

ZMĚNY VYBRANÝCH UKAZATELŮ KVALITY VODY V TOKU DIVOKÉ ORLICE

Changes of the selected indicators of water quality in Divoka Orlice stream

Jiří TŮMA, Markéta KAPLANOVÁ

Katedra biologie, PdF, Univerzita Hradec Králové, Váta Nejedlého 573,
500 03 Hradec Králové, e-mail: jiri.tuma@uhk.cz, tel.: +420 49333 1178

V období od 18.9.2001 do 12.8.2002 bylo provedeno celkem 9 odběrů vzorků vody na 10 profilech v toku Divoké Orlice. Byly vyhodnoceny následující ukazatele jakosti vody: hodnoty pH, obsah NO_3^- , Ca^{2+} a Mg^{2+} .

Úvod

Celková potřeba vody lidstvem se odhaduje na 3500–3700 km³ ročně, což představuje asi 8% průměrného odtoku všech řek na světě. Člověk průměrně spotřebuje 220–230 l vody denně. V ČR se tato spotřeba na obyvatele odhaduje na 360 l (MYSLIL et al. 1999). Proto je nezbytné vodu chránit před znečištěním a neustále hlídat její kvalitu.

Chemické a biochemické procesy ve vodách podstatně ovlivňuje hodnota pH, což je podle Söerensena vodíkový exponent, neboli míra kyselosti nebo zásaditosti vody. Téměř u všech přirozených vod je hodnota pH určena především vzájemným poměrem hydrogenuhlíčanových aniontů a volného oxidu uhličitého. U povrchových vod indikuje pH některé biochemické pochody probíhající ve vodě. Změnou hodnoty pH se může projevit přimíšení odpadních vod do povrchových vod. Rovněž i splach fosforečných hnojiv do vodních toků výraznou měrou ovlivňuje výsledné pH vody sledovaného toku (ADAM 1977). V povrchových vodách je pH v rozmezí 4,5 až 8,3. Pokles pH vody pod 4,5 je způsoben přítomností organických i anorganických volných kyselin (např. huminových látek). Vody s hodnotou pH nad 8,3 obsahují pravděpodobně ionty CO_3^{2-} nebo OH^- (PITTER 1990). Povrchové stojaté vody s výjimkou vod z rašeliníšť mívají pH v rozmezí asi od 6,5 do 8,5. Posun do alkalické oblasti nad 8 bývá způsoben intenzivní fotosyntetickou asimilací. Procesy snižující hodnotu pH: hydrolýza iontů kovů, chlorace vody, respirace, methanogeneze, nitrifikace a další. Procesy zvyšující hodnotu pH: redukce síranů, fotosyntéza, denitrifikace, zvětrávání hornin – hydrolýza hlinitokřemičitanů, redukce kovů (PITTER 1990; TLAPÁK 1992). Podle ČSN 75 7221 by se pH povrchových vod u I.-III. jakostní třídy mělo pohybovat v rozmezí 6,0-8,5 a u IV.-V. třídy 5,5-9.

Dusičnany mají jen velmi malé komplexační vlastnosti, a vyskytují se proto ve vodách převážně v jednoduché iontové formě, tj. jako NO_3^- . V čistých vodách se obvykle vyskytuje méně než 1 mg N- NO_3^- v 1 litru (4,42 mg NO_3^-). Ve znečištěných vodách jejich koncentrace někdy přesahuje i 10 mg.l⁻¹ (PITTER 1990). Převážná část dusičnanů v přírodních vodách je antropogenního původu. Vznikají např. při nitrifikaci amoniaku nebo se do vod dostávají splachy ze zemědělské půdy a s různými odpadními vodami (GRÜN WALD 1999). Výsledky soustavného sledování jakosti vody v tocích ukazují,

že obsah dusičnanů v jednotlivých úsecích toku je značně rozdílný. Všeobecně platí, že koncentrace se zvyšuje ve směru toku, tzn. že v dolních úsecích toků jsou koncentrace dusičnanů vyšší než v horních. Maximální koncentrace byly zjištěny především v době vegetačního klidu a v době vyšších průtoků. V době vegetace se obsah dusičnanů v tocích zvyšuje především splachováním hnojiv z povrchu zemědělských pozemků, kdežto v mimovegetační době se z půdy vyplavují nevyužité (přebytečné) dusičnany. Nelze vyloučit ani splavování dusíkatých hnojiv do povrchových vod při nesprávném postupu hnojení, tj. aplikují-li se dusíkatá hnojiva v době vegetačního klidu (dokonce na sněh) (BULÍČEK et al. 1977). Mezními hodnotami pro obsah dusičnanů v povrchových vodách podle ČSN 75 7221 je pro I. jakostní třídu 1,0 mg, II. – 3,4 a III. – 7,0 mg $\text{N-NO}_3^- / \text{l}$ (tj. 4,42; 15,04 a 30,94 mg NO_3^- / l).

Vápník a hořčík se v přírodních vodách vyskytují jako jednoduché ionty Ca^{2+} a Mg^{2+} . Jsou běžnou součástí povrchových vod. Jejich obsah je podmíněn geologickými poměry ve zvodnělých vrstvách. Oba prvky jsou ve všech druzích vod (KALAVSKÁ et HO-LOUBEK 1989). Do přírodních vod se vápník a hořčík dostávají vyluhováním vápence, dolomitu, magnezitu, sádrovce, hlinitokřemičitanů vápenatých a hořečnatých a jiných minerálů. Antropogenním zdrojem vápníku a hořčíku mohou být některé průmyslové odpadní vody z provozů, ve kterých se kyseliny neutralizují vápnem, vápencem, magnezitem nebo dolomitem (odpadní vody v chemickém, farmaceutickém, metalurgickém průmyslu a dalších) (PITTER 1990; GRÜN WALD 1999). Z hygienického hlediska jsou vápník a hořčík méně významné. Pro pitné vody není sebevětší obsah vápníku ve vodě na závadu. Proto ani ČSN se vápníkem nezabývá (PITTER 1990). HORÁKOVÁ et al. (2000) uvádí, že průměrná koncentrace hořčíku v pitných vodách ČR je okolo hodnoty 10 mg.l^{-1} . Průměrná koncentrace vápníku v pitných vodách ČR je okolo hodnoty 50 mg.l^{-1} . ČSN 75 7521 uvádí u vápníku mezní hodnotu pro I. třídu jakosti povrchových vod 75 $\text{mg Ca}^{2+} / \text{l}$ a 25 mg Mg^{2+} .

Cílem práce bylo vyhodnotit změny obsahu NO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} a hodnot pH v toku Divoké Orlice. Posoudit sezónní změny a vliv počasí na tyto parametry.

Materiál a metodika

Pro výzkum bylo vytipováno deset lokalit vyznačených na mapě (Obr.1). Odběrné místa byla vybrána vzhledem k dostupnosti vždy u mostu. Pro porovnání byl zařazen i profil Hradec Králové, který je již na Spojené Orlici. Jedná se o následující profily:

- profil č.1 – Orlické Záhvoří, pravý břeh
- profil č.2 – Zemská Brána, pravý břeh
- profil č.3 – Klášterec nad Orlicí, pravý břeh
- profil č.4 – Žamberk, pravý břeh
- profil č.5 – Bohousová, pravý břeh
- profil č.6 – Potštejn, pravý břeh
- profil č.7 – Doudleby, pravý břeh
- profil č.8 – Kostelec nad Orlicí, levý břeh
- profil č.9 – Čestice, pravý břeh
- profil č.10 – Hradec Králové, pravý břeh

Odběry byly prováděny přibližně 2 m od břehu a cca 0,5 m pod hladinou pomocí vzorkovací tyče. Vzorky byly uloženy v polyethylenových lahvích o objemu 1 litr a ihned po provedení odběru byly umístěny do chladicí tašky. Celkem bylo uskutečněno devět odběrů. Byly sledovány následující ukazatele jakosti vody – pH, NO_3^- , Ca^{2+} a Mg^{2+} . Reakce vody (pH) a obsah prvků byly stanoveny laboratorním pH / IONo metrem – inoLab

pH / ION – Level 2 od firmy WTW. Obsah NO_3^- , Ca^{2+} a Mg^{2+} byl měřen pomocí iontově selektivních elektrod – THETA '90. Pro stanovení hodnot pH byla použita elektroda Sen Tix 21 firmy WTW. Iontová síla roztoku byla upravena podle návodu k použití elektrod THETA '90, popřípadě podle VESELEHO et al. (1979). Výsledky měření byly kontrolovány postupy dle platných metodik.

Výsledky a diskuse

Průměrné hodnoty naměřeného pH i ostatních sledovaných ukazatelů (NO_3^- , Ca^{2+} a Mg^{2+}) vykázaly rostoucí tendenci od horního toku (Orlické záhoří) k dolnímu toku (Hradec Králové).

Reakce vody

Změny hodnot pH jsou uvedeny v tab. 1. Z výsledků je patrné, že průměrná hodnota pH 5,26 v lokalitě Orlické Záhoří odpovídá kyselé reakci vody. Tuto nízkou hodnotu pH lze přisuzovat vyššímu obsahu přirozených huminových látek, které jsou vyplavovány z rašelinišť, kde řeka pramení a významně tak vodu okyselují. Od profilu Zemská brána se hodnoty pH postupně zvyšují od kyselé reakce vody až po reakci zásaditou. Kyselé reakci vody odpovídají průměrné hodnoty pH v profilech Zemská brána až Potštejn a dosahují hodnot 6,28 až 6,98. Zásaditá reakce byla zjištěna v profilech Doudleby až Hradec Králové, kde pH dosahuje hodnot 7,13 až 7,29.

MORAVCOVÁ et al. (1978) a CVEJN (1993) uvádějí, že všechny potoky a říčky v Orlických horách, jsou přirozeně kyselé a vody obsahují huminové látky. Zejména v jarním období při tání sněhu a při vysokých srážkách v průběhu roku se vyskytují nízké hodnoty pH i na Divoké Orlici u Trčkova.

Postupné zvyšování hodnot pH v toku Divoké Orlice je dáno zřejmě tím, že od profilu Zemská brána až po profil Hradec Králové se stále více uplatňuje vliv geologického podloží říčního koryta, tvořeného převážně křídovými sedimenty, které se může výraznou měrou podílet na rostoucí zásadité reakci vody. Dalším významným faktorem ovlivňujícím vývoj pH směrem do alkalické oblasti je i intenzivní zemědělská a průmyslová výroba. Velkým problémem zemědělství je právě vyplavování iontů Ca^{2+} z půdního profilu (MATULA 1987). K vyplavování Ca^{2+} dochází zejména v období vyšší srážkové činnosti, protože se jedná o vysoce mobilní iont, který je v půdním profilu velmi slabě poután. Nadměrné vyplavování Ca^{2+} se může promítnout v rostoucích hodnotách pH vody v říčním toku.

Množství srážek se na hodnotách pH vody výrazněji neodrazilo. Naměřené výsledky hodnot pH nevykazují ani výraznější „skoky“, které by mohly indikovat významné zdroje znečištění v rámci toku. Závislost pH na vegetačním období nebyla v rámci našeho výzkumu prokázána – nejvyšší hodnoty pH mají mít povrchové vody obvykle na jaře a v létě, kdežto minimální hodnoty obvykle v zimě (GRUNWALD 1999).

Obsah dusičnanů

Koncentrace dusičnanů (tab. 2) ve sledovaných profilech se pohybují v průměru od 3,38 mg.l^{-1} (lokalita Orlické Záhoří) do 22,4 mg.l^{-1} (lokalita Hradec Králové). Výraznější vzrůst jejich obsahu byl zaznamenán od profilu Bohousová. Podle BULÍČKA (1977) je z mnoha výzkumů prokázán růst koncentrace dusičnanů ve směru toku, tzn. že v dolních úsecích toku jsou koncentrace vyšší než v horních.

Na vyšší obsah dusičnanů ve vodě má zřejmě vliv i skutečnost, že se téměř nevážou na půdní sorpční komplex a v půdě nejsou zadržovány. Díky vysoké mobilitě je nitrátový aniont z půdy velmi snadno vyplavován, což se projevuje zejména ve zvýšeném obsahu

dusičnanů v oblastech s intenzivním obhospodařováním zemědělské půdy – především s aplikací průmyslových dusíkatých hnojiv. BULÍČEK (1977) uvádí, že vztah mezi obsahem dusičnanů ve vodě a množstvím hnojiv aplikovaných do půdy je zcela průkazný. V poslední době se ovšem množství dávek průmyslových hnojiv částečně snížilo. Dalším zdrojem zvýšeného obsahu dusičnanů ve vodách mohou být i splaškové odpadní vody, v menší míře i atmosférické vody a nitrifikační pochody.

Podobně jako u vápníku byla i u dusičnanů prokázána závislost mezi jejich obsahem a intenzitou srážek. Tato skutečnost ovšem může být potlačena vlivem tzv. „zředovacího efektu“. Vyšší koncentrace dusičnanů byly naměřeny ve vegetačním období a v době vyšších průtoků, nižší naopak v období mimovegetačním. Výjimkou je leden 2002 (tedy mimovegetační období), kdy byla zjištěna maximální koncentrace dusičnanů.

Na základě vyhodnocení obsahu dusičnanů podle ČSN 75 7221 lze tok Divoké Orlice zařadit do I. třídy jakosti vod profil Orlické Záhoří, do II. třídy profily Zemská brána až Bohousová a do III. třídy profily Potštejn až po Hradec Králové.

Obsah vápníku

Průměrné hodnoty koncentrace vápníku ve sledovaných profilech (tab. 3) se pohybovaly od 9,58 mg.l⁻¹ (lokalita Orlické Záhoří) do 54,68 mg.l⁻¹ (lokalita Hradec Králové). K výraznému vzrůstu obsahu vápníku v průběhu toku došlo, stejně jako u dusičnanů od profilu Bohousová.

Příčinou vysokého obsahu Ca²⁺ v říčním toku je zejména jeho snadné vyluhování z půdy. Vápník je v půdě vázán chemickou sorpcí (především ve formě CaCO₃), ale vysoký podíl je vázán výměnným způsobem na sorpční komplex půdy. Množství vyplavovaného vápníku je proto značné. Vyplavované množství vápníku bezprostředně souvisí s jeho obsahem v půdě a intenzitou vápnění. TUMA (1997) uvádí koncentrace Ca v lyzimetrickém pokusu v Kostelci nad Orlicí, v rozmezí mezi 50 – 150 mg.l⁻¹. Podobně i MATULA (1987) udává koncentrace vápníku v půdním roztoku od 50 do 100 mg.l⁻¹.

Dalším zdrojem zvyšování vápníku ve vodách mohou být i některé průmyslové odpadní vody. Z dlouhodobých výsledků výzkumu Povodí Labe na profilu Čestice (1985 – 2002), lze vypořádat vzrůst jeho koncentrace zejména od roku 1994. Analýzy dlouhodobých výzkumů vlivu klimatických podmínek na obsah vápníku v říční vodě, prokázaly závislost na množství srážek. Platí zde přímá úměra, že čím větší je úhrn srážek, tím větší je vyplavování vápníku z půdního profilu a tím i roste jeho obsah ve vodách. Tato závislost nemusí být zcela průkazná, což může být opět způsobeno tzv. „zředovacím efektem“, kdy právě v době nejvyšších srážek, tedy i nejvyššího vyplavování vápníku, jeho koncentrace v říčním toku nijak výrazně nevzroste. Obsah vápníku je závislý i na vegetačním období. V době vegetace byly naměřeny nepatrně nižší hodnoty než v době vegetačního klidu (tedy i při nižších teplotách), což je v literatuře uváděno naopak např. PITTER (1990).

Na základě vyhodnocení obsahu vápníku lze tok Divoké Orlice zařadit podle ČSN 75 7221 do I. třídy jakosti povrchových vod.

Obsah hořčíku

Průměrné koncentrace hořčíku ve vyhodnocovaných profilech (tab. 4) se pohybují od 1,34 mg.l⁻¹ (lokalita Klášterec nad Orlicí) do 4,33 mg.l⁻¹ (lokalita Hradec Králové).

Hořčík je ve vodách kvantitativně méně zastoupen než vápník. Souvisí to jednak s tím, že je v porovnání s vápníkem méně zastoupen v zemské kůře. Dále s jeho menší pohyblivostí v porovnání s vápníkem v půdě. Je zde podobně jako vápník vázán chemickou i výměnnou sorpcí. Výměnně vázaný hořčík pak může být snadno z půdy vyplavován.

Mimoto je stejně jako vápník důležitou rostlinnou živinou. Hodnoty vyplavování hořčíku z půdy jsou řádově daleko nižší než u vápníku. TŮMA (1997) např. uvádí koncentraci Mg v perkolátu v rozmezí 4 – 18 mg.l⁻¹. MATULA (1987) udává koncentrace hořčíku v půdním roztoku v průměrných hodnotách od 10 do 40 mg.l⁻¹.

Zdrojem hořčíku pak mohou být i odpadní průmyslové vody (GRUNWALD 1999). Z analýzy dlouhodobého výzkumu změn obsahu hořčíku prováděném Povodím Labe v letech 1985 – 2002 v profilu Čestice vyplývá, že obsah Mg²⁺ vykazuje mírně klesající tendence, ovšem v dlouhodobém průměru je stabilní a pohybuje se v rozmezí cca 2,8 až 4,2 mg.l⁻¹.

Obsah hořčíku podobně jako vápníku, je ovlivňován změnou teploty a úhrnem srážek během roku a stejně jako u vápníku se zde může projevit tzv. zředovací efekt.

Na základě vyhodnocení obsahu hořčíku lze tok Divoké Orlice zařadit do I. třídy jakosti povrchových vod.

Souhrn

V období od 18. 9. 2001 do 12. 8. 2002 bylo provedeno celkem 9 odběrů vzorků vody na 10 profilech v toku Divoké Orlice. Byly vyhodnoceny následující ukazatele jakosti vody: pH, NO₃⁻, Ca²⁺ a Mg²⁺. Průměrné hodnoty naměřeného pH a všech sledovaných ukazatelů vykázaly rostoucí tendenci od horního toku (Orlické záhoří) k dolnímu toku (Hradec Králové). Průměrné hodnoty pH se pohybovaly v rozmezí od 5,26 do 7,29. Převážná část toku Divoké Orlice vykazuje alkalickou reakci vody. Průměrné hodnoty koncentrace měřených iontů byly následující: NO₃⁻ – od 3,38 do 22,44 mg.l⁻¹; Ca²⁺ od 8,33 do 54,68 mg.l⁻¹ a Mg²⁺ od 1,34 do 4,33 mg.l⁻¹. Podle ČSN 75 7221 lze tok Divoké Orlice na obsah dusičnanů zařadit do I. třídy jakosti profil Orlické Záhoří, do II. třídy profily Zemská brána až Bohousová a do III. třídy profily Potštejn až po Hradec Králové. U ostatních sledovaných parametrů (tj. pH, Ca²⁺ a Mg²⁺) do I. třídy jakosti. Kolísání jednotlivých ukazatelů v průběhu roku nebylo tak výrazné, abychom mohli odvodit jednoznačné závěry o závislostech na klimatických podmínkách a ročním období.

Summary

In the period of September the 18 th 2002 year to August the 12 th 2002 year were realized 9 water uptakes in 10 profiles in Divoká Orlice stream. These water quality parametres were evaluated : pH; NO₃⁻; Ca²⁺; Mg²⁺. The average values of measured pH and all tested parametres showed increasing movement from upper reach (Orlické Záhoří aerea) to lower cource (Hradec Kralove city). According NO₃⁻ standard ČSN 75 7221 the upper reach of Divoká Orlice river is able to class into the first class quality in Orlické Záhoří profil, into the second class quality - Zemská brána to Bohousová profiles and into the third class quality Potštejn profil to Hradec Králové profil. All others tested parametres – pH, Ca²⁺, Mg²⁺ into the first class of quality.

Literatura

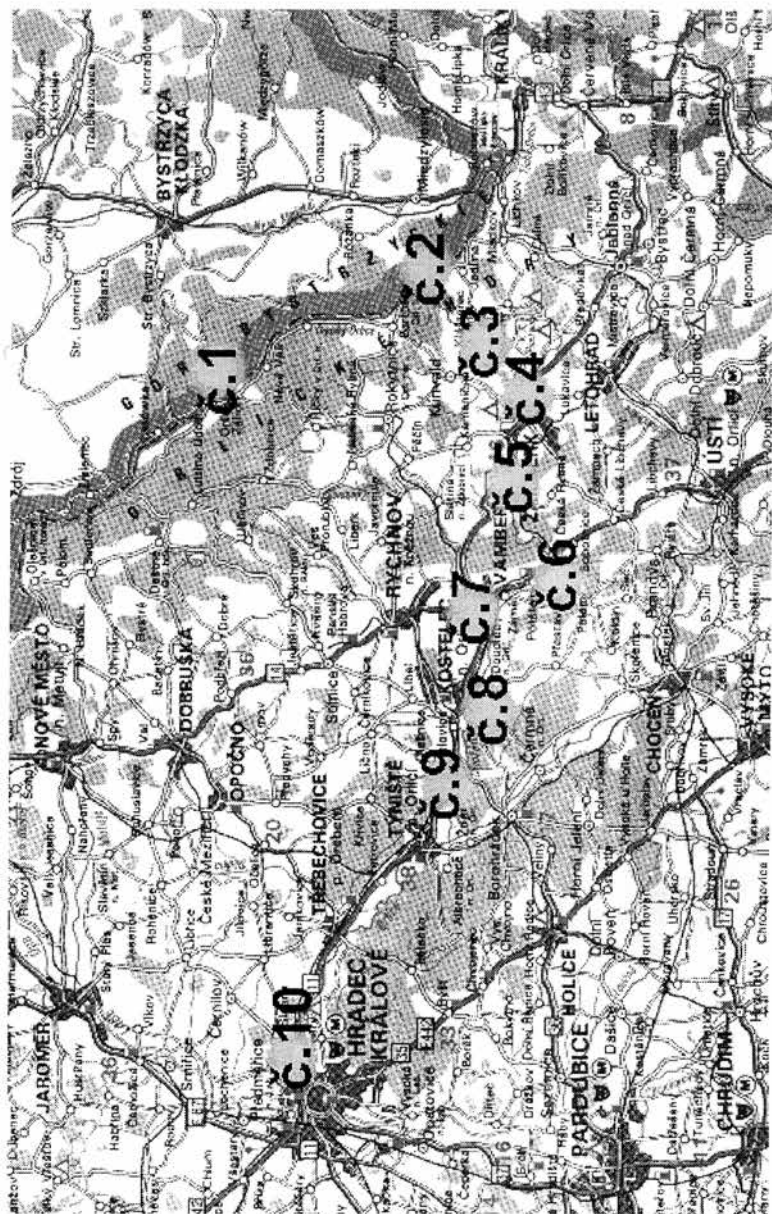
- ADAM J., 1977: Metody chemické analýzy vody. [Skriptum] SPN, Praha.
- BULÍČEK J. et al., 1977: Voda v zemědělství. *Státní zemědělské nakladatelství, Praha.*
- CVEJN, J., 1993: Změny kvality vody v toku Divoké Orlice [Disertační práce]. MU Brno.
- GRUNWALD A., 1999: Voda a ovzduší 20. [Skriptum] ČVUT, Praha.
- HORÁKOVÁ M. et al., 2000: Analytika vody. [Skriptum] *Vysoká škola chemicko-technologická, Praha.*
- KALAVSKÁ D. et HOLOUBEK I., 1989: Analýza vód. *Alfa, Bratislava.*
- MATULA J., 1987: Agrochemie. [Skriptum] VŠZ, Praha, 1987.
- MORAVCOVÁ V. et al., 1978: Sledování kvality vody ve Zdobnici. *VÚV, Praha.*

- MYSLIL V. et al., 1999: Voda Země život. *Ministerstvo životního prostředí, Praha.*
- PITTER P., 1990: Hydrochemie. *SNTL, Druhé přepracované a rozšířené vydání. Praha.*
- TLAPÁK V. et al., 1992: Voda v zemědělské krajině. *Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s MŽP ČR, Praha.*
- TŮMA J., 1997: Vyplavování fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku z půdy v Kostelci nad Orlicí. *Vě. Sb. Přír. – Práce a studie, 5: 25-32.*
- VESELÝ et al., 1979: Analýza iontově selektivními elektrodami. *SNTL, Praha.*

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat firmě Empla s.r.o., jmenovitě Ing. Pavle Davidkové, CSc., vedoucí laboratoří, za kontrolní analýzy vzorků vod. Děkujeme i Povodí Labe s.p., jmenovitě Ing. Medkovi a Ing. Vernerovi, za poskytnuté podkladové materiály. Dále bychom chtěli poděkovat Mgr. Lucii Klaudyové za pomoc při analýzách vzorků vod.

Došlo: 19.12.2003



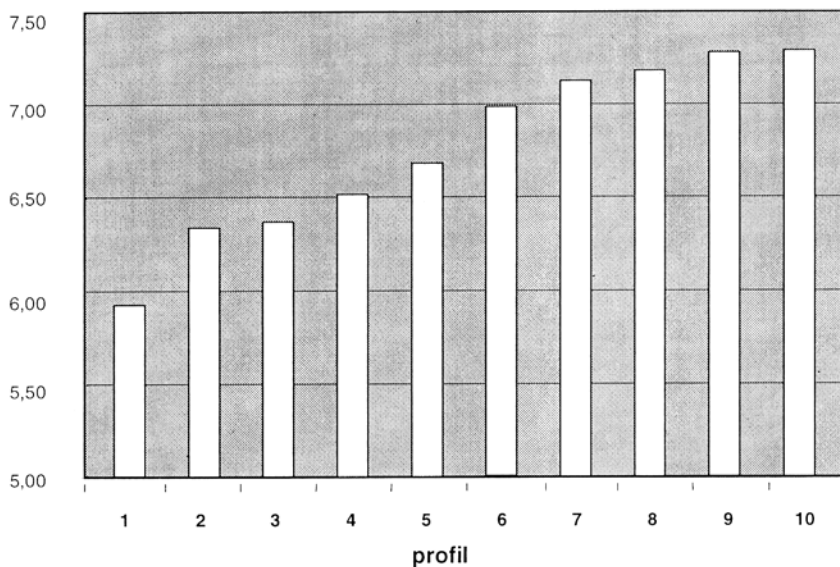
Obr. 1: Mapa odběrných míst
Fig. 1: The headworks map

Tab. 1: Změny hodnot pH

Tab. 1: The changes of pH values

pH	18.9.	21.10.	24.11.	28.1.	3.3.	12.4.	19.5.	26.6.	12.8.	suma	průměr
Profil č. 1	5,92	5,78	5,84	N	6,19	5,54	6,44	6,10	5,54	47,35	5,92
Profil č. 2	6,39	6,95	6,71	N	6,28	5,62	6,55	6,25	5,91	50,66	6,33
Profil č. 3	6,36	6,94	6,81	6,20	6,35	5,66	6,69	6,32	5,97	57,30	6,37
Profil č. 4	6,58	6,91	6,94	6,78	6,42	5,84	6,73	6,38	6,06	58,64	6,52
Profil č. 5	6,80	7,25	7,25	6,34	6,73	6,08	6,96	6,51	6,22	60,14	6,68
Profil č. 6	6,98	7,59	7,50	6,98	6,84	6,64	7,17	6,67	6,44	62,81	6,98
Profil č. 7	7,00	7,47	7,55	7,38	7,06	6,98	7,30	6,78	6,64	64,16	7,13
Profil č. 8	7,16	7,37	7,56	7,17	7,10	7,22	7,42	6,89	6,72	64,61	7,18
Profil č. 9	7,25	7,52	7,61	7,38	7,19	7,26	7,46	6,98	6,82	65,47	7,27
Profil č. 10	7,30	7,61	7,69	6,54	7,48	7,24	7,67	7,20	6,86	65,59	7,29
suma	67,74	71,39	71,46	54,77	67,64	64,08	70,39	66,08	63,18		
průměr	6,77	7,14	7,15	6,85	6,76	6,41	7,04	6,61	6,32		

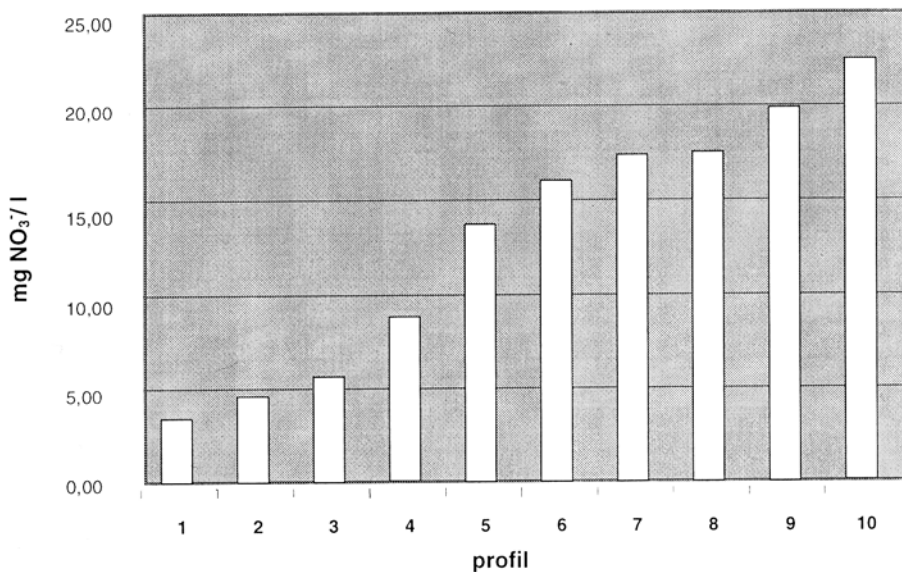
Průměrné hodnoty pH v toku Divoké Orlice



Tab. 2: Změny obsahu dusičnanů
Tab. 2: The changes of NO₃⁻ content

dusičnany	18.9.	21.10.	24.11.	28.1.	3.3.	12.4.	19.5.	26.6.	12.8.	suma	průměr
Profil č. 1	1,50	3,85	3,62	N	4,50	3,82	3,00	3,00	3,78	27,07	3,38
Profil č. 2	2,61	5,64	4,46	N	6,58	4,86	4,20	4,00	4,32	36,67	4,58
Profil č. 3	3,05	5,99	4,77	7,27	6,93	6,43	4,40	5,00	6,52	50,36	5,60
Profil č. 4	6,35	9,38	7,41	14,04	9,51	9,71	6,10	7,00	9,42	78,91	8,77
Profil č. 5	10,90	17,13	14,01	18,72	15,40	13,45	8,90	10,00	14,86	123,36	13,71
Profil č. 6	10,81	21,51	15,45	19,75	16,70	22,64	9,10	12,00	16,21	144,17	16,02
Profil č. 7	11,12	19,72	18,14	23,57	15,67	23,22	11,30	16,00	17,44	156,18	17,35
Profil č. 8	10,60	20,04	19,19	22,78	17,09	19,90	11,90	16,00	20,24	157,74	17,53
Profil č. 9	12,52	23,51	22,11	27,33	18,72	19,43	13,50	18,00	23,76	178,88	19,88
Profil č. 10	15,72	27,37	25,95	25,99	24,79	22,54	14,80	19,00	25,78	201,94	22,44
suma	85,18	154,14	135,1	159,4	135,88	146,00	87,20	110,00	142,33		
průměr	8,52	15,41	13,51	19,93	13,59	14,60	8,72	11,00	14,23		

Průměrný obsah dusičnanů v toku Divoké Orlice

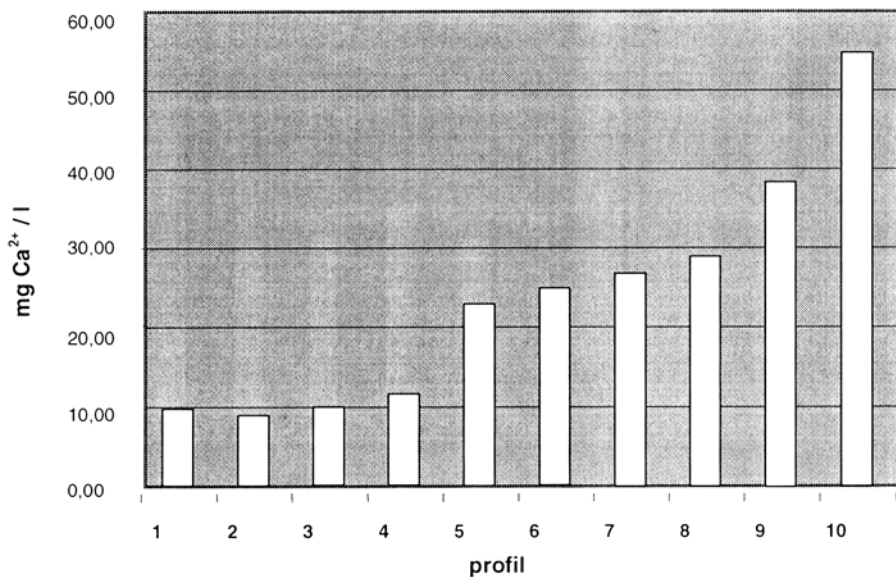


Tab. 3: Změny obsahu vápníku

Tab. 3: The changes of Ca content

vápník	18.09.	21.10.	24.11.	28.1.	3.3.	12.4.	19.5.	26.6.	12.8.	suma	průměr
Profil č. 1	4,38	7,65	10,06	N	8,86	11,96	14,02	11,43	8,26	76,62	9,58
Profil č. 2	5,98	5,76	9,50	N	8,56	11,06	8,69	10,96	10,16	70,67	8,83
Profil č. 3	6,26	6,10	8,84	8,66	17,82	11,24	8,01	10,34	10,81	88,08	9,79
Profil č. 4	10,46	7,48	9,05	15,84	15,02	13,08	8,17	11,02	12,49	102,61	11,40
Profil č. 5	16,06	17,25	29,58	28,86	23,58	24,28	17,60	20,54	25,97	203,72	22,64
Profil č. 6	18,50	21,89	28,84	27,84	25,24	25,96	21,40	23,12	28,70	221,49	24,61
Profil č. 7	18,04	19,47	33,64	31,14	28,56	29,66	22,60	25,72	31,53	240,36	26,71
Profil č. 8	21,20	23,29	36,60	30,40	29,86	29,48	25,70	27,81	34,42	258,76	28,75
Profil č. 9	29,84	27,37	48,96	42,14	41,50	43,18	33,60	31,50	47,66	345,75	38,42
Profil č. 10	48,82	39,57	61,04	53,78	60,48	69,70	52,40	53,02	53,34	492,15	54,68
suma	179,54	175,83	276,11	238,66	259,48	269,60	212,19	225,46	263,34		
průměr	17,95	17,58	27,61	29,83	25,95	26,96	21,22	22,55	26,33		

Průměrný obsah vápníku v toku Divoké Orlice



Tab. 4: Změny obsahu hořčíku
Tab. 4: The changes of Mg content

hořčík	18.09.	21.10.	24.11.	28.1.	3.3.	12.4.	19.5.	26.6.	12.8.	suma	průměr
Profil č. 1	0,68	1,24	1,23	N	1,41	1,57	1,45	2,53	2,52	12,62	1,58
Profil č. 2	0,68	0,93	1,17	N	1,24	1,43	1,40	2,13	2,10	11,07	1,38
Profil č. 3	0,69	0,94	1,30	0,97	1,23	1,42	1,34	2,18	1,98	12,04	1,34
Profil č. 4	1,05	1,02	1,43	1,49	1,52	1,59	1,50	2,34	2,05	13,99	1,55
Profil č. 5	1,52	1,83	2,03	2,07	2,00	2,18	1,76	3,24	2,99	19,61	2,18
Profil č. 6	1,68	2,31	1,83	1,97	1,88	2,26	1,84	3,41	2,92	20,09	2,23
Profil č. 7	1,48	2,11	1,87	2,14	2,08	2,28	2,00	3,49	2,97	20,42	2,27
Profil č. 8	1,63	2,25	2,14	2,21	2,06	2,31	2,20	3,41	3,13	21,33	2,37
Profil č. 9	2,42	2,76	2,77	2,88	2,65	2,91	2,68	3,76	3,92	26,75	2,97
Profil č. 10	4,16	3,89	3,87	3,69	4,90	4,55	3,86	4,55	5,55	39,01	4,33
suma	15,99	19,25	19,64	17,42	20,94	22,50	20,03	31,03	30,13		
průměr	1,60	1,93	1,96	2,18	2,09	2,25	2,00	3,10	3,01		

Průměrný obsah hořčíku v toku Divoké Orlice

