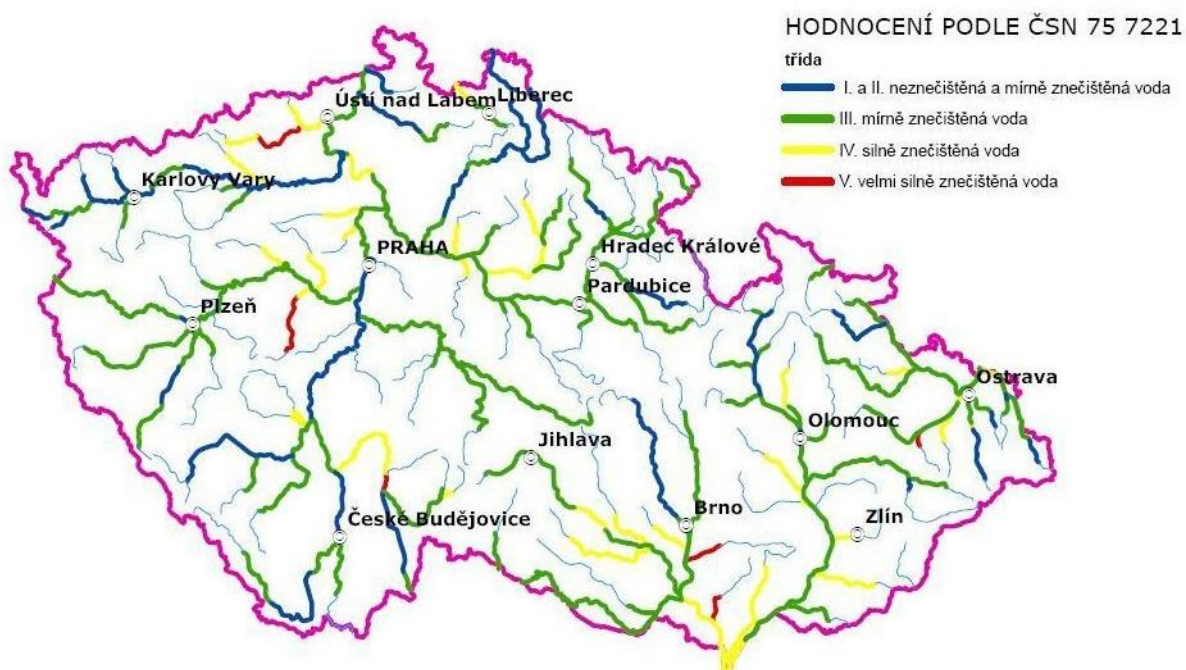
3. Vývoj kvality vody v České republice

Trend určitého zlepšení jakosti hlavních toků v České republice mezi lety 1991 – 92 a 2006 – 07 jak bylo naznačeno v úvodu zobrazují následující mapy :

JAKOST VODY V TOCÍCH V LETECH 1991-1992



JAKOST VODY V TOCÍCH ČR V LETECH 2006 - 2007

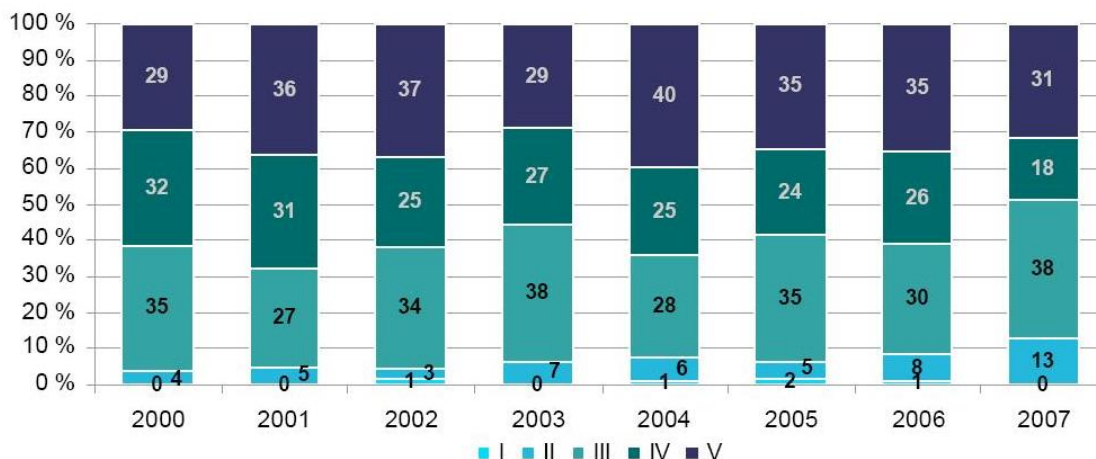


Obrázek 1 : Vývoj jakosti vody na hlavních tocích v ČR mezi obdobími 1991 – 1992 a 2006 – 2007 převzato z [1] původním zdrojem je Výzkumný ústav vodohospodářský

Graf zachycující vývoj počtu profilů zastoupených v jednotlivých třídách jakosti vody podle obecných, fyzikálních a chemických ukazatelů v letech 2000 – 2007 převzato z [5]

Příčemž do skupiny Obecných, fyzikálních a chemických ukazatelů patří podle [4] :

Elektrolytická konduktivita, rozpuštěné látky sušené, nerozpuštěné látky sušené, rozpuštěný kyslík, biochemická spotřeba kyslíku pětidenní, chemická spotřeba kyslíku manganistanem, chemická spotřeba kyslíku dichromanem, celkový organický uhlík, adsorbovatelné organické halogeny, amoniakální dusík, dusičnanový dusík, celkový fosfor, chloridy, sírany, vápník, hořčík.



Zdroj: ČHMÚ

Obrázek 2 : Vývoj počtu a podílu vybraných profilů v jednotlivých třídách jakosti vod podle skupiny Obecných, fyzikálních a chemických ukazatelů [5] původním zdrojem je Český hydrometeorologický ústav

Situace v České republice na hlavních tocích v letech 2003 – 2007 [6]

Tabulka 1 zobrazuje průměrné (aritmetický průměr) hodnoty amoniakálního a dusičnanového dusíku na vybraných profilech v mg/l. Z uvedených hodnot je patrné že koncentrace amoniakálního dusíku se spíše snižují, zato koncentrace dusičnanového dusíku jsou spíše vyrovnané.

Tabulka 1 : Průměrné hodnoty $N-NH_4^+$ a $N-NO_3^-$ (v mg/l) na vybraných profilech v ČR [6]

	2003	2004	2005	2006	2007		2003	2004	2005	2006	2007
<i>Labe – Valy</i>						<i>Otava – Topělec</i>					
$N-NH_4^+$	0,40	0,40	0,30	0,20	0,56	$N-NH_4^+$	0,40	0,10	0,20	0,20	0,09
$N-NO_3^-$	4,7	4,9	4,5	5,2	4,5	$N-NO_3^-$	1,8	1,4	1,6	2,1	1,6
<i>Labe – Lysá nad Labem</i>						<i>Ohře - Terezín</i>					
$N-NH_4^+$	0,30	0,50	0,20	0,20	0,10	$N-NH_4^+$	0,10	0,10	0,10	0,20	0,09
$N-NO_3^-$	4,4	4,3	4,2	5,0	4,3	$N-NO_3^-$	3,1	2,5	2,2	2,4	2,1
<i>Labe – Obříství</i>						<i>Bílina – Chánov</i>					
$N-NH_4^+$	0,40	0,40	0,40	0,30	0,18	$N-NH_4^+$	7,90	8,70	4,30	4,70	3,90
$N-NO_3^-$	4,3	4,2	3,9	4,5	4,0	$N-NO_3^-$	3,5	3,5	3,1	2,4	3,5
<i>Labe – Děčín</i>						<i>Bílina - Ústí nad Labem</i>					
$N-NH_4^+$	0,20	0,20	0,20	0,20	0,13	$N-NH_4^+$	2,00	8,70	1,30	1,30	0,47
$N-NO_3^-$	3,9	3,6	3,4	3,6	3,3	$N-NO_3^-$	7,5	3,5	5,5	4,8	5,2

<i>Jizera - Předměřice</i>						<i>Odra – Bohumín</i>					
N-NH ₄ ⁺	0,20	0,20	0,10	0,10	0,09	N-NH ₄ ⁺	0,50	0,40	0,40	0,50	0,32
N-NO ₃ ⁻	3,1	2,5	2,6	2,6	2,5	N-NO ₃ ⁻	3,6	3,8	3,3	3,1	3,3
<i>Vltava – České Budějovice</i>						<i>Morava - Lanžhot</i>					
N-NH ₄ ⁺	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06	N-NH ₄ ⁺	0,20	0,20	0,20	0,30	0,11
N-NO ₃ ⁻	1,1	1,4	1,2	1,1	0,8	N-NO ₃ ⁻	2,0	2,6	2,3	2,8	2,3
<i>Vltava – Vrané</i>						<i>Bečva - Dluhonice</i>					
N-NH ₄ ⁺	-	-	0,10	-	0,03	N-NH ₄ ⁺	0,20	0,10	0,20	0,20	0,12
N-NO ₃ ⁻	2,9	3,1	3,1	2,8	2,3	N-NO ₃ ⁻	1,9	2,3	2,3	2,3	2,0
<i>Vltava - Zelčín</i>						<i>Dyje – Pohansko</i>					
N-NH ₄ ⁺	-	0,20	0,20	0,10	0,12	N-NH ₄ ⁺	0,20	0,20	0,20	0,20	0,16
N-NO ₃ ⁻	3,4	3,3	3,4	3,2	2,8	N-NO ₃ ⁻	2,7	2,8	2,6	3,4	2,4
<i>Sázava - Pikovice</i>						<i>Svratka – Vranovice</i>					
N-NH ₄ ⁺	-	0,10	0,10	0,10	0,12	N-NH ₄ ⁺	1,30	0,50	0,50	0,40	0,23
N-NO ₃ ⁻	4,3	5,2	6,3	6,0	2,8	N-NO ₃ ⁻	4,2	4,3	4,3	4,8	4,7
<i>Berounka - Lahovice</i>						<i>Jihlava – Iváň</i>					
N-NH ₄ ⁺	-	-	-	0,10	0,09	N-NH ₄ ⁺	0,20	0,20	0,10	0,20	0,11
N-NO ₃ ⁻	2,6	2,8	3,2	2,9	2,4	N-NO ₃ ⁻	5,2	5,4	5,8	6,7	5,6

4. Charakteristika sledovaného území [7]:

Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko byla vyhlášena 24. 11. 1978. Již rok před tím (1.3. 1977) však byla oblast uznána organizací UNESCO při OSN jako biosférická rezervace v programu člověk a biosféra (Man and biosphere) [8].

CHKO Křivoklátsko zaujímá rozlohu 628 km² a nachází se na území Středočeského a Plzeňského kraje. Téměř celá oblast se nachází v Křivoklátské vrchovině a v severní části Plaské pahorkatiny. Nejvyšším bodem oblasti je vrch Těchovín 616 m. n. m. Naopak nejnižší položeným místem je hladina Berounky v Hýskově (217 m. n. m.).

Geologický vývoj oblasti trávající téměř miliardu let je dokumentován řadou geologických jednotek starohorního až čtvrtohorního stáří. Starohorní a raně prvohorní horniny jsou součástí geologické jednotky Barrandien. Nejstarší jednotkou je barrandienské svrchní proterozoikum, které je tvořené starohorními usazenými horninami – břidlicemi, droby a prachovci. Proces sedimentace byl doprovázen výlevy bazaltů na mořské dno. Během kadomské horotvorné činnosti na konci starohor byly horniny zvrásněny a přeměněny. V průběhu středního kambria došlo k vytvoření a následnému zaplavení mělkých pánví, kde se usadily sedimenty s bohatou faunou (např. téměř tři desítky druhů proslulých trilobitů). V ordoviku vznikla v Barrandieniu opět mořská pánev, kde se usazovaly jíly a písky (vznik zpevněných sedimentárních hornin – pískovce, křemence, prachovce, jílové břidlice). Proces

sedimentace byl provázen silnou sopečnou činností za vzniku bazaltových vyvěřelin. V průběhu spodního karbonu při varijské horotvorné činnosti došlo k dalšímu vrásnění a vyzdvižení hornin. Během svrchního karbonu došlo k vytvoření soustavy jezer, řek a močálů. Ve svrchní křídě v druhohorách zasáhlo krátce moře území Křivoklátska, přičemž druhohorní usazeniny se vyskytují jen mezi obcemi Ruda a Lány. V průběhu teplého podnebí třetihor vznikaly žlutohnědé štěrky, písky a prachovité jíly, které se usazovaly na dnech jezer a řek. Čtvrtohorní pokryv je tvořen eluvii podložních hornin na plošinách a deluviálními zahliněnými suťemi na svazích. V údolích Berounky jsou vyvinuté pravé spraše. Pro celý tok Berounky jsou typické morfologicky významné meandry. Časté jsou buližníkové suky, které byly vytvořeny erozní činností z okolních měkkých hornin.

Hydrologie

Nízká srážková aktivita, která je pro Křivoklátsko typická spolu s geologickým prostředím nevytváří podmínky pro velké zásoby podzemních vod.

Hlavním povrchovým tokem, který odvodňuje většinu křivoklátského území je řeka Berounka. Je to jedna z mála českých řek, která si uchovala svůj původní charakter. Do Berounky na území Křivoklátska ústí 19 pravostraných a 17 levostraných přítoků, které mají převážně bystrinný charakter. Kvůli geologickému podloží a převažujícím listnatým lesům nejsou povrchové vody kyselé, vykazují naopak slabě alkalickou reakci; pH se pohybuje mezi 7 – 8,5.

Pro CHKO Křivoklátsko je typická vysoká lesnatost (62 %), která výrazně překračuje celorepublikový průměr. Pro oblast jsou typické převažující listnaté lesy; v nižších polohách převažují duby a habry, ve vyšších polohách pak lípy a buky. Z dalších druhů lze jmenovat olše, jeřáby a borovice lesní, dřive byla hojná i jedle, která se dnes už vyskytuje méně.

Fauna

Pro Chráněnou krajinnou oblast Křivoklátsko je typická fauna středoevropské teplé lesní oblasti. Díky zachovalosti původních biotopů se v oblasti zachovaly populace řady velmi vzácných, ohrožených a dokonce vymírajících druhů živočichů. Druhově nejvíce rozmanité a zároveň nejvíce prozkoumané skupiny jsou hmyz, měkkýši, pavoukovci a obratlovci. V oblasti byl ověřen výskyt 24 kriticky ohrožených, 60 silně ohrožených a 60 ohrožených druhů živočichů

4.1. Rak kamenáč v CHKO Křivoklátsko

Významnou součástí křivoklátské fauny je rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*), který obývá pouze lokality s nejměkčí vodou; konkrétně se zde vyskytuje na Oupořském potoce a na dolním toku Prostředního potoka. Rak kamenáč je jedním ze dvou druhů živočichů, které jsou předmětem ochrany v evropsky významné lokalitě Týřov – Oupořský potok, která je součástí evropského systému ochrany přírody NATURA 2000 [9]. Potok Oupoř je jednou z nejvýznamnějších a nejzachovalejších lokalit v ČR, kde se rak kamenáč vyskytuje, což potvrzuje i studie zabývající se výskytem raka kamenáče v ČR [10].

V ČR jsou původní pouze dva druhy raků [11]; vedle raka kamenáče je to rak říční (*Ascatus ascatus*), který se na Křivoklátsku rovněž vyskytuje; konkrétně na Zbirožském potoce a na Klíčavě. Na Křivoklátsku rovněž můžeme najít raka bahenního, který zde byl uměle vysazen [12]. Rovněž se zde vyskytuje rak pruhovaný, původem z Ameriky, který je nebezpečným přenašečem tzv. račího moru, je tedy nutná jeho izolace od původních populací raka kamenáče a raka říčního.

Rak kamenáč se v České republice vyskytuje pouze v Čechách (v povodích řek Úhlava, Úslava, Radbuza, Střela, Bradava, Klabava, Berounka a Zákolanský potok). Na Moravě nebyl výskyt tohoto druhu raka potvrzen [13].

Příčiny ohrožení

Jednou z nejvýznamnějších skutečností, která má velmi nepříznivé dopady na populace raka kamenáče je necitlivá regulace toků prováděná v minulých letech; konkrétně nejhorší dopady má směrová a hloubková regulace celého koryta toku. Při těchto zásazích dochází primárně k usmrcení většiny jedinců a sekundárně dochází ke změně celého biotopu, který se pak vůbec neslučuje s ekologickými nároky raka. Mezi další významné faktory ohrožení raka kamenáče patří nevhodné úpravy okolí vodních toků, tedy např. odlesňování nebo orba až k břehové linii toku. Dalším významným negativem je znečištění vodních toků; díky zemědělské činnosti dochází ke splachům hnojiv z polí, což má za následek zvýšený obsah dusičnanů ve vodě, které přispívají ke zvýšené eutrofizaci vody. Pokud špatně fungují čistírny odpadních vod může dojít k zanášení koryt jemnými sedimenty, většina ČOV navíc nedostatečně odbourává dusík a fosfor, což může vést k další eutrofizaci.

Bez rizika není ani vysazování raků na nové lokality nebo kvůli posílení současných populací. Je zde nebezpečí zanesení chorobami nebo parazity. Rovněž může nastat problém z genetického hlediska, např. při přenosu jedinců ze dvou dlouhodobě oddělených populací.

V současné době je velmi aktuální nebezpečí račího moru; jedná se o letální onemocnění, které způsobuje plíseň *Aphanomyces astaci*. V případě ostrůvkovitěho rozložení populací

nehrozí epidemické rozšíření račího moru; vážný problém by však mohl nastat v případě propojení stávajících populací. V této souvislosti jsou problematické dva invazní druhy raků, které jsou původně americké. Jedná se o raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) a raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*). V současnosti již je značný počet lokalit obýván rakem pruhovaným. Oba zmíněné druhy patří mezi rezistentní přenašeče račího moru.

Na lokalitách, kde se rak kamenáč vyskytuje je nutné zachovat čistotu vody a přirozený charakter koryt toků včetně jejich okolí. V těchto oblastech je rovněž potřeba sledovat výskyt norka amerického jakožto významného konzumenta raka kamenáče; za předpokladu zjištění významné populace norka je nutné přistoupit k její následné eliminaci [13].

CHKO plánuje v dlouhodobém (10 – 15 let) horizontu eventuální vysazení původních račích populací do potoka Vůznice.

Rak kamenáč

Doporučení pro vybrané indikační parametry

Fyzikálně – chemické vlastnosti vody

Vodivost 98 – 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$

CHSK_{Mn} : 1,4 – 9,3 mg/l

pH : 7,2 – 8,5

N-NH₄ : 0,06 – 0,18 mg/l

N-NO₃ : 0,91 – 3 mg/l

Ca : 10 – 120 mg/l

Kozák (et al.) ve své studii [10] uvádějí optimální hodnoty na základě vlastních měření a s přihlednutím ke starším datům [14]:

pH : 5 – 8,6

vodivost 80 – 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Ca : 7 – 70 mg/l

Mg : 2,6 – 21,0 mg/l

Fe do 1,2 mg/l

Cl- do 16,7 mg/l

NO₂⁻ do 0,05 mg/l

NO₃⁻ do 10 mg/l

5. Praktická část

5.1 Sledované lokality a parametry

V CHKO Křivoklátsko byly hodnoceny následující toky a lokality (viz příložená mapa a fotografie v příloze) :

Vůznice – pod rezervací
Vůznice – Skalka
Žloukava – ústí
Prostřední potok – mostek
Oupoř – Kučerův mlýn
Oupoř – Týřov
Skryjský potok – ústí
Zbirožský potok – Sýkorův mlýn
Zbirožský potok – Slapnice
Tyterský potok – Gypsárna
Klučná – ústí
Ryzava – Městečko

U kterých byly zjišťovány následující fyzikálně chemické parametry :

Teplota
pH
vodivost
zásadová neutralizační kapacita do pH 8,3 - ZNK_{8,3}
kyselinová neutralizační kapacita do pH 4,5 - KNK_{4,5}
celkový obsah vápníku a hořčíku (tzv. celková tvrdost)
Chemická spotřeba kyslíku manganistanem - CHSK_{Mn}

Obsah (koncentrace) iontů :

Vápník - Ca²⁺
Hořčík - Mg²⁺
Amonné ionty - NH₄⁺
Dusitany - NO₂⁻
Dusičnany - NO₃⁻
Choridy - Cl⁻
Železo - Fe
Mangan - Mn

Vzorky byly odebírány jednou měsíčně do 1,5 l PET lahví. Analýza byla prováděna v Laboratoři ochrany vod na Ústavu pro životní prostředí PřF UK. Odběr vzorků a jejich následný transport byl zajištěn správou CHKO Křivoklátsko.

5.2. Charakteristika sledovaných parametrů [15]

Konduktivita

Vyjadřuje koncentraci elektrolytů rozpuštěných ve vodě, je závislá na koncentraci přítomných iontů, na jejich pohyblivosti, nábojovém čísle a na teplotě. Základní jednotkou konduktivity je S/m, přičemž bylo měřeno v jednotkách $\mu\text{S}/\text{cm}$. Změna teploty o 1°C způsobuje změnu konduktivity přibližně o 2 %. Hodnoty konduktivity se obvykle udávají vztaženy na teplotu 25°C . Výsledky získané za jiných teplot je nutné na tuto převést korekčním faktorem.

Obvyklé hodnoty konduktivity se pohybují v rozmezí 50 – 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

pH

Vyjadřuje koncentraci vodíkových protonů, resp. hydroxidových aniontů. Hodnota pH má významný vliv na chemické a biochemické děje ve vodách. Určuje formy výskytu některých složek obsažených ve vodě.

V neznečištěných povrchových vodách jsou obvyklé hodnoty pH v rozmezí 4,5 – 9,5.

Neutralizační kapacity

Neutralizační kapacita je schopnost vody vázat vodíkové protony H^+ nebo hydroxidové anionty OH^- . Lze ji definovat jako „látkové množství silné jednosytné kyseliny nebo silné jednosytné zásady v mmol, které spotřebuje 1 litr vody k dosažení určité hodnoty pH“. Rozlišuje se kyselinová neutralizační kapacita (KNK) a zásadová neutralizační kapacita (ZNK). Stanovení neutralizačních kapacit probíhá titračně (titrace kyselinou nebo zásadou). Titrace se provádí do určité hodnoty pH, nejčastěji 4,5 a 8,3. U přírodních vod se stanovuje kyselinová neutralizační kapacita do pH 4,5 (KNK_{4,5}) (starší název celková alkalita) a zásadová neutralizační kapacita do pH 8,3 (ZNK_{8,3}) (starší název celková acidita).

Vápník

Přirozeně se do vody dostává vyluhováním vápenatých minerálů (vápenec, dolomit, sádrovec, vápenaté hlinitokřemičitany). Převažující forma vápníku ve vodě je jednoduchý kation Ca^{2+} . V menší míře se mohou tvořit iontové asociáty ($\text{CaCO}_3(\text{aq})$, CaHCO_3^+ , $\text{CaSO}_4(\text{aq})$, CaOH^+). U vod s nižší celkovou mineralizací bývá vápník převládajícím kationtem. Obvyklé koncentrace vápníku v povrchových vodách se pohybují v řádech desítek až stovek mg/l.

Hořčík

Obdobně jako vápník se do vody dostává vyluhováním minerálů (dolomit, magnezit, hořečnaté hlinitokřemičitany). Rovněž převládající formou je jednoduchý kation Mg^{2+} . Hořčík může v malé míře tvořit obdobné iontové asociáty jako vápník. Hořčíku se v povrchových vodách obvykle vyskytuje méně než vápníku. Obvyklé koncentrace jsou od jednotek po desítky mg/l.

Tvrdość vody

Dříve hojně užívaná charakteristika daná součtem koncentrací vápníku a hořčíku. V současnosti se od jejího uvádění v chemických rozborech spíše upouští a jsou uváděny jednotlivé koncentrace obou kationtů. Důvodem jsou poněkud odlišné vlastnosti obou prvků a rozdílná rozpustnost sloučenin obou prvků (hořečnaté soli jsou obvykle mnohem více rozpustné než soli vápenaté).

Železo

Ve vodě se může vyskytovat v rozpuštěné i nerozpuštěné formě, přičemž formu výskytu významně ovlivňuje pH, oxidačně – redukční potenciál a obsah komplexačních látek. Rozpuštěné železo existuje ve vodách ve formě Fe^{2+} v anoxickém prostředí a Fe^{3+} v oxidačním prostředí. Železo je běžnou součástí vod, obvyklé koncentrace jsou setiny až desetiny mg/l, obvykle do 0,5 mg/l.

Mangan

Do vod se dostává z minerálů v půdách a sedimentech, dalším zdrojem manganu ve vodách mohou být odumřelé části rostlin, zejména listy. Ve vodě se mangan může vyskytovat v rozpuštěné nebo nerozpuštěné formě v několika různých oxidačních stavech. Ve vodách často doprovází železo, ale jeho obvyklé koncentrace jsou ještě nižší než u železa.

Chloridy

Jsou nejčastější formou výskytu chloru ve vodách. Převažující formou chloridů je jednoduchý anion Cl^- , který má velmi slabé komplexační vlastnosti. Chloridy jsou obvykle velmi dobře rozpustné a v přírodních vodách jsou chemicky a biochemicky stabilní; patří mezi hlavní anionty ve vodách. Obvyklé koncentrace se pohybují v jednotkách až desítkách mg/l.

Amoniakální dusík

Přírozně vzniká jako primární produkt rozkladu organických látek rostlinného a živočišného původu. Do vod se však může dostat i antropogenní cestou (spalškové vody a splachy amonných hnojiv z polí). V anoxických podmínkách může vznikat redukcí dusičnanů. Ve vodách se vyskytuje především ve formě amonného iontu NH_4^+ , ale také jako nedisociovaná molekula amoniaku NH_3 . Obvyklé koncentrace v povrchových vodách jsou setiny až desetiny mg/l maximálně do 1 mg/l. Vyšší koncentrace mohou být zaznamenány ve velmi znečištěných tocích. V obvyklých oxických podmínkách není stabilní a je biochemicky oxidován na dusitany a dusičnany. Amoniakální dusík je významným chemickým indikátorem znečištění vod.

Dusitany

Ve vodách vznikají především biochemickou oxidací amoniakálního dusíku, případně biochemickou redukcí dusičnanů. Dusitany jsou velmi nestálé a podle podmínek jsou snadno oxidovány na dusičnany nebo redukovány na elementární dusík; dusitany jsou tedy vlastně meziproduktem v rámci chemických a biochemických přeměn dusíkatých sloučenin. V čistých vodách se proto vyskytují pouze v nepatrných koncentracích; řádově setiny mg/l (obvykle do 0,1 mg/l). V silně znečištěných vodách však mohou být zaznamenány koncentrace přes 1 mg/l. Dusitany, resp. dusitanový dusík patří mezi významné indikátory znečištění vod.

Dusičnany

Jsou posledním stupněm rozkladu organických dusíkatých látek v oxidačních podmínkách. Ve vodách se vyskytují převážně ve formě jednoduchého kationtu NO_3^- , neboť mají slabé komplexační vlastnosti. Za oxických podmínek jsou velmi stabilní, v redukčním prostředí jsou redukovány na dusitany a dále až na elementární dusík. Obvyklé koncentrace dusičnanů v čistých vodách jsou jednotky maximálně první desítky mg/l. Vyšší koncentrace ukazují na antropogenní znečištění, pocházející především ze splachů z polí nadměrně hnojenými dusičnanovými hnojivy. Koncentrace dusičnanů se ve vodách významně mění v závislosti na vegetačním období. Maximální hodnoty jsou dosahovány v zimě (mimovegetační období), naopak v letních měsících (vegetační období) jsou koncentrace nižší, neboť jsou dusičnany z vod odčerpány vegetací.

Chemická spotřeba kyslíku

Pro hodnocení znečištění vody organickými látkami se používá metoda stanovující chemickou spotřebu kyslíku. Na koncentraci organických látek je usuzováno podle množství oxidačního činidla, které se spotřebuje na oxidaci těchto látek. Výsledky se vyjadřují v tzv. kyslíkovém ekvivalentu a jsou udávány v mg/l (hmotnost kyslíku, která stechiometricky odpovídá spotřebě oxidačního činidla na 1 litr vody). Jako oxidační činidlo se používá manganistan draselný, nebo dichroman draselný; přičemž v současnosti převládá použití dichromanu. Manganistan se stále používá pro stanovení CHSK u pitné, nebo málo znečištěné povrchové vody. V závislosti na struktuře organických látek a na použitém činidlo probíhá oxidace látek do různého stupně. Výsledky z manganistanové a dichromanové metody jsou vzájemně nesouměřitelné; chromanová metoda poskytuje zhruba třikrát vyšší hodnoty CHSK než metoda manganistanová. Důvodem je skutečnost, že manganistan oxiduje organické látky do nižšího stupně.

5.3. Metodika stanovení

V následujícím přehledu je uvedena konkrétní technická norma, ze které stanovení vychází, dále stručný princip metody, použitá činidla, pracovní postup, základní výpočet koncentrace, případně rovnice kalibrační přímky.

ZNK_{8,3} – zásadová neutralizační kapacita do pH 8,3 (tzv. celková acidita)

ČSN 75 7372

0,5 % fenolftalein

0,1 M odměrný roztok hydroxidu sodného NaOH

Do titrační baňky se odměří 100 ml vzorku, přidá se několik (3 – 5) kapek fenolftaleinu a titruje se 0,1 M roztokem NaOH do stálého slabě růžového zbarvení roztoku.

Pro výpočet ZNK_{8,3} v mmol platí :

$$ZNK_{8,3} = \frac{V_e \cdot f_{NaOH} \cdot c_{NaOH} \cdot 1000}{V_0} \quad (5.1)$$

Kde

V_e – je spotřeba odměrného roztoku NaOH v ml

f_{NaOH} – faktor odměrného roztoku NaOH

c_{NaOH} – koncentrace odměrného roztoku NaOH v mol/l

V_0 – objem vzorku v ml

$\text{KNK}_{4,5}$ – kyselinová neutralizační kapacita do pH 4,5 (tzv. celková alkalita)
ČSN EN ISO 9963-1

Směsný indikátor – roztok bromkresolové zeleně a metylenové červeně
0,1 M roztok kyseliny chlorovodíkové HCl

Do titrační baňky se odměří 100 ml vzorku, přidají se cca 3 kapky směsného indikátoru a titruje se 0,1 M odměrným roztokem HCl z modrého do žlutohnědého zabarvení.

Pro výpočet $\text{KNK}_{4,5}$ v mmol platí :

$$\text{KNK}_{4,5} = \frac{V_e \cdot f_{\text{HCl}} \cdot c_{\text{HCl}} \cdot 1000}{V_0} \quad (5.2)$$

Kde

V_e – je spotřeba odměrného roztoku HCl v ml

f_{HCl} – faktor odměrného roztoku HCl

c_{HCl} – koncentrace odměrného roztoku HCl v mol/l

V_0 – objem vzorku v ml

CHSK_{Mn} Chemická spotřeba kyslíku podle Kubela
ČSN EN ISO 8467

Kubelova metoda stanovení chemické spotřeby kyslíku je založena na oxidaci organických látek ve vodném vzorku roztokem manganistanu draselného v kyselém prostředí (H_2SO_4) při desetiminutovém varu. Je nutné, aby oxidace probíhala za minimálně 40 % přebytku manganistanu. Množství manganistanu spotřebované na oxidaci organických látek se zjistí manganometricky po přidavku známého množství kyseliny šťavelové, která se následně zpětně titruje opět manganistanem draselným

0,01 N odměrný roztok manganistanu draselného KMnO_4

0,01 N odměrný roztok kyseliny šťavelové $(\text{COOH})_2$

zředěná kyselina sírová H_2SO_4 v poměru 1:2

Do vyvažené titrační baňky (500 ml) s varnými kamínky se odměří 100 ml vzorku, přidá se 5 ml zředěné (1:2) H_2SO_4 a 20 ml 0,01 N roztoku KMnO_4 . Směs je zahřívána na vařiči a udržuje se 10 minut ve varu. K horkému roztoku se přidá 20 ml 0,01 N roztoku kyseliny šťavelové. Odbarvený roztok se následně titruje za horka 0,01 N odměrným roztokem manganistanu draselného do slabě růžového zbarvení.

Pro výpočet CHSK_{Mn} v mg/l platí :

$$\text{CHSK}_{\text{Mn}} = \frac{V_e \cdot 80}{V_0} \quad (5.3)$$

Kde

V_e je spotřeba 0,01 N roztoku KMnO_4 při titraci v ml

V_0 objem vzorku v ml

80 – konstanta pro přepočet organických látek na kyslík

Celková tvrdost – obsah vápenatých a hořečnatých kationtů

ČSN ISO 6059 (757384)

Celková tvrdost byla zjišťována pomocí chelátometrické titrace. Chelaton 3 (disodná sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové) reaguje s kationty kovů za vzniku rozpustných komplexních sloučenin; při reakci se zároveň uvolňují vodíkové protony, které výrazně ovlivňují rovnováhu chemické reakce. Z tohoto důvodu je nutné použití pufru (amoniakální tlumivý roztok o pH 10). Jedna molekula chelatonu reaguje vždy s jedním kationtem kovu, a to bez ohledu na jeho oxidační číslo. Konec titrace je indikován erichromčerní T, která tvoří vínově červený komplex s vápenatými a hořečnatými kationty.

Tlumivý roztok o pH 10

Eriochromčerní T

0,05 M chelaton 3 (disodná sůl ethylendiamintetraoctové kyseliny)

Ke 100 ml vzorku v titrační baňce po stanovení celkové alkality se přidá 5 ml tlumivého roztoku. Po promíchání směsi se přidá indikátor eriochromčerní T, přičemž se roztok zbarví vínově červeně. Titruje se odměrným roztokem 0,05 M chelatonu 3 do jasně modrého zbarvení.

Pro výpočet celkové tvrdosti T (resp. $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) v mmol/l platí :

$$T = \frac{V_e \cdot f_{\text{CH}_3} \cdot c_{\text{CH}_3} \cdot 1000}{V_0} \quad (5.4)$$

Kde

V_e je spotřeba odměrného roztoku chelatonu 3 v ml

V_0 objem vzorku v ml

f_{CH_3} je faktor odměrného roztoku chelatonu 3

c_{CH_3} je koncentrace odměrného roztoku chelatonu 3 v mol/l

Stanovení vápníku (Ca^{2+}) chelatometricky

ČSN ISO 6058 (757416)

Koncentrace vápenatých kationtů byla stanovena chelatometrickou titrací opět za použití Chelatonu 3. Komplex Chelatonu 3 s vápenatými kationty je stálý i v silně alkalickém prostředí (o pH 12 – 13), zatímco komplex s hořečnatými kationty je v tomto alkalickém prostředí nestabilní a hořčík je vysrážen ve formě hydroxidu hořečnatého. Konec titrace je indikován murexidem, při bodu ekvivalence dojde k uvolnění volného indikátorového aniontu a tím i ke změně zbarvení.

1 N NaOH

0,05 M chelaton 3

Murexid

Do titrační baňky se odměří 100 ml vzorku, přidá se 2 ml 1 N roztoku NaOH. Po promíchání přidáme indikátor Murexid, přičemž se roztok zbarví růžově. Odměrným roztokem chelatonu 3 se titruje z růžového do jasně fialového zbarvení.

Pro výpočet koncentrace c vápenatých iontů v mg/l platí :

$$c_{\text{Ca}} = \frac{V_e \cdot f_{\text{CH}_3} \cdot c_{\text{CH}_3} \cdot 40,08 \cdot 1000}{V_0} \quad (5.5)$$

Kde

V_e je spotřeba odměrného roztoku chelatonu 3 v ml

V_0 objem vzorku v ml

f_{CH_3} je faktor odměrného roztoku chelatonu 3

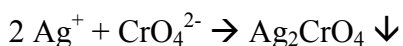
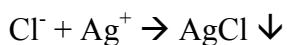
c_{CH_3} je koncentrace odměrného roztoku chelatonu 3 v mol/l

40,08 je molekulová hmotnost vápníku

Stanovení chloridů argentometricky podle Mohra :

ČSN ISO 9297

Metoda je založena na titraci chloridů ve vzorku roztokem dusičnanu stříbrného za vzniku bílé sraženiny chloridu stříbrného. Konec titrace je indikován chromanem draselným, který tvoří s právě přebytečnými stříbrnými ionty hnědou sraženinu chromanu stříbrného.



5 % roztok chromanu draselného K_2CrO_4

0,02 N roztok dusičnanu stříbrného AgNO_3

Do titrační baňky se odměří 100 ml vzorku, přidá se 1 ml 5 % roztoku dichromanu draselného a titruje se odměrným roztokem dusičnanu stříbrného do trvalého přechodu barvy ze světle žluté do oranžově hnědé.

Stejně se postupuje při slepém stanovení 100 ml destilované vody.

Pro výpočet koncentrace c chloridových iontů v mg/l platí :

$$c_{\text{Cl}^-} = \frac{(V_e - V_s) \cdot f_{\text{AgNO}_3} \cdot c_{\text{AgNO}_3} \cdot 35,45 \cdot 1000}{V_0} \quad (5.6)$$

Kde

V_e je spotřeba odměrného roztoku dusičnanu stříbrného při titraci vzorku

V_s je spotřeba odměrného roztoku dusičnanu stříbrného při slepém stanovení s destilovanou vodou

V_0 objem vzorku v ml

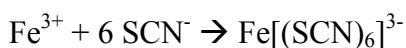
c_{AgNO_3} je koncentrace odměrného roztoku dusičnanu stříbrného v mol/l

f_{AgNO_3} je faktor odměrného roztoku dusičnanu stříbrného

35,45 molekulová hmotnost Cl^-

Stanovení železa (Fe^{2+} a Fe^{3+}) absorpční spektrofotometrií po reakci s thiokyanatanem :
ČSN 83 0520, část 27

Veškeré železo přítomné ve vzorku musí být před stanovením trojmocné; případné dvojmocné železo je potřeba oxidovat peroxidem vodíku. Trojmocné železo reaguje v kyselém prostředí s thiokyanatanem draselným za vzniku červeného komplexu, přičemž intenzita jeho zbarvení je přímo úměrná jeho koncentraci.



1,5 % roztok peroxidu vodíku H_2O_2
20 % roztok thiokyanatanu draselného KSCN
zředěná (14 %) kyselina chlorovodíková HCl

Do 50 ml odměrných baněk se napipetuje 40 ml vzorku; přidá se 1 ml zředěné HCl a 1 ml zředěného H_2O_2 . Po minimálně 5ti minutách se přidá 5 ml roztoku KSCN a roztok se doplní po značku destilovanou vodou. Na spektrofotometru se měří v intervalu 5 – 60 minut proti slepému pokusu ve 4 cm kyvetách při vlnové délce 500 nm.

Koncentrace železitých kationtů v upraveném vzorku byla zjištěna z rovnice kalibrační přímky $A = 0,6014 c$ (5. 7)

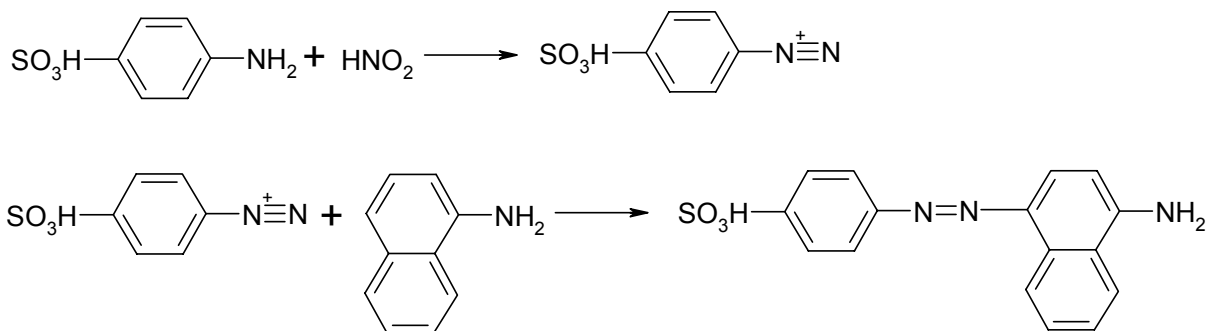
Kde

A je absorbance barevného komplexu

c je koncentrace železitých kationtů ve vzorku (mg/l)

Stanovení dusitanů absorpční spektrofotometrií :
ČSN EN 26 777

Kyselina dusitá (ze vzorku) v prostředí kyseliny octové diazotuje sulfanylovou kyselinu za vzniku diazoniové soli, která je následně kopulována α – naftylaminem a vzniká červenofialové azobarvivo (při pH 2 – 2,5, prostředí upraveno octanovým pufrém), přičemž intenzita zbarvení je přímo úměrná koncentraci dusitanů ve vzorku.



0,6 % roztok kyseliny sulfanilové

0,6 % roztok α – naftylaminu

Do 50 ml odměrné baňky se nalije 50 ml vzorku, přidá se 1 ml kyseliny sulfanilové a roztok se promíchá. Po 5ti minutách se přidá 1 ml α – naftylaminu a roztok se opět promíchá. Vzorky se měří po 40ti minutách na spektrofotometru proti slepému pokusu ve 4 cm kyvetách při vlnové délce 520 nm.

Koncentrace dusitanů ve vzorku byla zjištěna z rovnice kalibrační přímky $A = 2,9177 c$ (5. – 8)

Kde

A je absorbance barevného komplexu

c je koncentrace dusitanů ve vzorku (mg/l)

Stanovení dusičnanů absorpční spektrofotometrií v UV oblasti :

ČSN ISO 7890-3

Zfiltrované vzorky se měří na spektrofotometru proti destilované vodě v 1 cm kyvetách při vlnové délce 214 nm.

Koncentrace dusičnanů ve vzorku byla zjištěna z rovnice kalibrační přímky $A = 0,1078 c$ (5. 9)

Kde

A je absorbance zfiltrovaného vzorku

c je koncentrace dusičnanů ve vzorku (mg/l)

Stanovení amonných iontů absorpční spektrofotometrií

ČSN ISO 7150-1

Amonné ionty reagují s chlornanovými ionty, které se tvoří alkalickou hydrolyzou sodné soli N,N – dichlor – 1,3,5 – triazin – 2,4,6 – trionu (dichlorisokyanuratan sodný), za vzniku chloraminu. Vznikající chloramin reaguje při pH 12,6 za přítomnosti nitrosopentakyanoželezitanu sodného se salicylanem sodným za vzniku modrozelené sloučeniny. Intenzita zabarvení této sloučeniny je přímo úměrná koncentraci amonných iontů ve vzorku.

Vybarvovací činidlo

Roztok 65 g salicylanu sodného $C_7H_5O_3Na$,

65 g dihydrátu citronanu trisodného $C_6H_5O_7Na_3 \cdot 2 H_2O$ a

0,475 g nitrosopentakyanoželezitanusodného (tzv. nitroprussid sodný)

$Na_2[Fe(CN)_5NO] \cdot 2 H_2O$ v 500 ml destilované vody.

Roztok dichlorisokyanuratanu sodného $C_3N_3O_3Cl_2Na \cdot 2 H_2O$

Do 50 ml odměrných baněk se napipetuje 40 ml vzorku, přidá se 4 ml vybarvovacího činidla a roztok se promíchá, dále se přidá 4 ml roztoku dichlorisokyanuratanu sodného a roztok se promíchá. Následně se roztok doplní destilovanou vodou k rysce a opět se důkladně promíchá. Po 1 hodině se vzorky měří na spektrofotometru v 1 cm kyvetách proti slepému stanovení při vlnové délce 655 nm.

Koncentrace amonných iontů ve vzorku byla zjištěna z rovnice kalibrační přímky $A = 0,743 c$ (5. 10)

Kde

A je absorbance barevného komplexu

c je koncentrace amonných iontů ve vzorku (mg/l)

Spektrofotometrické stanovení manganu :

ČSN 83 0520, část 21

Sloučeniny manganu obsažené ve vzorku se v prostředí kyseliny dusičné kvantitativně oxidují peroxodisíranem na manganistan. Intenzita zabarvení vzniklého manganistanu je pak přímo úměrná jeho koncentraci, resp. koncentraci manganu ve vzorku.

Peroxodisíran amonný $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$

Kyselina dusičná HNO_3 koncentrovaná

Srážecí roztok AgNO_3 (17 g AgNO_3 v 500 ml destilované vody)

Do kádinky se odměří 100 ml vzorku, přidají se 2 ml koncentrované kyseliny dusičné, dále se přikapává srážecí roztok tak dlouho, dokud se tvoří sraženina AgCl ; následně se přidají ještě 2 ml srážecího roztoku jako přebytek. Zakalený roztok se zfiltruje do titrační baňky, přidá se cca 0,5 g peroxodisíranu amonného. Baňka s reakční směsí se zahřeje na vařiči a 10 minut se udržuje ve varu. Roztok se po vychladnutí převede do 100 ml odměrných baněk, které se následně doplní destilovanou vodou po rysku. Vzorky se měří na spektrofotometru ve 4 cm kyvetách proti slepému pokusu při vlnové délce 525 nm.

Koncentrace manganu ve vzorku byla zjištěna z rovnice kalibrační přímky $A = 0,1798 c$ (5. 11)

Kde

A je absorbance roztoku manganistanu

c je koncentrace manganu ve vzorku (mg/l)

Stanovení pH

ČSN ISO 10523

Stanovení elektrolytické konduktivity

ČSN ISO EN 27888

pH bylo měřeno na přístroji HACH HQ 30d – flexi

vodivost (elektrolytická konduktivita) byla měřena na přístroji GRYF 107 L

Spektrofotometrická stanovení byla provedena na UV spektrofotometru UNICAM SP 1800

6. Hodnocení výsledků

Získané výsledky byly hodnoceny podle technické normy ČSN 75 7221 „Klasifikace jakosti povrchových vod“ [4]

Ze série měření se určí tzv. charakteristická hodnota, která pro potřebu klasifikace nahrazuje celou sadu hodnot a představuje hodnotu s 90 % pravděpodobností nepřekročení. Získané výsledky se seřadí do vzestupné řady, kde předposlední hodnota odpovídá charakteristické hodnotě (při 12-ti členné sadě hodnot). Pokud je k dispozici více výsledků je nutné charakteristickou hodnotu vypočítat podle dispozic uvedených v [4].

Zjištěná charakteristická hodnota pro daný ukazatel se zařídí do příslušné třídy jakosti podle tabulky mezních hodnot tříd jakosti vody. Tímto způsobem se zařídí každý vybraný ukazatel zvlášť. Výslednou třídu jakosti pak určuje nejnepříznivěji zaříděný ukazatel.

Třídy čistoty (převzato z [4]) :

Třída 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.

Třída 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.

Třída 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.

Třída 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.

Třída 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.

Data ze starých měření, která sloužila jako podklad pro zařazení toků do příslušných tříd jakosti v minulých letech, byla převzata z [16].

Výsledky byly rovněž zhodnoceny podle imisních limitů daných Nařízením vlády 61/2003 Sb. [17]. V následujícím přehledu (Tabulka 2) jsou uvedeny imisní limity dané [17], které jsou porovnány (resp. zatříděny) s příslušnou třídou čistoty podle [4]

Tabulka 2 : porovnání imisních limitů [17] s jejich odpovídající třídou čistoty podle [4]

		Imisní limit (mg/l)	Odpovídající třída čistoty
Amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	0,5	2
Dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	0,05	-
Dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	7	3
chloridy	Cl ⁻	250	3
Vápník	Ca ²⁺	250	3
Hořčík	Mg ²⁺	150	3
Železo celkové	Fe	2	4
Mangan celkový	Mn	0,5	4

Nařízení vlády 61/2003 Sb. nedefinuje imisní limit pro chemickou spotřebu kyslíku manganistanem; definuje pouze limit pro CHSK_{Cr}. Vzhledem k tomu, že manganistanová metoda je v současnosti stále využívána pro stanovení CHSK v mírně znečištěných vodách, bylo by možná účelné hodnotu imisního limitu pro CHSK_{Mn} do přehledu doplnit.

Zajímavý je projekt [18], který navrhuje zařazení tzv. vodního bohatství do třech stupňů ekologické kvality :

I. „*Nejvyšší stupeň ekologické kvality vodního bohatství je definován pro ty oblasti, v nichž je voda plnohodnotnou součástí ekosystému – spoluvytváří prostředí nezbytné pro většinu forem života obvyklých v dané lokalitě. Vodní bohatství není ohroženo žádnými (ani potenciálními zdroji) znečištěním*“. Vybrané ukazatele by měly odpovídat I. třídě čistoty podle ČSN 75 7221 a plocha orné půdy ve zkoumané oblasti by měla být do 15 % území.

II. „*Střední stupeň ekologické kvality lze přisoudit vodě, která jako složka nezbytná pro vznik a udržení života plní převážnou většinu svých funkcí. Vodní bohatství může být ohroženo zdroji znečištění jak ve vlastním hydroekologickém regionu, tak transportem ze sousedních hydroekoregionů externími zdroji znečištění*“. Vybrané ukazatele by měly odpovídat II. třídě čistoty podle ČSN 75 7221 a plocha orné půdy ve zkoumané oblasti by měla být do 50 % území.

III. „*Nejhorší stupeň ekologické kvality označuje vodu silně znečištěnou, která ztratila většinu vlastností nezbytných pro vznik a udržení života. Vodní bohatství je ohrožováno externími zdroji znečištění*“. Vybrané ukazatele by měly odpovídat III. třídě čistoty podle ČSN 75 7221 a plocha orné půdy ve zkoumané oblasti je přes 50 % území.

7. Výsledky a diskuse

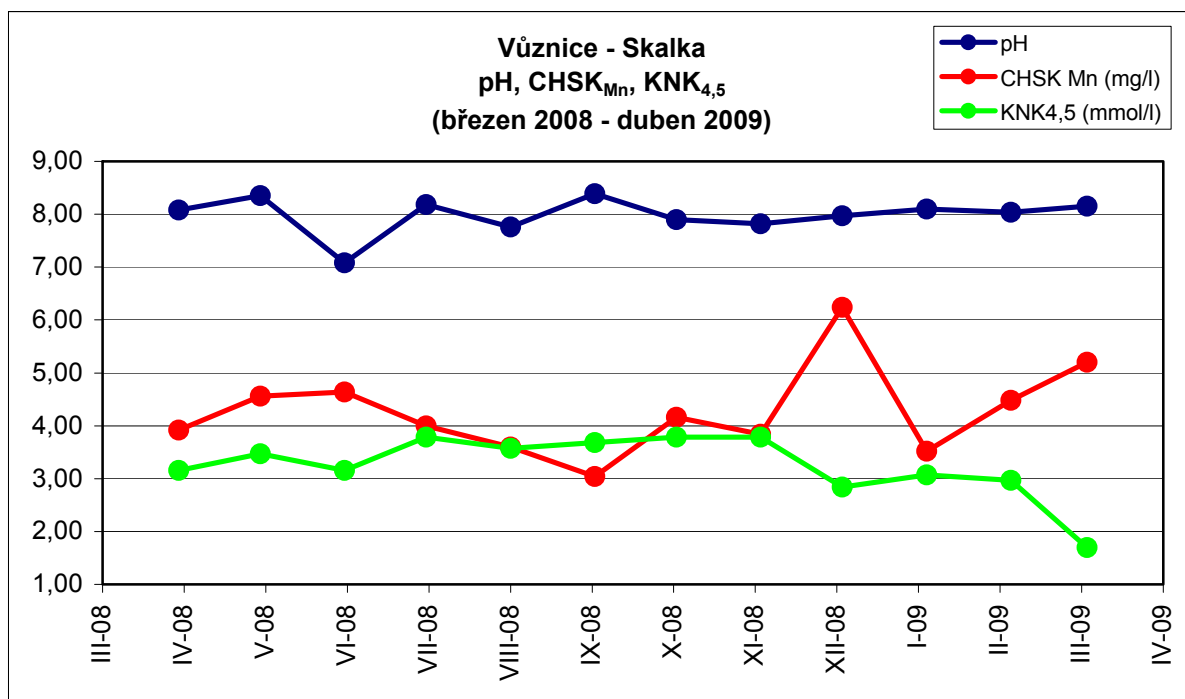
V následujících tabulkách a grafech jsou shrnuty naměřené hodnoty sledovaných parametrů ve dvanácti zkoumaných lokalitách; pro každou lokalitu je uvedena tabulka s naměřenými hodnotami a hodnotící tabulka podle [4]. Dále jsou zobrazeny dva grafy s průběhy vybraných parametrů. U lokalit, kde byla dostupná data z předchozích měření je rovněž provedeno srovnání současné situace s minulostí. Diskutovány jsou průběhy hlavních sledovaných parametrů a celková situace na lokalitě.

Tabulka 3 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Vůznice - Skalka

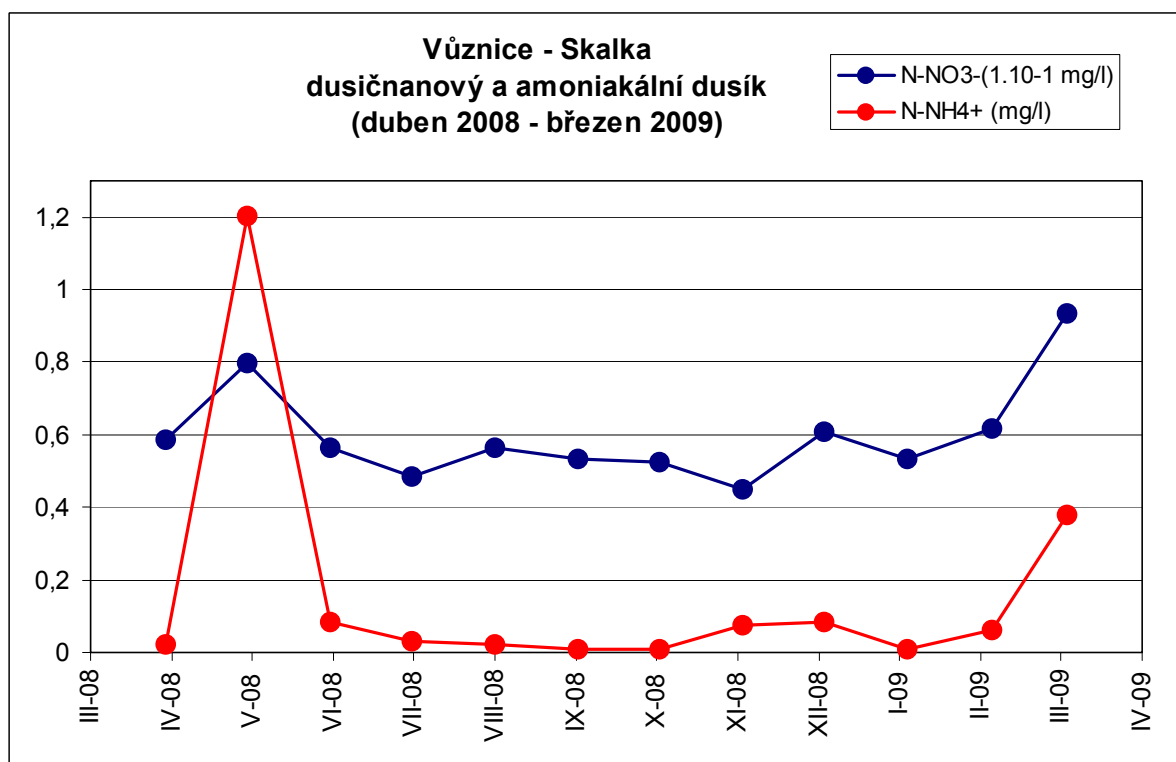
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	7,8	9,2	11,1	12,5	11,7	12,9	11,0	6,5	5,1	3,0	1,8	5,1
pH		8,08	8,35	7,08	8,18	7,76	8,39	7,90	7,82	7,97	8,10	8,04	8,15
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,21	0,21	0,48	0,10	0,10	0,19	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	3,16	3,47	3,16	3,79	3,58	3,68	3,79	3,79	2,84	3,07	2,97	1,70
Tvrđost	mmol/l	2,5	2,7	2,6	2,7	2,9	2,9	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,5
Ca ²⁺	mg/l	68,5	72,5	74,5	68,5	68,5	74,5	72,5	78,5	68,5	54,1	60,1	74,1
Mg ²⁺	mg/l	19,5	20,8	18,3	24,4	29,3	25,7	20,8	18,3	24,4	31,6	26,7	15,8
CHSK _{Mn}	mg/l	3,92	4,56	4,64	4,00	3,60	3,04	4,16	3,84	6,24	3,52	4,48	5,20
NH ₄ ⁺	mg/l	0,03	1,55	0,11	0,04	0,03	0,01	0,01	0,09	0,11	0,01	0,08	0,48
NO ₂ ⁻	mg/l	0,32	0,36	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,13
NO ₃ ⁻	mg/l	25,97	35,25	24,90	21,52	25,05	23,65	23,19	19,94	26,90	23,65	27,37	41,28
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02	0,02	0,05
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	24,1	27,0	21,9	24,1	27,8	24,9	25,6	25,6	22,7	23,6	25,0	16,7
Vodivost	μS/cm	511	502	515	558	535	493	505	541	947	506	550	540

Tabulka 4 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Vůznice – Skalka podle [4]

1. Vůznice – Skalka					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	4,27	4,08	4,48	1
Amoniakální dusík	mg/l	0,17	0,05	0,38	2
Dusičnanový dusík	mg/l	6,00	5,64	7,96	3
Vápník	mg/l	69,6	70,5	74,5	1
Hořčík	mg/l	23,0	22,6	29,3	1
Mangan	mg/l	0	0	0	1
Železo	mg/l	0,02	0,02	0,05	1
Chloridy	mg/l	24,1	24,5	27,0	1
Konduktivita	mS/m	55,85	52,47	55,8	2
Výsledná třída jakosti					3



Obrázek 3 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Vůznice - Skalka



Obrázek 4 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Vůznice - Skalka

Tabulka 5 : zařazení starých výsledků z lokality Vůznice - Skalka do třídy čistoty podle [4]

Vůznice – Skalka										
Duben 1990 – Listopad 1992					25 stanovení					
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1990-92	25	1	1	5	1	1	1	1	1	5

pH se stabilně pohybuje v mírně alkalické oblasti (kolem hodnoty pH 8). Nízké hodnoty chemické spotřeby kyslíku ukazují na nízký obsah organických látek. Problematický je vysoký obsah dusičnanů, který zařazuje tento profil do 3. třídy čistoty; avšak je zde patrné určité zlepšení, neboť díky dusičnanům spadal tento profil do 5. třídy (1990 – 92). Jinak téměř všechny parametry (i v minulém sledovaném období) by spadaly do 1. třídy čistoty. Vyšší hodnoty konduktivity poukazují na přítomnost dalších iontů. Ke konci období je patrný nárůst dusičnanového i amoniakálního dusíku.

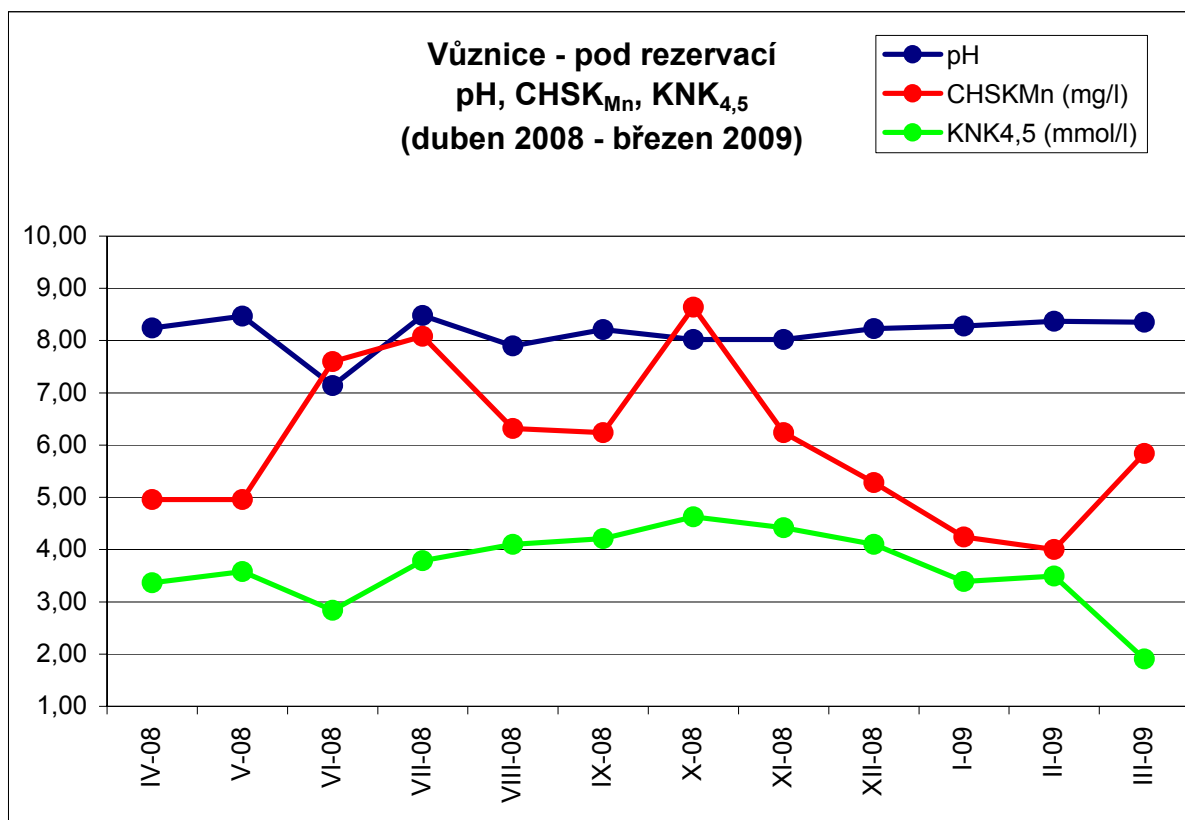
Ve sledovaném období z měřených parametrů byl dvakrát překročen imisní limit podle NV 61/2003 Sb. u dusičnanového a dusičnanového dusíku a pouze jednou byl tento limit překročen u amoniakálního dusíku.

Tabulka 6 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Vůznice – pod rezervací

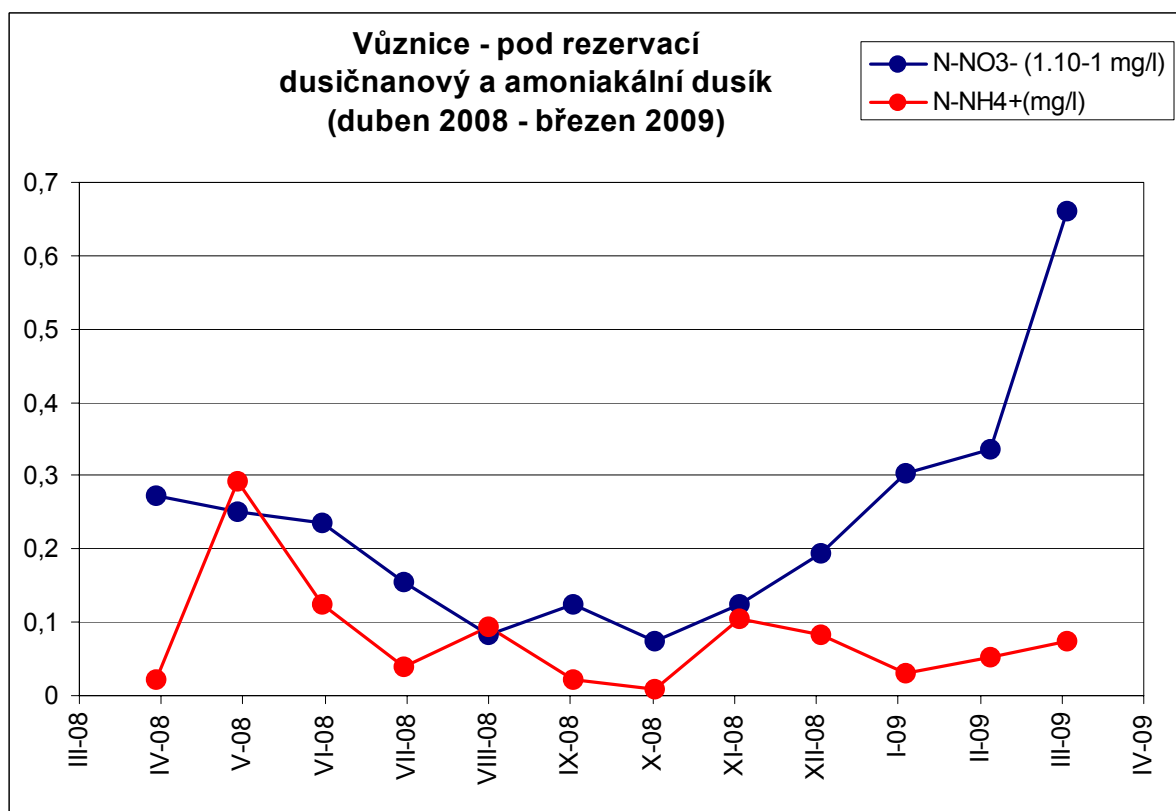
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	7,9	9,5	12,4	14,1	12,9	14,5	11,8	5,6	4,1	1,5	0,5	4,8
pH		8,24	8,47	7,14	8,48	7,90	8,21	8,02	8,02	8,23	8,28	8,37	8,35
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	0,21	0,39	0,05	0,10	0,10	0,19	0,10	0,05	0,05	0,10	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	3,37	3,58	2,84	3,79	4,10	4,21	4,63	4,42	4,10	3,39	3,50	1,91
Tvrdost	mmol/l	2,4	2,5	2,1	2,4	2,7	2,8	2,8	2,9	2,8	2,7	2,9	2,0
Ca ²⁺	mg/l	18,1	28,2	52,4	74,5	40,3	66,5	48,3	44,3	32,2	24,0	20,0	40,1
Mg ²⁺	mg/l	46,4	42,8	19,5	12,2	40,3	26,9	39,1	42,8	48,9	51,1	58,3	24,3
CHSK _{Mn}	mg/l	4,96	4,96	7,60	8,08	6,32	6,24	8,64	6,24	5,28	4,24	4,00	5,84
NH ₄ ⁺	mg/l	0,03	0,38	0,16	0,05	0,12	0,03	0,01	0,13	0,11	0,04	0,07	0,09
NO ₂ ⁻	mg/l	0,03	0,04	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,05
NO ₃ ⁻	mg/l	12,06	11,13	10,40	6,87	3,71	5,47	3,25	5,47	8,63	13,45	14,84	29,22
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	16,8	14,6	11,7	12,4	9,5	15,3	16,8	16,8	17,5	20,2	21,5	12,5
Vodivost	μS/cm	466	418	398	482	474	479	394	531	508	498	531	444

Tabulka 7 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Vůznice – pod rezervací podle [4]

2. Vůznice – pod rezervací					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	6,03	6,04	8,08	2
Amoniakální dusík	mg/l	0,08	0,06	0,12	1
Dusičnanový dusík	mg/l	2,34	2,15	3,35	2
Vápník	mg/l	40,7	40,2	66,5	1
Hořčík	mg/l	37,7	41,55	51,1	2
Mangan	mg/l	0,01	0,00	0,02	1
Železo	mg/l	0,03	0,03	0,04	1
Chloridy	mg/l	15,5	16,05	20,2	1
Konduktivita	mS/m	46,86	47,65	53,1	2
Výsledná třída jakosti					2



Obrázek 5 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Vůznice – pod rezervací



Obrázek 6 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Vůznice – pod rezervací

Tabulka 8 : zařazení starých výsledků z lokality Vůznice – pod rezervací do třídy čistoty podle [4]

Vůznice – pod rezervací										
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1990-92	24	2	1	3	1	1	1	1	1	3

Profil Vůznice – pod rezervací ve sledovaném období spadal do 2. třídy čistoty; hodnoty chemické spotřeby kyslíku jsou mírně zvýšené, zajímavý je vysoký obsah hořčíku, který v tomto případě dokonce převyšuje obsah vápníku, vyšší jsou rovněž hodnoty konduktivity. Obsah dusičnanů rovněž spadá do 2. třídy, avšak ke konci období je patrný výrazný nárůst. Obsah amoniakálního dusíku zůstává nízký. U této lokality je patrné určité zlepšení oproti stavu z let 1990 – 92, kdy profil kvůli dusičnanům spadal do o třídu horší kategorie znečištění. Vývoj koncentrací v průběhu roku odpovídá obecnému trendu a jelikož je zaznamenán i klesající trend koncentrací dusičnanů, je pravděpodobné, že k dalším emisím dusičnanů ze zemědělství v současné době již nedochází; zatížení tohoto profilu dusičnany bude pravděpodobně historické.

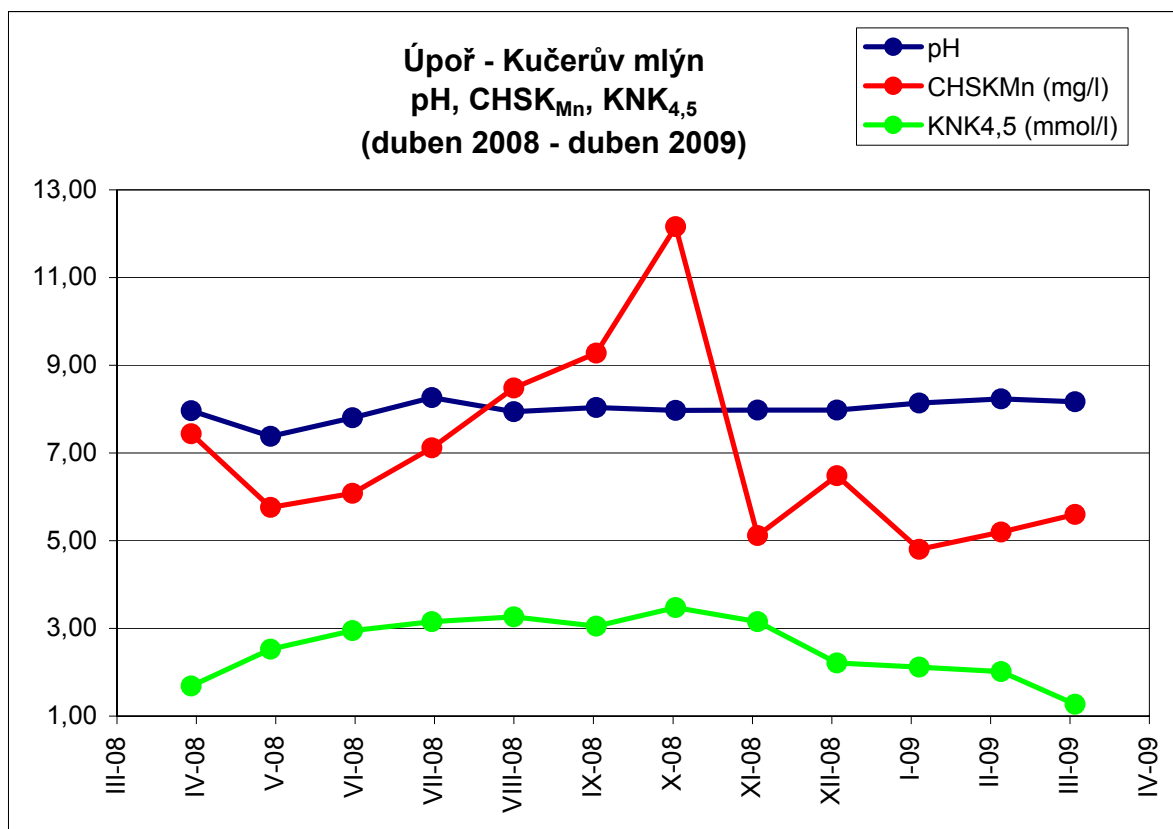
Ve sledovaném období žádný ze sledovaných parametrů nepřekročil imisní limit daný NV 61/2003 Sb.

Tabulka 9 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Úpoř – Kučerův mlýn

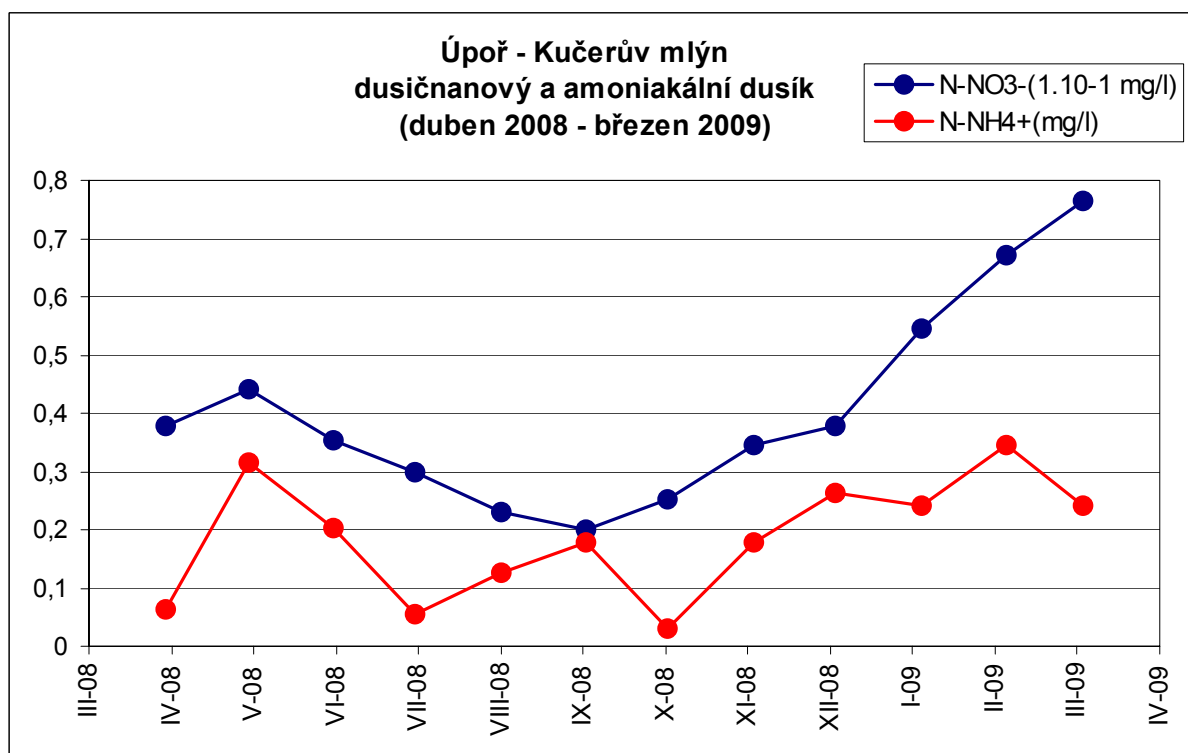
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	7,5	12,2	13,7	15,2	14,3	15,4	11,8	6,5	4,4	2,1	1,1	4,9
pH		7,96	7,38	7,80	8,26	7,94	8,04	7,97	7,98	7,98	8,14	8,23	8,17
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	0,32	0,10	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	1,68	2,52	2,95	3,16	3,26	3,05	3,47	3,16	2,21	2,12	2,01	1,27
Tvrdost	mmol/l	1,4	1,8	2,1	1,9	2,1	1,9	2,1	2,2	1,9	1,9	1,9	1,5
Ca ²⁺	mg/l	34,2	42,3	48,3	72,5	48,3	40,3	50,4	56,4	42,3	38,1	42,1	34,1
Mg ²⁺	mg/l	13,4	18,3	20,8	2,4	20,8	20,8	19,5	18,3	19,5	21,9	20,7	14,6
CHSK _{Mn}	mg/l	7,44	5,76	6,08	7,12	8,48	9,28	12,16	5,12	6,48	4,80	5,20	5,60
NH ₄ ⁺	mg/l	0,08	0,40	0,26	0,07	0,16	0,23	0,04	0,23	0,34	0,31	0,44	0,31
NO ₂ ⁻	mg/l	0,17	0,14	0,29	0,16	0,04	0,07	0,12	0,13	0,08	0,05	0,09	0,07
NO ₃ ⁻	mg/l	16,70	19,48	15,60	13,28	10,20	8,81	11,13	15,31	16,70	24,12	29,68	33,86
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,05	0,06	0,03	0,07	0,05	0,08	0,08	0,03	0,03	0,05
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,08	0,11	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06	0,11	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	10,2	13,2	16,8	19,0	20,5	24,9	24,9	21,2	16,1	16,7	12,5	10,4
Vodivost	μS/cm	316	368	397	445	422	398	437	480	397	386	422	355

Tabulka 10 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Úpoř – Kučerův mlýn podle [4]

3. Úpoř – Kučerův mlýn					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	6,96	6,28	9,28	3
Amoniakální dusík	mg/l	0,19	0,19	0,31	2
Dusičnanový dusík	mg/l	4,04	3,64	6,70	3
Vápník	mg/l	45,8	42,3	56,4	1
Hořčík	mg/l	17,6	19,5	20,8	1
Mangan	mg/l	0,04	0,03	0,08	1
Železo	mg/l	0,05	0,05	0,11	1
Chloridy	mg/l	17,2	16,75	24,9	1
Konduktivita	mS/m	40,2	39,77	44,5	2
Výsledná třída jakosti					3



Obrázek 7 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Úpoř – Kučerův Mlýn



Obrázek 8 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Úpoř – Kučerův Mlýn

Tabulka 11 : zařazení starých výsledků z lokality Oupoř - Kučerův mlýn do třídy čistoty podle [4]

Oupoř - Kučerův mlýn										
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1981-82	11	1	2	2	1	1	1	1	1	2
1990-93	33	2	3	5	1	1	1	1	1	5
2005-06	16	1	1	2	1	1	1	1	1	2

Vysoké obsahy organických látek a dusičnanového dusíku zařazují tento profil do 3. třídy čistoty; ke konci období obsah dusičnanů výrazně narůstá, zatímco chemická spotřeba kyslíku v podzimních a zimních měsících klesá, což je v souladu s obecnými trendy. Tento profil má s ohledem do minulosti poněkud nevyrovnané koncentrace hlavních sledovaných indikátorů znečištění. Zatímco na počátku 80. let byly naměřeny nízké koncentrace dusičnanů, byly v 90. letech, kdy je k dispozici i větší množství údajů, koncentrace dusičnanů velmi vysoké odpovídající kategorii nejvyššího znečištění. V posledních letech byl zaznamenán určitý pokles i když ne stabilní. Rovněž o hodnotách chemické spotřeby kyslíku lze konstatovat, že se spíše zvyšují.

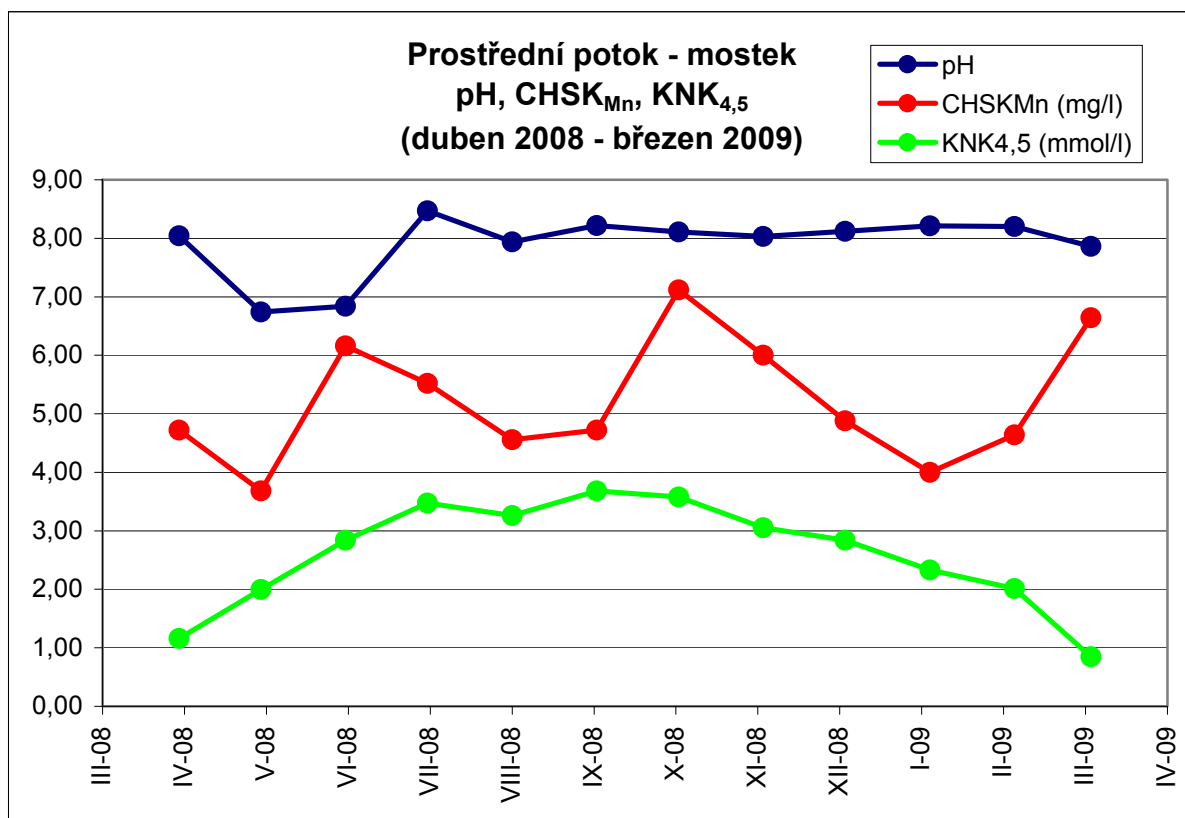
Ve sledovaném období byl dvakrát překročen imisní limit daný NV 61/2003 Sb. pro dusitanový dusík a pouze jednou pro dusičnanový dusík.

**Tabulka 12 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě
Prostřední potok – Mostek**

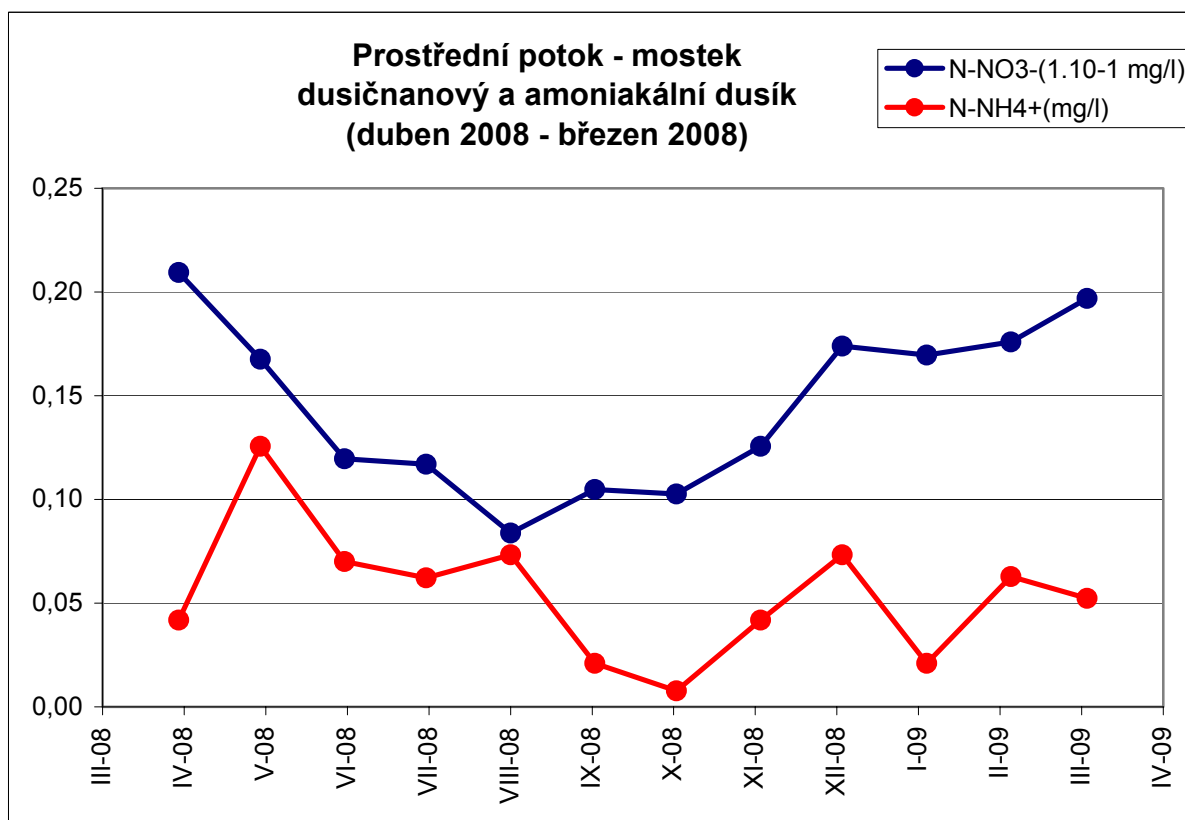
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	7,4	10,8	10,8	12,9	12,1	13,5	11,0	6,2	4,1	2,1	0,8	4,8
pH		8,04	6,74	6,84	8,47	7,94	8,22	8,11	8,03	8,12	8,21	8,20	7,86
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	0,53	1,26	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	1,16	2,00	2,84	3,47	3,26	3,68	3,58	3,05	2,84	2,33	2,01	0,85
Tvrdost	mmol/l	1,0	1,4	1,8	2,0	2,0	2,2	2,2	1,9	1,9	1,6	1,7	0,9
Ca ²⁺	mg/l	26,2	34,2	42,3	72,5	14,1	22,2	36,3	40,3	36,3	42,1	36,1	24,0
Mg ²⁺	mg/l	7,3	13,4	18,3	4,9	39,1	39,1	30,5	22,0	23,2	12,2	18,2	7,3
CHSK _{Mn}	mg/l	4,72	3,68	6,16	5,52	4,56	4,72	7,12	6,00	4,88	4,00	4,64	6,64
NH ₄ ⁺	mg/l	0,05	0,16	0,09	0,08	0,09	0,03	0,01	0,05	0,09	0,03	0,08	0,07
NO ₂ ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
NO ₃ ⁻	mg/l	9,28	7,42	5,30	5,18	3,71	4,64	4,55	5,57	7,70	7,51	7,79	8,72
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,00	0,02	0,03
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,04	0,43	0,17	0,22	0,00	0,11	0,11	0,11	0,00	0,06
Cl ⁻	mg/l	7,3	6,6	8,0	9,5	8,0	11,0	11,0	9,5	9,5	11,1	11,1	6,3
Vodivost	μS/cm	236	255	343	404	382	397	388	377	355	320	321	244

Tabulka 13 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Prostřední potok – Mostek podle [4]

4. Prostřední potok – Mostek					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	5,22	4,80	6,64	2
Amoniakální dusík	mg/l	0,05	0,06	0,07	1
Dusičnanový dusík	mg/l	1,46	1,47	1,97	1
Vápník	mg/l	35,6	36,2	42,3	1
Hořčík	mg/l	19,6	18,25	39,1	1
Mangan	mg/l	0,10	0,08	0,22	2
Železo	mg/l	0,02	0,02	0,03	1
Chloridy	mg/l	9,1	9,5	11,1	1
Konduktivita	mS/m	33,52	34,89	39,7	1
Výsledná třída jakosti					2



Obrázek 9 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Prostřední potok - mostek



Obrázek 10 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Prostřední potok - mostek

Tabulka 14 : zařazení starých výsledků z lokality Prostřední potok do třídy čistoty podle [4]

Prostřední potok										
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1990-93	25	1	-	2	1	1	-	-	1	2
2005-06	13	1	1	2	1	1	1	1	1	2

Zvýšený obsah organických látek zařazuje tento profil do 2. třídy čistoty. Obsah dusíku v obou hlavních formách je u tohoto profilu velmi nízký. Velmi zajímavý je u této lokality relativně vysoký obsah manganu, nejvyšší ze všech sledovaných lokalit; tento zvýšený obsah manganu rovněž odpovídá druhé třídě čistoty.

Tato lokalita stabilně spadá do druhé třídy čistoty, je patrný pokles dusičnanů; rozložení dusičnanových koncentrací v průběhu roku odpovídá obecnému trendu, kdy je minimum v letních měsících; je možné tedy pravděpodobně vyloučit další dotaci dusičnanů ze zemědělství. Oproti minulosti jsou však poněkud zvýšené hodnoty CHSK, které ukazují na nové organické znečištění.

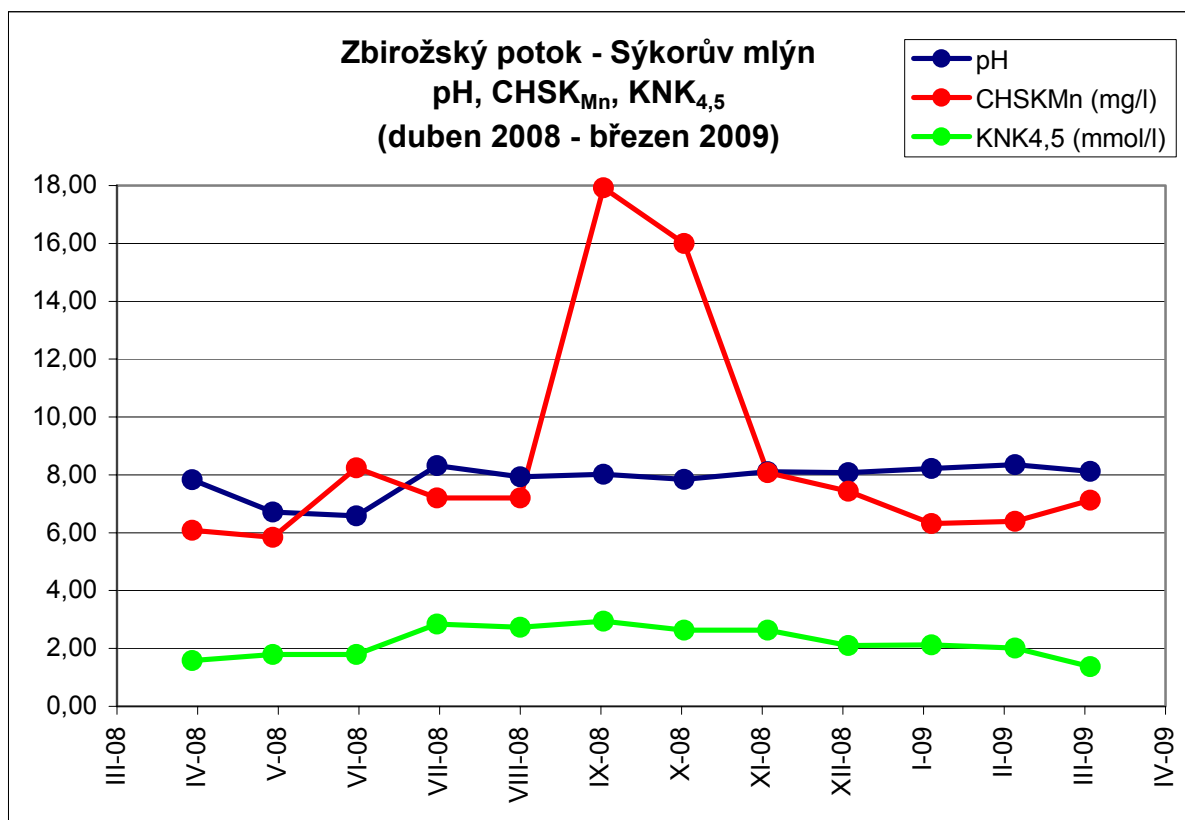
Ve sledovaném období žádný ze sledovaných parametrů nepřekročil imisní limit daný NV 61/2003 Sb.

Tabulka 15 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Zbirožský potok – Sýkorův mlýn

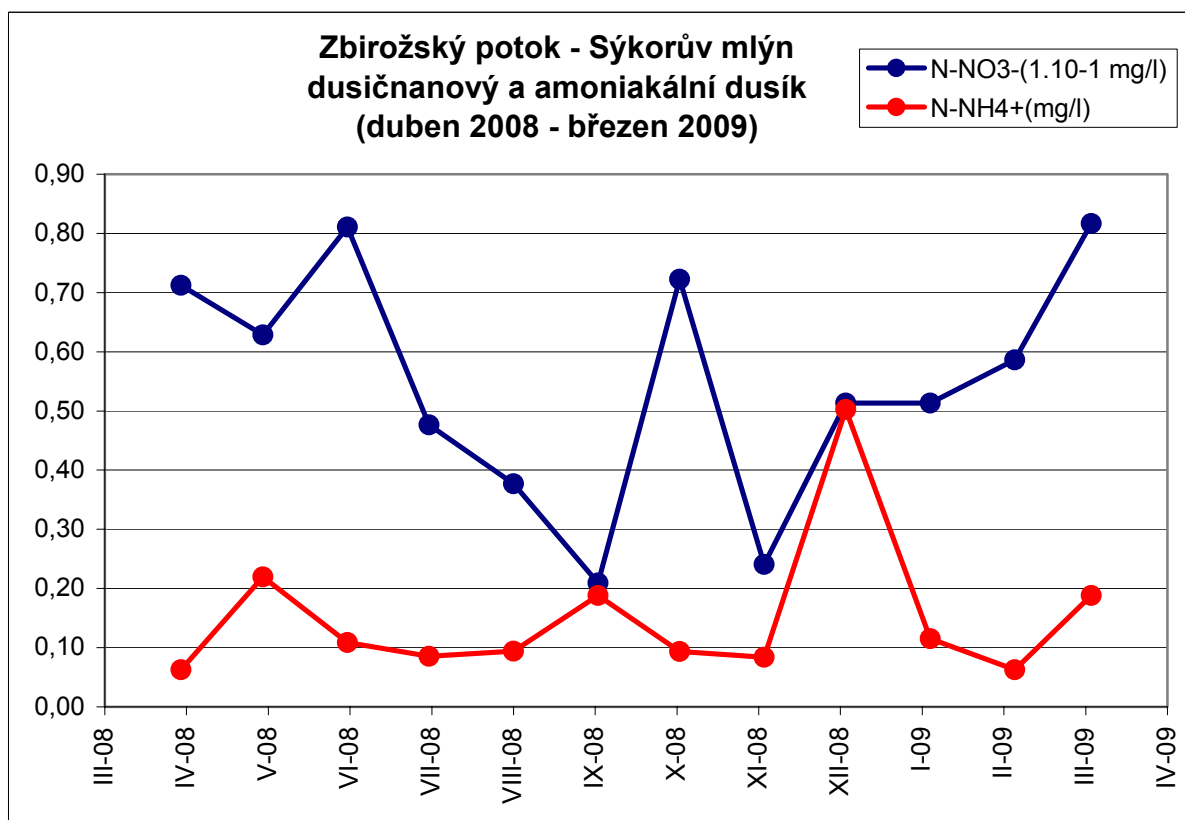
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	8,0	13,4	13,5	15,3	15,1	17,6	13,2	6,8	4,1	1,5	0,8	5,0
pH		7,83	6,71	6,58	8,32	7,93	8,02	7,84	8,11	8,08	8,22	8,35	8,12
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	0,53	1,07	0,05	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	1,58	1,79	1,79	2,84	2,74	2,95	2,63	2,63	2,10	2,12	2,01	1,38
Tvrdost	mmol/l	1,5	1,7	1,6	1,9	1,9	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,5
Ca ²⁺	mg/l	38,3	40,3	42,3	62,4	44,3	46,3	52,4	48,3	44,3	38,1	36,1	38,1
Mg ²⁺	mg/l	12,2	15,9	12,2	7,3	18,3	22,0	17,1	15,9	17,1	17,0	18,2	13,4
CHSK _{Mn}	mg/l	6,08	5,84	8,24	7,20	7,20	17,92	16,00	8,08	7,44	6,32	6,40	7,12
NH ₄ ⁺	mg/l	0,08	0,28	0,14	0,11	0,12	0,24	0,12	0,11	0,65	0,15	0,08	0,24
NO ₂ ⁻	mg/l	0,40	0,10	0,26	0,11	0,02	0,09	0,06	0,07	0,11	0,04	0,05	0,12
NO ₃ ⁻	mg/l	31,54	27,83	35,90	21,10	16,70	9,28	32,00	10,67	22,73	22,73	25,97	36,18
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,10	0,08	0,05	0,05	0,03	0,08	0,17	0,07	0,05	0,07
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,02	0,08	0,00	0,11	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	25,6	23,4	20,5	22,7	24,1	38,7	39,5	27,0	27,8	30,6	28,5	25,7
Vodivost	μS/cm	383	331	368	427	416	441	448	422	409	391	415	408

Tabulka 16 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Zbirožský potok – Sýkorův mlýn podle [4]

5. Zbirožský potok – Sýkorův mlýn					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	8,68	7,20	16	4
Amoniakální dusík	mg/l	0,15	0,10	0,22	1
Dusičnanový dusík	mg/l	5,51	5,50	8,11	3
Vápník	mg/l	44,3	43,3	52,4	1
Hořčík	mg/l	15,6	16,45	18,3	1
Mangan	mg/l	0,03	0,00	0,08	1
Železo	mg/l	0,06	0,06	0,10	1
Chloridy	mg/l	27,8	26,35	38,7	1
Konduktivita	mS/m	40,47	41,2	44,1	2
Výsledná třída jakosti					4



Obrázek 11 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Zbizožský potok – Sýkorův mlýn



Obrázek 12 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Zbizožský potok – Sýkorův mlýn

Tabulka 17 : zařazení starých výsledků z lokality Zbizožský potok – Sýkorův mlýn do třídy čistoty podle [4]

Zbizožský potok – Sýkorův mlýn										
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1990-92	23	3	1	5	1	1	1	1	1	5
2005-06	13	1	2	2	1	1	1	1	1	2

Velmi vysoké hodnoty chemické spotřeby kyslíku poukazující na vysoké organické znečištění zařazují tento profil až do 4. třídy čistoty, což činí tento profil nevíce znečištěným mezi sledovanými lokalitami. Rovněž obsah dusičnanového dusíku je relativně vysoký; odpovídá 3. třídě čistoty. Poněkud vyšší hodnoty konduktivity poukazují na obsah dalších iontů.

Oproti situaci z počátku 90. let je patrné celkové mírné zlepšení, alespoň o 1 třídu. Avšak v letech 2005 – 2006 spadl tento profil do druhé třídy, což v porovnání se současným stavem je zhoršení o dva stupně (v tomto období bylo zatížení organickými látkami nízké a odpovídalo dokonce první třídě čistoty). K nejvyššímu nárůstu došlo u hodnot CHSK, ale s ohledem na celkový průběh je možné, že se jednalo pouze o dílčí znečištění v podzimních měsících (s ohledem na průběh koncentrací během roku a s přihlédnutím k nízkému obsahu organických látek v letech 2005 – 2006 by organické znečištění odpovídalo spíše druhé třídě). Rovněž vyšší hodnoty dusičnanů nejsou uspokojivé a ani roční průběh jejich koncentrací není úplně pravidelný, jako je tomu u ostatních lokalit.

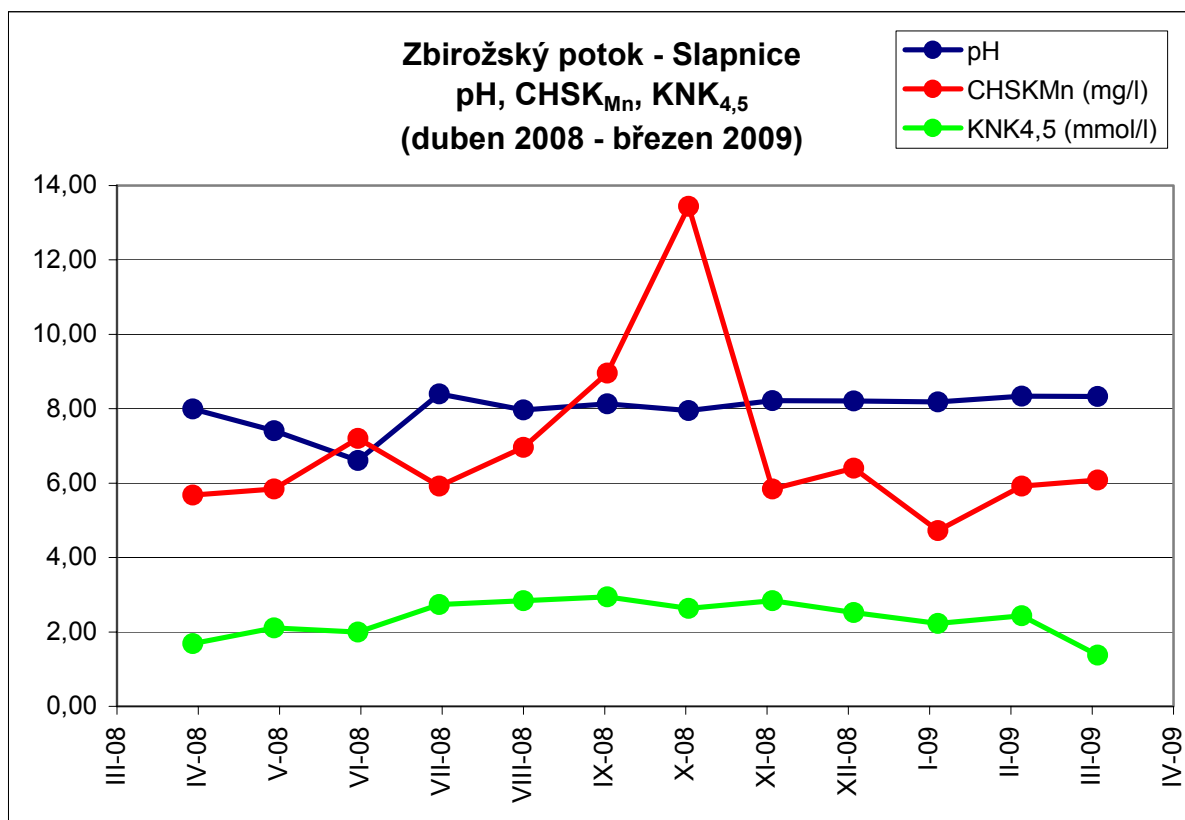
Ve sledovaném období byl jednou překročen imisní limit daný NV 61/2003 Sb. pro amoniakální dusík, dvakrát pro dusitanový dusík a dokonce čtyřikrát pro dusík dusičnanový.

Tabulka 18 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě
Zbirožský potok – Slapnice

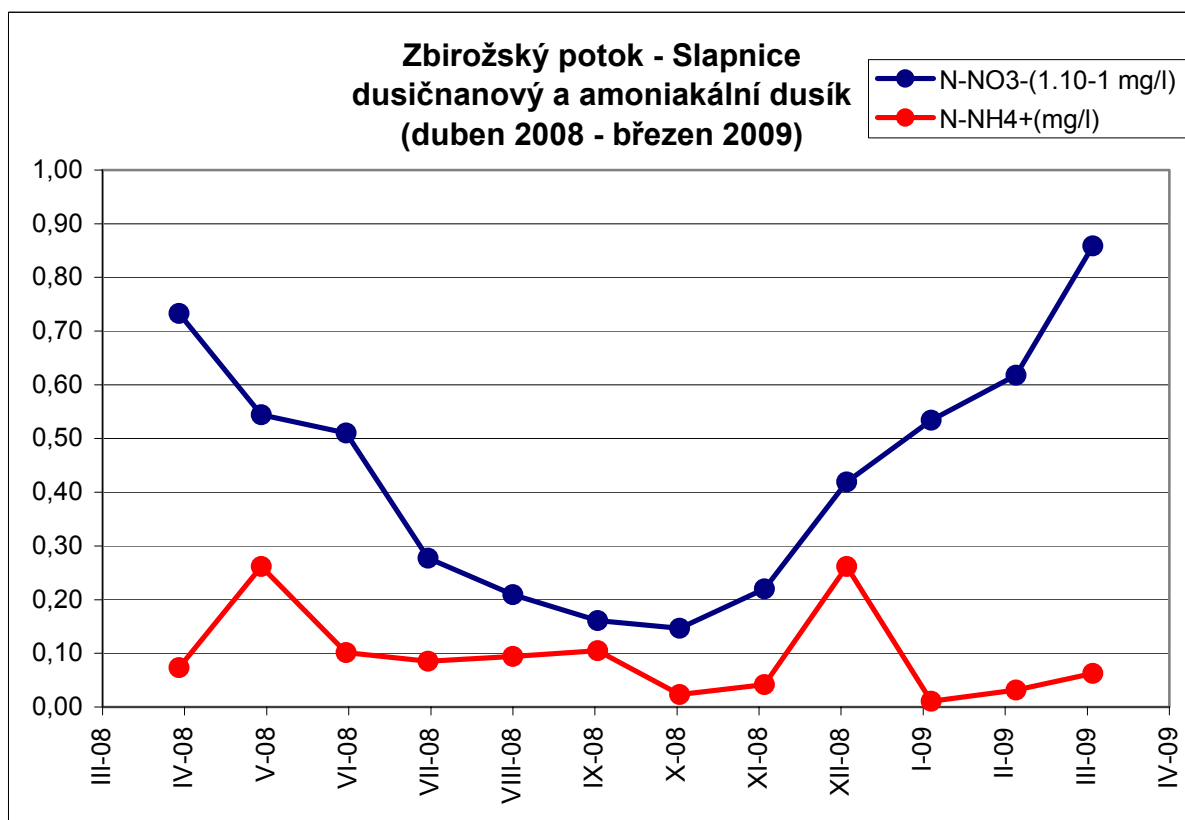
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	8,1	14,6	14,6	16,0	15,6	16,6	12,5	6,5	4,1	0,3	0,7	4,9
pH		7,99	7,41	6,61	8,40	7,97	8,13	7,95	8,22	8,21	8,18	8,34	8,33
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	0,21	0,78	0,05	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,05	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	1,68	2,10	2,00	2,74	2,84	2,95	2,63	2,84	2,52	2,22	2,44	1,38
Tvrdost	mmol/l	1,8	1,8	1,6	1,9	1,8	2,1	2,0	2,1	1,9	1,9	1,9	1,7
Ca ²⁺	mg/l	40,3	46,3	42,3	34,2	44,3	44,3	50,4	52,4	50,4	46,1	46,1	44,1
Mg ²⁺	mg/l	19,5	15,9	12,2	24,4	15,9	24,4	17,1	18,3	14,7	18,2	17,0	13,4
CHSK _{Mn}	mg/l	5,68	5,84	7,20	5,92	6,96	8,96	13,44	5,84	6,40	4,72	5,92	6,08
NH ₄ ⁺	mg/l	0,09	0,34	0,13	0,11	0,12	0,13	0,03	0,05	0,34	0,01	0,04	0,08
NO ₂ ⁻	mg/l	0,12	0,08	0,10	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,06	0,02	0,02	0,07
NO ₃ ⁻	mg/l	32,47	24,12	22,60	12,29	9,28	7,14	6,49	9,74	18,55	23,65	27,37	38,03
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,06	0,08	0,02	0,05	0,05	0,03	0,12	0,02	0,03	0,05
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	25,6	25,6	21,9	23,4	24,9	32,2	38,0	30,0	32,2	32,0	29,9	26,4
Vodivost	μS/cm	394	347	369	431	417	428	456	467	440	419	463	417

Tabulka 19 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Zbirožský potok – Slapnice podle [4]

6. Zbirožský potok – Slapnice					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	6,91	6,00	8,96	2
Amoniakální dusík	mg/l	0,10	0,08	0,26	1
Dusičnanový dusík	mg/l	4,36	4,65	7,33	3
Vápník	mg/l	45,1	45,2	50,4	1
Hořčík	mg/l	17,6	17,05	24,4	1
Mangan	mg/l	0,01	0,00	0,03	1
Železo	mg/l	0,04	0,04	0,08	1
Chloridy	mg/l	28,5	28,15	32,2	1
Konduktivita	mS/m	42,05	42,31	46,3	2
Výsledná třída jakosti					3



Obrázek 13 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Zbirožský potok - Slapnice



Obrázek 14 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Zbirožský potok - Slapnice

Tabulka 20 : zařazení starých výsledků z lokality Zbizožský potok - Slapnice do třídy čistoty podle [4]

Zbizožský potok - Slapnice										
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1990-93	30	3	1	5	1	1	1	1	1	5
2005-06	13	1	2	2	1	1	2	1	1	2

Vysoký obsah dusičnanového dusíku zařazuje tento profil do 3. třídy čistoty, obsah amoniakálního dusíku zůstává nízký. Zvýšený je rovněž obsah organických látek; hodnoty chemické spotřeby kyslíku odpovídají 2. třídě čistoty. V porovnání s počátkem 90. let došlo k významnému poklesu koncentrací dusičnanů, avšak oproti rokům 2005-2006 došlo k mírnému zhoršení, o jednu třídu. Koncentrace dusičnanů během sledovaného období mají klasický průběh.

Ve sledovaném období byl dvakrát překročen imisní limit daný NV 61/2003 Sb. pro dusičnanový dusík.

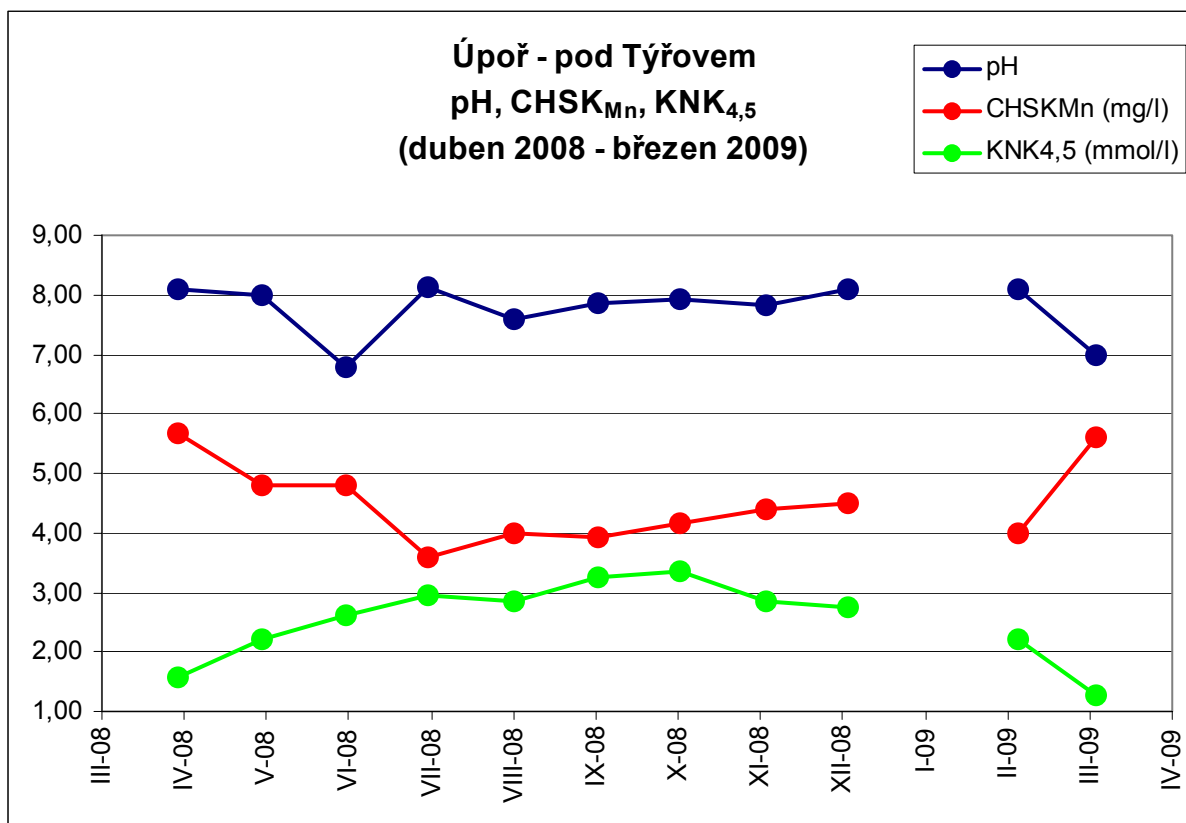
Tabulka 21 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Úpoř – pod Týřovem

datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	8,4	12,4	13,5	14,7	14,7	15,3	11,5	7,3	4,5		1,1	5,0
pH		8,09	7,99	6,78	8,12	7,60	7,87	7,92	7,81	8,08		8,10	7,00
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	0,21	0,58	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10		0,10	0,10
KNK _{4,5}	mmol/l	1,58	2,21	2,63	2,95	2,84	3,26	3,37	2,84	2,74		2,22	1,27
Tvrdost	mmol/l	1,3	1,5	1,8	1,9	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0		1,8	1,5
Ca ²⁺	mg/l	32,2	40,3	42,3	70,5	42,3	48,3	46,3	50,4	44,3		42,1	32,1
Mg ²⁺	mg/l	12,2	12,2	17,1	2,4	17,1	14,7	18,3	17,1	20,8		17,0	17,0
CHSK _{Mn}	mg/l	5,68	4,80	4,80	3,60	4,00	3,92	4,16	4,40	4,48		4,00	5,60
NH ₄ ⁺	mg/l	0,05	0,17	0,10	0,04	0,13	0,00	0,01	0,04	0,13		0,05	0,08
NO ₂ ⁻	mg/l	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03		0,01	0,03
NO ₃ ⁻	mg/l	16,70	14,84	12,00	8,07	7,42	6,31	3,99	9,28	16,23		25,51	27,83
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03		0,02	0,02
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	8,0	8,8	13,2	13,2	13,2	15,3	17,5	15,3	16,8		11,8	8,3
Vodivost	μS/cm	306	321	359	393	375	368	381	413	419		378	325

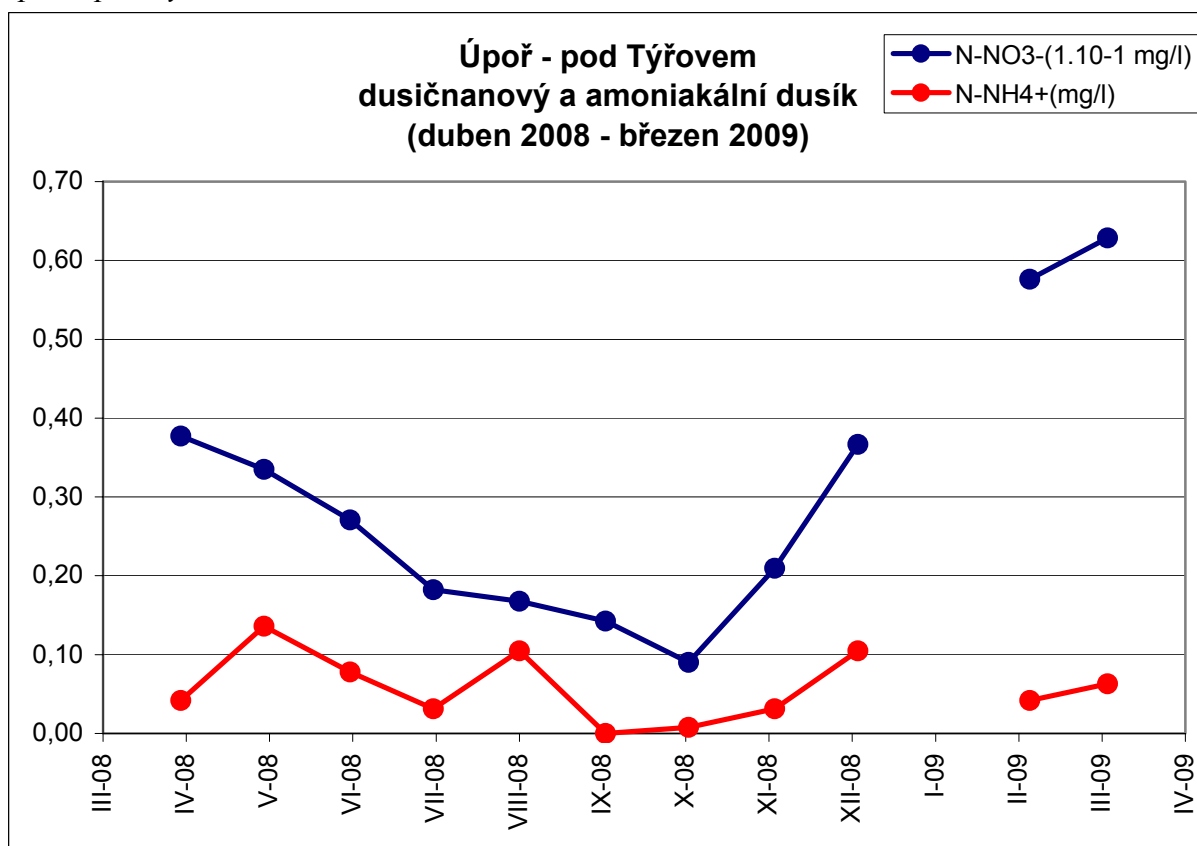
Tabulka 22 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Úpoř – pod Týřovem podle [4]

7. Úpoř – pod Týřovem					
Duben 2008 – březen 2009			11 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	4,49	4,40	5,60	1
Amoniakální dusík	mg/l	0,06	0,04	0,10	1
Dusičnanový dusík	mg/l	3,04	2,71	5,76	2
Vápník	mg/l	44,6	42,3	50,4	1
Hořčík	mg/l	15,1	17,0	18,3	1
Mangan	mg/l	0,00	0,00	0,00	1
Železo	mg/l	0,01	0,00	0,02	1
Chloridy	mg/l	12,9	13,2	16,8	1
Konduktivita	mS/m	36,7	37,5	41,3	2
Výsledná třída jakosti					2

U této lokality nebyl odebrán vzorek v lednu 2009 kvůli nepřístupnosti terénu



Obrázek 15 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Úpoř – pod Týřovem



Obrázek 16 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Úpoř – pod Týřovem

Tabulka 23 : zařazení starých výsledků z lokality Oupoř – pod Týřovem do třídy čistoty podle [4]

Oupoř – pod Týřovem										
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1990-93	32	1	1	3	1	1	1	1	1	3
2005-06	16	1	1	2	1	1	1	1	1	2

Zvyšující se obsah dusičnanů ke konci sledovaného období zařazuje tento profil do druhé třídy čistoty. Jinak se jedná o velmi čistý profil, hodnoty ostatních hlavních ukazatelů (amoniakální dusík a chemická spotřeba kyslíku) jsou velmi nízké. U tohoto profilu je patrný pokles koncentrací dusičnanů v porovnání se situací z počátku 90. let. Hodnoty ostatních parametrů dlouhodobě odpovídají první třídě čistoty, pouze mírně zvýšená hodnota elektrolytické konduktivity nyní spadá do druhé třídy; její charakteristická hodnota však leží na hranici mezi 1. a 2. třídou.

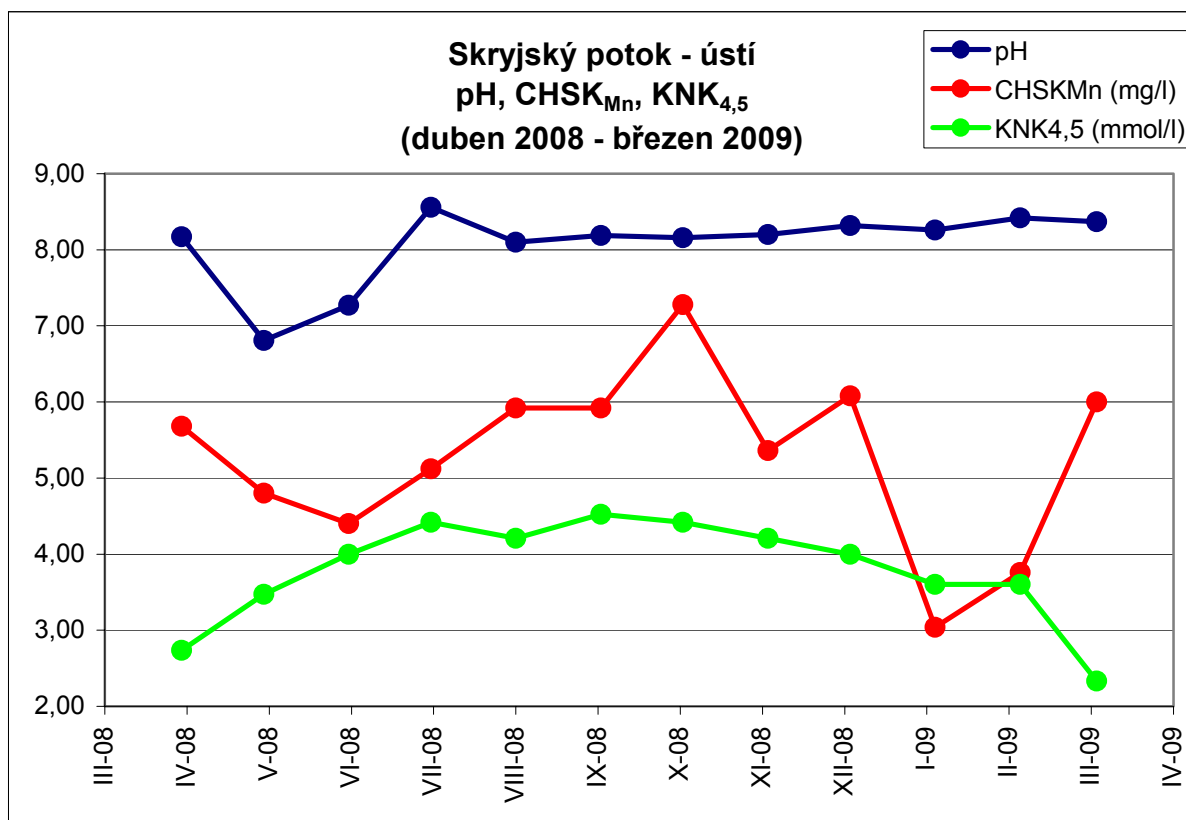
Ve sledovaném období žádný ze sledovaných parametrů nepřekročil imisní limit daný NV 61/2003 Sb.

Tabulka 24 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Skryjský potok – Ústí

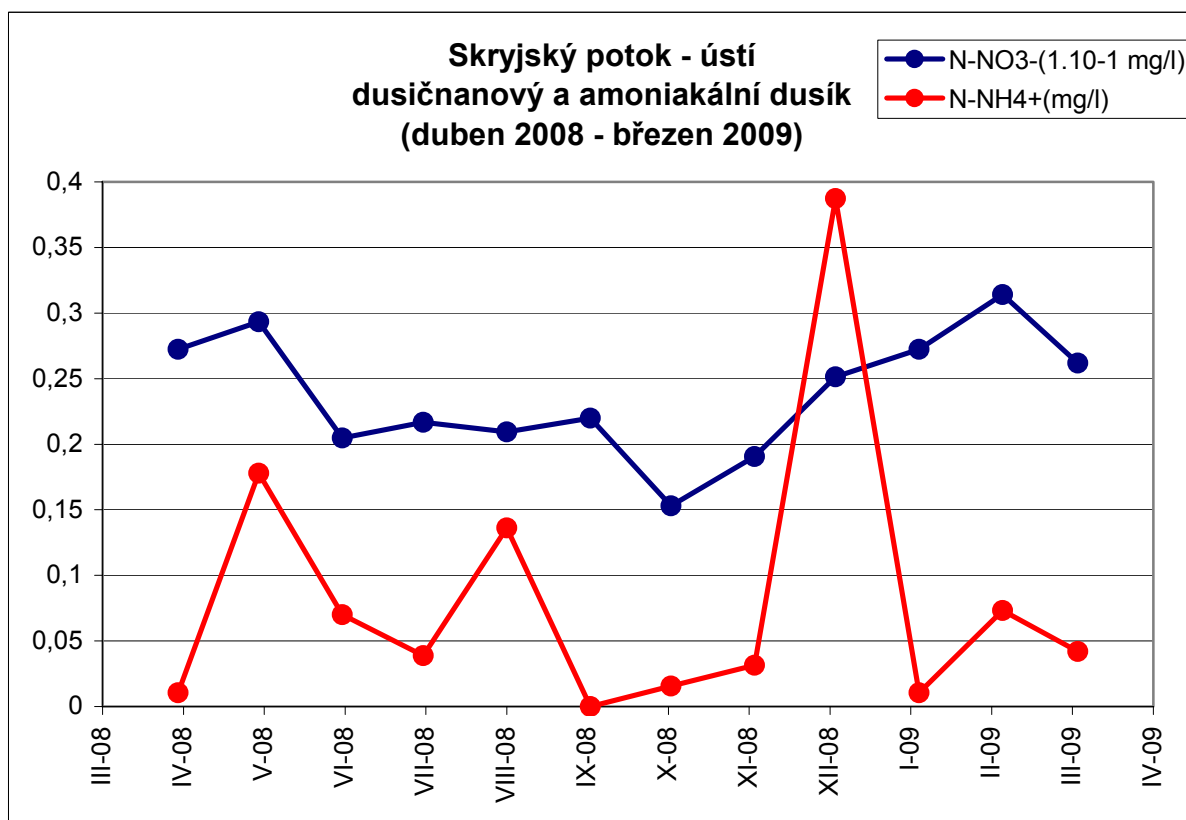
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	7,6	12,4	12,7	14,3	13,1	15,2	12,1	6,4	4,7	1,8	1,0	5,1
pH		8,17	6,81	7,27	8,56	8,10	8,19	8,16	8,20	8,32	8,26	8,42	8,37
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	1,05	0,29	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,14	0,10	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	2,74	3,47	4,00	4,42	4,21	4,52	4,42	4,21	4,00	3,60	3,60	2,33
Tvrdost	mmol/l	1,9	2,3	2,4	2,7	2,5	2,6	2,8	2,6	2,5	2,4	2,5	1,7
Ca ²⁺	mg/l	12,1	22,2	26,2	84,6	18,1	16,1	14,1	20,1	16,1	8,0	22,0	46,1
Mg ²⁺	mg/l	37,9	41,5	42,8	13,4	50,1	53,7	58,6	50,1	51,3	53,5	46,2	13,4
CHSK _{Mn}	mg/l	5,68	4,80	4,40	5,12	5,92	5,92	7,28	5,36	6,08	3,04	3,76	6,00
NH ₄ ⁺	mg/l	0,01	0,23	0,09	0,05	0,17	0,00	0,02	0,04	0,50	0,01	0,09	0,05
NO ₂ ⁻	mg/l	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
NO ₃ ⁻	mg/l	12,06	12,99	9,07	9,60	9,28	9,74	6,77	8,44	11,13	12,06	13,91	11,60
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,02
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	8,8	10,2	13,2	12,4	11,7	14,6	17,5	13,2	12,4	16,0	15,3	10,4
Vodivost	μS/cm	377	411	448	496	477	467	484	493	474	442	462	372

Tabulka 25 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Skryjský potok – Ústí podle [4]

8. Skryjský potok – Ústí					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	5,28	5,52	6,08	2
Amoniakální dusík	mg/l	0,08	0,04	0,18	1
Dusičnanový dusík	mg/l	2,38	2,36	2,93	1
Vápník	mg/l	25,5	19,1	46,1	1
Hořčík	mg/l	42,7	48,15	53,7	2
Mangan	mg/l	0,01	0,00	0,06	1
Železo	mg/l	0,01	0,01	0,03	1
Chloridy	mg/l	13,0	12,8	16,0	1
Konduktivita	mS/m	45,03	46,43	49,3	2
Výsledná třída jakosti					2



Obrázek 17 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Skryjský potok - ústí



Obrázek 18 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Skryjský potok - ústí

Tabulka 26 : zařazení starých výsledků z lokality Skryjský potok do třídy čistoty podle [4]

Skryjský potok										
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1990-93	25	1	1	2	1	1	1	1	1	2
2005-06	13	1	1	2	1	1	1	1	1	2

Tento profil ve sledovaném období spadl do 2. třídy čistoty, kam ho zařadil mírně zvýšený obsah organických látek. U tohoto profilu je zajímavý relativně vysoký obsah hořčíku, který výrazně převyšuje obsah vápníku. Rovněž je mírně zvýšena konduktivita, což ukazuje na obsah dalších iontů. Zvýšené obsahy obou jmenovaných ukazatelů rovněž odpovídají 2. třídě čistoty. Obsah dusíku v obou hlavních formách zůstává nízký.

Tato lokalita stabilně spadá do druhé třídy čistoty, v minulosti všechny ostatní parametry kromě dusičnanů odpovídaly první třídě. Lze tedy konstatovat mírně zvýšený obsah organických látek; charakteristická hodnota CHSK však leží na hranici mezi 1. a 2. třídou.

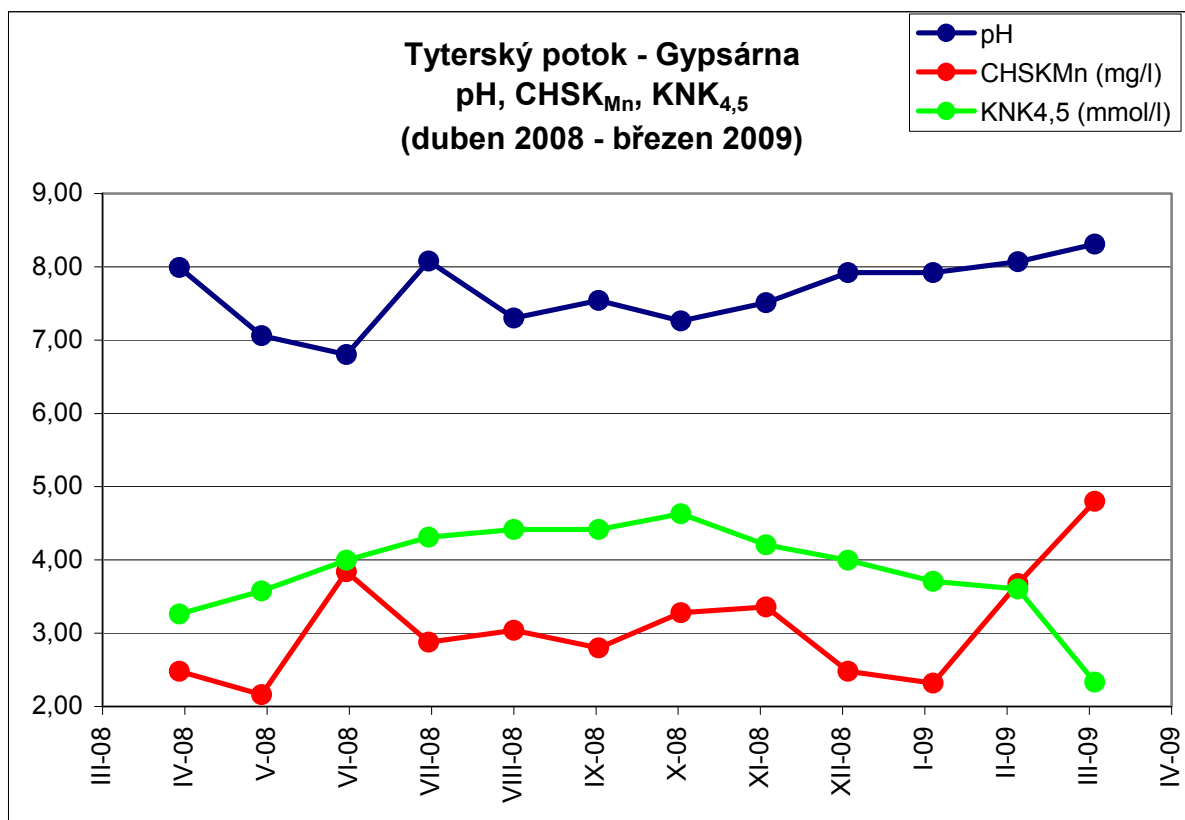
Ve sledovaném období žádný ze sledovaných parametrů nepřekročil imisní limit daný NV 61/2003 Sb.

Tabulka 27 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Tyterský potok – Gypsárna

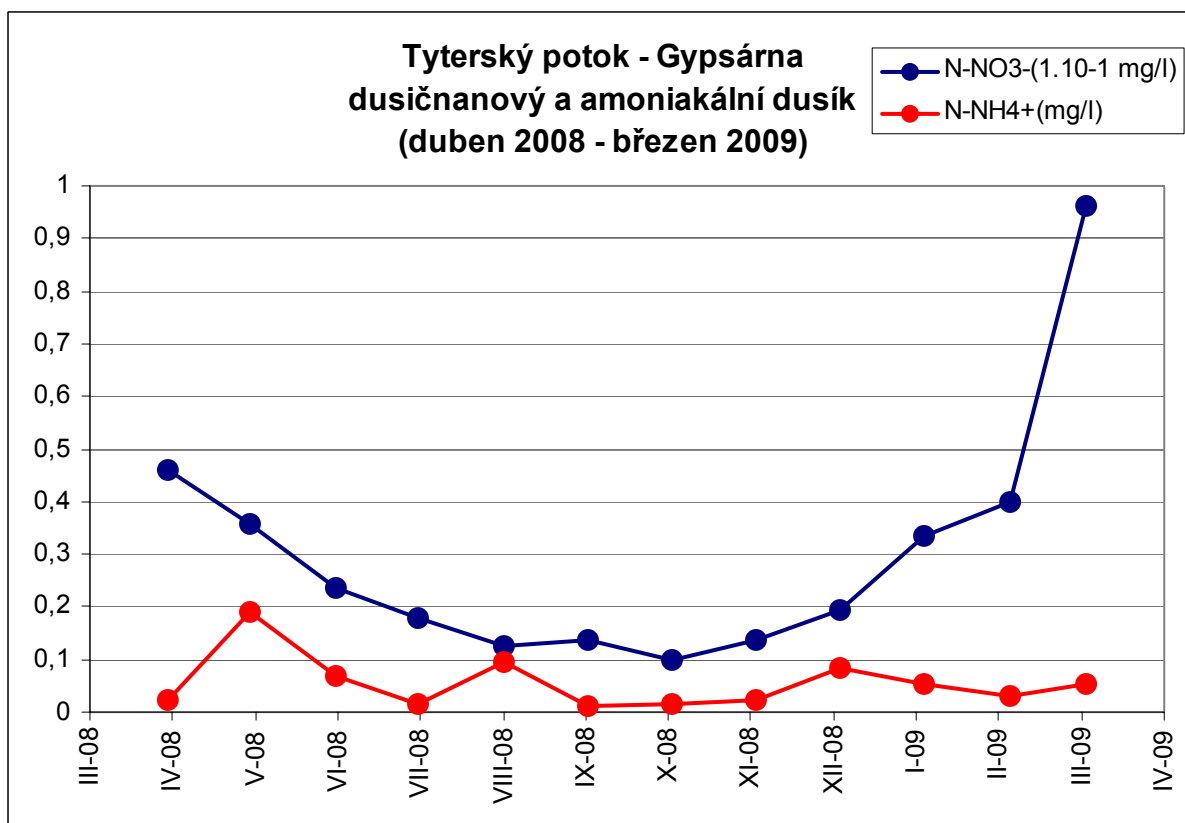
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	7,2	10,5	12,2	13,5	14,1	14,3	12,1	8,8	5,6	2,8	2,4	4,9
pH		7,99	7,06	6,80	8,08	7,30	7,54	7,26	7,51	7,92	7,92	8,07	8,31
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,21	0,63	0,97	0,10	0,19	0,29	0,68	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10
KNK _{4,5}	mmol/l	3,26	3,58	4,00	4,31	4,42	4,42	4,63	4,21	4,00	3,71	3,60	2,33
Tvrdost	mmol/l	2,8	2,9	3,2	3,3	3,3	3,4	3,6	3,4	3,3	3,5	3,3	2,5
Ca ²⁺	mg/l	22,2	14,1	14,1	56,4	86,6	78,5	94,7	72,5	20,1	40,1	54,1	56,1
Mg ²⁺	mg/l	53,7	62,3	68,4	45,2	28,1	34,2	29,3	39,1	68,4	59,6	47,4	26,7
CHSK _{Mn}	mg/l	2,48	2,16	3,84	2,88	3,04	2,80	3,28	3,36	2,48	2,32	3,68	4,80
NH ₄ ⁺	mg/l	0,03	0,24	0,09	0,02	0,12	0,01	0,02	0,03	0,11	0,07	0,04	0,07
NO ₂ ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
NO ₃ ⁻	mg/l	20,41	15,77	10,40	7,98	5,57	6,12	4,45	6,12	8,53	14,84	17,63	42,67
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	32,2	30,0	29,2	28,5	27,8	33,6	30,0	32,2	32,9	38,2	34,8	28,5
Vodivost	μS/cm	585	572	592	679	659	638	662	659	667	637	647	576

Tabulka 28 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Tyterský potok – Gypsárna podle [4]

9. Tyterský potok – Gypsárna					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	3,09	2,96	3,84	1
Amoniakální dusík	mg/l	0,06	0,04	0,09	1
Dusičnanový dusík	mg/l	3,02	2,14	4,61	2
Vápník	mg/l	50,8	55,1	86,6	1
Hořčík	mg/l	46,9	46,3	68,4	2
Mangan	mg/l	0,01	0,00	0,00	1
Železo	mg/l	0,01	0,01	0,02	1
Chloridy	mg/l	31,5	31,1	34,8	1
Konduktivita	mS/m	63,1	64,26	66,7	2
Výsledná třída jakosti					2



Obrázek 19 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Tyterský potok - Gypsárna



Obrázek 20 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Tyterský potok - Gypsárna

Tabulka 29 : zařazení starých výsledků z lokality Tyterský potok – Gypsárna do třídy čistoty podle [4]

Tyterský potok – Gypsárna										
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1990-92	22	1	1	3	1	1	1	1	1	3
2005-06	13	1	1	2	1	1	1	1	1	2

Mírně zvýšený obsah dusičnanového dusíku zařadil tento profil do 2. třídy čistoty (avšak poslední měření zaznamenalo velmi vysoký obsah). Této třídě rovněž odpovídá i vyšší obsah hořčíku a zvýšená hodnota konduktivity. V tomto případě relativně vysoké hodnoty konduktivity ukazují na obsah dalších iontů, i když i obsah vápníku je poněkud vyšší. Obsah organických látek a amoniakálního dusíku je velmi nízký. U této lokality lze konstatovat snížení obsahu dusičnanů oproti počátku 90. let. Jinak všechny parametry odpovídají první třídě až na zmíněný hořčík, který nyní odpovídá druhé.

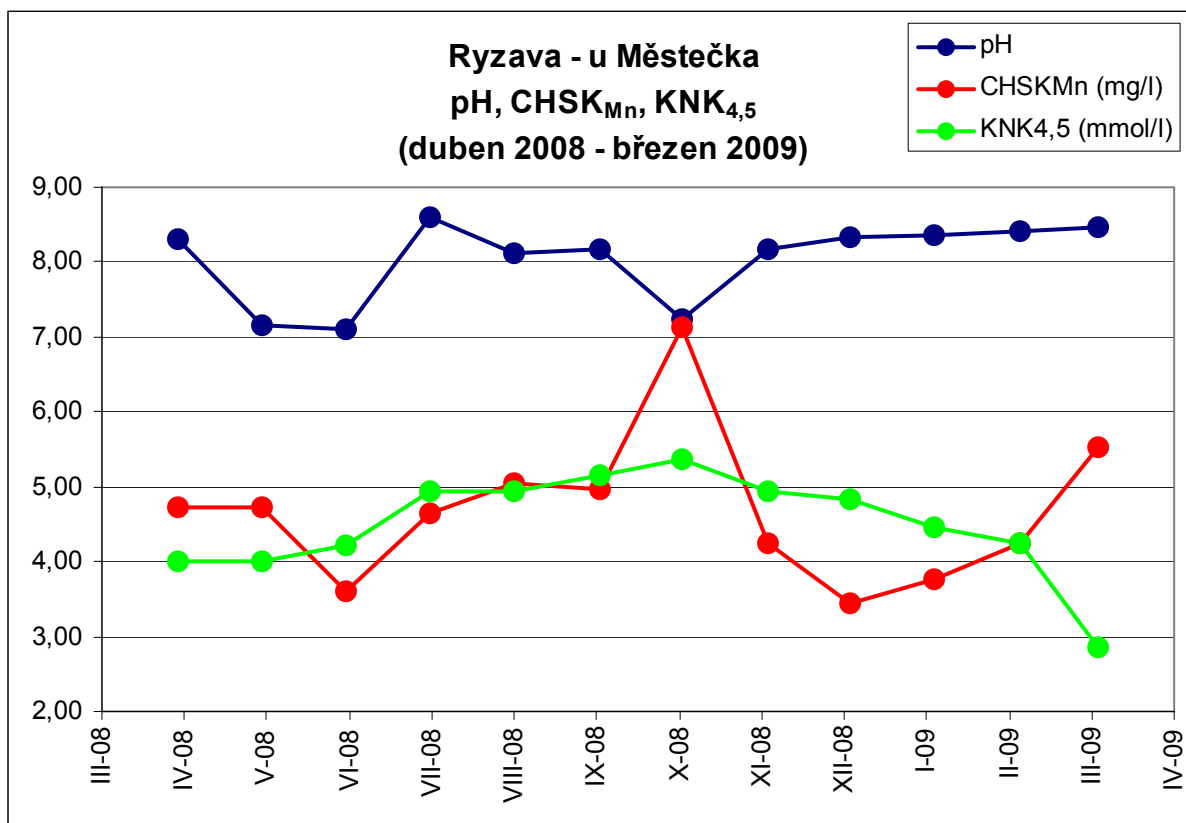
Ve sledovaném období byl pouze jednou překročen imisní limit daný NV 61/2003 Sb. pro dusičnanový dusík; jedná se o hodnotu z posledního měření a jak vyplývá z grafu, tato hodnota představuje značný nárůst oproti ostatním; pravděpodobně se však jedná pouze o epizodické zvýšení.

Tabulka 30 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Ryzava u městečka

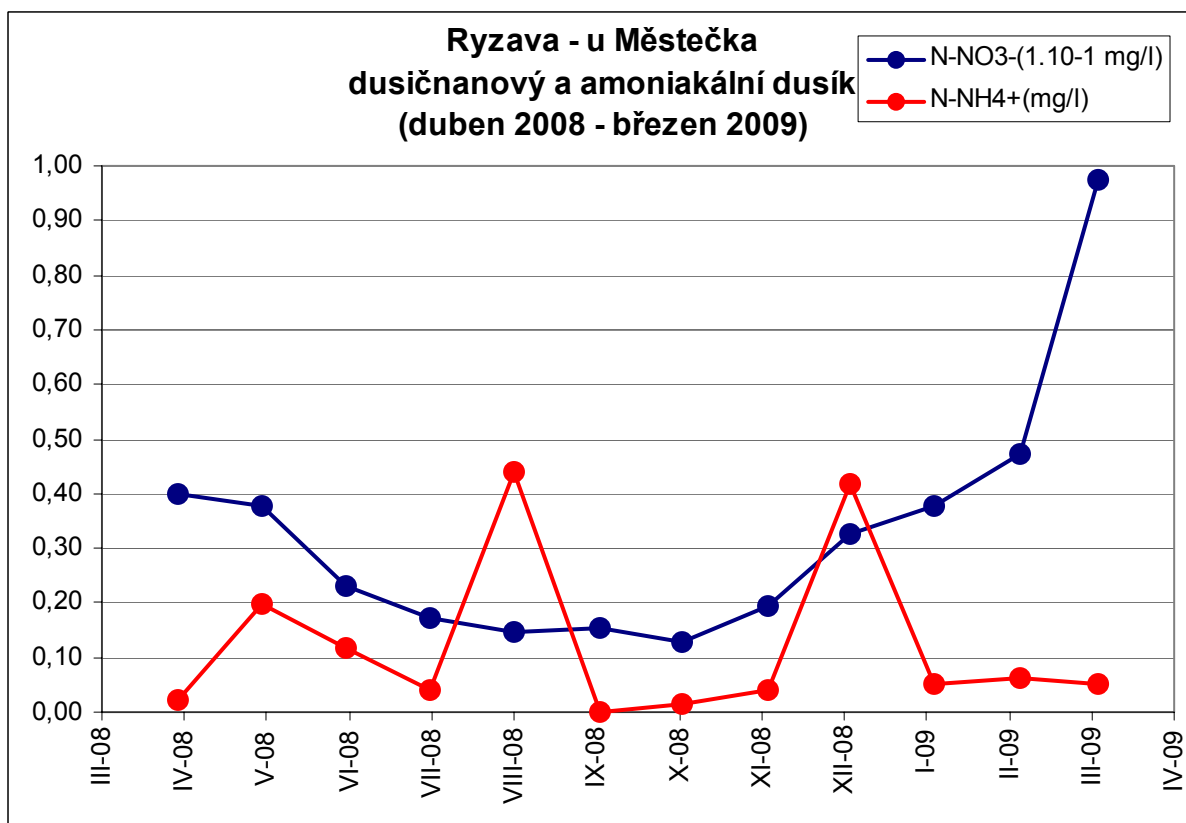
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	8,1	14,0	14,0	14,8	15,1	16,3	13,1	6,8	5,1	1,0	0,7	5,1
pH		8,31	7,16	7,10	8,61	8,11	8,17	7,24	8,18	8,33	8,36	8,41	8,46
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	0,74	0,29	0,00	0,10	0,10	0,58	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	4,00	4,00	4,21	4,94	4,94	5,15	5,37	4,94	4,84	4,45	4,24	2,86
Tvrdost	mmol/l	3,1	3,1	3,1	3,3	3,5	3,6	4,0	3,6	3,6	3,6	3,3	2,7
Ca ²⁺	mg/l	6,0	12,1	18,1	46,3	12,1	22,2	94,7	28,2	30,2	6,0	14,0	52,1
Mg ²⁺	mg/l	70,9	67,2	64,7	52,5	78,2	74,5	39,1	70,9	69,6	82,7	71,7	32,8
CHSK _{Mn}	mg/l	4,72	4,72	3,60	4,64	5,04	4,96	7,12	4,24	3,44	3,76	4,24	5,52
NH ₄ ⁺	mg/l	0,03	0,26	0,15	0,05	0,57	0,00	0,02	0,05	0,54	0,07	0,08	0,07
NO ₂ ⁻	mg/l	0,10	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,01	0,02	0,04
NO ₃ ⁻	mg/l	17,63	16,70	10,30	7,56	6,49	6,77	5,75	8,63	14,38	16,70	20,87	43,14
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,03	0,02
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	21,9	21,2	23,4	23,4	21,9	26,3	26,3	24,9	24,9	27,1	24,3	20,2
Vodivost	μS/cm	578	549	576	650	634	619	657	659	675	613	623	566

Tabulka 31 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Ryzava u městečka podle [4]

10. Ryzava u městečka					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	4,67	4,68	5,52	1
Amoniakální dusík	mg/l	0,12	0,05	0,42	2
Dusičnanový dusík	mg/l	3,30	2,79	4,71	2
Vápník	mg/l	28,5	20,15	52,1	1
Hořčík	mg/l	64,6	70,25	78,2	2
Mangan	mg/l	0,00	0,00	0,00	1
Železo	mg/l	0,01	0,02	0,02	1
Chloridy	mg/l	23,8	23,85	26,3	1
Konduktivita	mS/m	61,66	62,09	65,9	2
Výsledná třída jakosti					2



Obrázek 21 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Ryzava u Městečka



Obrázek 22 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Ryzava u Městečka

Tabulka 32 : zařazení starých výsledků z lokality Ryzava – Městečko do třídy čistoty podle [4]

Ryzava – Městečko										
		CHSK _{Mn}	N-NH ₄	N-NO ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	Cl ⁻	Celk. Třída
1990-93	33	1	1	3	1	2	1	1	1	3
2005-06	13	1	1	2	1	1	1	1	1	2

Mírně zvýšený obsah dusíku v obou hlavních formách zařazuje tento profil do 2. třídy čistoty; této třídě odpovídá i vysoký obsah hořčíku spolu se zvýšeným obsahem konduktivity. Obsah organických látek je v této lokalitě velmi nízký. U této lokality je patrný pokles koncentrací dusičnanů oproti situaci z počátku 90. let, kdy koncentrace dusičnanů odpovídaly třetí třídě. Průběh koncentrací dusičnanů má obvyklý charakter, i když poslední měření zaznamenalo relativně vysokou hodnotu; zde se však může jednat o nahodilé jednorázové zvýšení koncentrace. Hodnoty chemické spotřeby kyslíku jsou dlouhodobě nízké a organické znečištění stabilně odpovídá první třídě čistoty.

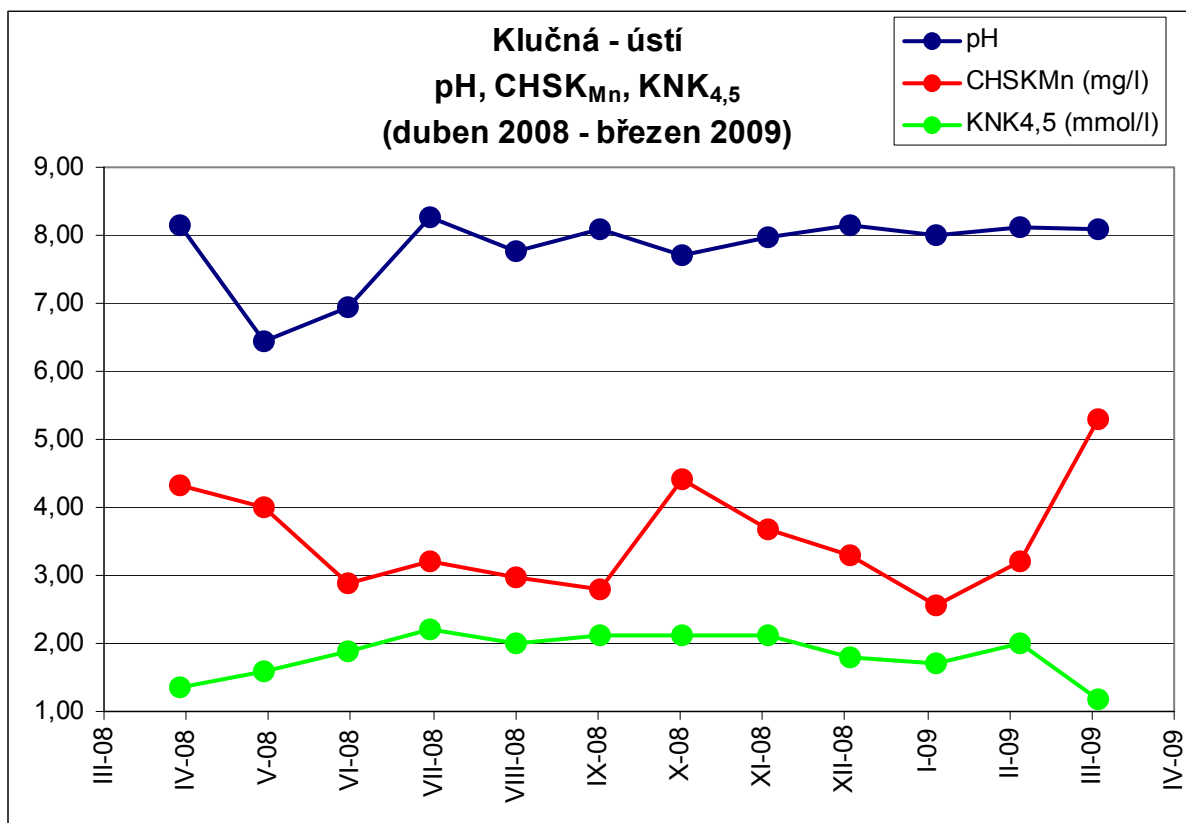
Ve sledovaném období byl pouze jednou překročen imisní limit daný NV 61/2003 Sb. pro dusičnanový dusík. Podobně jako u předchozího profilu se jedná o hodnotu z posledního měření a i zde mohlo dojít pouze k jednorázovému zvýšení koncentrace.

Tabulka 33 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Klučná – ústí

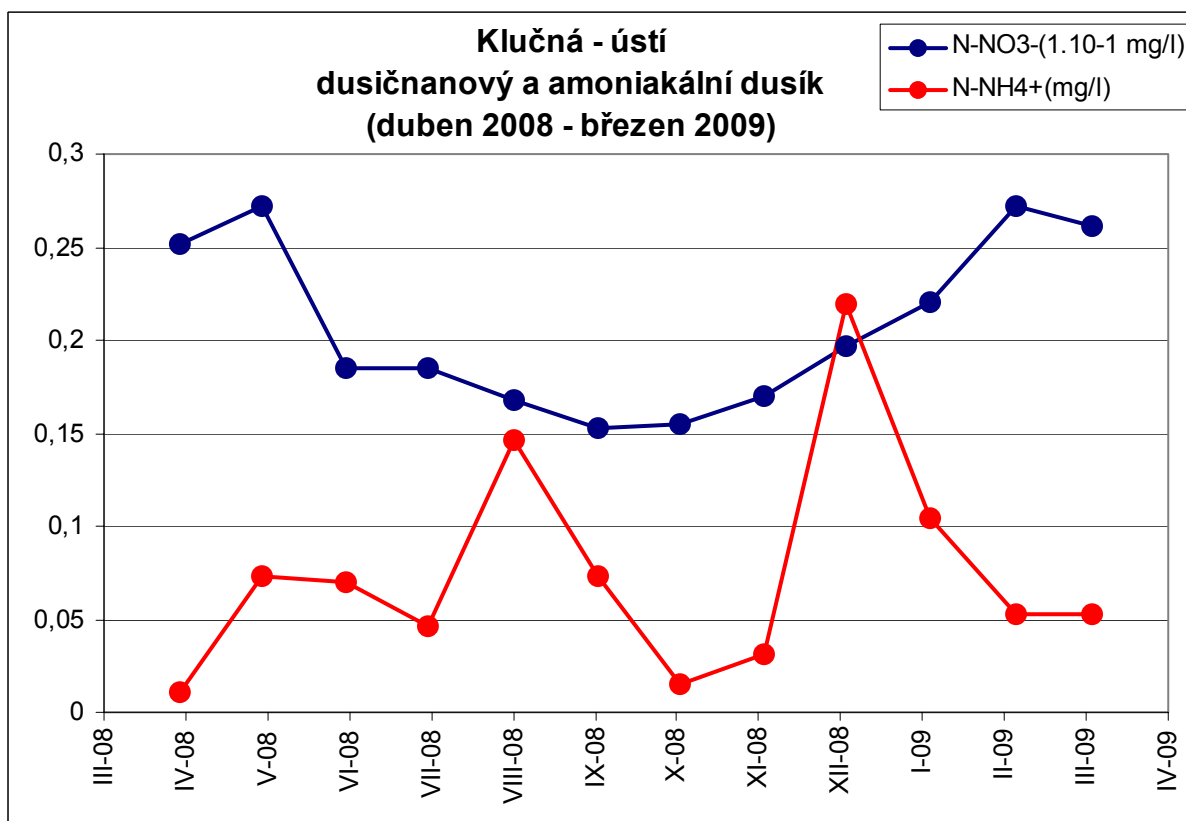
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	7,2	12,5	13,2	13,9	13,9	15,3	12,3	6,9	5,4	2,5	1,6	5,2
pH		8,15	6,45	6,95	8,26	7,76	8,09	7,72	7,97	8,14	7,99	8,12	8,10
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	1,16	0,39	0,05	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	1,37	1,58	1,89	2,21	2,00	2,10	2,10	2,10	1,79	1,70	2,01	1,17
Tvrdost	mmol/l	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	1,5	1,4	1,1
Ca ²⁺	mg/l	32,2	32,2	34,2	46,3	36,3	34,2	38,3	36,3	38,3	34,1	34,1	30,1
Mg ²⁺	mg/l	7,3	9,8	11,0	6,1	11,0	15,9	11,0	8,6	6,1	14,6	13,4	7,3
CHSK _{Mn}	mg/l	4,32	4,00	2,88	3,20	2,96	2,80	4,40	3,68	3,28	2,56	3,20	5,28
NH ₄ ⁺	mg/l	0,01	0,09	0,09	0,06	0,19	0,09	0,02	0,04	0,28	0,13	0,07	0,07
NO ₂ ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
NO ₃ ⁻	mg/l	11,13	12,06	8,18	8,17	7,42	6,77	6,86	7,51	8,72	9,74	12,06	11,60
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,03
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	9,5	9,5	11,7	11,0	9,5	11,7	11,7	11,0	15,3	29,9	21,5	12,5
Vodivost	μS/cm	274	269	277	311	287	269	283	299	306	320	323	284

Tabulka 34 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Klučná – ústí podle [4]

11. Klučná – ústí					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	3,55	3,24	4,40	1
Amoniakální dusík	mg/l	0,07	0,06	0,15	1
Dusičnanový dusík	mg/l	2,07	1,91	2,72	1
Vápník	mg/l	35,6	34,2	38,3	1
Hořčík	mg/l	10,2	10,4	14,6	1
Mangan	mg/l	0,00	0,00	0,00	1
Železo	mg/l	0,01	0,00	0,02	1
Chloridy	mg/l	13,7	11,7	21,5	1
Konduktivita	mS/m	29,19	28,55	32,0	1
Výsledná třída jakosti					1



Obrázek 23 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Klučná - ústí



Obrázek 24 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Klučná - ústí

Hodnoty pH se pohybují v mírně alkalické oblasti kolem hodnoty 8, jen výjimečně pod hodnotou 7. Hodnoty CHSK jsou velmi nízké, což ukazuje na nízké zatížení této lokality organickými látkami. Rovněž byly zaznamenány nízké koncentrace dusičnanů, které odpovídají obecnému trendu, kdy maxima jsou v zimních a prvních jarních měsících. Také koncentrace amoniakálního dusíku jsou velmi nízké, byť jejich průběh je poněkud nepravidelný.

Velmi nízké hodnoty všech parametrů zařazují tento profil do 1. třídy čistoty. Jedná se o jedinou lokalitu v 1. třídě a tudíž o nejčistší profil ze všech sledovaných. Samozřejmě ani žádný imisní limit daný NV 61/2003 Sb. nebyl u tohoto profilu ve sledovaném období překročen.

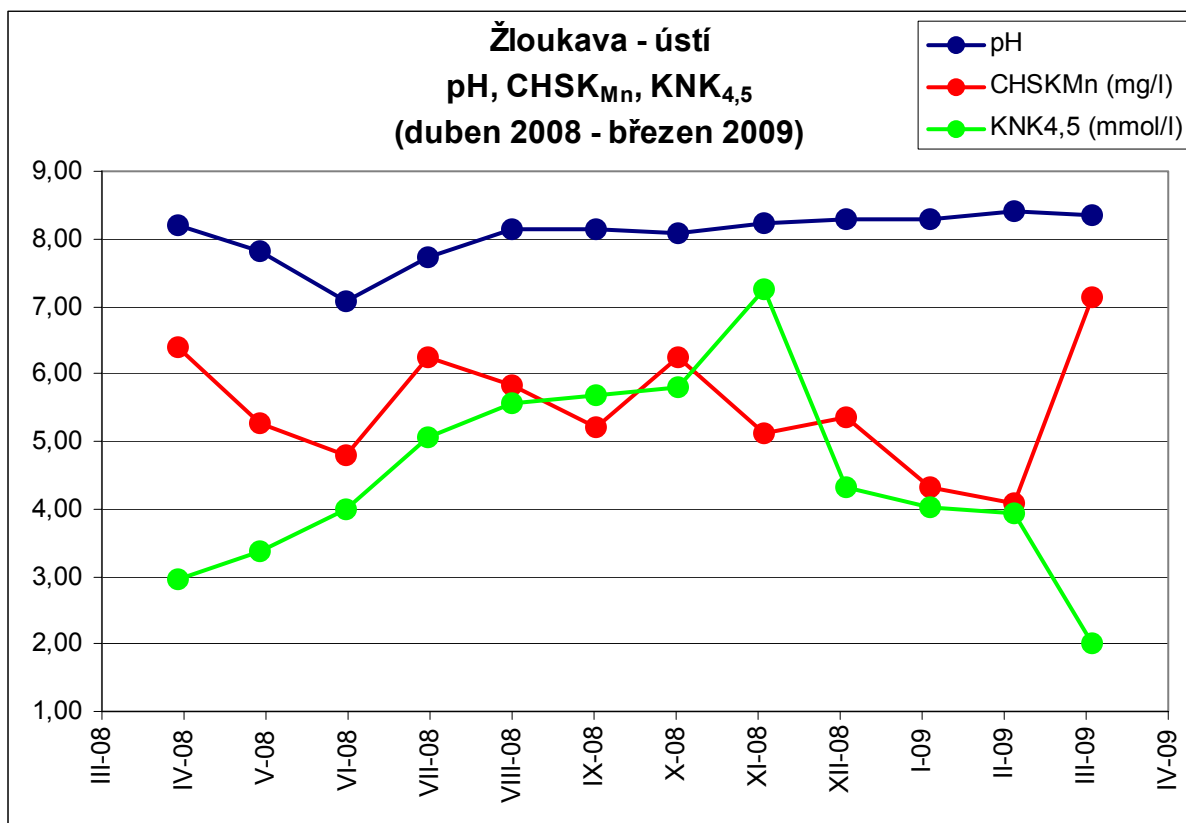
U tohoto profilu nejsou k dispozici údaje z minulých měření.

Tabulka 35 : naměřené hodnoty sledovaných parametrů na lokalitě Žloutkava – ústí

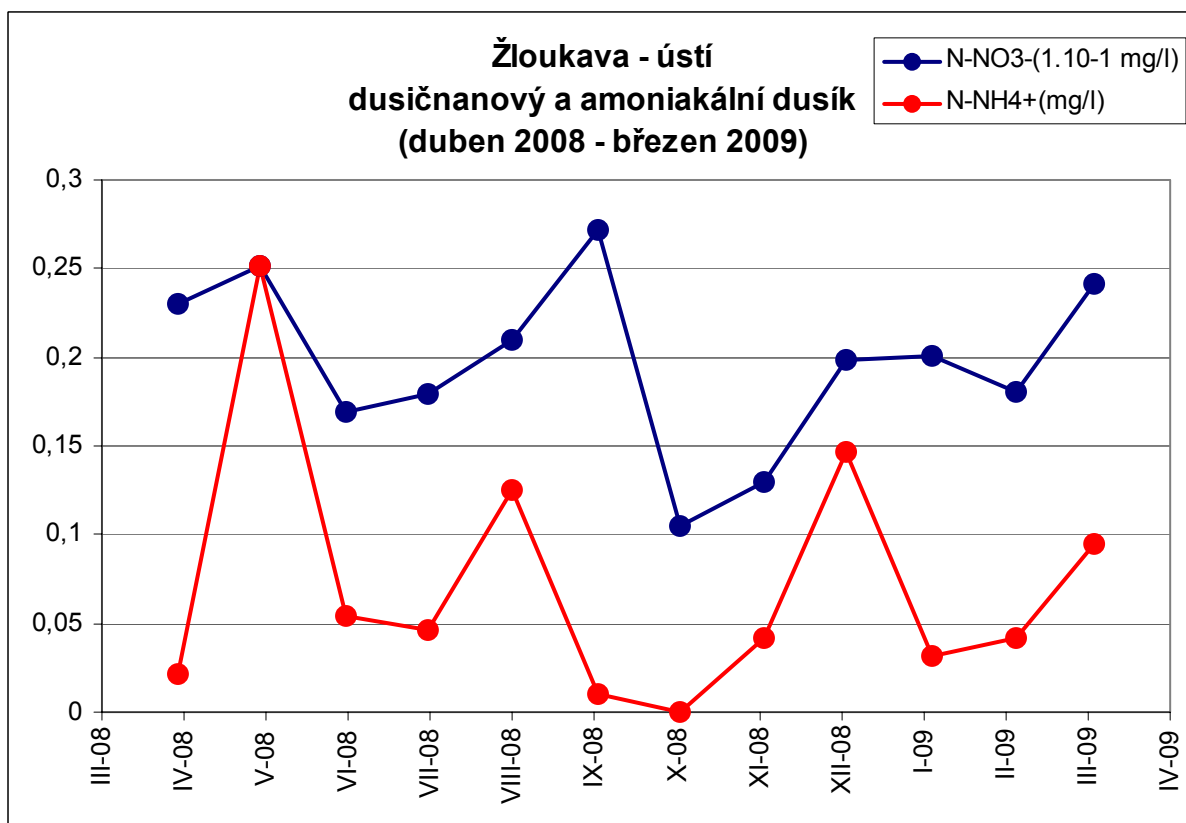
datum		4.08	5.08	6.08	7.08	8.08	9.08	10.08	11.08	12.08	1.09	2.09	3.09
teplota	°C	7,5	9,5	11,9	13,8	12,8	14,5	11,5	6,1	4,2	1,7	1,0	4,8
pH		8,21	7,82	7,08	7,72	8,13	8,14	8,09	8,24	8,30	8,30	8,41	8,34
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,11	0,11	0,58	0,29	0,10	0,29	0,10	0,05	0,10	0,14	0,10	0,05
KNK _{4,5}	mmol/l	2,95	3,37	4,00	5,05	5,58	5,68	5,79	7,26	4,31	4,03	3,92	2,01
Tvrdost	mmol/l	2,3	2,5	2,9	3,6	4,1	4,5	4,3	4,0	3,4	3,3	3,3	1,8
Ca ²⁺	mg/l	10,1	14,1	18,1	42,3	16,1	68,5	96,7	26,2	26,2	8,0	14,0	44,1
Mg ²⁺	mg/l	50,1	51,3	59,9	62,3	90,4	67,2	45,2	80,6	67,2	75,4	71,7	15,8
CHSK _{Mn}	mg/l	6,40	5,28	4,80	6,24	5,84	5,20	6,24	5,12	5,36	4,32	4,08	7,12
NH ₄ ⁺	mg/l	0,03	0,32	0,07	0,06	0,16	0,01	0,00	0,05	0,19	0,04	0,05	0,12
NO ₂ ⁻	mg/l	0,06	0,20	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
NO ₃ ⁻	mg/l	10,20	11,13	7,48	7,96	9,28	12,06	4,64	5,75	8,81	8,91	7,98	10,67
Fe	mg/l	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03
Mn	mg/l	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl ⁻	mg/l	16,1	18,3	16,8	14,6	12,4	19,7	17,5	16,1	14,6	16,0	13,9	15,3
Vodivost	μS/cm	464	437	539	674	701	704	699	682	642	579	610	421

Tabulka 36 : hodnocení vybraných parametrů na lokalitě Žloutkava – ústí [4]

12. Žloutkava – ústí					
Duben 2008 – březen 2009			12 stanovení		
ukazatel	jednotka	průměr	median	Charakteristická hodnota	Třída jakosti
CHSK _{Mn}	mg/l	5,50	5,32	6,4	2
Amoniakální dusík	mg/l	0,07	0,04	0,15	1
Dusičnanový dusík	mg/l	1,97	2,00	2,51	1
Vápník	mg/l	32,0	22,15	68,5	1
Hořčík	mg/l	61,4	64,75	80,6	2
Mangan	mg/l	0,00	0,00	0,01	1
Železo	mg/l	0,01	0,00	0,02	1
Chloridy	mg/l	15,9	16,05	18,3	1
Konduktivita	mS/m	59,6	62,61	70,1	3
Výsledná třída jakosti					3



Obrázek 25 : Vývoj hodnot pH, CHSK_{Mn} a KNK_{4,5} ve sledovaném období na lokalitě Žloutkava – ústí



Obrázek 26 : Vývoj koncentrací N-NH₄⁺ a N-NO₃⁻ ve sledovaném období na lokalitě Žloutkava - ústí

Vysoká hodnota konduktivity zařazuje tento profil těsně do třetí třídy čistoty; vyšším hodnotám konduktivity odpovídá i zvýšený obsah hořčíku, který odpovídá druhé třídě. Rovněž hodnoty CHSK poukazují na nízké organické znečištění odpovídající druhé třídě. Koncentrace dusíku v obou hlavních formách je velmi nízká a odpovídá dokonce první třídě. Na základě hlavních indikátorů znečištění by této lokalitě odpovídala spíše druhá třída čistoty vody, ale jak již bylo uvedeno, je nutné tento profil zařadit do třetí třídy kvůli zvýšené konduktivitě, která je na hranici 2. a 3. třídy.

Ve sledovaném období byl pouze jednou překročen imisní limit daný NV 61/2003 Sb. pro dusitanový dusík.

U tohoto profilu nejsou k dispozici údaje z předchozích měření.

Kvalitě vody na Oupořském potoce se věnovala Jitka Preisová ve své diplomové práci [19]. Celkem provedla 9 měření od prosince 1981 do listopadu 1982 na čtyřech lokalitách, které se úplně nekryjí s těmi, na kterých byl prováděn současný výzkum. Jelikož Oupořský potok patrně spadá do nejčistějšího území v rámci CHKO (viz. výše) je účelné alespoň rámcově porovnat současný stav na tomto potoce se situací před celým čtvrtstoletím.

V následujícím přehledu (Tabulka 37) jsou uvedeny průměrné, maximální a minimální hodnoty vybraných parametrů, přičemž všechny hodnoty jsou uvedeny v mg/l :

Tabulka 37 : průměrné, maximální a minimální hodnoty $CHSK_{Mn}$, NH_4^+ , NO_2^- a NO_3^- (v mg/l) ve sledovaných profilech Oupořského potoka [19]

Oupoř pod Broumy

	průměr	min.	max.
$CHSK_{Mn}$	4,6	1,4	9,8
NH_4^+	0,40	0,13	1,19
NO_2^-	0,098	0,02	0,24
NO_3^-	10,42	0,5	26

Kanalizace – Broumy

	průměr	min.	max.
$CHSK_{Mn}$	4,26	1,5	8,7
NH_4^+	0,66	0,0	1,88
NO_2^-	0,43	0,02	0,80
NO_3^-	23,24	3,2	42,5

Oupoř nad Broumy - Míza

	průměr	min.	max.
$CHSK_{Mn}$	3,37	2,3	5,3
NH_4^+	0,20	0,0	0,6
NO_3^-	4,68	1,4	8,4

Hořejší potok

	průměr	min.	max.
$CHSK_{Mn}$	3,14	1,4	6,0
NH_4^+	0,16	0,0	0,24
NO_3^-	22,1	0,5	89

Zajímavé jsou extrémně nevyrovnané koncentrace dusičnanů (zejména Hořejší potok) a relativně nízké hodnoty chemické spotřeby kyslíku ukazující na nižší organické znečištění v minulosti.

Tabulka 38 : Průměrné hodnoty $CHSK_{Mn}$, NH_4^+ , NO_2^- a NO_3^- (v mg/l) na sledovaných profilech Oupořského potoka v letech 2008 - 2009

	$CHSK_{Mn}$	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
Oupoř – Týřov	4,49	0,07	0,01	12,35
Oupoř – Kučerův mlýn	6,96	0,24	0,12	17,91

Profil Oupoř – Týřov má průměrné hodnoty sledovaných parametrů v porovnání se čtyřmi výše uvedenými lokalitami spíše srovnatelné nebo nižší. Profil Oupoř – Kučerův mlýn má vyšší $CHSK$, ostatní hodnoty jsou srovnatelné.

S ohledem na výše uvedené [10], [13], [14] optimální parametry pro raka kamenáče lze konstatovat, že z hlediska hlavních chemických parametrů ($CHSK_{Mn}$, amoniakální a dusičnanový dusík) jsou neoptimálnější pro raka kamenáče následující zkoumané lokality : Prostřední potok – mostek (na dolním toku Prostředního potoka se rak kamenáč vyskytuje), Skryjský potok – ústí, Klučná – ústí, Žloutkava ústí.

Hlavním výslytem raka kamenáče v CHKO Křivoklátsko je Oupořský potok, na odběrovém místě Oupoř – Týřov jsou mírně zvýšené dusičnany a na lokalitě Oupoř – Kučerův mlýn jsou již dusičnany zvýšeny značně, zde je rovněž zvýšený i obsah amoniakálního dusíku. Potok Vůznice, kam se plánuje eventuální vysazení původních populací raka kamenáče, má na lokalitě Vůznice – pod rezervací mírně zvýšený obsah dusičnanů, na lokalitě Vůznice – Skalka je však obsah dusičnanů značně zvýšený a rovněž koncentrace amoniakálního dusíku je vyšší. (jako relevantní byly v tomto případě brány charakteristické hodnoty podle [4])

Tabulka 39 : Průměrné hodnoty vybraných ukazatelů ve sledovaných profilech v letech 2008 – 2009 (pro účely srovnání s následujícími lokalitami z jiných oblastí)

Profil	pH	$CHSK_{Mn}$ (mg/l)	$N-NH_4^+$ (mg/l)	$N-NO_2^-$ (mg/l)	$N-NO_3^-$ (mg/l)	Vodivost ($\mu S/cm$)
Vůznice – Skalka	7,99	4,27	0,17	0,024	6,00	559
Vůznice pod rezervací	8,14	6,03	0,08	0,007	2,34	469
Úpoř – Kučerův mlýn	7,99	6,96	0,19	0,036	4,04	402
Prostřední potok – mostek	7,90	5,22	0,05	0,002	1,46	335
Zbirožský p. – Sýkorův mlýn	7,84	8,68	0,15	0,036	5,51	405
Zbirožský p. – Slapnice	7,98	6,91	0,10	0,014	4,36	421
Úpoř – Týřov	7,76	4,49	0,05	0,004	2,79	336
Skryjský potok – ústí	8,07	5,28	0,08	0,002	2,38	450
Tyterský potok – Gypsárna	7,65	3,09	0,06	0,002	3,02	631
Ryzava – Městečko	8,04	4,67	0,12	0,009	3,30	617
Klučná – ústí	7,81	3,55	0,07	0,002	2,07	292
Žloutkava – ústí	8,07	5,50	0,07	0,009	1,97	596

8. Sledování kvality vody v jiných oblastech :

8.1. Česká republika

V roce 2000 byla prováděna analýza kvality vody v některých tocích v Chráněné krajinné oblasti Český kras pro potřeby výzkumu ekologie makrozoobentosu [20]. Vzorky byly odebírány jednou měsíčně od dubna do října 2000. Následující fyzikálně – chemické parametry byly stanoveny dle normy ČSN ISO 8466. pH a vodivost byly stanoveny potenciometricky in situ, CHSK_{Mn} bylo stanoveno titračně a stanovení koncentrací všech iontů bylo stanoveno fotometricky.

Tabulka 40 : Průměrné hodnoty vybraných fyzikálně-chemických parametrů :
Původní výsledky uvádějí koncentrace sledovaných sloučenin dusíku v iontové formě, tedy NH_4^+ , NO_2^- a NO_3^- , pro účely srovnání byly tyto přepočteny na amoniakální, dusitanový a dusičnanový dusík

	pH	vodivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	CHSK _{Mn} (mg/l)	N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	Fe ³⁺ (mg/l)
Radotínský potok - Chýnice	7,87	724	5,36	1,07	0,119	8,20	0,13
Radotínský p. – Zadní Kopanina	8,27	638	5,36	0,81	0,058	8,29	0,13
Radotínský potok - ústí	8,30	636	3,64	0,50	0,021	7,81	0,16
Karlický p. – Dolní Roblín	8,07	540	3,63	1,24	0,030	12,13	0,16
Loděnice - Sedlec	8,09	674	5,44	0,82	0,046	4,13	0,13
Loděnice - Hostim	8,09	632	4,88	0,73	0,040	4,54	0,19
Stříbrný p. – pod Plešivcem	7,20	547	1,76	1,33	0,003	10,97	0,02
Stříbrný potok - Běleč	8,04	586	4,43	0,77	0,021	5,69	0,11

Výsledky z CHKO Český kras jsou vhodné pro porovnání s výsledky z CHKO Křivoklátsko, neboť obě CHKO se nachází v těsné blízkosti.

pH u obou oblastí se pohybují v mírně alkalické oblasti, obvyklé průměrné hodnoty CHSK_{Mn} se pohybují mezi 3,5 – 6 mg/l; některé lokality na Křivoklátsku však mají vyšší hodnoty. Na Křivoklátsku je však typicky nižší koncentrace amoniakálního dusíku max. do 0,20 mg/l; v Českém krasu jsou hodnoty vyšší, některé lokality mají přes 1 mg/l. Koncentrace dusitanového dusíku jsou v obou oblastech až na jednu výjimku nízké a pohybují se obvykle do 0,05 mg/l. Poněkud nevyrovnané jsou však koncentrace dusičnanového dusíku kdy na Křivoklátsku jsou průměrné hodnoty relativně nízké (max do 6 mg/l), v Českém krasu jsou tyto poněkud vyšší, na jedné lokalitě dokonce přes 12 mg/l, a to se navíc v rámci Českého krasu jedná o měsíce (duben – říjen), kdy by měla být koncentrace dusičnanů nižší. Pro Český kras jsou typické poněkud vyšší hodnoty elektrolytické konduktivity (540 – 720 $\mu\text{S}/\text{cm}$) oproti Křivoklátským (300 – 630 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

V roce 2000 byl prováděn monitoring raka říčního na území Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava [21]. Výzkum byl prováděn na 13 vybraných lokalitách. Základní chemická analýza, jejíž výsledky shrnuje následující tabulka byla prováděna v laboratoři VÚRH JU Vodňany. Výskyt raka říčního byl potvrzen pouze na lokalitě Světlohorská nádrž (nachází se v CHKO Šumava) a v nádrži Kramata, která se nachází v těsné blízkosti chráněného území. U Světlohorské nádrže překvapuje relativně vysoký obsah dusičnanů ve srovnání s jinými lokalitami. Bohužel není jednoznačné, v jaké formě je koncentrace dusičnanů prezentována, viz komentář pod tabulkou.

Tabulka 41 : rozmezí sledovaných parametrů v CHKO a NP Šumava v roce 2000 [21]

	pH	CHSK* (mg/l)	NH ₄ ⁺ -A? (mg/l)**	NO ₂ ⁻ -A? (mg/l)**	NO ₃ ⁻ -A? (mg/l)**	Ca (mg/l)	Vodivost (μS/cm)
Kramata	6,6-7,3	6,1-9,6	0,15-0,17	0,002-0,006	0,18-0,81	5,9-7,2	60
Světlohorská nádrž	5,7-6,9	4,2-11,2	0,06-0,14	0,002-0,005	0,39-1,32	3,6-5,0	39
Horní polenská nádrž	4,3-5,7	13,5-32,6	0,25-0,54	0,002-0,023	0,10-0,54	2,7-3,1	30-34
Žďárské jezírko	4,5-6,6	9,2-12,5	0,18-0,20	0,002-0,006	0,20-0,48	2,7-3,6	31
Žlebský rybníček	6,4-7,4	8,3-12	0,10-0,28	0,003-0,005	0,12-0,39	6,1-6,3	54-63
Zelenohorský potok	6,2-7,5	5-5,8	0,01-0,09	0,003-0,005	0,70-0,81	6,3-8,1	56-68
Valná	5,0-5,9	5,1-7	0,03-0,09	0,002-0,003	0,19-0,32	2,8-6,3	31-42
Řasnice	5,8-7,1	4,5-4,8	0,1	0,005-0,008	0,84-0,92	6,7-7,2	66-72
U tokaniště	5,7	13,4	0,14	0,005	0,16	2,7	27

* není uvedeno zda se jedná o CHSK_{Mn} nebo CHSK_{Cr}, na základě dosažených hodnot předpokládám, že se jedná o CHSK_{Mn}

** není jasné, zda se jedná o obsah amonných iontů (resp. dusitanů, dusičnanů) v mg/l, nebo o obsah amoniakálního (resp. dusitanového, dusičnanového) dusíku v mg/l, vzhledem k relativně nízkým hodnotám se pravděpodobně jedná o obsah příslušné formy dusíku

8.2. Zahraničí

Bulharsko [22]

Bylo měřeno 42 vzorků ze 21 odběrových míst na bulharské řece Yantra, vzorky byly odebrány v listopadu 1992, k dispozici jsou pouze souhrnná data ze všech odběrových míst.

Tabulka 42 : Souhrnné průměrné a maximální hodnoty sledovaných parametrů na řece Yantra Kromě pH jsou všechny hodnoty v mg/l [22].

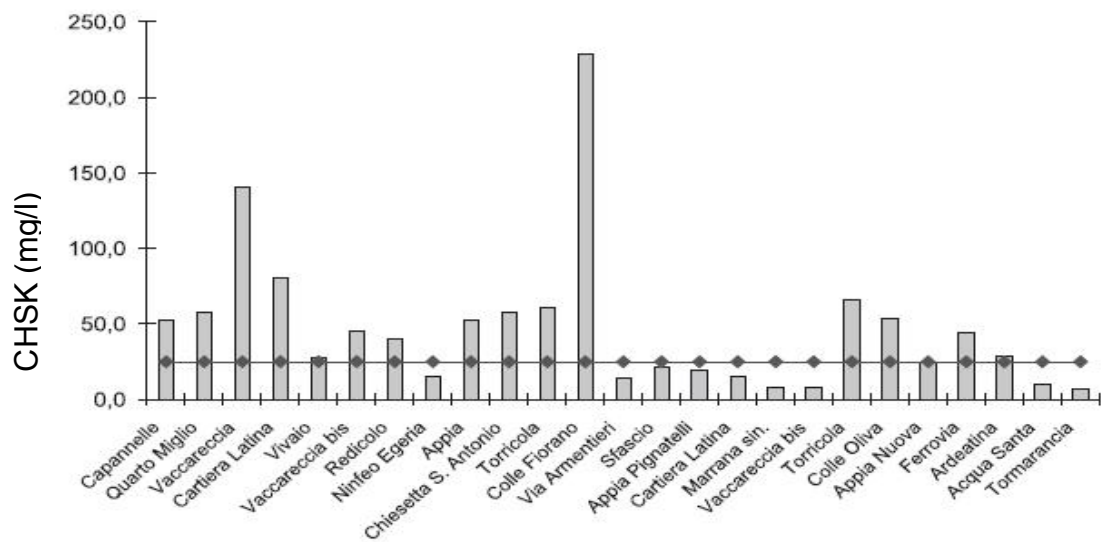
	průměr	max
pH	7,552	11,00 ?
CHSK _{Mn}	8,698	19,07
Cl ⁻	28,443	91,60
Ca ²⁺	66,217	65,50 ?
Mg ²⁺	11,198	26,70
Mn ²⁺	0,077	0,369
Fe ³⁺	0,185	0,640
NO ₃ ⁻	4,259	9,620
NO ₂ ⁻	0,359	1,110
NH ₄ ⁺	0,845	6,419

Průměrná hodnota pH je v mírně alkalické oblasti, zajímavá je však maximální hodnota, která odpovídá silně alkalické reakci. Jelikož zkoumaná řeka protéká oblastí s vysokou průmyslovou a zemědělskou výrobou, tak nepřekvapí vyšší hodnoty CHSK_{Mn}, které poukazují na zvýšené organické znečištění; rovněž koncentrace dusitanů a amonných iontů jsou poněkud vyšší. Překvapivá je však relativně velmi nízká koncentrace dusičnanů, právě s ohledem na intenzivní zemědělskou činnost. Navíc vzorky byly odebírány v listopadu, kdy bývají obecně koncentrace dusičnanů vyšší.

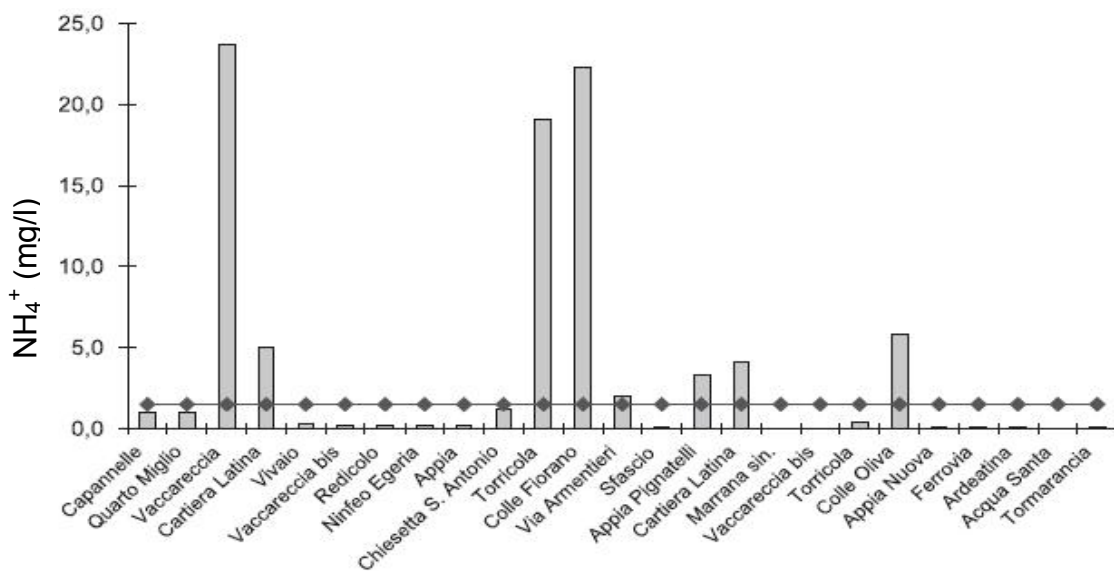
Itálie [23]

V parku Appia Antica, který se nachází na jižním předměstí Říma byla sledována kvalita vody v povrchových tocích. Park zaujímá rozlohu 35 km² a téměř 63 % této plochy je využíváno pro zemědělství, dalších 23 % plochy zabírají budovy a ulice a pouze zbývajících přibližně 14 % plochy parku připadá na přírodní vegetaci. Celkem bylo v průběhu dvou let hodnoceno 21 odběrových míst nacházejících se na osmi tocích, přičemž pro každé místo byly odebrány 4 vzorky (1 pro jedno roční období). Následující grafy ukazují roční průměrné hodnoty vybraných parametrů pro každé odběrové místo. V grafech je vždy uveden limit, jehož překročení znamená zařazení do kategorie nejvíce znečištěné vody podle italské legislativy. Limity jsou pro CHSK 25 mg/l, pro NH₄⁺ 1,5 mg/l a pro dusičnany 10 mg/l. U CHSK není uvedeno zda se jedná o chromanovou či manganistanovou metodu, vzhledem k vyšším výsledkům je pravděpodobné, že se jedná o CHSK_{Cr}.

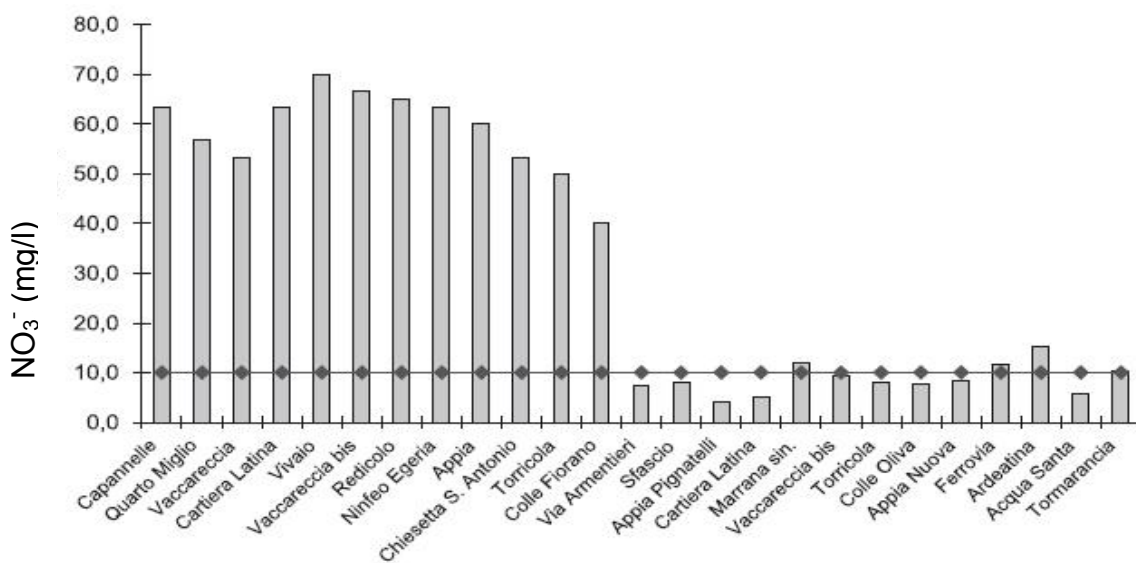
Vysoké hodnoty sledovaných parametrů souvisejí s uvedenou skutečností, že se jedná o lokalitu, jejíž převážná část je využívána pro zemědělství. Některá odběrová místa však mají extrémní hodnoty (CHSK přes 200 mg/l, NH₄⁺ přes 20mg/l)



odběrové místo



odběrové místo



odběrové místo

Polsko [24]

V letech 2004 a 2006 byl prováděn výzkum kvality vody vybraných pramenů v polském národním parku Świętokrzyski, který se nachází v jihovýchodní část Polska. V roce 2004 bylo analyzováno 14 pramenů a v roce 2006 8 pramenů. Hodnoty vybraných parametrů zobrazuje následující tabulka:

Tabulka 43 : hodnoty vybraných parametrů (všechny hodnoty kromě pH a konduktivity jsou v mg/l, konduktivita je v $\mu\text{S/cm}$) [24]

Pramen	pH	konduktivita	NH_4^+	NO_3^-	Cl^-	Ca	Mg	Fe	Mn
<i>2004</i>									
Zr – 1	6,24	69	<0,05	14,00	3,69	6,4	1,8	0,010	0,003
Zr – 4	6,01	88	<0,05	11,90	5,58	8,6	2,4	0,010	0,005
Zr – 13	5,99	93	0,05	7,68	4,23	8,2	3,6	<0,01	<0,001
Zr – 17	5,95	78	<0,05	7,20	2,49	6,7	3,4	<0,01	0,001
Zr – 20a	5,78	67	0,05	8,42	3,28	5,5	2,1	0,03	0,007
Zr – 20b	5,81	65	<0,05	8,22	2,98	5,8	2,3	<0,01	0,006
Zr – 32	5,25	83	<0,05	10,10	3,56	7,7	1,8	<0,01	0,049
Zr – 35	5,70	71	<0,05	11,80	4,47	6,8	1,3	<0,01	0,002
Zr – 38	5,58	67	<0,05	1,70	3,20	6,1	1,7	<0,01	0,115
Zr – 41	5,74	65	<0,05	5,33	1,94	6,4	2,4	<0,01	0,001
Zr – 47	6,59	107	<0,05	5,38	3,91	11,0	2,8	0,02	0,018
Zr – 56	6,38	132	<0,05	1,74	2,18	13,1	7,1	<0,01	0,011
Zr – 58	5,17	192	<0,05	11,50	6,28	19,0	5,7	<0,01	0,761
Zr – 61	6,79	497	0,09	0,03	7,34	78,4	22,6	0,75	0,421
<i>2006</i>									
Zr – 1	5,23	33	<0,1	13,80	3,20	6,3	1,8	0,010	0,005
Zr – 13	5,44	50	<0,1	8,30	<2	7,6	3,4	<0,01	0,0009
Zr – 20	5,15	50	0,10	9,40	<2	5,2	2,0	<0,01	0,0022
Zr – 32	5,10	52	0,10	9,20	8,10	5,2	1,3	0,020	0,0068
Zr – 41	5,42	47	<0,1	6,40	<2	6,2	2,3	0,010	0,001
Zr – 58	5,59	126	<0,1	12,20	7,30	19,4	6,9	0,020	0,0191
Zr – 61	6,74	413	0,30	<0,5	5,50	73,0	20,1	0,850	0,3583
Zr – 63	6,47	589	0,10	9,10	9,10	108,1	24,7	0,050	0,0019

Pro všechny lokality je typická kyselá reakce pH (obvykle pod 6). Obsah iontů vyjádřený elektrolytickou konduktivitou je velmi nízký; až na lokality Zr 47 – 63 je vždy pod $100 \mu\text{S/cm}$ (s nízkou konduktivitou souvisí i nízký obsah vápenatých a hořečnatých kationtů). Velmi nízký je i obsah amoniakálního dusíku, resp. zde amonných iontů, jejichž koncentrace se pohybuje obvykle do $0,10 \text{ mg/l}$. Relativně nízký je obsah dusičnanů, jejichž maximální koncentrace je 14 mg/l .

Thajsko [25]

V rámci výzkumu druhové rozmanitosti sladkovodních ryb v thajském národním parku Khao Luang byla zjišťována kvalita vody v devíti vodopádech v průběhu července až září 2004. Průměrné hodnoty vybraných parametrů (vyjma pH v mg/l) ukazuje následující tabulka :

Tabulka 44 : průměrné hodnoty pH, NH_4^+ , NO_2^- a NO_3^- (vyjma pH v mg/l)

vodopád	pH	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
Aie-kaew	7,27	0,078	0,013	0,002
Wangmaipak	7,47	0,096	0,013	0,004
Promlok	7,23	0,070	0,014	0,011
Kralom	7,50	0,066	0,015	0,003
Thapae	7,41	0,071	0,029	0,007
Suankun	7,44	0,066	0,017	0,005
Huafa	7,43	0,070	0,015	0,000
Suanhai	7,41	0,071	0,013	0,015
Soidawn	7,30	0,067	0,016	0,016

pH se u všech sledovaných vodopádů pohybuje v mírně alkalické oblasti, koncentrace dusíku ve všech sledovaných iontových formách je velmi nízká, zajímavé jsou extrémně nízké koncentrace dusičnanů, které jsou dokonce ještě nižší než koncentrace dusitanů.

9. Závěr

Po provedeném ročním monitoringu lze konstatovat, že stav hodnocených vod na území CHKO Křivoklátsko se spíše mírně zlepšuje, u některých lokalit zůstává na stejné úrovni. Zlepšení stavu bylo pozorováno u pěti lokalit, u dvou byl pozorován setrvalý stav a u třech lokalit došlo k určitému zhoršení oproti situaci v letech 2005 – 2006, ale na druhou stranu nedosáhly úroveň znečištění na počátku devadesátých let minulého století, kdy všechny tři tyto profily spadaly do páté, tedy nejhorší třídy jakosti vod. Dvě poslední lokality nebylo možné porovnat se starými, neboť se jedná o lokality nově zařazené do monitoringu.

Z dvanácti hodnocených profilů pouze jeden odpovídal první třídě, šest odpovídalo třídě druhé, čtyři profily spadaly do třetí třídy a jeden do čtvrté třídy jakosti vody.

Celkový vývoj podle tříd jakosti vody zachycuje následující tabulka :

Tabulka 45 : Zařazení zkoumaných lokalit do třídy jakosti vody podle [4] ve třech různých časových obdobích

Profil	1990 –93	2005 - 06	2008 - 09
Vůznice – Skalka	5 *		3
Vůznice pod rezervací	3 *		2
Úpoř – Kučerův mlýn	5	2	3
Prostřední potok – mostek	2	2	2
Zbizožský p. – Sýkorův mlýn	5 *	2	4
Zbizožský p. – Slapnice	5	2	3
Úpoř – Týřov	3	2	2
Skryjský potok – ústí	2	2	2
Tyterský potok – Gypsárna	3 *	2	2
Ryzava – Městečko	3	2	2
Klučná – ústí			1
Žloukava – ústí			3

* U těchto profilů jsou k dispozici relevantní údaje pouze do roku 1992

Z měřených ukazatelů určujících jakostní třídu byly jednoznačně nejvíce problematické dusičnany, kterým by měla být věnována zvýšená pozornost v rámci pokračujícího monitoringu. Několik lokalit je stále ohroženo splaškovými vodami kvůli špatně fungujícím, nebo neexistujícím čistírnám odpadních vod.

Je důležité, aby se i v budoucnosti podařilo udržet stávající čistotu většiny toků (I. a II. třída) a bude nezbytné provést opatření pro snížení znečištěných toků (III. a IV. třída) na únosnou úroveň.

Bude účelné ve stávajícím monitoringu pokračovat, neboť Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko představuje velice cenné přírodní prostředí, jehož nejhodnotnější část by mohla být v dohledné době vyhlášena Národním parkem.

10. Literatura

- [1] Volaufová, L. : Kvalita povrchových vod v České republice a její vývoj, CENIA
[http://www.cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/\\$pid/MZPMSFT33PSN/\\$FILE/vody.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/$pid/MZPMSFT33PSN/$FILE/vody.pdf)
Dostupné 24.8.2009
- [2] Volaufová, L. : Kvalita povrchových vod v České republice, *Vesmír* 87, 768 – 770 (2008).
- [3] Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky
- [4] Česká technická norma – ČSN 75 7221
Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod
Český normalizační institut, Praha, říjen 1998
- [5] Zpráva o životním prostředí České republiky v roce 2007, Ministerstvo životního prostředí, Praha 2008
- [6] Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2008, Ministerstvo životního prostředí, Český statistický úřad, Česká informační agentura životního prostředí, Praha 2008
- [7] Hůla, P. : Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko, *Ochrana přírody* 64, 1/2009, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
- [8] Boháč, J. : Biodiversita Křivoklátska in Projekt Participativní management chráněných oblastí – klíč k minimalizaci konfliktů mezi ochranou biodiversity a socioekonomickým rozvojem místních komunit, 2003
<http://www.infodatasys.cz/vav2003/krivoklat/biodiversita-krivoklat.pdf>
Dostupné 24.8.2009
- [9] NATURA 2000 – lokalita CZ0214011 – Týřov – Oupořský potok
http://www.nature.cz/natura2000-design3/web_lokality.php?cast=1805&akce=karta&id=1000002676
Dostupné 24.8.2009
- [10] Kozak, P., Duris, Z., Policar, T. : The stone crayfish *austropotamobius torrentium* (Schränk) in the Czech Republic, *Bull. Fr. Pêche Piscic* 367, 707 – 713 (2002) .
- [11] Moucha, P. : Rak kamenáč v CHKO Křivoklátsko, *Naší přírodou* 1, 13 (1981)
- [12] Charakteristika oblasti, CHKO Křivoklátsko
<http://www.krivoklatsko.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=491>
Dostupné 24.8.2009
- [13] Obecné charakteristiky předmětů ochrany v rizikových chráněných územích a návrhy hodnot indikačních parametrů a managementových opatření, Skupina : koryši a měkkýši, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2007
- [14] Bohl, E. : Comparative studies on crayfish brooks in Bavaria (*Astacus astacus* L., *Austropotamobius torrentium* Schr.) *Freshwater crayfish* 7, 287 – 294 (1987) .

- [15] Pitter, P. : Hydrochemie, VŠCHT, Praha 2009
- [16] Benešová, L., Matějček, L., Tonika, J., Popeláková, B., Nováková, S. :
Výsledky studia kvality povrchových vod v CHKO Křivoklátsko, Ústav pro životní prostředí
PřF UK, Praha 2007
- [17] 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 oblastech :
Příloha č. 3 Imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod
- [18] Branžovský, A., Jírovcová, M., Jirmusová, D., Mládková, H., Hynková, M. : Oceňování
složek přírodního prostředí ve vazbě na vodní hospodářství a vodní zdroje – I. aproximace
hodnot, Výzkumný ústav vodohospodářský 1992
- [19] Preisová, J. : Kvalita vody v povodí Oupořského potoka, Diplomová práce, PřF UK,
Praha 1983
- [20] Hřebík, Š. : Ekologie makrozoobentosu malých vodních toků v CHKO Český kras,
Bohemia centralis 26, 53 – 72 (2003) .
- [21] Kozák, P., Polícar, T. : Monitoring výskytu raka říčního v CHKO a NP Šumava,
Aktuality šumavského výzkumu, 188-192 (2001) .
- [22] Simeonov, V., Stefanov, S., Tsakovski, S. : Environmetrical Treatment of Water
Quality Survey Data from Yantra River, Bulgaria, *Mikrochimica Acta* 134, 15 – 21 (2000) .
- [23] Mancini, L., Formichetti, P., D'Angelo, A.M., Pierdominici, E., Sorace, A., Bottoni, P.,
Iaconelli, M., Ferrari, C., Tancioni, L., Rossi, N., Rossi, A. : Freshwater quality in urban
areas : a case study from Rome, Italy, *Microchemical Journal* 79, 177 – 183 (2005) .
- [24] Michalik, A. : The use of chemical and cluster analysis for studying spring water quality
in Świętokrzyski National Park, *Polish Journal of Environmental Studies*, 17 3 357 – 362
(2008) .
- [25] Sutin, S., Jaroensutasinee, M., Jaroensutasinee, K. : Water quality and freshwater fish
diversity at Khao Luang national park, Thailand, *World Academy of Science, Engineering
and Technology* 36, 28 – 31 (2007) .
- [26] Český národní komitét UNEP program OSN pro životní prostředí : Chce-li lidstvo přežít,
musí zlepšit zacházení s vodními zdroji, Tisková zpráva Českého národního komitétu UNEP
a Zeleného kruhu, 2003 <http://www.unep.cz/tiskovkavoda.php> Dostupné 24.8.2009

11. Seznam příloh

1. fotografie zkoumaných lokalit (vyfotografováno 23.6.2009)
2. GIS mapy vybraného území s vyobrazením koncentrací hlavních sledovaných parametrů
(CHSK_{Mn} , NH_4^+ , NO_3^-). Na mapách je mj. zobrazena lokalita Týřov - Oupořský potok [9],
která je zařazena v systému ochrany přírody NATURA 2000, viz kapitola 4.1.