

BOHUMÍR JANSKÝ, MARTIN PIVOKONSKÝ

VÝVOJ JAKOSTI POVRCHOVÝCH VOD V POVODÍ CIDLINY

B. Janský, M. Pivokonský: *Development of surface water quality in the Cidlina River catchment area.* – Geografie – Sborník ČGS, 106, 2, pp. 74–93 (2001). – The article evaluates the development and the present state of surface water quality in the Cidlina River catchment area. Besides the water quality, the article analyses individual economic activities, which significantly affect the water quality. The attention is paid not only to the water chemism, but also to the biological evaluation of the water quality. An analysis of water pollution causes is done and propositions how to improve the present state of water quality in the catchment are presented.

KEY WORDS: Cidlina River catchment area – surface water quality – sources of industrial, communal and agricultural pollution – classes of water purity – chemical and biological evaluation of water quality – water protection measures.

1. Úvod

Dne 8. října 1990 podepsali v Magdeburku ministři životního prostředí Německa, tehdejší ČSFR a zástupce Evropské komise dohodu o vytvoření „Mezinárodní komise pro ochranu Labe“. Od té doby se uskutečnilo pět společných vědeckých konferencí tzv. Magdeburských seminářů, na nichž jsou prezentovány výsledky badatelského úsilí pracovníků výzkumných ústavů, univerzit i vodohospodářských podniků ze Spolkové republiky Německa i z České republiky. Každý z uskutečněných seminářů měl své pilotní označení, přičemž pozornost byla v prvních dvou etapách výzkumu věnována především bodovým zdrojům znečišťujících látek a jejich sanaci. Mezi léty 1991 až 1999 bylo v povodí Labe vystavěno respektive rekonstruováno 181 čistíren komunálních i průmyslových odpadních vod, z toho 42 v České republice. Pozornost se přitom soustředila především na sanaci největších zdrojů znečištění na Labi a jeho přítocích.

Po deseti letech badatelského úsilí se pozornost vědců stále více obrací do venkovských oblastí českého povodí Labe, kde se situace i po roce 1990 v řadě jakostních ukazatelů stále zhoršuje. U malých venkovských sídel chybějí čistírný odpadních vod a situaci nadále komplikuje zemědělství. Vzhledem k malým vodnostem toků a tudíž nižšímu stupni ředění odpadních vod jsou zásahy do vodních ekosystémů mnohem výraznější než v případě hlavních toků.

2. Hydrologické poměry v povodí Cidliny

2. 1. Hydrografický přehled

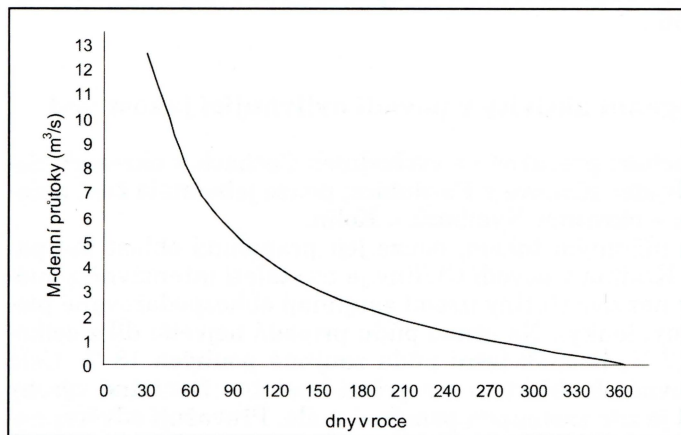
Cidlina je významným pravostranným přítokem Labe. Pramení u obce Kosoňov v nadmořské výšce 580 metrů a ústí do Labe u Libice nad Cidlinou ve výš-

ce 186 m n. m. Řeka dosahuje délky 89,67 km, přičemž její povodí zaujímá plochu 1 177 km². Střední sklon toku je 4,36 ‰ a vypovídá o jeho rovinném charakteru. Pouze krátký úsek od pramene po ústí Ploužnického potoka (8,6 km) má sklon 33,49 ‰. Úsek mezi ústím Ploužnického potoka a Valdického potoka o délce 6,5 km má sklon 3,8 ‰. Nejdelší úsek od ústí Valdického potoka po ústí Cidliny do Labe má délku 74,57 km a sklon pouhých 1,38 ‰. Střední šířka povodí Cidliny je 13,126 km. Koeficient souměrnosti povodí (0,77) charakterizuje povodí Cidliny jako značně nesouměrné s převahou levostranných přítoků. Mezi nimi délkou vynikají Javorka (39,2 km) a Bystřice (62,8 km). Průměrná hustota říční sítě činí 0,476 km/km². Nej hustší říční síť je přitom v severní části povodí (více než 1,2 km/km²) v dílčích povodích Ploužnického, Tužinského a Ůlibického potoka. Směrem k jihu hustota říční sítě postupně klesá a nejnižších hodnot dosahuje v nejnižnějších částech povodí Cidliny a Bystřice (0,8 až 0,2 km/km²).

2. 2. Základní rysy odtokového režimu

Povodí Cidliny patří k územím s poměrně nízkými úhrny srážek. Za období let 1988 až 1998 zde spadlo průměrně 617,4 mm ročně, což se zřetelně odrazilo i na hydrologickém režimu celé říční soustavy. Většina toků v povodí Cidliny je málo vodná a charakteristická značnou rozkolísaností průtoků, která je patrná například z histogramů kumulovaných četností denních průtoků, tzv. čar překročení. Ty vyjadřují počty dnů v roce (pro jednotlivé roky) nebo v řadě let (průměrné překročení), kdy je daný průtok dosažen nebo překročen (tab. 1).

Z čáry překročení denních průtoků na hydrologickém profilu Sány (obr. 1) je zřejmá jejich značná rozkolísanost. Poměr mezi 20denním a 364denním



Obr. 1 – Čára průměrného překročení M-denních průtoků v profilu Sány, osa x – dny v roce, osa y – M-denní průtoky (m³/s)

průtokem je 158,75. Velmi nápadné jsou přitom obzvláště nízké hodnoty průtoků při 300 až 364 denním překročení. Minimální průtoky pod 1 m³/s se na Cidlině vyskytují převážně na sklonku léta a na počátku podzimu.

Dlouhodobý průměrný průtok – Q_n je v závěrovém hydrologickém profilu povodí v Sánech 4,88 m³/s. Rozložení odtoku v Sánském

Tab. 1 - Průměrné m-denní průtoky v profilu Cidlina - Sány

Překročené dny m	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
m-denní průt. (m ³ /s)	12,7	7,73	5,43	4,05	3,1	2,4	1,86	1,42	1,06	0,74	0,45	0,21	0,08

Zdroj dat: ČHMÚ Hradec Králové

profilu je možné charakterizovat jako mírně nevyrovnané. Na zimní období připadá 39,0 % celkového ročního odtoku, na jaro 35,0 %, letní podíl tvoří pouze 12,7 % a podzimní 13,3 %. Z měsíců je nejvodnější březen – s 18,0% ročního objemu odtoku, naopak nejméně vodný je srpen, který se na ročním odtoku podílí jen 3,4 %.

2. 3. Vodohospodářské úpravy v povodí

Cidlina i většina jejích přítoků byla v minulosti necitlivě regulována a například. Přírodní charakter si zachovaly pouze krátké úseky na jejím horním toku (nad městečkem Železnice) a v dolním úseku (mezi obcemi Žehuň a Dobšice), z části se to týká rovněž řeky Javoroky. V průběhu 15. a 16. století vznikla na dolním a středním toku Cidliny pozoruhodná soustava umělých kanálů a náhonů sloužící k napájení přilehlých rybníčních soustav, k pohonu mlýnů a také k regulaci vysokých průtoků. Mezi nejzajímavější patří především Sánský kanál, odbočující z Cidliny u Bader. U obce Odřepsy opouští nivu Cidliny a ústí do Mrliny pod Budiměřicemi. V minulosti sloužil k napájení rozsáhlé soustavy rybníků, z nichž největší byl rybník Blato, tehdy plošně nejrozsáhlejší v Čechách, o rozloze 996 ha (Čečetka 1906). Velká část těchto rybníků dnes již neexistuje a Sánský kanál slouží jako recipient a k závlahám.

V roce 1492, za vlády Vladislava II., byla zbudována hráz Žehuňského rybníka. K jeho napuštění došlo však až v roce 1499 (Čečetka 1906). Rybník je mělkou vodní nádrží, jejíž rozloha činí v době plného napuštění (od 1. dubna do 31. října) 225,12 ha při objemu 2,499 mil.m³ a výšce vodní hladiny u pevného přelivu hráze v rozmezí 440 až 450 cm. Po zbylou část roku je v rámci protipovodňové ochrany, kterou rybník plní, snížena vodní hladina o 40 cm a zatopená plocha pak činí 198,81 ha. Podle manipulačního řádu dosahuje rybník maximální délky vzdutí až 5 km (Manipulační řád Žehuňského rybníka na řece Cidlině, 1996).

3. Hlavní antropogenní aktivity v povodí ovlivňující jakost vod

Povodí Cidliny se nachází převážně ve východních Čechách v okresech Semily, Jičín, Trutnov, Hradec Králové a Pardubice, pouze jeho malá část náleží ke středním Čechám – okresům Nymburk a Kolín.

Cidlina je typickým nížinným tokem, pouze její pramenná oblast má pahorkatinný charakter. Krajina v povodí Cidliny je po staletí intenzivně zemědělsky využívána. Více než dvě třetiny území zaujímají obhospodařované plochy (orná půda, pastviny, louky). Na ornou půdu připadá největší díl z celkové plochy povodí – 57,7 %, naopak lesní půda zaujímá pouhých 18 %. Celé povodí Cidliny patří rovněž k oblastem s největší hustotou živočišné výroby v ČR. Naopak průmysl je zde zastoupen poměrně málo. Převažují odvětví navazující na zemědělskou prvovýrobu, především cukrovary a mlékárny. Osídlení má spíše venkovský charakter s převahou velkého počtu malých obcí. Nejlidnatějšími sídly jsou Jičín, Hořice, Nový Bydžov, Chlumeck nad Cidlinou a Lázně Běláhořad.

3. 1. Zdroje průmyslového a komunálního znečištění

Průmyslové a komunální vody v povodí Cidliny jsou v současné době ve většině případů odváděny na samostatné nebo společné městské čistírny odpadních

vod. Jediné průmyslové odvětví, které má zásadní vliv na kvalitu povrchových vod v povodí, je potravinářství. Do nedávné doby patřily mezi největší znečišťovatele cukrovarnické provozy v Bašnici, Novém Bydžově a Syrovátce. Vypouštění odpadních vod během cukrovarnických kampaní představovalo značné zatížení povrchových vod často spojené s otravami a úhynem ryb v mnohakilometrových úsecích pod těmito provozy. V roce 1998 byl však v provozu pouze cukrovar v Bašnici. Ten má vybudovaný recirkulační okruh se spotřebou vody cca 100 tisíc m³ denně. Čištění odpadních vod z okruhu je řešeno pomocí usazovacích nádrží a dosazovacích rybníků. Do první usazovací nádrže se dávkuje vápenné mléko pro zpomalení kvašení, další usazovací nádrž slouží k sedimentaci jemných částic. Dále následují dva dosazovací rybníky, z nichž je voda vedena do Chlumského potoka nedaleko jeho soutoku s Bašnickým potokem. Usazený kal se čerpá na kalová pole, odkud se po odvodnění používá na rekultivační práce. Objem kalu činí v průměru ročně 20 tisíc m³. Zbylé dva cukrovary byly odstaveny z provozu v důsledku regrese cukrovarnictví v ČR, čímž došlo k eliminaci nejvýznamnějších průmyslových znečišťovatelů v povodí. Například cukrovar Nový Bydžov vypouštěl před rokem 1989 v průměru okolo 80 tun BSK₅¹⁾ za kampaň (v průměru 70 dní).

Dalšími významnými znečišťovateli je mlékárenský podnik „Promil“ a koželužna „Nobiko“ (používá k činění tríslovin namísto chrómu) v Novém Bydžově, jejichž odpadní vody jsou dnes svedeny na městskou čistírnu odpadních vod a nepředstavují již takové zatížení povrchových vod jako v minulosti. Kapacita ČOV je 5 000 m³/den s 98% účinností v odstraňování BSK₅ a téměř 95% u CHSK²⁾, přičemž se jedná o mechanicko-biologický provoz.

Podle výsledků sčítání lidu, domů a bytů z března 1991 žilo na území povodí Cidliny 95 842 trvale bydlících obyvatel. Splaškové vody jsou čištěny od cca 42 tisíc obyvatel, což představuje asi 43,8 % z celkového počtu lidí žijících v povodí. Čistírnami odpadních vod disponují pouze následující města a obce: Jičín, Hořice, Nový Bydžov, Chlumec nad Cidlinou, Lázně Bělohrad a Vysoké Veselí. Vesměs se jedná o nové ČOV postavené po roce 1989. Zastaralá čistírna odpadních vod v Jičíně, pocházející ze třicátých let, byla nahrazena novou. Přestože jsou významné sídelní a průmyslové zdroje odpadních vod sanovány, i dnes poměrně značně zatěžují málo vodné toky v povodí Cidliny.

3. 2. Zdroje zemědělského znečištění

Povodí Cidliny patří k nejintenzivněji zemědělsky obhospodařovaným územím v ČR. V důsledku velkého procenta zornění je významným zdrojem znečištění povrchových vod v povodí rostlinná výroba. Ta ovlivňuje kvalitu povrchových vod především plošnými splachy půdy používaných chemikálií, průmyslových, ale i organických hnojiv do toků. Tato skutečnost je navíc umocněna nevhodnými agrotechnickými způsoby obhospodařování zemědělských pozemků, které zvyšují intenzitu půdní eroze.

Povodí Cidliny patří také k oblastem s vysokou hustotou rozmístění živočišné výroby. Ta představuje potenciální zdroj znečištění vzhledem k produkci velkého množství odpadních látek (močůvka, kejda, chlěvská mrva) a následné nevhodné manipulaci s nimi. Zdroje možné kontaminace povrchových

¹⁾ Biochemická spotřeba kyslíku za 5 dnů, množství kyslíku spotřebovaného při biochemickém rozkladu organických látek ve vodě.

²⁾ Chemická spotřeba kyslíku, množství kyslíku spotřebovaného na oxidaci organických látek ve vodě.

Tab. 2 - Zdroje znečištění povrchových vod v povodí Cidliny podle agendy úplat za vypouštění odpadních vod v r. 1998.

	Znečišťovatel	Recipient	Objem OV (m ³ /rok)	BSK ₅ (t/rok)	NL (t/rok)
1.	Sála, a.s., závod Žiželice nad Cidlinou	Cidlina	20 000	5,9	2,1
2.	Mlékárna Hradec Králové, s.p., provoz Dolní Přím	Radostovský p.	10 000	1,3	0,3
3.	Promil Nový Bydžov, s.p., závod Nový Bydžov	Cidlina	358 000	3,5	1
4.	Nobiko, a.s., společná ČOV pro koželužnu a město Nový Bydžov	Cidlina	1 036 000	60,4	33,6
5.	VaK Hradec Králové, a.s., ČOV Chlumec nad Cidlinou	Cidlina	500 000	10,0	12,5
6.	VaK Hradec Králové, a.s., kanal. Nový Bydžov (mimo ČOV)	Zábědovský p.	51 300	5,3	7,8
7.	VaK Hradec Králové, a.s., kanal. Chlumec nad Cidlinou (mimo ČOV)	Cidlina	33 600	0,7	0,8
8.	Vodohospodářská a obchodní společnost, a.s. Jičín ČOV Jičín	Cidlina	2 523 000	25,2	25,2
9.	Vodohospodářská a obchodní společnost, a.s. Jičín ČOV Hořice	Dobrá Voda	1 100 000	11,0	12,0
10.	Vodohospodářská a obchodní společnost, a.s. Jičín ČOV Vysoké Veselí	Cidlina	63 000	1,2	1,0
11.	Vodohospodářská a obchodní společnost, a.s. Jičín kanalizace Lázně Bělohrad	Javorka	270 000	37,0	40,2
12.	Vodohospodářská a obchodní společnost, a.s. Jičín kanalizace Miletín	Bystřice	35 000	7,5	9,0
13.	Vodohospodářská a obchodní společnost, a.s. Jičín kanalizace Pecka	Javorka	23 000	7,0	9,0
14.	Město Nechanice veřejná kanalizace	Bystřice	156 100	5,1	7,5

Zdroj dat: Povodí Labe, a.s.

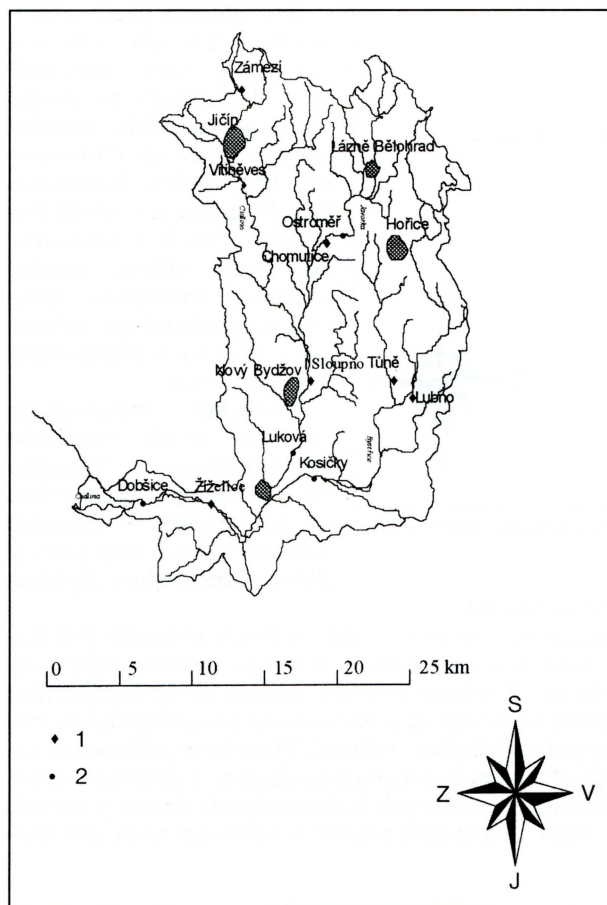
vod představují zejména velkokapacitní chovy skotu, prasat, ale i drůbeže. Problémem těchto chovů je hlavně produkce velkého množství odpadních látek na omezeném prostoru a z toho vyplývající nutnost jejich skladování v místě. Právě často nevyhovující skladovací prostory představují ohrožení povrchových i podzemních vod. Únik těchto odpadů do povrchových vod má za následek jejich značné zatížení organickými látkami, sloučeninami dusíku, ale také mikroorganismy a antibiotiky. Naproti tomu tradiční malokapacitní

chovy nemají v důsledku své rovnoměrné disperze většinou zásadní vliv na kvalitu vody v tocích.

Dalším významným zdrojem znečištění jsou úniky silážních šťáv ze skladovacích prostor. Účinky těchto látek se projevují především u toků s nízkými průtoky (většina toků v povodí Cidliny) a představují značné zatížení organickými látkami, dusíkatými sloučeninami či fosforem (tab. 2).

3. 3. Potenciální zatížení povodí Cidliny znečišťujícími látkami

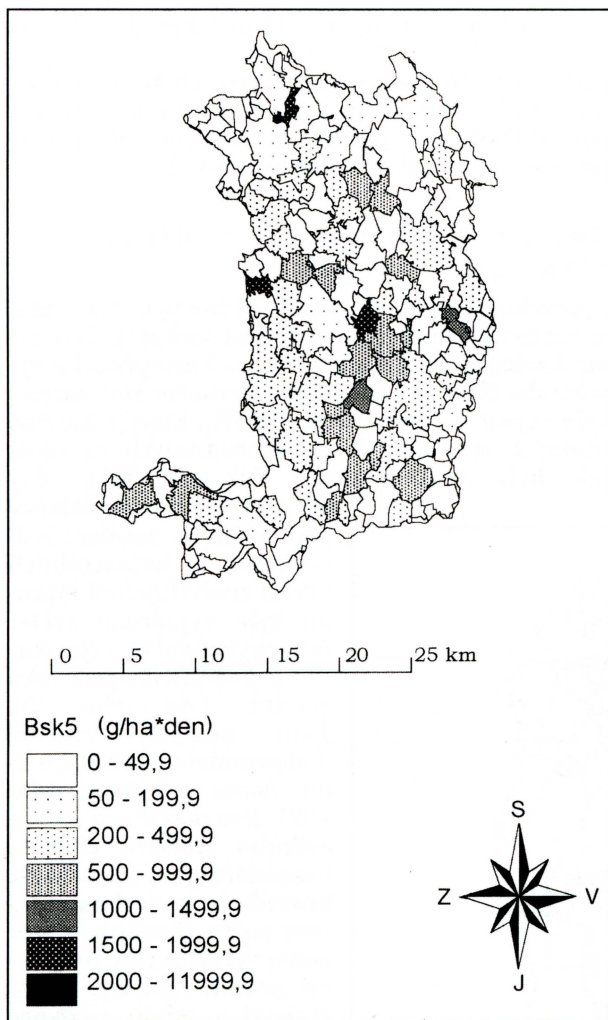
Součástí hodnocení kvality povrchových vod v povodí Cidliny byla také analýza zaměřená na potenciální zatížení území znečišťujícími látkami. Její výsledky byly zobrazeny ve formě kartogramů. Za podklad pro kartografické vyjádření byla zvolena mapa správního členění 1:200 000 s vyznačenými katastry obcí. Potenciální zatížení bylo vyjádřeno parametrem BSK₅, který odpovídá množství biochemicky rozložitelných organických látek obsažených ve vodě. Produkce BSK₅ na obyvatele byla zvolena podle Pittera (1981), tedy 60 g.obyv.⁻¹.den⁻¹. Bilance potenciálního zatížení jednotlivých katastrálních území znečišťujícími látkami byla vyjádřena zvlášť pro obyvatelstvo (viz obr. 2) a zvlášť pro hospodářská zvířata (viz obr. 3). Tato analýza vychází u obyvatelstva ze sčítání lidu, domů a bytů z roku 1991. Pro posouzení potenciálního zatížení chovem hospodářských zvířat byla provedena podrobná analýza počtu chovaných hospodářských zvířat na území povodí Cidliny, která vychází z údajů evidence hospodářských zvířat okresními veterinárními službami v roce 1997.



Obr. 2 – Jakostní profily v povodí Cidliny; 1 – vlastní profily, 2 – profily státní sítě

Do tohoto výzkumu byly zahrnuty všechny obce, které alespoň část svého katastru zasahují do povodí Cidliny. Pokud však rozvodnice katastrální území dělí, bylo do kartogramu zahrnuto celé, ale naplň se vztahuje pouze k části uvnitř povodí.

Vypočtené hodnoty potenciální produkce BSK₅ v jednotlivých obcích či ka-



Obr. 3 – Potenciální zatížení obyvatelstvem (BSK5 v g/ha za den)

Chlumeck nad Cidlinou a Lázně Bělohrad.

Velikost potenciálního zatížení je ovlivněna také velikostí jednotlivých katastrů. Čím menší je rozloha katastrálního území, tím více narůstá jeho zatížení vztážené na jednotku plochy. Z tohoto důvodu mohou malá katastrální území s relativně malým počtem obyvatel či s malochovy hospodářských zvířat vykazovat vysoké hodnoty potenciálního zatížení. Typickým příkladem takového katastrálního území je obec Valdice nedaleko Jičína. Takto konstruovaná mapa potenciálního zatížení jednotlivých katastrálních území v povodí Cidliny byla také použita při volbě jakostních profilů k odběrům vody pro chemická stanovení.

tastrech byly vztaženy na jím odpovídající katastrální území. Přitom jsme si vědomi, že použité členění na katastry nemusí být vždy ideální a v některých případech by lépe vyhovoval kartogram ve čtvercové nebo šestiúhelníkové síti. Vzhledem k nepravdělnosti v rozložení sledovaných jevů bylo však od těchto metod upuštěno.

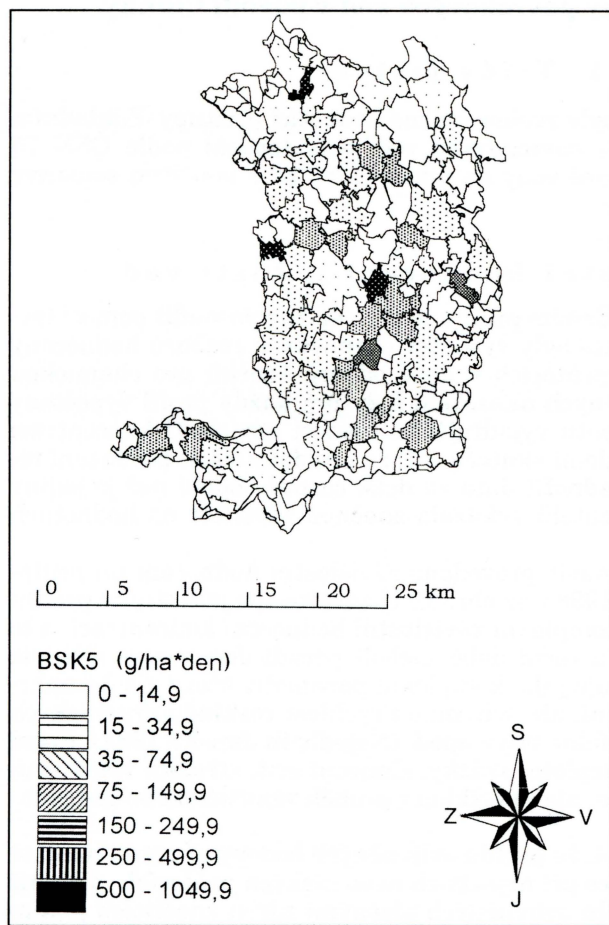
Z uvedené analýzy potenciálního zatížení povodí Cidliny je patrný především fakt, že dominantním znečišťujícím zdrojem v této oblasti je živočišná výroba. Ta zde výrazně převyšuje vliv obyvatelstva. Uplatňuje se především v rozsáhlé střední části povodí na Chlumecku, Bydžovsku, Nechanicku, Jičínsku a v okolí Vysokého Veselí a Ostroměře. Další oblast značně zatížená živočišnou výrobou se nachází na dolním toku Cidliny v jihovýchodní části povodí.

Produkce organických odpadů trvale bydlicím obyvatelstvem se významně projevuje především v katastrálních územích velkých měst a obcí jako je Jičín, Hořice, Nový Bydžov,

4. Metodika analýzy povrchových vod

Kvalita povrchových vod byla hodnocena na základě vlastních chemických a biologických analýz. Odběry vzorků pro chemické stanovení byly prováděny v měsíčních intervalech od listopadu 1997 do října 1998. Dále byly uskutečněny tři odběry biologického materiálu (duben 1998 – nárosty, květen a září – makrozoobentos). Ke každému chemickému i biologickému odběru byly na jednotlivých odběrových profilech měřeny pomocí hydrometrické vrtule okamžité hodnoty průtoků. Výjimku tvoří profily Dobšice, Sloupno a Žíželice, kde byly průtoky odvozeny pomocí přepočtu z dat na limnigrafických stanicích v Sánech a Novém Bydžově.

Z chemických ukazatelů byly sledovány chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{Mn}), biochemická spotřeba kyslíku (BSK_5), rozpuštěný kyslík (O_2), rozpuštěné látky a nerozpuštěné látky (RL a NL), amoniakální dusík (N-NH_4^+), dusitanový a dusičnanový dusík (N-NO_2^- a N-NO_3^-), fosforečnany (PO_4^{3-}), tvrdost, pH, vodivost a teplota vody. z biologických ukazatelů jsme vybrali saprobní index nárostů a makrozoobentosu.



Obr. 4 – Potenciální zatížení živočišnou výrobou (BSK_5 , v g/ha za den)

Odběry vzorků povrchové vody byly uskutečněny celkem na deseti profilech, z toho šesti na Cidlině, dvou na Bystřici a po jednom na Javorce a Bašnickém potoce. Tři respektive čtyři z těchto profilů patří navíc do státní sítě monitorované podnikem povodí Labe, a. s., a to Dobšice a Luková na Cidlině, Kosičky na Bystřici a Ostroměř na Javorce. Profil Ostroměř, tak jak je zvolen pro monitoring Povodím Labe, neumožňoval v dostatečné kvalitní míře měření průtoků pomocí hydrologické vrtule – velká hloubka, pomalu tekoucí voda, a proto byl zvolen profil náhradní v obci Chomutice, tj. asi 3 km níže po proudu od profilu Ostroměř. Zbývajících šest profilů (Zámezí, Vitiněves, Sloupno a Žíželice na Cidlině, Sloupno na Bystřici a Tůně na Bašnickém potoce) bylo zvoleno tak, aby co nejlépe vystihovaly působení jednotlivých faktorů na kvalitu vody v tocích (viz obr. 4).

Chemické rozborby byly prováděny pomocí standardních analytických metod (Pivokonský 1999). Odběry byly vždy uskutečněny v proudivém úseku řeky, celý objem vzorku najednou. Vlastní analytické práce byly probíhaly v laboratoři Ústavu pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty UK v Praze.

K odběrům biologických vzorků byly vybrány stejné lokality jako pro stanovení chemických ukazatelů, a to ze dvou důvodů. Prvním z nich je možnost přímého srovnání chemizmu vody s hodnotami biologického oživení (saprobní index). Druhým důvodem bylo určité nutné zjednodušení. Nejspolehlivější, ale také nejnáročnější metoda, tj. odběr orientačních vzorků na místech předpokládaného oživení, nebyla vzhledem k rozsáhlosti zkoumaného území možná. Odběrová místa byla tedy vybrána s ohledem na zjištěné změny v chemizmu vody a tudíž předpoklané změny v biologickém oživení. Vzorování makrozoobentosu bylo prováděno tzv. metodou kopaného vzorku – „kicking sample“ (Mason 1981) srovnatelným úsilím (po přesně stanovenou dobu), čímž je dosaženo semikvantitativních výsledků.

5. Hodnocení kvality povrchových vod v povodí Cidliny

5. 1. Třídy čistoty

K posouzení kvality vody byly zvoleny různé hodnotící přístupy. Základním způsobem klasifikace jakosti povrchových vod je hodnocení podle ČSN 75 7221, která zařazuje povrchové vody do *jakostních tříd* s použitím soustavy mezních hodnot (tab. 3).

5. 2. Závislostní hodnocení jakosti vod

Jakost povrchových vod v daném profilu je dále možné posoudit pomocí tzv. *závislostního hodnocení*. Takto byly výsledky chemických rozborů hodnoceny v závislosti na okamžitých průtocích v době odběru vzorků pro chemickou analýzu. U každého ze zvolených ukazatelů byly pro každý profil vypočteny hodnoty korelačního koeficientu vyjadřujícího těsnost závislosti koncentrací na průtoku. Jsme si však vědomi skutečnosti, že pro detailnější posouzení této závislosti by bylo třeba hodnotit data za delší časové období než je jediný rok. Nicméně celá řada ukazatelů vykazala značnou závislost na hodnotách průtoků (tab. 4).

U profilů státní sítě bylo navíc provedeno závislostní hodnocení na průtocích za delší období 1980 až 1998 (viz obr. 5). U závěrového jakostního profilu v Dobšicích bylo provedeno komplexní závislostní hodnocení koncentrací, a to na překročení průtoků (m) a roční době, neboli pořadí dne v roce (N), viz obr. 6. Průtok se zde uplatňuje jako komplexní parametr, který v sobě zahrnuje nejen podmínky proudění, ale ovlivňuje i rychlost rozkladu organických látek, erozi říčního koryta, půdní smyč apod. (Nejedlý in Janský 1982). Roční období pak v sobě zahrnuje teplotu, srážky, sluneční svit, střídání vegetačního a mimovegetačního období, ale například i průběh zemědělského hospodaření.

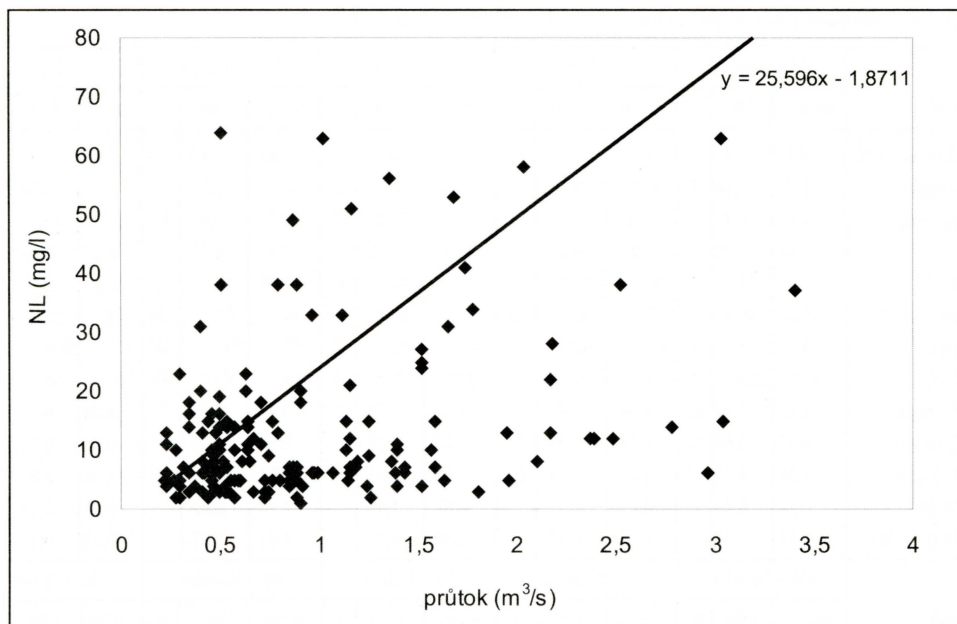
Obecně pak lze konstatovat, že profilů ovlivněných bodovými zdroji látek se vyskytují největší koncentrace při nejnižších nebo nízkých průtocích, přičemž závislost je nepřímá. U profilů ovlivněných plošnými zdroji znečištění je tendence spíše opačná, tj. k růstu koncentrací znečišťujících látek ve vodě dochází s růstem průtoků. Mnohem výrazněji než koncentrace jednotlivých lá-

Tab. 3 - Klasifikace jakosti povrchových vod podle ČSN 75 7221

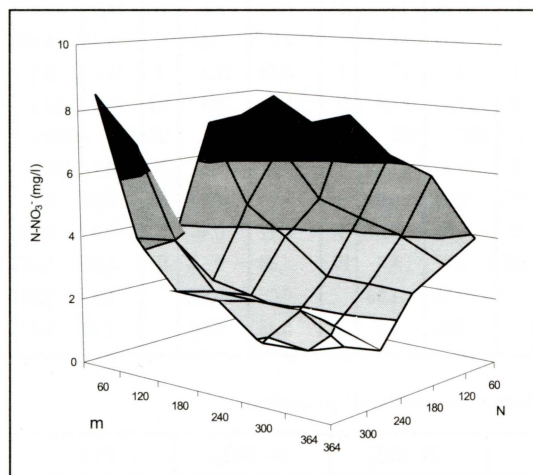
ukazatel	C1 – Zámezí			C2 – Vitiněves			C3 – Sloupno			C4 – Luková			C5 – Žiželice		
	prům.	C90	tř.	prům.	C90	tř.	prům.	C90	tř.	prům.	C90	tř.	prům.	C90	tř.
rozp. Kyslík (mg/l)	10,9	7,4	I	6,59	1,6	V	8,7	6,1	II	6,62	2,88	V	7,29	2,4	V
BSK ₅ (mg/l)	2,7	3,76	II	11,6	23,9	V	4,65	5,97	III	6	11,9	IV	8,26	13,53	IV
CHSK _{Mn} (mg/l)	4,47	6,4	II	16,5	30,9	V	8,1	11,1	III	10,7	18,6	IV	12	16,7	IV
pH	7,47	7,92		7,87	8,29		8,2	8,42		8,27	8,57		8,24	8,53	
teplota (°C)	8,4	13,5	I	10	17,7	I	10,2	19,3	I	9,88	18,3	I	10,2	18,3	I
kondukt. (µS/m)	40,2	46,1	II	72,1	86,9	III	59,8	66,4	II	67,6	80,8	III	68,1	80,23	III
RL (mg/l)	233	391	II	431	512	III	301	412	II	485	625	III	457	634,3	III
NL (mg/l)	40,6	123	V	20,8	35,5	II	17,9	26,8	II	26	60,2	IV	21,8	48	III
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,19	1,49	III	4,38	7,9	V	2,02	2,78	IV	3,46	7,3	V	3,04	5,2	V
N-NO ₂ (mg/l)	0,01	0,02	III	0,18	0,45	V	0,13	0,36	V	0,15	0,36	V	0,09	0,147	V
N-NO ₃ (mg/l)	1,16	2,51	II	3,9	6,23	III	3,99	8,91	IV	4,54	9	IV	4,38	8,9	IV
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,17	0,34		1,61	3,21		0,97	1,48		1,73	3,82		0,93	1,78	
tvrdost (mmol/l)	2,67	3,33		5,65	8,97		4,86	6,3		4,81	7,87		5,23	8,4	
ukazatel	C6 – Dobšice			J – Chomutice			B1 – Lubno			B2 – Kosičky			BP – Tůně		
	prům.	C90	tř.	prům.	C90	tř.	prům.	C90	tř.	prům.	C90	tř.	prům.	C90	tř.
rozp. kyslík (mg/l)	8,18	2,87	IV	9,8	7,1	I	9,6	6,3	II	7,4	4,2	IV	6,35	2,27	V
BSK ₅ (mg/l)	7,12	11,37	IV	3,31	5,27	III	4,57	7,9	III	4,33	5,8	III	11,2	18,7	V
CHSK _{Mn} (mg/l)	11,6	17,2	IV	5,83	7,7	II	8,29	12	III	6,53	8,5	II	14,9	23,4	IV
pH	8,2	8,55		7,97	8,22		7,86	8,35		8,2	8,41		8,15	8,43	
teplota (°C)	10,6	19,3	I	9,25	17	I	9,3	17	I	9,58	17,3	I	10,6	19,7	I
kondukt. (µS/m)	64,3	74,4	III	42,8	51,7	II	54,6	63,6	II	65	78,8	III	73,4	87,2	III
RL (mg/l)	498	623,7	III	273	353	II	353	427	II	461	580	III	691	1319,7	V
NL (mg/l)	27,6	40,5	II	8,75	16,3	I	16,2	17,5	I	14,8	22,8	II	80,7	167	V
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,72	2,9	IV	2,4	4,6	IV	2,29	4,04	IV	2,4	4,22	IV	3,99	6,5	V
N-NO ₂ (mg/l)	0,11	0,24	V	0,06	0,08	V	0,05	0,075	V	0,17	0,463	V	0,3	0,77	V
N-NO ₃ (mg/l)	3,55	6,38	III	4,12	6,21	III	4,4	8,5	IV	4,58	9,83	IV	4,18	8,37	IV
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	1,21	2,99		0,71	1,5		0,51	1,06		0,36	0,658		1,4	2,34	
tvrdost (mmol/l)	5,13	7,3		3,75	5,53		4,69	7,2		5,45	6,68		5,44	8,21	

Tab. 4 - Korelační závislost koncentrací látek na velikosti průtoku

Profil	BSK ₅	NL	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃	PO ₄ ³⁻
Zámezí	-0,4839	0,7478	0,0766	0,8624	-0,6029
Vitiněves	-0,6734	0,4003	-0,5159	0,7290	-0,2148
Sloupno	-0,4662	0,0737	-0,0031	0,4836	-0,4663
Luková	-0,0756	-0,0911	-0,5746	0,7530	-0,7310
Žiželice	0,6286	0,7547	-0,0073	0,7124	-0,1444
Dobšice	-0,6153	-0,5762	0,4249	0,6995	-0,3557
Chomutice	0,0617	-0,0195	0,0309	0,0902	-0,4289
Lubno	-0,5439	0,0380	0,6742	0,8893	-0,8286
Kosičky	-0,4198	0,5030	0,2974	0,7225	-0,4232
Tůně	-0,0948	0,4162	0,2654	0,8028	-0,8503



Obr. 5 – Profil Ostroměř – závislost NL na průtoku v období 1980 až 1998; osa x – průtok (m^3/s), osa y – NL (mg/l)

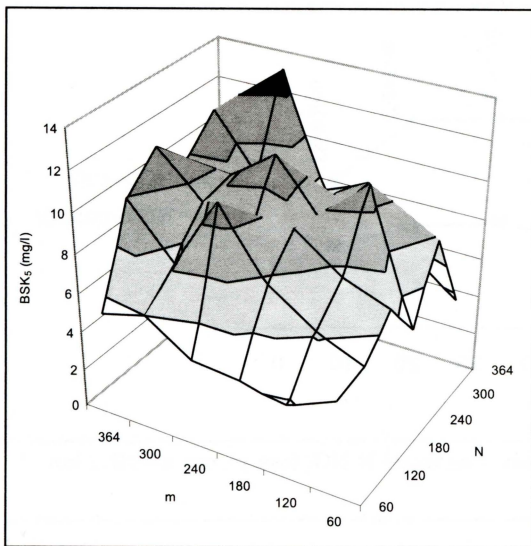


Obr. 6 – Profil Dobšice – závislost N-NO_3 na průtoku (m) a roční době (N)

tek však rostou v závislosti na zvyšujících se průtocích jejich látkové odnosy (Janský 1990). Z obrázku 7, který znázorňuje závislostní zhodnocení parametru BSK_5 v závěrovém profilu Dobšice, je patrný růst koncentrací se snižujícím se průtokem (osa \underline{m}). Při hodnocení závislosti BSK_5 na roční době je vidět růst koncentrací od počátku roku zhruba do konce září, kdy jsou koncentrace biologicky rozložitelných látek nejvyšší. Letní nárůst koncentrací souvisí nepochybně se zvýšenou biologickou produkcí zejména Žehuňském rybníce, pod kterým je profil situován.

Z grafu na obrázku 8, znázorňujícího stejnou závislost pro parametr N-NO_3 , je patrná závislost tohoto ukazatele na průtocích, ale také roční době. Koncentrace dusičnanového dusíku rostou v závislosti na narůstajícím průtoku. Největších koncentrací se přitom vyskytují na počátku a na konci roku, naopak nejnižší v letním období.

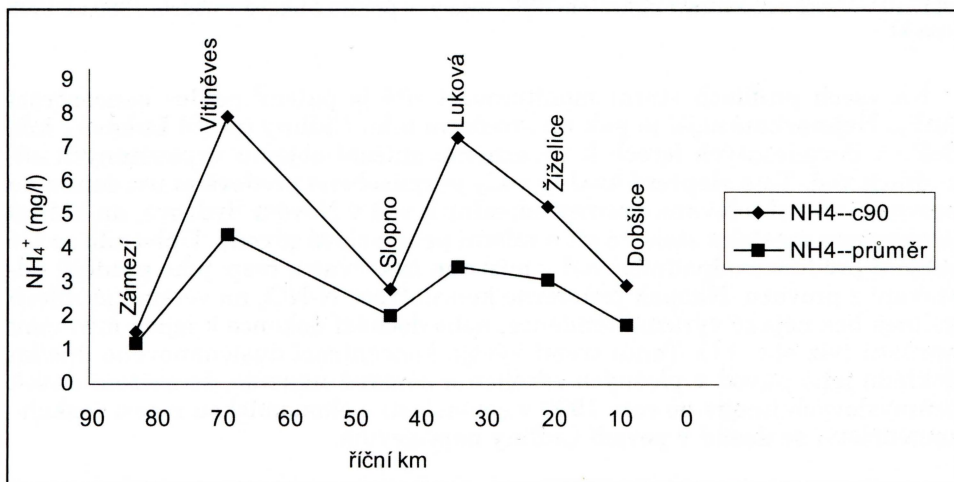
Z porovnání obou grafů vyplývá, že tam, kde koncentrace N-NO_3 dosahují maximálních hodnot, jsou minima koncentrací BSK_5 a naopak. Tento jev je vysvětlitelný na základě zcela odlišného charakteru obou ukazatelů. Zatímco BSK_5 je



Obr. 7 – Profil Dobšice – závislost BSK_5 na průtoku (m) a roční době (N)

postihnout vliv jednotlivých zdrojů znečištění. Podle grafu na obrázku 8 lze pomocí ukazatele amoniakálního dusíku identifikovat bodové zdroje fekálního znečištění, k němuž dochází na profilech Vitiněves (vliv Jičina) a Luková (vliv Nového Bydžova). Podobný průběh byl zaznamenán například také u rozpuštěného kyslíku (zde pochopitelně dochází k poklesu koncentrací pod bodovými zdroji), $CHSK_{Min}$, BSK_5 a u fosforečnanů. Naopak podélný profil dusičnanového dusíku představuje parametr, který má původ ve zdrojích plošných.

U profilů státní sítě byl rovněž hodnocen časový vývoj koncentrací BSK_5 (obr. 10) a $N-NO_3^-$ (obr. 11) za období 1980 až 1998. Pro hodnocení trendů vývoje kvality vody byla vlastní měření na výše uvedených profilech státní sítě doplněna o data převzatá z databáze ČHMÚ v Praze Komořanech.

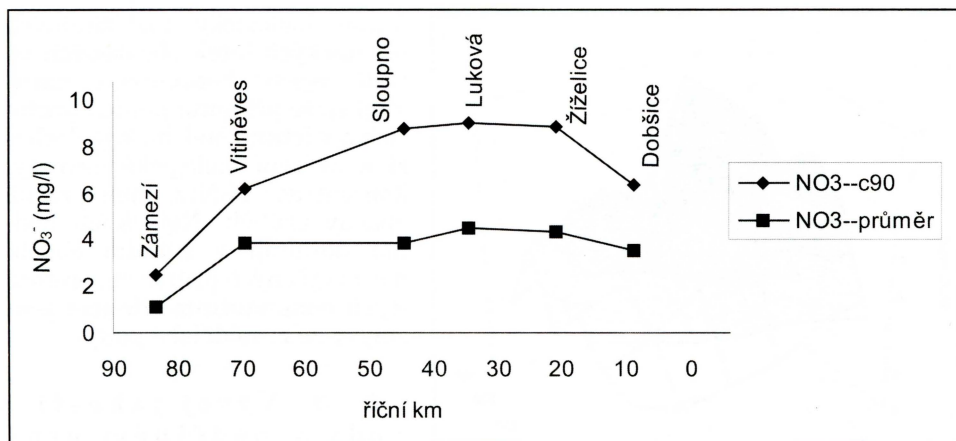


Obr. 8 – Podélný profil kvality vody Cidlina – ukazatel $N-NH_4^+$ (osa y), osa x – říční km

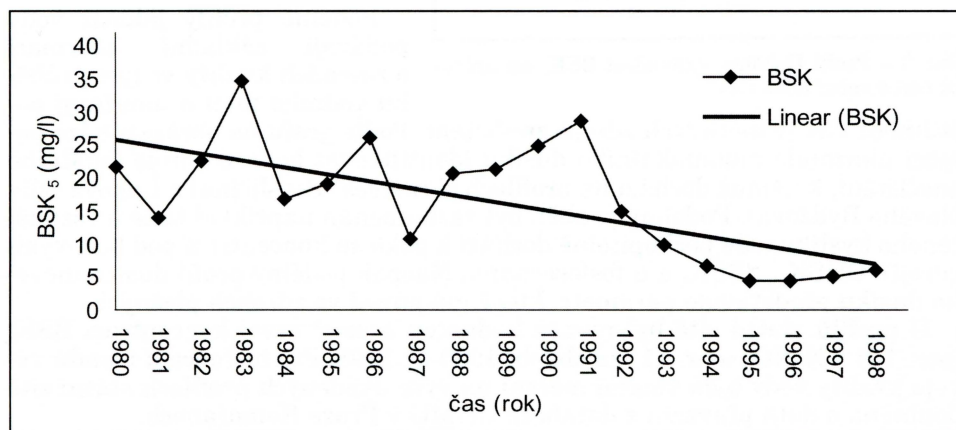
mírou biologicky rozložitelných organických látek obsažených ve vodě, jejichž koncentrace narůstají spíše při minimálních průtocích a v letním období, kdy dochází k zvýšení biologické aktivity, koncentrace $N-NO_3^-$ mají přesně opačný průběh. Nejvyšších hodnot dosahují v zimním období a při zvýšených průtocích, protože jejich dominantním zdrojem jsou smyvy ze zemědělské půdy.

5. 3. Vývoj jakosti vody v podélném profilu toku

Podélné profily jakosti vody podávají základní informaci o změnách kvality vody v průběhu vodního toku a umožňují po-

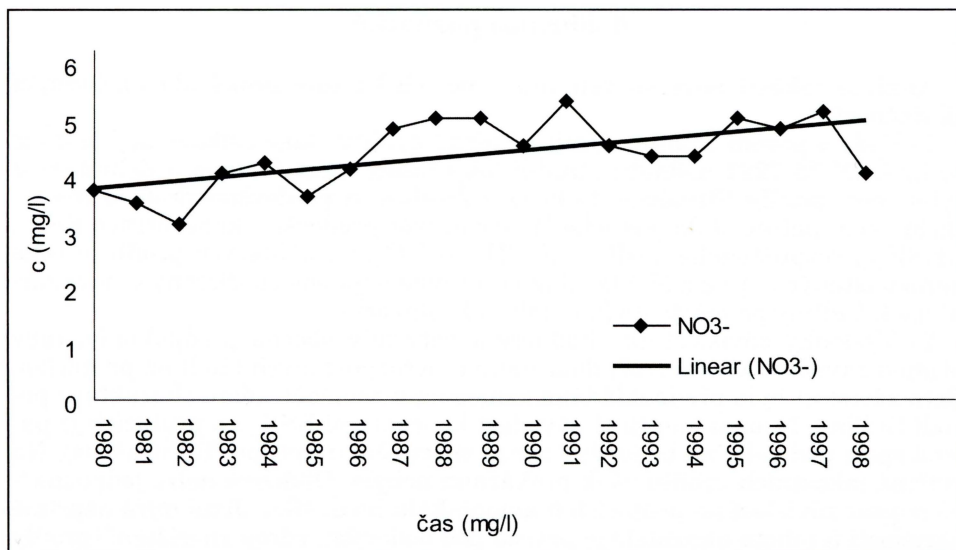


Obr. 9 – Podélný profil kvality vody Cidlina – ukazatel N-NO₃⁻ (osa y), osa x – řiční km



Obr. 10 – Vývoj koncentrací ukazatele BSK₅ (osa y) v profilu Luková v období 1980 až 1998 (osa x)

Na všech profilech státní monitorovací sítě je patrný pokles koncentrací BSK₅. Nejmarkantnější je pak na středním toku Cidlina (profil Luková), kde došlo v devadesátých letech k výraznému snížení objemu vypouštěných odpadních vod. Toto zlepšení kvality vody je způsobeno především uvedením do provozu nově zbudované čistírny odpadních vod v Novém Bydžově, na kterou je napojena městská stoková síť a místní průmyslové závody. Uplatnilo se též snížení produkce odpadních vod v místním cukrovaru, resp. jeho pozdější odstavení z provozu. Naopak průměrné koncentrace N-NO₃⁻ na většině profilech kolísají bez nějaké výrazné tendence, nebo dochází dokonce k jejich mírnému nárůstu (viz obr. 11). Tento trend vývoje koncentrací dusičnanového dusíku dokládá jeho původ v plošných zdrojích a zároveň ukazuje, že snížení dávek průmyslových hnojiv po roce 1990 v souvislosti s ekonomickou recesí českého zemědělství se dosud v povodí Cidlina neprojevuje.



Obr. 11 – Vývoj koncentrací ukazatele N-NO₃⁻ (osa y) v profilu Ostroměř v období 1980 až 1998 (osa x)

5. 4. Biologické hodnocení jakosti vody

Výsledky biologických rozborů byly hodnoceny pomocí saprobního indexu umožňujícího srovnání s chemickými analýzami. Při hydrobiologickém rozboru nárostů byla na jednotlivých lokalitách zjištěna přítomnost 24 taxonů bakterií, nižších rostlin a bezobratlých. Při rozboru makrozoobentosu bylo zjištěno 36 taxonů bezobratlých. Saprobní index byl pro všechny odběry stanoven pomocí metody Pantle a Bucka v Sládečkové modifikaci (Sládeček 1973). Pokud provedeme srovnání saprobního indexu nárostů a makrozoobentosu, zjistíme, že jejich hodnoty si velmi dobře odpovídají (viz tab. 5).

Tab. 5 - Výsledky biologického rozboru

Profil	Nárosty S	22.III.1998 saprobní stupeň	Makrozoobentos 1998			
			S 21. 5.	saprobní stupeň	S 8. 9.	saprobní stupeň
Zámezí	1,71	β	1,07	o	1,11	o
Vitiněves	2,82	α	2,87	α	2,7	α
Sloupno	2,13	β	2,78	α	2,76	α
Luková	2,12	β	2,47	β	2,47	β
Žiželice	3,32	α	3,27	α	3,37	α
Dobšice	2,16	β	2,82	α	2,91	α
Chomutice	2,26	β	2,28	β	2,05	β
Lubno	2,28	β	2,38	β	2,36	β
Kosičky	2,26	β	2,75	α	3,08	α
Tůně	3,59	p	3,25	α	3,34	α

6. Shrnutí poznatků

Analýza jakosti povrchových vod v povodí Cidliny prokázala následující skutečnosti:

1) Voda v povodí Cidliny dosahuje nízké kvality. Jako celkově nejhorší lze podle ČSN 75 7221 hodnotit střední tok Cidliny mezi Jičínem a Žehuňským rybníkem (profily Vitiněves, Luková a Žíželice) a především profil Tůně na Bašnickém potoce. Jako kritické lze považovat především koncentrace BSK_5 , $CHSK_{Mn}$, rozpuštěného kyslíku, $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$, na některých profilech také nerozpuštěných látek a $N-NO_3^-$. Jako relativně nejméně znečištěný se jeví horní úsek Cidliny po město Jičín a dále řeka Javorka.

2) Výsledky závislostního hodnocení potvrdily obecné předpoklady, tedy přímou závislost koncentrací dusičnanů a nerozpuštěných látek na průtocích. Tato závislost byla předpokládána vzhledem k zemědělskému charakteru povodí Cidliny. Naopak nepřímá závislost koncentrací BSK_5 na průtocích je patrná spíše pod velkými bodovými zdroji znečištění (např. profil Vitiněves). Na většině jakostních profilů však prokázána nebyla. Obdobně nelze jednoznačně popsat závislost na průtocích u amoniakálního dusíku. Jistá míra nepřímé závislosti u tohoto ukazatele je patrná pod bodovými zdroji znečištění (profily Vitiněves, Luková). Na koncentrace tohoto ukazatele ve vodě mají na většině profilů v povodí Cidliny vliv bodové i plošné zdroje znečištění. Koncentrace fosforečnanů jsou na průtocích závislé spíše nepřímě. To je dáno jejich převahou z bodových zdrojů a tudíž malou variabilitou jejich vypouštění během roku. Tato závislost je patrná na profilech Tůně, Lubno, Luková a Zámezí.

3) Hydrobiologický rozbor makrozoobentosu a nárostových organismů prokázal, že horší α -mezosaprobita je dosažena na profilech Tůně a Žíželice. Jako α -mezosaprobni lze dále označit profily Vitiněves, Sloupno, Dobšice a Kosičky. Profil Luková odpovídá α až β -mezosaprobniému, profily Lubno a Chomutice β -mezosaprobniému stupni. Nejlepší kvalitě z hlediska oživení vodního prostředí odpovídá profil Zámezí, kde se jedná o oligosaprobni stupeň.

4) Značný podíl na celkovém znečištění povrchových vod v povodí Cidliny mají i přes nově vybudované čistírny odpadních vod velké bodové zdroje znečištění, zejména města Jičín a Nový Bydžov.

5) Dalším důležitým zdrojem odpadních vod jsou sídla venkovského typu. Odpadní vody z těchto obcí jsou často odváděny přímo do toku, nebo jímány pomocí často nevyhovujících zádržných systémů. Vzhledem k velkému počtu venkovských sídel v povodí Cidliny je jimi produkováno množství odpadních vod značné.

6) Produkce odpadních vod obyvatelstvem má zásadní vliv na kvalitu vody v tocích v povodí Cidliny. Ten se projevuje zejména při nízkých průtocích v letních a podzimních měsících, kdy dochází na Cidlině a jejich přítocích k výraznému zhoršení kvality vody. Tento jev je pozorovatelný především pod velkými bodovými zdroji znečištění. Typickým příkladem je profil Vitiněves pod Jičínem. V letních měsících jsou zde tak nízké průtoky, že odpadní vody vypouštěné z nové čistírny v Jičíně způsobují na tomto úseku havarijní stavy doprovázené hynutím ryb. Obdobná situace byla pozorována také v Lukové pod Novým Bydžovem.

7) Kvalita vody v Bašnickém potoce, který je nejvýznamnějším přítokem řeky Bystrice, dosahuje velmi nízké kvality. K jejímu významnému zhoršení dochází především v době cukrovarnických kampaní.

8) Jakost vod v povodí Cidliny významně ovlivňuje také zemědělství. Jeho negativní působení je v podstatě dvojí:

a) Vlivem nevhodných agrotechnických opatření a chybějící protierozní ochrany dochází k odnosům především nerozpuštěných látek a dusičnanů z orné půdy do toků.

b) Z důvodů velké koncentrace živočišné výroby je v povodí produkováno množství odpadů a odpadních vod, které potenciálně ohrožují kvalitu vody v tocích. Problémy nastávají většinou v podzimním období při silážování píce, kdy nezřídká dochází k únikům silážních šťáv do povrchových vod. Tento stav je zapříčiněn často nevhovujícími objekty pro skladování píce.

Dalším významným faktorem ovlivňujícím kvalitu vody v tocích je skutečnost, že většina z nich byla v minulosti necitlivě regulována, napřímena a zatrubněna. Pozemky v povodí byly meliorovány. Všechna tato opatření měla za následek snížení retenční schopnosti krajiny, oslabení samočisticí schopnosti toků.

9) V posledním desetiletí došlo v povodí Cidliny k výraznému snížení vypouštění odpadních vod vlivem sanace největších bodových zdrojů znečištění. Byly vybudovány čistírny odpadních vod v Jičíně, Novém Bydžově, Chlumci nad Cidlinou, Hořicích, Lázních Bělohrad a Vysokém Veselí. Vlivem recese cukrovarnictví došlo k odstavení cukrovarů v Novém Bydžově a Surovátce z provozu. Všechna tato opatření vedla k zlepšení kvality povrchových vod v povodí. Zvláště markantně je tato změna patrná na středním toku Cidliny pod Novým Bydžovem. Přes pozitivní vliv těchto opatření je však nutné konstatovat, že kvalita vody v Cidlině a některých jejích přítocích zůstává velmi nízká.

7. Návrh opatření na ochranu povrchových vod v povodí Cidliny

1) Je nezbytná změna systému monitoringu stavu vodních toků a krajiny v povodí Cidliny. Do tohoto bodu lze zahrnout celý soubor opatření, který je nutné realizovat za účelem vytvoření opravdu efektivního systému monitorování kvality vody, ale také ostatních ekologických funkcí toku v krajině. Především je nezbytné doplnit profily státní sítě, a to nejméně o jeden, který by byl umístěn na horním toku Cidliny pod městem Jičínem ve Vitiněsvi. Tento profil Povodí Labe vede jako tzv. doplňkový a kvalitu vody zde sleduje s frekvencí čtyř odběrů za rok. To je vzhledem k významu Jičína jako bodového zdroje znečištění naprosto nedostačující. Dále doporučujeme zřízení dalšího jakostního profilu na Bašnickém potoce v Tūních. I tento profil byl v minulosti podnikem Povodí Labe monitorován, avšak od jeho sledování bylo upuštěno. Vzhledem k charakteru povodí Bašnického potoka s významnými bodovými zdroji znečištění a na základě výsledků chemických a hydrobiologických odběrů se domníváme, že zřízení jakostního profilu na tomto toku je nezbytné. Dále by bylo vhodné umístit jakostní profil na středním toku Bystřice, protože jediným pravidelně monitorovaným profilem na tomto více jak šedesátikilometrovém toku jsou Kosičky. Z hlediska fungování a stability krajiny hrají právě tyto toky klíčovou roli.

2) V současné době začínají nabývat na významu odpadní vody vypouštěné menšími, především venkovskými sídly. Ty nemají často vybudovanou odpovídající kanalizační síť, odpadní vody odvádějí přímo do toků, nebo je zadržují v bezodtokých jímkách. Bezodtoké jímky (žumpy, septiky) jsou často netěsné a zejména při přívalových deštích dochází k únikům jejich obsahu do toků. Je tedy nezbytné odpovídajícím způsobem zabezpečit zneškodňování těchto odpadů. Jsme si přitom vědomi, že odkanalizování všech objektů v rozptýlené

zástavbě obcí by bylo velice nákladnou záležitostí. Proto se dnes jeví jako účelné zajistit v místech, kde by výstavba ČOV byla nákladná, odvoz tekutých odpadů do spádové čistírny. Zde je možné zabezpečit jejich likvidaci společně s odpadními vodami z většího sídelního celku. Dalším možným způsobem je sdružování obcí do větších celků za účelem výstavby společné ČOV. Tak například vzniklo sdružení obcí na dolním toku Cidliny pod Žehuňským rybníkem, které budou v dohledné době realizovat společnou ČOV.

3) Dále je nutné sanovat bodové zdroje znečištění z objektů živočišné výroby a přidružených hospodářství, které představují často nekontrolovatelné odtoky močůvky, silážních šťáv, splachů z hnojišť atd. Vzhledem k rozlehlosti těchto zemědělských objektů by jistým řešením bylo zřízení zachytných příkopů se svodem do asimilačních nádrží. Do čistíren komunálních odpadních vod však mohou být z těchto zemědělských objektů odváděny pouze odpadní vody ze sociálních zařízení. Ostatní odpadní vody produkované zemědělskou výrobou je nutné zneškodňovat separátně.

4) Pokud nedojde k odstavení cukrovaru v Bašnicích z provozu, je nezbytně nutné provést rekonstrukci tamních usazovacích nádrží, a tak zabránit únikům odpadních vod do Bašnického potoka.

5) Z hlediska omezení vlivu plošných zdrojů znečištění je třeba preferovat takové způsoby zemědělského hospodaření v krajině, které povedou k uváženému používání chemikálií, živin, pesticidů atd. Je třeba zavést účinná protierozní opatření spočívající zejména ve vybudování protierozních zábran, pásu trvalého drnu kolem vodních toků atd.

6) Při hospodaření na Žehuňském rybníce je třeba omezit používání umělých hnojiv, snížit rybí obsádku a striktně dodržovat zákaz používání tekuté kejdy k zvyšování produkce. Obdobně by bylo žádoucí zamezit používání superfosfátů z důvodů snížení hladiny eutrofizace v Žehuňském rybníce a na dolním toku Cidliny.

7) Zamezit vysazování nepůvodních býložravých ryb, především amurů, které dnes zdecimovaly vodní makrofyta na dolním úseku Cidliny pod Žehuňským rybníkem a tím významně potlačily samočisticí schopnost toku.

8) Vzhledem k porušení hydrologických a stabilizačních funkcí většiny toků v povodí Cidliny je nezbytné provést revitalizaci alespoň nejvíce poškozených toků v povodí. Revitalizaci je však nutné provádět u daných toků komplexně se zaměřením na celé dílčí povodí a ne pouze na vlastní vodoteč, jak se obvykle děje. Hlavní revitalizační snahou tedy musí být obnova ekologických funkcí v krajině. U téměř všech toků v povodí Cidliny je nezbytně nutné vysázet vhodné břehové porosty, které často úplně chybí nebo je nahrazují hybridní topoly.

9) V rámci případné revitalizace na dolním toku Cidliny doporučujeme využít jejího starého říčního ramene meandrujícího lužními lesy při soutoku Cidliny a Labe. S minimálními náklady by bylo možné propojit toto slepé rameno, které bylo z části zavezeno při regulaci před první světovou válkou, s dnešním tokem. Taktó obnovené rameno při ústí Cidliny by bylo možné využít především k odvedení části vody mimo hlavní koryto při povodňových stavech. Povodňových stavů by bylo také možné využít k řízenému zatopování zmíněných lužních lesů, čímž by byl podporován jejich přirozený vývoj.

10) Na středním a dolním toku Cidliny lze obnovit dnes již rozpadlé nízké kamenné jízky a prahy a tím zabezpečit dostatečné prokysličování vody při nízkých průtocích v letních a podzimních měsících, kdy zde dohází k stagnaci vody. Toto opatření by napomohlo ke zvýšení samočisticí schopnosti toku.

Literatura

- ANONYMUS (1913): Čtvrtá zpráva o činnosti zemské komise pro úpravu řek v království Českém 1910 – 1912, Praha.
- ČEČETKA, F. J. (1906): Poděbradsko. Obraz minulosti i přítomnosti. Poděbrady.
- ČSN 75 7221 (1989): Jakost vod. Klasifikace jakosti povrchových vod, Praha.
- DAMAŠKA, J., JURČA, V. (1995): Plošné zdroje znečištění vod. Vodní hospodářství, č. 6-7/95, Praha, s. 173-176.
- DANIEL, T. C., SHARPLEY, A. N., LEMUNYON, J. L. (1998): Agricultural phosphorus and eutrofication, *Journal of Environmental Quality*, 27, č. 2, s. 251-257.
- JANSKÝ, B. (1982): Vliv plošných zdrojů látek na kvalitu povrchových vod v českém povodí Labe. Kandidátská disertační práce, PřF UK, Praha.
- JANSKÝ, B. (1990): Bilance specifického látkového odnosu z plošných zdrojů znečištění v kartografickém vyjádření. Závěrečná zpráva samostatné etapy státního úkolu II-5-7/8-4, Praha.
- JEHLIČKA, P. (1988): Kvalita povrchových vod v povodí Cidliny. Diplomová práce, PřF UK, Praha.
- KOL. (1996): Manipulační řád Žehuňského rybníka na řece Cidlině, Praha.
- MASON, C. F. (1981): *Biology of Freshwater pollution*. Longman, New York.
- PIVOKONSKÝ, M. (1999): Hodnocení kvality povrchové vody v povodí Cidliny. Diplomová práce, PřF UK, Praha.
- PITTER, P. (1981): *Hydrochemie*, Praha.
- SLÁDEČEK, V., ZELINKA, M., ROTHSCHEIN, J., MORAVCOVÁ, V. (1981): Biologický rozbor povrchové vody. Komentář k ČSN 83 05 31 – část 6: Stanovení saprobního indexu. Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, Praha.
- Statistický lexikon obcí ČR 1992, ČSÚ 1993, Praha.

Summary

DEVELOPMENT OF SURFACE WATER QUALITY IN THE CIDLINA RIVER CATCHMENT AREA

Since 1991 the Czech-German scientific co-operation on the Labe, co-ordinated by the International Commission for the Labe River Protection“ located in Magdeburg, has been going on successfully. In total 181 sewage treatment plants, out of them 24 on the territory of the Czech Republic, were constructed or reconstructed in the Labe catchment area within the „Immediate Programme“ (1991-95) and then within the „Action Programme (1996-99).

After ten years of research work, the attention of scientists is more and more paid to the rural areas of the Czech part of the Labe catchment, where the situation has been deteriorating in many quality indices even after 1990. Small rural settlement lack sewage treatment plants and agriculture is still complicating the situation. Because of a small quantity of water in the streams and therefore because of a lower degree of dilution of sewage water, interventions into water ecosystems are more important than in the case of main streams.

The research on water quality involves also the geographers and workers of the Environment Institute at the Faculty of Science, Charles University in Prague. Their attention is aimed at area and diffuse sources of pollutants affecting the water quality especially in the rural areas of the Labe catchment.

The article presents the research results from the catchment of the Cidlina River, right-side affluent of the Labe. The river is 89.67 km long, its catchment covers the area of 1 177 km². The mean inclination of the course is 4.36 ‰ and witnesses of the plain character of the territory. During the period 1988 – 1998, the average annual rainfall in the catchment was 617.4 mm which largely affected the hydrological regime of the whole river system. The majority of streams in the Cidlina River catchment are little aqueous and their flow is very irregular.

The Cidlina River network was sensibly shortened after different water-management regulations in the past, the majority of streams having been straightened. During the 15th and the 16th centuries, a remarkable system of artificial canals feeding the adjacent pounds was built on the lower and the middle Cidlina River course. The most important one is the

Sánský canal connecting the lower courses of the Cidlina and the Mrlina Rivers used today mainly for irrigation.

For centuries, the landscape in the Cidlina catchment has been intensively used for agriculture. More than two third of the area are covered by managed land. Arable land covers 57.7 %, the forests on the contrary only 18 %.

According to the 1991 census, nearly 96 000 permanently resident inhabitants lived in the Cidlina catchment area, but only 43.8 % of them were connected to sewage treatment plants.

The main results of the water quality evaluation:

The water in the Cidlina catchment is generally of a poor quality. The worst situation is on its middle course between Jičín and the Žehušícký rybník Pond, and then at the Bašnický potok Brook. Critical are especially the concentrations of BSK_5 , $CHSK_{Mn}$, dissolved oxygen, $N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$, on some profiles also of insoluble substances and $N-NO_3^-$. The relatively less polluted is the upper Cidlina course above Jičín and then the Javorka River.

The surface water quality is affected mostly by areal run-off of chemicals, industrial and organic fertilizers coming into the streams from the arable lands. Possible sources of pollution are also cattle, pig but also poultry factory farms producing large quantities of waste water on a limited area. The release of these matters into surface waters results in their high loading by organic matters, nitrogen components, microorganisms and antibiotics.

Because of regulation of the outflow and many reclamations done during the past period, the retention capacity of the landscape as well as the self-cleaning capacity of streams were reduced.

The results of the dependence evaluation confirmed a direct dependence of nitrates and insoluble matters concentrations on the flows. On the contrary, the indirect dependence of the BSK_5 concentrations on the flows is evident below large point pollution sources.

The phosphate concentration depends on flows rather indirectly. This is due to their origin mainly from point sources and thus by a low variability of their discharging during the year.

As to the industry, mainly the alimentary industry has a negative impact on the water quality in the catchment. Until recently, the most important polluters were the sugar refineries in Bašnice, Nový Bydžov and Syrovátka discharging waste waters during the sugar production period. Other polluters are dairies and the tannery in Nový Bydžov.

A large part on the total pollution of the surface water in the Cidlina River catchment is due, in spite of newly built sewage treatment plants, to large point pollution sources, mainly to the towns of Jičín and Nový Bydžov.

Other important sources of wastewater are rural settlements. Wastewater from these settlements is often discharged directly into water streams. The situation is critical especially at low flows in summer and autumn months.

During the last decade a significant reduction of wastewater discharge occurred in the Cidlina River catchment area after sanation of the largest point pollution sources. Sewage treatment plants were built in Jičín, Nový Bydžov, Chlumeč nad Cidlinou, Hořice, Lázně Bělohrad and Vysoké Veselí. Because of a recession of the sugar production, the sugar refineries in Nový Bydžov and Syrovátka were closed. All these measures have lead to an improvement of the surface water quality in the catchment. This change is particularly evident at the middle course of the Cidlina River below Nový Bydžov. In spite of the positive impact of these measures it must be said that the water quality in the Cidlina River and in some its affluents remains very low.

Fig. 1 – Line of the mean exceeding of the M-daily flows in the Sána profile, axis x – days of the year, axis y – M-daily flows (m^3/s)

Fig. 2 – Quality profiles in the Cidlina catchment; 1 – profiles themselves, 2 – profiles of the state network

Fig. 3 – Possible population-caused load (BSK_5 in g/ha per day)

Fig. 4 – Possible animal breeding-caused load (BSK_5 in g/ha per day)

Fig. 5 – Ostroměř profile – dependence of insoluble substances on the flow during the 1980 – 1998 period; axis x – flow (m^3/s), axis y – insoluble substances (mg/l)

Fig. 6 – Dobšice profile – dependence of $N-NO_3^-$ on flow (m) and season (N)

Fig. 7 – Dobšice profile – dependence of BSK_5 on flow (m) and season (N)

- Fig. 8 – Lengthwise profile of the Cidlina River water quality – index N-NH_4^+ (axis y), axis x – river km
- Fig. 9 – Lengthwise profile of the Cidlina River water quality – index N-NO_3^- (axis y), axis x – river km
- Fig. 10 – Development of the BSK_5 concentrations index (axis y) in the Luková profile in the 1980 – 1998 period (axis x)
- Fig. 11 – Development of the N-NO_3^- concentrations index (axis y) in the Ostroměř profile in the 1980 – 1998 period (axis x)

(Pracoviště autorů: katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty UK, Albertov 6, 128 43 Praha 2; Ústav pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty UK, Benátská 2, 128 01 Praha 2.)

Do redakce došlo 26. 3. 2001