

Stav dusičnanů a fosfátů v tocích na extenzivně obhospodařovaných farmách

Status of nitrates and phosphates in the freshwater courses at extensive farmland

Eva Šachová, Vlasta Kroupová, Jan Trávníček & Jaroslav Kursá

*Katedra anatomie a fyziologie hospodářských zvířat, Jihočeská univerzita Č. Budějovice,
Studentská 13, CZ–370 05 České Budějovice, Česká republika*

Abstract

The aim of submitted work was to review, to which extent the current way of extensive utilization of permanent grass growths through pasture and mowing, clog up water courses with nitrates and phosphates. The contents of nitrates and phosphates and water pH was monitored on draining water courses in enclaves of meadows and pastures in elevation of 750–1070 m above sea level on farm A (Nature Reservation Šumava, 547 ha, mild sloping, 0.6 big cattle units/ha) and farm B (National Park Šumava, 572 ha, higher level of sloping, 0.3 big cattle units/ha). On both farms, there was an apparent temporary increase in contents of nitrates outside the vegetation period, even it was four years after the reduction of mineral fertilizing. The increase was more pronounced on farm B, with higher level of sloping and sewage farming. In April 1996, there was recorded on four checkpoints $78.53 \pm 12.89 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{l}^{-1}$ of water. Within the following two-year period, these extreme deviations were not repeated and the average values of observed parameters. Since 1996, there has been observed a tendency in decrease of phosphates concentration. A reasonable utilization of permanent grass growths and reduction of mineral fertilizing on both farms have had a positive impact on better composition of grass growths and therefore on higher retention of nitrogen in root systems. The contents of nitrates, phosphates and water pH were not significantly affected by water flow through the area of farming. From the submitted results can be derived, that in areas with higher degree of nature protection, the monitoring of nitrates, pH and phosphates can be used for water pollution control.

Key words: water composition, pasture, cattle, mountains.

Úvod

Zemědělská činnost patří mezi významné antropogenní faktory ovlivňující místní i globální vodní hospodářství. Intenzifikací prvky (meliorace, hnojení minerálními hnojivy a vysoká hustota osazení zemědělských ploch zvířaty) vedly i v chráněných krajinných oblastech k eutrofizaci a zrychlení odtoku vody. Současná restrukturalizace zemědělství na Šumavě zaměřená na extenzivní hospodaření by měla výrazně přispět k obnovení retence vody a k poklesu její eutrofizace. Vymezení optimálního osazení zemědělských ploch hospodářskými zvířaty, pastevního režimu a pratechniky by proto mělo zohledňovat i dopad zemědělského hospodaření na kvalitu vody v tocích funkčně vázaných na zemědělské plochy.

Cílem práce bylo posoudit do jaké míry zatěžuje současný způsob extenzivního obhospodaření trvalých travních porostů pastvou a kosením vodní toky dusičnany a fosfáty.

Metodika

Sledování obsahu NO_3^- ve vodě bylo prováděno v letech 1996–1999 ve třech tocích – Studeném potoce, Vydřím potoce a Rýžovním potoce, protékajících pozemky dvou extenzivně hospodařících farem – Nové Hutě (Studený a Vydří potok) a Svojší (Rýžovní potok).

Farma Nové Hutě – hospodářství A se nachází v Chráněné krajinné oblasti Šumava v nadmořské výšce 800–1020 m. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 4,5 °C, průměrné roční srážky jsou 925 mm, délka sněhové pokrývky je zhruba 5 měsíců (listopad až duben). Oba sledované toky jsou zásobovány melioračními svody. Geologický podklad tvoří krystalické břidlice, geobotanické složení je zastoupeno květnatými bučinami a kyselými horskými bučinami, které obklopují podmáčené smrčiny a vrchoviště a přechodová rašeliniště. Celková rozloha pozemků je 547 ha (z toho louky a pastviny tvoří 496 ha). Živočišná produkce je zaměřena na produkci mléka, chov krav bez tržní produkce mléka, prodej zástavového skotu a chovných jalovic.

Farma Svojší – hospodářství B se nachází v II. a III. zóně NPŠ v nadmořské výšce 750 až 1070 m. Průměrná roční teplota se podle nadmořské výšky pohybuje od 6 do 4,7 °C a průměrné srážky činí 950 mm. Sněhová pokrývky přetrvává 100–140 dnů (říjen až duben). Geologický podklad tvoří z 95 % pararuly, dále žuly a granodiority. Nachází se zde velké množství pramenišť a ekologicky cenných mokřadů, jejichž vody stékají do Vydry, Rýžovního potoka a Losenice. Celková rozloha obhospodařované plochy, využívané k pasení a kosení, činí 572 ha. Živočišná produkce je zaměřena na chov krav bez tržní produkce mléka a prodej zástavového skotu.

Odběry vody pro stanovení NO_3^- byly prováděny na 5 stanovištích Studeného potoka (stanoviště 1S, 2S, 3S, 4S, 5S), na 3 stanovištích Vydřímho potoka (stanoviště 1V, 2V, 3V) a na 5 stanovištích Rýžovního potoka (5R, 4R, 3R, 2R, 1R) rozmístěných podél celého toku v rámci agroekologického obvodu hospodářství.

Vlastní stanovení byla provedena v laboratoři Katedry anatomie a fyziologie hospodářských zvířat Jihočeské univerzity České Budějovice: Stanovení NO_3^- pomocí selektivní elektrody na přístroji TESLA BM 550. Stanovení fosfátů kolorimetrickou metodou, při které kyselina fosforečná reaguje v kyselém prostředí s vanadičnanem a molybdenam amonným za vzniku žlutě zbarvené kyseliny molybdatovanadátosfosforečné a stanovení pH – pH metrem WTW 320.

Přehled literárních údajů

Zdrojem dusíku v povrchových vodách je atmosféra, výluhy z půdy v povodí nádrží a vodoťecí a mineralizace organických dusíkatých látek ve vodním prostředí. Zemědělství významně přispívá k vnosu dusíku do vod. Rozkladem organické substance se při intenzivním obhospodařování půdy uvolňuje ročně 500–800 kg N / ha z čehož se při sklizni trvalých travních porostů z jednoho hektaru odstraní pouze 260 kg (ALBERS & al. 1992). Hnojení zemědělsky obdělávané půdy dusíkatými a fosforečnanovými hnojivy představuje v meliorovaných enklávách značné riziko eutrofizace vod. Nebezpečí vlivu organického hnojení spočívá pro rašeliniště v rozkladných procesech, které se projevují zvýšenou koncentrací $\text{NH}_4\text{-N}$ a velmi nízkou koncentrací $\text{NO}_3\text{-N}$ (BALOUNOVÁ & RAJCHARD 1996). Zvýšená koncentrace $\text{NH}_4\text{-N}$ (0,89 mg l⁻¹) a naopak velmi nízká koncentrace $\text{NO}_3\text{-N}$ (0,09 mg l⁻¹) přispěla z počátku k rozšiřování rašeliništních společenstev, později se však na rašeliništi začala objevovat místa, na kterých rašeliničky jeví známky odumírání, které vedlo až k rozkladu rašeliniště (NOVOTNÝ & al. 1999).

Přítomnost dusíku je i v horských tocích významná pro udržení charakteristických rybích

populací. Jejich náročnost na obsah dusíku je však podstatně nižší než je tomu u rybníčních populací, pro které je nutno optimalizovat obsah dusíku ($N = NO_3^- + NH_4^+$) do $1,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (HARTMAN & al. 1998). Pro ryby jsou dusičnany mírně jedovaté. Toxické a letální účinky se projevují až v koncentraci nad 1000 mg.l^{-1} (HANEL 1998). SCHRECKENBACH (1982) uvádí jako nejvyšší přípustnou koncentraci dusičnanů pro kapra 80 mg.l^{-1} a pro pstruha duhového 20 mg.l^{-1} . Citlivost pstruha se blíží limitu vody pro kojece, pro kterou se za mezní hranici považuje 15 mg.l^{-1} . Požadavky na kvalitu běžné pitné vody vymezené ČSN 75 7111 jsou podstatně nižší. Za mezní se udává obsah dusičnanů v pitné vodě 50 mg.l^{-1} . Množství dusíku ve vodě v průběhu roku kolísá, protože dusík vstupuje do produkčních procesů probíhajících v biologicky oživené vodě, kde se stává součástí bílkovin, fytoplanktonu i vyšších rostlin (RUDD & al. 1990). I při stejném vnosu dusíku z povodí toku může při nárůstu fytoplanktonu obsah NO_3^- klesat (KOPÁČEK & BLAŽKA 1994).

Jako typické hodnoty dusičnanů uvádí HARTMAN & al. (1998) v rybníčních vodách ČR $0,05\text{--}3 \text{ mg.l}^{-1}$ a v tocích $0,2\text{--}10 \text{ mg.l}^{-1}$. V biosférické rezervaci Šumava se toky vyznačují nízkým obsahem NO_3^- . Podle MÁNKA (1998) se během vegetačního období obsah NO_3^- na přítocích Otavy pohybuje v rozmezí $0,11\text{--}1,30 \text{ mg.l}^{-1}$. Poněkud vyšší hodnoty od $1,2$ do $3,2 \text{ mg.l}^{-1}$ během celého roku zjistila RŮŽIČKOVÁ & BENEŠOVÁ (1996) ve Vydře, Hamerském potoku a dalších tocích centrální Šumavy.

Hodnota pH je významně ovlivnitelná emisemi síry i dusíku. Sírany i dusičnany se významně podílí na acidifikaci vod vrcholových částí Šumavy (VESELÝ 1996). U šumavských povrchových vod je nutno počítat i s acidifikačním vlivem vyšších koncentrací huminových kyselin a fulvokyselin z rozsáhlé sítě rašeliníšť (HRUŠKA 1994). Naproti tomu zemědělská činnost, zvláště při vápnění přispívá k vzestupu pH. Na základě těchto poznatků lze předpokládat, že úseky toků v nelesních enklávách se budou vesměs vyznačovat vyšším pH ve srovnání s lesními úseky. To potvrzují i výsledky šetření VESELÉHO (1996) ve vodě Žďárského jezírka, MÁNKA (1998), který zjistil ve vodách Vydry pH $6,32$ v porovnání s Losenicí (soutok se Zlatým potokem), kde pH dosáhlo $6,96$ či RŮŽIČKOVÉ & BENEŠOVÉ (1996), které zjistily pH na centrálních tocích Šumavy $4,4\text{--}6,3$. Rozpětí únosného pH v užitkových vodách je podstatně vyšší než na výše uvedených lokalitách (MÁNEK 1998, RŮŽIČKOVÁ & BENEŠOVÁ 1996). Pro pitnou vodu vyhovuje pH $6\text{--}8$ (HERČÍK 1986). V rybníční vodě i v tocích se rozmezí pH pohybuje od $5,5$ do $9,5$ (HARTMAN & al. 1998).

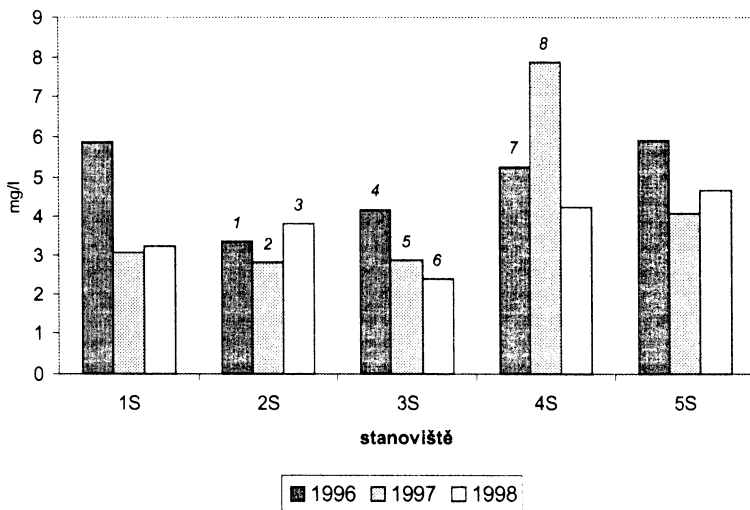
Fosfáty ve vodách pochází z komunálního odpadu, což je patrné i z výsledků MÁNKA (1998), který zaznamenal v odpadních vodách Kašperských Hor hodnotu $3,46 \text{ mg.l}^{-1}$. Při zemědělské činnosti jsou zdrojem průmyslová hnojiva a rozklad organických látek. Ke zvýšenému přestupu fosfátů při zemědělské činnosti dochází při špatné filtrační schopnosti půdy (HERČÍK 1986). Obsah fosforu v rybníční vodě je mimořádně rozptýlen od $0,025\text{--}1,4 \text{ mg.l}^{-1}$ a neliší se příliš od jeho koncentrace v tocích $0,02\text{--}1,0 \text{ mg.l}^{-1}$ (HARTMAN & al. 1998). Podle RŮŽIČKOVÉ & BENEŠOVÉ (1996) je obsah fosfátů ve vodách na území biosférické rezervace Šumava na všech pozorovaných stanovištích $0,0\text{--}0,2 \text{ mg.l}^{-1}$.

Výsledky

Studený potok

Obsah dusičnanů se pohybuje v tomto toku v rozsahu $1,0\text{--}14,6 \text{ mg.l}^{-1}$ (Tabulka 1). Nejvyšších hodnot bylo dosahováno v roce 1996 (v průměru $5,75 \text{ mg.l}^{-1}$). V následujících letech se obsah dusičnanů snížil a v roce 1998 byla průměrná hodnota $2,88 \text{ mg.l}^{-1}$.

Jako nejstabilnější se během vegetačního období v průběhu let 1996–1998 jeví stanoviště 2S (Obr. 1) nacházející se na konci úseku převážně spásaných ploch bez jakéhokoliv sídla



Testace T-testem ve Statplusu: $p = 0,01$ 1 : 7, 5 : 8
 $p = 0,05$ 2 : 3, 4 : 6

Obr. 1. – Průměrný obsah NO₃ ve vodě Studeného potoka během vegetačního období – Nové Hutě.
Fig. 1. – Average contents of NO₃ in stream Studený potok during the vegetation period – Nové Hutě.

s relativně nejnižšími hodnotami obsahu dusičnanů a bez výskytu extrémních hodnot. Mimo vegetační období však byla i na tomto stanovišti zaznamenána v roce 1996 vysoká hodnota (11,9 mg.l⁻¹), která se však v následujících letech již neopakovala.

Nejvyšších hodnot během celého roku bylo dosaženo v roce 1996 s výjimkou stanoviště 4S. Zvýšená úroveň dusičnanů (Tabulka 1) byla statisticky významná ($p < 0,01$ na stanovišti 2S a 3S).

Obsah fosfátů se vesměs pohyboval v rozsahu 0,003–0,059 mg.l⁻¹ (Tabulka 1). Řádově vyš-

Tabulka 1. – Změny obsahu NO₃, pH a obsahu fosforečnanů ve Studeném potoku – hospodářství Nové Hutě.
Table 1. – Change of contents NO₃, pH and phosphate in stream Studený potok – farm Nové Hutě.

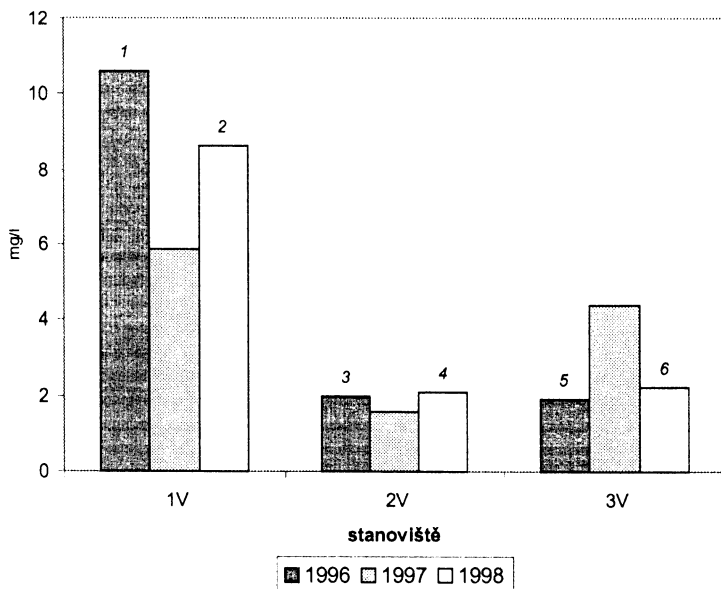
DATUM ODBĚRU	stanoviště obsah NO ₃ ; mg l ⁻¹ vody					stanoviště pH vody					stanoviště fosforečnany mg l ⁻¹ vody				
	1S	2S	3S	4S	5S	1S	2S	3S	4S	5S	1S	2S	3S	4S	5S
1996															
11. 6.	6.5	3.7	5.0		8.5	6.3	6.6	6.9		7.0					
30. 7.	8.3	3.5	3.7	5.4	4.6	6.7	6.3	6.7	7.0	6.9	0.042	0.029	0.029	0.071	0.029
9. 10.	2.8	2.8	3.8	5.1	4.6	6.1	6.3	7.0	6.5	6.5	0.033	0.039	0.036	0.042	0.039
11. 12.	14.6	11.9				6.4	6.5				0.033	0.003			
1997															
24. 6.	3.0	3.0	3.0	12.4	4.8	6.5	6.6	6.7	6.9	7.1	0.050	0.050	0.030	0.103	0.030
4. 9.	3.2	2.6	2.7	3.4	3.4	6.3	6.4	6.4	6.5	6.9	0.030	0.033	0.020	0.020	0.030
23.1.	2.9	3.9	4.4	5.4	6.9	6.0	6.2	6.5	6.6	6.7	0.016	0.059	0.006	0.020	0.260
1998															
22.6.	4.1	3.7	3.0	5.1	5.5	6.6	6.6	6.5	6.7	6.7	0.039	0.036	0.050	0.036	0.033
2. 10.	2.3	3.9	1.8	3.3	3.8	5.7	5.8	6.0	6.1	6.2	0.034	0.029	0.024	0.033	0.033
19. 3.	1.1	1.2	1.0	1.5	1.8	6.5	6.7	6.8	6.8	6.8	0.029	0.023	0.036	0.055	0.042

Tabulka 2. – Změny obsahu NO_3^- , pH a obsahu fosforečnanů ve Vydřím potoku – hospodářství Nové Hutě.
Table 2. – Change of contents NO_3^- , pH and phosphate in stream Vydří potok – farm Nové Hutě.

DATUM ODBĚRU	stanoviště obsah NO_3^- mg l^{-1} vody			stanoviště pH vody			stanoviště fosforečnanů mg l^{-1} vody			
	1V	2V	3V	1V	2V	3V	1V	1V	1V2	
1996	11. 6.		2.8	2.7		6.7	6.6			
	30. 7.	9.1	1.3	1.3	5.7	6.3	6.2	0.033	0.071	0.029
	9. 10.	12.1	1.8	1.8	5.7	6.3	6.4	0.117	0.052	0.033
	11. 12.	26.0	6.4	8.3	6.0	6.6	6.5	0.036	0.023	0.001
1997	24. 6.	7.3	1.0	1.1	5.7	6.3	6.6	0.070	0.030	0.040
	4. 9.	4.4	2.1	7.6	6.2	6.9	6.7	0.033	0.030	0.013
	23.1.	5.9	2.6	2.4	5.8	6.6	6.7	0.046	0.016	0.013
1998	22.6.	9.3	2.7	2.9	6.6	6.6	6.8	0.029	0.042	0.036
	2. 10.	7.9	1.5	1.6	5.7	6.2	6.2	0.036	0.024	0.051
	19. 3.		1.6	1.5		6.7	6.7		0.026	0.081

šich hodnot bylo dosaženo pouze ve dvou případech – na stanovišti 4S v letním období a na stanovišti 5S v období zimním. Obě stanoviště se nachází v údolí pod obecní zástavbou.

pH vody se vesměs pohybovalo nad úrovní 6. Na stanovištích 3S, 4S a 5S, kde se nachází hnojené a kosené porosty v úzké návaznosti na intravilán obce, bylo pH mírně vyšší.



Testace T-testem ve Statplusu: $p = 0,01$ 1 : 3, 1 : 5, 2 : 4
 $p = 0,05$ 2 : 6

Obr. 2. – Průměrný obsah NO_3^- ve vodě Vydřívho potoka potoka během vegetačního období – Nové Hutě.
Fig. 2. – Average contents of NO_3^- in stream Vydří potok during the vegetation period – Nové Hutě.

Tabulka 3. – Změny obsahu NO₃⁻, pH a obsahu fosforečnanů v Rýžovním potoku – hospodářství Svojsě.
Table 3. – Change of contents NO₃⁻, pH and phosphate in stream Rýžovní potok – farm Svojsě.

DATUM ODBĚRU	stanoviště obsah NO ₃ ⁻ mg l ⁻¹ vody					stanoviště pH vody					stanoviště fosforečnany mg l ⁻¹ vody					
	1R	2R	3R	4R	5R	1R	2R	3R	4R	5R	1R	2R	3R	4R	5R	
1996	21. 6.	9.0	9.6	7.5	6.5	5.0						0.042	0.036	0.029		0.078
	28. 8.	6.3	13.9	5.2	5.7	5.4	6.6	6.3	6.5	6.3	6.5	0.052	0.046	0.049	0.075	0.055
	29. 4.	60.6	87.9	77.7	87.9											
	11. 11.	10.2	5.8	3.8	4.0	3.6	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	0.016	0.020	0.033	0.029	0.001
1998	19. 3.	1.7					6.30					0.029				
1999	1. 3.	8.5	2.7	2.3			6.5	6.4	6.5			0.020	0.026	0.020		

Vydří potok

Obsah dusičnanů v tomto toku se pohybuje v rozsahu 1,0–26,0 mg.l⁻¹ (Tabulka 2). Nejvyšších hodnot bylo dosahováno v roce 1996 (v průměru 6,7 mg.l⁻¹). V následujících letech se obsah dusičnanů snížil a v roce 1998 byla průměrná hodnota 3,6 mg.l⁻¹.

Hodnoty dusičnanů získané na vstupu do areálu jsou ve všech letech významně vyšší než hodnoty naměřené na ostatních stanovištích.

V mimo vegetačním období byly nejvyšší hodnoty naměřeny v roce 1996 a tyto hodnoty byly stejně jako ve Studeném potoku vyšší než hodnoty získané během vegetačního období. Tato situace se v dalších letech již neopakovala.

Obsah fosfátů byl na Vydřím potoku srovnatelný s potokem Studeným avšak nárazová řádově vyšší koncentrace 0,117 mg.l⁻¹ (Tabulka 2) byla zaznamenána pouze na stanovišti 1V v říjnu 1997.

Nejnižší pH je na stanovišti 1V na horním toku potoku po krátkém průtoku pastvinami. Na stanovištích 2V a 3V nacházejících se v reliktu bývalé Pasecké slatě pod zemědělskými i rekreačními stavbami se pH zvyšuje.

Rýžovní potok

Hodnoty dusičnanů ve vodě Rýžovního potoka se pohybují od 1,7 do 13,9 mg.l⁻¹ (Tabulka 3) v průměru za rok 1996 6,8 mg.l⁻¹. K extrémnímu navýšení hodnot však došlo v dubnu 1996, kdy průměrná hodnota dusičnanů ze všech stanovišť činila 78,5 mg.l⁻¹. Obdobné hodnoty nebyly v dalších letech již zaznamenány.

Nejvyšších hodnot bylo během vegetačního období dosahováno na stanovišti 2R mimo vegetační období na stanovišti 1R (Tabulka 3).

Na všech stanovištích Rýžovního potoka byl v průběhu let 1996–1999 zaznamenán pokles hodnot fosfátů. Hodnoty nad 0,1 mg.l⁻¹ nebyly zaznamenány vůbec.

pH zjištěné na tomto toku je na rozdíl od hodnot pH na stanovištích Studeného a Vydřího potoka vyrovnanější. Pohybuje se pouze v rozmezí 6,3–6,6.

Diskuse

Dusičnany patří mezi nejvýznamnější parametry vody pocházející ze zemědělské činnosti. V tocích sledovaných na hospodářství A v průběhu let 1996–1998 nepřesáhla průměrná hodnota obsahu dusičnanů v žádném roce hodnotu 12 mg.l⁻¹ (Obr. 1, 2). Tato hodnota plně odpovídá jak požadavkům ČSN 75 7111 na běžnou pitnou vodu (50 mg.l⁻¹), tak i mnohem přísnějš-

šímu limitu pro kojeneckou vodu (15 mg.l⁻¹). Podle SCHRECKENBACHA (1982) také vyhovuje pro chov pstruha duhového, pro kterého činí nejvyšší přípustná koncentrace dusičnanů 20 mg.l⁻¹. Rozmezí hodnot obsahu dusičnanů, které se na námi sledovaných tocích pohybovalo od 1,0 do 26,0 mg.l⁻¹ (Tabulky 1–3) je však v porovnání s HARTMANEM & al. (1998), kteří uvádějí jako typické hodnoty dusičnanů v tocích ČR 0,2–10 mg.l⁻¹, MANKEM (1998), který na přítocích Otavy zjistil hodnoty 0,11–1,30 mg.l⁻¹ a RŮŽIČKOVOU & BENEŠOVOU (1996), které sledovaly obsah dusičnanů na tocích centrální Šumavy (1,2–3,2 mg.l⁻¹), vyšší, a to zejména v maximálních hodnotách.

Ve Studeném potoku bylo nejvyšších hodnot dosaženo v mimo vegetačním období roku 1996, kdy byla i na jinak nejstabilnějším stanovišti 2S (Obr. 1), nacházejícím se v pastevním honu bez jakéhokoliv obydlí, zaznamenána vysoká hodnota 11,9 mg.l⁻¹, která se v následujících letech již neopakovala. Obdobná situace nastala také ve vodě Vydršího potoka. Tento přechodný vzestup dusičnanů lze zřejmě považovat za důsledek minerálního hnojení ještě v roce 1992 (ALBERS & al. 1992). Na Vydrším potoku byly na stanovišti 1V (Obr. 2), v místě vtoku do areálu zemědělských ploch, hodnoty dusičnanů významně vyšší než na dalších dvou stanovištích nacházejících se v reliktu bývalé Pasecké slati. Na základě pozorování BALOUNOVÉ & RAJCHARDA (1996) však nález nižších hodnot koncentrací dusičnanů na stanovištích 2V a 3V nevyklučuje zatížení toku NH₄-N ze zemědělské činnosti. Vzhledem k tomu, že i tato forma dusíku je riziková pro fytoocenózu rašeliniště (NOVOTNÝ & al. 1999), bylo by vhodné rozšířit vyšetření vody o stanovení NH₄-N, i přes to, že nebylo pozorováno jeho odumírání.

V Rýžovním potoku protékajícím hospodářstvím B došlo v dubnu 1996 při tání sněhu k extrémnímu navýšení hodnot, kdy průměrný obsah dusičnanů činil 78,5 mg.l⁻¹ (Tabulka 3). Tato hodnota, která přesahuje limit pro běžnou pitnou vodu a je kritická pro pstruha duhového, byla pravděpodobně způsobena splavem zbytků výkalů z prodlouženého podzimního pobytu stád na pastvinách, případně vývozem kejdy. V dalších letech se stejný případ neopakoval. Tento nález upozorňuje na nutnost zahrnutí ekologických hledisek do rozpracování detailního programu jak vývozu chlévské mrvy a kejdy z období zimního ustájení, tak výběru vhodných ploch pro prodloužený podzimní pobyt stád mimo stáj.

Obsah fosfátů v jednotlivých tocích na obou hospodářstvích měl v průběhu sledovaných let klesající tendenci a pohyboval se od 0,003 do 0,260 mg.l⁻¹ (Tabulky 1–3). Tyto hodnoty odpovídají hodnotám ve vodách na území biosférické rezervace Šumava zjištěných RŮŽIČKOVOU & BENEŠOVOU (1996) a v porovnání s obsahem fosfátů v tocích ČR (0,02–1,0 mg.l⁻¹) HARTMAN & al. (1998) jsou dokonce mnohem nižší.

Ve Studeném potoku se obsah fosfátů vesměs pohyboval do 0,059 mg.l⁻¹ (Tabulka 1) a řádově vyšší hodnoty nad 0,1 mg.l⁻¹ byly zjištěny pouze ve dvou případech na stanovišti 4 S a 5S (Obr. 1). Obě stanoviště se nacházejí v údolí pod obecní zástavbou. Jedná se tedy o místa s vazbou na komunální odpady, které významně ovlivňují obsah fosfátů ve vodě, což potvrzuje i sledování MANKA (1998), který v odpadních vodách Kašperských Hor zjistil hodnotu 3,46 mg.l⁻¹. Na Vydrším potoku byla takto vyšší hodnota zjištěna pouze v jednom případě na stanovišti 1V (Obr. 3), kde nepřipadá v úvahu znečištění komunálního původu. Obdobně jako u nitrátů lze ještě v roce 1996 počítat s dopadem předchozího intenzivního hnojení fosfáty v souvislosti s obnovou travních porostů. V Rýžovním potoku v jehož povodí je vesměs jen zástavba menších soukromých rekreačních chalup nebyly zaznamenány hodnoty nad 0,1 mg.l⁻¹.

pH se pohybovalo od 5,7 do 7,1 (Tabulky 1–3) s maximem hodnot nad úroveň 6, vyhovující pitné vodě, ve které se může pH pohybovat od 6 do 8 HERČÍK (1986). Rozsah pH zjištěného ve vodě všech tří toků byl ve srovnání s rozsahem pH v tocích ČR, uváděného HARTMANEM & al. (1998) od 5,5 do 9,5, podstatně užší a v porovnání s hodnotami zjištěnými na centrálních tocích Šumavy RŮŽIČKOVOU & BENEŠOVOU (1996) vyšší. Toto zúžení pH odpovídá jak absenci

zatížení průmyslovými odpady, tak alkalizačnímu efektu vody půdním profilem zemědělsky obhospodařovaných ploch ve srovnání s nízkým pH v šumavských jezerech a lesních tocích (VESELÝ 1996).

Mírně vyšší pH na stanovištích 3S, 4S a 5S Studeného potoka, kde se nachází hnojené a kosené porosty v úzké návaznosti na intravilán obce odpovídá tvrzení, že zemědělská činnost, zejména vápnění přispívá k vzestupu pH, což potvrzují i výsledky šetření VESELÉHO (1996) ve vodě Žďárského jezírka, MANKA (1998), který zjistil ve vodách Vydry pH 6,32 v porovnání s Losenicí na soutoku se Zlatým potokem, kde pH dosáhlo 6,96. Taktéž ve Vydřím potoku se pH na stanovištích 2V a 3V, tedy po průtoku zemědělsky využívanou oblastí mírně zvýšilo.

Variační rozpětí (Tabulka 3) hodnot pH na jednotlivých stanovištích Rýžovního potoka bylo podstatně užší (6,3–6,6) v porovnání se stavem na tocích Studeného a Vydřím potoka. Vyrovnanost pH na Rýžovním potoku lze vysvětlit kratší vzdáleností mezi jednotlivými stanovišti a menším uplatněním neutralizačního efektu zemědělských ploch (VESELÝ 1996).

Souhrn

Cílem předložené práce bylo posoudit do jaké míry zatěžuje současný způsob extenzivního obhospodařování trvalých travních porostů pastvou a kosením vodní toky dusičnany a fosfáty.

Stav dusičnanů, fosfátů a pH vody byl sledován na svodných tocích v enklávách luk a pastvin v nadmořské výšce 750–1070 m na hospodářstvích A (Chráněná krajinná oblast Šumava, 547 ha, mírná svažitost, 0,6 VDJ/ha) a B (Národní park Šumava, 572 ha, vyšší stupeň svažitosti, 0,3 VDJ/ha). Na obou hospodářstvích docházelo ještě po čtyřletém omezení aplikace minerálních hnojiv k přechodnému vzestupu dusičnanů v době mimo vegetaci. Vzestup byl výraznější na hospodářství B s vyšší svažitostí a produkcí kejdy. V dubnu 1996 zde bylo na 4 stanovištích zjištěno $78,53 \pm 12,89 \text{ mg.l}^{-1} \text{ NO}_3^-$. V dalším dvouletém období se tyto extrémní výchyly neopakovaly a průměrné hodnoty sledovaných parametrů jsou uvedeny v Tabulce 4. Od roku 1996 byla pozorována tendence k poklesu fosfátů.

Úměrné využívání trvalých travních porostů a omezení minerálního hnojení se na obou hospodářstvích odrazilo příznivě na zlepšení skladby travních porostů a tím i na zvýšení retence dusíku kořenovým systémem. Obsah dusičnanů, fosfátů a pH nebyl po průtoku vod areálem obhospodařovaných zemědělských ploch významně ovlivněn.

Z předložených výsledků vyplynulo, že v oblastech s vyšším stupněm ochrany přírody se sledování dusičnanů, pH a fosfátů jeví jako využitelný způsob kontroly čistoty vod.

Literatura

- ALBERS H. & al., 1992: Leitfaden zur Extensivierung der (Grün-) Landwirtschaft. *AbL – Bauerndblatt e. V.*, 213s.
- BALOUNOVÁ Z. & RAJCHARD J., 1996: Studie ekologické stability Nadějské rybníční soustavy

Tabulka 4. – Průměrné hodnoty obsahu NO_3^- ; fosfátů a pH v jednotlivých tocích
Table 4. – The mean contents of NO_3^- ; phosphates and pH in streams

Hospodářství	tok	$\text{NO}_3^- \text{ mg.l}^{-1}$		$\text{PO}_4^{3-} \text{ mg.l}^{-1}$		pH	
		x	s_x	x	s_x	x	s_x
A	Studený potok	3.9	1.6	0.037	0.01	6.5	0.3
A	Vydřím potok	4.1	2.7	0.036	0.01	6.4	0.3
B	Rýžovní potok	3.8	3.2	0.024	0.01	6.4	0.1

- v závislosti na rybníkářském využití. *Dílčí zpráva o řešení interního grantového projektu ZF – 2505/96, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 94 pp.*
- HANEL L., 1998: Ochrana ryb a mihulí. *ZO ČSOP Vlašim, 139 pp.*
- HARTMAN P., PŘIKRYL I. & ŠTĚDROVSKÝ E., 1998: Hydrobiologie. *Informatorium Praha, 335 pp.*
- HERČÍK J., 1986: Hygiena vody a napájení. In: *Zoohygiena a prevence I., Kursa J. & al. VŠZ Praha: 51–62.*
- HRUŠKA J., 1994: Podíl přírodních organických kyselin na kyselosti povrchových vod rašelinných oblastí postižených antropogenní acidifikací. *Kandidátská disertační práce, Český geologický ústav.*
- KOPÁČEK J. & BLAŽKA P., 1994: Ammonium uptake in alpine streams in the High Tatra Mountains (Slovakia). *Hydrobiologia, 294: 157–165.*
- MÁCHOVÁ J., 1988: Vliv dusitanů a dusičnanů na ryby (přehled). In: *Bulletin VÚRH Vodňany, 3: 18–32.*
- MÁNEK J., 1998: Vegetace a chemismus tekoucích vod horního Pootaví jako indikátory antropogenního zatížení. *Silva Gabreta 2: 117–130.*
- NOVOTNÝ J., RAJCHARD J. & BALOUNOVÁ, 1999: Studie vybraných zoocenóz a fytoocenóz rybníční soustavy v závislosti na intenzitě antropického ovlivnění. *Závěrečná zpráva projektu, Jihočeská univerzita České Budějovice, 96 pp.*
- RUDD J. W. M., KELLY C. A., SCHINDLER D. W. & TURNER M. A., 1990: A comparison of the acidification efficiencies of nitric and sulfuric acids by two-lake addition experiments. *Limnol. Oceanogr., 35: 663–679.*
- RŮŽIČKOVÁ J. & BENEŠOVÁ L., 1996: Benthic macroinvertebrates as indicators of biological integrity in lotic freshwater ecosystems of large-scaled protected areas in the Czech Republic: preliminary results. *Silva Gabreta 1: 165–168.*
- SCHRECHENBACH K., 1982: Die Bedeutung von Umweltfaktoren bei der Fischproduktion in Binnengewässer. *Vet. – Med. 37: 220–230.*
- ŠEBÁNEK J. & al., 1983: Fyziologie rostlin. *SZN Praha, 560 s.*
- VESELÝ J., 1996: Změny složení vod šumavských jezer v letech 1984 až 1995. *Silva Gabreta 1: 129–141.*